○第二篇　材料及ヒ構造ヲ論ス

○卷一　安危强弱(Stability and strength.)ノ原理要略

○第一款　構造總論(On structures in general.)

○第八十七章　構造ハ諸部ノ形狀位次ヲ損セス且外襲ノ此形狀位次ヲ擾亂セントスル者ニ抗抵スル程ニ數部ノ堅實ナル材料ヲ合置スルヨリ成ル、構造ノ諸部互ニ安置センコヲ計ルカ故ニ其全部及ヒ各部ニ働ク外力ト相平衡シ以テ大ニ構造ノ持久ト能力ノ關係セル機械學ノ原理ヲシテ重學即チ平衡力ノ學科ニ屬セシム

構造ノ材料ハ木石金屬ノ如キ多少强靭ノ者或ハ土ノ如キ鬆疎ノ者是ナリ」

此篇ノ後々ノ諸卷ハ構造ノ因テ成ル所ノ材料ニ隨ヒテ之ヲ分論ス此卷ニハ一切ノ構造ニ應用スヘキ機器學ニ關スル原理ノ要略ヲ揭ク。卷中ノ章句多クハ以前ノ機械學應用論ヨリ抜キ且本論ノ主意ニ適センカ爲ニ要スル所ハ之ヲ添刪セリ。右ノ章句ハ機應ノ二字ヲ以テ之ヲ示シ該書中相當ノ章

號ヲ付ス

○第八十七章甲　材片(Pieces)接際(Joints)支持(Support)基礎(Foundations)(機、應、一二九、一三〇)　構造ハ材片ト名ク[illegible]ル二箇以上ノ堅實體ノ相觸レテ其接際ト名ク[illegible]ル一分ノ面ニテ相聯合スル者ヨリ成ル。此語ハ唯強靱ナル材料ノ構造ニノミ用ウ可キカ如シト雖モ亦土塊ヲ無數ノ接際ニテ相觸レタル無數ノ小片ヨリ成ル者ト見做セバ此ニモ用ウヘシ

構造ノ諸材片ノ各自ノ關係ニテハ相定着スト雖モ其構造ヲ一渾體トシ地球ニ關係スレハ或ハ定着スル者或ハ移動スル者ト言フヘシ

定住構造ハ基礎ト名ク[illegible]ル地球ノ堅實質ノ一部分ニ支持セラル此構造ヲ支持スルノ壓力ハ基礎ノ各部ノ抗抵力ニメ多少斜メナルヲ得

移動構造ハ船ノ如ク水上ニ浮ビ或ハ車ノ如ク輪ニ由テ堅實ナル地上ニ安スル等ニテ支持セラル。斯ノ如キ構造ニメ實ニ運動中ニ在ルトキハ若干ノ機關性ヲ分取ス故ニ此ヲ支持スルノ力ヲ定ムルニハ動學ノ原理ト重學ノ原理ヲ併セテ注意センコトヲ要ス然レトモ運動ニ適スヘキ者ト雖モ現ニ運動中ニ在ラサルトキハ之ヲ支持スルノ壓力ヲ定ムルニ重學ノ原理ニ由ルヲ而シテ壓力ハ構造ノ重量ニ等シウメ全ク反對セル合成力(Resultant)ヲ存スルコト明ナリ

○第八十八章　構造ノ平衡(Equilibrium)ノ狀ハ次ノ三條ナリ(機、應、一三一)

壹　構造ノ全體上ニ外物ノ用ヲタル力ハ互ニ平衡(Balance)スヘシ　此條ニ思惟スヘキ力ハ(一)地球ノ引力即チ構造ノ重量(二)外荷是ハ構造ノ一分ヲモ成サス又基礎ノ一分ヲモ成サヽル物體ノ構造上ニ働ク壓力ヨリ生スル者此二種ノ力ハ一大荷即チ總荷ヲ成ス(三)支持壓力即チ基礎ノ抗抵力ナリ。此三種ノ力ヲ併セテ之ヲ外力ト云

貳　構造ノ各材片ニ用ヲタル力ハ互ニ平衡スヘシ　此力ハ(一)材片ノ重量(二)材片上ノ外荷之ヲ併セテ總荷ヲ爲ス者三)抗抵力即チ着目ノ材片ト之ト一塊ヲ爲スノ諸材片トノ接際ニ働ク力等ヲ以テ成ル

參構造ノ諸材片ノ分離スヘシト思ヘル諸部分ノ各箇ニ用サタル力ハ互ニ平衡スヘシ　一ノ想像面ニ於テ構造諸材片中一片ノ一部分其片ノ他部ト相分離ストスレハ斯ク假定セル部分ニ働ク力ハ(一)其重量及ヒ(二)材片ノ外面ニ在レハ之ニ用サタル外力之ヲ併セテ其總荷ヲ爲ス(三)材片ノ着目ノ部分ト他ノ部分ノ間ナル想像面ニ働ク逼迫(Stress)卽チ力等ナリ

○第八十九章　安危、强弱、靱脆(Stiffness)(機、應、一三二、一二七)　構造ノ持久ノ爲ニハ唯負荷ノ一總計及ヒ其分賦ノ一方法ニ於ルノミナラス構造ヲ用ウルノ際ニ此負荷ノ總計及ヒ分賦法ニ關ノ生スル一切ノ變化ニ於テモ前章ノ平衡ノ三狀ヲ遂ケンコトヲ要ス

安定ハ一定限內ノ負荷ノ諸變化ニ於テ構造平衡ノ第一第二狀ヲ遂クルニ在リ。安定ニ缺損アル構造ハ其材片固有ノ位置ヲ失ヒ終ニ崩壞スルニ至ル」一構造或ハ其一部分ニシテ吊橋ノ鎖ノ如ク柔撓ニ或ハ他ニ移動スルニ自由ナルトキハ其安定性ハ原狀原位ノ亂レタルトキ偏ニ之ヲ復故セントスル性ノ中ニ在リ

强弱ハ定限ヲ踰エサル一切ノ負荷ニ就テ構造ノ平衡ノ第三狀ヲ遂ケシムルニ在リ尙詳言スレハ定限內ノ最大負荷ニ由テ構造ノ一材片ノ或部分ニ生スル內部ノ最大逼迫ハ材料ノ能ク堪フル所ニシテ直ニ破碎スルヿ無ル可キノミナラス時ヲ經テモ破碎ノ危險アル程ニ其組織ヲ害スルヿ無ラシメサル可ラス

構造ノ材片ヲシテ能ク其目的ニ適セサラシムルモ妨ナシ竟ニ其破碎ノ爲ノミナラス拉張(Stretch)壓縮(Compress)屈曲(Bind)糾絡(Twist)若ハ其固有ノ形ヲ損スルノ事件ノ爲ニモ亦然リ。故ニ構造ノ各材片ノ大小ハ之ニ負ハシムル最大負荷ニ由テ其形狀ヲ變スルモ其定限ヲ踰エサル程ナルヘシ。此性ヲ靱脆性ト名ケ强弱性ト併セ論スヘキ程ニ二性相親密ス

○第二款　各力平衡ノ原理要略

○第九十章(機、應、一二、一三、一七ヨリ二四マテ)　力トハ二物ノ間ノ作用ニノ

其靜定若ハ運動ニ變化ヲ起シ或ハ起サントスル者ヲ云。平衡トハ二箇以上ノ力ノ稟質ニメ之ヲ併セテ一物上ニ施スモ其作用曾テ其靜定若ハ運動ニ於ケル變化ヲ起サス各力唯此變化ヲ起サントスルノミニシテ其實之ヲ起ササル程ニ對衡スルヲ云

壓力ナル語ハ常用ノ意義ニテハ一表面ニ分與セル排擠(Thrust)推挨(Push)ノ性質ナル力ヲ表スルニ用ウト雖モ重學ノ論說ニテハ屢〻此語ヲ或ハ平衡シタル力ヲ表スルニ用ウ

二物ノ間ニ働ク力ノ其一物ニ如何ノ關係ヲ爲スヤハ次ノ三事ヲ知レハ則チ之ヲ定ムヘク又之ヲ知ラシムヘシ其第一ハ力ヲ受クルノ場所又ハ其部分第二ハ其作用ノ方向第三ハ其大小ナリ

壹　力ヲ物ニ施スノ場處ハ或ハ其內積(イントルンシアルマス)ノ全部又ハ一部ナリ此時ニ在テハ二物ノ相向ヒ或ハ相背イテ動カントスルニ隨ヒ其力ヲ或ハ引力(Attraction)トシ或ハ拒力(Repulsion)トス又其施スノ場處ハ或ハ二物相觸ルヽノ表面或ハ同物ノ二部ノ間ノ接界面ナリ此時ニ在テハ其狀勢ニ隨ヒ其力ハ引張(Tension)又ハ牽曳(Pull)排擠又ハ推挨或ハ側邊逼迫(Lateral stress)トナル

此故ニ每力皆其作用アリテ體ト面トニ論ナク或ル一處ニ之ヲ配與スル而メ一點ニ集レル力ハ其實其成立アルコトナシ。然リト雖モ重學ノ原理ヲ論スルニハ先一點ニ集マルトシテ此想像上ノ力ノ性質ヲ論示セシコトヲ要ス是ヲ單力(尋常ノ謂フ所ニ隨フ)ニ就テ極メタル決論ハ實ニ天地間ニ働ク所ノ複力(Distributed forces)ニモ應用スヘキヲ以テナリ

一點ニ集マレル諸力ノ理ヲ演フルニ當テハ十分堅固ニメ之ニ施セル如何ノ力モ其狀ヲ變スルコト能ハサル凝體ニ此力ヲ用ウル者トス。此モ亦天地間ニ實事ナキノ假想ナリト雖モ變狀見ル可ラサル實物ニ此論ノ結果ヲ用ウヘシ

貳　力ノ方向ハ則チ此力ニ由テ生スル運動ノ方向ナリ。單力ヲ用ウルノ點ヲ貫キ其方向ヲ追フテ畫キタル直線ハ其力ノ作用線ナリ

參二力同一ノ作用線ヲ追ヒ其方向反對シ同物ニ施サレテ互ニ平衡スレハ則チ其力ハ大小相等キナリ、

單力ヲ紙上ニ表スルニハ箭頭直線ヲ用ウ此線ノ始ハ用力ノ點ヲ示シ線ノ方向ハ力ノ方向ヲ示シ線ノ長短ハ隨意表尺ニテ力ノ大小ヲ示ス

○第九十一章　秤量ノ原位(Standard unit of weight)(機應、二一一)　力ノ大小ハ力ノ一定ノ原位トノ比例ヲ數ニテ記シ算術ノ法ニテ之ヲ表ス此原位トハ定緯度ノ定水準ニテ定質ノ既知積ノ重量即チ地球ノ方ニ引ク力)ナリ。故ニ不列倒ノ力ノ原位ハ原位常量斤(ポンド)ニメ倫敦ノ緯度ノ海面ニ近キ水準ニテ租稅局ニ保存セル一片ノ白金ノ秤量ナリ維多利第十八年十九年ノ條例第七十二卷及ヒ千八百五十六年ノ理學事業書中博士ミルレル氏ノ一章ヲ見ヨ不列倒ニ用ウル力ノ原位ノ中ニ

グレイン＝常量斤ノ$\frac{1}{7000}$

金量斤＝5760 グレイン＝0·8285714 常量斤

オンドレトヱイト＝112 常量斤

噸＝2240 常量斤

佛國ノ力ノ原位ハ「グラム」ニメ巴里ノ緯度ニテ清水「サンチメエトル」立方一個ノ重量ヲ其密性最大ノ時ノ温度即チ攝氏三·四九五度即華氏三九·一度ニメ大氣ノ壓力晴雨針中七六〇「ミリメエトル」即チ二九·九二二寸ノ水銀柱ヲ支持スルノ時ニ秤リタル者ナリ

力及ヒ大小ノ佛英度量比較ハ此書ノ末ニ其表アリ

○第九十二章　一直線ニ働ク力ノ合成(Resultant)(機應、二一二)　一物ニ施セル諸力ノ合成ハ其諸力ヲ平衡セシムル所ノ其單力ヲ平衡セシムルニ適スル一單力ナリ尚ホ細言スレハ其諸力ノ合成ハ此諸力ヲ平衡セシムル力ニ等シク且正ニ相反スル而メ其物ノ平衡ノ關係アルニ由テ其諸力ト同齊ナリト云。此諸力ヲ其合成ノ分力(Components)ト名ツク

一系ノ平衡セル諸力ノ合成ハ空トナル

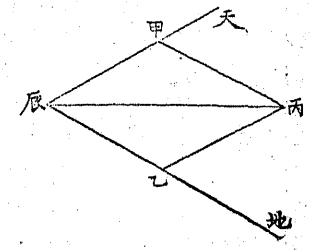
同一ノ直作用ニテ一物ニ働ク數力ノ合成ハ其線ヲ追フテ働キ且其大小ハ分力ノ和ニ等シ分力ノ中其甲ト乙ト相反スルヰ此和ナル語ハ代數科ノ義ニ隨フヘキヲ會得スヘシ尙細說スレハ其作用ノ力ノ方向同キ者ハ相加ヘ相反スル者ハ相減スルヲ謂フナリ

一直線ヲ追フテ働ク一系ノ力相平衡スルヰハ一方ニ向ヒテ働ク諸力ノ和ハ反對ニ働ク諸力ノ和ニ等シ

○第九十三章　偏向力(Inclined force)ノ合成及ヒ平衡(機應)五一ヨリ五四ニ至ル)　偏向力ノ互ニ平衡スル最小數ハ三箇ナリ。此三力ハ一點ヲ過キ一平面ニ於テ働カサル可ラス。其相關係スルノ狀ハ「力ノ平行方形」(Parallelogram of force)ト名クル理題ニ係ル重學ノ全論皆之ヨリ誘導スヘシ

壹　二力ニメ其作用線一點ヲ過クル者ノ方向大小ヲ平行方形ノ邊ニテ表スレハ其合成ハ對角線ニテ之ヲ表スヘシ

第六十圖



假令ハ辰點(第六十圖)ヲ過キテ働ク二力アリ其方向大小ヲ辰甲、辰乙ニテ表ス。此二力ノ合成卽チ同齊單力ハ辰甲乙丙ナル平行方形ノ辰丙ナル對角線ニテ其方向大小ヲ表ス。其大小ハ代數術ニ由リ方程式ニテ得ラル

辰丙＝ノ(辰甲²＋辰乙²＋2辰甲·辰乙·甲辰乙餘弦)　(一)

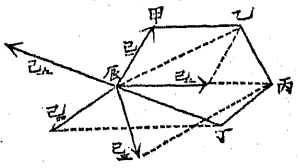
辰甲、辰乙ナル力ヲ平衡セシムルニハ辰丙ナル合成ニ等シク且反對ナル一力ヲ要ス。之ヲ表スルニハ三力ノ方向大小ヲ三角ノ三邊(辰甲、甲丙、丙辰ノ如シ)ニテ表スルヰハ其三力一點ヲ過キテ働ケハ互ニ平衡スト云フヘク又別語ニテ同平面ニ於ル三力ハ各他ノ二個ノ間ノ角ノ正弦ニ比例スルヰハ一點ニ於テ相平衡スト云ヘシ

次ノ者ハ力ノ平行方形ヨリ隨ヒ來ル者ニメ力ノ多邊形ト名ク

貳　同點ヲ過キテ働ク數力ヲ閉圍多邊形(Closed plygon)ノ諸邊ニ等シク且

平行セル線ニテ表スヲ可トケレハ其諸力相平衡ス。此考案ヲ確定スル爲ニ辰點(第六十一圖)ヲ過キテ働ク五力アリトシ其方向大小ヲ己一己二己三己四己五ニテ表スヲ是レ辰甲乙丙丁辰ナル閉圍多邊形ノ諸邊ニ等シク且平行スル者ナリ即チ

第六十一圖



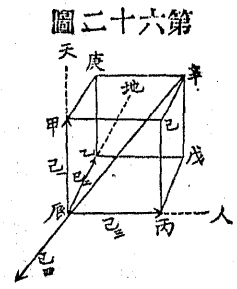
己一己二 且ツ辰甲 己二己三 且ツ甲乙 己三己四 且ツ乙丙 己四己五 且ツ丙丁 己五己一 且ツ丁辰

然ラハ力ノ平行方形ノ原理ニ由テ己一己二ノ合成ハ辰乙、己二己三ノ合成ハ辰丙、己一己三ノ合成ハ辰丁ニメ己五ニ等シ且反對スヲ以テ最後ノ合成ハ空ナリ

閉圍多邊形ハ或ハ平面或ハ「ゴーズ」("Gauche,")即チ一平面ニ在ラザルモ妨ケナシ

參、力ノ平行方壔形ノ原理　單純ノ不平多邊形

第六十二圖



(Gauche polygon)ハ四邊形ノ者是ナリ。辰甲乙丙戊己庚辛(第六十二圖)ヲ平行方壔形トス其對角線ハ辰辛ナリ。然ルヒハ辰ニ始マリ辛ニ終ルノ三連線ハ辰辛ナル對角線ト共ニ閉圍四邊形ヲ爲ス此故ニ辰ヲ過キテ働ク己一己二己三ナル三力ヲ平行方壔形ノ辰甲、辰乙、辰丙ナル三線ニテ表スレハ辰辛ナル對角線ハ其合成ヲ表シ己四ナル第四力ハ辰辛ニ等ク且ツ反對シテ右ノ三力ト平衡ス

○第九十四章　力ノ分離(Resolution of force)　壹、一箇ノ分力ヲ分ツコト(機應、五五、五六)　一單力ヲ互ニ偏向セル線ニ於テ二個ノ分力ニ分離セント欲セハ第一ニ其分力ノ作用線ヲ以テ彼單力ノ作用線ヲ一點ニ於テ截斷シ第二ニ其三條ノ作用線ヲメ同平面ニ在ラシメンコトヲ要ス

然メ第六十圖ニ反歸シ辰丙ヲ以テ辰天、辰地ノ線ニテ働ク二箇ノ分力トセント要スルノ力ヲ表ス此二線ハ辰丙ト同平面ニ在テ辰ナル一點ニ於テ相交ハル者ナリ

丙ヲ貫キ丙甲ニ平行ナル直ヲ畫キ辰天ヲ甲ニテ切リ又丙乙ニ平行ニ天ヲ畫キ辰地ヲ乙ニテ切ル

二力ハ各自ニ辰甲及ヒ辰乙ニ等シク且反對ノ辰丙ト平衡スヘシ

其力ノ大小ハ次ノ比例中ニ在リ

辰丙：辰甲：辰乙 :: 甲辰乙正弦：乙辰丙正弦：甲辰丙正弦 . . . . . (1)

貳　三箇ノ分力ニ分ツ　一單力ヲ互ニ偏向セル線ニ於テ三箇ノ分力ニ分離シ得ンカ爲ニハ其分力ノ作用線ヲ以テ彼單力ノ作用線ヲ一點ニ於テ截斷セシムヲ要ス

第六十二圖ニ反歸シ辰辛ヲ以テ辰天、辰地、辰人線ニテ働ク三箇ノ分力ニ分離セシト要スルノ力ヲ表ス此三線ハ辰ナル一點ニ於テ辰辛ニ交ハル者ナリ

辛ヲ貫キ三平面ノ各自ニ地辰人、人辰天、天辰地ナル平面ト平行スル者ヲ畫キ辰天ヲ甲ニ、辰地ヲ乙ニ辰人ヲ丙ニ切ル。然ルヒ辰甲、辰乙、辰丙ハ所要ノ分力ヲ表ス

此三力各自ニ辰甲、辰乙、辰丙ニ等シク且反對ノ辰辛ト平衡ス

參　矩形分力(Rectangular components)　一力ノ矩形分力ハ其作用線ノ方向互ニ直角ナルヒ分離サルヽ者ヲ云フ

譬ヘハ第六十二圖ニ於テ辰天、辰地、辰人ヲ互ニ直角ナル縱橫線(Co-ordinates)ノ三軸ト假定ス。然レハ辰辛ヲ辰甲、辰乙、辰丙ナル三箇ノ矩形分力ニ分ツニハ唯辰天、辰地、辰人ニ辛ヨリ三垂線ヲ垂レ各自甲、乙、丙ニ於テ之ヲ切ルヲ以テ足レリトス

天、地、人ヲ以テ各自ニ三箇ノ矩合分力ヲ表シ未ヲ以テ合成ヲ表シ角、亢、氐ヲ以テ此ト分力ニ由テ成ルノ角ヲ表スレハ三分力ト合成トノ關係ハ次ノ方程式ニテ之ヲ表スヘシ

天＝未·角餘弦　地＝未·亢餘弦　人＝未·氐餘弦 . . . . . (11)

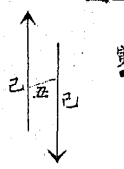
未^2＝天^2＋地^2＋人^2 . . . . . (111)

合成力ガ其分力ノ二箇(天及ヒ地ノ如ク)ト同平面ニ在レハ第三ノ分力ハ零ナリ而メ(二)ノ方程式次ノ形トナル

$$天 = 未\cdot角餘弦 \quad 地 = 未\cdot亢餘弦 \quad 人 = 0 \quad \cdots\cdots\cdots\

偶力ノ意向(Tendency)ハ偶力ノ平面即チ二力ノ作用線ヲ含メル平面ニ在テ此力ヲ施シタル物體ヲ回轉スルニ在リ。(物ノ回轉ノ平面ハ其回轉ニ由テ位置變換セサル諸平面ト平行スルノ平面ナリ)。物ノ回轉ハ時表ノ指針ノ回轉ト同向ト見ユルトキハ之ヲ右轉ト云ヒ之ニ反スルトキハ左轉ト云フ而シテ偶力ハ其趨サントスル回轉ノ向ニ隨ヒ或ハ右轉トシ或ハ左轉トシテ之ヲ區別ス。第六十三圖ニ表セル偶力ハ看者ニ右轉ト見ユ

第六十三圖



偶力ノ動數(Moment)ハ其力ノ大小ト其肘(己丑)ノ長短トノ相乘ニメ己ト丑ナル邊ノ矩形ノ面積ニテ表スヘシ。其力ハ若干斤(ポンド)ニテ肘ハ若干尺(フート)ナレハ此二數ノ相乘チ尺斤(フトポンド)ニ於ル動數ト云他ノ度量ニ於テモ亦同シ。亦紙上ニ畫ケル單線ニテモ偶力ノ動數ヲ表スヘシ其法其軸(即チ偶力ノ平面ニ垂直ナル一線)ノ上ニ其動數ニ比例セル長(第六十三圖ノ辰寅)チ置クニ在リ其方向ハ辰ヨリ寅ノ方ニ眺ムレハ恰モ右轉ト見ユル樣ニ爲スヘシ

次ノ原理ハ偶力理論(Theory)ノ本原ナリ又力ノ平行方形ノ原理ニ代ヘ之レヲ以テ重學全體ノ本原トモナスヘシ此兩原理ノ孰レニ就テモ緊要ノ關係(Concequence)アリ

壹　同方向ニテ同平面又ハ平行平面ニ働ク二箇ノ偶力ノ動數相等シケレハ其偶力ハ同齊ナリ即チ其物チ回轉スルノ意向相同キナリ

次ノ定說ハ今申述セル原理ノ關係ノ首要ナル者ナリ

貳　同平面又ハ平行平面ニ働ク數ダノ偶力ノ合成ハ動數相結合(ムス)セル偶力ノ動數ノ代數科ノ和ナル一偶力ト同齊ナリ

參　同平面又ハ平行平面ニ於ル同動數ノ相反セル二偶力ハ互ニ平衡ス、右轉偶力ノ諸動數ヲ併セテ左轉偶力ノ動數ニ等シキトキ尙再言スレハ合成動數ノ空ナルトキハ同平面又ハ平行平面ニ於ル數ダノ偶力相平衡ス其狀チ代數式ニテ表スレハ

$$\text{己}\cdot\text{丑}\sin\theta_1 = \text{辰}\cdot\text{寅}\sin\theta_2 \quad \cdots\cdots\cdots\

肆　平行方形ノ二邊ニテ互ニ相傾ケル平面中ノ一物ノ上ニ働ク二偶力ノ軸及ヒ動數ヲ表スレハ其平行方形ノ對角線ハ此二力ト同齊ナル合成偶力ノ軸及ヒ動數ヲ表スヘシ

伍　一物ノ上ニ働ク數ケノ偶力ヲ兩端相聯ナレル一連ノ線ニテ表シ以テ一多邊形ノ諸邊ヲ造シ其多邊形ヲ圍閉スレハ其諸偶力相平衡ス

此諸定說ハ單力ニ關セル相當定說ト合符スルヲ以テ偶力モ單力ノ如ク二軸若ハ三軸ヲ環リテ働ク分力ニ分離スヘシ

○第九十七章　平行力ノ合成及ヒ平衡（機應三八ヨリ四七マテ）　平行力ノ平行系ハ或ハ一雙ノ正對セル同力或ハ同度ノ偶力或ハ此一雙ノ正對力及ヒ偶力ノ合併ヲ以テ成ル

平行力諸系ノ大小ノ關涉ニ屬スル次條ノ定說ハ此ニ由ル

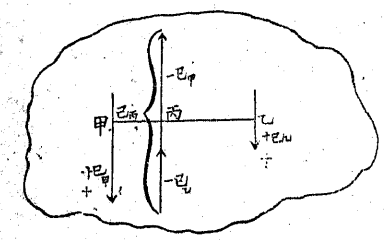
壹　平行力ノ平衡系ニ於テ反對ノ方向ニテ働ク諸力ノ和相等シ再言スレハ固有ノ符號ヲ取レル諸力ノ大小ノ代數科ノ和ハ空ナルナリ

貳　合併平行力ノ合成ノ大小ハ此諸力ノ大小ノ代數科ノ和ナリ

平衡セル平行力ノ作用線ノ位置間ノ關涉ノ示スヘキアリ而メ此ヲ考究スルニ當ツテ正對同力ノ雙ヲ爲ス者ハ盡ク之ヲ度外ニ置ク其故ハ是皆其位置ノ如何ニ論ナク各自ニ平衡スレハナリ故ニ各例ニ於ル問題ヲ解クニ偶力ノ推理法ヲ用ウヘシ

次ニ擧ル者ハ其最簡ノ例ナリ

第六十四圖



參　槓桿ノ原理　一物ニ施シタル三平行力相平衡スレハ其力皆一平面ニ在ラサル可ラス兩端力ハ同向ニ働カサル可ラス中央力ハ反對ノ向ニ働カサル可ラス各力ノ大小ハ他ノ二力ノ作用線間ノ距離ニ比例セサル可ラス。一物（第六十七圖）アリ同平面ニテ働キ且同動數ナル二箇ノ反對偶力ニテ平衡ノ狀ニ在リトセン

$\overline{己_{甲}丑_{甲}} = \overline{己_{乙}丑_{乙}}$

此偶力ヲ以テ同向ニ働ク一$\overline{己_{甲}}$一$\overline{己_{乙}}$ナル二力ノ作用線ノ合一トナルヘキ狀ヲ以テ一物ニ施サシメン。然ラハ此二力ハ十$\overline{己_{甲}}$十$\overline{己_{乙}}$ナル端力ノ和ニ等シク且反對ノ此ト同平面ニ在ル$\overline{己_{丙}}$=一($\overline{己_{甲}}$十$\overline{己_{乙}}$)ナル中央單力ト同齊ナリ而メ甲丙乙ナル直線ヲ此力ノ作用線ニ垂直ニ畫ケハ

甲丙 = $\overline{丑_{甲}}$ 丙乙 = $\overline{丑_{乙}}$ 甲乙 = $\overline{丑_{甲}}$十$\overline{丑_{乙}}$

而メ此ニ由テ

$\overline{己_{甲}}$:$\overline{己_{乙}}$:$\overline{己_{丙}}$ :: 丙乙 : 甲丙 : 甲乙 . . . . . (一)

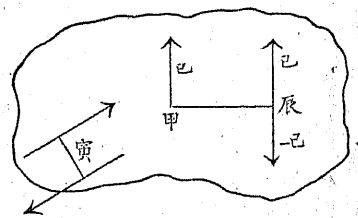
此定說ハ甲丙乙ナル直線ガ三力ノ作用線ヲ斜斷スルモ亦仍ホ存ス

肆 $\overline{己_{甲乙丙}}$ナル三力ノ中二箇ノ合成ハ第三ニ等シク且反對ス

反對セル二平行力ヲシテ單合成ヲ得セシメント欲セハ二力不同ナランコトヲ要ス是レ此合成ハ二力ノ較ナレハナリ。若シ相等シケレハ單合成力アラサル一偶力ヲ成ス

伍 平行平面ニ於ル偶力及ヒ單力ノ合成 瞬ヲ以テ一物(第六十五圖)ニ用ヰタル偶力ノ動數トシ又辰點ニ於テ偶力ノ平面ト平行セル平面ニテ己ナル力ヲ用ヰンノ。今辰ニ於ル己ニ等シク且正對セル一$\overline{己}$ナル力ト甲點ヲ過テ働ク己ナル力トヲ以テ成レル同齊ノ偶力ヲ以テ始ノ偶力ニ代フ是レ同齊ナル所以ハ己ニ垂直ナル甲辰肘ハ=$\overline{\overline{己}}$ニメ瞬ナル偶力ノ平面ト平行スレハナリ。然レハ辰ニ於ル二力ハ互ニ平衡スル而メ甲ヲ過テ働ク己ハ辰ニ用ヒタル己ト瞬ナル偶力トノ合成ナリ尙細說スレハ己力ト平行セル平面ノ瞬ナル偶力ト己ナル單力ト合併スルヒ其効力ハ自家ト平行セル力ノ作用線ヲ知甲=$\overline{\overline{己}}$ナル距離ニ由テ變スルニ在リ即チ瞬右轉ナラハ左ニ左轉ナラハ右ニ變スルナリ

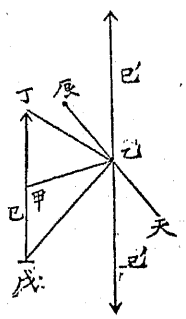
第六十五圖



陸 一軸ニ關係セル一力ノ動數 第六十六圖ニ於テ己ナル直線ヲ以テ一

力ヲ表ス。辰天ハ其方向此力ノ作用線ニ垂直ニメノ之ニ交ハラザル直線甲乙ハ此二線ノ共垂線ヲ表ス。乙ニ於テ己ト平行ナル作用線ニ用ウヘキ同等正對セル一雙ノ力即チ己'|| 己及ヒ|| 己ヲ想像セヨ。斯一雙ノ平衡力ノ施用ヲ假想スルニ其物ノ動靜ヲ變セス。

第六十六圖



然レハ甲ヲ過クル線ニ用ヰタル己ナル本ノ單力ハ乙ヲ過ル一線ニ用ヰタル己'力ト同齊ナリ此乙ハ辰天中最モ甲ニ近クメ己'|| 己ニテ成リ且動數ハ己·甲乙ナル偶力ト合併ノ點ナリ。此動數ヲ名ケテ辰天軸ニ關係セル己力ノ動數ト云ヒ又或ハ其作用線ト平行ノ辰天ヲ過クル平面ニ關係セル己力ノ動數トモ云フ

乙點ヨリ己ナル力線ノ兩端マテ乙丁乙戊ノ二直線ヲ畫ケハ乙丁戊ナル三角ノ面積ハ=½己·甲乙ニメ辰天ニ關係セル己ノ動數ノ一半ヲ表ス

蓋シ同平面中ノ平行力ノ或ル一系ノ平衡其作用線ノ同平面ニ在ル平行力ノ或ル一系ヲ平衡セシムルニハ次ノ狀ヲ遂クルヲ以テ緊要トシ且足レリトス

第一 (既ニ謂ル如ク)諸力ノ代數科ノ和ハ空ナル可シ

第二 諸力ノ働ク平面ニ垂直ナル一軸ニ關係スレハ其諸力ノ動數ノ代數科ノ和ハ空ナルヘシ

此二狀ヲ次ノ如ク記號ニテ表ス 己ヲ其働ク方向ニ隨ヒ或ハ正トシ或ハ負トシ以テ衆力中ノ一トス地ヲ隨意ニ定メタル辰天軸ヨリ此力ノ作用線マテノ垂直距離トス地モ亦其方向ニ隨ヒ或ハ正トシ或ハ負トス然ルトキハ

若·己=○ 若·甚己=○ ……(一)

動數ヲ總計スルニ右轉偶力ヲ正トシ左轉偶力ヲ負トスルヲ常トス

扒 禾ヲ一平面中數タノ平行力ノ合成トシ地ヲ諸力ノ位置ガ關係セル辰天軸ヨリ此合成力マテノ作用線ノ距離トス然ルトキハ

禾=若·己

$$地_{未}=\frac{和\cdot 地己}{和\cdot 己}$$

場合ニヨリ和・己ノ＝〇ナル處ニテハ諸力ニ單合成アル㆒能ハス而メ諸力互ニ全ク平衡スルニ非サレハ其合成ハ和・地己ナル動數ノ一偶力ナリ」

玖　平行力ノ或ル一系ノ平衡　同平面ニ在ルト否トニ論ナク平行力ノ一系ナ互ニ平衡セシムルニハ次ノ三狀ナ遂クルナ以テ緊要トシ且足レリトス」

第一　既ニ謂ヘル如ク衆力ノ代數科ノ和ハ空ナル可シ

第二及ヒ第三　互ニ直角ナル一雙ノ軸及ヒ衆力ノ作用線ニ關係スレハ其諸力ノ動數ノ代數科ノ和ハ各空ナルヘシ

二狀ナ次ノ如ク記號ニテ表ス　辰㠯辰咄ナ一雙ノ軸トシ己ナ或ル一力ノ大サトシ地ナ其辰㠯ヨリノ垂直距離トシ天ナ其辰咄ヨリノ垂直距離トス然ルキハ

$$和\cdot 己=0\quad 和\cdot 地己=0\quad 和\cdot 天己=0\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(三)$$

拾　未ナ平行諸力ノ或ル一系ノ合成トシ天未ナ其作用線ノ矩形二軸ヨリノ距離トス然ルキハ

$$未=和\cdot 己,\ 天_{未}=\frac{和\cdot 天己}{和\cdot 己},\ 地_{未}=\frac{和\cdot 地己}{和\cdot 己}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(四)$$

場合ニヨリ和・己ノ＝〇ナル處ニテハ諸力ニ單合成アル㆒能ハス而メ諸力互ニ全ク平衡スルニ非サレハ其合成ハ一偶力ナリ其軸方向及ヒ動數ハ次ノ如ク之ナ求ムヘシ

$$順_{天}=和\cdot 地己\quad 順_{地}=-和\cdot 天己$$

ナ各自ニ辰㠯及ヒ辰地ノ二軸ナ環レル一部ノ合成偶力ノ動數トシ辰ヨリ此二軸ナ追フテ各自ニ順$_{天}$順$_{地}$ナ表スル二線ナ畫ク尙細説スレハ長短ハ其動數ニ比例シ且其偶力ナ右轉ト見エシメンカ爲ニ各自ニ之ナ然ク着目スヘキノ方向ナ指サシムルナリ。矩形ナ完成ス其邊ハ此二線ナリ然レハ其對角線ハ最後ノ合成ノ軸、方向及ヒ動數ナ表ス。順$_{未}$ナ此偶力ノ動數トスレハ

$$\text{戊}_{\text{水}} = \nu(\text{戊}_{\text{天}}{}^{2} + \text{戊}_{\text{地}}{}^{2}) \quad \cdots\cdots\cdots\

ハ其平面ヨリ彼レノ合成力ノ距離及ヒ平行力ノ中心ノ距離ハ

$$地_{未}=\frac{和\cdot地己}{和\cdot己}\quad\cdots\cdots\cdots

厭＝和(天地－地呎)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(三)

而ノ厭ノ正負ナルニ隨ヒ右轉左轉ナリ

未ナル合成力ノ辰點ヨリノ垂直距離ハ

丑＝厭/未・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(四)

天(未)及ヒ地(未)ヲ其合成ノ作用線中或ル點ノ縱橫線トセン然ルヒ其線ノ方程式ハ

天(未)和・地－地(未)和・呎＝厭・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(五)

厭＝〇ナレハ合成力ハ辰ナル原點ヲ過テ働クナリ厭ニ數アリテ未＝〇(此場合ニ於テ和・呎＝〇　和・地＝〇ナリ)ナレハ其合成ハ偶力ナリ。諸力ノ此系ノ平衡ノ狀ハ

和・呎＝〇　和・地＝〇　厭＝〇

○第一百章　諸力ノ或ル一系ノ合成及ヒ平衡(機、應、六〇)　諸點ノ或ル一系ヲ過テ働ク諸力ノ或ル一系ノ合成及ヒ平衡ノ狀ヲ求ムルハ其諸力諸點ヲ縱橫線ノ矩形三軸ニ照スヘシ

前ノ如ク六十七圖ノ辰ヲ縱橫線ノ原點、辰呎、辰地、辰叭ヲ矩形三軸トシ且之ヲ次ノ如ク排次セシメ以テ

呎
地　ヨリ辰ノ方ニ眺ムレハ　叭
叭　　呎　ヨリ　地　ノ方ヘノ回轉ナシテ右轉ト見エシムヘシ

呎地叭ヲ或ル一力ノ矩形分力トシ天地人ヲ其作用線ニ於ル一點ノ縱橫線トス

同軸ヲ追フテ働ク諸力ノ代數科ノ和及ヒ同軸ヲ遶リテ働ク諸偶力ノ代數科ノ和ヲ取リ次ノ六數ヲ求ムレハ是レ設ケタル力系ノ合成ヲ成ス者ナリ

諸力　和・呎　和・地　和・叭・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(一)

「辰呎ヲ環ル者　厭－＝和(地叭－人地)」

偶力 { 辰㠯ヲ環ル者　瞰二＝和(八呎 − 天吶) } ・・・

ノミ

第肆項　瞬ノ未軸ノ作用線ト平行スルヰ卽チ次ノ就レカナルヰハ

$$\text{盧}=\text{角}\quad \text{危}=\text{亢}\quad \text{室}=\text{壁}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(十一)$$

$$\text{盧}=-\text{角}\quad \text{危}=-\text{亢}\quad \text{室}=-\text{壁}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(十二)$$

爰ニ單合成力アラス而メ此力系ハ未ナル力及ヒ瞬ナル偶力ト同齊ナリ是レ尙此ヨリ簡易ニスルヿ能ハサレハナリ

第伍項　瞬ノ軸未ノ方向ニ斜傾メ次ノ方程式ニテ得タル角ヲ爲スヰハ

$$\text{斗餘弦}=\text{盧餘弦}\ \text{角餘弦}+\text{危餘弦}\ \text{亢餘弦}+\text{室餘弦}\ \text{壁餘弦}\cdots\cdots(十三)$$

瞬ナル偶力ハ二箇ノ矩形分力ニ分離スヘシ卽チ

未ニ垂直ナル軸ヲ環リ且未ノ方向ト瞬ノ軸ノ方向トヲ含メル平面ニ在ル瞬・斗正弦

未ト平行セル軸ヲ邊ソル瞬斗餘弦　}(十四)

未ナル力及ヒ瞬・斗正弦ナル偶力ト第貳項ノ如ク作用線ハ未ト瞬ノ軸ヲ含メル平面ニ垂直ナル平面ニ在テ辰ヨリノ垂直距離次式ノ如クナル未ト等シク且平行セル一單力ト同齊ナリ

$$\text{丑}=\frac{\text{瞬}\cdot\text{斗正弦}}{\text{未}}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(十五)$$

瞬・斗餘弦ナル偶力ノ其軸未ノ作用線ト平行スル者ハ尙此ヨリ合併スルヿ能ハス

此ニ由テ終ニ諸力ノ各系ノ自家平衡セサル者ハ或ハ(甲)第壹貳項ノ如ク一單力ト同シク或ハ(乙)第參項ノ如ク一偶力ニ同シク或ハ(丙)第肆伍項ノ如ク一力ト其作用線ト平行セル軸ノ偶力ト合併シタル者ニ同シキヲ見ル。此ハ唯偏向力ト共ニ發現スルノミ其故ハ數多ノ平行力ノ合成ハ或ハ一單力或ハ一偶力ナルヲ以テナリ

○第百一章　重學ニ於ル平行象即チ變容(Parallel projection or transformation in statics)(機應六一ヨリ六六マテ)　二形圖アリ甲ノ各點ニ照メ乙ニモ之ニ相

應ノ點アリ及ヒ甲ノ同等平行線ノ各對ニ應メ乙ニモ之ニ相應ノ同等平行線ノ一雙アルト云カ如ク相關係スレハ此二形ヲ雙方ノ平行象ト云フヘシ」斯ノ二對間ノ關係ハ代數式ニテ次ノ如ク表出ス。或ル形圖ヲ矩形斜形ニ論ナク縱橫線ノ軸ニ照メ天、地、人ヲ甲ナル一點ノ縱橫線トシ又第二至ノ縱橫線ノ軸ヨリ第二形ヲ造リ矩形若ハ斜形ニ就テハ第一座ト異同アルモ妨ケナシ天′、地′、人′ヲ第一形ノ甲點ト相應セル第二形ノ甲′點ノ縱橫線トス而メ此縱橫線ヲシテ二形ノ甲甲′ナル一雙ノ相當點ニ於テ三對ノ相應縱橫線互ニ次式ノ如キ三定率ヲ有スル程ニ甲ノ縱橫線ト相關涉セシム

$$\frac{天'}{天}=甲\qquad\frac{地'}{地}=乙\qquad\frac{人'}{人}=丙$$

然レハ此二形ハ雙方ノ平行象ナリ

例ヘハ一切ノ諸圓及ヒ橢圓ハ各自ノ平行象ナリ又一切ノ球體(Spheres)球狀體(Spheroids)橢圓體(Ellipsoids)モ一切ノ三角モ三角錐(Pyramids)モ圓壕(Cylinders)モ圓錐(Cones)モ皆盡ク然リ

次ノ諸項ハ重學ニ最モ重要ナル平行象ノ幾何性(Geometrical properties)ナリ

壹　一直線中ニ在テ設ケタル比例ニ由テ分チタル一系ナル三點ノ平行象ハ亦一直線中ニ在テ同比例ニ由テ分チタル一系ノ三點ナリ

貳　長短互ニ設ケタル比例ヲ存スル一系ノ平行線ノ平行象ハ亦長短互ニ同上ノ比例ヲ存スル一系ノ平行線ナリ

參　閉圍多邊形ノ平行象ハ閉圍多邊形ナリ

肆　平行方形ノ平行象ハ平行方形ナリ

伍　平行方體ノ平行象ハ平行方體ナリ

陸　設ケタル比例ノ面積ナル一雙ノ平行平面ノ平行象ハ亦面積ノ同比例ナル一雙ノ平行平面ナリ

漆　設ケタル比例ノ如キ一雙ノ立體ノ平行象ハ同率ナル一雙ノ立體ナリ」

次ニ擧クル者ハ此款ニ示明セル原理ト連合スレハ平行象ノ器械性(Mecani-

cal properties)ナリ

扒　二系ノ諸點互ニ平行象ヲナシ且此各系ニ互ニ同系ノ比例ヲ存スル一系ノ平行力ヲ用ウルトキハ此二系ニ施セル平行力ノ中心ハ二系中ノ相應點ノ他對ト同樣ニ相關係セル平行象ナリ

玖　或ル一系ノ諸點ヲ過キテ働キ相平衡セル一系ノ諸力ヲ一系ノ諸線ニテ表スレハ其系ノ諸線ノ平行象ハ相平衡セル一系ノ諸力ヲ表スヘシ又或ル二系ノ諸力ヲ雙方ノ平行象ナル諸線ニテ表スレハ其合成ヲ表スル諸線又ハ幾坐ノ諸線ハ雙方ノ相應平行象ナリ○諸偶力ハ諸雙ノ反對力ノ如ク幾雙ノ諸線若ハ面積ニテ之ヲ表スヘクメ其軸ニ順ヘル諸單線ニテ表ス可ラサルコトヲ思フヘシ

○第三款　複力ヲ論ス

○第百二章　複力總論(Distributed force in general)(機應六七六八)　第九十章ニ於テ既ニ各力實地ノ作用ハ實體若ハ表面ニ普ク分布セルコトヲ說ケリ。然

レトモ常ニ此複力ヲ施シタル物或ハ物ノ一分ノ平衡ニ感動スル所ヲ以テ之ニ等シキ合成單力或ハ合成偶力或ハ單力偶力ノ合併ヲ求ムルコト能ハサルニ非ス

機械學ヲ構造術ニ應用スルニ於テ一物ノ體容ニ普ネク分布セル無二ノ力ハ其重量即チ地球ノ引力ナリ而メ斯ク思考セル諸物皆盡ク地球ニ比スレハ甚小ナルカ故ニ此引力ハ各物ノ各點ニ於テ平行ノ方ニテ働クト見ルモ算スヘキ謬差ナカルヘシ。尙又此表面ニ分布セル力ハ或ハ表面ノ各點ニ於テ平行スル者或ハ之ヲ幾群ノ平行力ト分解スヘキ者ナリ此ニ由テ殊ニ之ヲ平行複力ト思考スヘシ而メ此力ハ就レモ重學ノ法ニテ或ハ合成單力ニ等シク或ハ合成偶力ニ等シ

複力ノ烈度(Intensity)トハ其力ノ大小ヲ重量ノ原位數ニテ表スル者ト之レノ分布セル廣狹ヲ其場合ニ隨ヒ或ハ體積ノ原位數或ハ面積ノ原位數ニテ表スル者ト相有スル比準ナリ。烈度ノ原位數トハ體若ハ面ノ原位數上ニ分布

セル力ノ原位數ナリ故ニ烈度ノ原位ニ二種アリ假令ハ每立尺一斤ハ其體中ニ分布セル力ノ烈度ノ原位數ニメ秤量(メカア)ノ如キ是ナリ而メ每方尺一斤ハ面上ニ分布セル力ノ烈度ノ原位數ニメ壓力摩擦力ノ如キ是ナリ

○第百三章　重量(°)　比量(°)(機、應、六九)　物ノ重量ノ烈度ヲ表スルニ或ハ體積ノ原位數中ニ含メル重量ノ原位數ヲ以テシ(譬ヘハ立方尺若ハ立方寸ノ若干常量斤ノ如シ)或ハ其物ノ一體積ノ重量ト本位溫度(不列倒)ニテハ華氏六十二度佛蘭西ニテハ水ノ尤モ密ナルキノ溫度卽チ華氏三十九度一分攝氏三度九四五ナリ)ニテ本位壓力(一寸平方ニ十七斤四ナル大氣ノ中等壓力)ノキ右ト同體積ノ本位實體(清水)ノ重量ト相有スルノ比準ヲ以テス。此比準ヲ名ケテ物ノ「比量」ト云。英國ニテハ此一尺立方ノ秤量ヲ稱スル簡易ノ詞アラス或ハ「ヒイヴィネス」(以後倘頂トモ)ト譯ス言フ可カランカ然レ𪜈是レ方今學科ノ目的ニ專用スル語ニ非ス佛式ノ度量ニ隨ヘハ此區別ヲ要スルコアラス其故ハ一「リトル」(一「デシメエトル」立方)ノ水ハ其密性極度ノキノ秤量一「キログラム」ニテ清水ノ此秤量ハ原位數ナルヲ以テ或ル實體ノ一「デシメエトル」立方ノ「キログラム」ノ數ハ卽チ其物ノ比量ナレハナリ

華氏三十九度一ニ於テ清水一尺立方ノ秤量ハ六十二常量斤四二五ナリ

華氏三十九度一ヨリ升リテ六十二度ニ至レハ清水一ト一・〇〇〇一一八ノ比準ニテ膨脹スル故ニ其密性一ト・九九八八三ノ比準ニテ減ス(千八百五十六年ノ理學事業書第一篇中博士ミルレル氏ノ「本位斤ノ說」ナル文ヲ見ヨ)此ニ由テ華氏六十二度ノキ一尺立方ノ秤量ハ

62・425 × ・99883 ＝ 62・355 常量斤ナリ

而メ或ル他ノ實體ニ付テハ

每一尺立方ノ常量斤ニ於ケル輕重＝比量 × 62・355・・・・・・・・・・(一)

此書末ノ表中ニ構造ニ尤モ通用ナル材料ノ比量及ヒ輕重ヲ揭ク。此表及ヒ同表ノ固形材料ニ關セル者ハ皆近眞數ノ者ノミ是レ同固形體ノ比量唯其樣式(ミホン)(Specimen)ノ異ナルニ因テ變スル耳ナラス同樣式ト雖モ其部分ノ異ナルニ因テ變スルヿ屢ゞ之レアリ且尙ホ其近眞數ハ構造術ノ實地ノ目的ニ於テ之ヲ

以テ眞トスルニ足レハナリ

○第百四章(機應、七〇ヨリ八五マテ)　一物ノ重心或ハ一系ノ多物ノ重心ハ必一物若ハ一系物ノ重力ノ合成ノ過クル點ニメ別語ニテ言ヘハ一物若ハ一系物ノ重量ニ於ル平行力ノ中心ナリ(第九十八章ヲ見ヨ)

物ノ支持卽チ其重量ノ平衡ヲ爲サシムルニハ其支持力ノ合成ガ其物ノ重心ヲ過キテ働カサル可カラス

幾何形(Geometrical figure)ノ重心ニ付テ話スルトキハ其形象內ニ輕重同等ノ實體ヲ充塡スレハ則チ此時ニ重心ノ在ル所ノ點ナル意味ナルコトヲ了知スヘシ。

次ニ擧クル者ハ重心ヲ求ムル法ノ最モ必要ノ者ナリ

壹　物アリ同質(Homogenious)卽チ其比量普ク同等ニメ形體ノ中心ヲ有スル程ニ卽チ此物ノ此點ニ就テ通斷スレハ其就レノ全徑モ二分スル程ニ質分平等(Symmetrical)ナレハ其點ハ亦其物ノ重心ナリ

此分解ニ應スル諸物中ニ球體橢圓體圓壔橢圓壔基底ニ形體ノ中心アル錐狀體或ハ直或ハ斜ナル平行方體アリ

貳　各個ノ重心既知ナル一夥ノ諸物ノ公重心ハ其各個ノ重心ヲ過テ働ク各物ノ重量ノ平行力ノ中心ナリ(第九十八章ヲ見ヨ)

參　同質ノ物アリ其形體ノ或ル一平面ノ兩邊ニ於テ質分平等ナレハ重心ハ其平面ノ中ニ在リ。斯ノ如キ質分平等ノ平面二箇或ハ二箇以上一線ニ於テ交ハリ質分平等ノ軸ヲ爲セハ重心ハ其軸中ニ在リ。三箇或ハ三箇以上ノ質分平等ノ平面互ニ一點ニ會スレハ其點ハ卽チ重心ナリ

肆　或形狀ナル同質物ノ重心ヲ求ムルハ便宜ノ位置ニ於テ第六十七圖ノ如ク三箇ノ平形縱橫平面ヲ假定スルニ在リ

此諸平面ノ一箇(例ヘハ地ム)ヨリ重心マテノ距離ヲ求ムルニハ其物ヲ此平面ト平行セル至薄ノ平層片ニ分ツコトヲ想像スヘシ。中ヲ以テ其一片ノ面積ヲ表シテ天ニテ其厚ヲ表シ以テ中テ天ヲノ其一層片ノ體容(Volume)トナラシムル故ニ

容ニ禾申イ天

是レ其物ノ全體ノ體容ハ諸片ノ體容ノ和ナルヲ以テナリ。天ヲ地ト叫ナル平面ヨリ申イ天ナル層片ノ中心マテノ垂直距離トセン然レハ此平面ヨリ重心マテノ天。ナル垂直距離ハ次ノ方程式ニ由テ知ラル

$$\text{禾天申イ天} = \text{容} \quad \cdots\cdots\cdots\

メ甲丙丁ヨリ甲乙戊ヲ取去テ生スヘキ形體トシ以テ其重量ヲ次ノ如クナラシム

$$\text{瞳}_{三}=\text{瞳}_{一}-\text{瞳}_{二}$$

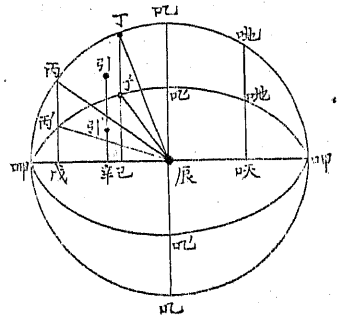
引$_{二}$引$_{三}$ヲ聯スレハ引$_{三}$ハ此直線ヲ引$_{一}$外ニ引長セル線ノ中ニ在ルヘシ同線ノ延線ニ於テ辰ナル一點ヲ取テ縱橫線ノ原點トス辰引$_{一}$ニ天$_{一}$辰引$_{三}$ニ天$_{三}$辰引$_{二}$ニ天$_{二}$(未知數)ニ天$_{三}$トセヨ然ルキハ

$$\text{天}_{三}=\frac{\text{天}_{一}\text{瞳}_{一}-\text{天}_{二}\text{瞳}_{二}}{\text{瞳}_{一}-\text{瞳}_{二}} \quad \cdots\cdots\cdots\

ニ求メシメ

例ヘハ圖線ナル扇形ノ重心ヲ求メムルノ公式(是ハ後ノ第七十五圖ノ處)ヲ知テ橢圓線ナル扇形ノ重心ヲ求メムルヲ要ストセン。第七十圖ノ甲叺′甲叺′橢圓形トス其軸ナル甲癸甲ニ°甲叺′辰叺′ニ°乙ナリ重心ヲ望ムノ扇形ハ丙′辰′丁′ナリ。橢圓形ノ辰ナル中心ニ就テ甲叺甲叺ナル圓ヲ畫ク其半徑ハ甲ナル半大軸ナリ。各自ニ丙′及ヒ丁′ヲ貫キ戊′丙′丙′己′丁′丁′ヲ辰叺ト平行ニ畫キ各自ニ丙′丁′ニ於テ圓ヲ切レハ丙辰丁′ナル圓線扇形ハ丙′辰′丁′ナル橢圓扇形ノ平行象ナリ引ヲ圓線扇形ノ重心トセン其縱橫線ハ

第七十圖



辰辛ニ天。ニ天′。
辛引′ニ地′。ニ $\frac{乙地。}{甲}$ ｝……(七)

辰辛ニ天。辛引ニ地。ナリ

然レハ橢圓扇形ノ引′ナル重心ノ縱橫線ハ

拾　實驗ニ由リ求メタル重心　大小適宜ナル者ノ重心ハ逐次ニ二箇ノ位置ニ於テ一條ノ絲ヲ付ケテ懸下シ此兩位置ニ於テ絲ノ軸線相交ハルノ一點ヲ求メ以テ斯ク實驗ノ近眞ノ者ヲ求ムヘシ

○第百五章　重量及ヒ重心ノ諸例(機應八三)　次ノ諸例ハ同質物ニメ其形體尋常實地ニ發現スル者ノ重量及ヒ重心ノ位置ヲ求ムル公式ヨリ成ル。就レニ於テモ重ハ其輕重暗ハ其重量天。等ハ圖中ニ引ト記セル重心ノ縱橫線辰ト記セルハ縱橫線ノ原點ナリ

甲　基底ノ平行セル菱形壕(Prisms)及圓壕(Cylinders)

爰ニ所謂ル圓壕ハ尤モ廣キ義ニテ取ルヘキ者ニメ自家平行セル平圓形象ノ動キテ印跡セル一切ノ固形體ヲ含有ス

爰ニ擧タル諸例ハ厚薄平等ナル平板ニ用ウル重量ノ公式ニ於テ長短ト厚薄ハ一箇トス

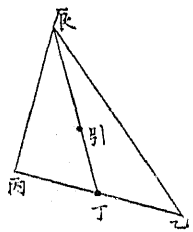
重心ハ孰レニ在テモ長短(若ハ厚薄)ノ中央ニ在リ公式ハ平形ニ於テ重心ノ位置ヲ與ヘ此平形ハ菱形壕若ハ圓壕及ヒ毎例ノ始ニ分類セル者ノ横斷面ヲ表ス

壹 三角(第七十一圖) 辰ハ或ル角ナリ乙丙ナル對邊ヲ丁ニテ二分シ甲乙(恐ハ辰丁ノ誤)ヲ聯ス

$$\text{天。}=\text{辰引}=\frac{2}{3}\text{辰丁}$$

$$\text{重}=\frac{\text{重}\cdot\overline{\text{辰丁}}\cdot\overline{\text{乙丙}}\cdot\overline{\text{辰丁}}\text{丙正弦}}{2}$$

第七十一圖



貳 多邊形 之ヲ三角ニ分ヲ各箇ノ重心ヲ求メ而ヲ第百四章第貳項ノ如ク其公重心ヲ求ム

參 梯狀(第七十二圖)甲乙ニ丙戊

最大廣ナル甲乙ニ曠

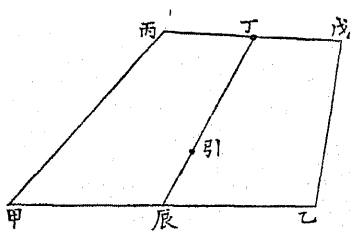
最小廣ナル丙戊ニ廣

甲乙ヲ辰ニテ丙戊ヲ丁ニテ二分シ辰丁ヲ聯ス

$$\text{天。}=\overline{\text{辰引}}=\frac{\overline{\text{辰丁}}}{2}\left(1-\frac{1}{3}\cdot\frac{\text{曠}-\text{廣}}{\text{曠}+\text{廣}}\right)$$

$$\text{曠}=\text{重}\cdot\overline{\text{辰丁}}\cdot\frac{\text{曠}+\text{廣}}{2}\cdot\text{丁辰乙正弦}$$

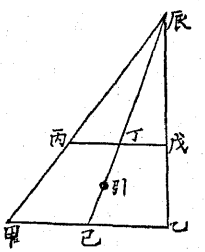
第七十二圖



肆 梯狀(第七十三圖) 辰ハ斜傾邊ノ相會スル點ナリ 辰己ニ天。辰丁ニ天。辰引ニ天。ナス

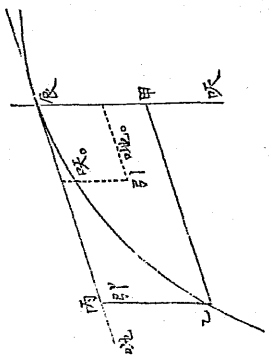
$$\text{天。}=\frac{2}{3}\cdot\frac{\text{天}_2^3-\text{天}_3^3}{\text{天}_2^2-\text{天}_3^2}$$

第七十三圖



$$\text{噸} = \text{重} \cdot \frac{\text{天}_{\text{二}}^2 - \text{天}_{\text{三}}^2}{2} \cdot \text{辰己乙正弦}$$

伍　拋物線半段形(Parabolic half segment)(第七十四圖甲辰乙)　辰ヽ辰呎ナル全徑ノ頂點ニシテ辰甲＝天一　甲乙＝地一　橫線ニ辰丙咄正切ナリ



圖四十七第

$$\text{天}_{\text{。}} = \frac{3}{5}\text{天}_{\text{一}} \quad \text{地}_{\text{。}} = \frac{3}{8}\text{地}_{\text{一}}$$

$$\text{噸} = \frac{2}{3}\text{重} \cdot \text{天}_{\text{一}}\text{地}_{\text{一}} \cdot \text{呎辰咄正弦}$$

陸　拋物線外張形(Parabolic spandril)(第七十四圖辰乙丙)　引ヽ其重心ナリ

$$\text{天}_{\text{。}} = \frac{3}{10}\text{天}_{\text{一}} \quad \text{地}_{\text{。}} = \frac{3}{4}\text{地}_{\text{一}} \quad \text{噸} = \frac{1}{3}\text{重} \cdot \text{天}_{\text{一}}\text{地}_{\text{一}} \cdot \text{呎辰咄正弦}$$

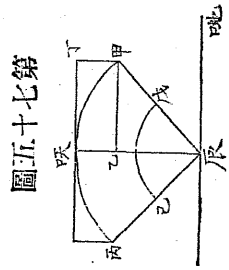
漆　圓線扇形(第七十五圖辰甲丙)　辰呎ヲ甲辰丙角ヲ二分ス辰咄上辰呎

ナリ

半徑辰甲＝矢

一箇ナル半徑ニ於ル半弧 $\frac{\text{甲丙}}{2\text{甲辰}}$ ＝斗トス

$$\text{天}_{\text{。}} = \frac{2}{3}\text{矢} \frac{\text{斗正弦}}{\text{斗}} \quad \text{地}_{\text{。}} = 0 \quad \text{噸} = \text{重矢}^2\text{斗}$$



圖五十七第

抓　圓弧半段形(第七十五圖甲乙呎)

$$\text{天}_{\text{。}} = \frac{2}{3}\text{矢} \cdot \frac{\text{斗正弦}^3}{\text{斗} - \text{斗正弦 斗餘弦}} \quad \text{地}_{\text{。}} = \text{矢} \cdot \frac{\frac{\text{斗}}{2}\text{4正弦}^2 - \text{斗正弦}^2\text{斗餘弦}}{3(\text{斗} - \text{斗餘弦 斗正弦})}$$

$$\text{噸} = \frac{1}{2}\text{重矢}^2(\text{斗} - \text{斗餘弦 斗正弦})$$

玖　圓弧外張形(第七十五圖甲丁呎)

$$\text{天}_{\text{。}} = \frac{1}{3}\text{矢} \cdot \frac{\text{斗正弦}^3}{\text{斗}^2\text{正弦} - \text{斗正弦斗餘弦} - \text{斗}} \quad \text{地}_{\text{。}} = \frac{1}{3}\text{矢} \cdot \frac{\text{斗}^3\text{正弦}^2 - \text{斗}^2\text{正弦}^2\text{斗餘弦} - \frac{\text{斗}}{2}\text{4正弦}^2}{\text{斗}^2\text{正弦} - \text{斗正弦斗餘弦} - \text{斗}}$$

噸＝重$\overline{\text{巫}}^2$·$\left(\text{斗正弦}-\text{斗}^{\frac{1}{2}}\text{正弦}\ \text{斗正弦}-\frac{\text{斗}}{2}\right)$

拾　車輞形(第七十五圖甲丙己戊)　辰甲＝$\overline{\text{巫}}$'辰戊＝$\overline{\text{巫}}$'

$$\text{天。}=\frac{2}{3}\cdot\frac{\overline{\text{巫}}'^3-\overline{\text{巫}}^3}{\overline{\text{巫}}'^2-\overline{\text{巫}}^2}\cdot\frac{\text{斗正弦}}{\text{斗}}\qquad\text{地。}=0\qquad\text{噸}=\text{重}(\overline{\text{巫}}'^2-\overline{\text{巫}}^2)\text{斗}$$

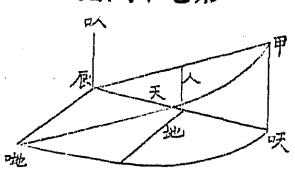
拾壹　楕圓扇形,楕圓半段形,楕圓外張形　第百四章ニ於ル如ク相當ノ圖形體ノ者ニ付キ圖象ニテ其重心ヲ求メントキナリ

乙　楔形(Wedges)

拾貳　楔形普通ノ公式(第七十六圖)　楔形ハ盡ク凌ニ表スル圖ノ如クニテ分チテ幾箇ノ部分トナスヘシ

辰甲咄,辰呎咄ハ辰咄ナル縁ニテ會スル二平面,甲呎咄ハ辰呎咄ニ垂直ナル圓壕(若クハ菱形壕)面,辰呎甲ハ辰咄縁ニ垂直ナル平三角面,辰八ハ呎辰咄ニ垂直ナル軸ナリ。辰呎

第七十六圖



＝天_呎甲＝八_トセン然ルハ

$$\text{八}=\frac{\text{八}_{\text{-}}\text{天}_{\text{-}}}{\text{天}_{\text{-}}}\qquad\text{噸}=\text{重}\cdot\frac{\text{八}_{\text{-}}}{\text{天}_{\text{-}}}\text{禾天地}\cdot\text{子天}$$

$$\text{天。}=\frac{\text{禾天}'\text{地}\cdot\text{子天}}{\text{禾天地}\cdot\text{子天}}\qquad\text{地。}=\frac{\text{禾天地}''\text{子天}}{^2\text{禾天地}\cdot\text{子天}}\qquad\text{八。}=\frac{\text{八}_{\text{-}}\text{天}_{\text{-}}}{^2\text{天}_{\text{-}}}$$

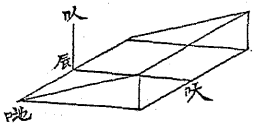
(此最後ノ方程式ハ辰咄ヲ横斷メル甲呎ヲ二分スルノ平面ニ引ケル二ノ在ルコトヲ表ス)

質分平等ノ楔形ニ於テ縁ノ中央ニテ辰ヲ取レハ地。＝〇ナリ。是レ次ノ諸例ニ於テ縁ノ長＝^{2}地_ナル者ニ在テハ孰レモ此例ナリ

拾參　矩形楔(＝菱形壕)(第七十七圖)

噸＝重天_地_八_　天。＝$\frac{2}{3}$天_

第七十七圖



拾肆　三角楔(＝三角錐)(第七十八圖)

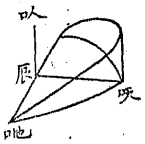
$$\text{瞳} = \frac{1}{3}\text{重}\cdot\text{天}_{\text{地}}\text{八}_{\text{天}}, \quad \text{天}_{\text{。}} = \frac{1}{2}\text{天}_{\text{。}}$$

拾伍　半圓楔(第七十九圖)

半徑辰吠＝辰哋＝巫

$$\text{瞳} = \frac{2}{3}\text{重}\cdot\text{巫}^{2}\text{八}_{\text{天}}, \quad \text{天}_{\text{。}} = \frac{3\text{周}}{16}\text{巫} = 0.58905\ \text{巫}$$

第七十九圖

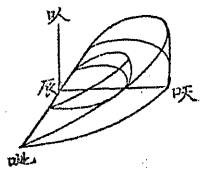


拾陸　初月形卽チ半圓凹楔(第八十圖)

外半徑ハ巫、內半巫ハ巫ナリ

$$\text{瞳} = \frac{2}{3}\text{重}\cdot(\text{巫}^{3} - \text{巫}'^{3})\text{巫}_{\text{八}}, \quad \text{天}_{\text{。}} = \frac{3\text{周}}{16}\cdot\frac{\text{巫}^{4} - \text{巫}'^{4}}{\text{巫}^{3} - \text{巫}'^{3}}$$

第八十圖



丙　圓錐及ヒ錐形

辰チ圓錐若ハ錐形ノ頂點トシ吠チ假定セル平板ノ重心トス其平板ノ中央ノ截斷面ハ錐形ノ底ト合符ス。故ニ重心ハ辰吠軸ノ中ニ在リ

面ニテ底ノ面積斗ニテ底ト軸ト相成スノ角チ表ス

拾漆　全錐形　其高ナル辰吠＝高

$$\text{天}_{\text{。}} = \frac{3}{4}\text{高}, \quad \text{瞳} = \frac{1}{3}\text{重}\cdot\text{面高}\cdot\text{半正弦}$$

拾捌　鈹錐形　截去セル部分ノ高サ＝高'

$$\text{天}_{\text{。}} = \frac{3}{4}\cdot\frac{\text{高}'^{4} - \text{高}'^{4}}{\text{高}^{3} - \text{高}'^{3}}, \quad \text{瞳} = \frac{1}{3}\text{重}\cdot\text{面高}\cdot\left(1 - \frac{\text{高}'^{3}}{\text{高}^{3}}\right)\text{半正弦}$$

丁　球ノ部分

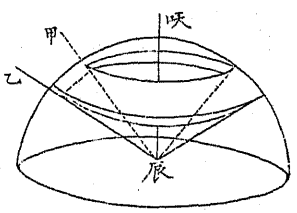
拾玖　球殼ノ帶卽チ環ハ辰ナル球心(第八十一圖)ニ於テ公共點チ有スル兩箇ノ圓錐ニテ限界セル者ナリ

辰吠ハ錐形及ヒ帶形ノ軸

巫ハ球殼ノ外半巫

巫ハ球殼ノ內半巫

第八十一圖



呎辰甲角＝角ㄖノ小圓錐ノ半角

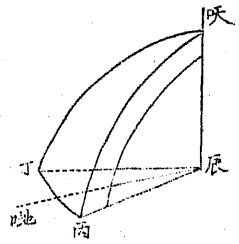
呎辰乙角＝亢ㄖノ大圓錐ノ半角ナリ

$$天。=\frac{3}{4}\cdot\frac{\text{亞}^4-\text{亞}'^4}{\text{亞}^3-\text{亞}'^3}\cdot\frac{\text{角餘弦}+\text{亢餘弦}}{2}$$

$$噸=\frac{2\text{周重}}{3}(\text{亞}^3-\text{亞}'^3)\cdot(\text{亢餘弦}-\text{角餘弦})$$

貳拾　半球殼ノ扇形(第八十二圖丙呎丁)　辰咄ㇾ丁辰丙角ヲ二分スルノ丁辰丙＝斗

第八十二圖



$$天。=\frac{3}{8}\cdot\frac{\text{亞}^4-\text{亞}'^4}{\text{亞}^3-\text{亞}'^3}\quad 地。=\frac{3\text{周}}{16}\cdot\frac{\text{亞}^4-\text{亞}'^4}{\text{亞}^3-\text{亞}'^3}\cdot\frac{\text{斗正弦}}{\text{斗}}$$

$$噸=\frac{2\text{斗重}}{3}(\text{亞}^3-\text{亞}'^3)$$

○第百六章　追力(Stress)　其烈度合成中心及ㄖ動數

(機應、八六ヨリ八九ヘテ)　追力ナル語ハ相觸レタル物及ヒ物ノ部分ノ間ニ興發シ且其働ク所ノ實積(Mass)ノ觸面上ニ分布セル各種ノ力ヲ含有スルノ通語トメ用ヰタリ

追力ノ烈度ハ其働ク所ノ面ノ廣狹ヲ以テ重量ヲ除シタル者ナリ

次ノ表ハ追力ノ烈度ヲ表スル諸種ノ原位數ノ比較ナリ

	方尺面上ノ斤數	方寸面上ノ斤數
方寸面上ノ一斤	一四四	一
方尺面上ノ一斤	一	一／一四四（百四十四分ノ一ナリ）
水銀ノ一寸(即チ華氏三十二度ニテ水銀柱ノ高サ一寸ノ秤量)	七〇・七三	〇・四九一
一尺ノ水(華氏三十九度一)	六二・四二五	〇・四三三五
一寸ノ水(華氏三十九度一)	五・二〇二一	〇・〇三六一二五
一尺ノ水(華氏六十二度)	六二・三五五	〇・四三三〇二

一寸ノ水(華氏六十二度)　五·一九六二五　〇·〇三六〇八五

一蒙氣、二九·九九二寸即チ七六〇

「ミリメエトル」ノ水銀ナル者　二一一六·四　一四·七

一尺ノ空氣、華氏三十二度ニメ一襲

氣ノ壓力ニ於テ　〇·〇八〇七二八　〇·〇〇〇五六〇六

方「メエトル」上ノ一「キログラム」　〇·二〇四八一　〇·〇〇一四二二八

方「ミリメエトル」上ノ一「キログラム」二〇四八一〇·　一四二二·二八

一「ミリメエトル」ノ水銀　二·七八四七　〇·〇一九三四

各種ノ迫力チ左ノ如ク分類ス

壹　排擠(Thrust)即チ押壓(Pressure)ハ相觸レタル二物或ハ一物ノ二部分各〻自家ヨリ他チ推スヒ其間ニ働ク力ナリ

貳　牽曳(Pull)即チ引張(Tension)ハ相觸レタル二物或ハ一物ノ二部分各〻自家ノ方ニ他チ引クヒ其間ニ働ク力ナリ

押壓及ヒ引張ハ共働ク所ノ面ニ或ハ眞直ニ或ハ斜傾ナリ

參　偏迫(Shear)即チ切線狀迫力(Tangential stress)ハ相觸レタル二物或ハ一物ノ二部分各〻觸面ト平行ノ方向ニテ側邊ニ他チ引クヒ其間ニ働ク力ナリ

排擠ト牽曳ノ方向平行セル者チ代數科ニテ表スルヒ一チ正トスレハ一チ負トセサル可ラス。就レニ正チ用ヒ就レニ負チ用ウヘキヤハ一ニ便宜ニ從フ

「押壓」ナル語ハ直言スレハ「排擠」ト同樣ナレヒ時トメハ普通ノ迫力ニ用ウ斯場合ニ於テハ宜シク排擠チ正トメ論スヘキヲチ了知スヘシ

次ニ擧ル者ハ平面上ニ分布セル迫力ノ合成ノ大小及ヒ迫力ノ中心即チ其合成ノ作用線ト平面ト相交ハルノ點チ求ムルノ法ナリ

壹　其迫力平等ノ烈度ナレハ其合成ノ大小ハ烈度ト面積ノ相乘ニメ烈度ノ中心ハ其面ノ重心ニ在リ。即チ記號ニテハ面‖チ面積トシ迫‖チ迫力ノ烈度トシ噸‖チ其合成トス然レハ

㘝＝迫面・・・

辰地ナル軸ヲ設ケタル直線ト見做シ是ト平行セル諸線ヲ以テ此面ヲ帶狀ニ分ツト思考シ地ヲ此帶一條ノ長サトシ天ヲ廣サトシ以テ地天ハ其面積面ニ來地天ハ全面積ナラシメ。天ヲ辰地ナル迫力ナキ線ヨリ或ル帶ノ中心迄ノ垂直距離トシ其點ノ迫力ノ烈度ヲ

迫ニ甲天……(五)

トス甲ハ常係數ナリ然レハ迫力ノ總計即チ合成ハ

啞ニ來迫地天ニ甲來天地天……(六)

而メ辰地ヨリ迫心ヲ天ノ垂直距離ハ

$$天。=\frac{\text{來迫天地天}}{\text{來迫地天}}=\frac{\text{甲來天地天}}{\text{啞}}\quad\cdots\cdots(七)$$

此場合ノ諸例ハ水及ヒ土ノ押壓論及ヒ疊石(Masonry)ノ安危論ニ於テ之ヲ設クヘシ

參 迫力ノ符號相反スルヲ譬ヘハ面ノ一部ニ於テハ押壓一部ニ於テハ引張ナルヲキハ押壓ト引張トノ合成力及ヒ迫心ヲ各別ニ求ムヘシ。而メ此兩部ノ合成力ハ各自ノ迫心ヲ過キテ働ク一雙ノ平行力トメ之ヲ論ス其最後ノ合成力ハ此二力ノ較(若ルヲ之レアレハ)ニ等シク第九十七章第四例ノ如クニメ求メタル點ヲ過テ働クナリ

押壓引張ノ全計相等シケレハ單合成力及ヒ單迫心アラス此合成力ハ一偶力ニメ其動數ハ兩迫力孰レカノ全計ニ押壓ノ合成力ト引張ノ合成力トノ垂直距離ヲ乘スル者ニ等シ。此場合ノ諸例ハ梁材ノ强弱論ニ於テ之ヲ設クヘシ

○第百七章 流體ノ壓力及ヒ平衡 靜水學ノ原理 流體トハ凝體ノ反語ニメ水狀體及ヒ氣狀體ヲ合ム。水狀體ト氣狀體ニ通スル性ハ定形ヲ保持セサル是ナリ物アリ其全部普ネク十全ニ此性ヲ存スレハ此物ヲ十全流體トナス

此性ノ關係(Consequence)ノ緊要ナル者ハ次ノ原理ナリ是レ靜水學全系ノ基礎ナリ

壹　十全流體ノ靜定ノ時一設點ニ用ヰタル押壓ハ其働ク所ノ面ニ直向シ且其面ノ何レノ部分ニ於テモ烈度皆相等シ

次ニ擧クル所ハ此原理ノ關係ノ尤モ必用ナル者ノ一二ナリ

貳　一團ノ靜定流體ニ於テ壓力同等ナル平面ハ何處モ重力ノ方向ニ垂直ナリ卽チ通シテ水平ナルナリ反語ニテ壓力ハ同水準ニ於ル總テノ點ニ於テ烈度相等シ

參　一團ノ靜定流體ニ於テ二點ノ中低點ニ於ル壓力ノ烈度ハ高點ニ於ルヨリ大ニメ其計ハ其流體ノ此二點ノ高低ノ較ト其面積若干ナル底トニ由テ成レル鉛直柱ノ重量ニ等シ

此ヂ記號ニテ表スルニハ迫ヂ一團ノ流體ノ二點ノ高キ方ノ壓力ノ烈度ト迫ヂ此點以下天ナル深サノ處ノ烈度トシ重ヂ此二點間ノ此一層ノ流體ノ平均輕重トス然レバ

迫ヂ＝迫ヂ＋重天・・・

量ノ流體ノ重サニ等シ而メ此合成壓力ハ此體容中ノ重心ヲ過テ鉛直ニ上方ニ働クナリ此重心ヲ「浮游心」ト名ク

伍　沉沒シタル一平面ニ對メ働ク水狀體ノ壓力ハ其方向其面ニ垂直ニメ其大小ハ水狀體ノ柱狀ノ重サニ等シ之ヲ求ムルニハ其面ノ積ニ其沉沒セル重心ノ深サヲ乘ス

陸　斯面ニ働ク壓力ノ中心ハ其面水平ナレハ正ニ其重心ト合ス鉛直或ハ歪斜ナレハ壓心常ニ其面ノ重心ノ下ニ在リ而メ此壓力ハ等變迫力ナルヿヲ思ヘハ則チ之ヲ求ムヘシ其設點ニ於ル烈度ハ設ケタル平面(正ヲ得サレハ引長セル)ト水狀體ノ上面ト相交ハルノ線ヨリ此點マテノ距離ニ隨ヒテ變スルナリ

此二項ノ壓面ノ鉛直若クハ歪斜ナルノ例ニ於ル原理ヲ記號ニテ表スルニハ此面ノ平面(プレエン)ガ水狀體ノ上面ヲ切ル處ノ線ヲ辰吔ナル軸ト定メ斗ヲ壓面ノ水平ヨリ傾ケル角トシ平行水平線ニテ此面ヲ無數ノ狹帶ニ分ツト思考シ地ヲ其一帶ノ長サ(天ヲ廣サ)天ヲ辰吔ヨリ其中心マテノ距離トスレハ地ヲ天ハ其面積天斗正弦ヘ中心ノ沒入セル深サナリ而メ重ガ流體ノ量ノ一箇ノ重サナレハ其帶上ノ壓力ノ烈度ヘ

迫＝重天斗正弦　……(四)

壓力ノ全積ヘ總帶ノ面積ノ和ナルヲ以テ面＝禾地ヲ天ナリ此ニ働ク壓力全計ヘ

吔＝禾迫地ヲ天＝重斗正弦禾天地ヲ天　……(五)

壓力ノ平均烈度ヘ

$$\frac{吔}{面}=\frac{禾迫地ヲ天}{禾地ヲ天}=重斗正弦\frac{禾天地ヲ天}{禾地ヲ天}$$　……(六)

而メ辰吔ヨリ壓心迄ノ距離ヘ

$$天。=\frac{禾天迫地ヲ天}{吔}=\frac{禾天地ヲ天}{禾天地ヲ天}$$　……(七)

例ヘハ傾斜セル壓面ヲ水閘若ハ貯水池ノ壁背ノ如キ矩形面トセン而メ先第一ニ之ヲ一團水ノ表面ヨリ天₁ナル距離マテ低下スト又此距離ハ斜面ヲ追テ量リ其下緣ヲ天₁ヨリ天₂ナル深サマテ沉沒スト又然レハ其重ミノ沉沒ハ天₁ヨリ天₂ナル深サニヽ方尺上ノ壓力ノ烈度ノ斤數ヽ

$$\text{噸} = \frac{62.4\text{天}_1\text{ヨリ天}_2\text{地ヨリ正弦}}{2} \quad \cdots\cdots\cdots\

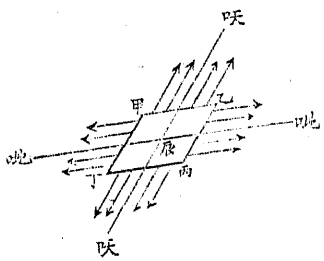
考スレハ此剖面ニ於テ二分ノ間ニ働ク力ハ內迫ナリ

前章ニ演ヘタル原理ニ隨ヘハ流體中一設點ニ於ル內迫ハ剖部ノ假想平面ノ何ノ部ニ在テモ直向ニメ同烈度ナリ。固形物ニ在テハ此ニ反メ迫力ハ直、斜偏ノ孰レカニメ分剖ノ假想平面ノ位置變スルニ隨ヒ方向及ヒ烈度モ變ス

一團ノ固形體中一設點ノ迫力ノ方向及ヒ烈度ヲ分剖ノ平面ノ三箇ノ位置ニ就テ設クレハ孰レノ位置ニ在ル者モ皆求メタルヘシ。本論ニ於テ此設顯ヲ解クノ通法ヲ與フルハ不要タリ故ニ土ノ安危及ヒ材料ノ强弱ノ理論ニ必要ナル特例ノミヲ擧クヘシ

壹 配偶迫力(Conjugate stress)首要迫力(Principal stress) 二平面ニテ一物中ノ一點ヲ截斷メ第一平面ニ働ク迫力ノ方向第二平面ト平行スルトキハ第二平面ニ働ク迫力ノ方向ハ第一平面ト平行ス。斯ノ如キ一雙ノ者ヲ配偶ヲナスト云而シテ此一雙共ニ之ヲ施スノ平面ニ直向ナレハ(故ニ互ニ垂直ナリ)之ヲ首要迫力ト名ク。三箇ノ配偶迫力即チ三箇ノ首要迫力モ一點ヲ過テ働クヘシ然レトモ本論ニ於テハ二箇ニ注意スルヲ以テ足レリトス

第八十四圖



第八十四圖ハ甲乙丙丁ナル菱形塊ノ一分子ヲ過クル呎呎呪呪ナル方向ニテ働ク一雙ノ配偶斜向引張力ヲ表ス

首要迫力卽チ直向ノ牽曳及ヒ排擠力一固形體ノ一設點ヲ過テ働クノ矩形ノ方向ヲ迫力ノ軸ト名ク

流體ニ於テ一設點ノ迫力ハ一切ノ方向ニ於テ烈度同等ナルヲ以テ孰レノ方向モ各自固有ノ迫力ノ軸ヲ存ス。固形體ハ迫力ニ付テ能ク流體同狀ナレトモ亦能ク一設點ニ於テ烈度相異ナル首要迫力ヲモ存ス。一塊ノ鬆疎ナル粒體ニ於テ其烈度ノ比準ハ摩擦ノ爲ニ制限ヲ受クルヿ猶後ニ土ノ安危論ニ於テ詳悉明解スルカ如シ堅牢密合ノ固形體ニ於テ一點ノ首要迫力ハ能ク

互ニ比肩ヲ存シ且ツ或ハ同種或ハ反種ノ就レカナリ

貳　偏向迫力ノ一固形體ノ一點ヲ互ニ直角ニ截斷スル二平面ニ在ル者ハ烈度相等シ

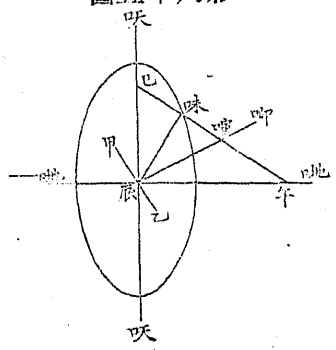
參　一雙ノ同等反對ノ首要迫力即チ互ニ直角ナル向ニ於テ一固形體ノ一分子ヲ過キテ働ク烈度同等ノ牽曳及ヒ排擠ハ互ニ直角ヲナシ且第一雙ノ平面ト四十五度ノ角ヲナセル一雙ノ平面ニ働ク烈度同等ナル一雙ノ偏向迫力ト同等ナリ

肆　首要迫力二個ノ合併

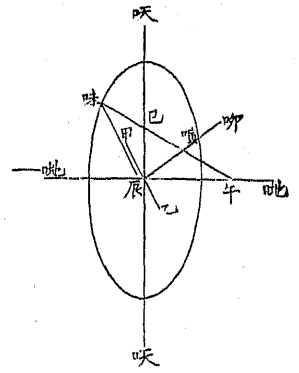
設題　或烈度ノ同種或ハ反種ナル一雙ノ首要迫力ヲ設ケテ此迫力カ平行ノ働ク所ノ平面上ニ直角ナル位置ニ於ケル平面上ノ迫力ノ方向及ヒ烈度ヲ求メンコトヲ要ス

辰呎及ヒ辰哪（第八十五、八十六圖）ヲ二個ノ首要迫

第八十五圖



第八十六圖



力ノ方向トス辰呎ハ其大ナル方ノ方向ナリ

迫二ヲ大迫力、迫二ヲ小迫力ノ烈度トス

各自ノ屬スル迫力ノ種類ナル牽曳若ハ排擠ヲ代數ノ符號ヲ用ヰテ區別ス、牽曳ヲ正トスレハ排擠ハ負トスヘシ或ハ又之ヲ反對ニモ定ムヘシ。總テ此類ノ迫力ハ大ナル首要迫力ノ屬スル方ヲ正トスルヲ便宜トス第八十五圖ハ迫二迫二ノ同種ナル例第八十六圖ハ反種ナル例ヲ表ス。次ノ一切ノ方程式ニ於テ迫二ノ符ハ其記號中ニ含有サル可シトス尙細說スレハ迫二ガ迫一ト反種ナルヰ方程式ニ由テ算スルニ迫二ノ數量ニ用ヰタル符ハ反對スベシトナリ」

甲乙ハ迫力ノ方向及ヒ烈度ヲ定メント要スルノ平面、辰哪ハ此ニ直向ニメ最大迫力ノ軸ト次ノ角ヲ爲ス者ナリ

∠呎辰哪＝天卯

辰咽上ニテ最廣＝$\frac{\text{迫}_{\text{一}}+\text{迫}_{\text{二}}}{2}$ヲ取レ是ハ大ナル首要迫力ト同種ニメ二箇ノ首要迫力ノ平均烈度ニ同シキ烈度ノ直向迫力ノ甲乙上ニ働ク者ヲ表スヘシ

喉ヲ貫キ已喉午ヲ畫キテ迫力ノ二軸ト角ヲ造リ辰咽ト二軸トニテ爲ス角ト同シカラシム但シ其向ハ反スヘシ尙細說スレハ喉已＝喉午＝喉辰ナラシム斯ク求メタル線上ニ喉ヨリ最大迫力ノ軸ノ方ニ喉味＝$\frac{\text{迫}_{\text{一}}-\text{迫}_{\text{二}}}{2}$ヲ置ク

辰味ヲ聯スレハ此線ハ甲乙上ノ迫力ノ方向及ヒ烈度ヲ表ス

此解ノ代數式ハ平三角ノ公式ヲ用ウレハ容易ニ之ヲ得ヘシ而メ次ノ二方程式ヨリ成ル

辰味ナル烈度卽チ $\text{迫}=\sqrt{\left(\text{迫}_{\text{二}}^{2}\cdot\overset{\frown}{\text{天卯}}\text{餘弦}^{2}+\text{迫}_{\text{二}}^{2}\cdot\overset{\frown}{\text{天卯}}\text{正弦}^{2}\right)}\cdots(1)$

斜向ノ角咽辰味卽チ $\overset{\frown}{\text{卯未}}=\text{弧正弦}\cdot\left(\overset{\frown}{\text{天卯}}\cdot\frac{\text{迫}_{\text{一}}-\text{迫}_{\text{二}}}{2\text{迫}}\right)\cdots(11)$

此斜度ハ常ニ最大迫力ノ軸ノ方ニ在リ

第八十五圖ニ於テ迫$_{\text{一}}$迫$_{\text{二}}$ヲ同種ノ者トス此故ニ喉味ハ辰喉ヨリ小ニメ辰味チメ辰咽ト共ニ辰吠ノ同邊ニ在ラシム尙細言スレハ$\overset{\frown}{\text{卯未}}<\overset{\frown}{\text{天卯}}$ナリ。第八十六圖ニ於テ迫$_{\text{一}}$迫$_{\text{二}}$ハ反種ノ者ナリ喉味ハ辰喉ヨリ大ニメ辰味ハ辰喉ト辰吠ノ對邊ニ在リ尙細言スレハ$\overset{\frown}{\text{卯未}}>\overset{\frown}{\text{天卯}}$ナリ

喉點ノ動成線(Locus)ハ$\frac{\text{迫}_{\text{一}}+\text{迫}_{\text{二}}}{2}$ナル半徑ノ圓ニメ咏點ノ動成線ハ迫$_{\text{一}}$及ヒ迫$_{\text{二}}$ナル半軸ノ橢圓ナリ而メ之ヲ迫力ノ橢圓ト名ケテ可ナリ是レ其或ル方向ヲ於ル半徑カ其方向ナル迫力ノ烈度ヲ表スレハナリ

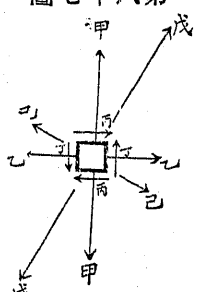
伍 偏迫ニ由テ首要迫力ノ偏倚スルヿ

設題 迫$_{\text{一}}$迫$_{\text{二}}$ヲ以テ一固形體ノ一分子ヲ過テ互ニ直角ニ働ク一雙ノ首要迫

力ノ本烈度ヲ表ス此迫力ノ牽曳ナルト排擠ナルトヲ問ハス此ト同平面ニ在テ働ク白ナル烈度ノ偏迫ト合併スト假定メ其新烈度及ヒ新方向ヲ求メンコトヲ望ム者トセン

此設題ヲ思想シ易カラシメンカ爲ニ第八十七圖ニ於テ右ノ首要迫力ヲ方壕形ノ一分子ヲ過テ働ク者トス。首要迫力ノ內或ハ皆押壓ナルモアル可シ

第八十七圖



此題ニ於テ新舊共ニ引張ト假定ス且附加セル公式ニ於テ引張ヲ正トシ押壓ヲ負トシ甲甲ノ右ニ在ル角ヲ正トシ左ニ在ル角ヲ負トス而メ偏迫ハ上ノ右隅或ハ下ノ左隅ヲ銳角或ハ鈍角トナスニ隨ヒ之ヲ正トシ或ハ負トス

甲甲矢ヲ迫矢ナル舊大引張トシ乙乙矢ヲ迫地ナル舊小引張トシ丙丙丁丁ヲ分子ノ四面ニ在テ働ク白ナル烈度ノ正偏迫トス。此偏迫ト舊引張トノ合併ハ舊雙首要迫力ニ斜ナル新雙ト同齊ナリ。迫ナル新大首要迫力ハ戊戊ナル矢ニテ表ス是レ斗ナル角ニ由テ迫矢ノ右方ニ偏ス迫ナル新小首要迫力ハ己己ナル矢ニテ表ス是レ同角ニ由テ迫地ノ右ニ偏ス

然レハ新首要迫力ノ烈度ハ次ノ方程式ニテ求ムヘシ

$$迫_{一}=\frac{迫_{矢}+迫_{地}}{2}+\sqrt{\left\{\frac{(迫_{矢}-迫_{地})^{2}}{4}+白^{2}\right\}}\quad\cdots\cdots(三)$$

$$迫_{二}=\frac{迫_{矢}+迫_{地}}{2}-\sqrt{\left\{\frac{(迫_{矢}-迫_{地})^{2}}{4}+白^{2}\right\}}$$

而メ次ノ就レニテモ偏倚ノ二倍角ヲ得ヘシ

$$正切2斗=\frac{2白}{迫_{矢}-迫_{地}}\quad 或ハ\quad 餘切2斗=\frac{迫_{矢}-迫_{地}}{2白}\quad\cdots\cdots(四)$$

迫矢＝迫地ナルトキ斗ノ最大數ハ四十五度ナリ

新首要迫力ハ之ヲ新方壕ノ四面ニ直向ニ働ク者ト思想スヘキナリ

○第百九章　複力ノ平行象　平行象ノ原理ヲ複力ニ應用スルニ第百一章

ノ原理ハ複力ノ全計及ヒ合成ヲ表スル線ニ用ウヘキ者ニメ其烈度ニ用ウヘキ者ニ非サルコヲ記憶スヘシ。平行象ノ法ニテ既ニ合成ヲ得タル一系ノ複力ノ諸烈度ノ關係ヲ知ント欲セハ其書象セル各合成力ヲ其分布セル書象面ニテ除スルノ法ニテ此點ニ達スヘシ

○第百十章　摩擦力(機應、一八九、一九〇、一九一)ハ二物ノ觸面ニ在テ互ニ滑走スルヲ妨ケント働ク力ニメ二物相共ニ壓サルヽノ力ニ關ス。是レ又偏迫ノ一種ナリ。固形體ノ摩擦ニ關スル次ノ法則ハ實驗ニ由テ之ヲ確定シタルナリ

一雙ノ固形體アリ其二面ハ與ヘタル狀ヲ爲セリ當ニ其間ニ興發スヘキ摩擦ハ單ニ相共ニ壓サルヽ力ト比例ヲ爲ス

物アリ他物上ニ滑送セントスル力ノ働キヲ受ルト雖モ其力此法則ニテ定メタル全計ニ跡エサル間ハ其摩擦之ト同等反對ニメ且之ヲ平衡セシム（附錄ヲ見ヨ）

右ノ法則ノ正當スルニ一定限アリ若シ壓力猛烈ニメ其度ヲ踰ユルトキハ二物ノ觸面ノ部分或ハ觸面ニ近キ部分ヲ壓壞或ハ壓陷スルニ至ル。此定限ニ達シ或ハ之ヲ踰ユレハ摩擦ノ增スヿ壓力ヨリ甚速ナリ而メ或ル構造ニ於テハ曾テ此定限ヲ得可カラス。或ル實體殊ニ木材ノ如キ中等ノ壓力ニテ其面明ニ壓陷スル者ニ於テ互ニ暫時靜定シタル一雙面間ノ摩擦ハ互ニ滑走セルトキノ同一雙面間ノ摩擦ヨリ稍大ナリ然リト雖此靜定摩擦ノ運動摩擦ニ過越ノ量ハ微動ニ由テ立地ニ殞滅ス故ニ構造ノ安危性ノ助力ニ就テハ獨リ運動摩擦ヲ算ニ入ルヘキノミ

一雙面間ノ摩擦ヲ算スルニハ兩面共ニ直ニ壓サルヽノ力ニ物料ノ性質ト面ノ摸樣ニ關セル特別ノ量ナル所謂摩擦係數ナル乘子ヲ乘ズ。摩擦ハ十雙面間ノ摩擦、卽ハ二面ニ垂直ナル向ニテ兩面共ニ壓サルヽノ力、摩擦ハ摩擦係數ナリ然レハ

摩擦＝摩擦・・・

設ケタル一雙面ノ摩擦係數ハ息角(Angle of repose)ト名クル角ノ切線ナリ是ハ二面ヲ互ニ滑過スルヲナカラシムヘキ斜壓ト二面ノ垂線トニテ成レル最大角ナリ

唯ヲ二平面間ノ斜壓ノ全計トシ其通直向線ニ參ナル息角ニテ傾クトス然レハ

$$摩=壓\cdot 參正切=唯\cdot 參正弦=\frac{摩唯}{\sqrt{1+摩^2}}\quad\cdots\cdots\quad(二)$$

息角ハ一平面ノ地平ニ傾クノ角ニメ設ケタル一物ノ片塊ノ滑下セスメ平衡駐滯スルヲ堪フヘキ最急峻ノ傾斜ナリ

二面間ノ摩擦ノ烈度ト壓力ノ烈度トノ比例ハ全摩擦ト全壓力ノ間ニ存スル者ニ同シ

次ニ擧クル者ハ各種ノ材料ニ就キ參ナル息角ト參正切ニ等シキ摩擦係數トニ擧ナル其互數トノ表ニメ將官モオリン氏ノ表及ヒ他ノ原表ヨリ省約シ且分類ヲ簡易ニメ列次セシ者ナリ。表中ニ掲ケタル常數ノ量ハ專ラ運動摩擦ニ關ス

表面	參	摩	1摩
乾燥セル疊石及ヒ煉化石壁	三一°至三五°	○·六至○·七	一·六七至一·四三
濡タル灰泥ニテノ疊石及煉化石壁	二五° 二一°。	○·四七	二·一
稍濕タル灰泥ニテノ疊石及煉化石壁	三六° 二一°。	○·七四	一·三五
石上ノ木材	二二°。	約ッ○·四	二·五
石上ノ鐵	三五°至一六°二。三	○·七至○·三	一·四三至三·三三
乾粘土上ノ疊石	二七°。	○·五一	一·九六
濕粘土上ノ疊石	一八°。四一	○·三三	三·
土上ノ土	一四°至四五°。	○·二五至一·○	四至一
乾沙、乾粘土及混土上ノ土	二一°至三七°。	○·三八至○·七五	二·六三至一·三三
濕粘土上ノ土	四五°。	一·○	一

濕粘土上ノ土	一七。	三五。至四八。	○·三一	三·二三
粒石及細石上ノ土	一四。至二六二一。		○·七至一·一一	一·四三至○·九
木上ノ木材、乾ケル	一一二一。至二。		·二五至·五	四至二
同　上、石鹸ニテ摩洗セル	二六二一。至三一。		·二至·○四	五至二五
櫟木上ノ鑛、乾ケル	一三二一。至一四二一。		·五至·六	二至一·六七
同　上、濕タル	一一二一。至一四。		·二四至·二六	四·一七至三·八五
同　上、石鹸ヲ塗抹セル	二一二一。至一四。		·二	五
楡木上ノ鑛、乾ケル	三。歟		·二至·二五	五至四
「リムナム、ブイティ」（堅木ノ名）上ノ青銅	二八。		·○五歟	二○歟
櫟木上ノ（ニカワ）膠ノ乾ケル	一八二一。		·五三	一·八九
同　上、濕タル	一五。至一九二一。		·二	三
櫟木上ノ革、	二九二一。		·二七至·三八	三·七至二·八六
鑛物上ノ革、乾ケル			·五六	一·七九

同　上、濕タル	二○。	·三六	二·七八	
同　上、脂ヲ塗リタル	一三。	·二三	四·三五	
同　上、油ヲ塗リタル	八二一。至一一二一。	·一五	六·六七	
鑛上ノ鑛、乾ケル	一六二一。	·二五至·二	六·六七至五	
同　上、濕テ清淨ナル	八。	·三	三·三三	
同　上、濕リテ鑛泥（スリミイ）アル		·一四	七·一四	
滑澤面、臨時脂ヲ塗タル	四。至四二一。	·○七至·○八	一四·三至一二·五	
同　上、常ニ脂ヲ塗タル	三。	·○五	二○	
滑澤ニメ善ク脂ヲ塗タル面	一三四。至二。	·○三至·○三六	三三·三至二七·六	

○第四款　架工（Frames）鏈房（Chains）肋材（Ribs）及ヒ木頭（Blocks）ノ平衡及ヒ安危（Stability）（機應、一三七ヨリ二一一マテ）

○第百十一章　架工ハ杆、竿、鏈、枝或ハ繩ヲ以テ造成セル一構造ニメ之ヲ接際ニテ相附着シ相支持セシムルコト猶木工術（Carpentry）ニ於ルカ如シ鑛属

杆ノ架工及ヒ細鏈ノ構造ニ於テハ二片若ハ二片以上ノ兩端ヲ相定着スルモ其諸片ノ角狀位置ノ變化ニ抗抵スルノ力微ニ或ハ毫モ此力ナシ此類ノ接際ニ於テ抗抵ノ中心卽チ其接際ニテ相連ネタル諸材片ノ失位ニ抗抵スル力ノ合成メ働クノ點ハ接際ノ中央或ハ其近邊ニ在テ固ク保護メ位置ノ變化ヲ許サヽルナリ

架工ノ抗抵線ハ接際ノ抗抵心ヲ過クルノ線ニメ多邊形ナルヲ常トス其角ハ此中心ニ在リ

○第百十二章　單杆ハ架工ニ於テ繫材(Tie)抗材(Strut)或ハ梁材(Beam)ト爲テ其用ヲ爲ス(機應一三八ヨリ一四二マテ)

壹　繫材ハ其兩端ニ施シタル外方ニ卽チ互ニ離レント働ク同等正對ノ力ヲ存ス故ニ此杆ハ引張ノ姿ヲナシ其或二部ノ間ニ興發スル迫力ハ其用ヲタル力ト同等反對ノ牽曳ナリ細鏈ノ類ハ此繫材ノ需用ニ應ス

動繫材ノ平衡ハ安定ナリ是レ其角狀ノ位置偏倚スレハ其兩端ニ施セシ力元來ハ正ク反對セシ者ナレヒ今ハ繫材ヲ原位ニ復セントスルノ一偶力ヲ成セハナリ

貳　抗材ハ其兩端ニ施シタル內方ニ卽チ互ニ合ハント働ク同等正對ノ力ヲ存ス此杆ハ集縮ノ姿ヲナシ其或二部ノ間ニ興發セル迫力ハ其用ヲタル力ト同等反對ノ排擠ナリ柔撓物ハ抗材ノ需用ニ應セサルヿ論ヲ待タス

動抗材ノ平衡ハ安定ナラス是レ其角狀ノ位置偏倚スレハ其兩端ニ施セル力元來ハ正ク反對セシ者ニメ今ハ倘遠ク其原位ヨリ偏倚セントスルノ一偶力ヲ成セハナリ

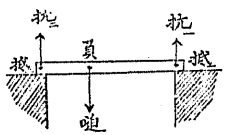
故ニ抗材ヲ安定ニセント欲セハ其兩端ヲ保護メ橫ニ偏倚セサラシムヘシ此カ爲ニ抗材ノ兩端ヲ聯ヌルノ材片ヲ保材(Stay)ト名ク

參　梁材ハ二點ニ支持サレタル杆ニメ其長形ニ垂直或ハ斜傾ノ向ニテ負荷セシムル者ナリ

第一項　第八十八圖ノ如ク支持壓力ヲ互ニ平行シ又負荷ノ方向ヲメ支持

點ノ間ニ働ク者トセン圖中ノ噸ハ梁材ノ重量ヲモ合メル總荷ノ合成力ニシテ負ハ合成力ノ作用線ガ梁材ノ軸ニ交ハルノ點抗ハ噸ト平行シ且同平面ニ在ル支柱ノ二箇ノ支持壓力即チ支持抗抵ニシテ梁材ノ軸中ノ抵抵ナル點ヲ過テ働ク者ナリ

第八十九圖



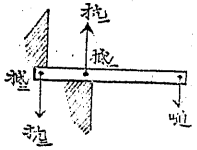
然レハ第九十七章ノ槓杆ノ原理ニ隨ヒ三力皆各自ニ他ノ二力ノ作用線間ノ距離ニ比例シ負荷ハ二箇ノ支持壓力ノ和ニ等シ細示スレハ

$$\text{噸}:\text{抗}::\text{抗}:\text{共}\quad\text{共}::\text{負}:\text{共}\quad\cdots\cdots\quad(一)$$

$$\text{噸}=\text{抗}+\text{抗}\quad\cdots\cdots\quad(二)$$

第二項　第八十九圖ノ如ク支持點ノ外ニ負荷ノ働ク者ニシテ腕木(Cantilever)

第八十九圖



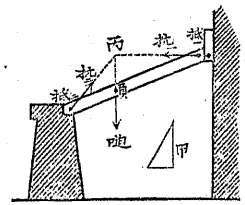
即チ突出梁材ヲ表ス其保持スル所ハ抵ニ於テ壁或ハ他ノ支柱ニテ保上シ抵ニ於テ疊石ノ層塊中ノ罅缺ニ或ハ他ノ法ニテ保下ス然レハ(一)ナル比例方程式ハ猶正シク前ノ如シ然レ𪜈負荷ハ支持壓力ノ較ニ等シ倘ホ細示スレハ

$$\text{噸}=\text{抗}-\text{抗}\quad\cdots\cdots\quad(三)$$

右ノ二項ニ於テ梁材ハ水平トメ之ヲ表セリ然メ其傾クトモ猶同原理ヲ存ス

第三項　今抗抗ナル支持力ノ方向ヲ第九十圖ノ如ク噸ナル合成荷力ノ方向ニ傾クトセン此項ハ第九十三章ニ論シタル三力平衡ノ例ナリ故ニ次ノ原理ヲ之ニ應用ス

第九十圖



支持力ト合成荷力ノ作用線ハ同平面ニ在ラサル可カラス」

三線一點(第九十圖ノ丙)ニ交ハラサル可ラス

此三力ハ各自ニ甲ナル三角ノ三邊ト其方向平行シ又之ニ比例セサル可ラス

設題　大小位置共ニ噸ナル合成荷力ト抗ナル一支持力ノ作用線ト抵ナル他ノ抗抵心トヲ設ケテ第二支持力ノ作用線及ヒ兩者ノ大小ヲ問フ

抗ノ作用線ヲ引長メ噸ノ作用線ヲ丙點ニ切リ丙抵ヲ聯ヌ是レ抗ノ作用線ナ

リ諸邊各自ニ三作用線ト平行セル甲ナル三角ヲ造ルヘシ此三角ノ三邊ノ比例ハ諸力ノ比例ヲ與フ

代數式ニテ之ヲ表セン爲ニ壬$_{1}$壬$_{2}$ヲ支持力ノ作用線ト合成荷力ノ作用線トニテ成レル角トス然レハ

$$\text{抗}_{1}:\text{抗}_{2}=(\text{壬}_{1}+\text{壬}_{2})\text{正弦}:\text{壬}_{1}\text{正弦}:\text{壬}_{2}\text{正弦}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(四)$$

架工中ノ同材片同時ニ梁材トナリ繋材ト成テ働キ或ハ梁材トナリ抗材ト成テ働キ又ハ荷力作用ノ變化ニ隨ヒテ迭ニ抗材トナリ又繋材ト成テ働ク」荷力ハ繋材ヲ分裂シ抗材ヲ壓挫シ梁材ヲ中斷セントス欲ス材料ノ此意向(Tendency)ニ抗抵スルノ勢力ハ後款ニ於テ之ヲ說カントス

○第百十三章　分賦荷力(Distributed load)(機應、一四七)　荷力ノ外ヨリスルト諸杆ノ重量ヨリスルトニ論ナク諸杆ノ頭至尾ニ分賦セル所ノ架工ニ此款ノ原理ヲ應用スルニ先ツテ此分賦荷力ヲ抗抵心ニ施シタル同量ノ一荷力或ハ數系ノ荷力ニ約減スルヲ緊要トス此ヲ行フノ順序次ノ如シ

壹　各單杆上ノ合成荷力ヲ求ム

貳　第百十二章ノ(一)ナル方程式ノ如ク此荷力ヲ分剖ノ杆ノ二端ナル抗抵心ヲ過テ働ク二箇ノ平行分力トナス

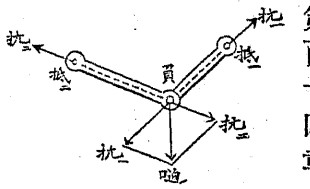
參　二杆相會スル處ノ各抗抵心ニ於テ二杆上ノ荷力ニ屬セル分力ヲ合併メ一合成力トナシ之ヲ此抗抵心ヲ過テ働ク全荷力ト見做ス

肆　抗抵心ニメ亦支持點ナルヲ約減法順序ノ貳ニ由テ求メタル分荷力ハ他ノ接際ニ於ル荷力系ニ付テ此支持點ニ要セル支持力ノ算定終ル迄之ヲ思考外ニ置キ此點ニ直接ニ働ク右ノ分荷力ト同等反對ノ一力ヲ此支持力ト合併ス此合成ハ支持力全計ナリ

此款ノ次章ニ於テ一切ノ架工ハ皆其支持點ナラサル抗抵心ニノミ負荷セラルヽ者ト想像ス故ニ亦分荷力ガ支持點ニ直接ニ働クノ場合ニ於テハ分解ヲ完全スル爲ニ斯分荷力ト同等反對ノ諸力ヲ次章ニ定メタル如キ支持力ト合併セサル可ラス

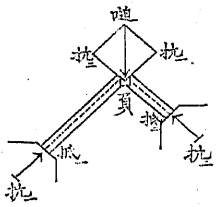
○第百十四章　二杆ノ架工(機應、一四五及六)　第九十一、九十二、九十三圖ハ各〻負點ニテ接合セル二杆ノ架工ニメ此點ニ㗊ナル力ノ者ヲ負荷セシメ其抵抗ナル遙端ニ於テ不動物ト杆トノ接着ニテ支持サルヽノ場合ヲ表ス依テ各迫力及ヒ抵抗ニ於ル支持力ヲ求メンコヲ要ス

第九十一圖



㗊ナル荷力ヲ分割(第九十四章ノ如ク)メ二杆ノ抗抵線ヲ追テ働ク抗一抗二ナル二分力トナス、此分力ハ各自ニ二杆ノ荷ヘル荷力ナク抵一抵二ナル支受力ハ此荷力ト同等ニメ反對ス

第九十二圖

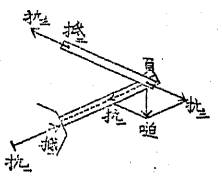


此分解ノ記號式ハ次ノ如シ壬一壬二ハ各自ニ二杆ノ抗抵線ト荷力ノ作用線トニテ成レル角ナリ然レハ

㗊：抗一：抗二::(壬一＋壬二)正弦：壬二正弦：壬一正弦

各杆ヲ追テ働ク內外ノ方向ハ以テ迫力ノ排擠ト牽曳ヲ徵シ其孰レカニ隨ヒテ其杆或ハ抗材トナリ或ハ繫材トナル、第九十一圖ハ二箇ノ繫材第九十二圖ハ二箇ノ抗材(二壁ニ憑着セル雙樓ニ於ルカ如キ)第九十三圖ハ負抵一ナル抗材及ヒ負抵二ナル繫材(起重器(Crane)ノ斜出幹(Jib)ト繫竿ノ如キ)ノ例ヲ表ス

第九十三圖



二杆ノ架工ハ其抗抵線ノ平面ニ於ル偏倚ニ就テハ安定ナリ

此平面ニ垂直ナル向ニ於ル角狀位置ノ橫偏倚ニ就テハ二繫材ノ架工ハ安定ナリ抗材及ヒ繫材ヨリ成レル架工モ荷力ノ方向ガ抵一抵二ナル支持點ヲ聯ヌル線ヨリ傾ク時ハ亦安定ナリ

抗材繫材ヨリ成レル架工ニメ抵一抵二ナル線ノ方ニ傾ク時及ヒ總テ二抗材ノ架工ハ橫保材ヲ准備スルニ非サレハ橫方ニ安定ナラス

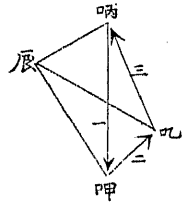
此原理ハ相隣接セル一雙杆ノ抗抵遠心ガ定着セシ者ニ就テ皆眞ナリ雙杆自一架工ヲ爲スト集合架工ノ一部ヲ成ストニ論ナク皆然リ

○第百十五章　三角架工(機、應、一四八、一四九)　第九十四圖ハ甲乙丙ノ三杆ヨリ成リ一二三ノ三接際ニテ聯レル架工ヲ表ス卽チ甲丙ハ一ニテ甲乙ハ二ニテ乙丙ハ三ニテ相聯レリ、‖ナル迫力ヲ或ル方向ニテ一ナル接際ニ施シ‖ナル支持力ヲ二三ナル接際ニ用サン此二力ノ作用線ハ‖ト同平面ニ在ラサル可ラス而メ或ハ之ト平行シ或ハ一點ニ交ラサル可ラス、先此乙例ヲ取用ス此解ハ甲例ヲモ含メハナリ

第九十四圖



第九十五圖

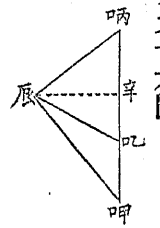


三外力互ニ平衡シ且此ニ由テ各自三方向ト平行セル三角ノ三邊ニ比例ス、第九十五圖ノ甲乙丙ヲ此三角トセン此レニ於テ丙甲ハ‖ヲ表シ甲乙ハ‖ヲ表シ乙丙ハ‖ヲ表ス丙杆ト平行メ丙辰、甲杆ト平行メ甲辰ヲ畫キ辰點ニ會セシメ乙辰ヲ聯ヌレハ乙杆ト平行ス

辰ヨリ輻發セル三線ノ長短ハ各自平行セル三杆上ノ迫力ヲ表スヘシ

三外力互ニ平行スレハ第九十五圖ノ甲乙丙ナル力ノ三角第九十六圖ノ如ク乙點ニ由テ二段ニ分レタル丙甲ナル直線トナル、辰ヨリ甲、乙、丙點ニ各自

第九十六圖



ニ架工ノ杆ト平行セル直線ヲ輻發セシメン然レハ丙甲ナル荷力ヲ一(第九十四圖)ニ用ウレハ二ニ用サタル甲乙、三ニ用サタル乙丙ハ之ヲ平衡スルニ要スル支持力ナリ而メ辰甲、辰乙、辰丙ナル輻發線ハ各自ニ甲、乙、丙杆上ノ迫力ヲ表スル前ノ如シ

辰ヨリ丙甲ニ垂直ニ辰辛ヲ垂ルレハ是レ三外力ノ方向公線ナリ然レハ此線ハ各杆ニ於テ等數ナル迫力ノ一分力ヲ表スヘシ若シ常ニ有ル如ク丙甲ハ鉛直ニ辰辛ハ水平ナレハ此ニ由テ表セル力ヲ架工ノ橫排擠(Horizontal thrust)ト名ク橫迫又ハ橫抗(Horizontal stress or resistance)ナル語ハ之ヨリモ妥當ナリ何トナレハ今論スル力ハ架工ノ或ル部分ニ於テハ牽曳トナリ又他ノ部分ニ於テハ排擠トナルカ故ナリ

第九十四圖ニ於テ呷、吶ハ抗材ニメ叱ハ繫材ナリ、此架工ヲ正ク反對スレハ諸力互ニ同比例ヲ存スヿヲ得シト雖モ呷、吶、ハ繫材叱ハ抗材トナラン三角架工ニ於テ平行力ニテ働ク諸力中ノ關係ノ三角術ニ係ル表式ハ次ノ如シ

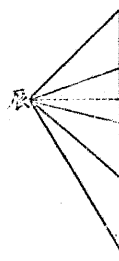
甲乙丙ヲ各自ニ呷叱吶ナル三杆ノ辰辛ナル線(卽チ是ハ水平線ナルヲ常トス)ニ傾クノ角トス然レハ

$$辰辛ナル橫迫力 = \frac{吶呷ナル荷力}{丙正切\pm甲正切} \quad \cdots\cdots\cdots\

發線ト平行シタル二杆ノ間ニ此力ヲ用ウルニ在リ各力皆然リ

諸外力互ニ平行スルトキハ第九十八圖ノ表力多邊形第九十九圖ノ如ク輻發線ニテ分段セル甲丁ナル直線トナル而メ此各段ハ其

第九十九圖



每段ヲ限レル輻發線ト平行ナル抗抵線ヲ有セル諸杆ノ接際ニ働クノ外力ヲ表ス倘且或ル二杆ノ相接近スルト否トニ論ナク其抗抵線ト平行セル輻發線ニ夾マレル甲丁線中ノ分段ハ其二杆ノ間ニ働ク外力ノ合成ヲ表ス

故ニ甲丁ハ甲乙、乙丙、丙丁ノ三部ヨリ成リテ各自ニ一二三ニ用サタル荷力ノ全計ヲ表ス、丁甲ハ丁戊、戊甲ノ二部ヨリ成リテ各自ニ四五ニ用サタル支持力全計ニメ荷力ト同等反對ノ者ヲ表ス、甲丙ハ甲、丙、二杆ノ間ニ用サタル荷力ノ合成ヲ表ス又他ノ或ル一雙杆ニ於テモ皆同樣ナリ

辰ヨリ甲丁ニ垂直ニ辰辛ヲ畫ケハ此線ハ迫力ノ一分力ヲ表ス其全計ハ架工ノ各杆ニ於テ相同シ、常ニ有ル如ク荷力鉛直ナレハ此分力ヲ架工ノ「橫排擠」ト名ケ又第百十四章ノ如ク橫迫或ハ橫抗ト名クルヲ倘正シトス是レ其杆ノ一部ニ於テハ牽曳ニメ牽部ニ於テハ排擠ナルコヲ見ルヲ以テナリ

其原理ノ三角術ニ係ル表式次ノ如シ

辰辛ナル力ヲ單ニ辛ニテ表ス

壬壬ニテ或ル二杆ノ相接近セル或ハ否ラサル者ノ抗抵線ノ辰辛ニ傾クノ角ヲ表ス

抗抗ハ此二杆ヲ迫テ働ク各箇ノ迫力ナリ

||ハ此二杆ノ接際ヲ過テ働ク合成外力ナリ然レハ

$$\text{辰} = \text{辛}(\text{壬正割}+\text{壬}'\text{正割}) \quad \cdots\cdots\cdots\

ガ第九十七圖ノ如ク閉合セスメ其戊ノ如キ一杆ヲ除キ開展架工ト變スレハ第九十八圖ナル傾斜力圖解ニ於テ辰戊、丁戊、戊甲ヲ除キ第五十九圖ナル平行力圖解ニ於テ辰戊線ヲ除キ以テ相當ノ變形ヲ爲スベシ、然レハ兩圖解ニ於テ丁辰及ヒ辰甲ハ各自ニ丁及ヒ甲ナル兩端杆ヲ追フテ働ク迫力ト同等反對ノ支持力ヲ表ス是レ支持物(此場合ニ於テ憑壓(Abutment)ト名ク)ガ四及ヒ五ノ點ニテ此二杆ノ兩端ニ向ヒテ力ヲ用ヰ以テ平衡ヲ保持セサル可ラス

平行荷力ノ例ニ於テ次ノ公式ハ橫迫力及ヒ支持壓力ノ數ヲ與フ

壬丁及ヒ壬甲ハ各自ニ丁及ヒ甲杆ノ傾斜ヲ表ス

抗丁ニ戊丁　抗甲ニ戊甲ハ二杆ヲ追フテ働ク迫力ナリ

若シ ＝ 甲丁ハ架工上ノ荷力全計ヲ表ス然レハ

$$\text{和}=\frac{\text{壬}_{丁}\text{正割}+\text{壬}_{甲}\text{正割}}{\text{半}}\quad\cdots\cdots(一)$$

抗丁＝半・壬丁正割　抗甲＝半・壬甲正割……(二)

○第百十八章　多邊形架工　安危(機、應、一五二)　多邊形架工ノ安危ハ第百十二章ニ述ヘタル原理上ニ關スル即チ杆アリ其角狀位置自由ニ變化スヘケレハ其杆繫材ナレハ安定ニ抗材ナレハ安定ナラス而メ抗材ハ其兩端ヲ定着スレハ安定トナス可シト云是ナリ

例ヘハ第九十七圖ノ架工ニ於テ戊ハ繫材ニメ安定ニ甲、乙、丙、丁、ハ其角狀位置ノ變化自由ナル抗材ナルカ故ニ安定ナラス

然レ𪜈此抗材ハ架工ノ平面ニ於テ保材ヲ用ヰ以テ之ヲ安定ト爲スヘシ例ヘハ二保材ヲ以テ一ノ接際ヲ四ト、二ノ接際ヲ五ト聯合スレハ一、二、三、ノ諸點皆固定シ一箇ノ抗材モ其角狀位置ヲ變スル𪜈能ハサルカ如シ、又二保材ヲ以テ二ノ接際ヲ五及四ト聯合スルモ同効ヲ奏ス

全架工モ橫保材ヲ准備メ其諸接際ヲ定點ト聯合スルニ非レハ安定ナラスメ顚覆ニ至ル

今一、二、三、ニ於ル荷力及ヒ四、五、ニ於ル支持力ハ前ノ如ク同樣ニメ架工ヲ正ク反顚スト想像セン、然レハ戊ハ抗材トナル然レヒ安定ナリ其故ハ其兩端其位置ニ固定スレハナリ然メ甲、乙、丙、丁、ハ繫材トナリ保材アラサルモ安定ナリ

右ノ反顚セルヒノ甲、乙、丙、丁、ニテ造レル如キ諸繫材ニテ成レル開展多邊形ハ數學者之ヲ名ケテ線纔多邊形(Funicular polygon)ト云是レ能ク繩ヲ以テ造レハナリ

繫材ニメ保材ナキ多邊形ノ安定ナルハ平衡ノ位置ニ就テ前後ニ振搖ヲ許セル類ノ者ナルヿヲ思フヘシ、然レヒ此振搖ハ實地ニ於テ有害タリ宜ク保材ヲ施メ之ヲ防護スヘシ

○第百十九章　架工ノ結材(Bracing)(機應、一五五)　結材ハ保材ノ長ヱ迫力ヲ受ケル者ナリ多邊形架工ノ諸接際上ナル荷力ノ分賦ハ縱令全體ノ上ニテハ其平衡ヲ以テ成立スルモ各杆ノ平衡ヲ以テ成立セサレハ諸力ノ圖解

ニ於テ各自抗抵線ニ平行メ外力ノ多邊形ノ角ヨリ輻輳線ヲ畫ク時一點ニ會セスメ其間ニ空隙ヲ生スルヲ見ルヘシ此空隙ヲ塞ク爲ニ要スル諸線ハ則チ結材ノ抗抵ニ賴テ補充スヘキ諸力ナリ

此結材ヲ有セル架工ノ使用法中ニ千八百六十七年マキスエル氏ノ陳述セル改良ヲ含メリ

結材ノ抗抵線ヲ追ヒ且此結材ニ由テ相聯ナレル接際ニ働ク一雙ノ等數反對ノ力ヲ此結材ノ抗抵線ヨリ誘起ス、此故ニ此抗抵ハ一雙ノ等數反對ノ力ヲ此結材ノ抗抵線ヨリ誘起ス、此故ニ此抗抵ハ一雙ノ接際ニ施シタル力ノ合成ノ全數ヲモ又位置ヲモ變スルヿナシ唯此合成ノ分力ノ分賦ヲ變ス

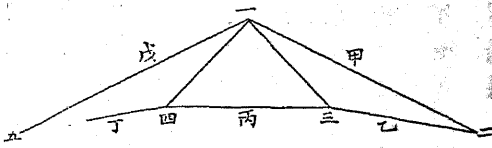
結材ノ用法及ヒ此レニ來ル迫力ヲ定ムル法ノ例ト爲メ第一百圖ヲ以テ屢〻鐵屋ニ於テ起ルノ一架工ヲ表セン是レハ甲及戊ナル二抗材卽チ二椽(Rafters)ト乙、丙、丁ナル三繫材ヲ以テ成リ五邊ノ多邊形ヲ爲シ一、二、三、四、五、ニテ相接ス荷力ハ鉛直ニメ一ニ在リ二、五ナル一雙壁ノ鉛直抗抵ニテ支持ス、三、四ナル支

持ヲキ接際ハ一四、一三、ナル結材ニテ一ト相聯ナル

諸力ノ圖解ノ爲ニ(第百一圖)荷力ト支持力ノ方向ヲ表スヘキ戉甲ナル鉛直線ヲ第百十六章ノ如ク畫ク

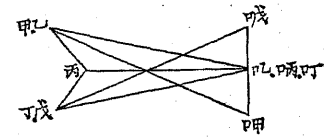
其線ノ呷叺及叮戉ナル二段ヲ二及ヒ五ニ於ル支持力ヲ表スル者トス、兩端ヨリ及ヒ戉呷ナル外力ノ表尺ノ分點ヨリ各自ニ架工ノ抗抵線ト平行メ諸直線ヲ畫ク各線戉呷中相當ノ文字ニテ記セル點ヨリ起ルヘシ

第一百圖



乙甲ニ會スル呷甲及ヒ叺乙ハ各自ニ甲及ヒ乙ヲ追テ働ク迫力ヲ表シ戊ニ會スル叮丁及ヒ戉戊ハ各自ニ丁及ヒ戊ヲ追テ働ク迫力ヲ表シ丁ニ會スル叮丁及ヒ戉戊ハ各自ニ丁及ヒ戊ヲ追テ働ク迫力ヲ表ス然レ𪜈此四線互ニ一點ニ會セス又丙ト平行セル呷丙ニ會セスメ空隙ヲ殘ス是レ結材ト平行セル諸直線ヲ畫キテ塞ク𪜈キ者ナリ

第百一圖



尙細言スレハ一三ト平行メ乙甲ヨリ丙マテ四一ト平行メ戊丁ヨリ丙マテ線ヲ畫クナリ然レハ此二直線ハ各自ニ平行セル結材ヲ追テ働ク迫力ヲ表シ呷丙ハ丙ヲ追テ働ク引張ヲ表ス第百一圖ノ架工ノ各點ニ相當スル三角形又ハ他ノ閉合多邊形アリ其諸邊ハ各自ニ其接際ニ働ク力ト平行シ且此故ニ之ト比例ス例ヘハ

接際　一　二　三　四　五

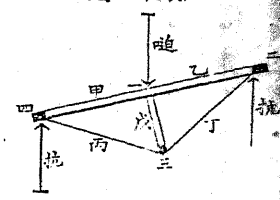
多邊形　戉呷甲丙戊戉　呷叺乙呷　叺丙乙叺　叮丁丙叮　叮戉戊叮

此文字ノ順序ハ諸力其接際ニ關メ働クノ方向ヲ示ス

結材ノ單一ナル例ヲ論スルノ別法ハ第百二圖ヲ以テ分解ス、其甲及ヒ乙ハ二抗材ニメ一直杆ノ兩半ヲ爲ス丙及ヒ丁ハ二條ノ等繫繩戊ハ抗結材ナリ呷ナル鉛直荷力ハ甲乙間ノ一ナル接際ニ用ヰラレ各〻二ニ小心ニテ表スヘキ鉛直支持壓力ハ四及ヒ二ノ接際ニ働ク三ノ接際ハ外荷ヲ有セス

第百三圖ハ諸力圖解ニメ次ノ如ク造成セリ辰點ヲ貫キ甲及ヒ乙ト平行メ

第百二圖



辰乙甲、丙ト平行メ辰丙、丁ト平行メ辰丁 第百三圖ヲ畫キ知丁ニ知丑ト シ丙丁ヲ聯ヌ此線ハ戊ナル結材ト平行シ辰甲ニ垂直ナリ丁及ヒ丙ヨリ丁乙、丙甲ナル鉛直線ヲ畫ク此ハ相等シキヲ以テ二箇ノ抗ナル支持壓力ヲ表ス、丙及ヒ丁ニ於ル同等ノ引張力ハ辰丙、辰丁ニテ表シ甲、乙、戊ヲ追テ働ク排擠力ハ辰甲、辰乙及ヒ丙丁ニテ表ス

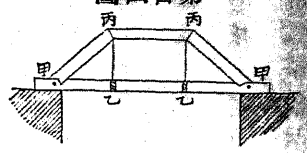
此例ニ於ル外力ノ多邊形ハ甲丙丁乙ナル十字四邊形ナリ其丙甲、乙丁ハ支持壓力ヲ表シ(既ニ言ヘル如ク)丁丙、甲乙、ハ咀ナル荷力ノ分力ノ各自ニ戊ナル結材ニ平行セル者ト垂直ナル者トヲ表ス、甲及ヒ乙水平ニメ戊鉛直ナレハ第百三圖ノ甲乙ハ消却シ乙丁、丙甲ハ丙丁ノ兩半ト合同ス

○第百二十章　結構ノ堅軟(Rigidity of Truss)(機、應、一五六、一五七)　結構ナル語ハ工匠之ヲヲ三角架工ニ用サル又保材及ヒ結材ヲ以テ堅牢ニシ其接際ニ就テ諸杆ヲ回轉スルモ其形象變スルヿ能ハサラシメタル多邊架工ニ用ウ、各接際完ク第百十一章ニ分解セル種類ノ者ニメ樞鉸(Hinge)ノ如ク之ニテ聯接セル二杆ノ角狀位置ノ變化ニ抗抵スルヿ能ハサル者ナレハ其堅固ノ狀ヲ遂ケンカ爲ニ保材及ヒ結材ノ抗抵線ヲ以テ各多邊架工ヲ三角形若ハ他ノ多邊形ニ分ヲ之ヲ環列シ四邊若ハ四邊以上ノ多邊形ヲ盡ク二邊及ヒ最遠ノ夾角上ニ三角ヲ造リテ圍遶セシム是レ四邊若ハ四邊以上ノ多邊形ニメ接際固カラサル者ハ其一角ヲ除ク外盡ク三角ヲ以テ之ヲ聯ヲテ定着スルニ非サレハ皆軟弱ナルヲ以テナリ

然リト雖モ或ハ架工ノ接際ニ於ル靭性(Stiffness)ノ多少ニ依リ或ハ其杆ノ屈曲セル者ノ抗抵ニ依テ架工ヲ堅牢ニ致スヿアリ是レ唯其荷力ノ分賦法ノ小變化ニ從フ者ニ在リ例ヘハ第百四圖ノ結構法ニ於テ甲甲ハ一材片若ハ二材片ヲ聯ヲテ一材ノ如ク働ク者ニテ造リ其重量ノ一分ハ丙乙、丙乙ナル竿

ニテ丙丙ナル接際ヨリ懸下セリ此竿ハ亦甲甲ナル繫材ノ屈曲ニ抗抵シ又甲丙丙丙甲ナル抗材ノ甲丙丙甲ナル接際ニテ回轉シ固有ノ角狀位置ヨリ偏倚スルヲ防ク甲乙乙乙甲ガ乙乙ノ接際固カラサル三箇ノ相異ナル材片ナリセハ此架工ハ乙丙丙乙ナル四角形ノ扭歪ニ由リテ其形象ヲ損スルヿ明白ナリ

第百四十圖



結材ニテ結構ヲ強勢ニスルノ主意ハ種々ニ分賦セル荷力ヲ保持スルニ在リ若シ常ニ一方ニ荷力ヲ分賦セハ一架工ノ形象ヲメ恰モ能ク此荷力ニ適當セシメ以テ更ニ結材ノ用ヲ俟タサランコヲ謀リ得ヘシ

荷力ノ變化ハ架工ノ諸材片上ニ迫力ノ變化ヲ起シ殊ニ結材上ニ起ス故ニ各材片其最大迫力ニ抗抵スルニ勝エサル可カラス

二三ノ材片殊ニ結材ハ荷力分賦ノ方法ニ隨ヒ或ハ抗材或ハ繫材トメ働クヘキコアリ

○第百二十一章　第二結構及ヒ集合結構（機應一五八ヨリ一六〇マテ）

第二結構トハ他ノ結構ニ承ケラルヽ者ヲ謂フ

荷力ヲ多數ノ抗抵心ニ分賦スルヲハ一多邊架工ニテ此ノ總テノ中心ヲ聯合スルヨリハ逐次ニ大結構ニテ支持セル小結構ヲ用ヰ終ニ第一結構ト名クル一大結構上ニ第二結構ヲ安置シ以テ之ヲ保持スルヲ有益トス斯ノ如キ合併ニ於テハ同一ノ材片屢〻結構ノ各〻異ナル部分ヲ爲スコアリ然レハ此ニ施セル迫力ハ次ノ原理ニ隨ヒ之ヲ確定スヘキナリ

同杆同時ニ二箇以上ノ架工ノ一分ヲ成スヲ此ニ働ク迫力ハ其位置ノ爲ニ屬シタル衆架工ニ於ル衆迫力ノ合成ナリ

集合結構ニ於テハ衆架工ヲ第一第二ニ區別スルコナク諸材片二箇以上ノ架工ニ同屬スル程ニ合併聯集スルナリ而メ上ニ言ヘル原理ニ由テ其迫力ヲ算センコヲ要ス

第二結構及ヒ集合結構ノ諸例ハ木鐵構造論ニ於テ之ヲ設クヘシ

○第百二十二章　截斷セル架工ノ抗抵(機、應、一六一)　一架工ノ諸杆ニ働ク迫力ヲ算スルノ勞ヲ時トメ次ノ原理ヲ應用メ以テ省クヘシ

一、架工或ル一系ノ外力ノ逼迫ヲ受ケ且ツ其架工一想像面ニテ全ク二分サルヘシト思考セハ此面ニテ二分セル諸杆ヲ追フテ働ク迫力ハ此架工ノ兩部ニ働ク外力ニテ平衡ス

實地ニ現スル諸例ニ於テ多クハ諸杆ノ抗抵線ト外力ノ作用線ハ總テ一鉛直面ニ在テ外力ハ鉛直ナリ、斯諸例ニ於テ截斷ノ假定平面ノ尤モ便宜ナル位置ハ鉛直ニテ架工ノ平面ヲ垂直ナル者ナリ此二平面相交ハルノ鉛直線ヲ取テ縱線ノ軸即チ地ノ軸トシ其中ノ便宜ノ點ヲ辰ナル原點トシ天ノ軸ヲ水平ナラシメ架工ノ平面ニ取リ人ノ軸モ水平ナラシメ截斷ノ平面ニ取ル

截斷ノ平面ノ一方(就レヲ取ルモ可ナリ)ニ於テ架工ノ其部分ニ施セシ外力ヲ第九十九章ノ如ク合併スレハ三元(Data)ヲ得卽チ天ヲ追テ働ク全力＝呎和地ヲ追テ働ク全力＝呎和人ヲ回轉スル偶力＝噸ナリ而メ截斷ノ平面ニテ切ラレタル杆ハ其二力ト偶力ヲ平衡セシムルノ抗抵ヲ起サヽルヲ可ラス截斷ノ平面ニテ切ラルヽノ杆三條ニ過キサレハ求知數モ三箇ニ過キス其間ノ三箇ノ關涉ト設ケタル數ニテ此設題ヲ算定スヘシ切ラルヽノ杆三條ニ過クレハ此設題ハ不定ナリ

此理論ヨリ導ケル公式次ノ如シ截斷ノ平面ヨリ構造ノ呎噸及ヒ噸ヲ算セント思想セル部分ニ進ムノ方向ニ於テ天ヲ正トシ地ヲ上方ニ量リ辰天ヨリ地ノ方卽チ上方ニ度レル角ヲ正トシ切ラレタル三杆ノ抗抵線ト天トニテ壬(一)壬(二)壬(三)ノ角ヲナストシ又卯(一)卯(二)卯(三)ヲ三抗抵線ヨリ辰マテノ垂直距離トシ其距離ノ辰天ヨリ

{上方 / 下方}ニ在ル者ヲ{正 / 負}ト思想ス

抗(一)抗(二)抗(三)ヲ三杆ヲ追テ働ク抗抵力卽チ迫力全計トス牽曳ハ正ニメ排擠ハ負

ナリ然レハ次ノ三方程式ヲ得

和・呎＝抗₁₁王₁餘弦＋抗₁₂王₂餘弦＋抗₁₃王₃餘弦
和・弛＝抗₂₁王₁正弦＋抗₂₂王₂正弦＋抗₂₃王₃正弦
一 ・・・

端ヨリ丙辰、丁辰、ヲ畫キ辰ニ會セシム此二線ハ鏈ノ支點ニ於ル引張力ヲ表ス

第百五圖ノ甲ヲ鏈ノ最低點トシ第百六圖ニ辰甲ナル水平線ヲ畫ケハ是ハ鏈ノ各點ニ於ル引張ノ水平分力ナリ辰乙ヲ乙(第百五圖)ニ於ル切線ト平行スレハ甲乙ハ甲、乙ノ間ニ承ケタル荷力部分ヲ表シ辰乙ハ乙ニ於ル引張力ヲ表ス

此ヲ代數式ニテ表スルニハ次ノ如クス

平=辰甲=甲ニ於テ鏈ヲ追テ働ク橫引張(Horizontal tension)

抗=辰乙=乙ニ於テ鏈ヲ追テ働ク牽曳

咽=甲乙=鏈ノ甲乙間ニ働ク荷力

壬=吠咽乙角=(百五圖)=甲辰乙角(百六圖)=鏈ノ乙點ニ於ル傾斜 然レハ

$$咽=平\cdot 壬正切 \qquad 抗=\sqrt{咽^2+平^2}=平\cdot 壬正割 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(一)$$

此公式ヨリメ荷力ノ分賦既知ナル鏈ノ容レル曲形ヲ算定スルノ方程式ヲ誘致セント欲セハ此曲線ヲ第百五圖ノ甲ナル最低點ヨリ量リタル矩形ノ水平及ヒ鉛直ナル縱橫線ニ照スニ在リ乙點ノ縱橫線ハ甲吠=天、吠乙=地ナリ然レハ

$$壬正切=\frac{地}{天}=\frac{咽}{平} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(二)$$

此微分方程式ハ荷力ノ分賦既知ナル鏈ノ曲形(卽チ平衡ノ曲線)ヲ算定スルヲ得セシム

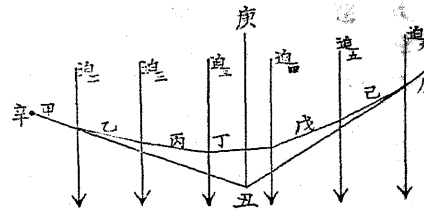
○第百二十四章 大抵ニ平衡曲線ヲ畫ク法。

設題 第百七圖ノ辛子ヲ鉛直荷力ヲ承ケタル鏈ノ兩箇ノ支點トシ荷力ノ分賦及ヒ鏈ノ支點ノ一ニ於ル辛丑ナル切線ヲ設ケ之ヲ以テ鏈ノ近眞形ヲ畫カンコトヲ望ム

全荷力ノ重心ヲ求メ庚丑ヲ此點ヲ過テ辛丑ナル切線ヲ丑點ニ切ルノ鉛直

線トス、子丑ヲ聯ヌレハ是レハ鏈ノ他ノ支點ニ於ル切線ナリ

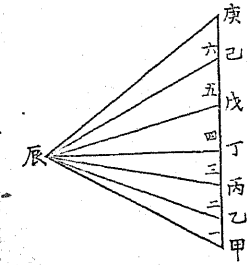
第百七圖



荷力ヲ幾分カ便宜ノ數ニ分ツト思考セヨ其數愈〻多ケレハ愈〻近眞ノ曲線ヲ得ン、而メ每分ノ重心ヲ求メ迫$_{11}$迫$_{12}$等ヲ以テ其重心ヲ過ルノ鉛直線トス

第百八圖ニ於テ甲庚ナル鉛直線卽チ荷力ノ表尺ヲ畫キ其全長ニテ全荷力ヲ表スヿヲ甲乙丙卽チ一、乙丙卽チ二等ノ部分ニ分チ荷力ノ衆分ヲ表ス、甲ヲ貫キ丑辛ト平行メ甲辰ヲ畫キ庚ヲ貫キ子丑ト平行メ庚辰ヲ畫キ辰ニテ相切ル、又辰ヨリ荷力表尺ノ分點マテ辰乙、辰丙等ナル輻發線ヲ畫ク

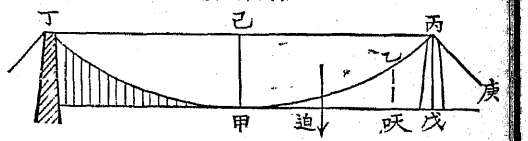
第百八圖



然メ第百七圖ノ甲點卽チ辛丑ト迫$_{11}$ノ交點ヨリ辰乙ト平行メ乙ヲ畫キ迫$_{11}$ヲ切リ乙ト迫$_{12}$ノ交點ヨリ辰丙ト平行メ丙ヲ畫キ迫$_{13}$ヲ切リ逕テ此ノ如クメ甲乙丙等ナル線繞多邊形ノ全ク成ルニ至ル此多邊形ハ望メル平衡曲線ノ切線ヲ以テ成ル此諸邊ニ觸ルヽ程ニ曲線ヲ圖スレハ近眞ノ者ヲ畫キ得ヘシ

○第百二十五章　平等鉛直荷力ヲ受ルノ鏈吊橋(機應、一六九、百一七〇)　平等鉛直荷力トハ水平直線ヲ逕フテ平等ニ分布セル圖

第九圖



荷力ヲ謂フナリ故ニ第百九圖ノ甲ガ繩索ノ最低點ナレハ甲乙ノ間ニ懸ケタル荷力ハ此二點間ノ水平距離ナル甲呎＝天ト比例シ又次ノ方程式ニテ表スルヲ得ヘシ

$$\text{迫}_{11} = \text{迫}_{1}\frac{\text{天}}{\text{呎}} \quad \cdots\cdots\cdots\

シ亦乙點ナル切線モ甲呎ヲ中分スル而メ鏈ノ容ルル曲形ハ甲ニ頂點アル抛物線ナリ

荷力ト橫引張及ビ對引張トノ比例ハ次ノ如シ

$$\text{點平}:\text{扶}::\text{乙呎}:\overline{\text{呎點}}\,\text{點乙}::\text{地}:\frac{\text{天}}{2}::\sqrt{\left(\text{地}^2+\frac{\text{天}^2}{4}\right)}::\text{迫天}:\frac{\text{迫天}^2}{2\text{地}}\quad\cdots\cdots(11)$$

抛物線ノ弦(Focal distance)ハ

$$\text{寅}=\frac{\text{天}^2}{4\text{地}}+\frac{\text{平}}{2}\text{通}\quad\cdots\cdots(11)$$

右ノ諸方程式ハ實地ニ於テ繩ノ鉛直ナル吊橋大半ノ例ニ應用メ精細トスルニ足ル是ヘ此類ノ橋ニ於テ平臺(Platform)ハ各鏈ノ一定數ノ點ヨリ繩ニテ懸ルヲ以テ荷力連續セズ又鏈及ビ繩ノ重量ヨリ生スル荷力ハ橋橙(Pier)ニ近ツクニ隨ヒテ烈度ヲ增スヲ以テ之ヲ擾スノ所業平等ナラスト雖實地上ニ現出スル多分ノ例ニ於テ各鏈ノ狀荷力ノ連續平等ナル繩ノ狀ニ十分近似

シ以テ實際ノ誤謬ナク彼ノ方程式ヲ用ウルニ適スルハナリ

次ニ舉ル數ヶノ必要ナル設題ノ解ハ此方程式ヨリ誘致セシナリ

設題第壹　鏈ノ最低點以上ノ兩支點ノ地地ナル高低及ビ此兩支點間ノ甲ナル氷平距離卽チ展張ヲ設ケテ兩支點ヨリ最低點ノ天天ナル氷平距離及ビ寅ナル弦ヲ問フ

$$\text{天}_1=\text{甲}\cdot\frac{\sqrt{\text{地}_1}}{\sqrt{\text{地}_1}+\sqrt{\text{地}_2}}\qquad \text{天}_2=\text{甲}\cdot\frac{\sqrt{\text{地}_2}}{\sqrt{\text{地}_1}+\sqrt{\text{地}_2}}\quad\cdots\cdots(四)$$

$$\text{寅}=\frac{\text{甲}^2}{4\text{地}_1+4\text{地}_2+8\sqrt{\text{地}_1\text{地}_2}}\quad\cdots\cdots(五)$$

兩支點同水準ナレハ

$$\text{地}_1=\text{地}_2\quad \text{天}_1=\frac{\text{甲}}{2}\quad \text{寅}=\frac{\text{甲}^2}{16\text{地}_1}\quad\cdots\cdots(六)$$

設題第貳　同上ノ設元ニテ兩支點ニ於テ鏈ノ壬壬ナル傾度ヲ問フ

$$壬_{地}正切 = \frac{2地_{地}}{天_{地}} = \frac{2地_{地}+2\sqrt{地_{地}地_{天}}}{甲} \qquad 壬_{天}正切 = \frac{2地_{天}}{天_{天}} = \frac{2地_{天}+2\sqrt{地_{地}地_{天}}}{甲} \quad (七)$$

$$地_{地} = 地_{天} ナレハ \quad 壬_{地}正切 = 壬_{天}正切 = \frac{4地_{地}}{甲} \quad \cdots\cdots\cdots (八)$$

設題第參　同上ノ設元ニ更ニ鍵ノ長短一箇ニ於ル迫ナル荷力ヲ設ケテ平ナル横引張及ヒ支點ニ於ル抗抗ナル引張力ヲ問フ

$$平 = \frac{迫甲^2}{2地_{地}+2地_{天}+4\sqrt{地_{地}地_{天}}} \quad \cdots\cdots\cdots (九)$$

$$抗_{地} = 平\sqrt{\left(1+\frac{4地_{地}^2}{天_{地}^2}\right)} \qquad 抗_{天} = 平\sqrt{\left(1+\frac{4地_{天}^2}{天_{天}^2}\right)} \quad \cdots\cdots\cdots (十)$$

$地_{地} = 地_{天}$ ナレハ此方程式左ノ形ト ナル

$$平 = \frac{迫甲^2}{8地_{地}} \qquad 抗_{地} = 抗_{天} = 平\sqrt{\left(1+\frac{16地_{地}^2}{甲^2}\right)} \quad \cdots\cdots\cdots (十一)$$

設題第肆　設題第一ト同樣ノ設元ニテ鍵ノ長短ヲ問フ

次ニ擧ル者ハ人ノ善ク知レル二公式ニメ抛物線ノ頂點ヨリノ弧線ノ長短ヲ求ムル者ナリ其一ハ弧線ノ遠端ノ天地ナル縱橫線ノ名目ニ於テシ二ハ寅ナル心距ト頂點ノ切線ニ傾ケル弧端ノ傾度ノ壬ナル名目ニ於テス

$$申 = \sqrt{\left(地_{地}^2+\frac{天_{地}^2}{4}\right)} + \frac{天_{地}^2 \cdot 雙曲對數 \dfrac{地_{地}+\sqrt{\left(地_{地}^2+\frac{天_{地}^2}{4}\right)}}{\frac{天_{地}}{2}}}{4地_{地}} = 寅$$

$$\left\{壬正切 \cdot 壬正割 + 雙對(壬正切 + 壬正割)\right\} \cdots (十二)$$

鍵ノ長サハ申ニ十申ニナリ申ヲ求ムルニハ右ノ第一公式ニ於テ天地ヲ置キ第二ニ於テ壬ヲ置ク又申ヲ求ムルニハ第一公式ニ於テ天地ヲ置キ第二ニ於テ壬ヲ置ク

次ノ抛物弧線ヲ求ムルノ近眞公式ハ實地多クノ例ニ於テ眞ニ近シトスルニ足レリ

約ソ $甲 = 天 + \frac{2地}{2天}$ ・・・

卽チ橋樞ト丙乙甲丁ナル曲線ノ甲ナル最低點トノ間ノ部分ノ重量ノ二倍ナリ」然レドモ丙ニ會スル鏈ノ丁甲丙、丙庚ナル二部ガ樞頭上ノ水平ナル鑄鐵平臺上ニ轅材(Rollers)ニテ承ケタル一種ノ小輪(Truck)ニ固定スレハ二部ノ傾度ノ同不同ニ論ナク柱上ノ壓力鉛直ナリ而メ一要件ハ其排擠ノ水平分力相等シカル可キニ在リ尙ホ細說スレハ壬壬′ヲ丙ノ兩邊ニ於ル二部ノ傾度トシ抗抗′ヲ其引張力トスレハ

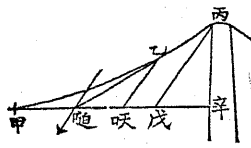
抗=牛・壬正割　抗′=牛・壬′正割

垂=抗壬正弦+抗′壬′正弦=牛(壬正切+壬′正切)・・・・・(十九)

○第百二十六章　傾杆ニ懸ケタル吊橋(機應、一七二)　吊橋ノ平等荷力ノ平臺ヲ一鉛直線ト癸ナル平等角ヲ爲ス所ノ平行傾杆ニ鏈ニテ懸ケル者ナリ斯ク負荷セル鏈ノ狀ハ荷力ノ方向ヲ除キ其他ハ鉛直ニ負荷セル鏈ノ狀ト異ナルコトナシ而メ鏈形ハ抛物線ニメ其軸ハ懸材ノ方向ト平行ス

第百十圖ノ丙甲ハ一鏈若ハ其部分ニメ丙ニ支持固定シ其最低點ナル甲ニ

第百十圖



於テ水平ナリ、甲辛ヲ甲ニ於ル水平切線トメ平臺ヲ表シ懸材ヲ盡ク丙戊ト平行シ鉛直線ト戊丙辛角=癸ナル角ヲ爲サシム、乙呎ヲ以テ一懸材ヲ表シ垂ナル鉛直荷力ヲ呎點ニ承クル者ト想像セン、然レハ二杆架工ノ平衡原理ニ由テ此荷力呎乙ナル杆上ニ迫ナル牽曳ヲ起シ呎辛間ノ平臺ニ白ナル排擠ヲ起ス而メ此垂、迫、白、ナル三力ハ丙戊辛ノ如キ三力ノ方向ト平行セル三角ノ諸邊ト比例スヘシ尙細言スレハ

垂:迫:白::丙辛:丙戊:戊辛::1:癸正割:癸正切・・・・・・・・・(1)

次ニ乙呎ナル一杆上ノ荷力ノ思考ヲ變メ甲呎間ノ唖ナル鉛直全荷力ヲ思考セヨ

唖ヲ以テ甲呎間ノ諸杆上ニ働ク牽曳ノ全計ヲ表シ咽ヲ平臺ノ呎點上ノ排擠ノ全計トス然レハ

唖:咽::丙辛:丙戊:戊辛::1:癸正割:癸正切・・・・・・・・・(二)

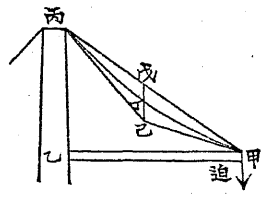
斜向荷力ノ咽ニ垂、衰正割ハ甲乙間ノ鏈ヨリ懸ル所ノ者ナリ平等ニ分賦スレハ其合成力ハ甲吠ヲ咽ニ中分スル是ハ亦甲咽、乙咽ナル二切線ノ交點ナリ而メ咽ナル斜向荷力、甲點ニテ鏈ヲ追テ働ク平ナル横引張、乙點ニテ鏈ヲ追テ働ラク抗ナル引張ノ比準ハ乙吠咽ナル三角ノ諸邊ノ比準ナリ尚細言スレハ

$$\text{咽:平:抗}::\overline{\text{乙吠}}:\overline{\text{吠咽}}=\frac{\overline{\text{甲吠}}}{2}:\overline{\text{乙咽}}\quad\cdots\cdots\cdots

$$\text{拽} = \frac{\text{切咱}}{\text{地}} = \frac{\text{乙切平}}{\text{天}} = \frac{\text{迫切天癸正割}}{\text{地}} = \frac{\text{垂切天癸正割}}{\text{地}} \quad \cdots\cdots\cdots\

精密ニハ平行セサレヒ殆ト平行セリ

○第百二十七章　柔撓繋材ノ偏倚(機應、一七一)　第百十一圖ノ甲ニ噸ナル鉛直荷力ヲ施シ乙點ニテ石楹ニ接着セル甲乙ナル横抗材及ヒ甲丁丙ナル斜繩若ハ斜鏈若ハ他ノ柔撓繋材ノ丙點ニテ楹頭ニ固定セル者ヲ以テ保持ス、甲乙ナル抗材ノ重力ハ二分力ニ分ルヽトス其一ハ乙ニテ支エラレ一ハ噸ナル荷力ノ中ニ含有サル、甲丁丙ナル柔撓繋材ノ噸ナル重力ハ既知ニメ各別ニ思考スヘキ者トス此諸元ヲ以テ次題ヲ演フ



設題　噸ハ噸ニ比スレハ小ナルヲ以テ甲丙ナル直線以下ニ低垂スル柔撓繋材ノ戊丁ナル鉛直線ノ近眞數甲丁丙三點ニ於テ之ヲ迫テ働ク牽曳及ヒ甲乙ヲ迫テ働ク横排擠ヲ求ム

噸ハ噸ニ比スレハ小ナルカ故ニ繋材ノ曲形モ小ナリ而メ其重力ノ水平線ヲ迫テ分賦セル者ハ殆ト平等トメ之ヲ取テ可ナリ此故ニ其形モ殆ト抛物線ナリ丁ニ於ル切線ハ明ニ甲丙ト平行シ甲、丙ニ於ル切線ハ甲丙ヲ中分シ且丁ニテ二分サル、戊丁己ナル鉛直線近傍ノ一點ニ於テ相會スヘシ、此ニ由テ次解ハ概メ實地ノ目的ニ於テ大抵眞トスルニ足ル、抗甲、抗丁、抗丙ヲ各自ニ甲、丁、丙、ニ於ル繋材ノ引張力トシ平ヲ横排擠トス然レハ

$$\left.\begin{aligned} \text{平} &= \left(\text{噸}+\frac{\text{噸}}{2}\right)\frac{\text{甲乙}}{\text{乙丙}} \\ \text{抗}_{\text{甲}} &= \surd(\text{平}^2+\text{噸}^2) \\ \text{抗}_{\text{丁}} &= \surd\left\{\text{平}^2+\left(\text{噸}+\frac{\text{噸}}{2}\right)^2\right\} \\ \text{抗}_{\text{丙}} &= \surd\{\text{平}^2+(\text{噸}+\text{噸})^2\} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\

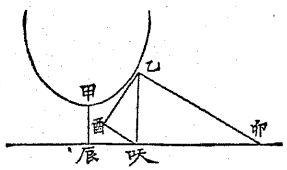
眞ニ近シ

$$\text{甲丁丙}-\text{甲戊丙}=\frac{8}{3}\cdot\frac{\overline{\text{甲乙}}^{3}\cdot\overline{\text{丁戊}}^{2}}{\text{甲乙}^{3}}=\frac{1}{24}\cdot\frac{\overline{\text{甲乙}}^{2}\cdot\overline{\text{乙丙}}^{2}}{\text{甲丙}^{3}}\cdot\left(\frac{\text{瞳}^{2}}{\text{瞳}+\frac{\text{瞳}}{2}}\right)^{2}\cdots\quad(11)$$

戊己ヲ二ノ丁戊トスレハ己丙ト己甲ハ丙甲ニ點ニテ鏈ノ近眞正切ナルヘシ

○第百二十八章　繫鏈(Catenary)(機應、一七五)ハ此語ノ普通ノ意味ニテハ或ル形狀ニテ負荷セルヒ鏈ニ由テ形ヲレル曲形ナリト雖モ適任ナク用サタルヒハ其負荷ハ自家ノ重力ノミナル鏈ノ部分モ材料モ遍等ナル者ニ限レルヲ常トス、斯ク制限セル繫鏈ハ次ノ性質ヲ有ス

第百十二圖



壹　一切ノ繫鏈皆同形ナリ

貳　繫鏈ノ形狀ハ代數科ノ法ニテ次ノ方程式ニテ表ス(第百十二圖ヲ見ヨ)甲ハ頂點ニノ繫鏈ノ最低點ナリ此處ニテ鏈水平ナリ、甲辰ハ鉛直線ナリ繫鏈ノ通徑(Parameter)卽チ摸線(Modulus)ト名ク其大小總テ之ニ關渉ス此線ノ長短ヲ寅ニテ表セン、辰ヲ取テ縱橫線ノ原點トシ乙ヲ繫鏈中ノ一點トス其橫線卽チ辰ヨリノ橫距離ハ辰巳＝天、同點以上ノ鉛直高ハ巳乙＝地ナリ然レハ

$$\text{縱線巳乙}=\text{地}=\frac{\text{寅}}{2}\left(\text{戊}^{\frac{\text{天}}{\text{寅}}}+\text{戊}^{-\frac{\text{天}}{\text{寅}}}\right)\ast$$

$$\text{弧線甲乙}=\text{申}=\frac{\text{寅}}{2}\left(\text{戊}^{\frac{\text{天}}{\text{寅}}}-\text{戊}^{-\frac{\text{天}}{\text{寅}}}\right)=\sqrt{\left(\text{地}^{2}-\text{寅}^{2}\right)}$$

縱線ノ名目ニハヘノ橫線

$$\text{天}=\text{寅}\cdot\text{雙對}\left(\frac{\text{地}}{\text{寅}}+\sqrt{\frac{\text{地}^{2}}{\text{寅}^{2}}-1}\right)\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

面積甲辰呎乙＝未地千天＝$\frac{寅''}{2}\left(戊_{寅}-戊_{\overline{五寅}}\right)$＝寅申

乙點ニ於ル斜白ノ率

$$\frac{千地}{千天}=\frac{壬正切}{1}=\frac{1}{2}\left(戊_{寅}-戊_{寅}\right)=\frac{申}{寅}$$

（廿ハ乙點ニテ曲線ノ地平ニ傾ケル角ナリ）同點ニ於ル曲形ノ半徑ハ次ノ如シ

$$胃=\frac{地''}{寅}=\frac{寅}{4}\left(戊_{\overline{寅}}+戊_{\overline{寅+2}}\right)$$

甲點ニ於テハ　胃＝寅

※ $戊_{寅}$ 及ヒ $戊_{\overline{寅}}$ ナル函數卽チ $\frac{天}{寅}$ ノ納白爾氏（ナルイル）逆對數（Naperión antilogarithm）及ヒ其互數（Reciprocal）ハ甚容易ニ納氏卽チ雙曲線逆對數表或ハ之ナケレ

ハ雙曲線對數表ヲ用ヰテ之ヲ算スヘシ、然レトモ尋常對數表若ハ逆對數表ノ外カ手下ニ表アラサルトキハ次ノ公式ヲ用ウヘシ

約ソ　$戊_{\overline{寅}}=10^{\frac{天}{寅}-0.343\frac{天}{寅}}$

乙呎ヲ弦トメ天酉乙ナル直角三角ヲ造レハ其天酉＝辰甲＝寅、然レハ酉乙ハ繫鏈ノ乙ニ於ル切線ニメ其長サ甲乙＝申ナル弧線ニ等シカルヘシ

乙ヨリ乙卯ヲ乙酉ニ垂直ニ畫キ引長セル辰呎ヲ卯ニテ切レハ乙卯ハ曲線ノ乙ニ於ル半徑ニ等シ

參　繫鏈ノ機械性次ノ如シ　噸ヲ鏈ノ長短一箇（一尺ノ如シ）ノ重力、平ヲ甲點ノ橫引張、噸ヲ甲乙間ノ鉛直荷力、抗ヲ乙點ノ引張トス然レハ

$$平=\text{迫}寅\quad 噸=\text{迫}申\quad 抗=\sqrt{平''+噸''}=噸地\cdots\cdots(二)$$

故ニ通徑ハ橫引張力ニ等シク重量ナル鏈ノ長短ヲ表シ呎乙＝地ナル縱線ハ其點ノ引張力ニ等シキ重量ナル鏈ノ長短ヲ表ス

設題第肆　繋鏈中ノ二點及ヒ其間ノ長短ヲ設ケテ曲線ノ其他ヲ問フ

子ハ二點間ノ水平距離、垂ハ其高低ノ較、長ハ鏈ノ二點間ノ長ニメ此三數ハ設元ナリ

未知數ヲ左ノ如ク表ス天一ハ高點ノ縦横線申一ハ繋鏈ノ未知頂點ヨリ此點マテノ弧線ノ長、天二地申二ハ低點ノ右ニ相應ノ數ナリ

然レハ寅ナル通徑ハ次ノ方程式ヨリ近眞法ノ一連級ニテ求ムヘキ者ナリ」

$$寅\left(\overset{子寅}{戊}-\overset{子寅}{戊}\right)=\sqrt{長^2-垂^2}\quad\cdots\cdots\cdots

面積
- 繋鏈　$\frac{\text{天}^2}{6\text{寅}^2}+\frac{\text{天}^4}{120\text{寅}^4}+$等
- 拋物線　$\frac{\text{天}^2}{6\text{寅}^2}$

最短
- 繋鏈　$1+\frac{\text{天}^2}{6\text{寅}^2}+\frac{\text{天}^4}{120\text{寅}^4}+$等
- 拋物線　$1+\frac{\text{天}^2}{6\text{寅}^2}-\frac{\text{天}^4}{40\text{寅}^4}+$等

此公式中ノ寅ニテ表シタル數ハ第百二十五章ノ寅ニテ表シタル者ノ二倍ナルヿヲ記憶スベシ

次表ハ天＝寅÷3ナル者ニ於テ右ノ結果ヲ例示ス

	縱線＝寅×	斜傾	面積＝寅天×	長＝天×
繋鏈	一·〇五六一	〇·三三九五	一·〇一八六	一·〇一八六

拋物線	一·〇五五六	〇·三三三三	一·〇一八五	一·〇一八二
較	〇·〇〇〇五	〇·〇〇六二	〇·〇〇〇一	〇·〇〇〇四

強弱平等ノ繋鏈ハ或ル形狀ニ負荷セル鏈ノ容（ヲサ）レル形ニシテ其截斷面積ハ引張力ニ比例スル者ナリ此鏈ノ荷力唯自家ノ重力ノミナル者ノ形ハダウィス、キルバルト氏之ヲ考究セシコト千八百二十六年ノ理學事業書ニ刊行セル一章ニテ知ラル、モセレイ氏ハ其土木及ヒ造家ノ機械學中ニ強弱同等ノ繋鏈ノ吊材及ヒ平臺幷ニ自家ノ重量ヲ併セテ負荷セル時ノ形ヲ考究セシヿヲ載セタリ其結果ノ方程式ハ精密ニスレハ大ニ錯雜ノ者ナリ然レトモセレイ氏ハ實地ニ發現スル諸例ニ於テ拋物線ハ通常繋鏈ノ線ニ甚密邇スルヿヲ示セリ

強弱平等ナル繋鏈ノ固有法ヲ取用スルハ實地ニ於テ何レノ點ヲテ要スルヤ鐵材構造篇ニ於テ之ヲ示スヘシ

○第百二十九章　柔撓構造ノ重心（機應、一七六）　繩鏈或ハ線縷多邊形ノ如

キ十分ニ柔撓ナル構造ノ獨リ重力ノミヲ負荷セル各例ニ於テ安定ナル平衡ノ形ハ全荷力ノ重心ノ務メテ低キ位置ニ應スル形狀ナリ、此原理ハ「カルキュラス、オフ、ウェリエーション」ヲ用ヰテ解クヘキ負荷鉛直ナル柔撓構造ノ平衡ニ關セル一切ノ設題ヲ解得セシムヘシ然レドモ從來曾テ實地ノ問題ニ用ヰサリシナリ

○第百三十章　架工及ヒ鏈ノ變容(機、應、一六六)　第百一章ニ講明シタル諸力ノ一平衡系ヲ表スル一夥ノ諸線ヲ平行象ト名クル方法ニテ亦平衡セル他系ノ諸力ヲ表スル他ノ一夥ノ諸線ニ變容スルノ原理ヲ架工ノ理論ニ應用スレハ次ノ形トナル

抗抵線ヲ以テ設ケタル形ヲ成スノ架工ガ一設系ノ諸線ニテ表セル一系ノ外力ニテ平衡スレハ他ノ抗抵線ガ此原形ノ平行象ナル一形ヲ成スノ架工ハ設系ノ諸線ノ相應平行象ニテ表セル一系ノ諸力ニテ平衡スヘシ而ノ新架工ノ諸杆ヲ追テ働ク迫力ヲ表スル諸線ハ原架工ノ諸杆ヲ追テ働ク迫力ヲ表スル諸線ノ相應平行象ナルヘシ

質分同等ナル一架工ノ平行象トノ成レル質分不同等ナル一架工ノ平衡ノ狀ヲ此理題ニ由テ質分同等ナル架工ノ平衡ノ狀ヨリ誘致スヘシ

變容原理ノ平行象ニ由ル者ヲ負荷ノ斷エサル鏈幷ニ多邊架工ニモ應用スヘシ、譬ヘハ第百二十六章ノ斜杆ナル橋鏈ハ斜形縱橫線ヲ矩形縱橫線ニ代用メ造レル鉛直杆ナル橋鏈ノ平行象トノ論スヘキカ如シ

負荷セル鏈繩ノ縱橫線及ヒ之ニ用ヰタル諸力ノ平行象ヨリ生シタル變換ニ於ル代數表式ハ次ノ如シ

原形ニ於テ地ヲ或點ノ縱線、天ヲ橫線、頓ヲ鏈ノ乙點ト甲ナル最低點ノ間ニ施シタル鉛直荷力トシ $\frac{\text{甲乙}}{\text{天頓}}$ ヲ荷力ノ水平長短ノ一箇ニ於ル烈度トシ抗ヲ乙點ノ引張力トス

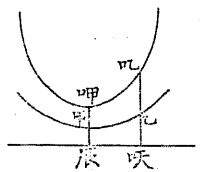
變容セル形象ニ於テ地ナル縱線ト頓ナル鉛直荷力ハ一鉛直線ニテ表スル

者ニメ長短方向共ニ變セス次ノ如クナル者ト想像ス

$$\text{地}' = \text{地} \quad \text{暗}' = \text{暗} \quad \cdots\cdots\cdots\

○第百三十一章　變容繫鏈(Transformed catenary)ハ平行象ニ由テ尋常繫鏈ヨリ導ケハ諸鏈ノ變容ノ眞例ヲ供ス、尋常繫鏈ニ於テ第百十三圖ノ辰呷叱吠ナル面積ハ其諸邊各自ニ寅ニ辰呷ナル摸線ト呷叱弧ニ等シキ直線ニテ成レル矩形ニ等キヲ以テ呷叱弧ト比例ヲナスコトハ既ニ上ニ演タリ(第百二十八章ノ諸方程式ヲ見ヨ)此ニ由テ尋常繫鏈ハ縱令自家ノ重量ノミニテ成立スルモ他ノ重量ノ之ニ加ハルモ設ケタル呷叱弧ト呷辰、叱吠ナル二縱線ト頂點以下寅ノ處ノ辰吠ナル準線(Directrix)トノ四線間ニ圍マレタル面積ト呷叱弧ト比例セル荷力ヲ支持スル一鏈ニ於ル平衡ノ曲線ナリ而メ叱ナル或點ニ於ル荷力ノ烈度ハ地ニ叱吠ナル縱線ト比例ス、鏈ノ此狀ヲ心ニ記スルニハ全荷力ノ上ハ繫鏈ニ限リ下ハ辰吠ニ限レル輕重厚薄共ニ平等ナル實體ノ一葉片ノ重量ヲ以テ成立スル者ト思考スヘシ、重ヲ此一葉ノ面積(例ヘハ方一尺)一個ノ重サトス然レハ尋常繫鏈ニ於テ

第百十三圖



橫引張ナル平ニ＝重·辰呷²＝重寅²

叱點ニ於ル荷力ノ烈度＝迫＝重地＝$\frac{重寅}{2}\left(戊^{\frac{寅}{寅}}+戊^{-\frac{寅}{寅}}\right)$

呷叱間ノ荷力＝嗆＝重·辰呷吠叱＝重永地イ天＝$\frac{重寅^2}{2}\left(戊^{\frac{寅}{寅}}-戊^{-\frac{寅}{寅}}\right)$ ……(1)

叱ニ於ル引張＝$\sqrt{嗆^2+平^2}$＝重寅地＝$\frac{重寅^2}{2}\left(戊^{\frac{寅}{寅}}+戊^{-\frac{寅}{寅}}\right)$

今第百十三圖ノ如ク鏈ノ各點ノ橫線ヲ存シ其縱線ヲ常率ニテ變換シ左ノ如クセシ者ニテ一曲線ヲ造ルコトヲ想像セヨ

辰呷：辰甲::辰叱：辰乙

或ハ辰甲ヲ地'、辰乙ヲ地'ニテ表スレハ

寅：地。::地：地'　……(11)

(譯者按、此三行中ノ辰叱、辰乙ハ吠叱、吠乙ノ誤ナラン)

然レハ甲乙ナル新曲線卽チ變容繫鏈ハ甲乙ナル或弧線上ノ荷力ガ辰甲乙

㘴ナル面積ニ比例シ乙點ノ烈度カ㘴乙ニ比例スル程ニ負荷セシメタル鏈ノ平衡ノ狀ナリ此變容繫鏈ニ於テ一切ノ水平諸力ハ舊繫鏈ニ同ク鉛直諸力ハ地。:寅ナル率ニテ變換ス尙細言スレハ

橫引張ナル平′＝平＝重寅″

乙點ニ於ル荷力ノ烈度＝迨′＝重地′＝$\frac{\text{重地}_{\text{乙}}}{2}\left(\text{戊}_{\text{寅}}+\text{戊}_{\text{寅}}^{-1}\right)$

甲乙間ノ荷力＝啻′＝重天地′子天＝$\frac{\text{重寅地}_{\text{乙}}}{2}\left(\text{戊}_{\text{寅}}-\text{戊}_{\text{寅}}^{-1}\right)$ ‥(111)

乙＝於ル引張＝$\sqrt{\text{啻}'^{2}+\text{平}''}$

此原理ヲ應用スルニ從ヒテ次ノ如キ設題現ルヽコアリ辰㘴ナル準線及ヒ鏈ノ頂點幷ニ乙ナル支持點ヲ設ケテ鏈ノ形象ヲ十全ト爲ンコヲ望ム此目的ニ於テ次ノ公式ニテ爲スヘキ寅ナル模線ヲ求ムルヲ切要トシ且之ヲ以テ足レリトス㠯。＝知甲ハ甲ニ於ル縱線地′ハ支持點ノ縱線天ハ辰㘴ナル橫

距離ナリ然レハ

寅＝$\frac{\text{天}}{\text{曼曲線對數}\left(\frac{\text{地}'}{\text{地}_{0}}+\sqrt{\left(\frac{\text{地}'}{\text{地}_{0}}\right)^{2}-1}\right)}$ ‥‥‥‥‥‥(四)

變容繫鏈ノ主用ハ穹窿ノ如キ是ナリ(次章ヲ見ヨ)

○第百三十二章　線狀穹窿卽チ肋材總論(Linear arches or ribs)　其變容(機應一七八)　繩若ハ鏈ノ正ク反轉シ之ニ施シタル荷力ノ方向多寡及ヒ分賦共ニ變セサル者カ外方ニ働カスメ內方ニ働クコヲ思想シ尙又其繩鏈カ或方法ニテ保持牢住サレテ其形狀ヲ保チ排擠ニ抵抗スルニ堪フル者ト想像スヘシ然レハ是カ線狀穹窿卽チ平衡肋材トナル而メ舊ハ鏈ノ諸點ニ於ル牽曳ナル者今ハ肋材中相當ノ點ニ於テ之ヲ追テ働ク所ノ正ニ相等シキ排擠ト變ス

線狀穹窿ハ實地ニ於テ成立セスト雖モ之ニ屬スル定則ハ疊石論ニ於テ講

明スル所ノ一法ニテ眞ノ穹窿及ヒ穹狀肋材ノ抗抵線ニ之ヲ應用スヘシ

纜鏈ニ屬セシ前章ノ定則及ヒ方程式ハ唯牽曳ヲ排擠ニ代フレハ皆線狀穹窿ニ應用スヘシ是レ抗抵線ヲ逼テ働ク迫力ニ於テ然リ

第百二十三章ノ原理ハ或方向ニテ施シタル外力ト共ニ總テ線狀穹窿ニ應用スヘシ

第百二十四、百二十五、百二十六、百三十及ヒ百三十一章ノ原理ハ鉛直荷力ヲ承クル線狀穹窿ニ應用スヘシ而メ斯ノ如キ穹窿ニ於テ公式中ノ平ニテ表セル數ハ荷力ノ方向ニ垂直ナル方向ノ常排擠ヲ表ス

平等荷力ヲ承クル線狀穹窿ノ平衡ノ形ハ拋物線ニメ第百二十五章ニ記載スル者ニ同シ

鉛直荷力ヲ承クル線狀穹窿ノ例ニ於テ內曲(Intrados)ナル語ハ穹窿自家ノ形象ヲ表スルニ用ヰ外曲(Extrados)ナル語ハ內曲ヨリ上方ニ畫キタル縱線ノ上端ヲ荷力ノ烈度ニ比例セル長サニ橫斷スルノ線ヲ表スルニ用ウ

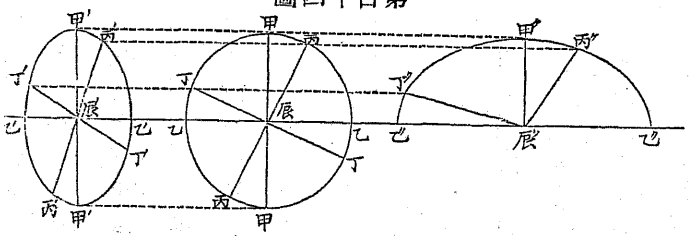
外曲ノ水平ナル線狀穹窿ノ平衡ノ形ハ反對セル繫鏈或ハ變容繫鏈ナリ而メ第百三十一章ノ諸方程式ハ其形象及ヒ之ニ働ク諸力ヲ算定スルニ用ウヘシ其重ハ第百十三圖ノ辰阢ナル外曲ト呷叱若ハ甲乙ナル內曲ノ間ノ面積方一尺ニ含有セル負荷材料ノ重量ヲ表スル者トス機械學ノ編者多ク之ヲ「平衡穹窿」ト名ク

第百三十章ナル鏈繩ノ變容ニ關スル原理ハ亦線狀穹窿若ハ肋材ニ應用スヘシ此主意ハ尙ホ後ニ論セントス

○第百三十三章　流體壓力ヲ承クル圓形肋材(機應、一七九)　外ヨリスル平等直向壓力ニ抗抵スル線狀穹窿ハ圓形ナラサル可ラス

第百十四圖ノ甲乙甲乙ヲ圓形線狀穹窿、肋材若ハ環トス其中心ハ辰ニメ平等烈度ノ直向壓力ニテ外ヨリ壓サル

第百十四圖



ヽナリ

便宜ニ隨ヒ其壓力ノ烈度ヲ面積ノ一箇ニ付キ力ノ一箇ニテ表センカ爲ニ問題ニ於ル環ヲ圓壕狀空殼ノ鉛直斷面ヲ表スル者ト思考ス其象ノ平面ニ垂直ナル方向ノ長サハ一尺ナリ、迫ヲ方一尺上若干斤ナル外力ノ烈度、亞ヲ環ノ尺稱ノ半徑、排ヲ此周圍ニ起セル排擠トス是ハ其長サ一尺ナル故ニ圓壕ノ長サ一尺ニ付斤稱ノ排擠ナリ然レハ

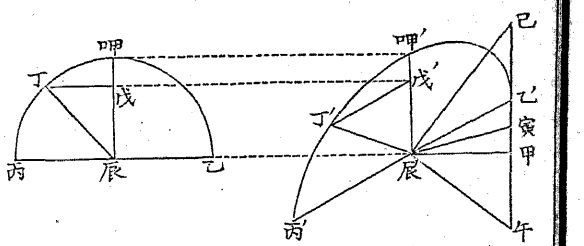
$$\text{排} = \text{迫}(\text{亞}) \cdots\cdots\cdots\

乙甲乙ナル圓形肋材ヨリ變セル橢圓肋材ヲ表ストセン其鉛直線ノ大小ハ變セス水平線ノ大小ハ丙ナル設ケタル同率ニテ或ハ擴張シ(乙″乙′ノ如シ)或ハ縮小シ(乙乙′ノ如シ)以テ巫ハ橢圓ノ縱半徑丙巫ハ橫半徑ナラシムル而メ天地ヲ以テ各自ニ圓ノ一點ノ縱橫線トス天′地′ヲ橢圓ノ相應點ノ縱橫線トスレハ其得ル所左ノ如シ

$$天′ = 天 \quad 地′ = 丙地 \quad \cdots\cdots\cdots\

$$\frac{\text{迫}'}{\text{迫}'_{\text{天}}} = \frac{\text{地}'}{\text{丙}''} = \frac{\text{迫}}{\text{丙}} \qquad \frac{\text{地}'}{\text{迫}'_{\text{地}}} = \frac{\text{平}'}{\text{平}''} = \text{丙迫} \quad \cdots\cdots\cdots\

第百十五圖



＝天ナル鉛直線ト戊丁＝直ナル水平線ナリ乙′甲′丙′ナ半楕圓穹窿トス其鉛直縦線ハ圓ノ縦線ニ同シト雖各水平横線ニ代フルニ癸ナル常角ニテ水平線ニ傾キタル横線ナ以テシ圓ノ相應横線ト丙ナル常比準ナ有タシム尚細言スレハ

辰′戊＝天′＝天　戊′丁′＝丙地　乙戊戊′丁′＝癸　（一）

然レハ圓ノ辰甲ナル鉛直半徑＝亞ニ代フルニ楕圓ノ同半徑辰′甲′＝亞ナ以テシ圓ノ辰乙ナル水平半徑＝亞ニ代フルニ楕圓ノ斜半徑辰′乙′＝丙亞ナ以テス是ハ鉛直半徑ノ對偶線ナリ

楕圓穹窿ニ施シタル力ナ鉛直及ヒ水平分力ニ分タヽメタ辰′甲′及ヒ丙′乙′ト平行セル鉛直及ヒ斜向分力ニ分ツ㗋ナ鉛直壓力全計平ナ斜向壓力全計トシ共ニ丙′甲′若ハ甲′乙′ナル楕圓象限ノ孰レカニ働ク者トス

平′ハ亦甲′ニ於ル斜向排擠㗋ハ乙′若ハ丙′ニ於ル鉛直排擠ナリ然レハ

㗋′＝㗋　＝迫亞

平′＝丙平＝丙㗋＝丙迫亞　……（二）

尚細言スレハ此諸力ハ前ノ如ク此ト平行スル全徑ニ比例ス

迫天ナ楕圓穹窿上ニ働ク鉛直壓力ノ丙′乙′ナル斜向平面ノ面積毎一箇ニ於ル烈度トス是ハ斜面ニ對偶ノ線ナリ迫地ナ鉛直平面ノ面積毎一個ニ於ル斜向壓力ノ烈度トス是ハ鉛直面ニ對偶ノ線ナリ然レハ

$$迫_{天}=\frac{㗋'}{丙亞}=\frac{迫'}{丙}\qquad 迫_{地}=\frac{平'}{亞}=丙迫\qquad 丙=\sqrt{\frac{迫_{地}'}{迫_{天}'}}\quad\cdots\cdots(三)$$

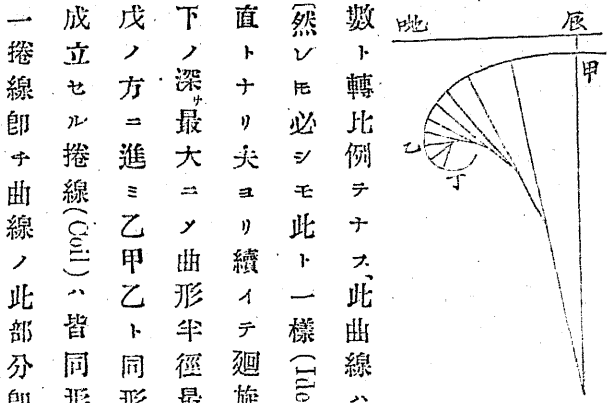
此穹窿ノ丁′ナル或點ニ於ル排擠力ハ前ノ如ク辰′丁′ニ對偶ノ全徑ト比例ス」時トメハ力ノ分賦セル場所ノ水平畫象（Horizontal projection）ノ面積毎一個ニ於ル鉛直壓力ノ烈度ナ表出スルノ便宜ナルコトアリ左ノ方程式ニテ之ナ得

$$\text{迫}\,\text{癸正割} = \frac{\text{迫}}{\text{丙癸餘弦}} \quad \cdots\cdots\cdots\

ヲ排擠トス

排＝迫胃・・・

第百十七圖



天。及ヒ冐。テ設クレハ曲線ノ半徑ハ設ケタル水平軸ヨリ畫ケル縱線ト轉比例テ爲スノ性質ニ由テ第百十七圖ノ如ク數ノ短弧線ノ聯接ニ由テ近眞曲線ヲ畫クヿヲ得ヘシ此各短弧線ノ半徑ハ辰地以下ニ此弧線ノ沉メル深淺ノ平均數ト轉比例テナス、此曲線ハ轉輪曲線(Trochoid)ニ類似ノ形ヲ呈スルヲ見ル〔然レドモ必シモ此ト一樣(Identical)ナルニ非ス〕此曲線乙ナル一定點ニ於テ鉛直トナリ夫ヨリ續イテ廻旋シ丁ニ至テ水平トナル此點ニ至レハ水準面以下ノ深サ最大ニメ曲形半徑最小ナリ、然ク前進ノ一環ヲ造リ其原路ヲ橫斷メ戊ノ方ニ進ミ乙甲乙ト同形ノ第二穹窿ヲ造ラントス、其迭穹窿ト環ヲ以テ成立セル捲線(Coil)ハ皆同形ニメ無限ノ連續ヲ以テ相次ク一捲線卽チ曲線ノ此部分卽チ丁ナル最低點ノ一ヨリ甲ナル頂點ヲ過テ丁ナル第二點マテハ穹窿ノ形象ニ於テ最要ナルヿ及ヒ此曲線ノ鉛直ナル兩點以上ノ乙甲乙ナル部分ハ荷力ヲ承ルニ專ラ切要ナルヿ明ナリ

天地ヲ乙點ノ縱橫線トス、甲乙ナル半穹窿以上ノ鉛直荷力ヲ

地一ニ重ヌ。地一天ヲ地 ・・・

平＝重$_{天_0}$迫イ天＝重$\cdot\frac{天_2-天_3}{2}$＝排＝迫胃$\cdot\cdot\cdot

然レハ天。ニ辰已ニ天。＋甲ナルヿヲ思ヘハ(十)ノ方程式ヨリ左ノ如クナルヿヲ見ル。

$$\left.\begin{aligned} \text{胃}_{\text{。}} &= \frac{\text{天}_{\text{。}}^{2}-\text{天}_{\text{。}}^{2}}{2\text{天}_{\text{。}}}=\text{甲}+\frac{\text{甲}^{2}}{2\text{天}_{\text{。}}} \\ \text{胃}_{\text{ㇾ}} &= \frac{\text{天}_{\text{ㇾ}}^{2}-\text{天}_{\text{。}}^{2}}{2\text{天}_{\text{ㇾ}}}=\text{甲}-\frac{\text{甲}^{2}}{2(\text{天}_{\text{。}}+\text{甲})} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\

ト平行シ且ツ其物料ノ性質ニ隨ヒ鉛直壓力ト一定ノ常率ヲ存シ且其他後ニ講明スル所ノ摸樣ナル者ナリ以下此水平或ハ斜傾平面ヲ名ケテ對偶平面ト云ヒ其面傾斜ナレハ其最急斜面ノ線ニ或ハ水平ナレハ其中ノ一線ニ平行スル橫線ヲ名ケテ對偶橫線ト云フ、鉛直壓力ノ烈度ハ對偶平面ノ積一個ニ付テ算シ其面傾斜ナレハ其平面ノ最急斜面ノ線ニ或ハ水平ナレハ其中ノ一線ニ平行スル壓力ヲ對偶壓力ト名ク其烈度ハ鉛直面ノ積一箇ニ付テ算ス

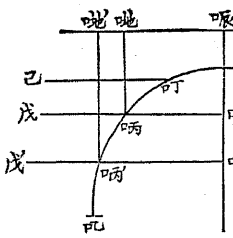
迫ニテ或設點ノ鉛直壓力ノ烈度ヲ表シ迫ニテ對偶壓力ノ烈度ヲ表ス先ツ迫ナル烈度ノ流體壓力ヲ支持スルニ適セル靜水穹窿ノ圖ヲ造リ次ニ此ノ穹窿ノ縱線ヲ盡ク存シ橫線ヲ對偶橫線ニ變メ變容穹窿ヲ畫ク其長短ハ定率ニ隨ヒテ變ス

$$\text{丙} = \sqrt{\text{迫}_{\text{地}} \cdot \text{迫}_{\text{天}}} \quad \cdots\cdots\cdots\

爰ニ詳ニ知ラシムルノ一事ハ對偶壓力ハ水平ニメ荷力ハ第百十九圖ノ呷ナル頂上ノ兩邊ニ異同ナク分賦シタル是ナリ

設題第壹　一設點以下ノ肋材ニ向ヒテ働ク水平壓力ヲ求ムル法、左ノ者ハ此設題ノ圖解法ナリ　丙ヲ肋材中ノ或點トス

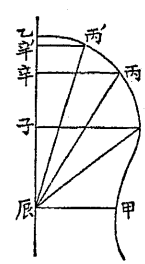
第百二十圖ナル諸力分解圖ニ於テ肋材ノ丙點ノ切線ト平行メ辰丙ヲ畫キ荷力ノ表尺トメ辰乙ナル鉛直線ヲ畫キ其上ニテ辰甲ニ等キヲ取テ呷丙弧上ニ承ケタル鉛直荷力ヲ表シ辛ヲ貫キ辛丙ナル水平線ヲ畫キ辰丙ヲ丙ニ切ル然レハ辰丙ニ等ハ丙ニ於テ肋材ヲ追テ働ク排擠ニメ此排擠ノ水平分力ナル辛丙ニ等ハ肋材ノ丙以下ノ部分ナル丙叱ニ向ヒテ興發セサル可ラサル水平壓力ノ全計ナルヘシ



第百十九圖

此解ヲ代數科ニテ表スルニハ次ノ如クス第百十九圖中ノ縱橫線ノ原點ト

第百二十圖



メ穹窿肋材ノ頂上ヲ截斷スル哎呷ナル鉛直線中」ノ哎ナル一便宜ノ點ヲ取リ哎戻＝癈戻＝哎及ヒ哎癈＝戻戻＝地ヲ丙點ノ縱橫線トシ以テ壬ガ丙點ニテ穹窿ノ及ヒ第百二十圖ノ辰丙線ノ地平ニ傾ケル角ナレハ千地÷千天＝壬餘切ナラシメ

$$\text{平} = \frac{\text{哎癈}}{\text{千天}} = \text{哎壬餘切} \quad \text{排} = \sqrt{\text{哎癈}^2 + \text{平}^2} = \text{哎壬餘割} \cdots\cdots (一)$$

設題第貳　肋材ノ頂上ノ排擠ヲ求ムル法

右ノ施術法ハ肋材ノ呷ナル頂上ニ働ク結果ヲ得ルヿ難シ然レトモ第百三十三章ノ原理ニ由テ其點ニ於ル荷力ノ烈度ナル迫ガ千哎ノ量ナレハ水平排擠ハ左ノ如クナルヲ知ル

$$\text{排} = \text{迫} \cdot \text{胃} \cdot \cdots\cdots\cdots\

設題第參　展張外積(Spandril)即チ肋材ノ凸部ニ觸レタル物料ノ結塊ノ或ル一層ニ要スル水平壓力ノ平均烈度ヲ求ムル法

第百十九圖ノ甲′チ寫窗ノ甲ヨリ聊カ下ナル一點トス其縱橫線ハ天十イ天′地十イ地ニメ以テ天イチ甲戊甲′戊′ナル水平層ノ深サナラシム諸力分解圖(第百二十)ニ甲′點ニ於ル肋材ノ切線ト平行メ辰丙′チ畫キ荷力ノ鉛直表尺上ノ扈辛′ニ昭十イ昭ヲ取リ甲′上ノ鉛直荷力チ表ス辛′丙′ナル水平線チ畫キ辰丙′チ丙′ニ切ル然レハ辰丙′ニ非ルハ甲′ニ於テ肋材チ追テ働ク排擠力ナリ而メ此排擠ノ水平分力ナル辛′丙′ニ平′ハ甲′以下ノ部分ニ向ヒテ興發セサル可ラサル水平壓力ナリ故ニ

$$辛丙′ = 辛′丙′ = 平 - 平′ = 一イ平 \quad \cdots\cdots\cdots\

チ表スヘシ

辰丁チ聯チ第百十九圖ニ於テ叮點チ求ム此點ニ於テ肋材ハ辰丁線ト平行ス是レ則チ「裂點」ニメ橫排擠ノ極度チ得ルノ點ナリ而メ裂角ハ此點ニ於ル肋材ノ傾斜ニメ第百二十圖ノ丁辰甲角ナリ是ハ後文ニ於テ壬。ニテ表ス叮己ナル水平面ハ展張外積ノ平。ナル極大ノ水平壓力チ起スノ部分ノ上界ナリ

第二解　算術試驗法ニ由ル、設題第壹ノ如ク穹窿ノ同諸點ニ於ル平ノ量チ算シ第一連ノ試驗ニテ平ノ最大數チ得タル點ト其兩邊ノ二點トノ間ニ平ノ量チ算シタル諸間點チ誘入スル而メ裂角ノ精粗所望ノ度ニ至レル者チ求メ得ルマテ施術チ反復ス

第三解　微分算及ヒ方程式ノ解ニ由ル、天、地及ヒ咽チ方程式ニテ表スルチ得ハ(四)ナル方程式ノ水平壓力ノ烈度チ表スル式チ〇ニ等シク爲シ此方程式チ解テ叮ノ位置及ヒ壬。平ノ量チ推度ス、此解クヘキ方程式ハ多分ノ例ニ於テ二箇ノ根チ有ス其一ハ呷ナル頂上ニ相當シ一ハ所要ノ叮點ニ相當ス然モ其間ノ分別チナスヿ容易ナリ、二箇ヨリ多クレハ各箇ニ於テ迫＝〇ナル一連ノ諸點チ示ス而メ $\frac{\text{子}^{n}\text{天}}{\text{子}^{n-1}\text{天}}$ ノ{負/正}ナル卽チ $\frac{\text{子}^{n}\text{迫}}{\text{子}^{n-1}\text{天}}$ ノ{正/負}ナルニ隨ヒ迭ニ{極大/極小}ナル橫排擠ノ點ナリ此類ノ例ハ實地ニ於テ發現スルヿ稀ナリ

唯一箇ナレハ肋材ノ頂上ニ相當ス靜水穹窿(第百三十六章)ハ是レノ一例ナリ此頂上ハ最大橫排擠ノ點ナリ、繫鏈(第百二十三章)及ヒ變容繫鏈及ヒ他ノ鉛直荷力チ受ケタル「平衡ノ諸曲線」ニ於テ平ハ不變數ニメ曲材中何レノ點ニ於テモ迫＝〇ナリ

曲材カ叺點ノ如キ起點ヨリ鉛直ニ昇高スレハ之チ支持スル水平壓力ノ全力偏ク展張外積ノ諸層ニ分布ス(近頃此類ノ曲材チ表スルニ「十全」ナル語チ以テスルニ至レリ)穹窿カ呷ノ如キ起點ヨリ斜ニ昇高スレハ少ナクモ其最大橫排擠ノ部分ハ此點ニ於テ肋材チ追テ働ク排擠ノ水平分力ヨリ成ル、斯

類ノ肋材ヲ截片(Segmental)ナル者ト云

壬ヲ肋材ノ起點ニ於テ地平ニ傾クノ角トシ地ヲ頂上ヨリ起點マテノ全鉛直荷力トス然レハ問題ノ水平分力ハ地-壬-餘切ナリ故ニ平。=地-壬-餘切ハ展張外積ニ偏布スル最大横排擠ノ部分ナリ

設題第伍　極大横排擠ノ合成力ノ位置ヲ求ムル法

叮ナル裂點ヨリ下リテ起點マテヲ水平層段ニ分ツヘキ展張外積ト思考シ今天ヲ其或ル一層ノ深サトシ地ヲ肋材ニ向ヒテ發動セル水平壓力ノ烈度トス

天ハ第百十九圖ノ哏地ヨリ其中心迄ノ深サ

天。ハ哏地以下烈點ノ深サ

天1ハ哏地以下起點ノ深サ

然レハ所要ノ哏地以下合成點ノ深サナル天ハ左ノ式ノ孰レカニテ表スヘシ

$$天_{平} = \frac{天_{平。}天_{1}-天_{平}天_{1。}}{天_{平。}-天_{平}} \quad \cdots\cdots\cdots\

ニ付テハ第百三十七章ヲ見ルヘシ

第肆例　氷平外面ナル縦横線ノ原點ヲ穹窿ノ頂上ニ在ラシメ寅丞ヲ外曲ノ頂上以上ノ高サ重ヲ荷力ノ鉛直面積毎一箇ノ重量トス

展張外積ノ一層ヲ經由メ働ク氷平壓力ノ烈度ハ

$$\text{迫}_{\text{地}} = \text{重丞}\left(1+\text{寅}-\text{壬餘弦}-\frac{\text{壬}-\text{壬餘弦壬正弦}}{\text{壬}^2\text{正弦}^3}\right)\cdots\cdots(九)$$

壬。ナル裂角ハ左ノ不定方程式(Trans cendental equation)ヲ解クハ則チ之ヲ求ムヘシ

$$\text{迫}_{\text{地}} = 0\cdots\cdots(十)$$

此ハ逐次近眞法ニテ爲スヘシ其第一近眞數ハ左ノ如シトス

$$\text{大抵}\quad \text{壬}_{\circ} = \text{弧餘弦}\frac{1+3\text{寅}}{2}\cdots\cdots(十甲)$$

極大排擠力ハ左ノ公式ニテ得ラル

$$\text{平}_{\circ} = \text{重丞}^2\left\{(1+\text{寅})\text{壬}_{\circ}\text{餘弦}^2 - \frac{\text{壬}_{\circ}\text{餘弦}^2}{2} - \frac{\text{壬}_{\circ}\text{壬}_{\circ}\text{餘切}}{2}\right\}\cdots\cdots(十一)$$

而メ此合成點ノ頂上以下ノ深サ次ノ公式ニテ與ヘラル

$$\text{天}_{\text{希}} = \frac{\text{丞}^2}{\text{平}_{\circ}}\text{永}_{\text{壬}_{\circ}}^{90^{\circ}}\text{迫}_{\text{地}}\text{壬正弦}(1-\text{壬餘弦})\text{イ壬}\cdots\cdots(十二)$$

第伍例　外曲氷平ナル圓狀截片肋材ニ於テ壬ヲ起點ニ於ル穹窿ノ傾斜、咄ヲ起點ニ於ル鉛直荷力トシ其他ヲ前例ノ如シトス

第一項　壬。$\rangle$又イ$=$壬$-$ナンハ

$$\text{平}_{\circ} = \text{咄}\text{-壬}\text{-餘切}\quad \text{天}_{\text{希}} = \text{丞}(1-\text{壬}\text{-餘弦})\cdots\cdots(十三)$$

第二項　壬。$\rangle$壬$-$ナンハ第肆例ノ如ク平。及ヒ迫$_{\text{地}}$ヲ求メ而メ

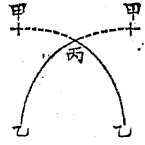
$$\text{天}_{\text{希}} = \frac{1}{\text{平}_{\circ}}\left\{\text{丞}^2\text{永}_{\text{壬}_{\circ}}^{\text{壬}_{\circ}}\text{迫}_{\text{地}}\text{壬正弦}(1-\text{壬餘弦})\text{イ壬}+\text{丞咄}\text{-壬}\text{-餘切}(1-\text{壬}\text{-餘弦})\right\}(十四)$$

第陸例　外曲氷平ナル半橢圓肋材　半圓肋材ノ其半徑ノ半橢圓肋材ノ昇

高ニ等シクメ其外曲ノ頂上以上ノ高同シキ者ヲ臆想メ第肆例ノ如ク半圓肋材ノ平ト天平ヲ求メ排擠力ハ第百三十四章ノ如ク變容ノ原理ニテ求ムヘキナリ

然レ𪜈楕圓十全肋材ノ最良ナル形ハ靜水窩窿ノ形ナリ是ハ甚タ半楕圓ニ似テ之ト交換スルニ足ル者ナリ

○第百三十九章　尖點肋材(Pointed rib)　線狀窩窿カ第百二十一圖ノ如ク丙點ニ會スル乙丙、丙乙ノ如ク二箇ノ弧線ヨリ成ルキハ尖點窩窿ヲ成シタル二部分ノ曲線ノ丙點ヨリ各自ニ甲、甲ナル頂上マテ開キタル甲丙、丙甲ナル二弧ノ上ニ分布セリト見做セル者ニ等シキ荷力ヲ丙點ニ集ムヘキニハ平衡ノ爲ニ肝要ノ事ナリ

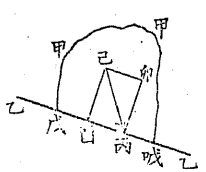


第百二十一圖

石造窩窿ニ於テ荷力集中(Concentration)ノ不要トナルハ如何ノ摸樣ニメ然ルヤ「疊石」ノ卷ニ之ヲ示スヘシ

○第百四十章　木頭ノ安危(Stability of blocks)(機應、二〇五、二〇六)　平坦ナル接際ニ於テ他物上ニ承ケタル單木頭ノ安危ノ狀ハ斯クノ之ヲ約ス

第百二十二圖ノ甲甲ハ上塊乙乙ハ支持物ノ部分、戊戚ハ接際、丙ハ其壓心己



第百二十二圖

丙ハ接際上ニ偏布セル全壓力ノ合成、卯丙、酉丙ハ各自ニ接際ニ垂直及ヒ平行ナル分力ナリ、然レハ安危ノ狀次ノ如シ」

第壹　木頭ノ滑脫セサランカ爲ニ壓力ノ斜傾ハ息角ヲ越ユ可ラス(第百十章ヲ見ヨ)尙細言スレハ

∠己丙卯＜ 參 . . . . . (一)

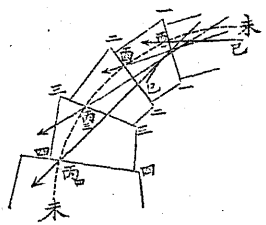
第貳　木頭顚覆ノ危殆無ランカ爲ニ接際ノ形象心ヨリ壓心ノ偏倚スル量、ト接際ノ此二心ヲ過クル全徑ノ長短ト相有スルノ比準ハ一定ノ分數ヲ越ユ可ラス、此分數ノ量ハ疊石論ニ於テ講明セル摸樣ニ隨ヒ八分ノ一ヨリ八分ノ三マテ變ス

此第一狀ヲ摩擦ノ安危ト名ケ第二狀ヲ位置ノ安危ト名ク

一連ノ木頭卽チ一連ノ層段互ニ相壓メ各一木頭ト見做スヘキ程ニ堅固ナル者ヲ編合セル構造ニ於テハ各接際ニ於テ安危ノ二狀共ニ之ヲ全ウセサル可ラス

第百二十三圖ヲ右ノ構造ノ平面接際ノ者ナル一、一、二、二、三、三、四、四、ナル一部ヲ表スル者トセン

第百二十三圖



一ナル接際ノ丙ナル壓心及ヒ丙ナル矢ニテ示スカ如ク此壓力ノ總計及ヒ方向ヲモ知レル者ト想像シ此ト一二二一ナル木頭ノ重ヲ合セ尙ホ此木頭上ニ働ク他ノ外力ヲモ合併スル此合成力ハ二二ナル接際ニテ抗抵ニ逢フヘキ壓力全計ナリ其大小方向及ヒ位置ヲ定メテ之ヲ與フヘシ而メ丙ナル壓心ニ於テ接際ニ交ハル、此法ヲ續行スレハ逐次若干ノ接際ノ丙丙等ナル壓心ヲ求ムヘク又其接際ニ働ク合成壓力ノ方向大小ヲモ求ムヘシ

就レニテモ或ル接際ニ於ル合成壓力ノ大小位置及ヒ之ニ次テ此接際ニ於ル壓心モ單ニ其接際ニテ構造ノ分レタル部分ノ一箇ニ働ク一切諸力ノ合成ヲ取レハ則チ求メラルヽナリ

諸接際ノ壓心時トメハ抗抵心ト名ケテル第百二十三圖ノ未未ナル虛線ノ如キ一切ノ抗抵心ニ亙レル線ハモーズレイ氏ヨリ抗抵線ノ名ヲ領セリ而メ此人又多クノ例ニ於テ此線ノ形ヲ表スル方程式ヲ算定スルノ法及ヒ必用ノ設題ノ解ニ之ヲ應用スルノ法ヲモ示セリ

合成壓力ヲ表スル直線ハ盡ク平行シ或ハ盡ク一直線中ニ存シ或ハ盡ク一點ニ交ハルヘシ然レ𪜈尙普通ノ例ハ其諸直線多邊形ノ如ク一連ノ諸點ニ相交ハルニ在リ第九十五圖（按百二十三圖ノ誤）ノ巳巳ノ如ク其多邊形ノ諸邊ニ觸ルヽ曲線ヲモーズレイ氏ハ「壓力線」ト名ケリ

安危ノ狀ヲ全フスル爲ニ抗抵線及ヒ壓力線ノ必有スヘキ性質次ノ如シ

位置ノ安危ヲ全フスル爲ニ抗抵線ノ或ル接際ノ形心ヨリ偏スルノ量ハ其偏

倚ノ方向ニ量リテ接際ノ全徑ノ一定分數ヲ越ユ可ラス

摩擦ノ安危ヲ保スル爲ニ各接際ニ直向ノ線ト接際ノ抗抵線ヲ貫ケル壓力線ノ切線トニテ息角ヨリ大ナル角ヲ爲スコトアル可ラス

設ケタル平面接際ニテ支持セシ一物若ハ一構造ノ安定力ハ接際ノ抗抵心ヲ安危性ニ恰當ノ制限位置ニ移サンカ爲ニ其物若ハ構造ノ重量ノ外ニ尙其一鉛直面ニ施サヽル可ラサル力ノ偶力ナリ而メ其物若ハ構造ノ重量ト其重心ヲ過クル鉛直線ヨリ基底若ハ支持接際ノ抗抵心ノ制限位置マテノ水平距離トノ相乘ニ等シ、此施用セル偶力ハ一架工若ハ穹窿ノ構造ヲ排擠スル力或ハ流體若ハ土塊ノ構造ヲ壓ス力幷ニ此橫力ト同等反對平行ノ正ク反對セサル接際ノ抗抵力ヲ以テ成ル

○第百四十一章　木頭構造ノ變容（機、應、二〇八、二〇九）　木頭ヨリ編合セル構造ニメ一系ノ諸線ニテ表セル諸力ノ作用ヲ受クルトキ位置ノ安定ヲ存スレハ一構造ト其形象原トノ構造ノ平行象ナル者ハ原系ノ諸線ノ相應平行象ニテ表セル諸力ノ作用ヲ受クルトキハ又位置ノ安定ヲ存スヘシ、此新構造ノ壓心モ原構造ノ壓心ノ平行象ナリ

變容ニ由テ成レル新構造ノ摩擦ノ安危ヲ保スルノ狀如何ノ疑問ハ關涉ナキ一問題ナリ

木頭構造ノ安危ノ原理ノ應用ハ疊石ノ卷ニ於テ詳說スヘシ

○第五款　材料强弱總論

○第百四十二章　拉毀（Strain）逼迫（Stress）强弱（Strength）作用荷力（Workingload）（機、應、二四四）　此款ハ構造ヲ計ルヲ起レル疑問ニ關スル限內ニ於テ物料强弱ノ原理ノ要略ヲ含有ス、規則ヲ設クルニ務テ境界ヲ狹小ニシ又其分解ヲ載セスヲ是レ常事ニ於テ廣濶ナル論說ニ從事スルノ不要ヲ避ケンカ爲ナリ而メ大抵皆既ニ機械應用篇第二編卷之三ニ屬シタル論說ヨリ引用畧舉セルナリ

一構造中ノ或ル材片ニ施シタル荷力卽チ合併諸外力ニ由テ拉毀卽チ全材片

ノ體容形狀及其各分子ノ體容形狀ノ變化ヲ起ス是ハ其分子間ノ逼迫ト相和メ起ルナリ逼迫ハ此荷力ノ材片ヲ損傷破摧セントスル作用ニ抗抵ノ與起セル諸力ノ合併ナリ荷力續々增加スレハ終ニ或ハ摧片トナリ或ハ(其材料甚强靱ニメ撓ミ易ケレハ)其實ニ摧片トナリシト同ク用ニ堪ヘサル程ノ損傷ヲ致ス

一物ノ極度强力(Ultimate strength)即チ破碎荷力(Breaking load)トハ或ル特種ノ狀ニテ摧片トナサントス要スル荷力ノ謂ナリ試驗强力(Proof strength)即チ試驗荷力トハ安全ニ材料ノ强力ヲ存シ之ヲ損ハスメ特種ノ最大拉毀ヲ成ントス要スルノ荷力ナリ物ノ試驗强力ヲ越エタル荷力ハ忽チ之ヲ摧片ト成サヽルモ永ク連用シ或ハ屢反復スレハ俄然トメ破摧ス

鉄道構造用鐵諸委員屢一荷物ヲ用捨シ其効果ヲ實驗スルヿ數十次ニ及ヘリ其一般ノ結果左ノ如シ

鑄鐵杆ニ直接ニ横打撃ヲ施シ每撃ニ極度屈曲(卽チ今將ニ破摧セントス

ルノ屈曲)ノ三分ノ一ヲ起セハ四千回ノ打撃ヲ受クルモ其强ヲ損スルヿナシ然レ𪜈其度極度屈曲ノ半ニ至レハ每杆第四千回ノ打撃ヲ受クルニ及ハスメ挫折ス

直チニ轉向輪(Cam)ヲ用ヰテ鑄鐵杆ヲ屈曲シ極度屈曲ノ三分ノ一ニ至ラシムレハ十萬回ノ屈曲ヲ受クルモ其强ヲ損スルヿ無シ然レ𪜈每曲ノ度極度屈曲ノ半ニ至レハ九百回ニ至ラスメ挫折ス

錬鐵杆ニテハ旋回轉向輪(Revolving Cam)ヲ用ヰテ屈曲セシムルニ每曲ニ重學ノ法ニテ施シ永久ノ大屈曲ヲ起スヘキ重量ノ半ヲ用ヰテ逐次一萬回ニ至ルモ著シキ効果ヲ見ス

フェイルヘイルン氏ノ錬鐵梁上ニ行ヘル震盪作用(Vibratory action)及ヒ荷力ノ永ク連續セル變化ニテ其効果ヲ實驗セル新法漸ク進歩セリ此諸實驗(其頃迄ニ爲シタル)ヲ千八百六十年六月ニ阿斯佛(オックスホルド)ノ會社ニ贈與セリ其結果ノ要略左ノ如シ

此實驗ニ用サタル梁材ハ錬鐵板ヲ鉸合セル者ナリキ

荷力ノ重サ破摧量ノ約ノ四分ノ一ナリシヨリ逐次五十九萬六千七百九十回ノ施用ニ抗抵メ著キ變狀ヲ呈セス

次ニ荷力ヲ增メ破碎量ノ約ノ七分ノ二トシ之ヲ施スニ四十萬三千二百十回ニ至テ永久變形(Permanent set)ノ稍增加スルヲ示セリ

尙荷力ヲ增メ破摧量ノ五分ノ二トシ施用五千百七十五回ニ至リシヨリ挫折セリ

荷力ノ施用毎ニ震盪ト撞着ニ由テ著キ拉毀隨ヒ來レリ

構造ノ各材片上ノ作用荷力ハ實驗メ定メタル一定率ニ由テ試驗強度ヨリ之ヲ減損シ以テ不虞ノ禍害ニ備フ可シ

各凝體ノ强度ノ相異ナルニ猶拉毀若ハ破摧ノ狀ノ相異ナルカ如シ左ノ如ク分類ス

荷力施用法　拉毀　破壞

縱　張大(Extention)……迸裂(Tearing)
　　縮小(Compression)……壓挫(Crushing)

橫　扭歪(Distortion)……偏裂(Shearing)
　　糾綯(Twisting)……拈斷(Wrenching)
　　屈曲(Bending)……橫碎(Beaking-across)

○第百四十三章　無難乘子(Factor of safety)(機應、二四七)トハ別ニ分類スルニ非レハ破摧荷力ノ作用荷力ニ越エタル比準ノ義ナリ

無難乘子ヲ定ムルニハ死荷力ト生荷力ノ區別ヲ爲サヽル可ラス死荷力トハ堆積ノ度分明ナラス永存スル荷力ニメ構造自家ノ重量ノ類、生荷力トハ不時ニ堆積シ震盪ヲ兼メル荷力ニメ鐵道橋ヲ過ル急行列車或ハ運動機關ニ興起スル力ノ類ナリ

フェイルベイルン氏ノ實驗及ヒ鐵材强弱委員ノ實驗及ヒ工師ノ實地ニ順從セル規則ヲ比較メ造レル左ノ表ハ無難乘子ニ付テ我輩ノ了知スヘキ純眞

ノ抜萃ナリ

	死荷力	生荷力
十全ナル材料及ヒ製造品ニ付テ……二		四
頁好尋常ノ材料及ヒ製造ニ付キ		
金屬ニ於テ……三		六
木材ニ於テ……四至五		八至十
疊石ニ於テ……四		八

作用荷力ノ一分ハ死ニメ一分ハ生ナルヒハ其各分ニ固有ノ無難乘子ヲ乘シ之ヲ相加フ此和ハ則チ之ニ材片若ハ構造ヲ適用セントスル所ノ極度荷力即チ破碎荷力ナリ

○第百四十四章　材片強弱試驗ノ實行ニ由ル者ハ目的トスル所ノ主意ニ隨ヒ二樣ノ法ニテ之ヲ行フヘシ

壹　材片ノ後來ニ用ウヘキ者ハ試用荷力ヲ制限シテ其強ヲ損スルニ至ラシムル可ラス再言スレハ極度強力ノ三分ノ一ヨリ半マテナル試驗強度ヲ越ユ可ラス、概メ作用荷力ノ約ッ二倍ヲ以テ足レリトス試用荷力將ニ試驗強度ニ及ハントスルヒ注意メ震盪及撞着ヲ避クヘシ

貳　材料ノ強弱確定ノ事ニ供用スルニハ材片ノ挫折ニ至ルマテ漸ヲ追テ荷力ヲ增加スヘシ十分精細ノ結果ヲ得ンタメ注意メ一時ニ少量ノ荷力ヲ加ヘ挫折點ニ近クルヒハ殊ニ注意ス可シ

試驗強度ヲ定ムルハ極度強力ヲ定ムルヨリ多時テ要シ煩念ヲ要ス、一材ノ試驗強度ヲ定ムル一近眞法ハ之ニ中等ノ荷力ヲ用井又之ヲ、捨テ再ヒ同荷力ヲ用井又之ヲ捨テ如此スルヿ逐次二三回ニメ之ヲ用ウル每ニ張大、縮小、屈曲、扭歪、糾綯等ニ由テ拉毀卽チ變形ヲ起サヽルヤヲ視ル、同荷力ノ反覆施用ニテ變形著ク增サヽレハ則チ此荷力ハ試驗強度ノ限內ニ在ルナリ、漸々荷力ヲ增加メ逐次ニ同法ニテ試驗スレハ終ニ之ヲ用井テ材片ノ變形ヲ增加スルノ荷力ニ達ス可シ此荷力ハ試驗強度ヨリ大ナルナリ試驗荷力ハ此

續行セル實驗中最後ノ荷力ト其直前ノ荷力ノ間ニ在テ唯一箇ヲ存ス
嘗テ永損(Set)即チ荷力ヲ除クノ後モ猶存スルノ變形生スルハ試驗強度ノ
其度ニ過キタル証ト想像セシカ𤼵ホドキンソン氏ハ此想像ノ誤レルコヲ
示シ多分ノ材料ニ於テ大抵如何ナル少量ノ荷力ニテモ永損ヲ生スルコヲ
証セリ
杆及ヒ梁ノ横碎ニ抗抵シ車軸ノ糾絢ニ抗抵スルノ強弱ヲ試驗スルハ既知
ノ重量ヲ直接ニ或ハ槓杆ニテ之ニ施スニ在リ
竿、鏈、繩ノ粘力及ヒ柱ノ壓挫ニ於ル抗抵力ヲ試驗スルニハ尚ホ有力錯綜ナル
機器ヲ要ス、最モ通用ノ裝置ハ流水壓器(Hydraurie press)ナリ、此ヨリ生スル迫
力ヲ算スルニ平安合頁(Safety valve)上ノ荷力ニモ抽水機把上(Pump handle)ニ
懸ケタル重體ニモ依頼スルコト能ハス須クボルドン氏測器(Gauge)ニテ確定
スヘシ、此考案ハ水壓ニテ鑵ノ力ヲ証スルニモ應ス
哥拉斯(グラスゴウ)哥ノ諸名家及ヒ此編者ノ行ヒタル實驗ヨリ杆ノ引張及ヒ縮小ノ試

驗ニ於テ流水壓器ノ沒入具(Plunger)ノ摩擦ノ爲ニ引張縮小共ニ此器ノ壓力
ヨリハ約ソ十分ノ一減却スヘキコヲ發見ス
流水壓器ヲ用ヰテ引張縮小ヲ度ルハ其最良ニ成レルモ尚僅ニ稍近シト謂
フ可キノミ直接實地ノ用ニハ此ニテモ足レリ然レ𤼵通則ノ精算法ニテハ
流水壓器ニテ試ムヘキ材片ノ甲端ニハ荷力ヲ用ウル𤼵乙端ハウール井ッチ
ノ海軍倉庫ニテ用井且バルロウ氏ノ著書中材料強弱篇ニ詳記セル如ク合
併槓杆法ニテ荷力ニ抗抵セシメ以テ之ヲ秤量スヘキナリ
○第百四十五章　強弱ノ係數卽チ模數(Moduli)トハ逼迫ノ烈度ヲ表スル數
ナリ一材片此烈度ノ爲ニ拉毀シテ崩壞スル此烈度ヲ表スルニハ物ノ分子ノ
始ニ此力ニ順從セル一層段ノ截斷面積毎一箇ニ付テ働ク力ノ重量ヲ稱ス
ル原位數ヨ由ル、不列倒ニ於テ材料ノ強弱ヲ表スルニ用ウル烈度ノ常用原
位數ハ方一寸ニ於ル常量斤ナリ他ノ原位ニ付テハ第百六章ヲ見ヨ
強弱係數ノ種々ナルハ猶物ヲ破壞スル狀ノ種々ナルカ如シ其用法ハ後ニ

詳說シ其量ノ表ハ此書末ニ出ス

強弱係數同種ナルモ猶物ニ施シタル迫力ノ方向ニ由テ變ス故ニ過半ノ木材ノ粘力即チ迸裂ニ對スル抗抵力ハ橫纖維ニ比スレハ縱纖維ヲ迫テ發起セル引張ニ對メ甚大ナリ

○第百四十六章　強靱(Stiffness)即チ剛堅(Rigidity)柔軟(Pliability)其模數卽チ係數　強靱性卽チ剛堅性ハ凝體ノ有スル所ニメ其形ヲ變セントスル力ニ抗抵スルノ性ナリ逼迫ノ烈度ノ此レト相離レサル拉毀卽チ變形ニ於ル比準ヲ取テ強靱性ノ模數卽チ係數ト名ケ此ヲ以テ之ヲ表ス又拉毀ハ一物ノ或ル大小ノ變化ヲ其大小ノ原ノ長サニテ除シ以テ一ノ數トメ之ヲ表ス構造ニ用ウル多分ノ物體ニ於テ強靱性ノ模數ハ必不變ニハ非レトモ試驗強度ヲ踰エサル迫力ニテハ大抵不變トスヘシ

強靭性ノ模數ノ互數ハ柔軟性ノ模數ト名クヘシ尙細言スレハ

強靭模數＝逼迫烈度／拉毀

柔軟模數＝拉毀／逼迫烈度

強靱性ノ各異摸數ノ用法ハ後ニ詳說シ其量ノ表ハ此書末ニ之ヲ揭ク

○第百四十七章　凝體ノ彈力(Elasticity)(機應)(二三六至二三八)(二四三)(二四八至二六三)ハ強靱性卽チ變形ノ抗抵力ニ兼テ其拉毀スル力去レハ原形ニ復スルノ勢力ヲ以テ成ル此復舊十全ニメ眞復ナレハ其物ヲ「十全彈力體」ト云ヒ拉毀力去ルノ後永損卽チ永久ノ變形ヲ殘セハ其物ヲ「不全彈力體」ト云フ流體ノ彈力ハ特扱ノ十全ナリ而メ多クノ凝體モ其迫力ノ試驗強度ヲ越ユルヿ無レハ殆ド十全ナリ而メ迫力ヲ十分ノ小限界ニ限ルヒハ著ク十全ノ者トナスヘシ

彈力ノ模數卽チ係數ハ迫力ヲ限制メ強靱性ノ各摸數ノ量ヲ著ク不變ナル

程ニスレハ則チ此模數ノ量ナリ、爰ニ質分同等ナル凝體ニ於テ彈力ノ不羈係數(Independent co-efficients)二十一箇アルコトヲ示スヘシ（千八百五十六年七年ノ理學事業書ヲ見ヨ）就レノ方向ニ於テモ彈力同等ナル凝體ニ於テハ之チ約メ二箇ト爲スヘシ卽チ直彈力卽チ直延長短縮ニ於ル抗抵力ノ係數及ヒ扭歪ニ於ル抗抵力ノ係數是ナリ

此ニ擧クル者ハ彈力體ノ內部ノ平衡ノ普通問題ナリ、凝體ノ不羈形狀、其彈力係數ノ量、其分子上ニ働ク引力、及ヒ其表面ニ施シタル迫力チ設ケテ其形狀ノ變化及ヒ一切諸分子ノ拉毀チ求メシムル此設題チ解クニハ想像ニテ其凝體チ極微ノ分子ニ分チ其形チ矩形トシ之チ矩形縱橫線ニ照スチ常トス或特別ノ諸例ハ球狀圓壔狀若ハ他ノ曲形縱橫線チ用ヰテ其容易ニ解カルヽナリ、普通ノ問題ハ極メテ錯綜シ未タ實地有益ノ形ニ於テ其解チ得サリシ然レモ實地ニ現ハレ且此款中ノ設題ニ關涉スルノ諸項ハ其狀ニ比メ簡單ナル近眞法ニテ解キ得ヘク以テ精細トスルニ足ル、此近眞法ハ多ク第百二十二章ノ架工ニ用ウル爲ニ詳解シタル「截斷ノ方法」ト同樣ナリ、今意中ノ物體チ想像ノ截斷平面ニテ分ツテ二分ト爲スト見做シ此二分ノ一方ニ働ク外力及ヒ偶力チ算ス此二力共ニ想像平面ニ於ル全迫力ヨリ生スル諸力及ヒ偶力ト同等反對ナラサル可ラス、而メ其直向偏向ナル迫力ノ分賦ニ就テハ正眞ナラサレハ最モ近眞トスルニ足ルヘキ實驗ニ因リ或ハ推理ニ因リ或ハ此兩事ニ因テ識ル所ノ或ル定法チ取ルナリ

內部ノ平衡ノ方程式チ用ウル精密ノ考究法ハ一二ノ相比メ簡單ナル例ニ於ルノ外從來唯尋常近眞法ノ精粗如何チ定ムルノ一方法トメ用ヰタルノミ

○第百四十八章　反歸力(Resilience or spring)（機應、二四四）ハ設ケタル一材片上ノ試驗迫力(Proof stress)ノ發生ニ要スル機械作用ノ數ニメ方ニ試驗拉毀卽チ變形ト此拉毀チ生スルノ間ノ働ク所ノ平均荷力トノ相乘ナリ尙細言スレハ殆ト試驗荷力ノ半ニ等シキチ常トス

○第百四十九章　拉伸及ヒ迸裂ニ於ル杆ノ抗抵(機應、二六五至二六九)　直向平等ノ引張ニ直接セル杆ノ極度強力即チ破碎荷力ハ杆ノ横斷面ノ積ト其材料ノ粘力トノ相乘ナリ

$$\text{啞} = \text{力面}$$

啞ヲ以テ破碎荷力ノ斤量ヲ表シ

面ヲ以テ横斷面積ノ方寸ノ數ヲ表シ

力ヲ以テ粘力ノ方寸上ニ働ク斤量ヲ表ス然レハ

$$\text{啞} = \frac{\text{面}}{\text{力}} \quad \cdots\cdots\cdots\

歸力ノ模數ト名ク

力面中ニ即チ杆ニ施シタル試驗荷力ノ半ノ俄然牽曳ハ同荷力ノ漸次施用ヨリ生スル力ヲ中和ナル全試驗拉毀ヲ生スヘシ是一處ノ間ニ力面中ニナル不變力ノ作用ヨリ成レル行爲ハ同處ノ間ニ○ヨリ面力マテ同率ニテ增加スル力ノ作用ヨリ成レル行爲ト同シケレハナリ此ニ由テ杆ノ一牽曳ノ俄然施用ニ抗抵スルニハ同牽曳ノ漸次施用ト牢住作用ノ抗抵ニ要スル强度ノ二倍チ有セシコチ要ス

粘力及ヒ各種實體ノ直彈力ノ模數ノ表ハ此書末ニ之チ揭示ス

○第百五十章　圓壽狀ノ鑵(Boiler)及ヒ管(Pipe)機應(二七一)

至チ高壓汽鑵ノ殼皮ノ如キ中虛薄鑵ノ半徑

厚チ殼皮ノ厚薄

力チ材料ノ每方寸ニ付粘力ノ斤數

迫チ殼皮チ破ラント要スル每方寸ニ於ル壓力ノ烈度ノ斤數トス是ハ有効作用壓力ノ六倍ト見ル可シ有効壓力(Effective pressure)トハ外壓ト比ノ內壓ノ過量チ謂フ外壓ハ通例蒙氣ノ壓力ニメ方一寸上ニ十四斤七ナリ

然レハ　$迫 = \frac{力厚}{至}$ ……(一)

而メ厚薄ノ半徑ニ於ル固有比例ハ左ノ公式ニ由テ之チ與フ

$$\frac{厚}{至} = \frac{迫}{力} \quad \cdots\cdots(二)$$

○第百五十一章　球狀殼(Spherical shell)ハ「卵底狀」圓壽鑵底汽屋頭(Tops of stemdomes)ノ類ニメ同半徑同厚ノ圓壽殼ニ比スレハ其强二倍ス

球缺狀ノ殼アリ是ハ其基脚ニ突緣チ有シ之ニ釘メ一圓壽殼或ハ他ノ球狀殼ト相接着スル者ト思想スヘシ

至チ球ノ半徑ノ寸數

至チ球缺殼ノ圓壽脚ノ半徑ノ寸數

迫pヲ方一寸上ノ破裂壓力ノ斤數トス

然レハ突緣(Flange)ヲ保持セル釘ノ數及ヒ大小ハ之ヲ分散逆裂スルニ要スル荷力ヲメ盡ク左ノ如クナラシムル程ノ者ナラサル可ラス

$$3.1416rtp \quad \text{迫} \quad \cdots\cdots\cdots\

○第百五十四章　横方柔軟性(Lateral pliability)立方縮小性(Cubic compressibility)

杆ノ四邊空豁ナルヒ其兩端ニ引張力ヲ施セハ其厚ヲ減メ長ヲ增シ又兩端ニ壓力ヲ施セハ其厚ヲ膨大シ長ヲ短縮ス、此ノ「横方柔軟性」ト名クヘキ性質ハ十全流體ニ於テ最大廣濶ニメ最微ナル縦方迫力ニ遇フモ其分子忽チ横方ニ廣張スル而メ形狀尤モ變シ難キ凝體ニ於テハ此性質尤モ微ナリ

一實杆アリ試ミ方法ニテ其横方大小ノ變化ヲ保護シ且之ニ抗抵スレハ縦方逼迫ニ逢フヒ横方空豁ナルニ比スレハ此迫力ニ任スルヿ小ナリ別語ニテ言ヘハ縦方ノ强靱性增加シ今將ニ擧ル所ノ數學式ノ如キ定則ニ從フ、其强度モ亦增加スト雖ヒ其比例ノ如何ニ至テハ未精細ニ知ル可カラス

迫ニテ縦方迫力ノ一制限ヲ越エサル烈度ヲ表ス强靱模數ハ此制限以內ニ在テ不變ナリ而メ其杆横方大小ヲ變スルニ自由ナラハ

$$\text{迫} = \frac{\text{彈}\cdot\text{徑}}{\text{迫}\cdot\text{徑}}$$

ヲ以テ原ノ長短ノ分數ヲ表シ此ニ由テ其長短ヲ變スル者トス而メ

$$\text{尤} = \frac{\text{迫}}{\text{徑}}$$

ハ原ノ全徑ノ分數ナリ此ニ由テ其長サニ反スル向ニテ全徑ヲ變スル者トス然レハ得ルトコロ左ノ如シ

$$\text{迫} = \text{呷角} - \text{叱尤} \quad \cdots\cdots\cdots\

方一尺上ノ斤稱ナル呷＝$\frac{重速^2}{32.2}$

其物ノ横方大小ノ小ナルヰ此公式ノ結果ハ呷ノ量ト彈ノ量ノ間ニ在リ」實積ノ變化ニ於ル抗抵力ハ前ニ記セル係數ト左ノ關係ヲ存ス、迫ヲ一物ノ全表面ニ施セル壓力若ハ引張力ノ平等烈度トシ房ヲ原ノ實積ノ分數トシ此ニ由テ實積增減スル者トス然レハ立方彈力左ノ如シ

$$迫 = \frac{呷 + \frac{2}{3}叱}{房} = \frac{3徑 - 6彈}{徑彈} \quad \cdots\cdots\cdots\

方寸上ノ斤量ニ於ル横改
＝
實物ノ立方寸ノ重量

○第百五十六章　偏裂及ヒ扭歪ニ於ル抗抵(機應)(二七八至二八一)　構造ニ於テ發現スル許多ノ例ハ板、杆、梁、鏈枝ノ如キ首要材片ノ直牽曳ニ歸スル者ナリ互ニ其接際ニ於テ鉸釘(Rivets)栓釘(Bolts)針釘(Pins)尖鐵(Keys)螺釘(Screws)ノ如キ固定具ヲ以テ相接合スル是ナリ是レ偏裂力ノ作用ヲ受クレハ甲部ヲ乙部上ニ滑輸シ以テ崩壞セシムルニ至ル者ナリ

此章ハ一物ニ働ク偏迫(Shearing stress)ノ方向モ烈度モ共ニ平等ナル諸項ノミヲ論ス烈度ノ變化アル逼迫ノ効果ハ屈曲ニ於ル抗抵力ノ條ニ論ス屈曲ハ概メ斯迫力ヲ兼ヌレハナリ又方向モ烈度モ共ニ變化アル逼迫ノ効果ハ扭撚(Tortion)ニ於ル抗抵力ノ條ニ論ス

此迫力ノ平等分布ヲ保スルニハ鉸釘若ハ他ノ固定具ヲ其孔穴内ニ密合嵌定シ以テ其面ノ摩擦ヲメ少ナクモ偏迫ト同烈度ナラシメンコトヲ要ス、此狀ヲ遂クルヲハ此迫力ヲ表スルニ單ニ力ノ一面ヲ以テスヲ可シ其力ハ偏迫面ハ之ニ抗抵スルノ面積ナリ

第百八章第二條ニ述タル偏迫ト直迫ノ關係ノ故ヲ以テ物體ガ或ハ偏裂力ノ向ト平行セル面ニ於テ眞ノ偏裂ニテ崩壞シ或ハ此力ト四十五度ノ向ニ於テ迸裂ニテ崩壞ス

偏迫ハ物ノ强靱性ノ模數明ニ不變ナルノ境界ヲ踰エサレハ其作用ヲ受ル物體ノ扭歪ヲ起ス白ヲ元來方形ナル菱柱狀分子ノ四方ニ之ヲ扭歪スル程ニ施シタル偏迫ノ烈度トシ室ヲ菱體ノ扭歪角ト直角ノ較ノ切線ニテ表セル扭歪トス然レハ

$$\text{扭歪} = \frac{\text{迫}}{\text{模數}} \quad \cdots\cdots\cdots\

シ亢ヲ他ノ對角線ノ短縮トス然レハ其扭歪左ノ如シ

$$\text{歪} = \text{角} + \text{亢}$$

單ナル係數ハ百五十四章ニ記載セル係數ト左ノ狀ニ於テ切要ノ關係ヲ存ス

$$\text{甲} - \text{乙} = \frac{\text{彈徑}}{2(\text{徑} + \text{彈})} \quad \cdots\cdots\cdots\

乾木ノ柱、杆、抗材其長約ノ全徑ノ二十倍ニ過キサル者等ナリ

〃 唯チ材片ノ壓挫荷力トシ

〃 面チ横斷面積ノ方寸ノ數トシ

〃 力チ材料ノ壓挫ニ抗抵スル方一寸上ノ力ノ斤數トス然レハ荷力平等ニ分賦スレハ

$$\text{荷} = \text{力面} \quad \cdots\cdots\cdots\

貳　正方高^{2}

參　楕圓　不偏軸廣^{a}　他軸高^{b}　$\frac{8}{3}$高

肆　正圓　全徑高^{a}

伍　中虛矩形　外大廣^{a}　内大廣$^{a'}$　$\frac{6\text{廣}(\text{高}\text{廣}-\text{高}'\text{廣}')}{\text{高}^{3}\text{廣}-\text{高}'^{3}\text{廣}'}$高

高^{b}　高$^{b'}$　不偏軸廣^{a}

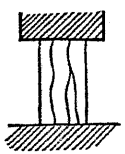
陸　中虛正方、高^{b}—高$^{b'}$　$\frac{6\text{高}}{\text{高}^{2}+\text{高}'^{2}}$

漆　圓環　外徑高^{a}　内徑高$^{a'}$　$\frac{8\text{高}}{\text{高}^{2}+\text{高}'^{2}}$

壓心ノ偏倚ヲ制限シ其何ノ部ニモ引張力無ラシムル程ナルヲ勸ム可キヿ屢之レアリ疊石ニ於テ殊ニ然リ此狀ヲ遂ルハ最小壓力ガ正若ハ空ニメ最大迫力ガ平均迫力ノ二倍ヲ踰エスメ$\overline{\text{ab}}$面小ナルニ在ル可シ又此故ニ今例ヲ擧テ量ヲ與ヘタル數ノ互數ト左ノ狀ヲ爲スニモ此ヲ遂ルヘシ」

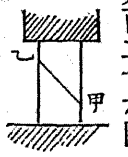
表ニ示スカ如キ直壓挫ノ抗抵力ノ模數ハ粘力ニ由テ屢〻著ク相異ナリ此相異ノ性質及ヒ數量ハ首トメ壓挫發現ノ摸樣ニ關ス今此ヲ分類スルヿ左ノ如シ

壹　壓挫ノ縱裂ニ由ル者(第百二十五圖)ハ殆ト三角柱狀ノ數多ノ碎片トナリ滑澤面ニ由テ分離スル概メ其向ハ殆ト荷力ノ向ト平行ス是レ化硝煉化石(Vitrified brick)ノ如キ硝子質ノ質分同等ナル堅キ實體ノ徵ナリ



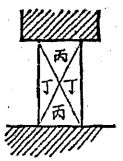
第百二十五圖

貳　壓挫ノ偏裂ニ由ル者卽チ分離面ニ隨ヒテ塊團(ブロシク)ノ諸部滑脫スル者ハ鑄鐵及ヒ多クノ石及ヒ煉化石ノ如キ花崗石質ナル物體ノ徵ナリ時トメ第百二十六圖ノ甲乙ノ如ク單一ナル平面狀ニ滑脫シ時トメ第百二十七圖ノ丙丙ノ如ク二箇ノ圓



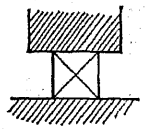
第百二十六圖

第百二十七圖



錐或ハ三角柱ヲ爲シ此二箇相押メ丁丁ノ如キ周圍ノ數ノ楔狀片ヲ外方ニ迸裂排出ス又時トメ第百二十八圖ノ如ク塊圍迸裂メ四箇ノ楔狀片トナル

第百二十八圖



偏裂ノ面ハ壓挫力ノ向ト一箇ノ角ヲ爲ス是レホッドキンソン氏(始メテ十分ニ此諸現象ヲ考究セシ人ナリ)材料ノ種類ト性質ニ因テ其度數ノ異ナルヿヲ發見セリ譬ヘハ其質相異ナル鑄鐵ニ於テ此角四十二度ヨリ三十二度ノ間ヲ變遷スルカ如シ此偏迫ノ最大烈度ハ壓挫力ノ向ト四十五度ナル平面ニ在リ而メ偏裂ノ平面此角ヨリ偏スルハ偏裂ニ抗抵スル力ガ偏裂ノ平面ニ於ル直壓力ニ關係セサル純粹ノ固着力(Cohesive force)ノミニ非スメ其一分ハ直壓力ノ烈度ト共ニ增進スル摩擦力ト同質ノ一力ヨリ成ルヿヲ示ス

ホッドキンソン氏ハ實體ノ直壓挫ニ對スル眞ノ抗抵力ヲ定ムルニ偏裂ニ由テ材料分剖ノ自由ナランカ爲ニ諸塊圍ノ長徑ノ比例三ノ二ニ於ルヨリ少ナカラサル者ニテ實驗スヘキヿヲ考ヘタリ其徑ト比例メ短キ塊圍ヲ壓挫スレハ其壓挫ヲ受クル平坦面ノ摩擦力其諸部ヲ保持スルノ著キ効力ヲ有シ偏裂力ノ之ヲ分離スルヲ抗拒ス此故ニ其物ノ現在ノ强度ハ其實强度ノ外ニ增加ス

一切諸物ノ縱裂偏裂ニ由テ壓挫スル者ハ其之ニ抗抵スル力著ク其粘力ニ越ユルヿ猶之ヲ表ニ示スカ如シ假令ハ鑄鐵ノ壓挫スル力ハホッドキンソン氏其粘力ノ六倍ヨリ稍多キヲ示セリ

參　壓挫ノ脹出(Bulging)ニ由ル者卽チ此壓挫ヲ受ル塊圍ノ橫方ノ膨脹(Swelling)及ヒ擴張(Spreading)ニ由ル者ハ鍊鐵ノ如キ柔撓粘强ナル物料ノ徵ナリ此性質ノ物料ハ壓挫力ヲ避クルノ狀漸々ナルカ故ニ精細ニ其抗抵力ヲ定ムルヿ難シ此抗抵力ハ概メ其粘力ヨリ少ナク時トメハ著ク微ナリ鍊鐵ニ於テ塊圍ノ直壓挫ニ抗抵スル力ノ殆ト精確ナル者ニテ其粘力ノ三分ノ二乃至五分ノ四ナリ

肆　壓挫ノ屈縮ニ由ル者ハ纖維質ナル物體ノ徵ニメ其纖維ニ隨ヒテ働ク排擠力ノ爲ナリ是ハ纖維ノ橫屈及ヒ綴鍛ヲ爲スニ成リ時トメハ縱裂ヲ兼ヌ是ハ木材鐵板及ヒ夫ノ脹出メ崩壞スル者ヨリハ長キ杆ニ發現ス纖維質物ノ壓挫ニ抗抵スル力ハ概メ其粘力ヨリ著ク少ナシ殊ニ其纖維ノ周圍固着力ガ粘力ト比メ弱キ者ニ在テ然リ、多種ノ木材ノ壓挫ニ於ル抗抵力ハ乾燥セルキ其粘力ノ二分ノ一乃至三分ノ二ナリ木材ノ濕濡ハ周圍固着力ヲ弱クシ抗抵力ヲ減メ乾燥セル時ノ大約ノ半トナス

○第百五十八章　壓挫ノ橫碎ニ由ル者ノ狀ハ其長ノ大ニ徑ニ越ユル諸柱及ヒ抗材ノ碎片ノ狀ナリ破碎荷力ヲ承クレハ橫方ニ萎靡シ梁材ノ橫荷力ヲ承ケタル如ク橫碎ス

破碎ノ此狀ノ定則ヲホッドキンソン氏實驗考究セリ左ニ擧クル者ハ其鑄鐵圓柱ニ適スル公式ナリ

其長ヶ全徑ノ三十倍ヨリ少ナカラサルキ實柱ニ於テ高ヲ全徑ノ寸數哌ヲ長ヶ

ノ尺數呷ヲ常倍數(Constant multiplier)トス然レハ

破碎荷力＝呷高$^{3.6}$÷哌$^{1.7}$ ……（一）

虛柱ニ於テハ高ヲ外徑高ヲ內徑ノ寸數トス然レハ

破碎荷力＝呷(高$^{3.6}$－高$^{13.6}$)÷哌$^{1.7}$ ……（二）

呷ナル係數ノ量左ノ如シ

	類數
圓端實柱ニ於テ(Rounded ends)	一四·九
定端實柱ニ於テ(Fixed ends)	四四·一六
圓端虛柱ニ於テ	一三·〇
定端虛柱ニ於テ	四四·三

一端ハ定着メ一端ハ圓ナル柱ノ强弱ハ兩端定着メ兩端圓ナル二柱ノ强弱ノ殆ト中數ナリ

全徑ノ三十倍ヨリ短ケレハ乙ヲ以テ前公式ニテ算セル破碎荷力ヲ表シ丙ヲ同截斷面積ノ塊團ノ壓挫荷力＝49噸×截斷面積ノ方寸ノ數トス然レハ

柱ノ實地破壞荷力$=\frac{4乙丙}{4乙+3丙}$ ・・・

所謂『角鐵』溝狀鐵『丁字鐵』『工字鐵』ノ類是ナリ斯類ニ於テ高ニ代フヘキ數ニ付テハ第三百六十六章ヲ見ヨ

錬鐵房(Wrought iron cells)ハ矩形管(概ネ正方)ニメ鐵板ヲ以テ四邊ヲ爲シ其隅ニ角狀鐵杆ヲ鉸定スルヲ常トス此單一ナル方房ノ板ノ厚サ房徑ノ三十分ノ一ヨリ少ナカラサルヒ四邊ノ屈縮若ハ屈曲ニ由ソル壓挫ニ抗抵スル力ハフェイルベイルン氏及ヒホッドキンソン氏ノ確定スル所左ノ如シ

鐵ノ截斷面方一寸ニ付二萬七千斤

然レヒモ數房ノ邊々相接メ成ル者ハ其强靭性增加メ排擠力ニ抗抵スルノ力左ノ量トナル

鐵ノ截斷面方一寸ニ付三萬三千斤ヨリ三萬六千斤ニ至ル

此係數ハ圓壕房ニモ之ヲ用ウヘシ

(四)(五)ノ方程式應用ニ關スル他ノ報告ニ付テハ第三百六十五章六章ヲ見ルヘシ此二公式ハ排擠力ノ作用線明ニ抗材ノ軸心即チ橫斷面ノ中心ヲ通スル直線ト合ズル諸項ノミニ應用メ精確ナルヿヲ思惟スヘシ作用線ガ抗材ノ軸心ヨリ偏スレハ左ノ變狀ヲ爲ス、天ヲ最大偏倚、丞ヲ橫斷面ノ圍繞圓ノ半徑(Radius of gyration)之ニ付テハ第三百六十六章ヲ見ヨ)トス然メ(四)(五)ナル各公式ノ法(Devisor)ニ左ノ數ヲ加フ

$$\frac{\text{天高}}{\text{丞}^2} \quad \cdots\cdots\cdots\

（又第百五十七章ヲ見ヨ）

○第百五十九章　崩入(Collapsing)ニ於ル抗抵力　薄虛圓柱ヲ外ヨリ壓セハフェイルベイルン氏ノ發見シタル殆ト左ノ定則ニ隨ヒテ變化スヘキ烈度(千八百五十八年ノ理學辨理書)又千八百六十年ノ工業有用報告第二類ヲモ見ルヘシ)ノ壓力ノ爲崩入シテ破壞ス

長サト轉比例

全徑ト轉比例

厚サノ函數ト正比例　是ハ指數(Index)ノ二・一九ナル力(Power)ト甚近似スト雖ヒモ尋常實地ノ目的ニテハ明ニ厚サノ平方ニ等シトメ論スヘシ

左ノ公式ニテ鐵板製ノ火管(Flue)ノ相抵接際(Butt-joint)ナル者ノ方一寸上ノ迫ナル崩入壓力ノ近眞片數ヲ求ムヘシ其長サハ長、全徑ハ徑、厚サハ厚ニメ其尺度ノ原位皆相等シキ者ニテ表ス

$$迫 = 9,672,000 \frac{厚^2}{長徑} \quad \cdots\cdots\cdots\

○第百六十章　梁材上ノ橫荷力ノ作用(機應、二八八)　梁材ノ總荷ト之ヲ支持スル二力トノ比例ヲ定ムルノ法如何ハ既ニ第百二十章ニ示セリ此章ニ於テハ荷物支持力相平行メ一平面ニ在ルノ例ノミヲ論スヘシ

第百二十二章ニ於テ想像平面ニ於テ分割セル架工ノ二片ニ由テ興起セル抗抵力ヲ其分割セル一方ニ働ク諸力及ヒ偶力ノ名目ニテ定ムルノ法ヲ示セリ

連續セル梁材上ノ橫荷力ノ効力ヲ定ムルノ法モ同樣ナリ只其異ナル所ハ今定ムヘキ截斷平面ニ於ル抗抵力ハ杆ノ軸ヲ追テ働ク定數ノ力ヨリ成テスメ種々ノ烈度ニテ働ク迫力ノ分賦セル者ヨリ成ルニ在リ而メ方向モ種々ニメ梁材ノ截斷面ノ諸點ニ在リ

此ニ次テ梁材ノ荷力ヲ鉛直ニ下方ニ働ク重量ヨリ成リ支持力モ亦鉛直ナル者ト思考ス梁材ノ長軸ハ施シタル力ニ垂直ナルヲ以テ其狀ハ水平ナル可シ、結局ニ至リテ梁材ノ軸ト施シタル力ノ方向ト互ニ垂直ナル間ハ此二線共ニ傾クノ諸項ニモ應用スヘシ

長軸中ノ一點ヲ取テ縱橫線ノ原點トシ此點ヨリ天ナル水平距離ニ於テ長軸ニ垂直ナル鉛直截斷面ニテ梁材ヲ分テ二部トナス者ト思考ス

叻ヲ荷力ト支持力トニ論ナク梁材ノ鉛直截斷面ヨリ左方ノ部分ニ働ク一切ノ鉛直力ノ合成トシ天ヲ此合成力ノ作用線ヨリ原點マテノ水平距離トス

梁材强クメ之ニ施シタル力ヲ支ユルニ足ル程ナレハ叻ト同等反對ニメ鉛直截斷面ニ分布セル(其狀ハ後ニ發現スヘシ)偏迫アリ而メ此偏迫若ハ鉛直抗抵力ト叻ナル合成力トニテ一偶力ヲ成スヘシ其計ハ

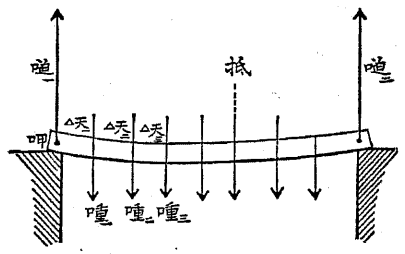
$$\text{偶} = \text{叻}(\text{天}'-\text{天}) \quad \cdots\cdots\cdots\

ヲ成サシメントス

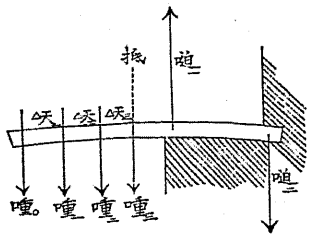
梁材ノ或ル㆒橫斷面ニ於ル㆒叻及ヒ㆒噸ヲ求ムル數學方法ハ其原理常ニ相同シト雖モ其細事ニ至テハ著シク變化スル所アリ左ニ擧クル所ハ全體ニ於テ之ヲ導クノ尤モ便利ノ法ナリ

第百二十九圖ハ兩端ヲ支持シ其間ニ載荷セル梁材ヲ表ス第百三十圖ハ一端ヲ支持定着シ其突出部ニ載荷スル者ヲ表ス㆒噸㆓噸㆓ハ何レニテモ支持力ヲ表ス第百二十九圖ノ㆒噸㆒㆓㆒㆔噸等ハ荷力ノ部分第百三十圖ノ㆒噸。ハ荷力ノ最端部分㆒噸㆒㆓㆒㆔噸ハ其餘ノ部分兩圖ノ△天㆒△天㆓△天㆔等ハ諸部ノ荷力ノ作用線ニテ分チタル梁材ノ水平軸ノ各部分ノ長サナリ

第百二十九圖



第百三十圖



此圖ハ離隔セル點ニ荷力ヲ施ス者トス然レドモ連續メ分賦スルドキハ梁材ノ或ル無限ノ短部分ノ長サヲ△天ニテ表シ長サノ每一個ニ於ケル荷力ノ烈度ヲ重ニテ表シ其總計ヲ重△天ニテ表ス

然レハ逐次進歩スヘキ施術法ヲ左ノ次序ニ分ツ

第壹序　支持力ヲ求ム　水平軸中ノ一便宜ノ點ヲ取テ縱橫線ノ原點トシ其力ガ離隔點ヲ過テ働ク者ナレハ原點ト合成荷力トノ距離ナル天。ヲ第九十七章第扒條ノ法ニテ求メ連續メ分賦セシ者ナレハ第百四章第伍條ノ法ニテ求ム尙細言スレハ

$$天_{\circ}=\frac{和\cdot天噸}{和\cdot噸}$$

又ハ

$$天_{\circ}=\frac{求天重イ天}{求重イ天} \quad \cdots\cdots\cdots\

然メ第百十二章ニ於ル如ク $\overrightarrow{\text{咀}}_{\text{二}}$ $\overrightarrow{\text{嚼}}_{\text{二}}$ ナル二支持力ヲ求ム尙細言スレハ $\overrightarrow{\text{天}}_{\text{一}}$ $\overrightarrow{\text{天}}_{\text{二}}$ ガ原點ヨリ支持點マテノ距離ナレハ其固有ノ號ヲ以テ公式トナス

$$\left.\begin{array}{l}\overrightarrow{\text{天}}_{\text{二}}=\overrightarrow{\text{天}}_{\text{二}}-\overrightarrow{\text{天}}_{\text{一}}\text{。和}\overrightarrow{\text{曈}}\text{(或ハ禾重イ天)}\\ \overrightarrow{\text{咀}}_{\text{二}}=\overrightarrow{\text{天}}_{\text{二}}-\overrightarrow{\text{天}}_{\text{一}}\text{。和}\overrightarrow{\text{曈}}\text{(或ハ禾重イ天)}\end{array}\right\}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\text{(三)}$$

第貳序　一連ノ截斷面ニ於テ偏裂力ヲ求ム　前序ニ於テ縱橫線ノ原點ノ如何ノ位置ニ在リシニ論ナク今ハ兩端支持梁ニ於テ支持點ノ一ヲ此トシ(第百二十九圖ノ如キ)一端定着梁ニ於テ定着點ヲ距ルヿ最モ遠キ點(第百三十圖ノ呷ノ如キ)ヲ此トナス、上方ニ働ク力ヲ正トシ下方ニ働ク力ヲ負トス」然メ梁材ノ或橫斷面ニ於ル偏裂力ハ原點ヨリ此截斷面マテニ働ク一切諸力ノ合成ナリ故ニ第百二十九圖ニ於テ $\overrightarrow{\text{咀}}_{\text{二}}$ $\overrightarrow{\text{嚼}}_{\text{二}}$ $\overrightarrow{\text{嚼}}_{\text{三}}$ 等ガ働キ第百三十圖ニ於テ $\overrightarrow{\text{嚼}}_{\text{二}}$ $\overrightarrow{\text{嚼}}_{\text{三}}$ 等ガ働ク所ノ一連ノ諸點ニ於テ此力モ一連ノ量ヲ有ス

第百二十九圖ニ於テ

$$\text{切}_{\text{。}}=\text{咀}_{\text{二}}$$

$$\text{切}_{\text{一}}=\text{咀}_{\text{一}}-\text{嚼}_{\text{一}}$$

$$\text{切}_{\text{二}}=\text{咀}_{\text{二}}-\text{嚼}_{\text{二}}$$

$$\text{切}_{\text{三}}=\text{咀}_{\text{三}}-\text{嚼}_{\text{三}}$$

等

而メ概メ

$$\text{切}=\text{咀}_{\text{一}}-\text{和}\,\text{嚼}\cdots\cdots\cdots\cdots\text{(四)}$$

故ニ一連ノ截斷面ニ於ル偏裂力ハ其場合ニ隨ヒ逐次ニ或ハ減シ或ハ加ヘテ之ヲ算スヘシ

連續メ分布セル荷力ニ於テハ此方程式各自ニ左ノ如クナル

兩端支持梁ニ於テ　$\text{切}=\text{咀}_{\text{一}}-\text{禾}_{\text{。}}\text{重イ天}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\text{(六)}$

一端定着梁ニ於テ　$-\text{切}=\text{禾}_{\text{。}}\text{重イ天}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\text{(七)}$

第百三十圖ニ於テ

$$-\text{切}_{\text{。}}=\text{嚼}_{\text{。}}$$

$$-\text{切}_{\text{一}}=\text{嚼}_{\text{。}}+\text{嚼}_{\text{一}}$$

$$-\text{切}_{\text{二}}=\text{嚼}_{\text{。}}+\text{嚼}_{\text{一}}+\text{嚼}_{\text{二}}$$

$$-\text{切}_{\text{三}}=\text{嚼}_{\text{。}}+\text{嚼}_{\text{一}}+\text{嚼}_{\text{二}}+\text{嚼}_{\text{三}}$$

等

而メ概メ

$$-\text{切}=\text{和}\,\text{嚼}\cdots\cdots\cdots\cdots\text{(五)}$$

此式ニ於テ天ハ呷ナル原點ヨリ截斷ノ平面マテノ距離ヲ表ス

叻ナル記號ハ偏裂力ノ下ニ向フ者ヲ表ス

最大偏裂力ハ兩端支持梁ニ於テ支持點ノ甲若ハ乙ニ密接メ働キ其量ハ或ハ嗆或ハ嗆ナリ一端定着梁ニ於テ最大偏裂力ハ突出部ニ在テ外支持點ニ密接メ働キ其量ハ全荷力ニ等シ

兩端支持梁ノ或中間ノ截斷面ニ於テ偏裂力空トナル其位置ハ叻＝〇ト爲セハ(四)或ハ(六)ヨリ之ヲ求ムヘシ

第參序　一連ノ截斷面ニ於ル屈曲動力ヲ求ム　呷ナル原點ニハ屈曲動力有テス梁材ノ長軸ノ天ナル各分ノ長サニ其部分ノ外端ニ働ク叻ナル偏裂力ヲ乘ス此ニ由テ得タル第一相乘ハ第一分ノ內端ノ屈曲動力ナリ之ニ逐次ニ他ノ相乘數ヲ加フレハ逐次ニ他ノ諸分ノ內端ノ屈曲動力ヲ得ヘシ

此法ハ鐵橋論ナルヘルベルト、ラズァム氏ノ著書中ニ半方眼梁(Half-lattice girder)ニ於ル迫力ヲ算スルニ用ヰタル者ト必然相同シ

尙細言スレハ　屈曲動力ハ

呷ナル原點ニ於テ・・・・・・・・・＝〇

嗆ナル作用線ニ於テ・・・・・・・・嗆₁＝叻₀・△天₁

〃　ク　・・・・・・・・嗆₂＝叻₀・△天₁＋叻₁・△天₂

〃　ク　・・・・・・・・嗆₃＝叻₀・△天₁＋叻₁・△天₂＋叻₂・△天₃

等

而メ概メ　嗆＝和叻・△天・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(八)

天ナル部分皆同長ナレハ此式左ノ狀トナル

嗆＝△天·和叻・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(九)

而メ連續メ分賦ヲル荷力ニ於テハ

嗆＝米叻ヲ天・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・(十)

(八)(九)(十)ノ三方程式ハ兩端支持ト一端定着トニ論ナク孰レノ梁ニモ適用スヘシ(十)ノ方程式ノ叻ニ代フルニ各自ニ(五)(七)ノ方程式ニ與ヘタル叻ノ量ヲ以

テスレバ次ノ結果ヲ得

兩端支持梁ニ於ケル

瞬ニ噸天′ 一來′ 來′重イ天″

ニ噸天′ 一來′(天′ 一天)重イ天 ……（十一）

一端定着梁ニ於テ

一瞬ニ來′ 來′重イ天″ニ來′(天′ 一天)重イ天 ……（十一）

此最後ノ方程式ノ一ナル記號ハ屈曲動力ノ下方ニ働ク者ヲ表ス

最大屈曲動力ハ一端定着梁ニ於テハ外支持點ニ働キ兩端支持梁ニ於テハ既ニ第貳序ニ演ベタル助ニ○ナル方程式ヨリ求メタル偏裂力ノ空ナル截斷面ニ働ク

兩端支持梁上ノ荷力ガ其中央截斷面ニ照ス平等ニ分賦スレバ最大屈曲動力ハ此截斷面ニ働ク而メ時トメハ此斷面中ノ一點ヲ取テ縱橫線ノ原點トナスノ便利ナルニアリ

第肆序　一梁上ニ働ク諸種ノ荷力ノ各箇ノ作用ヲ知テ其合併ノ効果ヲ求ム　各橫斷面ニ於テ偏裂力ハ諸荷力ヨリ各別ニ生スル偏裂諸力ノ和ニメ其屈曲動力ハ屈曲諸動力ノ和ナリ

第伍序　一梁材ノ偏裂力及ヒ屈曲動力ヲ他ノ同樣ニ支持負荷セル梁材ノ二力ヨリ導ク　此ヲ爲スニハ左ノ原理ノ扶助ニ依ル

長短相異ニメ承ル所ノ荷力ノ計モ異ナル梁材ノ支持サルヽノ狀同ク荷力分賦ノ狀モ同シケレバ二梁中相應截斷面ニ於ル偏裂力ハ荷力全計ノ如ク變シ屈曲動力ハ荷力ト長短ノ相乘ノ如ク變ス

此原理ヲ記號ニテ表スルニハ左ノ二樣ノ孰レカニ由ル

第一　長ヲ支持ノ狀同キ二梁ノ長ヲ噸噸ヲ分賦ノ狀同キ荷力ノ全計トシ助助ヲ二梁ニ於テ同樣ニ位セル截斷面ノ偏裂力噸噸ヲ同斷面ノ屈曲力トス然レバ

噸：噸::助：助 ……（十二）

長噸：長噸：：噸：噸・・・

參 端ニ加荷力ヲ平等ニ重ナル烈度ノ終ニ噸	$-$噸′ $-$重天′	長	-1	$-$噸′天′$-\frac{重天'^2}{2}$	長	$-\frac{噸'+\frac{重長}{2}}{噸'+重長}$
肆 (乙) 兩端支持梁ニ一原點ヨリ中央ニ荷力ヲ平等ニ加フル場合	隣梁材ニ近キ半 $\frac{噸}{2}$	○至$\frac{長}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{噸天'}{2}$	$\frac{長}{2}$	$\frac{1}{4}$
	遠キ半 $-\frac{噸}{2}$	$\frac{長}{2}$至長	$-\frac{1}{2}$	$\frac{噸(長-天')}{2}$		
伍 單天″荷力施ス場合 天ト原點ノ間	$\frac{長-天''}{長}$噸	定處ナシ	$\frac{長-天'}{長}$	$\frac{天'(長-天'')}{長}$噸	天″	$\frac{天''(長-天'')}{長}$

天ノ外	$-\frac{天''噸}{長}$	定處ナシ	$\frac{天''}{長}$	$\frac{(長-天')天''}{長}$噸		
陸 重ノ小サキ平等荷力烈度ノ場合	重$\left(\frac{長}{2}-天'\right)$	○及長	$\pm\frac{1}{2}$	$\frac{重天'(長-天')}{2}$	$\frac{長}{2}$	$\frac{1}{8}$
漆 他部平ニ○ニ負載シ天″ノ重ノ小サキ等烈度ナル一ノ荷力ヲ天″ノ間ニ						
天″ト原點ノ間	重$\left(天''-\frac{天''^2}{2長}-天'\right)$	0	$1-\frac{天''}{2長}$	重$\left\{\left(天''-\frac{天''}{2長}\right)天'-\frac{天'^2}{2}\right\}$	$天''-\frac{天''^2}{2長}$	$\frac{天''}{2長}\left(1-\frac{天''}{2長}\right)^{12}$
天″ノ外	$-\frac{重天''^2}{2長}$	天″至長	$-\frac{天''}{2長}$	$\frac{重天''^2}{2長}(長-天')$		

右表中ノ各例ニ於テ長ハ一端定着梁ニテハ外支持點ヨリ最遠ノ突出セル負荷點迄ノ長サ兩端支持梁ニテハ支持點間ノ長サ卽チ展張ナリ㠯ハ荷力全計、叻及ヒ瞰ハ原點(此ハ前章ニ於ル如ク㠯＝〇ナル處ノ點ナリ)ヨリ天ナル距離ニ位セル橫斷面ノ偏裂力及ヒ屈曲動力、叻ハ最大偏裂力、天ハ此力ノ發現スル截斷面ノ位置、瞰ハ最大屈曲動力、天ハ此力ノ發現スル橫斷面ノ位置ヲ表ス、子、寅ハ各自ニ最大偏裂力ト最大屈曲動力ノ截斷面ニ付テ(十五)×(十六)ノ方程式ニ用ヒタル二乘子ナリ尙細言スレハ

子＝叻－瞰　寅＝瞰。÷㠯長．．．

チ求メンコチ要ス

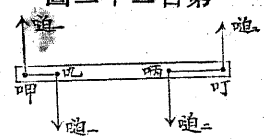
一横斷面ニ於ル最大偏裂力ハ梁材ノ二截段ノ長キ方ガ轉移荷力幷ニ永久荷力チ承ケ短キ方ガ永久荷力ノミチ承ケタルヲ發現ス叻チ此力トシ天チ梁材ノ近キ端ヨリ其截斷面マテノ距離トス然レハ

$$叻'=重\left(\frac{長}{2}-天\right)+\frac{重'(長-天)^2}{2長} \quad \cdots\cdots\cdots\

央ノ最大偏裂力ヲ表ス是ハ最大轉移荷力ノ八分ノ一即チ圖ニ知ラサリ

第拾項　梁材カ其兩端ニ施セル同等反對ノ偶力ヲ有スレハ例ヘハ第百三十二圖ノ梁材ガ甲乙ニ施セル㗊ナル力ト同等反對ノ偶力及ヒ丙丁ニ施セル㗊ナル力ト同等反對ノ偶力ヲ有シ其動力反對ナレハ

第百三十二圖



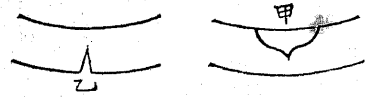
$$\overline{\text{甲乙}} = \overline{\text{丙丁}} \quad \cdots\cdots\cdots\

線ハ此分子ノ迫力ノ軸ナリ(第百八章ヲ見ヨ)不偏面ハ四十五度ノ角ニテ兩列ノ曲線ト交ハル偏裂力ノ空ト云ヒ屈曲動力ノ最大ナル鉛直斷面ニ於テ曲線ハ二列共ニ水平ナリ

後ニ枚擧スル者ノ外ハ梁上負荷ノ偏裂作用ニ注意スルヲ要セス

梁ノ破碎其負荷ノ屈曲作用ニ因ルヤハ或ハ呷呷ナル短縮邊ノ壓挫ニ由リ或ハ叱叱ナル拉伸邊ノ迸裂ニ由テ崩壞ス

第百三十五圖



第百三十五圖ノ甲ハ鑄鐵ノ如キ粒狀物料(Granual)ノ梁ヲ表ス是ハ短縮邊ノ壓挫ニ由テ崩壞シ此ニ由テ一種ノ楔狀ヲ强成ス乙ハ拉伸邊ノ迸裂ニ由テ崩壞スルノ梁ヲ表ス

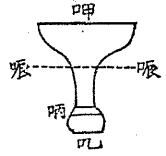
梁ノ橫斷面ノ屈曲及ヒ橫碎ニ於ル抗抵力ハ縱ニ短縮セル層段ヲ追テ働ク排擠ト縱ニ拉伸セル層段ヲ追テ働ク同等反對ノ引張トニテ成レル偶力ナリ

實地ニ發現スル多分ノ例ニ於テ梁ノ諸層ノ長方迫力ハ平等

變化(第百六章)ノ者ト見做シテ大過ナキヲヲ實驗ニ由テ徵知セリ其烈度ハ單ニ其層ノ不偏面ヨリノ距離ト比例ス

第百三十六圖ヲ以テ梁ノ橫斷面ヲ表セン(第百三十三圖ニ表セル斷面ノ如キ者)呷ハ短縮邊叱ハ伸張邊呷ハ一層段哏哏ハ不偏軸ニメ此ヲ不偏面ニテ切ルノ線ナリ迫ヲ呷層ヲ迫テ働ク迫力ノ烈度トシ地ヲ不偏軸ヨリ此層迄ノ距離トス迫力ハ平等變化ナルヲ以テ岩小岩ハ不變ナリ此不變數ヲ甲ニテ表セン

第百三十六圖



人ヲ呷層ノ廣サヲ岩ヲ其厚トス然レハ之ヲ迫テ働ク迫力ノ總計ハ左ノ如シ

迫人ヲ地＝甲地人ヲ地

此橫斷面ノ一切ノ層段ヲ迫テ働ク迫力總計ハ

甲末地人ヲ地　ナリ

而メ此計ハ空トナラサル可ラヌ別語ニテ言ヘハ橫斷面ニ於ル排擠全計ト

引張全計ト相等シカラサル可ラス其故ハ梁材ニ施シタル諸力盡ク横向ナルヲ以テナリ左式ハ之ヲ示ス

$$未迹入子地 = 0 \quad \cdots\cdots\cdots\

減スレハ則チ増加スト云ニ在ラン他ノ一因ハ礦属ノ一塊、殊ニ鑄造シタル者ノ強度ハ其内層ニ於ルヨリ外層卽チ外皮ニ於テ大ナリト云ニ在リ、一杆正直ニ迸裂セシ杆此ニ由テ發現セル強度ハ其最弱部ノ強度ニメ中心ニ在リ横砕スルキハ此ニ由テ發現セル強度ハ或ハ最強部ナル外皮或ハ外皮近部ノ強度ナリ

問題中ニ試驗荷力若ハ作用荷力アレハ力ナル係數ハ破裂模數ヲ適當ノ無難乘子ニテ除シタル者ナリ此ニ付テハ第百四十三章ヲ見ヨ

前方程式ニ惰ニテ表シタル乘子ハ習慣ニテ所謂梁材ノ横斷面ノ「惰性模數」ナル者ナリ、形象相同ク互ニ平行象ヲナスノ截斷面ニ於テ惰性模數ハ互ニ廣狹ト比例シ截斷面ノ厚薄ノ立方ト比例スル而メ地ノ量ハ厚薄ト比例スル故ニ彎曲模數ノ最大ナル點ニ於テ一梁材ノ截斷面ヲ圍入スル矩形ノ廣サヲ廣、厚サヲ高トスレハ左ノ如ク之ヲ置クヘシ

答ニ卯、廣高³……(三)

卯及ヒ寅ハ截斷面ノ形ニ關スル乘子ナリ而メ卯、ニ卯トスレハ抗抵動力ヲ斯ク表スヘシ

題。ニ卯力廣高²……(四)

此ニ由テ同形横斷面ノ横砕ニ於ル抗抵力ハ其廣狹ニ比例シ又厚薄ノ平方ニ比例スルヲ見ル

荷力ト梁材ノ大小ノ關係ハ荷力ノ名目ニテ表セル最大屈曲動力ノ量ト此章ノ(五)ナル方程式ニ示シタル如キ此最大屈曲動力カ働ク横斷面ニ於ル抗抵動力ノ量ノ爲ニ第百六十章ノ(十)(十一)(十二)(十六)ノ方程式ニテ與ヘタル如キ梁材ノ長サト矩合メ之ヲ求ムヘシ尙細言スレハ

題。ニ寅廣厚²……(六)

寅ハ第百六十一章ノ(一)ナル方程式ニ由テ定メ且同章ノ表及ヒ問例ノ某項ニ與ヘタル荷力分賦ノ法ニ關スル係數ナリ

右ノ(六)ナル方程式ヲ用ウルニ當テ尺度ハ梁材ノ孰レノ大小ヲ量ルニモ同尺度ヲ用ウヘキコトヲ了知スヘシ表中ノ力ナル「破裂模數」ノ量ハ概ネ方一寸ニ於ケル斤數ニテ揭ケタルヲ以テ寸ハ廣高ナル横方大小ノ固有ノ尺度ナリ長ナル長卽チ展張モ寸ニテ表シ以テ屈曲動力ヲ寸斤ニテ算スル可ラシムヘシ」

形象錯綜セル横斷面ノ惰ナル惰性動力(Moment of inertia)ノ量ヲ求ムルニハ左ノ規則ヲ必要トス

錯綜セル横斷面數多ノ單形象ヲ以テ成ル者ナレハ各個ノ重心ヲ全斷面ノ不偏軸ト平行セル一不偏軸ノ通過スル處ト思考ス此錯綜形各個ノ惰性動力ヲ各自ノ不偏軸ニ照メ求メ其面積ニ各自ノ不偏軸ト全斷面ノ不偏軸トノ距離ノ平方ヲ乘シ斯ク求メタル一切ノ得數ヲ皆相加フレハ全斷面ノ惰性動力ナリ之ヲ記號ニテ表スルニハ面ヲ錯綜形象ノ或一個ノ面積地ヲ其不偏軸ト全面ノ不偏軸ノ距離惰ヲ各自ノ不偏軸ニ照シタル各自ノ惰性動力トス然レハ全面ノ惰性動力左ノ如シ

惰＝和・惰・十和・地・面

横斷面ノ形象甲象ヨリ乙象ヲ除去メ成リ其全象ノ重心ヲ求ムルニ減術ヲ用ウ(第百四章第漆項)ヘキ者ナレハ其減少セル形象ノ面積及ヒ惰性動力共ニ之ヲ負ト見做シ(七)ノ方程式ヲ用ヰテ法ノ如ク施術スヘシ

○第百六十三章　抗動力諸例　左ノ表ハ(三)(四)(五)ナル方程式ノ卯寅卯ナル乘子ノ量ノ諸項ヲ含有ス

横斷面ノ形	卯′＝惰／廣高³	寅′＝地／高	卯′＝暖。／力廣高²
壹　矩形　廣　高 (正方モ此中ニ在リ)	1/12	1/2	1/6
貳　楕圓　經軸　高　横軸　廣 (正圓モ此中ニ在リ)	周/64 ＝ 1/20.4 ＝ 0.0491	1/2	周/32 ＝ 1/10.2 ＝ 0.0982

參 中虛矩形 廣高一廣′高′ 此中ニ在リ 其ノ和ナル面ヲ斷ヘ 廣′ヲ左右空處ノ廣トス	$\frac{1}{12}\left(1-\frac{\text{廣}'\,\text{高}'^3}{\text{廣}\,\text{高}^3}\right)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}\left(1-\frac{\text{廣}'\,\text{高}'^3}{\text{廣}\,\text{高}^3}\right)$
肆 中虛正方 高^2—高′^{2}	$\frac{1}{12}\left(1-\frac{\text{高}'^4}{\text{高}^4}\right)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}\left(1-\frac{\text{高}'^4}{\text{高}^4}\right)$
伍 中虛橢圓	$\frac{1}{20.4}\left(1-\frac{\text{廣}'\,\text{高}'^3}{\text{廣}\,\text{高}^3}\right)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{10.2}\left(1-\frac{\text{廣}'\,\text{高}'^3}{\text{廣}\,\text{高}^3}\right)$
陸 中虛正圓	$\frac{1}{20.4}\left(1-\frac{\text{高}'^4}{\text{高}^4}\right)$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{10.2}\left(1-\frac{\text{高}'^4}{\text{高}^4}\right)$
漆 高ヒ地ニ脚ヲ三角基線トシ廣高ヲ頂點ヨリ量ル	$\frac{1}{36}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{24}$
		面積	厚薄

左ノ諸題例ハ表中ニ入ルニ善ク適セサル者ナリ

第拾例　丁字截斷面

突緣(Flange or table)・・・・・・・・・・・・面$_1$　高$_1$

經板(Vertical web)・・・・・・・・・・・・面$_{11}$　高$_{11}$

計　面$_1$＋面$_{11}$＝面　高$_1$＋高$_{11}$＝高

精解　經板ノ緣ヨリ不偏軸マテノ距離ハ

$$\text{意}_1 = \frac{\text{高}}{2} + \frac{\text{高}_{11}\text{面}_1 - \text{高}_1\text{面}_{11}}{2\text{面}}$$

全面ノ惰性動力ハ

$$\text{惰} = \frac{\text{面}_1\text{高}^2 + \text{面}_{11}\text{高}_{11}^3}{12} + \frac{\text{面}_1\text{面}_{11}(\text{高}_1 + \text{高}_{11})^2}{4\text{面}} \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

抗抵動力ハ前ノ如ク

$$\text{意}_0 = \frac{\text{力惰}}{\text{地}_1}$$

近眞解　高$_1$ト高ノ比較僅カナレハ高′＝高$_{11}$＋$\frac{1}{2}$高$_1$トナスモ然レハ左ノ諸式殆ト

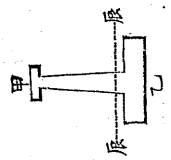
正シ

$$地_{一}=\frac{高'}{2}\left(1+\frac{面_{一}}{面}\right)\qquad 惰=高'^{2}\left(\frac{面_{一}^{2}}{12}+\frac{面_{一}面_{二}}{4面}\right)$$

$$瞬。=\frac{力惰}{地_{一}}=\frac{力高'}{6}\cdot\frac{(面+3面_{一})面_{二}}{面+面_{一}}=\frac{力高'}{6}\cdot\frac{面_{二}(面_{二}+4面_{一})}{面_{二}+2面_{一}}\quad\cdots(11)$$

第玖例　工字截斷面　此梁乙ナル下突緣ノ迸裂ニ由テ崩壞スル者トシ其諸部ノ面積及ヒ厚薄ヲ左ノ如ク表ス

第百三十七圖



	面積	厚薄
上突緣	$面_{一}$	$高_{一}$
經　板	$面_{二}$	$高_{二}$
下突緣	$面_{三}$	$高_{三}$
計	$面_{一}+面_{二}+面_{三}=面$	$高_{一}+高_{二}+高_{三}=高$

精解　不偏軸ノ此斷面ノ下邊以上ノ高サ、

$$地_{二}=\frac{高}{2}-\frac{(高_{二}+高_{一})面_{三}-(高_{三}+高_{二})面_{一}-(高_{三}-高_{一})面_{二}}{2面}$$

此斷面ノ惰性動力ハ、

$$惰=\frac{面_{一}高_{一}^{3}+面_{二}高_{二}^{3}+面_{三}高_{三}^{3}}{12}+\frac{1}{4面}\{面_{一}面_{三}(高_{一}+高_{三}+2高_{二})^{2}$$

$$+面_{一}面_{二}(高_{一}+高_{二})^{2}+面_{二}面_{三}(高_{二}+高_{三})^{2}\}\quad\cdots(11)$$

而ノ抗抵動力ハ、

$$瞬。=\frac{力_{二}惰}{地_{二}}$$

近眞解　高$^{1}_{三}$ト高$^{11}_{二}$トノ比較小ナレハ、

$$高'=高_{二}+\frac{高_{一}+高_{三}}{2}$$

然レハ左ノ公式殆ト正シキ者ナリ

$$\left.\begin{aligned} \text{地}_{\text{乙}} &= \frac{\text{高}'}{2}\left(1-\frac{\text{面}_{\text{三}}-\text{面}_{\text{一}}}{\text{面}}\right) = \frac{\text{高}'}{2}\left(\frac{\text{面}_{\text{二}}+2\text{面}_{\text{一}}}{\text{面}}\right) \\ \text{脹} &= \text{高}'^{2}\left(\frac{\text{面}_{\text{二}}-\text{面}_{\text{一}}\text{面}_{\text{三}}+\text{面}_{\text{一}}-\text{面}_{\text{三}}}{12}+\frac{\text{面}_{\text{二}}+4\text{面}_{\text{一}}+\text{面}_{\text{三}}}{4\text{面}}\right) \\ \text{脹}_{\text{。}} &= \frac{\text{力}_{\text{乙}}\text{脹}}{\text{地}_{\text{乙}}} = \frac{\text{力}_{\text{乙}}\text{高}'}{6}\cdot\frac{\text{面}_{\text{二}}(\text{面}_{\text{二}}+4\text{面}_{\text{一}}+4\text{面}_{\text{三}})+12\text{面}_{\text{一}}\text{面}_{\text{三}}}{\text{面}_{\text{二}}+2\text{面}} \end{aligned}\right\}\cdots\cdots(四)$$

別法近真解　面ノ甚小ナルヰ又ハ經板ナラスメ開展架工(Open frame)ナル作

$$\text{地}_{\text{乙}} = \frac{\text{高}'\text{面}_{\text{一}}}{\text{面}} \qquad \text{脹} = \frac{\text{高}'^{2}\cdot\text{面}_{\text{一}}\text{面}_{\text{三}}}{\text{面}} \qquad \text{脹}_{\text{。}} = \text{力}_{\text{乙}}\text{高}'\text{面}_{\text{三}}$$

○第百六十四章　強弱同等ノ横斷面　前章ニ記載セル丁字工字横斷面ヲ用ウル者ハ材料ハ壓挫シ或ハ迸裂メ横碎ニ抗抵スルノ狀異ナルカ故ニ不偏軸ノ位置ヲ規正シ以テ梁材ノ壓挫或ハ迸裂ニテ横碎スル意向ヲ務メテ等シカラシメテ材料ヲ節儉センカ爲メナリ左ニ擧ル所ハ此規正ヲ行フノ規則ナリ

力$_{\text{甲}}$ヲ壓挫ニ因ル破裂ノ模數トシ

力$_{\text{乙}}$ヲ迸裂ニ因ル破裂ノ模數トシ

地$_{\text{甲}}$ヲ不偏軸ヨリ短縮邊マテノ距離トシ

地$_{\text{乙}}$ヲ不偏軸ヨリ伸長邊マテノ距離トス

地$_{\text{甲}}$＋地$_{\text{乙}}$＝高ハ梁ノ深ナリ

然レハ不偏軸ハ左ノ比例ニテ其厚ヲ分ツノ位置ニ在ラサル可ラス

$$\left.\begin{aligned} &\text{力}_{\text{甲}}+\text{力}_{\text{乙}}:\text{力}_{\text{甲}}:\text{力}_{\text{乙}} \\ &\therefore \text{高}:\text{地}_{\text{甲}}:\text{地}_{\text{乙}} \end{aligned}\right\}\cdots\cdots(一)$$

上下ノ突緣ノ中心ヨリ中心マテ量リテ面一ヲ前ノ如ク梁ノ經板ノ横斷面積トシ面三ヲ短縮突緣面ヲ伸張突緣ノ面積トス

左ノ解ハ第百六十三章ノ(三)(六)ノ方程式ニ於ル者ト精粗ノ度相同シ

第壹項　丁字梁ノ力ハ力ヨリ大ナル者　爰ニ突縁ハ梁ノ拉伸邊ニ在ンコトヲ要スル而メ其面積ハ左ノ如クナラサル可ラス

$$面_{甲}=\frac{力_{甲}-力_{乙}}{2力_{乙}}面_{乙}\quad\cdots\cdots\cdots

而メ　$瞰。=\frac{140,000高'面_{二}}{6}$

而メ工字截斷面ニ於テ

$面_{三}=4面_{一}+\frac{3}{2}面_{二}$

此結果ハホッドキンソン氏カ鑄鐵梁ノ爲ニ實驗上ニテ最良ナリト言ル比例ト殆ト合致ス

而メ　$瞰。=高'\left\{80,000面_{一}+140,000\frac{面_{二}}{6}\right\}$

$=高'\left\{20,000面_{三}-40,000\frac{面_{二}}{6}\right\}$ ……(七)

第參項　丁字梁ノ力ハ力ヨリ少ナル者　爰ニ突縁ハ梁ノ短縮邊ニ在ンコトヲ要ス其面積ハ左ノ如クナルヘシ

$面_{一}=\frac{力_{乙}-力_{甲}}{2力_{甲}}\cdot面_{二}$ ……(八)

此横斷面ノ抗抵動力ハ左ノ如シ

$瞰。=\frac{(2力_{乙}-力_{甲})高'面_{二}}{6}$ ……(九)

第肆項　工字梁ノ力ハ力ヨリ小ナル者　拉伸突縁ノ面積ハ面ニメノ短縮突縁ノ面積ハ左ノ如クナラサル可カラス

$面_{一}=\frac{力_{乙}}{力_{甲}}面_{三}+\frac{力_{乙}-力_{甲}}{2力_{甲}}面_{二}$ ……(十)

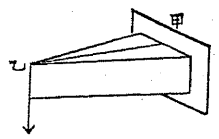
此時抗抵動力ハ左ノ狀トナル

$瞰。=高'\left\{力_{乙}面_{三}+(2力_{乙}-力_{甲})\frac{面_{二}}{6}\right\}$

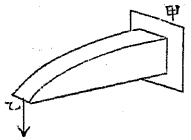
$$= 高' \left\{ 力_甲 面_1 + (2力_甲 - 力_乙)\frac{面_2}{6} \right\} \cdots\cdots\cdots\

小ナ變スル者ナリ此抗抵動力同種ノ形象ニ在テハ廣狹ト比例シ且厚薄ノ平方ト比例スルヲ以テ廣狹或ハ厚薄或ハ兩樣ナ變シ以テ之ヲ變化ス可シ、

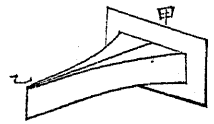
第百三十八圖



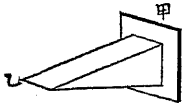
第百三十九圖



第百四十圖

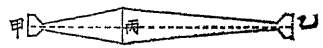


第百四十一圖

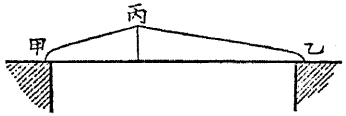


此變化ノ定則ハ梁ノ每點ノ彎曲動力ノ變化ノ狀ニ關シ又荷力及ヒ支持力ノ分賦ニ關ス其狀ハ第百六十一章ニ例ヲ擧テ之ヲ示セリ、梁ノ厚薄同一ニメ廣狹變

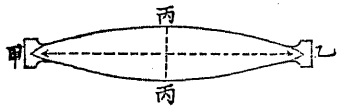
第百四十二圖



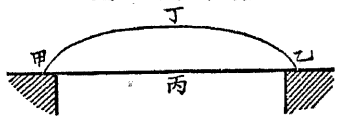
第百四十三圖



第百四十四圖



第百四十五圖



スル者ナレハ鉛直縱斷面ハ矩形ニメ平面ハ廣狹變化ノ狀ニ關シ又其廣狹同一ニメ厚薄變スル者ナレハ平面ハ矩形ニメ鉛直縱斷面ハ厚薄變化ノ狀ニ關スル形象ナリ左表ハ此原理ノ結果ノ例ヲ供ス

負荷及ヒ支持ノ狀	高ト廣ト比例スル者ハ	高ナル厚薄ハ不變ニメ平面ノ形象ハ廣ナル廣狹ハ不變ニメ鉛直縱斷面ノ形象ハ
壹（第百三十八、三十九圖）甲ニ定着シテ乙ニ負荷ス	乙ヨリノ距離	三角形ニメ乙點ハ頂點第百三十八圖 抛物線其頂點ハ乙ニ在リ第百三十九圖
貳（第百四十、四十一圖）甲ニ定着シテ平等ニ負荷ス	乙ヨリノ距離ノ平方	一雙ノ抛物線頂點互ニ乙ニテ相觸ル第百四十圖 三角形頂點ハ乙ニ在リ第百四十一圖
參（第百四十二、四十三圖）甲乙ヲ支持シ丙ニ負荷ス	接界支點ヨリノ距離	一雙ノ三角形、通基線ハ丙ニメ頂點ハ甲乙ニ在リ第百四十二 一雙ノ抛物線、頂點ハ甲乙ニ在テ丙ニ會ス第百四十三圖
肆（第百四十四、四十五圖）甲乙ヲ支持シ平等ニ負荷ス	二支點ヨリノ距離ノ相乘	一雙ノ抛物線、頂點ハ梁ノ中央丙丙ニ在リ通基線ハ甲乙ナリ第百四十四圖 甲乙丁ナル橢圓第百四十五圖

厚薄不變ナル者ニ於ル公式ハ第百六十四章ニ詳說セル丁字及ヒ工字梁ノ突緣ノ廣狹ニ之ヲ應用スヘキ近眞ノ式ナリ此章ノ原理ヲ應用スルニ當テ偏裂力ハ猶之ヲ算入セサルヲ以テ前表ニ詳載セル形象ハ其尖リテ刃ノ如クナレル處ニ或ハ其近傍ニ一二ノ材料ヲ加ヘテ此力ヲ抗拒スヘキヲ記憶セサル可ラス第百四十二、四十四圖ニ於テ斯增加ノ材料ヲ示ス其狀ハ突起卽チ手掌ニ似テ支持點ニ整置ス是ハ偏裂力ニ抗抵シ又兼テ梁材橫方ノ堅固ヲ護ス偏迫ノ最大烈度ニ付テハ第百六十八章ヲ見ルヘシ

○第百六十六章　鑄鐵梁ノ破裂模數（機、應、二九七）　維廉顯理バアロウ氏ガ非ルリアム、シリー皇立會社ニ說與セル文（一千八百五十五章ノ理學事業書ヲ見ヨ）ニ鑄鐵梁ノロヤルソサイテイ破裂模數ハ諸種ノ量ヲ有シ梁ノ橫斷面ノ形象ニ隨ヒ鐵ノ單純粘力（Mere direct tenacity）ヨリ逐序ニ進ンテ其二ト四分ノ一倍マテ至ルヲ示セリ之ヲ諸梁ニ就テ實驗セシ者其斷面ノ形或ハ實積矩形或ハ開展矩形ノ者ナリシ其實驗ノ及ヒシ所ノ者ハ左ノ經驗公式ト符合セリ

$$力 = 力_0 + 力' \frac{幅}{高} \quad \cdots\cdots\cdots\

梁材アリ其展張大ナル者ナレハ自家ノ重量ト其負フ可キ荷力ト十分大ナル比例ヲ存スルヲ以テ梁ノ大小ヲ算ニ入レサル可ラス左ノ件ハ之カ爲ニ行フヘキノ事ナリ但シ荷力ハ平等ニ分賦シ梁ノ截斷面モ平等ナルヘシ噸ヲ作用外荷力申ヲ其無難乘子申ヲ梁材ノ重量ノ如キ不動荷力ニ適セル無難乘子トス

廣ヲ申噸ナル破碎外荷力ノミニ着意メ算セル梁ノ或部分ノ廣狹トス此假定廣狹ヨリ梁ノ輕重ヲ算シ之ヲ梁ニテ表ス然レハ $\frac{\text{申噸}}{\text{申噸}-\text{申梁}}$ ハ破碎總荷力ノ外部荷力ヲ越ユルノ比例ナリ此故ニ假定廣狹ニ代フルニ精算廣狹ヲ以テスレハ

$$\text{廣}=\frac{\text{廣申噸}}{\text{申噸}-\text{申梁}} \quad \cdots\cdots\cdots\

此諸公式ニ於テ外荷モ梁重モ共ニ平等ニ分賦セル者トメ論セリ此想像時トメハ精確ナリ而メ必此章ノ目的ニ於テハ殆ト眞トスルニ足ル

同形同比例ノ梁材ノ大荷力ハ廣狹ト厚薄ノ平方ト正比例ニ長短ト轉比例ニ變スルヲ以テ設ケタル一尺度ノ平方ト比例ス斯類ノ梁重ハ相應尺度ノ立方ト比例ス此ニ由テ梁重ノ增加スル比準ハ總荷力ヨリ速ナリ故ニ一材料ニテ造レル梁ノ各個ノ形狀ト大小ノ比例ニ於テ只自家ノ重量ノミヲ負フヘキ一定ノ大サアラサル可ラス

算用ノ爲ニ之ヲ約スルニハ或ル形象ノ梁材ノ平等ニ分賦セル破碎總荷力ヲ左ノ如ク表ス

$$\text{扁} = \frac{\text{中二}S\text{卯力高面}}{\text{長}} \quad \cdots\cdots\cdots\

$$\text{哽} : \frac{\text{長}}{\text{巾}_{\text{二}}} :: \text{重} : \text{梁} : \text{重}' \quad \cdots\cdots\cdots\

ン)

$$面_{三} = \frac{3}{24}面_{二} + 4面_{一} \therefore 面 = \frac{5}{24}面_{二} + 5面_{一}$$

$$瞬。= \frac{瞳長}{S} = 力_{平}高' \left(\frac{7}{24}面_{二} + 面_{一}\right) \therefore 瞳 = \frac{力_{平}高'}{長}\left(\frac{7}{3}面_{二} + 8面_{一}\right)$$

一定結果ヲ得ンカ爲ニ面一ナル上突縁ノ面積ト面[11]ナル經板トノ間ニ一比例ヲ立サル可ラス解明ノ爲ニ面一=面二小[2]トセン是實地ニ於テ不通用ナラサル比例ナリ然レハ

$$面 = 5面_{二} = 10面_{一} = \frac{10}{7}面_{三} \quad 瞳 = \frac{力_{平}高' 面}{長}\left(\frac{7}{15} + \frac{4}{5}\right) = \frac{19}{15}\cdot\frac{力_{平}高' 面}{長}$$

前ノ如ク梁=0·257長面トシ力平=80,000(方一寸ニ付) $\frac{高'}{長} = \frac{1}{15}$トス然レハ

$$\frac{中二梁}{瞳} = \frac{寸ニテノ長}{8,762} \quad 面ノ約ン$$

$$長 = 8,762寸 = 730尺 \quad \cdots\cdots\cdots\

ハ

$$\frac{\text{中ニ梁}}{\text{嚊}} = \frac{\text{寸ニテノ長}}{6{,}720} \quad \text{面ノ} \left.\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots\

偏迫力ノ平均烈度＝$\frac{\text{功}}{\text{面}}$ ……（一）

此迫力ノ横斷面上ニ分布スルノ狀ハ不偏軸ニ於テ其烈度最大ニ上下面ニ進ムニ隨ヒ漸ク減シ終ニ空トナル最大計ハ次ノ方法ニテ求ムヘシ第百六十二章ノ第百三十六圖ニ於ル如ク横斷面ヲ分チテ丙ノ如キ水平ノ薄層片ト爲スヿヲ思考シ入ヲ其廣、千呎ヲ其厚、地ヲ不偏軸ヨリ此マテノ距離トシ又人。ヲ不偏軸ニ於テ横斷面ノ廣、情ヲ第百六十二章ニ定メタル如ク横斷面ノ［情性動力］地ヲ不偏軸ヨリ梁ノ上面若ハ下面マテノ距離、白。ヲ偏迫力ノ最大烈度トス然レハ

白。＝$\frac{\text{功}}{\text{情入。}}$ 禾。一地入千地 ……（二）

禾ナル記號ハ各層片ノ面積ト不偏軸ヨリ此層片マテノ距離トノ地入千地ナル相乘ノ積分即チ和ガ不偏軸ヨリ上面若ハ下面マテニ延擴スヘキヿヲ表ス是レ不偏軸ニ由テ分レタル二部ノ一個ノミニ付テ此積分ヲ造レハナリ此二部ノ孰レヲ撰フヘキヤハ一ニ便宜ニ任ス是レ孰レヲ取テモ同結果ニ達スレハナリ

設ケタル横斷面ノ偏迫力ノ極大烈度ハ左ノ比例ニテ平均烈度ニ越ユ

$\frac{\text{白。面}}{\text{功}}$＝$\frac{\text{面}}{\text{情入。}}$ 禾。一地入千地 ……（三）

單ニ横斷面ノ形象ニ關スル一比準ナリ

次表ニ其量ノ少許ヲ揭ク

横斷面ノ形象	$\frac{\text{白。面}}{\text{功}}$
第壹　矩形　入。＝廣	$\frac{3}{2}$
第貳　楕圓及ヒ正圓	$\frac{4}{3}$

第參　中虛矩形　面＝廣高－廣′高′　A。＝廣－廣′　$\left\{\frac{3}{2}\cdot\frac{(廣高－廣′高′)(廣高^2－廣′高′^2)}{(廣－廣′)(廣高^3－廣′高′^3)}\right.$

I（イ）字截斷面ヰ此中ニ在リ

第肆　中虛正方　高²－高′²　$\frac{3}{2}\left(1+\frac{高高′}{高^2+高′^2}\right)$

第伍陸　中虛橢圓及ヒ中虛正圓　其數號乘子ハ$\frac{4}{3}$記號乘子ハ各自ニ中虛正方ノ乘子ニ同シ

第漆　丁字截斷面　突緣ノ面′　$\frac{3}{2}\cdot\frac{4面面_{-}+面^2_{\Xi}}{面ニ(4面_{-}+面ニ)}$

經板ハ面″　面_{-}＋面ニ＝面

第扒　工字截斷面　突緣面面‴經杆面″　面_{-}＋面ニ＋面ヨ＝ニ面

$$面=\frac{(24面_{-}面ヨ+12面_{-}面ニ+12面ニ面ヨ)+3面^3_{\Xi}-12面_{-}面ニ面ヨ}{面ニ(24面_{-}面ヨ+8面_{-}面ニ+8面ニ面ヨ+2面^2_{\Xi})}$$

此第扒頂ニ於テ面‴ト比較ノ大ナルヰ細言スレハ強厚ナル上下突緣ヲ薄キ經板ニテ結合スルヰノナルヰハ經板全ク偏迫力ヲ負擔シ且平等ニ分賦スルヲ以テ論ス

梁ノ細小橫斷面ハ之カ直接スル偏裂力ニ關係ナク便宜ノ理ニ由テ之ヲ概定スル而ノ此力ヲ負擔スルニ要スルヨリモ斷面ノ大ナルヲ常トス、然レトモ此細小橫斷面ヲ精細ニ偏裂力ニ適應ノ成スコヲ得ヘケレハ左ノ如ク爲ノ前公式及ヒ表ニ由テ之ヲ成スノ方法ヲ求ム

$$自。=\frac{力′}{申}\quad\cdots\cdots\cdots

シ

○第百六十九章　梁ノ斜勢(Deflection)(機應三〇〇至三〇四)「斜勢」ナル語ニテ別ニ分示スルニ非レハ梁材ノ或點ガ負荷セサルトキノ位置ヲ變メ負荷セシトキ生スル大斜勢ト了知ス然ルニ其別三項アリ第一或荷力ニテノ斜勢第二試驗斜勢即チ梁材ノ强ヲ損セサル程ノ最大荷力ニテノ斜勢第三極度斜勢即チ將ニ破碎セントスル前ノ斜勢是ナリ荷力ガ試驗荷力ヲ踰エサレハ或ハ模樣ニ分布セル荷力ニテノ斜勢ハ殆ト大イニ荷力ト比例ス試驗荷力ヲ踰ユレハ概メ荷力ヨリ迅速ニ且不規則ノ狀ニテ增進ス故ニ極度斜勢ハ精算ス可ラス此故ニ爾後此章ハ試驗荷力ヲ越エサル荷力ニテノ斜勢ヲ論ス

移動荷力ニ因スルノ斜勢ヲ定ムルハ三序ヨリ成レル施術ニ在リ此ニ由テ逐次ニ或橫斷面ニ於ル彎曲或ハ橫斷面ニ於ル傾斜(スロープ)及ヒ斜勢ヲ求ム

第壹序　橫斷面ニ於ル彎曲ヲ求ム　其截斷面ノ屈曲動力(第百六章第三項ニ見エタル如キ)ヲ其截斷面ノ惰性(第百六十二章ニ見エタル如キ)ニテ除シ又材料ノ直彈力ノ模數ニテ除ス此結果ハ則チ彎曲ナリ再言スレハ梁ノ負荷セラルヽトキ眞直ナリシ縱線ノ曲形ノ半徑ノ互數ナリ其半徑ヲ亟ニテ表シ其他ノ諸數ヲ嘗テ用ヒタル記號ニテ表ス

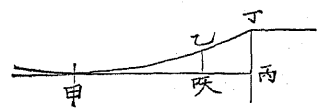
$$\frac{1}{\text{亟}} = \frac{\text{屈動}}{\text{彈惰}} \quad \cdots\cdots\cdots\

$$\frac{1}{\text{堅}} = \frac{\text{脆}}{\text{彈惰}} = \frac{\text{力}'}{\text{彈性}} = \frac{\text{力}}{\text{彈實高}} \quad \cdots\cdots\cdots\

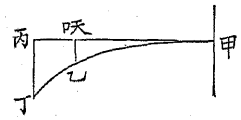
是レ其鉛直諸線ヲ張大シ以テ斜形ト縦横線ヲ著明ニ示スニ在リ

(一)ノ方程式ニテ梁材ノ一連ノ或ル等距點ニ就テ曲形ノ諸半徑ヲ算シ此諸半徑ヲ或ル便宜ノ比例ニテ短小ニシ此短小半徑ヲ以テ小弧ヲ畫キ小弧ヲ聯ネテ曲線ヲ畫キ圖中ノ水平尺ト比較メ半徑ヲ短小セルト同比準ニテ圖ノ鉛直尺ヲ張大シ此ニ隨ヒテ縦横線ヲ示スナリ」

第百四十六圖



第百四十七圖



第貳序　斜傾即チ梁ノ舊眞直ナル縦線ノ其舊位置ニ傾クノ度ヲ求ム此問題ノ解ハ其線ノ二點ニ於ル斜傾ノ較ハ其二點ノ相距ト此間ノ平均曲徑トノ相乘ナリト云ノ原理ニ關ス尚記號ニテ細言スレハ千天ヲ線ノ部分ノ長短1ヶ所ヲ其平均曲形千壬ヲ其部分ノ兩端ノ傾斜ノ較トス然レハ

$$千壬 = \frac{千天}{丞} \quad \cdots\cdots\cdots\

$$壬_0 = 0 \quad 壬_1 = 禾_{\overline{\mathrm{ア}}} \frac{イ天}{亞} \quad \cdots\cdots\cdots\

例ハ後ノ表ニ掲ク此乘子互ニ左ノ關係ヲ有ス

一端定着梁ニ於テ　寅‴＝寅″
兩端支持梁ニ於テ　寅‴＝2寅″　……（八）

寅ハ既ニ第百六十一章ノ(一)ナル方程式ニテ詳解セル乘子ナリ其量ハ第百六十一章ノ表ニ之ヲ掲示セリ

第參序　斜勢ヲ求ム　此語ニ由テ梁材ノ舊ト眞直ニメ氷平ナル縱線ノ最高點以下ニ最低點ヲ低垂セルヿヲ了解スヘシ

子天ヲ此線中ノ二點ノ距離壬ヲ此二點間ノ線ノ平均傾斜子㒳ヲ其高低ノ較トス然レハ

子㒳＝壬子天　……（九）

問題ニ於ル線ノ便宜ノ一點ヲ取テ縱橫線ノ原點トシ天ヲ此ヨリ他點迄ノ距離トシ此距離ヲ無數ノ小部分ニ分ツト思考シ每分ノ長ヲ子天トス解法第二序ニ由テ此各分ノ斜傾ヲ算シ(九)ノ方程式ニテ其兩端ノ高低逐次ノ較ヲ算ス此結果ノ相加即ヲ積分ハ其正負ナルニ隨ヒ原點ニ照メ天點ノ高上若ハ低垂ナリ尙細言スレハ

㒳＝未。壬子天　……（十）

此方程式ハ終ニ梁材ノ舊ト眞直ナル縱線ノ新ニ取レル形象ヲ定ム

第百四十六七圖ニテ表シタル卽チ一ハ梁材ニ平等ニ負荷シ一ハ一端ヲ定着セル二例ニ於テ原點トスルニ尤モ便宜ノ點ハ猶甲ナル斜傾セサル點ナリ而メ求メタル斜勢ハ此點ト丁ナル最遠點ノ高低ノ較ナリ其距離ハ平等負荷梁ニ於テ如十2一端定着梁ニ於テ長ナル突出部ノ長サナリ此ニ由テ斜勢ヲ垂ニテ表スレハ

平等負荷梁ニ於テ　㒳‐＝未。壬子天（原2）
一端定着梁ニ於テ　㒳‐＝未。壬子天　……（十一）

他ノ諸項ニ於テ縱橫線ノ原點トスルニ尤モ便宜ノ點ハ概メ支持點ノ一ナ

リ、他ノ支持點ノ㶱＝〇ナル處ハ確定ナルヲ以テ(四)ノ方程式ニテ壬ヲ求ムヘキ方程式ヲ得ヘク又最高最低點ノ位置ハ其傾斜ノ比＝〇ナル狀ニテ之ヲ得ヘシ斯設題ノ例ハ後ニ之ヲ設ケントス

左ノ原理ハ(九)ハ方程式ノ結果ニメ同狀ニ分布セル荷力ヲ受ル同材ノ同梁ニ應用スヘシ

同等荷力ニテ斜勢ハ長短ノ立方ト正比例ヲ爲シ廣狹ト厚薄ノ立方ト轉比例ヲ爲ス

試驗荷力ニテ斜勢ハ長短ノ平方ト正比例ヲ爲メ厚薄ト轉比例ヲ爲ス

左ノ公式ハ此原理ヲ表ス

嘩ナル荷力ニテノ斜勢

$$\text{畫}' = \frac{\text{卯}''\text{嘩丙}^3}{\text{彈卯}'\text{廣高}^3} \quad \cdots\cdots\cdots\

項序　試驗荷力　或ハ荷力

甲　平等橫斷面　傾斜乘子　斜勢乘子　傾斜乘子　斜勢乘子

寅″　卯″　寅‴　卯‴

壹　不變彎曲動力……1……1/2

貳　甲端定着、乙端負荷……1/2……1/3……1/2……1/3

參　一端定着、平等負荷……1/3……1/4……1/6……1/8

肆　兩端支持、中央負荷……1/2……1/3……1/4……1/6

伍　兩端支持、平等負荷……2/3……5/12……1/6……5/48

乙　强弱平等厚薄平等

（第百六十五章ヲ見ヨ）

（此諸梁ノ曲形ハ平等ナリ）

陸　甲端定着、乙端負荷……1/2……1/2……1/2……1/2

漆　一端定着、平等負荷……1/2……1/2……1/2……1/4

扒　兩端支持、中央負荷……1/2……1/2……1/2……1/4

玖　兩端支持、平等負荷……1/2……1/4……1/4……1/8

丙　强弱平等廣狹平等

（第百六十五章ヲ見ヨ）

拾　甲端定着、乙端負荷……2/3……1/3……2/3……1/3

拾壹	一端定着、平等負荷	不定・・・・1・・・・不定・・・・2	
拾貳	兩端支持、中央負荷	2・・・・

ナル乘子二ハ既ニ分解セル展張ト斜勢ノ比準ナル長÷垂ナル乘子三ハ場合ニ隨ヒ材料ノ試驗拉毀或ハ作用拉毀ナル $\frac{力'}{彈}$ ナル乘子ナリ橫斷面ガ第百六十四章ノ如ク強弱平等ノ者ナレハ左ノ狀トナスヘシ

$$\frac{高。}{長} = \frac{卯''(力'_{甲}+力'_{乙})長}{4彈垂} \quad \cdots\cdots\cdots\

$\frac{\text{彎能}}{\text{撓}} = \frac{600 \text{ニ付テ}\ \text{高}^2}{\text{長}} = \frac{1}{10}$

○第百七十一章　梁材ヲ意匠スル方法ノ要略　材料及ヒ展張ヲ設ケ又支持スヘキ荷力及ヒ分賦ノ狀ヲ設ケテ梁材ノ意匠ニ從事スヘキ方法ヲ左ノ如ク括擧ス

壹　橫斷面ガ何類ノ形象ニ屬スヘキヤヲ決スル例ヘハ强弱同等ノ上下相同キ矩形或ハ丁字或ハ工字形等ノ孰レナルヘキヤノ如シ(第百六十四章ヲ見ヨ)又縱斷面力何種ナルヘキヤヲモ決ス此ニ付テハ第百六十五章ヲ見ルヘシ

貳　第百七十章ニ記載セル說ニ由テ最大厚ヲ定ム

參　數多ノ橫斷面ニ於テ偏裂力及ヒ屈曲動力ヲ求メ十分ノ數ニ達スヘク又第百六十百六十一章ノ如ク最大偏裂力及屈曲動力ヲ求ム

肆　最大屈曲動力ニ固有ノ無難乘子ヲ乘ス是ハ轉移若ハ他ノ運動荷力ニ於テハ概メ六箇ナリ此得數ハ橫碎ニ由テ破裂スヘキ破裂動力ナリ同法ニテ最大偏裂力ニ固有ノ無難乘子ヲ乘スレハ偏裂力ノ最モ大ナル截斷面ニ於テ偏裂ニ於ル極度ノ抗抵力ヲ得

伍　預メ屈曲動力ノ最モ大ナル斷面ニ於テ極度廣ト厚ノ平方トノ相乘ヲ算ス是ハ最大屈曲動力(嚮)ヲ材料ノ破裂模數(力)ニテ除シ又卯ナル固有乘子ニテ除スレハ之ヲ得(第百六十二章ノ(五)ノ方程式及ヒ卯ノ量ノ表ヲモ見ヨ)尙細說スレハ左ノ如シ

$$\frac{\text{廣}(\text{高})^2}{\text{卯}\ \text{力}} = \text{嚮}。\quad\cdots\cdots\cdots

高ナル既定ノ厚サヨリ導クヘシ

陸　最大屈曲動力ノ截斷面ニ於テ極度厚ト極度廣或ハ截斷面積其場合ニ隨ヒ)ヨリ梁材中他ノ一切ノ橫方大小ヲ求ム

漆　夫ヨリ其重量ヲ求ム是ガ外荷ノ小分數ナレハ既ニ得タル結果ニテ足レリ

扒　梁材ノ重量荷力ノ著シキ部分ヲ爲セハ既ニ得タル結果ハ假定ナルノミニテ廣狹(故ニ截斷面積)ハ第百六十七章ノ(一)ノ方程式ニ與ヘタル比例ニテ何處モ增大ス梁材ノ重量モ亦同比例ニテ增大ス

極度厚ト縱橫斷面既ニ定マレハ速ニ同章ノ(二)ノ方程式ニ依テ梁重ノ外荷ニ於ル比準ノ近眞數ヲ求ム此ニ次テ同章ノ(三)ノ方程式ニテ破碎荷力ノ近眞數ヲ求ム而メ之ヲ用サテ橫碎及偏裂ニ於ル所要ノ極度抗抵力ヲ算ス夫ヨリ直ニ梁ノ眞廣及ヒ眞面積ヲ求メ得ルナリ然レモ此法ニ從事スルトキハ後ニ此大小ヨリ梁材ノ精確ナル重量ヲ算シ夫ノ近眞數ノ十分ニ眞ニ近キヤ否ヲ試ムヘシ

玖　最大偏裂力ノ諸點ノ橫斷面ガ此力ニ抗抵スルニ足ルヤ否ヲ試驗スル爲ニ已ヲ得サレハ第百六十八章ノ法ヲ用ウ

○第百七十二章　驟用荷力(Suddenly-applied load)急轉荷力(Swiftly-rolling load)機應(三〇六)　俄ニ用サタル橫荷力ハ第百四十九章ノ俄然牽曳ノ如ク第一ニ無物ヨリ漸次ニ增メ此荷力ノ高ニ至ル者ヨリ生スル二倍ノ極大迫力ヲ生シ二倍ノ拉毀ヲ生ス

鐵道橋ノ受ル如キ轢轉荷力ノ作用ハ實地ニ發現スル事項ニ徵スレハ確然(アツリウト)驟用荷力ト十全漸用荷力トノ中間ニ在リストオクス氏ハ數學ニテガルトン氏ハ實驗ニテ考究シ共結果ヲ鐵道構造用鐵委員報告書ニ揭ケリ

練習ニ由テ荷力ノ驟用若ハ急轉ノ就レヨリ起レル加倍ノ拉毀ニ十分ノ准備ヲ爲セリ共法ハ既ニ屢論スル所ニメ荷力ノ不動部ニ用ウル無難乘子ノ約ソ二倍ノ者ヲ運轉部ノ無難乘子ト爲スニ在リ

○第百七十三章　梁材ノ反歸力(機應、二〇五)ハ之ヲ曲ケテ試驗斜勢ニ至ラシムルニ由テ爲セル所行ナリ別語ニテ謂ヘハ梁材ノ能ク受ケテ損害ナキ程ノ最大激動ノ勢力ナリ斯勢力ハ重量ト此激動ヲ起ス爲ニ下降セサル可ラサル高サトノ相乘ニテ表ス而メ荷力一點ニ聚マレハ試驗荷力ノ半ト試驗斜勢トノ相乘ナリ細言スレハ噸ヲ試驗荷力トシ反歸力ヲ表スレハ左ノ如シ

$$\frac{\text{噸重}^{2}}{\text{秒}^{2}} \cdots\cdots\cdots\

(二)既ニ第百四十九章ニ記載セル種類ノ $\frac{M}{\sigma}$ ナル反歸力ノ模數

(三) $\frac{\sigma\sigma\sigma''}{\sigma\sigma}$ ナル數號乘子ノ卯寅(第百六十二章ヲ見ヨ)ハ梁ノ橫斷面ノ形ニ關シ卯"(第百六十九章第參序ヲ見ヨ)ハ縱斷面及ヒ平面ノ形ニ關ス左ニ擧ル者ハ矩形橫斷面ニ於テ此集合乘子ノ量ニメ其 $\sigma = \frac{1}{6}$ 寅 $= \frac{1}{2}$ ナリ故ニ $\frac{\sigma\sigma\sigma''}{\sigma\sigma} = \frac{\sigma''}{6}$

		$\frac{\sigma''}{6}$
壹	廣狹及厚薄平等	$\frac{1}{18}$
貳	強弱平等厚薄平等	$\frac{1}{12}$
參	強弱平等廣狹平等	$\frac{1}{9}$

兩端ヲ支持シ中央ニ負荷セシ梁材ナレハ其長サハ σ 即チ $\sigma\sigma$ ニメ其試驗斜勢ハ橫方大小同シクメ一端ニ定着シ他端ニ負荷セル丙ナル長サノ梁材ノ斜勢ト同シ而メ試驗荷力ハ此梁ノ二倍ナリ故ニ反歸力モ此梁ノ二倍ナリ此ヲ以テ兩端ヲ支持シ中央ニ負荷セル丙ナル半展張ノ矩形梁ニ於テハ反歸力ノ數號乘子トメ左ノ量ヲ有ス

		$\frac{\sigma''}{6}$
肆	廣狹及ヒ厚薄平等	$\frac{1}{9}$
伍	強弱平等厚薄平等	$\frac{1}{6}$
陸	強弱平等廣狹平等	$\frac{2}{9}$

○第百七十四章　糾綯ノ梁上ニ發現スル効力(機應三二六至三二五)　糾綯及ヒ拈斷ニ於ル抗抵ノ十分ノ理論ハ此書ノ本旨トスル所ニ非ス是レ土木家

ノ構造ハ曾テ此種ノ著キ拉毀ニ從フニ有ラサレハナリ、斯ノ如キ構造ニ付實地ニ於テ通常發現スルカ如キ問題ノ解ニ付テハ左ノ原理ニテ足レリトス

壹　荷力ノ扭然ノ動力即チ糾綯動力トハ同等ニメ反對ナル一雙ノ偶力ノ義ニメ一杆ノ長形ノ各異點ニ之チ用ウレハ其間ノ部分チ糾綯セントシ甚キニ至レハ之チ拈斷ス

貳　拈斷ニ於ル杆ノ極度抗抵力ハ橫碎ニ於ル抗抵動力ノ一箇半ヨリ二箇マテノ間ニ在リ

參　梁上ノ堰ナル合成荷力ト支持壓力ガ梁ノ中央ノ鉛直縱斷面ニ在ラスメ此面ノ一邊ニ偏シ之ト平行セル一平面ニ於テ此ヨリ丑ナル距離ノ處ニ在テ働クト想像セヨ然レハ梁ノ每橫斷面ノ屈曲動力(偶)ノ外ニ糾綯動力アリ其量ハ

$$\text{堰}_{\text{丑}} = \text{堰}_{\text{寅}} \cdot \frac{\text{丑}}{\text{寅}} \quad \cdots\cdots\cdots\

金屬

黃銅	·〇〇二一六
青銅	·〇〇一八一
銅	·〇〇一八四
金	·〇〇一五
鑄鐵	·〇〇一一一
錬鐵及鋼	·〇〇一一四至·〇一二五
鉛	·〇〇二九
白金	·〇〇〇九
銀	·〇〇二
錫	·〇〇二至·〇〇二五
亞鉛	·〇〇二九四

土性物料(石ノ膨脹ハアダイ氏ノ實驗ヨリス)

煉化石	通常 ·〇〇三五五
同	耐火 ·〇〇〇五
灰沙(セメント)	·〇〇一四
硝子	各種平均 ·〇〇〇九
花崗石	·〇〇〇八至·〇〇〇九
大理石	·〇〇〇六五至·〇〇一一
沙石	·〇〇九至·〇〇一二
石版石(スレート)	·〇〇一〇四

木材(乾燥セルヒ木理ニ從フノ膨脹(ジョウル)氏ニ隨フ)

ベーウード(Baywood)(桂ノ屬)	·〇〇〇四六一至·〇〇〇五六六
松板(Deal)	·〇〇〇四二八至·〇〇〇四三八

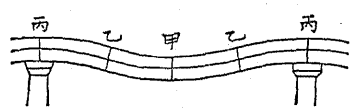
ジョウル氏云フ濕濡ハ木材ノ熱ノ爲ノ膨脹ヲ減ジ之ヲ止ムルノミナラス或ハ却テ縮ムルコアリ而メ引張ハ之ヲ增ス ト

○第百七十六章　兩端定着梁(機應、三〇七)　前諸章ニ諸梁ニ付テ分解シタル各個ノ設題ハ皆盡ク一端ニ定着シ突出部ニ負荷シ或ハ單ニ兩端ヲ支持シ其間ニ負荷セルノ二項ヲ論シ且之ヲ以テ各點ニ於ル偏裂力及ヒ屈曲動力ノ算定及ヒ曲形、傾斜、斜勢ノ算定ハ單一直接ノ施術ニメ次序ヲ追ヒ一量ヲ算メ他量ニ及ヒ順次ニ進歩セリ此章及ヒ以後ノ諸章ニ於ル諸設題ハ偏裂力及ヒ屈曲動力ト彎曲、傾斜、斜勢ト多少ノ關係ヲ存スル者ヲ論スヘシ而メ此故ニ同時ニ等數ノ方程式ヲ解テ一時ニ算定スヘキ未知數二箇或ハ二箇以上アルヲ以テ屢〻代數術ノ消去法(Elimination)ヲ要ス

梁ノ長軸ヲ水平ニ保ツニ足ル程ノ大サナル同等反對ノ一雙ノ偶力ヲメ其支持點ノ鉛面斷面ニ働カシムレハ其兩端ヲ定着シ又支持スル此ニ由テ之ヲ爲スハ概メ數ダノ支持點ヲ以テ梁ヲ連ネ一連續梁ノ部分ヲ成サシメ或ハ其支持點外ノ兩邊ニ突出セシメ其突出部ヲ固定シ或ハ之ニ負荷シ以テ其荷力若ハ固定物ノ抗抵力ヲメ所要ノ一雙ノ偶力ヲ起サシムルニ在リ

○第百四十八圖ノ丙乙甲乙丙ヲ以テ丙丙ニテ支持シ其間ノ部分ヲ追テ負荷シ且此二點外ニ定着或ハ負荷メ長軸ヲ水平ナラシメタル一梁ヲ表ス若シ此定着或ハ負荷ナクメ單ニ支持スルノミナレハ壬ナル傾斜ヲ爲スナリ丙丙ナル支持點上ノ鉛直斷面ニ平等變化ノ水平逼迫アリ其不偏軸以上ハ牽曳ニメ以下ハ排擠ナリ此一雙ノ逼迫動力ハ則チ一雙ノ同等反對ノ偶力ニメ梁ヲ其支持點ニ於テ水平ニ保持スルナリ因テ第一ニハ支持點ノ鉛直平面ニ於ル抗抵動力(直ニ此ヨリ材料上ノ迫力ヲ求ムヘシ)第二ニハ此動力カ梁ノ彎曲、傾斜、斜勢及ヒ强度上ニ發スルノ効力ヲ求メンコトヲ要ス

第百四十八圖



此問題ノ一般解法左ノ如シ第百六十九章ノ(五)ノ方程式ニテ壬即チ單ニ支持スルノミニテ定着セサレハ丙丙ノ二點ニ於テ梁ノ不偏面ガ應ニ傾クヘキノ斜度ヲ算シ而后彎曲中ニ中因ナル式ニ由テ平等彎曲動力ヲ求ム是レ此力

ガ上方ニ彎起セシムルノ狀ニテ梁上ニ働クトキハ丙丙ノ二點ニ於テ壬ノト同等反對ノ傾斜ヲ起ス是レ則チ丙丙ノ鉛直平面ニ於ル所要ノ抗抵動力ナリ此ハ梁中ノ最大抗抵動力ナル「後ニ至リ發現スヘシ此故ニ第百六十二、三、四章ノ公式中ノ嗔。ニ代フルニ之ヲ以テスレハ梁ノ强弱ノ狀確定ス此動力ヲ嗔ニテ表セヨ此負標ハ上方ニ彎起セントスルヲ表ス梁上ノ荷力ハ此ニ反メ下方ニ彎曲セシメントス

嗔ヲ以テ單ニ丙丙ニテ支持セハ梁ノ或點ニ於テ應ニ起ルヘキ彎曲動力トセン然レハ實地ノ彎曲動力左ノ如シ

$$\text{實}-\text{嗔}-$$

而メ之ヲ百六十九章ノ諸方程式ノ嗔ト交換スレハ試驗荷力又ハ或ル荷力ニ由テ發現スル彎曲傾斜及ヒ斜勢ヲ求ムヘシ

嗔ガ甲ニ於ル如ク他ヨリ大ナレハ下方ニ彎曲シ丙ニ於ル如ク小ナレハ上方ニ彎起ス爰ニ乙乙ナル一雙點アリ此ハ實=嗔-ニメ彎曲動力空トナリ且此カ爲ニ彎曲セス故ニ梁材只偏裂力ノミニ歸ス此二點ヲ反對彎曲ノ點ト云ヒ梁ノ下方ニ彎曲セル中部ト其兩端ノ上方ニ彎起セル部トヲ經界メ之ヲ分ツ

第壹例　平等截斷面ナル梁上ノ同樣負荷(Symmetrical load)ノ通設題　第百六十九章ノ(六)ノ方程式ニ由テ$\text{實}=\text{嗔}$ナルヲ思ヘハ左式ヲ得

$$\text{壬}'=\frac{{}^{2}\text{實}''\text{實}\quad \text{嗔丙}^{2}}{\text{卯}'\cdot \text{彈廣高}^{3}}$$

而メ同章ノ表ノ第壹項ニ由テ

$$\text{實}''=\frac{\text{彈惰壬}'}{\text{丙}}=\frac{\text{卯}'\text{彈廣高}^{3}\text{壬}'}{\text{丙}}$$

$${}^{2}\text{實}''\text{實}\text{嗔丙}=\text{實}''\cdot\text{實嗔}\text{長}=\text{實}''\cdot\text{嗔}。\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(一)$$

嗔。ハ偏ニ支持セルノミノ梁ニ於テ應ニ存スヘキ甲點ニ於ル屈曲動力ナリ」實″ノ量ハ第百六十九章ニ示セリ

瞬′。ヲ此例ニ於テ甲點ニ存スル實地ノ屈曲動力トセン然レハ

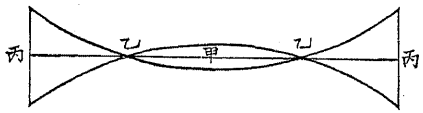
$$瞬_{\prime\prime}=(1-寅'')瞬_{\prime}\quad\cdots\cdots\cdots

垂$_{-}$ $= \left(\frac{卯''}{寅''} - \frac{1}{2}\right) \frac{力丙^2}{彈寅'高}$ ．．．

第肆例　強弱平等、厚薄平等、荷力平等、

此項ニ於テ強弱ノ平等ヲ得ルハ第百四十九圖ニ示スカ如ク各點ノ廣狹ヲメ彎曲動力ニ比例セシメ乙乙ナル反對彎曲ノ點ニ於テハ偏裂力ニ抗抵スルニ足ル程ノ厚サヲ保ツニアリ

第百四十九圖



梁ノ彎曲ハ總計ニ於テ平等ナリ反對彎曲ノ諸點ニ於テ其向キ變化スルノミ此故ニ第百四十八圖ノ梁ノ兩邊ノ丙乙及ヒ乙甲ハ同半徑ナル圓ノ弧ナリ甲丙二點ニ於テ水平ニメ乙點ニテ相觸ル故ニ其弧線同長ナリ故ニ乙ナル反對彎曲ノ點ハ孰レモ甲ナル中點ト丙ナル支持點ノ間ノ中央ニ在リ

此梁ノ試驗斜勢ハ兩點定着スルノ外ニ支持セル半展張ノ彎曲平等ナル梁ノ斜勢ノ二倍ナルコモ亦明ナリ再言スレハ定着セスメ支持セル彎曲平等梁ノ斜勢ノ半ナリ記號ニテ言ヘハ

$$重=\frac{1}{4}\cdot\frac{力丙^{3}}{彈實^{1}高^{2}} \quad \cdots\cdots\cdots\

ヽシ

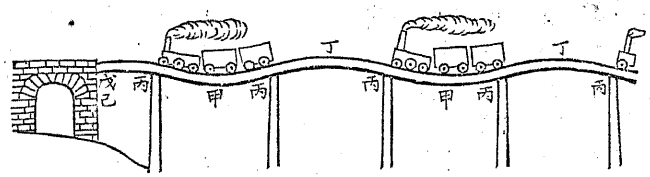
$$廣=\frac{1}{3}\left(1-\frac{4天^2}{丙^2}\right)廣_1=\left(1-\frac{4天^2}{丙^2}\right)廣_0 \quad \cdots\cdots\cdots\

動力 $瞰 = 瞰_{0}-叻_{天}+寅_{\cdot}\cdots\cdots\cdots

リ之ヲ導クヘシ(千八百六十九年ノ皇立會社事業書ヲ見ヨ)然レトモ左ニ擧ル者ハ特別ノ指示法ナリ

第百五十圖ニテ丙丙等ニ一連ノ同距柱上ニ安スル者ヨリ成レル數箇ノ展張ノ棧道ヲ表ス丙戊ナル最端ノ展張ハ其他ヨリ小ナリ此ニ付テ確定スヘキ原理ハ後ニ詳明スヘシ今此橋ハ宜ク同等展張ノ無限ノ連續ヨリ成リ各〻互隔展張ノミ最大ノ運轉荷力ヲ以テ端ヨリ端ニ至ルマテ平等ニ負擔スル者ト思想スヘシ

第百五十圖



重』ヲ荷力ノ靜定部ノ長ヶ毎一尺ニ於ル烈度重』ヲ運轉部ノ烈度トシ以テ重十圖、ヲメ甲甲等ナル他ヨリ重キ負荷部ノ荷力ノ烈度タラシメ重』ヲ丁丁等ナル其間ノ烈度トス」

噸一ヲ以テ猶丙丙等ナル柱ノ支持點ノ未知ノ彎曲負動力トス

或ル重キ負荷ノ部分ニ於テ天』ナル水平距離ヲ甲ナル中點ヨリ量ル者トス

或ル輕キ負荷ノ部ニ於テ天』ナル距離ヲ丁ナル中點ヨリ量ル者トス

丙ニ如キヲ以テ各彎形ノ半展張ヲ表ス

梁ノ截斷面ヲ平等トシ惰性動力ヲ惰』トシ厚薄ヲ高』トスルヿ前ノ如シ

然レハ左ノ者ハ第百六十九章ニ於ル施術ノ結果ナリ

	輕荷部	重荷部
屈曲動力 噸=	$\frac{重}{2}(丙^2-天'^2)$ 一噸	$\frac{重+重'}{2}(丙^2-天^2)$ 一噸
傾斜 主=$\frac{噸}{彈惰}$有天=$\frac{1}{彈惰}$	$\frac{1}{彈惰}\left(\frac{重}{2}(丙^2天'-\frac{天'^3}{3})-噸_一天\right)$	$\frac{1}{彈惰}\left(\frac{重+重'}{2}(丙^2天-\frac{天^3}{3})-噸_一天\right)$

支持諸點上ニテ梁ノ連續ノ狀ハ天=丙'及ヒ天'=一丙ニハ廿ナル傾斜相同シ此ニ由テ左ノ方程式ヲ得ルナリ

$$-\frac{重丙^3}{3}+瞬_{丙}=\frac{(重+重')丙^3}{3}-瞬_{丙}$$

是ヨリ左ノ如ク各柱上ノ彎曲動力ノ量ヲ得

$$瞬_{-}=\frac{(2重+重')丙^2}{6}=\frac{(2重+重')長^2}{24}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(七)$$

之ヲ屈曲動力及ヒ傾斜ノ表式ニ致シ第百六十九章ノ法ノ如ク施術スレハ左ノ結果ヲ得

	輕荷部	重荷部
屈曲動力 瞬=	$\frac{重-重'}{6}丙^2-\frac{重}{2}天^2$	$\frac{重+2重'}{6}丙^2-\frac{重+重'}{2}天^2$
傾斜 比=	$\frac{1}{彈惰}\left\{\frac{重-重'}{6}丙^2天'-\frac{重}{6}天'^3\right\}$	$\frac{1}{彈惰}\left\{\frac{重+2重'}{6}丙^2天-\frac{重+重'}{6}天^3\right\}$
或點ノ斜勢 勢=	$\frac{1}{彈惰}\left\{\frac{重-2重'}{24}丙^4-\frac{重-重'}{12}丙^3天'^2+\frac{重}{24}天'^4\right\}$	$\frac{1}{彈惰}\left\{\frac{重+3重'}{24}丙^4-\frac{重+2重'}{12}丙^3天^2+\frac{重+重'}{24}天^4\right\}$

此方程式中左ノ諸項ハ實地ニ於テ最モ切要ノ者タリ

屈曲動力

輕荷展張ノ丁ナル中心ニ於テ

$$瞬'_{。}=\frac{重-重'}{6}丙^2=\frac{重-重'}{24}長^2$$

重荷展張ノ甲ナル中心ニ於テ

$$瞬_{。}=\frac{重+2重'}{6}丙^2=\frac{重+2重'}{24}長^2\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(八)$$

最大彎曲動力ハ重ナル運轉荷力或ハ重ナル靜定荷力ノ烈度ノ大ナルニ隨ヒ或ハ甲ニ於ルヤ或ハ丙ニ於ル瞬ナリ

或荷力ニ於ル中心斜勢

輕荷部ニ於テ　垂レ＝$\left(\text{重}-\frac{2}{3}\text{重}'\right)\frac{\text{丙}^4}{24\text{彈脩}}$

重荷部ニ於テ　垂レ＝$\left(\text{重}+\frac{3}{2}\text{重}'\right)\frac{\text{丙}^4}{24\text{彈脩}}$ ……（九）

重ガ$\frac{2}{3}$重'ヨリ小ナレハ此前者ハ高昇トナリ其符號ハ負トナル

試驗荷力ニ於ル重荷部ノ中心斜勢

重'ノ重ニヨル瞬。ノ一瞬ニナスル點ナレハ

$$\text{垂}_1=\frac{\text{力}'\text{丙}^3}{4\text{彈寅}'\text{高}}\cdot\frac{\text{重}+\frac{3}{2}\text{重}'}{\text{重}+\frac{2}{3}\text{重}'}$$

重ノ重'ニヨル一瞬ニノ瞬。ナル點ナレハ

$$\text{垂}_2=\frac{\text{力}'\text{丙}^3}{4\text{彈寅}'\text{高}}\cdot\frac{\text{重}+\frac{3}{2}\text{重}'}{\frac{2}{3}\text{重}+\text{重}'}$$ ……（九甲）

輕荷部ノ相當斜勢ハ此式ニ$\frac{\text{重}-\frac{2}{3}\text{重}'}{\text{重}+\frac{3}{2}\text{重}'}$ヲ乘スレハ則チ求メラルヽヲ

曲形零度ノ諸點ハ各部分ノ中心ヨリ左ノ距離ノ處ニ現ハル

輕荷部ノ天＝$\text{丙}\sqrt{\frac{\text{重}-\frac{2}{3}\text{重}'}{\text{重}}}$ニ於テ

重荷部ノ天＝$\text{丙}\sqrt{\frac{\text{重}+\frac{2}{3}\text{重}'}{2(\text{重}+\text{重}')}}$ニ於テ ……（十）

此點若ヽ雙々相對ノ現ハルレハ則チ反對彎曲ノ點ナリ而メ此例ハ必重荷部ニ在リ然レドモ重'＝重ナレハ不曲ノ點只一箇アリテ其部分ノ中央ニ在リ而メ反對彎曲ノ點アラス又重'ノ重ナレハ其展張中ニ斯ノ如キ點アラス

丙戌ハ棧道ノ端ナル梁ノ一部ヲ表ス其長短ハ若シ之ヲ戌ニテ支持セサレハ少ナクモ丙ナル最近柱上ニ寅ナル固有ノ彎曲動力ヲ生スルニ足ル程トス而メ此意ニ合センニハ其長サノ丙戌＝長ガ少ナクモ左ノ狀ヲ遂クルニ足ル

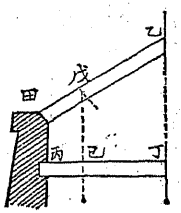
者ナラサル可ラス

$$\frac{\text{重長}'^2}{2} = \text{一噸} = \frac{2\text{重}+\text{重}'}{6}\ \text{丙}^2$$

而メ此故ニ其長サノ最小限ヲ左ノ公式ニテ得セシム

$$\text{丙戊} = \text{長}'\sqrt{\frac{2\text{重}+\text{重}'}{3\text{重}}} \quad \cdots\cdots\cdots\

第百五十一圖



分力(Longitudinal)橫分力(Transverse Component)トナス梁上ノ拉壓ハ縱力ヨリ生スル縱縮ト橫力ヨリ生スル屈曲トノ合併ナリ

例ハ荷力ヲ平等分賦ノ者トシ重〻ヲ水平ニ量レル展張毎寸ニ付キ烈度ノ斤數トス再言スレバ長〻ヲ斜梁ノ甲乙ナル支持點ノ長サトシ壬ヲ傾斜ノ角噸ヲ荷力全計トスレバ其烈度ノ量左ノ如シ」

$$重 = 噸 \div 長壬餘弦 \quad \cdots\cdots\cdots\

此斷面ニ於ル噴ナル屈曲動力ハ梁ヲ退テ量レル長サノ一寸上ニ壓ス瓩ヲ負荷セル長ナル展張ノ梁材ニ於ルト同樣ナリ而メ此設元ヲ以テ第百六十一章第肆項ノ公式ニテ求ムヘク又第百七十六章ノ法ニテ求ムヘシ是レ唯甲及ビ乙ニ於テ其位置ノミニ定着セルト其方向幷ニ其位置ニ定着セルトニ由テ異ナルナリ

丙丁ハ戊壬餘弦(甲乙ナル展張ノ水平ニ突出スル者ナルヲ以テ)ナル展張ノ水平梁ニメ甲乙ノ如ク噴ト同重ノ平等分賦荷力ヲ負擔シ又同ク兩端ニテ支持定着セシナレバ戊ト相應セル己點ニ於ル彎曲動力ハ戊ニ於ル者ト同シ

惰ヲ戊ノ橫斷面ノ「惰性動力」(第百六十二章ヲ見ヨ)トシ、而ヲ不偏軸ヨリ彎起邊マテノ距離トス然レハ噴ナル彎曲動力ノ爲ニ其邊ニ於テ左ノ烈度ナル排擠力ヲ增生ス

$$\text{寅}'=\frac{\text{順}\cdot\text{寅}'\cdot\text{高}}{\text{惰}}\quad\cdots\cdots\cdots

トハ猶不定ナリ此比準ノ後者ヲ午ニテ表スレハ(七)ノ方程式ヲ左ノ狀ニ置クヘシ

$$\text{道}'+\text{道}''=\frac{\text{噸}}{\text{面}}\left\{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\text{壬正弦}}+\text{壬正弦}\right)+\frac{\text{長壬餘弦}}{1^2\text{午高}}\right\}\quad\cdots\cdots\cdots

程式ノ如キ近眞解(突縁面ニ經板面)ニ

$$面_{二}=\frac{面_{二}(面_{二}+4面_{一})}{6(面_{二}+面_{一})(面_{二}+2面_{一})}$$

扒　工字斷面、第百六十三章(四)ノ方程式ノ如キ近眞解(突縁面ニ經板面ニ此梁面ニナル突縁ヲ壓挫ノ破裂スル者トス)ニ

$$面_{三}=\frac{面_{三}(面_{三}+4面_{一})+4面_{三}\}+12面_{一}\cdot 面_{三}}{6(面_{三}+2面_{三})(面_{一}+2面_{三})}$$

玖　上下ノ突縁同樣(面三＝面一)ナル工字斷面ニ

$$\frac{1}{6}\left(1+\frac{4面_{一}}{面_{二}+2面_{一}}\right)$$

甲乙ナル傾斜梁ノ斜勢ヲ、水平展張モ、受ル所ノ荷力モ同シキ丙丁ナル水平梁ノ斜勢ト比較スルトキハ第百六十九章ノ原理ヨリメ二梁ノ截斷面同等同形ナレハ其相應點ノ斜勢ハ長サノ立方ノ如キ又長短ト轉比例ニ斜勢ヲ生スル荷力ノ如キヲ以テ互ニ長サノ平方ト比例ス

甲乙ノ斜勢：丙丁ノ斜勢::1：壬餘弦。　(九)

又斜勢ノ鉛直分力ハ長短ト單比例ヲ爲ス

甲乙ノ斜勢ノ鉛直分力：丙丁ノ斜勢::1：壬餘弦　(十)

甲乙ガ丙丁ト比較メ1：壬餘弦或ハ壬正割：1ノ比準ニテ其廣ヲ增ストキハ其兩斜勢ノ鉛直分力應ニ相等シカルヘシ其原理ハ次章ニ於テ之ヲ論ス

○第百七十九章甲　梁中最大迫力ヲ斜勢ヨリ導ク法　此ヲ行フニハ第百六十九章ノ(十三)ノ方程式ヨリ導ケル公式ヲ用ウルニ在リ左ノ如シ

高ヲ迫力最大ナル斷面ノ厚サ寅、寅ヲ其斷面ノ不偏軸ヨリ最大迫力ヲ要スル表面マテノ距離トス寅ハ第百六十二章ニ詳明セル如ク横斷面ノ形狀ニ關スル乘子ナリ

丙ヲ兩端支持梁ノ半展張又ハ一端定着梁ノ負荷部ノ長トス

卯ヲ第百六十九章ニ詳明例示セル試驗斜勢ニ屬スル乘子トス

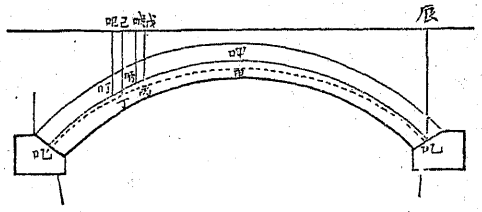
彈ヲ材料ノ彈力模數トス

垂ヲ視察斜勢(Observed deflection)トス

然レハ最大迫力ノ烈度左ノ如シ

$$\text{強度}\left\{\begin{array}{l}\text{廣}\\ \text{丙}\end{array}\right.\quad\text{重}\left\{\begin{array}{l}\text{丙}\\ \text{丙}''\end{array}\right.\quad\cdots\cdots\cdots

第百五十二圖



樣ノ爲ニ此短縮ハ穹窿ノ各斷面ヲ通メ平等ナルヘシ

此ニ於テ不偏曲線ヲメ「抗抵線」ノ如クナラシム

然レドモ此短縮ハ全穹窿ヲ低下シ不偏曲線ヲメ叱甲丙丁叱′ノ如キ新形象ヲ取ラシム其曲形ノ各點ニ於ル者自(オ)舊曲形ト異ナリ此ニ由テ荷力ノ分賦ハ平衡セル卽チ線狀ナル穹窿ノ狀ニ隨フト雖モ屈曲作用ナル者有テ直短縮ト合併ス荷力ノ分賦ノ狀ガ線狀穹窿ナル不偏曲線ニ適應スル者ト異ナレハ屈曲作用ノ總計モ分賦モ共ニ異狀トナル

穹窿ハ兀レノ場合ニ在テモ直短縮ヲ受ル肋材ト橫荷力ヲ受ル梁材ト重複ノ能力ヲ以テ働ク而メ其各點ニ於ル拉毀及ヒ逼迫ハ荷力ノ直短縮作用ト其屈曲作用ヨリ生スル拉毀及ヒ逼迫ノ合成ナリ

設題第壹 通項 此主意ニ關スル設題ヲ解クニハ概メ辰ノ如キ一點ヨリ不偏曲線ノ叱ナル一端ト同鉛直線ニ於テ縱橫線ヲ量ルヲ便宜トス

吶ハ曲線中ノ一點ナルヲ以ヲ

天＝辰吶　ハ辰點ヨリ吶ノ水平距離

地＝吶吶　ハ辰點以下吶ノ鉛直距離

辰＝叱叱′ヲ不偏曲線ノ展張子(ロ)ヲ其高昇トス

重(ロ)ヲ常ト變トニ論ナク水平距離每一寸ニ付鉛直荷力ノ烈度ノ斤數トシ以テ左ノ如クナラシム

天(ロ)重イ天　ハ穹窿上ノ全荷力ナリ

穹窿ノ各小部分ニ於ル重イ天ナル荷力ハ二部分ヨリ成ル者ト思考ス

重イ天ハ線狀穹窿ノ平衡ノ定則ニ隨ヒ重ニ平$\frac{イ地}{イ天}$(平ハ穹窿ノ橫排擠ノ未定ナル者)ナルノ狀ニテ分賦セルヲ以テ直短縮ノミヲ起シ

$$\left(重-重_{1}\right)彳天=\left(重-平\frac{彳^{2}地}{彳天^{2}}\right)彳天 \quad \cdots\cdots\cdots\

端ニ用ウベキ諸式ヲ得ン此諸式ヲ表スルニハ叻[1][1]噸[1][1]壬[1][1]垂ヲ用ウ

子申ニ丙叮ニ〳〵子天^{2}+子地^{2}ハ不偏曲線ノ限リナキ短弧ノ長サヲ表ス此弧ハ荷力ノ屈曲作用ニテハ其長ヲ變セスト雖直短縮ニ由リ左ノ方程式ニ與ヘタル比例ニテ之ヲ變ス

$$\frac{\text{子酉}}{\text{子申}} = \frac{\text{平}}{\text{彈面}}\frac{\text{子天}}{\text{子天}} \quad \cdots\cdots\cdots\

吻ニ照ヘ叮ノ横變位ニ付是ニヲ左式ヲ得

$$\text{千戌} = \frac{\text{千申}}{\text{千天}}\text{千酉} - \frac{\text{千地}}{\text{千天}}\text{千垂} \cdots\cdots\cdots\

ナル斜勢ノ方程式中ニ之ヲ誘入スヘシ此ニ至リ推算ニ用ウル公式ト「ナル」排擠ヲ正トシ引張ヲ負トメ論スレハ或截斷面ニ於ル迫力ノ最大烈度ハ左ノ公式ニテ之ヲ推算スヘシ

$$\text{迫}_{-}=\frac{\text{平}\,\frac{\text{千申}}{\text{千天}}}{\text{面}}+\frac{\text{腹實}\,\text{高}}{\text{惰}} \quad \cdots\cdots\cdots\

ノ其廣狹ハ各點ニ於テ其水平線ト肋材傾斜ノ割線即チ

$$\frac{子申}{子天}=\sqrt{1+\frac{子地^{3}}{子天^{3}}}$$

トニ比例ノ面ヲ肋材ノ頂點ニ於ル截斷面積、惰ヲ其惰性動力トスレハ他ノ或點ニ於ル相當數ナル面及ビ惰ガ

$$面=面\sqrt{1+\frac{子地^{3}}{子天^{3}}}\qquad 惰=惰\sqrt{1+\frac{子地^{3}}{子天^{3}}}\quad\cdots\cdots(十六)$$

ナル程ナレハ肋材ヲ追テ働ク直排擠ノ烈度ハ何處モ皆相等シク各點ノ鉛直斜勢モ肋材ノ頂點ト同斷面ノ平等直橫梁ノ同屈曲動力ヲ受ケタル者ノ斜勢ト同シ

此ヲ記號ニテ表スルハ(四)(六)(八)(十二)(十五)ノ諸方程式中ニ前諸式ヲ誘入スルニ在リ其形左ノ如シ

$$壬=\frac{子垂}{子天}=壬_{0}-\frac{1}{彈惰}\,\Sigma_{0}^{\text{天}}\text{積}\,子天\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(四甲)$$

$$\frac{子酉}{子申}=1-\frac{平}{彈惰}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(六甲)$$

$$戌=1-\frac{平}{彈面}\,\Sigma_{0}^{\text{天}}\left(1+\frac{子地^{2}}{子天^{2}}\right)子天-\Sigma_{0}^{\text{天}}壬\,\frac{子地}{子天}\,子天\quad\cdots\cdots(八甲)$$

此項幷ニ斷面ノ厚薄形象平等ナル諸項ニ於テ橫斷面ノ惰性動力ヲ第百七十八章ノ如ク午ナル乘子ノ助ニ依リ面積及ヒ厚薄ノ名目ニテ表スルヲ便宜トス卽チ左ノ如シ

惰＝午寅高面……(十七)

(午ノ量ニ付テハ第百七十九章ノ表ヲ見ヨ)彈面ハ展張ノ變化ニ於ル(八甲)ナル式ノ公約數(Common devisor)ト爲サルヽ故ニ左ノ狀トナル

$$\text{成}_{-}=\frac{1}{\text{彈面}_{-}}\left\{-\text{平}\,\text{永}_{\text{長}}\left(1+\frac{\text{子地}^{2}}{\text{子天}^{2}}\right)\text{子天}+\frac{1}{\text{午寅}'\text{高}''}\,\text{永}_{\text{長}}\frac{\text{子地}}{\text{子天}}\,\text{永}_{\text{寅}}\cdot\text{子天}^{2}\right\}\quad(十六)$$

面ノ一横斷面ノ最大強力ニ於ケル(十二)ノ方程式ノ左ノ形ナル

$$\text{造}_{-}=\frac{1}{\text{面}_{-}}\left\{\text{平}\pm\frac{\text{厥}}{\text{午高}}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad(十一甲)$$

厚薄形象既ニ定マレハ此ニ由テ所要ノ横斷面積ヲ算スルノ預定法ヲ呈ス」強靭性平等ナル肋材ハ常ニ發現スル者ニ非ス然レ𪜈此ニ關スル公式ハ斷面平等ナル肋材ノ截設(Segment)ニ用ヰテ僅ノ謬差アルノミ

設題第參　此項ハ横排擠ニ比例ノ憑臺ノ變位スル者ナリ　横排擠ニ歸スル穹窿展張ノ長大ナル左ノ方程式ニテ表セン

$$\text{成}_{-}=\text{甲平}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\quad(九甲)$$

然レハ(ハ)ノ方程式左ノ形ヲ取ル

$$\text{平}\left\{\text{甲}+\text{永}_{\text{長}}\frac{\left(1+\frac{\text{子地}^{2}}{\text{子天}^{2}}\right)^{\frac{3}{2}}}{\text{彈面}}\text{子天}\right\}+\text{永}_{\text{長}}\text{主}\,\frac{\text{子地}}{\text{子天}}\,\text{子天}=0\cdots\cdots\quad(八四)$$

面ノ強靭性平等ノ肋材ニ於テハ

$$\text{平}\left\{\text{甲}+\frac{1}{\text{彈面}_{-}}\text{永}_{\text{長}}\left(1+\frac{\text{子地}^{2}}{\text{子天}^{2}}\right)\text{子天}\right\}+\text{永}_{\text{長}}\text{主}\,\frac{\text{子地}}{\text{子天}}\,\text{子天}=0\cdots\cdots\quad(八十)$$

甲ナル係數ハ實驗ニ由テ定ムル例ハハ近時ノ實驗進歩中ニ石楹ノ基底ノ廣二十四尺厚十一尺ノ者ニヲ其基底以上二十五尺ノ高處ニ用ヰタル二十四萬斤ノ排擠力ニ由リ變位ノ一寸ノ·二七ニ及ヒシテナ發見セリ此場合ニ於テ甲ノ量ハ

$$\frac{\cdot 27}{240{,}000}=\cdot 000{,}001{,}125\quad\text{ナリ}$$

此外ノ實驗未足ラスヲ石楹及ヒ憑臺ノ變位ニ係ル普通ノ原理ヲ定ムル可ラ

ス

設題第肆　轅轉荷力ヲ受ル拋物線狀肋材兩端ハ其向ニ定着シ憑臺ハ不動ナリ　左ニ擧クル所ハ實地ニ於テ最モ必用ナリ叫呷叱ナル不偏軸ヲ拋物線狀トシ肋材ヲ厚薄平等强靭性平等トシ其兩端ニ廣ク平坦ニメ其起ル所ノ斜背(Skewbacks)ニ精密ニ虞着安置シ以テ其向ヲメ恰モ定着スト見ユル程ナラシムル再言スレハ

$$\text{壬}=\text{壬}_1=0 \quad \cdots\cdots\cdots\

然レハ(二)(三)(四)(五)ノ方程式左ノ狀ト ナル負荷ナキ部分ニ關スル公式ハ甲ニテ表シ負荷アル部分ニ關スル者ハ乙ニテ表ス

偏裂力

$$\left.\begin{aligned}&(甲)\quad 叻 = 叻_0 + \left(\frac{S子平}{長^2} - 重_0\right)天\\&(乙)\quad 叻 = 叻_0 + \left(\frac{S子平}{長^2} - 重_0\right)天 - 重\left\{天-(1-未)長\right\}\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(二十三)$$

屈曲動力

$$\left.\begin{aligned}&(甲)\quad 瞋 = 瞋_0 + 叻_0 天 + \left(\frac{S子平}{長^2} - 重_0\right)\frac{天^2}{2}\\&(乙)\quad 瞋 = 瞋_0 + 叻_0 天 + \left(\frac{S子平}{長^2} - 重_0\right)\frac{天^2}{2} - \frac{重\left\{天-(1-未)長\right\}^3}{2}\end{aligned}\right\}(二十四)$$

傾斜ノ變換

$$\left.\begin{aligned}&(甲)\quad 壬 = \frac{1}{午寅'高^2彈面_\perp}\left\{-瞋_0 天 - 叻_0\frac{天^2}{2} - \left(\frac{S子平}{長^2} - 重_0\right)\frac{天^3}{6}\right\}\\&(乙)\quad \left\{括弧中ノ乘子ニ加フル者 + \frac{重}{6}\left\{天-(1-未)長\right\}^3\right\}\end{aligned}\right\}\cdot(二十五)$$

斜勢

$$\left.\begin{aligned}&(甲)\quad 垂 = \frac{1}{午寅'高^2彈面_\perp}\cdot\left\{-瞋_0\frac{天^2}{2} - 叻_0\frac{天^3}{6} - \left(\frac{S子平}{長^2} - 重_0\right)\frac{天^4}{24}\right\}\\&(乙)\quad \left(括弧中ノ乘子ニ加フル者 + \frac{重}{24}\left\{天-(1-未)長\right\}^4\right)\end{aligned}\right\}(二十六)$$

形勢方程式ハ左ノ如シ

$壬_\perp = 0$ ヨリ得ル所

$$-瞋_0 - 叻_0\frac{長}{2} - \left(\frac{S子平}{長^3} - 重_0\right)\frac{長^3}{6} + \frac{重未^3長^3}{6} = 0 \cdots\cdots(二十七)$$

垂$_{\text{下}}$＝0 ヨリ得ル所

$$-\frac{\text{瞬}_{\text{。}}}{\text{長}^2}-\text{助}_{\text{。}}\frac{\text{長}}{6}-\left(\frac{8\text{子}\,\text{平}}{\text{長}^{12}}-\text{重}_{\text{。}}\right)\frac{\text{長}^2}{24}+\frac{\text{重}\,\text{未}^4\text{長}^3}{24}=0\quad\cdots\cdots\quad(二十八)$$

憲臺ノ動カス可ラサル形勢即チ戊＝0 ヨリ得ル所

$$-\left(\text{長}+\frac{16\text{子}^2}{3\text{長}}\right)\frac{\text{平}}{\text{弾面}_{\text{下}}}+\frac{8\text{子}}{\text{長}^{12}}\text{禾}_{\text{。}}^{\text{長}}\text{垂}_{\text{下}}\text{天}=0$$

而ノ兩邊ニ $\dfrac{\text{午寅}'\,\text{高}^2\text{弾面}_{\text{下}}}{8\text{子長}}$ ヲ乘スレハ左式ヲ得

$$-\frac{\text{瞬}_{\text{。}}}{6}-\frac{\text{助}_{\text{。}}\text{長}}{24}+\frac{\text{重}_{\text{。}}\text{長}^2}{120}+\frac{\text{重}\,\text{未}^5\text{長}^3}{120}-\text{平}\left\{\frac{\text{子}}{15}+\frac{\text{午寅}'\,\text{高}^2}{8\text{子}}\left(1+\frac{16\text{子}^2}{3\text{長}^{12}}\right)\right\}=0\quad(二十九)$$

此形勢方程式三箇間ノ消去法ニテ左ノ結果ヲ得

$$\frac{25\text{午寅}'\,\text{高}^2}{4\text{子}^2}\cdot\left(1+\frac{16\text{子}^2}{3\text{長}^{12}}\right)=\text{乙}\quad\text{ト}\quad\text{ス}$$

然レハ横排擠左ノ如シ

$$\text{平}=\frac{\text{長}^2}{8(1+\text{乙})\text{子}}\left\{\text{重}_{\text{。}}+\text{重}(10\text{未}^3-15\text{未}^4+6\text{未}^5)\right\}\cdots\cdots\cdots\quad(三十一)$$

負荷ヲキ端ニ於ル屈曲動力

$$-\text{瞬}_{\text{。}}=\frac{\text{重}_{\text{。}}\text{長}^2}{12}\cdot\frac{\text{乙}}{1+\text{乙}}+\frac{\text{重}\text{長}^2}{12}\left(4\text{未}^3-3\text{未}^4-\frac{10\text{未}^3-15\text{未}^4+6\text{未}^5}{1+\text{乙}}\right)\quad(三十二)$$

負荷ア ル端ニ於テ

$$-\text{瞬}_{\text{下}}=\frac{\text{重}_{\text{。}}\text{長}^2}{12}\cdot\frac{\text{乙}}{1+\text{乙}}+\frac{\text{重}\text{長}^2}{12}\left(6\text{未}^2-8\text{未}^3+3\text{未}^4-\frac{10\text{未}^3-15\text{未}^4+6\text{未}^5}{1+\text{乙}}\right)\quad(三十三)$$

迫力ノ最大烈度ハ肋材ノ負荷ア ル端ニ於テ發現ス其量ハ排擠ニ付テ左ノ如シ

$$\text{迫}_{\text{下}}=\frac{1}{\text{面}_{\text{下}}}\left(\text{平}+\frac{\text{瞬}_{\text{下}}}{\text{午高}}\right)=\frac{\text{長}^2}{8\text{面}_{\text{下}}}\left\{\frac{\text{重}_{\text{。}}}{1+\text{乙}}\left(\frac{1}{\text{子}}+\frac{2\text{乙}}{3\text{午高}}\right)\right.$$

$$+重\left[\frac{2}{3午高}(6米^3-8米^4+米^5)-\frac{10米^3-15米^4+6米^5}{1+乙}\left(\frac{2}{3午高}-\frac{1}{子}\right)\right]\Bigg\} \quad \cdots(三十四)$$

引張ニ付テハ、逆ニ迫力トシ午ヲ午ナル乗子ノ量トスレバ、

$$迫_1=\frac{1}{面_1}\left(\frac{噸_1}{午'高}-平\right)=\frac{点^2}{8面_1}\Bigg\{\frac{重_0}{1+乙}\left(\frac{2乙}{3午'高}-\frac{1}{子}\right)$$

$$+重\left[\frac{2}{3午'高}(6米^3-8米^4+3米^5)-\frac{10米^3-15米^4+6米^5}{1+乙}\left(\frac{2}{3午高}+\frac{1}{子}\right)\right]\Bigg\} \quad \cdots(三十五)$$

米ヲ米ノ量トシ之ヨリ自立極度ノ排擠力ヲ得ル者トス又米ヲ米ノ量トシ之ヨリ自立極度ノ引張力(之アレバ)ヲ得ル者トスレバ、

$$米_1=\frac{2}{5}\cdot\frac{1+乙}{1-\frac{3午高}{2子}}\qquad 米_1=\frac{2}{5}\cdot\frac{1+乙}{1+\frac{3午'高}{2子}} \quad \cdots\cdots\cdots(三十六)$$

其自立極度ハ

$$排擠力迫_1=\frac{点^2}{8面_1}\Bigg\{\frac{重_0}{1+乙}\left(\frac{2乙}{3午高}+\frac{1}{子}\right)+\frac{2重}{3午高}\left(2米_1^2-2米_1^3+\frac{3}{5}米_1^4\right)\Bigg\} \quad (三十七)$$

$$引張力迫_1=\frac{点^2}{8面_1}\Bigg\{\frac{重_0}{1+乙}\left(\frac{2乙}{3午'高}-\frac{1}{子}\right)+\frac{2重}{3午'高}\left(2米_1^2-2米_1^3+\frac{3}{5}米_1^4\right)\Bigg\} \quad (三十八)$$

(三十七)ノ方程式ハ肋材ノ厚薄及ヒ形状定マレバ固有ノ截断面積ヲ算スルノ用ヲ爲ス(三十八)ノ方程式ノ結果負ナレバ肋材ノ其點ニ引張力ナキナリ負荷ナキ端ニテ偏裂力ノ鉛直分力ハ

$$助_0=\frac{点^2}{2}\Bigg\{\frac{重_0乙}{1+乙}+重\left(2米^3-米^4-\frac{10米^3-15米^4+6米^5}{1+乙}\right)\Bigg\} \quad \cdots(三十九)$$

而ノ之ヲ一噸。及ヒ平ノ固有ノ量ト共ニ(二十六)ノ方程式ニ於テ交換スレバ誠點ニ於ル斜勢ヲ算スルニ適セラル

午高ハ子、午'高ハ十及ヒ乙ガ皆甚小ナル分數(其例屢之有ルガ如シ)ナルキハ左ノ方程式殆ド眞ナリ

$$未_{\prime}=未_{\prime}'=\frac{2}{5} \quad \cdots\cdots\cdots\

$$\text{吃}=\frac{45\text{午寅}'\text{高}^2}{4\text{子}^2}\left(1+\frac{16\text{子}^2}{3\text{長}^2}+\frac{\text{甲彈面}_-}{\text{長}}\right)\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\quad(四十)$$

設題第陸　兩端ヲ支持シ定着セサル同等强靱性ノ拋物線狀肋材　噸及ヒ噸₁ガ各＝〇トナリ壬ガ不定常數トナルノ變容ヲ以テスレハ設題第肆ノ諸公式皆此項ニ應用スヘシ次ノ結果ハ此ヨリス其中ヶ方形括弧〔〕ノ中ニ入レタル數ハ肋材ノ負荷ナキ部分ノミニ關係ス

$$\text{叻}=\text{叻}_0+\left(\frac{8\text{子平}}{\text{長}^2}-\text{重}_0\right)\text{天}-\left[\text{重}\left\{\text{天}-(1-\text{未})\text{長}\right\}\right]\quad\cdots\quad(四十一)$$

$$\text{噸}=\text{叻}_0\text{天}+\left(\frac{8\text{子平}}{\text{長}^2}-\text{重}_0\right)\frac{\text{天}^2}{2}-\left[\text{重}\cdot\frac{\{\text{天}-(1-\text{未})\text{長}\}^2}{2}\right]\quad\cdots\quad(四十一)$$

$$\text{壬}=\text{壬}_0-\frac{1}{\text{午寅}'\text{高}^2\text{彈面}_-}\left\{\text{叻}_0\frac{\text{天}}{2}+\left(\frac{8\text{子平}}{\text{長}^2}-\text{重}_0\right)\frac{\text{天}^3}{6}-\left[\frac{\text{重}}{6}\left\{\text{天}-(1-\text{未})\text{長}\right\}^3\right]\right\}\quad(三十四)$$

$$\text{垂}=\text{壬}_0\text{天}-\frac{1}{\text{午寅}\ \text{高}^2\text{彈面}_-}\left\{\text{叻}_0\frac{\text{天}^3}{6}+\left(\frac{8\text{子平}}{\text{長}^2}-\text{重}_0\right)\frac{\text{天}^4}{24}-\left[\frac{\text{重}}{24}\left\{\text{天}-(1-\text{未})\text{長}\right\}^4\right]\right\}$$

而ノ設題第伍ノ如ク戍＝甲平ニテ展張ノ擴大ヲ表スレハ左式ヲ得　(四十四)

$$〇=-\left(1+\frac{16\text{子}^2}{3\text{長}^2}+\frac{\text{甲彈面}_-}{\text{長}}\right)\frac{\text{長平}}{\text{彈面}_-}+\frac{8\text{子}}{\text{長}^2}\text{未}_{0.5}\text{垂}_1\text{天}\quad\cdots\quad(四十五)$$

之ニ午寅'高²彈面₋ト8子ヲ乘ジ當然ノ交換ヲ爲セハ形勢方程式ヲ得ルヿ左ノ如シ

$$〇=\frac{\text{午寅}'\text{高}^2\text{彈面}_-\text{壬}_0}{2}-\frac{\text{叻}_0\text{長}^2}{24}+\frac{\text{重}_0\text{長}^3}{120}+\frac{\text{重未}^5\text{長}^3}{120}-\text{平長}\left\{\frac{\text{子}}{15}+\frac{\text{午寅}'\text{高}^2}{8\text{子}}\left(1+\frac{16\text{子}^2}{3\text{長}^2}+\frac{\text{甲彈面}_-}{\text{長}}\right)\right\}\quad\cdots\quad(四十六)$$

他二箇ノ形勢方程式左ノ如シ

$$0 = \frac{\text{午寅}'\text{高}^2\text{彈面}_1\text{垂}_1}{\text{長}} = \text{午寅}'\text{高}^2\text{彈面}_1\text{壬}_0 - \frac{\text{助}_0\text{長}^2}{6} + \frac{\text{重}_0\text{長}^3}{24} + \frac{\text{重未}^4\text{長}^3}{24} - \frac{\text{平長子}}{3} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (四十七)$$

$$0 = \frac{\text{腹}_1}{\text{長}} = \text{助}_0 - \frac{\text{重}_0\text{長}}{2} - \frac{\text{重未}^2\text{長}}{2} + \frac{4\text{子平}}{\text{長}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (四十八)$$

(四十六)(四十七)ノ方程式ハ壬$_0$ヲ消去シ長^{3}ニテ除スレハ左ノ者トナル

$$0 = -\frac{\text{助}_0}{12} + \frac{\text{重}_0\text{長}}{40} + \frac{\text{重長}}{120}\left(5\text{未}^4 - 2\text{未}^5\right) - \frac{\text{平子}}{\text{長}} \left\{\frac{1}{5} - \frac{\text{午寅}'\text{高}^2}{4\text{子}^2}\left(1 + \frac{16\text{子}^2}{3\text{長}^2} + \frac{\text{甲彈面}_1}{\text{長}}\right)\right\} \quad \cdots\cdots (四十九)$$

此ト(四十八)ノ間ノ助$_0$ヲ消去スレハ左式ヲ得

$$0 = -\frac{\text{重}_0\text{長}}{5} - \frac{\text{重長}}{10}(5\text{未}^2 - 5\text{未}^4 + 2\text{未}^5) + \frac{\text{平子}}{\text{長}} \left\{\frac{8}{5} + \frac{3\text{午寅}'\text{高}^2}{\text{子}^2}\left(1 + \frac{16\text{子}^2}{3\text{長}^2} + \frac{\text{甲彈面}_1}{\text{長}}\right)\right\} \quad \cdots\cdots (五十)$$

此ヨリノ左ノ簡約式

$$\text{㘝} = \frac{15\,\text{午寅}'\text{高}^2}{8\text{子}^2}\left(1 + \frac{16\text{子}^2}{3\text{長}^2} + \frac{\text{甲彈面}_1}{\text{長}}\right) \quad \cdots\cdots\cdots (五十一)$$

ヲ用ヰレハ左ノ横排撕及ヒ他ノ常數ヲ得

$$\text{平} = \frac{\text{長}^3}{8\text{子}(1+\text{㘝})}\left\{\text{重}_0 + \frac{\text{重}}{2}(5\text{未}^2 - 5\text{未}^4 + 2\text{未}^5)\right\} \quad \cdots\cdots (五十二)$$

$$\text{助}_0 = \frac{\text{長}}{2}\left\{\frac{\text{重}_0\text{㘝}}{1+\text{㘝}} + \text{重}\left(\text{未}^2 - \frac{5\text{未}^2 - 5\text{未}^4 + 2\text{未}^5}{2(1+\text{㘝})}\right)\right\} \quad \cdots\cdots (五十三)$$

$$\text{壬}_0 = \frac{\text{長}^3}{24\,\text{午寅}'\text{高}^2\text{彈面}_1}\left\{\frac{\text{重}_0\text{㘝}}{1+\text{㘝}} + \text{重}\left(2\text{未}^2 - \text{未}^4 - \frac{5\text{未}^2 - 5\text{未}^4 + 2\text{未}^5}{2(1+\text{㘝})}\right)\right\} \quad (五十四)$$

肋材ノ負荷アル端ニ於ル偏裂力(反對ノ符號ニテ)左ノ如シ

$$\text{噸}=\text{助}_1=\text{助}_0+\text{重}_0\text{長}+\text{重}_1\text{未長}-\frac{8\text{子平}}{\text{長}}=\frac{\text{重}_0\text{長}}{2}+\frac{\text{重}_1\text{長}}{2}(2\text{未}-\text{未}^2)-\frac{4\text{子平}}{\text{長}}$$

$$=\frac{\text{長}}{2}\left\{\frac{\text{重}_0\text{啊}}{1+\text{啊}}+\text{重}_1(2\text{未}-\text{未}^2-\frac{5\text{未}^4-5\text{未}^4+2\text{未}^5}{2(1+\text{啊})})\right\}\cdots\cdots(五十五)$$

以下此負符ヲ避ケンカ爲ニ右ノ如ク噸ニテ之ヲ表ス

最大屈曲動力ハ肋材ノ負荷アル端ヨリ左ノ水平距離ナル點ニ於テ發現ス

$$\text{長}-\text{天}=\frac{\text{噸}}{\text{重}_0+\text{重}_1-\frac{8\text{子平}}{\text{長}^2}}\cdots\cdots(五十六)$$

而メ最大屈曲動力ノ量ハ

$$\text{瞰}'=\frac{\text{噸}(\frac{\text{長}}{2}-\text{天})}{2(\text{重}_0+\text{重}_1)-\frac{8\text{子平}}{\text{長}^2}}\cdots\cdots(五十七)$$

ニメ其最大逼迫ノ爲ニ左ノ烈度ナル排擠ヲ與フ

$$\text{迫}_1=\frac{1}{\text{面}_1}\left(\frac{\text{瞰}'}{\text{千高}}+\text{平}\right)\cdots\cdots(五十八)$$

此迫力ヲ自立極度ノ者ト爲サンカ爲ニ肋材ノ展張ノ幾許ニ負荷スヘキヤ此極度ハ如何ナルヤヲ求ムルニハ左ノ方程式ヨリ未ノ量ヲ導カサル可ラス

$$\frac{\text{千迫}_1}{\text{千未}}=0\cdots\cdots(五十九)$$

此方程式ハ第十四次ノ者ナリ其根數ノ中ノ一ハ未＝1ナリ是ハ多クノ例ニ於テ迫ノ極小量ヲ呈ス此方程式ヲ1－未＝0ニテ除スレハ第十三次ノ者トナル然レトモ尚實用ノ公式トシ用ウルニハ甚錯綜ナリ

然リト雖試驗ニ依ルニ實地通用ノ比例ニテハ負荷スヘキ肋材ノ半ヲ取レハ迫ナル迫力ノ量ノ自立極度ニ最モ近キ者ヲ爲スヲ見ル卽チ

$$未=\frac{1}{2}\cdots\cdots\cdots

甲＝〇（自ヲ憑臺ヲ動カス可ラサル者トス）

然レハ　　㘝＝$\frac{1}{80}\times\frac{13}{11}$＝·013　約ク

亦轉轉荷力ノ烈度ヲ死荷力ノ烈度ニ等シトス即チ重＝重。ナリ然レハ

平＝1·48長重　　㗊＝0·13長重　　長一天＝0·26長重　　瞰′＝0·0169長′重

（之ヲ全展張上ノ重ナル烈度ノ荷力ニ屬セル屈曲動力ニ比スレハ小ナルコト0·1五三ト1ノ如シ）

$$\text{迫}_{-}=\frac{1}{\text{面}_{-}}\left(\frac{\text{瞰}'}{\text{午高}}+\text{平}\right)=\frac{\text{長重}}{\text{面}_{-}}(2\cdot03+1\cdot48)=3\cdot51\frac{\text{長重}}{\text{面}_{-}}$$

設題第漆　寫狀肋材ノ最大斜勢ヲ求ムル法　垂ノ最大量ハ壬＝〇ニ相當スル者ヲ取ルヘシ此ハ設題第伍ノ如ク（二十五）×（二十六）及ヒ設題第陸ノ（四十二）×（四十四）ノ方程式ヨリ導クヲ得此ニ設題ノ關係スル一切ノ尋常諸項ニ於テ自立極度斜勢ハ肋材ノ全長ニ負荷セシメタル即チ

未＝1　天＝$\frac{\text{長}}{2}$

ナルヲ其中央ニ發現ス

然レハ兩端ニ於テ其向ニ定着セル強靱性平等ナル肋材ニ於テ得ル所左ノ如シ

$$\text{平}=\frac{\text{長}^{4}(\text{重}+\text{重}_{\circ})}{8\text{子}(1+\text{㗊})}\qquad \text{㘝}=\frac{\text{長}(\text{重}+\text{重}_{\circ})\text{㗊}}{2(1+\text{㗊})}\qquad \text{瞰}_{\circ}=-\text{瞰}_{-}=\frac{\text{長}^{4}(\text{重}+\text{重}_{\circ})\text{㗊}}{12(1+\text{㗊})}\qquad (\text{六十一})$$

及ヒ

$$\text{垂}=\frac{\text{長}_{4}(\text{重}+\text{重}_{\circ})\text{㗊}}{384\text{午寅}'\text{高}'\text{彈面}_{-}(1+\text{㗊})}$$

兩端ニ於テ其向ニ定着セサル強靱性平等ノ肋材ニ於テ得ル所左ノ如シ

$$\text{平}=\frac{\text{長}^{4}(\text{重}+\text{重}_{\circ})}{8\text{子}(1+\text{㗊})}\qquad \text{㘝}=\frac{\text{長}(\text{重}+\text{重}_{\circ})\text{㗊}}{2(1+\text{㗊})}\qquad \text{壬}_{\circ}=\frac{\text{長}^{4}(\text{重}+\text{重}_{\circ})\text{㗊}}{24\text{午寅}'\text{高}'\text{彈面}_{-}(1+\text{㗊})}$$

及ヒ　重＝$\frac{5長(重+重。)丙}{384午寅'高'彈面'(1+丙)}$　(六十)

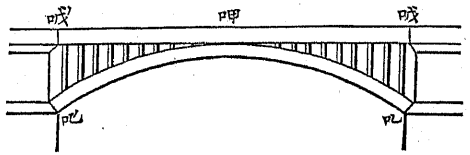
此公式ヲ第百六十九章ノ或荷力下ノ直梁ノ斜勢ニ於ル(十二)ノ方程式ト比較セハ此設題中ノ荷力全計ハ(重+重。)ナルヿ是$=\frac{5長^3}{384}\div$午寅'高'面'$=$丙$^3\div 48$ナルヿ及ヒ午寅'高'面'$=$丙ナルヿヲ思考スヘシ此ヨリメ分賦平等ナル荷力ヲ受クル平等強靭性ノ穹狀肋材ノ斜勢ハ直梁ノ其斷面ガ穹狀肋材ノ頂ニ於ルト同シ惰性動力ヲ有スル者ノ斜勢ニ比スレハ左ノ比準ニテ小ナルヲ見ル

兩端ヲ其向ニ定着スレハ　叺：1＋丙

兩端ヲ支持スルミノナレハ　丙：1＋丙

設題第扒　兩端ニ於テ其向ニ定着シ且其頂ニ橫梁ヲ定着セル平等強靭性ノ穹狀肋材　第百五十三圖ノ叺'叺'ヲ前ノ如ク穹狀肋材哎呷哎ヲ橫梁トス穹窿ノ展張外積ニ經抗材アリ以テ鉛直荷力ヲ曲レル肋材ニ移シ直梁及ヒ穹窿ノ斜勢ノ鉛直分力ヲメ相當ノ點ニ於テ同等ナラシム

第百五十三圖



設題第肆ノ公式ニ於テ橫斷面ノ惰性動力全計ヲ左ノ如ク爲セハ此抗材ノ効力ヲ算ニ入ルヘシ卽チ

惰'＝午寅'高'面'

此ハ直梁ノ惰性動力ヲモ含ムヿ然レトモ面'ナル面積ハ猶穹梁ノミノ面積ナルヘシ

曲直ノ二梁ヲ其戌ナル橫變位ヲメ其點(呷)ニ於テ同シカラシムル程ニ頂(第百五十三圖ノ呷)ニ於テ固ク接合スヘク又橫梁ヲ其哎哎ナル兩端ヲ石楹若ハ上方構造(Superstructure)ノ他部ニ憑着シ以テ能ク排擠ニ抗抵スヘカラシムヿ然レハ橫排擠ハ穹狀肋材ノ呷叺呷叺'ノ兩部分ニ於テ同ク既ニ切要ナラス而メ其一部分(呷叺'ノ如キ)ニ他ノ一部分ヨリ重ク負荷スレハ負荷多キ部分ノ橫排擠ハ負荷少キ部分ヨリ大ナリ其過越ハ負荷少ナキ部分ノ上ナル橫梁ノ其部分(呷哎)之ニ抗抵ス

爰ニ此項ノ十分詳細ナル考究ヲ與ヘ或ハ此考究ノ最モ緊要ナル結果ヲ述フルノ外他論ニ及ブハ不要ナリ即チ其緊要結果トハ通常實地ニ發見スル所ノ大小及ヒ摸樣ニテ橫梁ガ長形排擠(Longitudinal thrust)ニ抗抵スルノ効力ハ十全(Complate)荷力ヨリ起レル最大烈度ノ迫力ヨリ小ニ或ハ著ク大ナラサル各不全荷力ニテ穹狀肋材ニ最大烈度ノ迫力ヲ起スニ在リ故ニ之ヲ此穹狀肋材ニ於ル自立極度ノ迫力トス其排擠ニ對スル者ハ(三十七乙)引張ニ對スル者ハ(三十八乙)ノ方程式ニテ之ヲ得ヘシ

橫梁ニ於ル最大迫力ハ左ノ如クニノ近眞ノ者ヲ求ムヘシ高ヲ其厚薄面ヲ其截斷面積瞼ヲ(三十三乙)ノ方程式ニテ算セル最大彎曲動力平ヲ(三十一乙)ノ方程式ニテ算セル橫排擠トス然レハ

$$\text{最大排擠 迫}''=\frac{\text{瞼}_{1}\text{高}'}{2\text{彈情}}+\frac{\text{平}}{\text{面}_{1}+\text{面}'}\quad\cdots\cdots\cdots

○卷二　土工論(Of Earth-work)

○第一款　土工ノ強弱安危總論

○第百八十一章　普通原理　粘着力　摩擦力　天然斜傾　輕重　土工ニ二種アリ掘出(Excavation)卽チ鑿開(Cuttings)及ヒ堆積(Filling)卽チ隄防(Embankment)是ナリ土工ナル語ハ廣ク其義ヲ取レハ地皮ノ鬆疎ナル物料ト同シク岩石ノ鑿開ヲモ含メリ

土工ハ其部分互ニ滑脫スルカ爲ニ崩潰スル而メ其安定ナルハ此滑脫ニ抗抵スルニ在リ

中實ナル岩石ニ於テ一偏裂力ヲ受ケタルトキ其抗抵力ハ質分ノ彈性迫力ヨリ生スル然レトモ土塊ニ於テハ通常理會スル如ク此力一分ハ粒間ノ摩擦力ヨリ生シ一分ハ互ノ粘着力ヨリ生スル此ハ粘土ノ如キ種類ノ土ニ於テ著シク其濕濡スルトキハ殊ニ然リ

然レトモ土ノ粘着力ハ大氣及ヒ濕濡ノ作用天氣ノ變化殊ニ凍融ノ互換ニ由テ漸々ニ衰微スル故ニ能ク永久ノ安定ヲ生スルニ應スル者ニハ一ノ摩擦力アルノミ

然リト雖粘着力ヨリ生スル一時增加ノ安定ハ土工ノ作業ニ於テ要用ナリ是レ鑿開ノ側邊其上緣ヨリ或ル深サマテハ鉛直面ヲ以テ一時直立シ得セシムルニ在リ土ノ粘着力其重サト比較シテ大ナレハ此深サモ大ナリ此力適宜ノ濕濡ヲ得レハ增加シ其度ヲ過クレハ減却ス

左ニ擧ル所ハ比量ノ二三ナリ

土種	一時鉛直面ノ最大深
清潔乾燥セル沙石及ヒ細石	○
濕濡セル沙及ヒ尋常肥土	三尺至六尺
粘土(尋常)	十尺至十六尺

粘着力ニ歸スル一時安定ノ一効ハ土工ニ於テ[滑脫]ノ事起レル後ニ殘レル表面ノ形象ニ於テ之ヲ見ル此表面平等ノ斜傾ナラスメ息角ニテ傾キ其鉛

直斷面凹窪ヲ爲シ上緣ハ鉛直ニメ下方ニ進ムニ隨ヒ漸々緩慢トナル然レ𪜈此形象ヲ持久スルヿ難シ其故ハ天氣ノ作用ニテ其粘着力漸々衰微シ凹窪面ノ上部ノ急峻ナル處崩壞シ其全体終ニ平等斜面ヲナスニ至ル

土ノ摩擦力ノミニ歸スル永久安定ハ隄防及ヒ鑿開ノ跳レニ於テモ其側邊ヲ平等斜面ニテ保ツヲ以テ足レリトス其地平ニ傾クノ度ハ或ハ息角或ハ切線ヲ以テ摩擦力ノ係數トナスノ角ナリ之ヲ土ノ天然斜傾ト名ク土工ノ斜面ヲ記スルノ常習法ハ其水平廣ト鉛直高ノ比準ヲ立ツルニ在リ是ハ傾度ノ切線ノ互數ナリ

息角(參)摩擦力ノ係數(摩)及ヒ其互數(一÷摩)ノ量ノ各種ノ物体ニ於ル者ハ既ニ第百十章ニ記セリト雖事ノ便宜ノ爲ニ土ノ摩擦安定ニ關スル者ヲ聊カ增補メ茲ニ再記ス

土種	息角 參	摩擦係數 摩	天然斜傾ノ慣稱 一ニ付一÷摩
乾沙粘土及ヒ混土 自	三七。	○·七五	一ニ付 一·三三
至	二一。	○·三八	一ニ付 二·六三
濕粘土	四五。	一·○○	一ニ付 一
濡粘土 自	一七。	○·三一	一ニ付 三·二三
至	一四。	○·二五	一ニ付 四
粒石及細石 自	四八。	一·一一	一ニ付 ○·九
至	三五。	○·七○	一ニ付 一·四三
泥炭 自	四五。	一·○○	一ニ付 一
至	一四。	○·二五	一ニ付 四

土工ノ斜面ハ一ニ付一箇半及ヒ一ニ付二ト名ク𠀋者最モ多シ是各自ニ○六七及ヒ○·五ナル摩擦係數三十三度半及ヒ二十六度半ナル息角ニ相當ス」

土ノ恰モ其虛隙ヨリ大氣ヲ排泄スルニ足ル程ノ濕氣ヲ含ム者ハ稍摩擦係數ヲ增スカ如シ然レ𪜈之ヨリモ濕濡加ハレハ摩擦力ヲ減シ軟膏ノ如クニ

ナリ土ヲ半流體ノ狀即チ泥土ノ形トナス此狀ニテハ僅々ノ凝聚力即チ粘膠性ヲ存シ以テ形狀ノ急速ノ變化ニ抗抵スト雖曾テ摩擦力ニ係ル安定アルコトナク摩擦係數モ息角モ共ニ零ナリ

此ニ由テ土ノ摩性安危ハ大ニ其不時ニ吸收セル水ノ洩去ノ難易ニ關スルコト明ナリ土工ノ物料ノ尤モ安穩ナル者ハ片石、細石、粒石及ヒ清淨堅硬ノ砂ニメ其全ク細小堅硬ノ結晶ヨリ成ルト或ハ貝殼ノ碎片ノ混化物ヲ含ムトニ論ナク皆然リ此類ノ物料ハ無益ノ氷ヲ殘スコトナク皆穿過シ去ラシムルカ故ナリ然リト雖極メテ清淨ナル沙ハ保水物料ノ盂形(Basin of water-holding materials)中ニ在テ其分子ニ含メル水ヲ排泄スル能ハサル程ナレハ全ク不安定ノ者トナシ「流沙」(Quick sand)ノ狀ニ化スヘシ

此氷ヲ保チ且之ニ由テ餅狀(paste)ヲ爲スノ性ハ殊ニ粘土ニ屬シ且粘土ヲ一成分トナスノ土ニ屬スル此類ノ土ハ初メテ鑿開スルヤハ如何ニモ堅硬牢固ナレヒ大氣ニ露接スレハ漸々ニ柔軟トナリ摩性安定モ粘着力モ共ニ減却スル此カ爲ニハ沙ト粘土ノ混化物尤モ惡シ是レ沙ハ氷ノ餘分ヲ他ニ與ヘ粘土ハ其洩ルヽヲ防クカ故ナリ

土ノ性質中粘着力及ヒ摩擦力ハ甚變スルヲ以テ工師其土工ヲ意匠スルニ當リ曾テ書籍中ノ諸表及ヒ報告ニ信ヲ置ク可ラス此時ハ同シ地層(Shale)ヨリ成レル現存ノ土工ノ注意或ハ實驗ニ由テ切要ノ記誌ヲ得ルハ工師ノ才能ニ在リ

左ニ擧クル者ハ土工ノ通用物料ノ立方一尺及ヒ立方一碼(ヤード)ノ重量ナリ

	立方一尺	立方一碼
白堊	一一七至一七四斤	三一六〇至四七三〇斤
粘土	一二〇至一三五斤	三二四〇至三六四五斤
細石及粒石	九〇至一一〇斤	二四三〇至二九七〇斤
肥土	一〇〇至一一九斤	二七〇〇至三二一〇斤
泥	一〇二斤	二七五〇斤

沙乾	八九斤	二四〇〇斤
同濕	一一八斤	二一九〇斤
泥板石(Shale)	一六二斤	四三七〇斤

○第百八十二章　岩石ノ鑿開ノ側邊　岩石牢固强健ニメ其凝聚力ノ永久ナル之ニ依賴スルニ足ル程ナレハ鑿開ノ側邊ヲ直鉛直ニ或ハ殆ト鉛直ニ爲シ得ヘシ

何ノ邊マテ岩石ノ凝聚力ニ依賴スヘキヤハ其地質學的ノ位置、礦學的ノ質分、化學的ノ抱合ニ關スル普通原理ニ因ルヨリハ寧ロ各箇ノ事業毎ニ岩石ノ實驗ニ由テ解クヘキ問題ナリ其故ハ地質學的ノ位置ハ岩石ニ屬置セル有機性殘留物ニテ定ムルヲ以テ此等ハ其機械性ト交通ヲ有セス又同種ノ礦屬及ヒ同性或ハ殆ト同性ナル化學的ノ同成分ヨリ組成セル岩石モ其强弱ト耐久性トニ於テ大ニ差異アレハナリ

然リト雖モ花崗石、サイエナイト(Syanite)、綠石、(Trap)、片麻石(Gneiss)、雲母質板

石(Micashate)大理石(Marble)珪岩(Quartz-rock)等ノ如キ焚化岩(Igneous rock)及變狀岩(Metamorphik rock)ノ凝聚力ハ概メ依賴スヘシ之ヲ分裂シ或ハ布打(ポッタナス)沙質長石(Potash felspar)ヲ含ムモハ此例ニ非ス此場合ニ於テハ碎片鑿開中ニ陷リテ損傷スルヲ防ク爲ニ十分ノ斜度ヲ與ヘサル可ラス沈澄岩(Sedimentary rock)ニメ泥板石ノ如キ粘土ヲ多ク含ム者ハ初メ鑿開シタルモ甚タ堅硬ナレモ警戒メ之ニ從事スヘシ是レ天氣ノ作用ニテ脆輭トナル可レハナリ沙石及石灰石ハ堅實ナルモ粒狀ナルモ建築ノ目的ニ適セハ鉛直或ハ殆ト鉛直ノ面ニテ立ツ可シ然レモ此物料ハ硬度段々ニメ岩石ノ如キヨリ土ノ如キニ至ル、手中ニテ破碎スル沙石ニ遇フアリ此ハ一ニ付一ヨリ一ニ付一箇半マテノ斜度ヲ要ス白堊ハ其堅軟健弱ノ度ニ隨ヒ其斜度一ニ付半箇ヨリ一ニ付一箇半マテ變ス

沈澄岩ノ安定ハ鑿開ノ側邊ニ於テ其底ノ水平ナルモニ大ナリ又其側邊ニ近ヨルニ隨ヒ低下スル者ニ比スレハ遠サカルニ隨ヒ低下スル者ニ於テ大

ナリ

◎第百八十三章　疎土ノ安危性及ヒ壓力ノ理論(機應、一九四至一九八)　土塊ノ一分子ヲ通シ種々ノ方向ニ於テ興起セル迫力ハ凝體内部ノ集合迫力ヲ制スル普通原理ニ從フヿ猶既ニ第百八章ニ述フル所ノ如シ

摩擦力獨リ安危性ノ原因ヲ爲スヿキハ亦左ノ原理ニテ表セル制限ニモ從フ

壹　疎土ノ安危性ノ普通原理　粒狀塊ノ安定ニ必要ナルヿハ或ル平面ニテ分テル諸部分間ノ壓力カ其平面ニ直向ナル面ト息角ヨリ大ナル角ヲ爲ス可ラサルニ在リ

一土塊中大斜傾ノ壓力ヲ受ル平面ハ最大及ヒ最小壓力ノ軸ヲ含メル平面ニ垂直ナリ

第百八章ノ第八十五圖及ヒ同章ノ圖解ニ照セハ右ノ原理ハ此圖ノ〈勗疎味即チ〈勗未ナル斜角ノ最大量ハ同題中ノ土ノ息角ナル參ヲ越ユ可ラサルノ說ニ同シキヿ明ナリ

〈勗未ノ最大量ハ明ニ辰味カ叵忤ニ垂直ナルヿヲ發現ス其量ヲ左ノ方程式ニテ示ス

$$\text{極度ノ}\langle\text{勗未} = \text{弧正弦}\cdot\frac{\text{噸味}}{\text{辰噸}} = \text{弧正弦}\cdot\frac{\text{迫}_1 - \text{迫}_2}{\text{迫}_1 + \text{迫}_2}$$

而メ此角ハ息角ヲ越ユ可ラス是ヨリ土ノ安定ノ狀ヲ左ノ如ク表ス

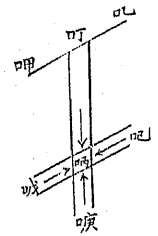
$$\frac{\text{噸味}}{\text{辰噸}} = \frac{\text{迫}_1 - \text{迫}_2}{\text{迫}_1 + \text{迫}_2} \leqq \text{參正弦} \quad \cdots\cdots\cdots\

ノ用ヲ爲ス

貳　土ニ於ル對偶壓力　然レドモ或場合ニ於テハ土塊ニ於ル對偶壓力一雙ノ烈度ノ制限比準ヲ定ムルノ緊要ナルコアリ是レ或ハ互ニ直角ヲ爲シ或ハ斜角ヲ爲スヿ而メ此設題ハ左ノ幾何造成法ニテ解クヘク又容易ニ第百八章ノ第肆則ヨリ導クヘシ

第百五十四圖ノ㕘ハ土ノ菱狀分子ノ斷面ニメ最大最小壓力ノ平面ニ由テ造レル者トス其分子ヲ斜方柱トシ壓力其四面ニ働クヿトス再言スレハ叮暎ト平行セル面ニ働ク壓力ハ㕘吧ト平行シ㕘吧ト平行セル面ニ働ク壓力ハ叮暎ト平行スル者トス

第百五十四圖



迫ヲ叮暎ト平行セル迫力ノ烈度ノ迫ヲ㕘吧ト平行セル小壓力ノ烈度トシ共ニ對偶ヲ爲セル平面ハ積每一箇ニ付テ算ス斗ヲ㕘吧ナル菱形ノ斜傾ノ角即チ菱角ト直角ノ較トス此角ハ土ノ息角ナル參ヲ踰ユ可カラス

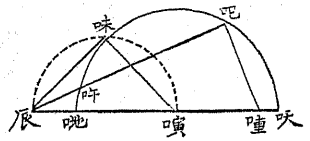
然レハ對偶壓力ノ其方向ニ垂直ナル平面ノ積每一箇ニ付テノ烈度ハ各自ニ左ノ如シ

$$\text{迫} \div \text{斗餘弦} \quad \text{及ヒ} \quad \text{迫} \div \text{斗餘弦}$$

第百五十五圖ノ辰ナル一點ヨリ辰噸㕘及ヒ辰味ナル二直線ヲ畫キ相共ニ噸辰味ニ參ナル角即チ息角ヲ爲サシムル共直線ノ一ニ於テ噸ナル或便宜ノ點ニ就テ吧味㕘ナル半圓ヲ畫キ他ノ直線ニ味點ニ觸レシム(是ハ噸辰味ナル虛線ノ半圓ニ由テモ爲スヘシ此時ハ味點ヲ求ムル者トナル)

辰ヨリ㕘吁吧ナル直線ヲ畫キ對偶壓力ノ斜度ナル噸辰吧ニ斗ナル角ヲ爲サシメ吧味㕘ナル半圓ヲ吧及ヒ吁ニ切ル然レハ對偶壓力ノ比準ノ制限左ノ如シ

第百五十五圖



辰吽　辰吧　及ヒ　辰吧
辰吧　辰吽

倘代數式ノ記號ヲ用テ表スレハ

迫′ハ $\frac{辰吧}{辰吽}$ ＝ $\frac{三餘弦+\surd(三餘弦^2-參餘弦^2)}{三餘弦-\surd(三餘弦^2-參餘弦^2)}$ ヨリ大ナル「能ハス　(一)

又　$\frac{辰吽}{辰吧}$ ＝ $\frac{三餘弦-\surd(三餘弦^2-參餘弦^2)}{三餘弦+\surd(三餘弦^2-參餘弦^2)}$ ヨリ小ナル「能ハス(一甲)

右ハ此設題ノ解ナリ

左ノ者ハ此設題ノ極形ナリ

吶ナル菱形ガ矩形ヲノ對偶壓力互ニ垂直ナルキハ三＝〇ヲノ辰吽吧ト辰咄吠ト合ス故ヲ

迫′ハ $\frac{辰吠}{辰咄}$ ＝ $\frac{1+參正弦}{1-參正弦}$ ヨリ大ナル「能ハス　(二)

又　$\frac{辰咄}{辰吠}$ ＝ $\frac{1-參正弦}{1+參正弦}$ ヨリ小ナル「能ハス　(二甲)

吶ナル菱形ノ斜度大ノ極ニ至リ三＝參ナル程ナレハ吧吽ノ二點咏ニ會合シ對偶壓力ノ比準ノ二制限各一箇ニ等クナリ單方程式ヲ與フ

迫′＝迫……(四)

參無限ノ平坦ナル上面ノ土塊ニ於ル壓力　第百五十四圖ノ呷叱ヲ限ナク延廣セル土塊ノ平坦ナル上面ノ一部トシ或ハ水平或ハ參ナル息角ヲ越エサル斗角ニテ傾ケル斜面トス全塊ヲ呷叱ト平行セル哎吧ノ如キ層段ニ分ツト思想セヨ其層段ノ哎吧ノ如キ一層ヲ鉛直諸平面ニテ分割シ吶ノ如ク爲セル一切諸分子ノ狀ハ皆相同シカラサル可ラス此ヨリメ或ル鉛直面ニ與セル壓力ハ呷叱面ニ平行シ呷叱ノ或ル平行面ニ與セル者ハ鉛直ナルナリ叮嚀ナル鉛直柱ト哎吧ナル層段トノ交錯ニ由テ成レル吶ナル分子ハ對偶平面ニテ限ラレ之ニ由テ働ク對偶壓力ハ各自鉛直ニ且層段ト平行ス

迫ナル鉛直壓力ハ其分子上ニ安スル叮咽ナル土柱ノ重量ニ歸ス天ニ叮咽ヲ其深サ重ヲ其柱ノ一箇ノ重ヲトス

迫ニ重天・斗餘弦・・・

$$迫''=迫'=重天\frac{1-參正弦}{1+參正弦}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(十一)$$

天然斜面ニ付テハ則チ

$$迫''=天重(1-參正弦)\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(十二)$$

土ノ一分子ニ働シタル最大壓力ノ烈度ハ辰呎ニテ表シ左ノ公式ニテ之ヲ與フ

$$迫_{-}=\frac{重天\cdot 斗餘弦(1+參正弦)}{斗餘弦+ノ(斗餘弦^{2}-參餘弦^{2})}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(十三)$$

最大壓力ノ軸ノ向ハ略ニ平行ケル半徑ト水平線ニテ成ル角ヲ平分スル平面ト直角ヲナシ偶ヲ爲ス再言スレハ此軸ノ地平ニ傾ク度ハ左ノ公式ノ如シ

$$鬼=\frac{1}{2}\left(斗+180°-弧正弦\frac{斗正弦}{參正弦}\right)\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(十四)$$

其極形ハ

上面水平ナル時即チ斗=0ナル時

$$迫_{-}=重天\quad 鬼=90°(即チ其軸鉛直ナリ)\qquad(十五)$$

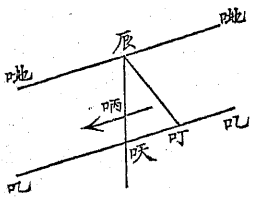
斗=參ナル時

$$迫_{-}=重天(1+參正弦)\quad 鬼=\frac{斗+90°}{2}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(十六)$$

卽チ最大壓力ノ軸ハ斜傾ト鉛直線ノ間ノ角ヲ平分ス

最大斜傾ノ平面ニ於ル最小壓力ノ軸ハ最大壓力ノ軸ニ垂直ニメ其烈度ハ辰地ニテ表ス是ハ既ニ(十)ノ方程式ニ與ヘタリ

第百五十六圖



肆　鉛直面ニ對セル土ノ壓力　第百五十六圖ノ辰呎ヲ地塊中卽チ之ト抵觸セル鉛直面トシ其上面ハ或ハ水平ニ或ハ斗ナル角ニテ傾キ且最急斜面ノ向ニ垂直ナル向ニ於テ鉛直面ノ爲ニ切ラル辰ヨリ下リテ呎ニ至レル表面以下辰呎ニ天ナル深處ニ於テ每一箇ノ廣サニ付其鉛直

面ニ對メ與セル土ノ壓力及ヒ其合成力ノ方向及ヒ位置ヲ求メンコトヲ望ム」

此合成力ノ方向ハ甲乙辰甲ナル斜面ト平行スルコトハ既ニ之ヲ知レリ

叱叱ヲ甲乙辰甲ト平行メ呎ヲ過クル平面トス此平面ニ於テ呎ヨリ呎叮ノ如キ距離ニテ叮ナル一點ヲ取ル此距離ハ土ノ菱形ノ辰呎ナル平面ノ一箇ヲ斜底ト爲セル呎叮ナル長サノ者ノ重量ガ天ナル深處ニ於テ鉛直面毎一箇ノ對偶力ノ烈度ヲ表スル程ナルヘシ再言スレハ既ニ詳明セル如ク第百五十五圖ヲ造リ左ノ比例ト爲スヘシ

百五十五圖ノ辰甲：辰吽：：百五十六圖ノ辰呎：呎叮

辰叮ナル直線ヲ畫ク然レハ或深處ニ於テ辰甲ト平行メ辰呎ヨリ辰叮マテ畫キタル線ハ斜菱形ノ長サナルヘシ其斜底面毎一箇ニ付テノ重サハ此深處ニ於ル對偶壓力ノ烈度ナリ辰叮呎ヲ其厚サ一箇ナル三角菱形トス此菱形ノ重サハ則チ求メラル所ノ對偶壓力ノ計ナリ其重心ヲ過キテ吶ナル壓心ニ於テ辰呎ヲ切リ辰甲ト平行スル線ハ此合成力ノ位置ナリ表面以下壓心ノ深サナル辰吶ノ明ニ辰呎ナル全深ノ三分ノ二ナリ

之ヲ記號ニテ表スルニハ左ノ如クス

$$\text{呎叮} = \text{天}\cdot\frac{\text{迫}'}{\text{迫}} = \text{天}\cdot\frac{\text{斗餘弦} - \sqrt{(\text{斗餘弦}^2 - \text{參餘弦}^2)}}{\text{斗餘弦} + \sqrt{(\text{斗餘弦}^2 - \text{參餘弦}^2)}} \quad \cdots\cdots\cdots (十七)$$

然レハ辰呎叮ナル菱柱ノ重量ニテ表ハル對偶壓力ノ計ハ

$$\text{吶}'\frac{\text{重天}^2}{2}\cdot\text{斗餘弦}\cdot\frac{\text{迫}'}{\text{迫}} = \frac{\text{重天}^2}{2}\cdot\text{斗餘弦}\cdot\frac{\text{斗餘弦} - \sqrt{(\text{斗餘弦}^2 - \text{參餘弦}^2)}}{\text{斗餘弦} + \sqrt{(\text{斗餘弦}^2 - \text{參餘弦}^2)}} \quad (十八)$$

極形ニ於テ(十七)ノ二方程式左ノ形ヲ取ル表面水平ナル時ハ

$$\text{斗} = 0 \quad \text{呎叮} = \text{天}\cdot\frac{1 - \text{參正弦}}{1 + \text{參正弦}} \qquad \text{吶}' = \frac{\text{重天}^2}{2}\cdot\frac{1 - \text{參正弦}}{1 + \text{參正弦}} \quad \cdots\cdots (十九)$$

表面ノ斜傾息角ヲ零ト爲ス時ハ

$$\text{斗} = \text{參} \quad \text{呎叮} = \text{天} \qquad \text{吶}' = \frac{\text{重天}^2}{2}\cdot\text{參餘弦}\cdot\cdots\cdots\cdots (二十)$$

土塊ノ上面限リナク延廣セル平面ノ者ハ實地ニ於テ發現スルコトナシ然レ𪜈之ニ用ウヘキ公式ハ限界セル平坦上面ノ實土塊ニ應用ノ多クノ實地ノ場合ニ十分精細ナリ(千八百五十六年七年ノ理學事業書ヲ見ヨ)

例ノ表

參	0°	15°	30°	45°	60°
$(90^{0}-參)\div 2$	45°	$37°\frac{1}{2}$	30°	$22°\frac{1}{2}$	15°
摩＝參正切	0	0.268	0.577	1.000	1.732
$1\div 摩=$參餘切	S	3.732	1.732	1.000	0.577
參正弦	0	0.259	0.500	0.707	0.866
$\frac{1-參正弦}{1+參正弦}$	1	0.518	0.333	0.172	0.072
參餘弦	1	0.966	0.866	0.707	0.500

爰ニ土ニ摩擦力及ヒ粘着力ノ合併作用ノ數字的ノ理論アリ然レ𪜈精詳ナル實驗錄ナキヲ以テ其實地ノ益不益ハ疑訝ノ間ニ在リ

○第二款　土工ノ求積法

第百八十四章　土地ノ半廣及ヒ面積ノ推算　一片ノ土塊ノ經界ハ概ノ左ノ如シ

壹　殆ト水平ニ時トメハ正ク水平ニメ鑿開ノ底或ハ隄防ノ頂ヲナス所ノ基底或ハ造形(Forming)

貳　鑿開ノ頂或ハ隄防ノ底ヲ爲ス所ノ原ノ平地ノ表面

參　基底ト天然ノ表面ノ間ヲ聯合シ且其傾度ノ最急ナル者ガ物料ノ永久安定力ト符合セル側邊若ハ斜面

第百五十七、八、九圖ハ一片ノ土工ノ橫斷面ノ例ヲ表ス就レニ於テモ叮哋ハ基底呷叺ハ天然表面叮呷哋叺ハ斜面ナリ第百五十七圖ノ天然表面ハ水平、第百五十八、九圖ニ於テハ側方ニ斜下シ「邊長地面」(Side-long round)ト名ヅル者ナリ」

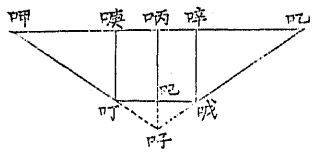
第百五十七、八圖ハ鑿開ヲ表スル隄防ヲ表スルニハ唯之ヲ上下反顛スル者ト思考センコトヲ要ス

第五十九圖ハ一片ノ土工ノ其吟哦叱ナル一邊ハ「側壕」ト名クル渠壕ニ在リ他ノ吟叮呷ハ隄防ニ在ル者ヲ表ス

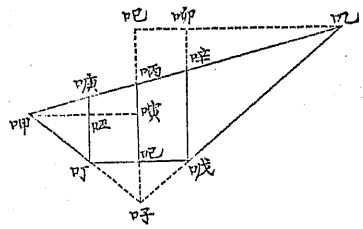
土工ノ半廣ハ既ニ第百六十六章ニ記載セリ是ハ基底ノ中央線中ノ一點ヨリ鑿開若ハ隄防ノ一緣マテノ水平距離ノ義ナリ而メ之ヲ半廣ト名クト雖概メ中央線ノ彼方此方ニテ甚異ナリ」各半廣皆二部ヲ以テ成ル一ハ基底ノ實半廣是ハ工事ノ意匠ニテ定マル一ハ一斜面ノ水平廣是ハ推算或ハ製圖ニ由テ求メラル

第百五十七、八、九圖ニ於テ吶ハ地面ニ記セル如キ中央線ノ一點叱ハ此ヨリ

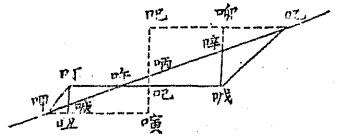
第百五十七圖



第百五十八圖



第百五十九圖



上若ハ下ニ取レル基底ノ中央線中ノ一點叮噢及ヒ哦啐ハ底緣ヲ貫ク鉛直線、叮叱及ヒ叱哦ハ基底ノ半廣ヲ表ス」第百五十七圖ニ於テ地面ノ左右水準ナルカ故ニ噢呷及ヒ啐叱ハ斜面ノ廣ヶ吶呷及ヒ叱吶ハ土工ノ半廣ナリ

第百五十八、九圖ニ於テ地面一方ニ斜下スルヲ以テ叮、叱及ヒ哦ヲ貫ク鉛直線ハ止ヲ得サレハ引長メ土工ノ緣ヨリ畫ケル呷咀噢及ヒ叱唧叱ナル水平線ニテ直角ニ之ヲ切ル呷咀及ヒ叱唧ハ斜面ノ廣噢呷及ヒ叱叱ハ土廣ノ半廣ナリ

天然ノ地面ニメ凸凹ナルヰ土工ノ斜面ノ廣狹ヲ定ムルノ最良法ハ意匠セル土工ノ一連ノ橫斷面ニ水平鉛直共ニ同尺度ニテ圖シ之ヲ丈量スルニ在リ（第十一章及ヒ第六十章ヲ見ヨ）

天然ノ地面ニテ左右水準ニ或ハ大抵水準ナルヤ又ハ平等或ハ殆ト平等ナル邊長斜阪ナルヤ斜面ノ廣狹ヲ求ムルハ今將ニ詳明スル規則ニ隨ヒテ之ヲ推算スルニ在リ

左ノ設題ノ就レニ於テモ高ハ設ケタル横斷面ニ於テ土工ノ中央ノ深サナル第百五十七、八、九圖ノ丙叮ヲ表シ廣ハ叮若ハ叮戉ナル基底ノ半廣ヲ表ス一ニ付中トハ一箇ノ鉛直線ニ付中箇ノ水平線ノ義ニシテ土工ノ斜面ナリ廣ハ斜面ノ廣サヲ表ス

設題第壹　天然地面ノ左右水準ナルヤ斜面ノ廣狹ヲ算スル法　第百五十七圖

$$\text{廣}' = \text{甲乙} = \text{庚辛} = \text{辛壬} \cdots\cdots\cdots\

廣＝甲田＝未甲（廣。－甲未）……（四）

爰ニ未－甲廣。－高ナル乘子ハ基底ノ線ニ於テ土工ノ深サナル庚叮ヲ表ス

中央線ヨリ叮點ノ水平距離ハ左ノ公式ニテ得ラル

已呼＝未高……（五）

此章ノ諸公式ハ能ク土工ノ斜面ト地上ノ斜阪ノ比準ガ中央線ノ兩邊ニ於テ相異ニ或ハ又相同シキ諸頂ニ應用スヘキヿ明ナリ

一設點ニ於ル中央線ノ左右ニテ廣。十廣。ナル土工ノ半廣ハ塀墻ニ要スル廣サヲ加ヘテ其點ノ半廣總計（第六十六章ニ述フル如ク）ヲ得ル而メ之ヲ相加フレハ採用スヘキ土地ノ全廣トナル中央線ノ各點ノ點ニテ一連ノ全廣ヲ取レハ第三十二章ニ詳明セル法ニテ採用スヘキ土地ノ面積ヲ算ス可シ

又半廣總計ヲ平面圖ニ上セ此ニ由テ其採用スヘキ土地ノ境界ヲ畫キ而メ面積ハ三角法（第三十二章第一法）ニ由リ又ハ量面儀（第三十二章第三法）ヲ用井テ之ヲ求ム

○第百八十五章　土工ノ截斷面積ノ推算　一片ノ土工ノ一連ノ截斷面ノ面積ヲ算スルハ其實積即チ土工ノ數量ノ推算ニ進ムノ一步ナリ地面凸凹ナレハ各橫斷面ノ面積ヲ圖上ニ丈量シテ求ムルヲ要スト雖地面ノ左右或ハ大抵ニ或ハ精確ニ水準ナルカ又或ハ大抵或ハ精確ナル平等邊長斜阪ナレハ斜面ノ廣狹ヲ算スルニ用井タルト同設元ニテ此面積ヲ算スヘシ再言スレハ

地面ノ天然斜傾　一ニ付未

土工ノ斜面　一ニ付申

基底ノ半廣　廣。

中心ノ深淺　高。

各例ニ於テ橫斷面ノ面積ハ面。ニテ之ヲ表ス

設題第壹　第百五十七圖ノ如ク地面左右水準ナル片一片ノ土工ノ橫斷面

積ヲ求ムル法

面＝叱呵・嗹叱＝高(＝廣。＋廣′)²＝²廣。高＋申高²・・・・・・・・・・・・（Ⅰ）

設題第貳　第百五十八圖ノ如ク地面平等邊長斜阪ニメ基底ニ交ハラサル一片ノ土工ノ横斷面積ヲ算スル法

牛梯ノ面積嗹叮哦哱＝叮哦・叱呵＝²廣。高

三角ノ面積 叱哳哦＝$\frac{\text{叱哳・哱哦}}{2}$＝〔第百八十四章(二)ノ方程式ニ隨ヘリ〕

$\frac{\text{未申}}{2(\text{未}-\text{申})}\left(\text{高}+\frac{\text{廣。}}{\text{未}}\right)^2$

三角ノ面積 呷嗹叮＝$\frac{\text{呷哇・嗹叮}}{2}$＝〔第百八十四章(三)ノ方程式ニ隨ヘリ〕

$\frac{\text{未申}}{2(\text{未}+\text{申})}\cdot\left(\text{高}-\frac{\text{廣。}}{\text{未}}\right)^2$

此ニ由テ此三邊ヲ相乘フレハ

面＝²廣。高＋$\frac{\text{未申}}{2(\text{未}-\text{申})}\cdot\left(\text{高}+\frac{\text{廣。}}{\text{未}}\right)^2+\frac{\text{未申}}{2(\text{未}+\text{申})}\cdot\left(\text{高}-\frac{\text{廣。}}{\text{未}}\right)^2$・・・・・（Ⅱ）

此公式ハ亦左ノ形ニモ變ズルヲ得

面＝$\frac{\text{申廣。}^2+{}^2\text{未}^2\text{廣。高}+\text{未}^2\text{申高}^2}{\text{未}^2-\text{申}^2}$・・・・・・・・・・・・

$$面=\frac{未^2申}{未^2-申^2}\left(高+\frac{廣_0}{申}\right)^2-\frac{廣_0^2}{申}\quad\cdots\cdots\cdots

地面ガ左右水準ナルキハ此施術法ニテ左ノ結果ヲ得ヘシ

高$_{0}$ヲ面$_{0}$ニ於ル中心ノ深サトシ

高$_{0-1}$ヲ面$_{0-1}$ニ於ル中心ノ深サトス

然レハ面$_{0-1}$ニ於ル中心ノ深サハ$\frac{高_{0}+高_{1}}{2}$ナリ然レハ

$$容=天\left\{廣_{0}(高_{0}+高_{1}+申\cdot\frac{高_{0}^{2}+高_{0}高_{1}+高_{1}^{2}}{3}\right\}\cdots\cdots\cdots(三)$$

此公式ヲ名ケテ「蒙柱狀公式」(Prismoidal formula)トイヒ又同公式ノ方數表ト併用スル便ナル別式ハ左ノ如シ

$$容=天\left\{廣_{0}(高_{0}+高_{1})+申\left(\frac{(高_{0}+高_{1})^{2}}{4}+\frac{(高_{0}-高_{1})^{2}}{12}\right)\right\}\cdots\cdots(四)$$

(三)ノ公式ハシンプソネイル氏土工表ノ基本ニシテ(四)ノ公式ハヘンデルソン氏ノ基本ナリ

第肆項　面$_{0}$面$_{0-1}$面$_{1}$等面ナル偶數ノ同距横斷面ト諸斷面間ノ距離ナル天ヲ△トシテ得タル片

$$容=\frac{△天}{3}\left\{\begin{array}{l}面_{0}+4面_{1}+2面_{2}+4面_{3}+2面_{4}+等\cdots\cdots+2面_{偶-2}\\ \qquad +4面_{偶-1}+面_{偶}\end{array}\right\}\cdots\cdots(五)$$

第伍項　面$_{0}$面$_{0-1}$面$_{1}$等面ナル奇數ノ同距横斷面ト諸斷面間ノ距離ナル天ヲ△トシテ得タル片

$$容=\frac{△天}{3}\left\{\begin{array}{l}面_{0}+4面_{1}+2面_{2}+4面_{3}+2面_{4}+等\cdots\cdots+4面_{奇-2}\\ \qquad +2面_{奇-1}+面_{奇}\end{array}\right\}\cdots\cdots(六)$$

既ニ記載セル土工表ノ外ニビットル氏ハスコオル氏等ノ如キ數多ノ表ヲ刊行セリ此諸表ハ概メ設ケタル基底ト斜面及ヒ兩端ノ深サニ於ル一片ノ土工ノ平均横斷面積ヲ掲ケ或ハ之ニ比例セル數ヲ掲ケタルナリ此平均面積或ハ中數ハ長サニ乘スレハ實積ヲ得ル者ナリ

不列匈ニ於テ土工ノ大小ハ尺ニテ稱スト雖モ其數量ハ立方碼ニテ記スルヲ常トス此章ノ實積ヲ表スル式ハ線ノ尺度上ニ畫セル立方ナルカ故ニ其大小ガ尺稱ナルトキハ其實積ヲ立方碼ニ化スルニハ二十九ニ除スルヲ要ス時トメハ廣狹深淺ヲ尺ニテ設ケ長短ハ六十六尺ノ測鏈ニテ記スルヿアルヲ以テ此實積ヲ求ムルニハ此章中ノ表式ニ $\frac{66}{22}=3$ $\frac{22}{7}=9$ $3\cdot444$ ヲ乘セサル可ラス

土工ノ丈量ニ付テハ、ジョン、ワルヲル氏ノ論說ヲ商量シテ利益アリ

○第三款　土工ノ施行法

○第百八十七章　鑽孔及ヒ試驗井狀坑(Borings and trying shafts)　土工ヲ企テ之ヲ實施スルニ先ヲテ其掘出スヘキ物料ノ性質ヲ確定スルノ常法ハ全徑約ソ三寸半或ハ四寸ノ鉛直孔ヲ地上ニ鑽開シ深淺處々ノ物料ノ樣式(ホン)ヲ採收スルニ在リ

然リト雖モ斯ク採收セル樣式ハ概メ鑽開具ノ爲ニ片屑或ハ粉末ニ時トメ

ハ鑽具ヲ冷ス爲ニ灌ケル水ノ爲ニ併ニ或ハ泥ニ化シ且ツ容易ニ堅層ヲ穿ツ等ノ故ヲ以テ鑽開ノ報知ハ全ク滿足ノ者ニ非ス其深淺各異ノ處ニ求メタル物料ノ礦學的ノ組成ハ知ルヘシト雖土工ニ要スル安危性ノ概況ニ至テハ唯鑽具ニ抵觸スルトキノ抗抵ニ由テ聊カ考フヘキノミ其他ハ甚疑ハシ而メ此基源ノ報告ニ由テ工師及ヒ結約者ハ遍ク鑽開者ノ申述ヲ聞クモ第二等ノ利益ヲ得ルノミ鑽開ノ結果ニ疑惑ヲ起サシムルハ其孔ノ過小ナルニ在リ故ニ岩石層ト見ユル所モ時トメ唯單塊圓石ナルヲ認ルヿアリ

所計鑿開ノ物料ノ性質及ヒ摸樣ヲ全ク確知センニハ其基底マテ試驗井狀坑ヲ穿タサル可ラス之ヲ穿ツノ費用ト時日ハ他日ノ用ヲ爲サス畢竟徒費ノ如シ其最良法ハ井狀坑ト鑽孔トヲ併用スルニ在リ卽チ緊要ナル每鑿開ノ深サ最大ナル點ニ少ナクモ一井狀坑ヲ穿チ此外ニ二百或ハ三百碼每ニ一連ノ鑽孔ヲ造ル是ナリ此諸鑽孔ハ層岩ノ變化如何ヲ示シ此カ爲ニ尙一二ノ井狀坑ヲ此鑿開ニ穿ツヘキヤヲ議セシムルニ足ル

鑽具ハ其刃ト尖トニ鋼鐵ヲ付タル錬鐵ニテ製ス其長サ約三尺或ハ之ヨリ差長キヲ常トス約ソ其半ハ鑽具本部其餘ハ柄ニメ大抵一一八寸四方ノ杆ナリ其上端ニ一螺アリ以テ第一ノ續竿ト相接合ス此レ皆方竿ニメ長約ソ十尺全徑ハ鑽具ノ柄ト同キヲ常トス皆其端ニ螺アリ以テ鑽孔ノ深淺ニ從ヒ要スル所ノ長サニ至ルマテ連々接續ス其上端竿ハ轉鐶(Swivel)及ヒ繩ニテ懸垂スヘカラシム此繩鑽孔ノ直上ニ備ヘタル三角若ハ鋏具(Shears)ニ連ナル是レハ要スルキ繩ヲ曳上スル爲ナリ此鑽具ノ作用部ハ種々ノ物料中ニ穿入セシムルヲ爲ニ其形狀ヲ種々ニス尤モ通常ノ形ハ大錐(Auger)扳彈錐(Worm)及ヒ長鑿(Jumper)是ナリ大錐ハ總テ尋常土、泥板石、及ヒ軟岩ヲ鑽開スルニ用ウル者ニメ全徑約ソ三寸半ノ空圓壔ニメ其一方ニ傍テ開展鋭刃ノ裂口アリ其下端ハ稍縮窄ス時トメ之ニ(輭岩ヲ鑽開スル爲メ)手鑽ノ如ク小螺形尖アリ此具ハ鑽開セル物料ノ樣式ヲ其空圓壔ノ內邊ニ收入ス

扳彈錐ハ大錐ニテ穿通スルニ過硬ナル岩ヲ鑽開スルニ用ウル鋭尖螺形錐

ナリ此具ニテ岩ヲ鑽開シタル後ハ大錐ヲ用サテ孔ヲ大ニシ碎片ヲ收拾ス」

大錐扳彈錐其ニ之ヲ使フニハ長サ約ソ六尺ノ十字頭ヲ二人ニテ押シ續々右方(卽チ時儀ノ指針ノ運動ノ向キ)ニ之ヲ廻轉スルニ在リ

扳彈錐ニモ過硬ナル岩ヲ穿ツニハ長鑿ヲ用ウ其形種々ナリ平扁ニメ鑿ノ如ク下端ニ鋭刃アルアリ方形ニメ火把ノ如ク方錐尖ナルアリ又鋒尖狀ナルアリ之ヲ使フノ法ハ少シク揚ケテ之ヲ落シ落ス每ニ少シク回轉スル時トメ之ヲ續竿ノ下端ニ螺定セスメ單ニ之ヲ繩ニ懸クルコアリ此具ニテ碎キタル物料ハ或ハ大錐ニテ之ヲ收拾シ或ハ此長鑿ノ頭ニ餅(ダンゴ)ノ如キ者ヲ着ケテ之ヲ收拾ス

粘柔ナル物料ヲ鑽開スルキハ其四邊ノ壞落ヲ防ク爲ニ鑽ノ進ムニ隨ヒテ鑄鐵或ハ錬鐵ノ管ヲ壓入シテ其裏面ヲ護スルコアリ其最下ノ者ニハ鋸齒形ノ鋭刃アル可シ諸管相共ニ螺着シ以テ引揚ノ便ニ供ス

地面ノ沼層、泥層、流沙層(Layer of moss, mud, or Quicksand)ノ深淺ハ刺針ト(Pricker)

ト名クル長ク纖キ鐵竿ニテ之ヲ探試スルヿアリ

非狀坑ヲ穿ツノ法ハ後ニ隧道掘開ノ條ニ之ヲ詳解スヘシ

鑽孔及ヒ試驗非狀坑ノ結果ヲ側面圖ニ記スニハ(第十一章及ヒ第十七章ヲ見ヨ)誠テ其實地ニ經驗セシ事項ノ外必紙上ニ載スヿヲ可ラス鑽孔及ヒ掘坑ノ間ナル地層ヲ臆度シ其側面ヲ略圖彩色陰影ノ就レニテ記スルモ皆固ク禁止スヘシ此類ノ臆度截斷面ヲ挿入スルハ圖畫ノ觀ヲ美ニシ人ヲシテ大ニ曉リ易カラシムルト雖或ハ結約者ヲ誤導シ重任ヲ負ヘル會社及ヒ工師ヲ連累スルノ危難アラン實地經驗ノ結果ヲ精確ニ示スノ上ハ其中間ノ地層ノ景況ニ至テハ結約者及ヒ其他各自ノ推度決斷ニ任スヘシ

○第百八十八章　土工ノ平衡トハ鑿開ヨリ取レル土ヲヲメ務メテ其隄防ヲ造ルニ足ルノ外更ニ取ラサル程ニ所計工事ノ造作水準ヲ規正スル作業ニ用ウルノ語ナリ其地ノ截斷面ニ就テ目算シ十分精細ニ此ヲ規正スルノ術ハ速ニ習慣ニ由テ之ヲ得ヘシ此法多クハ眞箇ニ工事ノ費用ヲ節減スル是レ

隄防ノ鑿開ニ過越ナルハ「側邊鑿開」(Side cutting)ヨリ之ヲ築カサル可ラス鑿開ノ隄防ニ過越ナルハ之ヲ「剩隄」(Spoil bank)ト爲サヽル可ラス共ニ辛勞ト土地ニ於テ費用ヲ增加スルヲ以テナリ然レ𪜈時トメハ隄防ヲ造ルニ工事線上遠隔ノ鑿開ヨリ所要ノ物料ヲ取ランヨリハ側邊鑿開ニ取ルヿ却テ儉ニ或ハ鑿開ヨリ掛タル物料ヲ工事線上遠隔ノ隄防ニ輸ランヨリハ剩隄ヲ造ルノ却テ儉ナルヿアリ此等ハ其事毎ニ工師ノ最眞ノ判斷ニ由テ決セサル可ラス

○第百八十九章　假墻(Temporary fencing)ハ工事ヲ起スノ前ニ之ヲ建テ全ク用工ノ地ヲ圍ムヘシ再言スレハ土工ノ緣外ニ取ルヘキ長地片ノ外堺ヲ逼フテ建ツル者ナリ此廣サヲ土工ノ半廣ニ加ヘテ半廣總計(第六十七章)ヲ算定經始スルヿヲ開豁ノ地ニ於テ永久塀墻ヲ藩籬(Hedge)或ハ塹溝(Ditch)トシ此ニ用ウル長地片ノ廣サヲ約ツ九尺トス然レ𪜈植物園及ヒ遊樂地ノ如キ重要ノ土地アル處及ヒ市街外郭ニ於テハ此ヨリ狹キヲ用ウ其通則ハ記スルヿ能

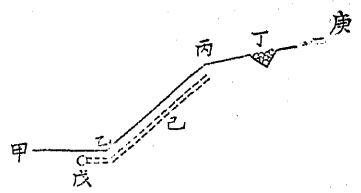
ハス

假墻ハ通例落葉松或ハ樫ノ柱材及ヒ横材ヨリ成ル之ヲ四尺或ハ四尺半毎ニ建ツ其長約六尺ニメ二尺或ハ二尺半ヲ地中ニ打入ス其横向(Across)ノ廣四寸乃至六寸縦向(Along)ノ厚サ約三寸ナリ横材ハ長サ約九尺乃至十尺高サ三寸厚一寸半ニメ二柱毎ニ筍ニ嵌入ス時トメ此柱ヲ他ヨリ強大ニシ其安健ノ爲ニ對角結材ヲ施スコアリ此結材ノ下端ハ長約二尺ノ小材ニ釘定ス

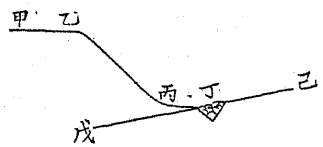
工事線及ヒ水準ノ永久標ヲ造ルニ最良ノ地位ハ塀墻ノ近傍ナリ(第六十五章)

土地濕濡ナレハ假墻ト同時ニ土工ノ一方或ハ兩方ニ收水溝(Catch water drain)ヲ造リ先ツ現存ノ大溝若ハ水路ニ落ル處ヨリ始メテ上方ニ及フ地勢邊長斜阪ナルトキハ土工ノ一方ノ高處ニ收水溝ヲ造ルノ必要ナルコアリ第百六十圖ノ甲乙ハ基底ノ一分乙丙ハ所計鑿開ノ斜面丙庚ハ天然地面ノ一分ニメ丙ノ方ニ斜下スル者丁ハ收水溝ニメ庚ヨリ丙ノ方ニ流レテ鑿開ノ斜面ヲ毀傷セントスル表水ヲ防護スル者ナリ第百六十一圖ノ甲乙ハ基底ノ一分乙丙ハ隄防ノ斜面戊己ハ天然地面ノ一分ニメ己ヨリ戊ノ方ニ斜下スル丁ハ收水溝ニメ己ヨリ丙ノ方ニ流レ丙ニ集マリテ隄防ヲ毀傷セントスル表水ヲ防護スル者ナリ、收水溝ハ尋常ノ例ニ於テ廣三四尺深二三尺ノ開展溝ナルモ可ナリ亦石若ハ煉化石ニテ築ケル陰伏溝或ハ陶管(圖ノ如ク)ニテ造リ碎石或ハ清淨細石ニテ蔽フモ可ナリ

第百六十圖



第百六十一圖



○第百九十一章　壤土(Soil)ノ耕收　壤土即チ栽植スヘキ肥土(Mould)ハ所計ノ土工地ヨリ耕收メ之ヲ塀墻ノ近傍ニ置クヘシ是レ後ニ至リ再ヒ土工ノ斜面ニ塗布センカ爲ナリ此斜面ニ擴布セル壤土ノ尋常ノ厚ハ三寸ヨリ六寸ノ間トス」

○第百九十二章　鑿開ノ通法　反對ノ理存スルニ非サ

レハ鑿開ノ底ハ其業ヲ始メタル點ノ方ニ斜傾セシメヲ欲ス此ニ由テ土車ニテ土ヲ移スヲ容易ニシ且一時及ヒ永久ノ疏水ヲ容易ニスルノ便宜アリ

鑿開ハ通常先ツ始ニ(土性適シ一時鉛直ノ側邊ニテ立ツ者ナレハ)「方壕」(Gullet)卽チ鉛直側邊ノ鑿開ヲ爲ス其廣狹ハ土車ノ通行ニ用ウル假設軌道ノ一線若ハ數線ヲ容ルヽニ足ル程ナルヘシ鑿開ヲ廣メテ十分ノ幅員トナシ及ヒ斜面ヲ成形スルニハ必シモ方壕ノ頭卽チ最前端ノ遙ニ後部(オク)ナルカ如シ後ル可ラス其故ハ一時直立スルカ爲ニ土塊ヲ支持セル拉毀(Strain)ヨリ綻裂ヲ生スルヲ以テナリ此綻裂或ハ所計斜面ノ外ニ波及シ遂ニ鑿開ノ斜面落成ノ後ニモ能ク縱裂セシム甚タ深キ鑿開ノ前端及ヒ斜面未成ナル側邊ノ一部分ハ工事進行ノ間ハ「輔具」(Lifts)ト名クル階梯ヲ一連ニ六尺或ハ八尺ノ高サニ重疊スル者ニテ之ヲ造ル鑿開手此面前ニ在テ工事ヲ爲シ之ヲ併セテ前進ス

方壕ノ端若ハ兩邊ニ於ル諸面(Faces)ニテハ直ニ土車ニ土ヲ剗積シ鑿開ノ他面ニテハ土車ノ通スル處マテ敷板ヲ追フテ孤輪車ニテ土ヲ轉送シ夫ヨリ之ヲ土車ニ傾移ス

○第百九十三章　基底(Formation)及ヒ斜面(Slopes)ノ疏水法(Draining)　鑿開ノ兩斜面ノ下ニ於テ大抵必其地ノ摸樣ニ隨ヒ六寸以上二尺以下ノ深サナル「疏水側溝」ト名クル縱疏水溝ヲ要ス是ハ小開展溝ナルモ石ヲ排列セル水道ナルモ石若ハ煉化石ノ暗溝ナルモ碎石若ハ粒石ニテ蔽ヘル一道ノ管(第百六十圖ノ戊)ナルモ可ナリ基底ヲ橫斷セル支溝ノ水ヲ收受スルノ必要ナルアレハ此ヲ之ニ受クルモ第百六十圖ノ己ノ如キ斜面內ニ造レル支溝ノ水ヲ受クルモ可ナリ右ノ最後ノ支溝カ管ナレハ約表面以下二尺半ノ處ニ在リ概メ戊ナル疏水側溝ヲ置クニ保壁アルニ非レハ乙丙ナル斜面ノ引長線下ニ其底ノ在ラサル程ナルヘシ否サレハ斜面綻裂シ且自壓挫絞塞スルコアルヘシ

鑿開中ニ湧泉アレハ其水ヲ誘去スルニハ別ニ疎水溝ヲ要ス

○第百九十四章　土工ノ勞力(Labour)ハ尋常ノ例ニ於テ採取卽チ鑿開、孤

輪車或ハ馬車ニ刻積シ孤輪車ニテ轉送シ馬車ニテ導輪及ヒ傾捨シ即チ安ス可キ隄防ニ土ヲ乘ツル等ヨリ成ル、特別ノ事項ニ要スル他ノ事務ハ後ニ之ヲ論スベシ

土ヲ採取スルノ勞力ハ主トメ其粘着力ニ關ス鬆砂及ヒ細石、柔ナル可植土(Vegetable mould)及ヒ泥炭(Peat)鋤若ハ鍬ニテ掘ルヘキノミ硬種ノ土ハ孤輪車ニ刻積スル前ニ鶴吻鋤ニテ鬆疎ニセンコトヲ要ス又場合ニ隨ヒ鐵梃(Crowbar)、鐵楔(Wedge)杙材ヲ用ウ軟種ノ岩ハ能ク鶴吻鋤若ハ鐵梃ニテ之ヲ碎クヲヨリ硬キ者ニハ鐵楔ヲ要ス倘硬キ者殊ニ天然ノ裂痕ナキ者ニハ火藥ヲ用ヰテ爆裂セサル可ラス此ハ別章ニ之ヲ論ス可シ

轉送ハ孤輪車ニテ板上ニ之ヲ爲ス繩索及ヒ廻轉機器ノ人力ヲ扶クル者アルニ非サレハ此板ノ最急ノ傾斜一ニ付十二ヲ踰ユ可ラス

導輪ハ「土車」ト名クル馬車ニテ假設ノ輕軌道ニテ之ヲ爲ス一雙ノ横軸ヲ廻轉メ其體幹ヲ傾倒シ以テ土ヲ傾盡ス之ヲ率ク ニハ馬ヲ用ヰ或ハ小汽車ヲ用ウ

若干量ノ土ヲ孤輪車ニ刻積スルノ勞力及ヒ鑿開ノ面ヨリ某點マテ之ヲ轉送シ土車ニ傾移シ某ノ距離マテ之ヲ導輸スルノ勞力ハ常種ノ土ニ於テ殆ト相同シ團結セル土ニ於テハ此諸業ノ勞力殆ド土ノ重ト同比例ニ變ス

迅速節儉ニ鑿開ヲ行ハント欲セハ鑿開手刻積手及ヒ轉送手卽チ孤輪車手ノ自立數比例數共ニ正シク確定シ盡ク空手無ラシメンコトヲ要ス一工事ニ臨ミ精確ニ之ヲ行フノ無二ノ法ハ其地ニ就テ親檢スルニ在リ然レトモ之ニ近似ノ者ハ豫メ經驗上ヨリ之ヲ算スルヲ得

渠壕ノ面ニテ作業スル鑿開手ノ自立數ハ一時ニ進取スヘキ面ノ水平廣袤ニテ之ヲ定ム面ノ廣サ五六尺毎ニ一人ヲ置キ互ニ相接近メ各〻他ノ土ヲ採取セサル程ナルヘシ

刻積手ニ付轉送手ノ比例ハ轉送手ガ充積セル孤輪車ヲ水平板上ニ約ソ百尺若ハ百二十尺ノ距離ニ轉送シ空車ヲ以テ歸ル其間ニ刻積者カ尋常孤輪車

ニ土ヲ充積スルノ事實ニ由テ近似ノ者ヲ算スヘシ

充車ヲ高處ニ轉送スルトキハ昇登一尺ハ水平距離ニ六尺ヲ加フルニ等シト思フヘシ

左ノ近眞公式ハ此ヨリス

長ハ土ヲ轉送スヘキ水平距離ニメ高ハ高處アレハ昇登ノ高サナリ然レハ

$$\text{剷積手一名ニ付轉送手ノ數}=\frac{\text{長}+6\text{高}}{\text{百尺至百二十尺}}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(一)$$

剷積手ハ一剷ノ土ヲ水平ニ六乃至十尺直上ニ四五尺投擲スヘシ剷ニテ倘遠ク或ハ倘高ク投擲スヘケレハ二伍(Rank)若ハ二伍以上ノ剷積手ヲ使役セサル可ラス

剷積手(單伍ニ於ル)ニ付鑿開手ノ比例ハ土ノ硬輭ニ關ス左ニ擧ル所ハ其例ナリ

剷積手一名ニ付鑿開手ノ數

鬆踈ナル砂及ヒ可植土 …… 0

堅實土 …… 1

尋常粘土 …… 1/2

硬粘土 …… 1/2 弱 1

剷積手一名ニテ一列ノ轉送手ヲ働カシムレハ之ヲ「一人ノ土」剷積手二名鑿開手一名ニテ二列ヲ働カシムレハ「一人半ノ土」剷積手一名鑿開手一名ニテ一列ノ轉送手ヲ働カシムレハ「二人ノ土」ト名ツク概メ一列ノ轉送手ヲ働カシムルニ要スル剷積手鑿開手ヲ併セテ「若干人ノ土」ト名クルナリ、實ヲ此數トスレハ各列ノ轉送手ニ付剷積手鑿開手轉送手ノ總計ノ近眞數左ノ如シ

$$\text{鑿開ノ進歩}=\text{甚}+\frac{\text{長}+6\text{高}}{100\text{ヨリ}1200\text{尺マデ}}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots(二)$$

鑿開ノ進歩ニ希望スヘキ比準ハ特別ノ難事起ルニ非レハ約ソ各列ノ轉送手(或ハ一伍中ノ各剷積手)ニ付テ左ノ如ク算ス

一日ニ（二十方碼ノ鬆砂或ハ肥土
　　（十六方碼ノ粘土或ハ堅實土

鑿開及ヒ殊ニ方壕ヲ左右ニ擴ムルニハ下ヨリ大塊土ヲ掘扱キ其後部ノ上ヨリ杙材ヲ打入メ之ヲ鬆疎ニスレハ著ク勞力ヲ省クヘシ之ヲ名ケテ「墜落」（Falling）ト云フ

土車ハ約ソ孤輪車五十乘ノ土ヲ保ツ之ヲ常速ノ馬ニテ牽ケハ其速サ約ソ孤輪車ヨリ五分ノ一大ナリトスヘシ故ニ約ソ孤輪車ノ六十乘ニ等シ水平約六千尺ノ距離ヲ往復スル土車一乘ニメ他ノ土車ニハ其間ニ土ヲ充積シ刻積手一名ヲ間斷ナク働カシム負荷車ヲ高處ニ曳上ケ其假設軌道大抵適宜ノ者ナレハ昇登一尺ハ水平距離ノ約百五十尺ノ增加ニ等シト思フヘシ此ニ由テ脹ヲ土車ニテ土ヲ導輸シ馬ニ牽カシムヘキ尺稱ノ水平距離トシ高處ヲレハ嗬ヲ尺稱ノ昇登トス然レハ一時ニ運動スル土車毎ニ刻積手（單伍ニ於テハ數約左ノ如シ

$$\frac{6{,}000}{\text{脹}+150\cdot\text{嗬}} \quad \cdots\cdots\cdots\

卽チ此各荷車ノ純正負荷ハ約ッ孤輪車十二乘ノ負荷ニ等シク往復中等ノ速力ハ孤輪車ノ速力ヨリ六分ノ一大ナリ故ニ一荷車ノ運動スル者ハ恰モ孤輪車十四乘ノ運動スル者ニ等シ此ニ於テ前例ニ於ル如ク荷車ノ總數ヲ算スルニハ充積ノ爲ニ佇立シ及ヒ廻轉傾捨ニ付テ補給數ヲ算セサル可ラス」

○第百九十五章　鑿開ノ兩邊ニ於ル椅狀梁(Ranches)ハ橫方ニ水準ナル小牀ニシテ其廣幅約六尺ヲ越ユルヿ稀ナリ甚深キ鑿開ニ於テ時トメ之ヲ用ウ是レ或ハ此ヨリ高キ斜面ヨリ圓石缺岩ノ墜落ヲ支ユ或ハ疏水ヲ容易ニセンカ爲ナリ椅狀梁ハ長形ニ聊カノ傾斜ヲ存シ此面上ナル斜面ノ脚ニ於テ其表水ヲ盡ク收受メ輸出スル爲ニ基底ニ於ル者(第百六十圖ノ戊)ト同キ疏水側溝アルヘシ

○第百九十六章　綻裂ノ防禦　鑿開兩邊ノ綻裂ハ水ノ作用ニ因テ起ルカ故ニ其防禦ヲ催進スルハ第百八十九章第百九十三章ニ詳記セル有効ノ尋常疏水法ニ在リ尋常ノ疏水法ニテ不十分ナルトキハ左ノ如キ別法ヲ用ヰサルヿ可ラス卽チ多數密接メ斜面ノ支溝ヲ造ル、斜面ヨリ流出スルカ如キ泉源ノ水ヲ鑿開ノ側溝ニ流下セシムル爲ニ別箇ノ疏水溝ヲ造ル其場合ニ隨ヒ乾燥石ノ善ク墳實セル層段ノ厚六寸以上十八寸以下ノ者ヲ以テ斜面ノ面ヲ造ル、斜面ノ下部ニ就テ一部ノ土ヲ掘棄シ其空處ニ細石若ハ石片ノ隄ヲ造リ土ノ斜面ヲメ之ニ倚頓セシメ之ニ兼テ此細石隄ト直角ニ溝ヲ穿ヲ此ニモ細石ヲ充積メ抗隄(Counterfort)トナス此合併隄ハ壁ヲ保存スルト疏水溝ノ一系ト兩樣ノ用ヲ爲ス斜面ノ脚ニ同時ニ之ヲ維持疏水スル爲ニ或ハ乾石ノ保壁(Retaining wall)ヲ造リ或ハ灰泥(Mortar)ニテ疊メル煉化石若ハ疊石ノ壁ヲ築ク、非狀坑ノ法ニ由テ地下水ノ斜面ノ方ニ流ル、路ヲ斷ツ等ナリ保壁ハ尙疊石ノ條非狀坑ハ隧道築造ノ條ニ於テ之ヲ說クヘシ

或例ニ於テハ綻裂防禦ノ百方無効ナルヿアリ此時其物料ノ自家ノ息角ヲ求ムルニ任セサル可ラス而メ其滑脫セル土ヲ始終收除シ且切要ナル土地ノ增加ヲ得ンコトニ注意スヘシ

○第百九十七章　隄防ノ穩定(Settlement)　隄防ハ其第一成形ノ後ニ穩定メ若干ノ廣袤トナル其物料ノ異ナルト摸樣ノ異ナルトニテ變化アリ蓋シ原形ノ高サノ十二分ノ一ヨリ少キコト及ヒ五分ノ一ヨリ多キコトハ稀ナリ意匠セル隄防ノ穩定ノ概比例ヲ確定スルノ最眞法ハ短隄ニテ實驗スルニ在リ而メ斯ク確知セル穩定ニ由リ其殘餘ノ隄防ヲ築ク可キ其加減ヲ爲サヽル可カラス

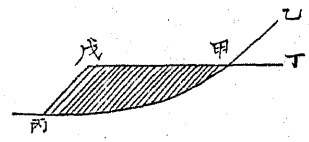
○第百九十八章　土工ノ分賦法　トハ此ニ由テ土ノ導輸即チ運搬ノ勞ヲ力所及省カンコトヲ保スル程ニ渠壕ノ各異ノ部分ヨリ得タル物料ヲ隄防ノ各異ノ部分ニ分賦スルノ排列法ヲ云フ此目的ヲ達スルニハ務メテ密ニ從事スヘキ二款ノ規則アリ一ハ鑿開ノ最モ進近スヘキ部ヨリ隄防ノ各部ニ充積スヘキコト一ハ意テ用サ多クノ運路ヲメ互ニ交錯セサラシムルコト鑿開ノ一部ヨリ隄防ノ之ヲ充積スヘキ部マテ導輸スルノ平均距離ハ殆ト此兩部ノ重心間ノ距離ニ等シ

○第百九十九章　築隄ノ通法　隄防ニ最眞ノ物料ハ摩性安定ノ最大ニメ且尤モ永久不變ノ者ニ在リ即チ岩片、粒石、細石、淨砂ノ類是ナリ粘土モ之ヲ築クヘキ乾燥シ或ハ大抵ニ乾燥シタレハ安全ノ隄防ヲ爲ス、濡粘土可植肥土及ヒ泥土ハ隄防ノ用ニ堪ヘス故ニ泥炭モ亦後ニ記載スル警戒法ニ從フニ非レハ其用ニ堪ヘス

隄防ヲ造ルニ三樣アリ壹ハ一層、貳ハ二若ハ二以上ノ厚層、參ハ薄層ニテ造ル是ナリ

壹　一層法　此ハ最モ廉ニ最モ速ナル法ニメ安危性モ堅固ナルヲ以テ特別反對ノ理アラサル土工ニハ盡ク之ヲ用ウ第百六十二圖ノ乙甲丙ハ天然地面、丁甲ハ鑿開ノ基線(Base)ノ一分甲戊丙ハ隄防ニメ之ヲ造ルニハ渠壕ヨリ隄防ノ頂ヲ追フテ敷キタル假設軌道上ニ土車ヲ走ラセ之ヲメ「傾捨面」ト名クル戊丙ナル斜端上ニ自然走下廣擴スル程ニ戊ニ之ヲ傾捨セシ爲ニ甲戊ノ向ニ運進ス甲戊ハ隄防ノ廣狹高低(穩定ノ爲ニ十分ノ補給ヲ併セテ)共

第百六十二圖



ニ十分トナル者ナリ

戊丙ト平行セル傾線ハ甲ヨリ隄防ノ進ムニ隨ヒ逐次ニ傾捨セル一連ノ位置ヲ示ス

隄防ノ側邊ニ傾捨ス可ラス後ニ至リ其土應ニ綻裂スヘキヲ以テナリ

貳 厚層法 此法ハ高ノ大ナル隄防ニ之ヲ用ウルヲアリ是ハ既ニ詳說セル端ヨリ土ヲ傾捨スルノ法ニテ某ノ高サマテ全ク造成メ稳定ノ爲ニ一時之ヲ放下シ而メ又同法ニテ第二層ヲ造ルナリ追テ此ノ如シ此ハ時ト勞ト多キヲ加フルヲ以テ此ヲ用ウルヲ稀ナリ然レ𪜈硬粘土或ハ泥板石ノ隄防ヲ造ルニハ必用ナリ是其始ニ傾斜セル𥫱角アル片塊ヲ以テ成リ其間ニ空隙ヲ存シ空氣ト濕氣ノ作用ニテ和ラキ且碎クルマテハ堅實ナル塊團トナラサルヲ以テナリ

參 薄層法 此法ハ厚サ九寸乃至十八寸ノ水平層ニ土ヲ廣擴シ各層ヲ撞定

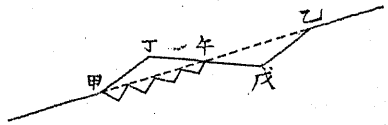
メ次層ヲ置クニ先ツテ充實堅固ナラシムルニ成ル、是レ甚煩劇多勞ノ法ナルヲ以テ唯特別ノ場合ニ用ウルノミ其首要ノ者ヲ擧クレハ堡壁後ノ充積橋及ヒ暗渠(Culverts)ノ翼壁後及ヒ憑臺後及ヒ其窖窿上ノ充積及ヒ溜水處ノ隄ノ如シ

土ヲ擴ケテ層段トナシ之ヲ撞定スルノ勞力ハ概メ土ヲ孤輪車ニ刻積スル勞力ノ一ト六分ノ一ヨリ一ト三分ノ一マテナリ(第百九十四章ヲ見ヨ)

○第二百章 偏長地ノ築隄 天然地面カ急峻ナル偏長斜阪ナルトキハ隄防ヲ造ル前ニ其表面ヲ切テ階段トナスヲ要ス是レ隄ヲメ斜阪ヲ滑下セサラシメンカ爲ナリ第百六十三圖ノ横斷面ノ甲乙ナル虛線ハ天然地面、午戊乙ハ側壕甲丁午ハ甲ト午ノ間ニ切リタル階段ニ安スル隄ナリ此階段ノ最下位置ハ第百八十三章ノ(十四)ノ方程式ニテ傾斜ト鉛直ノ比準ヲ與ヘタル最大壓力ノ軸ニ垂直ナル是ナリ故ニ甲丁カ息角ニテ傾ケハ甲ニ近キ階段ハ甲丁ニ反セル向ニテ地平ニ傾ク其角ハ同章ノ(十六)ノ方程式ニ與ヘタリ而シ

テ午ニ近キ階段ハ水準ナリ階段ヲ造ルニ此原理ニ由テ得タル傾度ヨリ緩ニスルヨリハ寧ロ急ニスルヲ良トス

第百六十三圖



○第二百一章　疊石ノ頂及傍ニ於ル築隄　暗渠（即チ疊石或ハ煉化石ノ掩蔽疏水溝）ノ上面或ハ橋ノ憑臺及ヒ翼壁ノ近傍ニ隄ヲ築クニハ注意メ土ノ激突墜落或ハ分賦惡キ壓力或ハ俄劇ノ壓力ニテ疊石ヲ害ス可キヲス」衝突ヲ防ク爲ニ既ニ第百九十九章ニ記載セル警戒法ヲ用ヰ疊石ト直接セル土ヲ擴ケテ薄層トナシ每層之ヲ撞定スヘシ此カ爲ニ乾燥セル物料ノ容易ニ水ヲ流去スル者ヲ撰フ即チ石片、細石及ヒ淨粗砂ノ如キ是ナリ此撞定セル土ハ盡ク翼壁間ノ空隙ニ充ツヘク又保壁ヨリ及ヒ橋臺及ヒ暗渠ヨリ後方十尺程ニ及フヘシ暗渠ノ穹窿上ノ斯ク薄層ニ撞定セル土ハ少ナクモ所企隄防ノ半高ニ至ルヘシ其餘ハ常法ニ由リ傾捨メ可ナリ

橋梁及ヒ大暗渠ヲ壓スル不等橫壓力ヲ防クニハ（已ヲ得サレハ假設軌道ヲ負フヘキ木臺ノ扶助ヲ假リ）其兩邊ニ同時ニ隄ヲ築キ且務メテ大抵同時ニ同高トナスヘシ

○第二百二章　隄防ノ疏水法　斜面ノ足脚近傍ノ收水溝ノ位置及ヒ用法ニ付テハ既ニ第百八十九章ニ詳記セリ隄防下ノ可疏水ヲ運フニ用ウル暗渠ノ造法ハ疊石ノ條ニ之ヲ論スヘシ湧泉アルノ地ハ務メテ盡ク之ヲ避クヘシ然レトモ殊ニ湧泉上ニ築隄ノ要スルアレハ明ニ隄ヲ離レテ流去スル程ニ暗渠ヲ造ルヘシ

○第二百三章　廣原平地ノ築隄　廣原ヲ斷テ運輸ノ線ヲ通スヘキトキハ其表面ヲメ常ニ乾燥ナラシムル爲ニ地面ノ尋常水準ヨリ高カラシムヘキヿ大抵必要ナリ而メ水ノ氾濫スル處ニテハ著大ノ高ヲ要ス第百六十四圖ノ甲ハ此目的ナル隄防ノ橫斷面ヲ表ス此物料ハ兩邊ナル乙丙一雙ノ壕ヲ鑿開メ得タルナリ此壕ハ表水ヲ集メ之ヲ最近ノ河川若ハ疏水大水道ニ放出

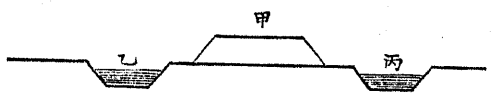
シ以テ此線ノ近傍ノ溢水ヲ永滯セシメサルナリ

○第二百四章　軟地上ノ隄防　常法ニテ隄防ヲ造レハ沈降スル程ニ土地柔軟ナレハ其種類及ヒ程度ニ隨ヒテ各異ノ方法ヲ用ヰ以テ此難事ヲ制伏ス左ニ擧クルノ目ハ此難易增進ノ順序ニ之ヲ列次ス

壹　所計隄防ノ位置ト平行ノ疏水側溝ヲ穿ツニ在リ此ニ由テ天然地ノ硬度ヲ增進ス

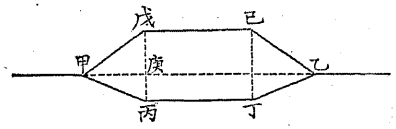
貳　天然地ノ物料一定ノ息角ヲ有スルトキハ假令隄防ノ物料ノ息角ヨリ緩ナルモ其斜面ヲ同角ニ造ルヘシ故ニ其天然斜面ナル者ヨリ廣キ基礎トナル

第百六十四圖



參　隄防ノ基礎ヲ造ルニ一壕ヲ穿ヲ之ニ堅固ナル物料ヲ充塡メ此ト爲スモ可ナリ第百六十五圖ノ甲戊己乙ハ所計隄防ノ横斷面甲丙丁乙ハ其基礎ノ爲ニ穿ツヘキ壕ノ横斷面ヲ表ヲ壕ノ基底ノ丙丁ナル線ハ隄防ノ頂ノ戊己ナル線ノ直下ニ在ルヘシ此横斷面ヲ定ムルニハ左ノ如ク行フ

第百六十五圖



高＝庚戊ヲ所計隄防ノ高サ

重′＝重ヲ物料一尺立方ノ重

重″＝重ヲ天然地ノ物料一尺立方ノ重

參′ヲ其息角

高′＝庚丙ヲ所要ノ基礎ノ深サ

又

$$\frac{1-參'正弦}{1+參'正弦}=子'\quad トス$$

然レハ公式ニテ基礎ノ深ヲ與フ

$$高'=\frac{高重子'^{2}}{重'-重子'^{2}}\quad\cdots\cdots\cdots

壕ノ丙甲丁乙ナル斜面ハ柔軟物ノ息角ニテ傾キ以テ各個ノ廣狹左ノ如クナル

甲庚＝高參、餘勾・・・

土ノ毫モ塊石及ヒ草根ノ類ヲ有セスメ其含有水ヲ以テ定着スル程ノ砂及ヒ細粒石ヲ含ム者ナリ其砂過少ナレハ乾燥ノ候ニ綻裂ヲ生スルコトアルヘシ之ヲ爲スハ粘土ヲ十分ニ結合密實ノ塊團トナルマテ一種ノ踏、撞作用(Poaching action)ノ器具ヲ用ヰテ餅狀トナシ約九寸ノ厚ナル層段ヲ造ルニ在リ此勞力ハ同量ノ剔積ノ約五倍ナリ

○第二百七章　岩石ノ破碎(Quarrying)及ヒ爆烈(Blasting)　鶴嘴鋤、鐵梃若ハ石工ノ鎚ヲ以テ碎クニ堪サル程堅ク火藥ヲ以テ爆裂スヘキ程堅カラサル岩石ハ其上面ニ溝ヲ鑿リ或ハ孔ヲ穿ヶ之ニ焚熱セル鋼楔ヲ插ミ其層段ヨリ一塊ノ裂ケ離ルヽマテ之ヲ打擊スルニ在リガウズェイ氏ノ此業ノ一碼立方ノ岩ニ於ル勞力ノ計算ハ一人ノ一日工ノ約〇.四トセリ然レヒ岩種ノ異ナルニ隨ヒ變化甚多シ

火藥爆裂ノ業ヲ小、大ノ二箇ニ分ツ

壹　小爆裂ヲ爲スニハ長鑿第百八十七章)ヲ以テ岩ニ徑一寸以上六寸迄深サ一尺以上三十尺迄ノ一孔ヲ鑽開シ殆ト底ニ達スル程ノ管ヨリ粗粒火藥ヲ注入シ孔ノ一部ニ充ダシメ岩屑、砂、粘土及ヒ他ノ斯ノ如キ物料ニテ「充塡料」(Tamping)ト名クル者ヲ造リ之ヲ以テ其餘部ニ撞入ス最良ノ物料ハ粘土ナリ此時切ニ注意メ火ヲ激發スル具ヲ用ウ可ラス又充塡料ト火藥ノ間ノ物料數寸ニ至ル迄ハ堅ク撞ク可ラス信管ハ管ニ通シ或ハ木片ノ溝路ニ通シ之ヲ保護スル之ニ用ウル最良ノ信管ハビッグフォルト氏信管トテ人ノ知ル所ナリ

火藥ノ爆發ハ殆ド最少抗抵線ノ立方卽チ概メ裝藥ヨリ岩ノ表面マテノ最短距離ノ立方ニ比例シ此立方ノ二倍トモ云フヘキ程ノ岩塊ヲ迸裂鬆疎ニス然レヒ此比例ハ塲合ノ異ナルニ隨ヒ甚變化ス

疎解セル岩石ノ重ト爆發セル火藥ノ重トノ比例ハ約7,000:1ヨリ14,000:1マテノ間ニメ其中數テ1,000:1トメ可ナリ

小爆烈ニ於ル火藥量ノ常則左ノ如シ

斤稱ノ火藥ニ(尺稱ノ最少抗抵線)32 ……（一）

爆裂藥ノ強弱ノ試驗ハ二「オンス」即チ常量斤八分ノ一ヲ四十五度ノ仰角ナル八寸臼砲ニテ點放シ六十八斤ノ丸チ二百四十尺ノ距離ニ至ラシムヘキナリ

他ノ試驗ハ膓長二十七寸六全徑一寸ト四分ノ三、重量八十六斤半ナル試藥砲ニテ二「オンス」ノ火藥チ發火スルニ在リ之チ「重錘擺」(Ballistic pendulum)ノ如キ牀ニ懸ケ其後坐チ弧狀規ニテ量ルナリ爆裂用ニ適合ノ最良火藥ハ其後坐約二十度チ得ヘシ

火藥一斤ハ鬆疎ノ狀ニテ約三十立方寸ナリ之チ壓縮スレハ大約二十七個半マテ收縮ス

三十立方寸ハ三八二個ノ圓壔寸ニ等シ即チ全徑一寸ノ孔ニ一斤ノ火藥チ保ツニ要スル長サノ寸數ナリ他ノ全徑ニ於ル相當ノ長ハ全徑ノ平方ノ轉比

例ニテ變ス

最少抗抵線(強弱同等ノ完全ナル岩石ニテハ裝藥ヨリ表面マテノ最短線ナルチ以テ)ガ鑽孔ノ軸ニ垂直ナレハ爆裂ノ効力尤モ大ナリ此線カ即チ鑽孔ノ軸線ナレハ其効力尤モ小ナリ最少抗抵線ニ垂直ニ孔チ鑽開スルヿ能ハサルチ常トス故ニ務メテ此孔チ造ルニ此線ト大ナル角チ爲サシムヘシ

裝藥爆發セサルトキハ大錐チ以テ充塡料チ鑽出シ新信管チ插シ再ヒ孔チ充塡ス然リト雖此法ハ必危害ナシト言フ可ラス最モ安全ノ法ハ初孔ノ傍ニ新孔チ鑽開シ新火藥チ裝スルニ在リ其爆發必ヤ舊裝藥ニ交通セン

孔竅鑽開ノ勞力ハ岩質ノ異ナルニ隨ヒ甚變化ス之チ爲スニ或ハ二人チ用ヰ一人ハ鎚ニテ長鑿チ打チ一人又ハ一童之チ旋轉ス或ハ一人若ハ二人ニテ之チ揚ケ之チ落ス此乙法ハ甲ヨリ有効ナレトモ器械チ靡スルヿ甲ヨリ早シ乙法ニ用ウル者ハ「振搖長鑿」(Churn jumper)ト名ク

左ニ擧ル所ハ鑽孔事業每人日工ノ例ナリ

孔ノ圓壔狀ノ寸數

花崗石ニ於テ打撃ニ由テ	一〇〇至一五〇
同　振搖ニ由テ	殆ド二〇〇
石灰石ニ於テ	五〇〇至七〇〇

（機關ニテノ鑽開法ハ第三百九十二章ヲ見ヨ）

花崗石ニ於テハ鑽開一尺毎ニ約一回長鑿ヲ研磨シ十六乃至二十尺毎ニ一回鍛固(Steeled)センコトヲ要スト雖メ之ヲ用ウルカ爲ニ鐵ノ靡消スル長サハ鑽開ノ深ノ十分一ナルヘシ

石灰石ニ於テハ時トメ火藥室ヲ造ル爲ニ稀硝酸ヲ以テ孔ノ下端ヲ大キクスルコアリ此ニハ二重ノ管ヲ用ウ外管ハ鉛ヨリ成ル之ヲ孔底ニ通シ內管ニハ頂ニ漏斗アリ之ニ稀硝酸ヲ注入ス此酸孔底ニ至リ石灰石ノ石灰ヲ鎔シ遊離セル炭酸ハ消酸石灰ノ溶液ト共ニ泡沫ヲ爲シ內外管ノ間ヨリ昇騰シ外管ノ頭ニ近キ横曲管ヨリ泄レ去ル

貳　大爆裂ハ岩塊ニ鉛直井狀坑若ハ水平導坑ヲ鑿開シテ之ヲ爲ス導坑ハ其火藥室ニ至ルノ進路ニ於テ少ナクモ一回ハ直角ニ曲ラサル可ラス是レ充塡料ヲ吹出サヽラシメンカ爲ナリ斯井狀坑及ヒ導坑ハ方三尺半ヨリ三尺半ト五尺ノ長方形マテ變シ又之ヲ造ルニ要スル勞力ハ坑夫ノ一尺ヲ穿ツ日工ノ二倍ヨリ六倍マテ變ス坑ヲ拂掃シ牀ヲ古囊ノ藷ニテ蔽ヒ火藥ハ柊箱ニ收ム其大小ハ一斤ノ火藥ハ約三十立方寸ノ體容ト云ヲ以テ之ヲ規正スヘシ少量ノ細粒火藥ノ囊若ハ箱ニ收メタル者ハ[爆發裝藥](Bursting charge)ヲ爲ス故ニ之ニ細キ白金線ヲ通シ一雙ノ銅導線ト相接合ス右ハ抹紙膠(Indian rubber)即チ樹膠(Gutta percha)ヲ以テ掩ヒ或ハ他法ニテ他ニ觸レサラシムヘシ木杆ノ溝內ニ容レテ保護ス藥室ノ口ハ糾草土ヲ以テ密閉シ其餘ハ巒石ヲ疊ミ或ハ石ト粘土ノ混和物ヲ築上メ[充塡]ス工夫ノ危險ナキ程ノ距離マテ退キタル導線ヲ流電裝置(Galvanic battery)ノ相反セル兩端ニ接合シ電氣ニ由テ白金ノ白色ニ焚ケタルヲ裝藥發火ス

電氣裝置ノ主用ハ正ク同瞬間ニ多クノ裝藥ニ點火スルニ在リ一裝藥ノミニ點火スルニハ安全信管ヲ用ウ

シム氏ニ隨ヘハ坑內ノ藥室ハ最少抗抵線ヲメ疏解スヘキ岩ノ高サノ三分ノ二ノ處ニ在ラシムル程ニ之ヲ置クヘシ

大爆裂ニ於テ疏解岩ノ重ト爆裂火藥ノ重トノ比例ハ4,500:1ヨリ13,000:1マテノ間ニメ其中數ハ約6,000:1若ハ7,000:1ナリ

火藥ノ斤數ト最少抗抵線ノ尺數ノ立方トノ比例ハ1:32ヨリ1:10マテノ間ナリ然レモ火藥ノ量ヲ定ムルノ最良法ハ疏解スヘキ岩塊ノ重ヲ概算メ其每噸ニ付火藥半斤ヨリ三分ノ一斤トメ算スルニ在リ

爆裂ニ付鑽孔及ヒ掘坑ノ位置ヲ撰フニハ岩ノ紋理及ヒ裂痕ニ注意スヘシ是其岩床ヨリ分離シ易カラシメンカ爲ナリ

水中ニテノ爆裂ハ此篇ノ後部ニ之ヲ論スヘシ

岩石爆裂ノ主旨ニ付テハ左ノ著書ヲ參看スヘシ卽チ將官ジョン、フルコイネ君ノ爆裂及破碎論、サルレム、シム氏ノ千八百五十五年ニ不列倾會社ニ書贈セル岩石破碎及爆裂ノ文、ゼオルジ、ロベルトソン氏ノ皇立蘇國技術會社ニ書贈シ千八百六十一年二三兩月ノ土木師及造家師日記中ニ印行セルホリイヘッドニ於ル大爆裂ノ文是ナリ

岩石輕重表

	一尺立方ノ斤數	一碼立方ノ斤數	一噸ノ立方尺ノ數
鎔化石	一八七	五〇六〇	一二
白堊	一一七至一七四	三一六〇至四七三〇	一九·一至一二·九
長石	一六二	四三七〇	一三·八
燧石	一六四	四四三〇	一三·六
花崗石	一六四至一七二	四四三〇至四六四〇	一三·六至一三·
石灰石	一六九至一七五	四五六〇至四七二〇	一三·二至一二·八
苦土質石灰石	一七八	四八一〇	一二·六

珪石	一六五	四四五〇	一三六
砂石中等	一四四	三八九〇	一五六
諸種砂石	一三〇至一五七	三五一〇至四二四〇	一七二至一四三
泥板石	一六二	四三七〇	一三八
石板石(粘土)	一七五至一八一	四七二〇至四八九〇	一二八至一二四
綠石	一七〇	四五九〇	一三二

爆裂ニ於テ若干斤ノ火藥ト同効ヲ六分ノ一ノ爆裂綿若ハ十分ノ一ノ爆裂油ニテ起スニ足ルヿヲ云フ爆裂油(火「ナイトログリセリイン」若ハ「ナイトロソウム」ト名ク)ハ激動ニ由テ爆發スルカ故ニ既ニ裝藥セル孔ノ近傍ニ新孔ヲ鑽開スルニハ危險ナリ

○卷三　疊石論(Of masonry)

○第一款　天然石

○第二百八章　石ノ構造質　前卷ノ末章ニ於テ岩石卽チ天然石ハ鑿開スヘキ物料ノ原トメ之ヲ論シタリ今ハ之ヲ建築スヘキ物料ノ原トメ論スヘキナリ

岩石ノ地質的ノ位置ハ建築ノ材料タル性質トノ關係ヲ存スルヿ微ナリ古代岩ハ强健ニメ耐久力多キヿハ通則タリ然レ𪜈此ニ合ハサル所多シ岩石ノ土木ノ目的ニ尤モ貴重スル性質ハ二種アリ曰ク構造質曰ク化學的質是ナリ

其大塊ノ構造質ニ付テ岩石ヲ二大類ニ別ツ其平坦ナル層段ヲ成サヽルト成ストニ隨ヒ一ヲ無層岩二ヲ有層岩ト云

壹　無層岩ハ溶解セル狀ヨリ甚緩ニ或ハ少シク緩ニ及ヒ大壓力或ハ小壓力ニテ化メ凝體ト成リシ者トス而メ多分ハ硬固(Hard)密實(Compact)强健(Strong)

ニメ耐久力多シ

無層岩ノ大塊ハ恰モ岩石ノ褒微セシ片相分離セル片塊ヨリ築成セシ[ママ]明白ナリ譬ヘハ花崗石ノ如キ此片塊ハ斜ナル六面體即チ斜方柱ニメ時トメ驚クヘキ大サノ者アリ又鎔化石(Basalt)ノ如キハ正キ六角若ハ五角柱ニシテ柱狀ニ築成ス綠石(Trap)ノ如キ不正ナル三角柱ニシテ時トメ不正ニ鎔化石ノ柱狀ニ類似スルアリ多クハ褒弛尚進メハ片塊ノ隅角綠邊刓耗シ終ニ圓石ニ變ス是其分離メ同心橢圓層トナランストスルノ徵ナリ無層岩ノ截割破碎爆裂セルニ在テモ片塊間ノ天然合際ニ乘スレハ之チ爲スニ易クメ他部ニ比スレハ分割シ易シ

無層岩ノ尚微細ナル者ニ於テハ多分結晶粒ノ堆積密ニ相固着ス花崗石及ヒ「サイエナイト」(Syenite)ノ結晶粒ハ他物ヨリ大ニシテ分明ナリ綠石ニテハ甚小ニメ不分明ナリ鎔化石ニテハ最モ見難クメ其構造多分硝子ノ如シ火山ノ焚石ニテハ必硝子ノ如シ無層岩ノ構造變種ノ中ニ白斑紅石(Porphyritic)

樣ナルアリ此ハ一物ノ分離セル結晶ガ他塊中ニ埋沒スルナリ又小房チ有スル者アリ此ハ恰モ初メ溶解セル狀ノ時其中ニ氣泡チ散布セシ如ク數ノ圓狀若ハ橢圓狀ノ空隙チ存スルナリ

無層岩ニハ屢〻紋理即チ罅裂ノ通スルアリ其內或ハ空虛或ハ其裏面チ覆ヒ或ハ諸種ノ礦物ノ結晶塊ニテ充塞ス此紋理ハ其岩チメ容易ニ分剖セシム」

貳　有層岩ハ一連ノ平行層ヨリ成リ明ニ水中ヨリ起ル其層段諸力ノ攪擾作用ニテ多少傾斜シ屈曲スル者多シト雖モ本來ハ水平ナルナリ之チ分剖スルニ層間各部ノ平面ニ於テスレハ他部ヨリ容易ナリ紋理即チ罅裂通シ或ハ空虛或ハ結晶物チ含ミ或ハ「壁狀礦」(Dykes)即チ無層石塊チ以テ充塞ス此紋理若ハ壁狀礦ハ屢「瑕瑾」(Faurt)即チ層段ノ水準ノ不時ノ變化ト伍ス

有層岩ノ傾斜屈曲及ヒ層段破壞ニ於テ攪擾諸力ノ最大効用チ顯ハスハ無層岩ノ比隣ニ在リ又此狀勢ニ於テ熱力及ヒ劇烈ナル壓力ノ爲ニ屢〻其構造變化シ且甚硬固堅實トナリシチ見ル

有層岩ハ其首要ノ層段即チ層岩チ成スノ外更ニ概メ薄層ニ分剖スルノ性アリ而メ此薄層ノ表面ハ屢〻層岩ノ表面ト平行スレドモ亦斜ニ或ハ尚垂直ナルモアリ此ハ薄板狀ノ構造チ成ス薄板狀ノ石ハ其面ト平行セル向ヨリ之ニ垂直ナル向ニテ抗抵力強ク又之ニ垂直ナル向ニ於ルヨリ平行セル向ニ於テ粘力強ク又其大氣ニ露接セル方ヨリ緣ノ方ニ耐久力多シ故ニ建築ニ於テ其薄片即チ岩床チ最大壓力ノ向ニ垂直ニ或ハ殆垂直ニ置キ壁面ニ其緣チ置ク

有層岩ノ尙微細ナル構造ニ於テ其變種チ左ノ如ク區別ス

(一) 堅實結晶構造猶珪岩(Quartz rock)及ヒ大理石ノ如シ此ハ大強力ト耐久力トチ存ス

(二) 板石狀構造此ハ通例ニ堅實ナル岩石ガ無數ノ薄層ニ片裂スルヲ大ニ有層狀ニ傾キシナリ此構造ハ層段ニ垂直ノ向ナル劇烈ノ壓力ヨリ生セシ者トス又容易ニ碎裂ス堅キ粘土板石(Clay-slate)及角様閃石狀板石(Hornblende-slate)ト爲テ發現スル石ノ中ニハ最モ強ク最モ耐久ノ名アル者アリ又或ハ柔軟ニメ消耗スヘキ者アリ

(三) 花崗狀結晶構造此結晶粒ハ片麻石(Gneiss)ニ於ル如ク固ク相密着スルアリ砂石(Sand stone)ノ如ク他物ニ由テ相接合シテ一塊トナルアリ各異度ノ堅實、鬆疎、強弱及ヒ耐久力之ニ隨ヒ來リ其度最高ヨリ最低ニ至ル低ノ極ハ砂ナリ

(四) 堅實花崗狀構造其狀微細ニメ見ル可ラス而メ青色石灰石(Blue lime stone)ノ如ク連續セル塊團チ成スカ如シ此構造ハ常ニ強力耐久力共ニ著シク且ツ漸次ニ或ハ堅實構造(一)ニ變シ或ハ(五)ニ變ス

(五) 鬆疎花崗狀構造其粒結晶體ナラスメ大抵皆卵石(Oolite)ノ如ク微細ノ甲殻相密結スル者ナリ此構造ナル岩石ノ鬆疎狀ハ變化多シ強力耐久力モ亦甚高キ者稀ナリ其最低ノ例ハ柔軟ナル白堊(Chalk)ニ在リ

(六) 團結構造(Conglomerate)此ニ或物料ノ缺片他ノ一塊中ニ伏在スルコト猶

「グロウェッケ」(Grauwecke)ニ於ル如シ

碎片、即チ石ノ碎面ノ現象ハ其構造ノ狀如何ヲ徵知スルノ一法ニメ左ニ擧ル者ハ其例ナリ

平坦碎片、其剖面位置定マレル種々ノ平面ヲ爲セリ結晶構造ノ徵ナリ

不平碎片、其剖面銳烈ナル突起ヲ現スルヰハ花崗狀構造ノ徵ナリ

粘土狀碎片、其剖面ノ薄板ト平行スル所ハ平坦ニメ他ノ向ニ於テハ不平ナリ

凸凹碎片、滑澤ナル凹面若ハ凸面ヲ現ス是レ緻固堅實ナル構造ノ徵ナリ

土狀碎片、ハ其面粗糙曖昧ニメ柔軟脆弱ヲ示ス

○第二百九章　石ノ化學的成分　未タ分析サレサル物體ニシテ往古ハ此カ爲メ化學ニ於テ元行ト名ケタル數多ノ者ハ皆石ノ抱合體ニ於テ之ヲ見ル此諸元行ハ其抱合ニ因リ「單礦」(Simple minerals)即チ「礦種」(Mineral species)ト名クル多種ノ複合物ヲ成ス各種ノ單礦ハ一定ノ化學的ノ複合物ニシテ同質ノ物體ナリ尙再言スレハ其各分子ハ能ク之ヲ理會メ注意ノ方法ト爲スヘキ者ニメ同樣ニ互ニ結合ス單礦ハ結合ノ原始形(Primary form)ニテ區別スヘキ者多シ化學的ノ結合同一ナル二礦物モ猶其原始結晶ノ異ナルニ由テ區別メ異種トストムソン氏ハ礦種五百以上ヲ數ヘセエムス氏ハ一種ヨリ十種マテヲ含メル者約ソ百十類ヲ擧ケタリ

地皮ヲ成ス所ノ諸塊ハ石ト土、有層ト無層トニ論ナク或ハ一品或ハ數品ノ化學的ノ抱合ニ非スメ只單礦ノ混和スル者ヨリ成ル

地皮中他物ニ比スレハ甚多量ナル一二ノ單礦アリ此ヲ以テ其結合メ成レル石ノ化學的機械的兩樣ノ首(オモ)ナル性質ヲ定ムル而メ獨此礦物ノミヲ其化學的ノ首要成分ト併セテ本論ニ之ヲ說カントス要ス

此占頭礦物ノ化學的ノ首要成分ハ四種ノ土ナリ

壹　珪酸(Silica)即純精燧石、此化學親和ハ〔不列倒ノ表度(Scale)ニ從ヘハ〕

珪素(silicon)一抱量(Equivalent)・・・

酸素二抱量・・・

如ク强カラス水ニ溶スルニ甚キナリ

或占頭礦物ニ於テ左ノ二苦土ノ諸土ト抱合スルヲ見ル此物石中ニ現存スレハ大氣觸ルヽヤ其分離ヲ促カス

名稱	親和	抱量
伍 剝脫斯（ポリメタシウム）	剝脫珪母	78・3＋酸素 16＝94・3
陸 曹達（ソーダ）	曹苛母（ソヂウム）	46・＋酸素 16＝62・

左ノ酸類ハ石灰及ヒ麻屈涅失亞ト抱合ノ豐ニ存在ス

漆 炭酸	炭素	12・＋酸素 32＝44

右ニ炭酸ノ現存スルハ强キ酸類ノ作用ヲ受クルヤ沸騰スルヲ以テ之ヲ知ル

金屬ノ鐵及ヒ滿俺（マンガン）モ亦占頭礦物（Predominant minerals）ノ親和中ニ入ル只他ト比スレハ少量ナリ其化學的ノ抱量鐵ハ五十六滿俺ハ五十五ナリ

○第二百十章　石ノ占頭礦質左ノ如シ

壹　珪石（Quartz）　純精珪酸ナリ其重ハ水ノ二・五倍ヨリ二七倍其原始結晶形ハ六面斜方體其尤モ通常ノ外部結晶形ハ正シキ六邊柱ニメ其頭ハ六邊錐狀ナリ

無色或ハ有色ノ透明（Transparent）ナル結晶體ニテ發現スレハ之レヲ岩結晶（Rock crystal）ト名ケ堅實透光（Translucent）ノ塊ナレハ角石（Horn stone）ト名ケ白堊中ニ散布セル暗色透光ノ小塊ナレハ燧石（Flint）ト名ク四緣及ヒ偶角多少圓クシテ粒若ハ小結晶ヲ爲ス者ハ砂ト爲ス尙硅石ノ形種々ナレトモ爰ニ記載スルヲ要セス總テ此石ハ占頭礦物中ノ尤モ硬ク且ツ耐久ノ者ナリ

貳　長石（Felspar）ハ土ト苦土トノ複合礦類ニメ下ニ集合法ヲ記セル三種ハ尤モ豐饒ナリ第一種ハ殊ニ然リ其重ハ水ノ二・五倍ヨリ二・八倍ナリ

（一）尋常長石即チ剝脫斯長石ハ硅酸、礬土、剝脫斯ノ集合ニメ其比例ハ殆ト左ノ成式ト合符ス

珪酸六抱量

攀土一抱量

剝脫斯一抱量

(二) 曹達長石ハ剝脫斯ノ全量若ハ一分ヲ曹達一抱量ト交換セシナリ

(三) 石灰長石ハ剝脫斯ノ全量若ハ一分ヲ石灰一抱量ト交換セシナリ

長石ハ結晶或ハ堅實花崗狀構造ヲ以テ花崗石白斑紅石及ヒ後ニ記載セル或ル他岩中ニ見ユル白色若ハ肉色ノ粒狀及ヒ結晶ヲ成シ板石狀構造ニテハ鳴石(Clinestone)ヲ成シ柔軟花崗狀構造及ヒ土狀構造ニテハ粘土石(Claystone)ヲ成ス其硬軟及耐久ノ度ハ高低盡ク備ハル

參 角樣閃石ハ其現象集合甚種々ニメ重ハ水ノ二.七倍ヨリ三.二倍ナリ其白色種ノ集合ハ殆ト左ノ成式ト合符ス

珪酸九抱量

麻屈涅失亞六抱量

石灰二抱量

爰ニ又少量ノ弗僕阿立(フッコオリイン)印アリ石灰素ノ一分ト抱合ス尤モ通常ノ種ハ暗綠及ヒ黑色ノ者ナリ此ニテハ一分ノ珪酸ガ攀土ト交換ス其珪酸三抱量ニ付攀土一ナリ而メ一分ノ麻屈涅失亞ハ第一酸化鐵一抱量ト交換ス

暗綠若ハ黑色ノ角樣閃石ハ綠石塊ノ大部分ヲ成ス結晶纖維及ヒ粒狀ニテ發現シ硝子樣光輝アリ碎片ハ或ハ參差或ハ不平或ハ板石狀ニメ礦物中最モ剛强ニメ最モ耐久ナル者ノ一ナリ

肆 「アウヂャイト」(Augite)ハ其性質甚角樣閃石ニ類似ス其白色種ノ集合ハ殆ト左ノ成式ト合符ス

珪酸二抱量

麻屈涅失亞一抱量

石灰一抱量

綠色及ヒ黑色種ハ麻屈涅失亞ノ一分第一酸化鐵一抱量ト交換スト見ユ

伍 雲母(Mica)ハ透明若ハ半透明ノ層片ヨリ成リ又分裂ノ容易ニ層片ト爲

スヘキ程ノ薄板構造ナルヲ以テ他ト區別ス柔撓且柔軟ニメ刀ニテ切ルヘシ其重ハ水ノ二・八倍ヨリ三倍ナリ其中ノ一種ハ集合殆ド左ノ如シ

珪酸十五抱量
礬土四抱量
剝脫斯三抱量
酸化鐵及酸化滿俺五抱量

他ノ諸種ニ於テ剝脫斯ノ一分「リスィア」(Lithia)ト交換シ又酸化鐵酸化滿俺ノ增量ト交換スト思ハル又他ノ諸品中弗僕阿立印ヲ含ム者アリ

陸「コロライト」(Chlorite)卽チ綠土ハ珪酸麻屈涅失亞礬土剝脫斯及ヒ酸化鐵ト少量ノ水トノ複合物ナリ其薄板狀ニメ撓且軟ナル甚雲母ニ類似ス其重ハ水ノ二・七倍ヨリ二・八倍ナリ小薄片大葉及ヒ板石狀ノ塊ニテ發現ス

漆 炭酸石灰ハ炭酸及ヒ石灰一抱量ヨリ成リ盡ク大理石及ヒ石灰石ノ諸變種ヲ爲ス此石ニ付テハ尙後ニ詳論スヘシ

扒「ドロマイト」(Dolomite)ハ炭酸石灰及ヒ炭酸麻屈涅失亞ノ複合物ナリ其抱量ノ比例ハ約ソ甲二乙一ナリ此ハ尙後ニ詳說スル種々ノ苦土質石灰石ヲ成ス

○第二百十一章 石ノ分類 建築ニ用ウル石ヲ分テ三等トシ其首要成分ナル土質ニテ區別ス卽チ左ノ如シ

壹 珪酸質ノ石(Siliceous stone)
貳 粘土質ノ石(Argillaceous stone)
參 石灰質ノ石(Calcareous stone)

○第二百十二章 珪酸質ノ石ハ珪酸ヲ以テ此石タルコトヲ徵知スヘキ土質成分ト爲ス其構造ハ一二ノ例外アレヒ結晶花崗狀ニメ此中ニ含メル結晶粒ハ硬ク且持久スヘキ者ナリ其弱ト衰トハ概メ粒狀ヲ接着セル柔軟消耗シ易キ物料ノ分離ヨリ生シ或ハ鬆疎ナレハ其小房中ノ水ノ凍結ヨリ生ス」

左ニ擧ル所ハ建築ニ用ウル珪酸石ノ首タル者ナリ

壹　花崗石及ヒ「サイエナイト」ハ無層ニメ珪石、長石、雲母、及ヒ角様閃石ヨリ成ル花崗ナル名稱ハ殊ニ長石僅少ニ或ハ全ク無キ者ニ用ウルナリ然レヒ世間通メ花崗石ト云フ

珪石ハ透明ニメ無色又ハ灰色ノ結晶狀ヲ爲シ角様閃石若シ有レハ)ハ暗緑又ハ黒色ノ結晶狀ヲナシ雲母ハ光輝アル薄片若ハ此薄片ヨリ集成セル粒ヲ爲シ長石ハ白色黄色又ハ肉色ノ堅實不透明(Opaque)ノ結晶狀ヲ爲ス

花崗石ハ最下地層即チ「第一」有層岩ノ下ニ在リ屢〻壁狀(Dykes)脈狀(Veins)山狀(Mountain)ニテ騰出シ自然ニ分裂メ第二百八章ニ言ル如ク六面體ノ大塊ヲ爲ス

此石ノ持久力及ヒ硬度ハ其脆軟消耗シ易キ成分ナル長石及ヒ雲母愈少量ナレハ其占頭礦物(Predominates)ノ珪石、角様閃石ヨリ愈大ナリ長石ノ結晶細ニメ光輝アルハ持久スヘキヲ徴シ大ニメ曇暗ナルハ之ニ反ス

最良品ハ建築用石ノ最強最久ノ者タリ其造工ノ難キハ硬度ノ大ナルニ在

リ是レ唯石工習慣ノ久キニ由テ當ニ得ヘキノミ此石ニハ細微ノ彫刻ヲ爲スヿ能ハス造營ノ簡易概略ナル摸様ハ尤モ之ニ適ス首トメ用ウル所ハ大且ツ貴要ノ部ニ在リ即チ燈臺、柱楹、水隄、大河ノ橋ノ如シ而メ此類ノ爲ニハ費用ヲ厭ハス遠方ヨリ運搬ス運輸費ヲ減シ石工ヲ練熟スル爲ニ屢〻石坑ヲ出スニ先ツテ所好ノ形ニ截割ス尋常ノ建築ニ用ウルハ此石ニ富メル地方ニ限ルナリ

貳　片麻石及ヒ雲母板石ハ有層狀ニメ其物質ハ花崗石ニ同シク其隣部ニ在テ傾斜屈曲扭歪セル層岩ヲナシ屢〻大ナル山形ヲナス此石ハ現狀性質共ニ花崗石ニ類スト雖モ強力耐久力共ニ少ナシ雲母板石ハ長石ヲ含ムヿ微ニ或ハ全ク無クメ首ニ硅石及ヒ雲母ヨリ成ルヲ以テ區別スヘシ其構造ハ薄板狀即チ板石狀ニメ雲母ノ絹絲様光輝アリ此石ハ其層段ト平行ノ向ニ於テハ剛強ナルモ片麻石ニ比スレハ消耗シ易シ此兩石共ニ此アル地方ニテ尋常ノ疊石ニ用ウ片麻石ハ有層構造ナルヲ以テ敲道石(Clay stone)ニ良材

ナリ雲母板石ノ薄層片ハ屋蓋ニ用ウヘシ然レドモ粘土板石ヲ用ウルニ如カス

參　綠石(Greenstone or trap)及ヒ鎔化石(Basalt)　此岩ハ無層ニメ長石ヲ含メル角樣閃石若ハ「アウヂャイト」ノ粒狀結晶ヨリ成ル綠石ノ粒狀ハ花崗石ヨリ著ク小ニ鎔化石ニテハ殆ト區別ス可ラス綠石ハ分裂メ小塊トナリ鎔化石ハ正キ三角柱トナル(第二百八章)此兩石共ニ諸時代ノ有層岩中ニ在テ脈狀、壁狀、臺狀ヲ爲ス綠石ハ通例暗綠色ニメ白又ハ赤ナルハ稀ナリ鎔化石ハ黑ニ近シ此色ノ變化ハ角樣閃石若ハ「アウヂャイト」ニ歸ス長石ハ白ナレハナリ此兩岩共ニ堅實ニメ耐久、硬固、剛強ナリ大塊ノ得ヘカラサルト造工ノ難キトニ由テ大工ノ疊石ニ用ウルヿ能ハス然レドモ尋常建築ニ善ク適シ殊ニ善ク道路ニ敷クニ適ス

肆　「タルク」(Tale)「クロライト」板石(Chlorite slate)輭石　此諸石ハ珪酸麻屈涅失亞ヲ占頭礦物トス「タルク」ハ薄板構造ノ透明若ハ透光ノ薄葉ニメ柔軟ナリ容易ニ截斷スヘシ「クロライト」板石モ薄板狀柔軟ニメ容易ニ切ル可シト雖「タルク」ヨリ疊暗ナリ時トメ屋蓋ニ用ウト雖粘土板石ニ如カス其色ハ綠若ハ帶綠灰色ニメ絹絲樣ノ光輝アリ

輭石(Soapstone)ハ透明柔軟ニメ之ニ觸レテ粘膩ヲ覺フ其價直アルハ防火ニ有力ナルカ爲ナリ

伍　珪岩(Quartzrock)角石(Hornstone)燧石(Flint)　此諸石ハ純粹若ハ殆ト純粹ノ珪石ヨリ成ル珪岩及ヒ角石ハ有層ニメ砂石上ノ劇熱ノ作用ヨリ生シタルカ如シ共ニ堅實ナリ珪岩ハ結晶體ニメ角石ハ硝子狀ナリ共ニ諸石中ノ最强耐久ノ者タリ然レドモ硬度甚大ニメ疊石ニ用ウルニ殆ト造工ス可ラス燧石ハ小塊ヲナシ白堊層中及ヒ細石床ニ撒布ス現ニ白堊ヲ洗ヒ去レハ殘留ス其質硬固耐久ナレドモ甚脆シ之ヲ建築ニ用ウルニハ石灰ヲ以テ凝聚物ニ造ル

陸　角樣閃石、板石ハ硬固剛强耐久ニメ水ニ强シ敷石ニ用ウ

漆　砂石ハ有層岩ニメ砂粒即チ珪石ノ小結晶ヲ珪酸攀土石灰ノ複合物ニテ相接着セル者ナリ其最モ強健耐久ナル者ニテハ此接着料純粹ノ珪酸ニメ最モ軟弱ニメ耐久ナラサル者ニテハ之ニ多料ノ攀土ヲ含ミ柔ナル長石及ヒ粘土石ニ類ス此接着料ニ多量ノ石灰アレハ海濱ノ蒙氣及ヒ多少ノ石炭ヲ燃セル市街ノ蒙氣ノ爲ニ速ニ衰耗ス其甲ニ於テハ海鹽酸(Muriatic acid)乙ニ於テハ硫酸ノ爲ニ石灰鎔解スルナリ含炭酸石灰砂石ハ多量ノ石灰ヲ含ムカ故ニ此名アリ終ニ多砂石灰石ニ移レハ其度分明ナラス強健耐久ノ砂石ハ粒ノ鋭キト接着料ノ少量ニメ新碎面ノ明亮光輝透明ノ現象ヲ以テ徴ス可シ圓粒疊暗素樸ナル表面ハ柔軟消耗シ易キヲ徴ス最良ノ砂石ハ厚キ地層中ニ在リ此ヨリ塊片ニテ截出ス此塊片ニ有層タルコノ痕跡アレハ甚暗淡タリ容易ニ分裂メ薄片トナル者ハ弱シ砂石ハ第一岩(Plimary rock)上地質學的ノ地層毎ニ之アリ其内角石及ヒ珪石ノ此ニ代ル處アリ全體ニ於ル最良品ハ石炭層ニ屬スル者此ナリ然レハ石炭ノ非常ニ薄キ薄板ノ爲ニ分

タレテ層片トナルカ爲ニ其強ヲ損スルコト有リ

砂石ハ白色帶黃赤色及ヒ赤色ナリ其赤ナルハ接着料中過酸化鐵(Peroxide of iron)アルヨリ生ス硫酸鐵ノ結晶時トシテ此中ニ埋藏ス此ヲ大氣及ヒ濕氣ニ觸ルレハ分離メ石ノ崩拆ヲ起ス其黃色帶黃灰色及ヒ金屬光輝ヲ以テ容易ニ之ヲ識別スヘシ砂石ハ概メ鬆疎ニメ多量ノ水ヲ吸収ス然レハ其層段ニ隨ヒテ築ク可キ其緣ヲ上下ニ置クニ非レハ濕氣ニテ損傷スルコト鮮シ緣ヲ上下コスレハ層間ノ水凍ルヤ膨脹スルカ爲ニ石ノ面ヨリ分裂ス此石ノ「天然床ノ上ニ」之ヲ築ケハ層ノ緣間ノ水膨脹シ又ハ洩去スルノ地アリ

最良品ノ砂石ハ强健永續シ且ツ截斷鋸切及ヒ彫鏤皆容易ニ且各樣ノ疊石ニ適スルヲ以テ建築石ニ必用ナリ

○第二百十三章　粘土質ノ石ハ其含有ノ攀土必シモ饒多ノ成分ヲ成スニ非レハ其性質ヲ徴スルニ足ル程ノ量ヲ存ス

壹　白斑紅石ハ長石ノ塊ニ長石ノ結晶時トメハ珪石角樣閃石及ヒ他ノ礦

物ノ結晶ヲ撒布セル者ナリ其硬度種々ニメ一樣ナラス長石礦土ハ柔ニメ土ノ如シ之ハ粘土白斑紅石ト名ケテ建築用ニ價直ナキ者ナリ最硬品ニメ其礦土堅實結晶ヲナシ全體美色大ニ磨礪ニ堪ル者ハ時トメ花崗石ヨリモ硬シ此石多ク有ラス建築及ヒ裝飾用ニ貴重ノ品ナリ

貳　粘土板石ハ硬度密性共ニ最大ナル第一有層岩ナリ其構造ハ薄片構造ニメ其層ノ平面ト大角度ヲ爲ス(第二百八章ヲ見ヨ)其色ハ帶黃灰及ヒ黃紫ナリ此色ノ疊暗ナルハ概シテ最强耐久ナルヲ示ス薄且廣キ板ニ分割スヘク殆ト水ヲ拒防ス故ニ屋蓋ニ水槽ノ裏面等ニ用ウルニ最良ナル石質トス最强品ハ其薄片狀ニ從ヘハ他ノ粘力確實ナル石ヨリモ强シ板石ノ最良ナル徵効ハ堅實滑澤組織平等美麗暗色光輝及ヒ之ヲ打テ餘響アル音ヲ發スル等ナリ

參　「グラウェッケ」板石ハ薄片粘土石ニメ砂ヲ含ミ時トメ雲母及ヒ他ノ礦物ノ碎片ヲ含ム屋蓋ニ用ヰ又敷石ニ用ウト雖粘土板石ニ如カス

○第二百十四章　石灰質ノ石ハ炭酸石灰ヲ占頭礦物トセル石ナリ礦屬ノ稀酸ニ遇テ沸鳴ス是レ其石灰ト抱合メ炭酸瓦斯ノ遊離スルナリ硫酸ハ石灰ト和メ溶解ス可ラサル複合物ヲ爲シ硝酸海鹽酸ハ之ト和メ水ニ溶解スヘキ複合物ヲ爲ス劇熱ノ作用ニテ炭酸ハ瓦斯狀トナリテ飛散シ石灰ハ苦土ノ狀ニテ殘留ス之ヲ生石灰(Quick lime)ト名ク或石灰質ノ石ハ純粹ノ炭酸石灰ヨリ成リ又或者ハ砂粘土及ヒ酸化鐵ヲ混シ或ハ炭酸麻屈涅失亞ト抱合ス石灰質ノ石ノ耐久力ハ其堅實ノ度ニ關ス鬆疎ナル者ハ水ノ凍結及ヒ含酸蒙氣ノ化學作用ニテ其要分分離ス此石多クハ容易ニ造工スヘシ

壹　大理石ハ堅實結晶セル炭酸石灰ニメ概メ焚燒岩ノ隣處ニ在リ透光美麗ニメ磨礪ニ堪フ其色或ハ白ク或ハ種々ニメ諸石中ノ耐久力最モ多キ者ノ一ナリ其稀ナルト貴價ナルトニテ裝飾ノ外用ウ可ラス

貳　堅實石灰石ハ或ハ純粹或ハ砂及ヒ粘土ヲ混シタル炭酸石灰ヨリ成ル其硬固堅實ノ度種々ニメ或ハ大理石ニ或ハ花崗石ニ類似ス其色ノ尤モ多

キハ白、灰樣青、及ヒ帶白褐ナリ大抵第一第二層ニ在リ殊ニ石炭層及ヒ「ライアス」層(Lias formation)ニ多シ建築ノ石材ニ甚必用ニメ其堅實ノ度ニ隨ヒテ能ク久ニ耐フ

參　花崗石灰石ハ概メ甲殻又ハ其碎片ヲ石灰、珪酸、攀土ノ複合物ニテ相接着シ屢多少ノ砂ヲ混シタル粒狀ノ炭酸石灰ヨリ成ル、必多少鬆疎ナリ愈疎ナラサレハ愈久ニ耐フ其色モ種々ニメ殊ニ白及ヒ淡黃褐ナル者多シ新ニ坑ヲ出ルヤハ能ク刀ヲ以テ切ルヘキ程ニ柔ナレヒ大氣ニ觸ルレハ硬固トナル諸地層ニ在レヒ殊ニ卵石層ニ多シ、卵石卽チ魚卵石(Roe stone)ノ形ニテ顯ハル其粒圓クメ魚卵ニ似タルヲ以テ此名アリ卵石ハ其色及ヒ組織ノ快美ト造工ノ容易トニ由テ多タ建築ニ用ヰ殊ニ微細ノ彫刻ヲ要スル時ニ用ヰシム卵石ノ耐久力ハ差異極テ多シ「ポルトランド」石「バス」石及ヒ「アウビグニイ」石(ノルマンヂイヨリ出ツ)ハ耐久卵石ノ例ナリ其消耗シ易キ品種ハ他ノ大概ノ諸石ヨリ皆衰憊速ニ含酸蒙氣ニテ殊ニ甚シ

肆　苦土質石灰石卽チ「ドロマイト」ハ其狀種々ニメ堅實ナル結晶體ヨリ鬆疎ナル粒狀體ニ至ル不列倾ニテハ石炭層上ニ接セル新赤砂石層(New red sand stone)ニ在リ其現狀恰モ石灰石ノ如シ其耐久力ハ首ニ其組織ニ關ス堅實ナレハ其現狀相似タル大理石ト殆ト同樣ニ持久ス鬆疎ナルハ甚消耗シ易シ

○第二百十五章　石ノ强弱

石ノ强弱比較ヲ概定スヘキ外狀ハ既ニ前諸章ニ續々申述セリ

同品ノ石ニ就テ其硬キ方ハ大抵必强シ

同品石ノ强弱ノ既往ノ實驗ヲ以テ將來ヲトシ難ク互ニ甚異ナリ是レ必ヤ其實驗セシ樣式(ミホン)ノ强弱變化ニ基クナラン此書末ノ物料强弱表ノ結果ハ種々ノ異ナル實驗ヲ平均セシナリ

次表ハ石ノ壓挫ニ於ル抗抵力ノ報告補遺ニメフェイルベイルン氏(マンセストル)ノ曼識特ノ理學會社ニ贈リ同氏ノ工師要報第二篇ニテ刊行セル文ヨリ抄出セリ

	平方一寸上ノ壓挫力ノ斤
ペンメンマウルヨリ出ル「グラウェッケ」	一六八九三
長石　白石	一一九七〇
花崗石(ソルレル山)	一二八六一
同　(アヽギイルシャイル)	一〇九一七
「サイエナイト」(ソルレル山)	一二八二〇
砂石(強キ者、ヨークシャイル實驗九回平均)	九八二四
同　(弱キ樣式、出處不知)	三〇〇〇至三五〇〇
堅實石灰石(強キ者)	八五二八
苦土質石灰石(強キ者)	七〇九八
同　(弱キ者)	三〇五〇

フェイルベイルン氏其實驗ニテ尙強砂石ノ層段ト平行ノ向ニ於ル壓挫ノ抗抵力ハ垂直ナル向ニ於ル者ノ七分ノ六ナルコヲ示セリ

最硬石ハ前兆ナクメ壓挫ニ由テ直ニ破壞ス其他ハ最後ノ壓挫荷力ヨリ少量ノ者ニテ先ッ綻裂ス其比例ハ硬石ニ於ル者ヲ一箇トスレハ此ヨリ差少ナキ分數ヨリ逐次ニ下リ最軟ニ至テ約二分ノ一トナル

壓挫荷力ノ爲ニ石ノ破壞スル狀ハ概メ偏裂(Shearing)ニ由ル(第百五十七章第百五十八章)

石ノ強弱ノ實驗ハ從來大抵一般ニ立方形ノ樣式ニテ爲セリ今希クハ少ナクモ其高サ其徑ノ一箇半ナル三角柱ノ者ニテ之ヲ爲ンコヲ其故ハ立方壓挫ノ實驗ハ其物料ノ眞強ヨリ稍多キヲ示スヲ以テナリ

貴重ノ建築ヲ計ルヒ最良法ハ其用ウヘキ石ノ強弱ニ付テ之ヲ記セル書ヲ信據セスメ特別ニ實見スルニ在リ是レ流水壓器ニ依テ容易ニ爲スヘシ此實驗ヲ爲シ此計算ヲ爲スニ從事スヘキ法ヲ知ント欲セハ第百四十四章ヲ見ヨ

石ノ構造ノ無難乘子ハ八箇ヨリ少ナカラサルヘシ是レ其強弱ノ變化幷ニ他

ノ不虞ニ備ヘンカ爲ナリ或不動構造ニ於テハ此危難少ナシト雖剛强ニ過テ失錯ノ恐レ有ルヿ無ケレハナリ

○第二百十六章　石ノ耐久力試驗　大略ノ耐久力ヲ知ルヘキ外狀ハ各種ノ石ヲ詳說セルヿ既ニ之ヲ記セリ然レ𪜈猶屢〻之ニ惑フヿアリ同品石ノ大畧ノ耐久力比較ノ一試驗法ハ石ノ重量若干ニ付水ヲ吸收スルノ重量少ナキニ在リ

左ニ擧ル所ハ其例ナリ

花崗石ハ八〇ヨリ七〇〇迄ニ於テ

「ナイス」ハ約四〇ニ於テ　一分ノ水ヲ吸收ス

粘土ハ八〇ヨリ七〇〇迄ニ於テ

砂石（强キ者、ヨークシャイル）ハ三〇ヨリ六〇迄ニ於テ」

其別試驗法ハ（ブラアド氏ノ發明）硫酸曹達ノ結晶法ヲ用井凍冷ノ遊離作用ニ擬スルニアリ先ツ塊石ノ大小面積ヲ定メ時ヲ定メ其間ニ斯ク分離セル缺片ヲ取リ之ヲ秤ルナリ（理化學年報第三十八）然リト雖石ノ耐久力ノ信據スヘキ無二ノ證ハ實驗ナリ重要ノ構造ニ於テ某地ノ某地層ヨリ出ル石ヲ用サント欲セハ工師小心メ既ニ此石ヲ用サタル建築殊ニ其年月ヲ經タル者ヲ撿スヘシ

同品石ノ外見ノ差異僅々ニメ其耐久力ノ差異大ナルハ阿哥斯佛（オグスホルド）ニ於テ確乎タル例ヲ見ル此ノ基督教會ノ伽藍ハ第十二若ハ第十三百紀ニ約十五里隔レル礦坑ヨリ出タル卵石ヲ以テ築キ又此地ノ諸學校多ク其近隣ノ礦坑ヨリ出セル卵石ニテ築キタリ然ルニ此ハ僅ニ二三百年ニメ忽チ頽敗セリ

○第二百十七章　石ノ保存　自然ニ消耗スル石ノ保存ノ爲ニ試定セル諸種ノ方法ハ皆其露出面及ヒ其近傍ノ氣孔ヲ塡實スルニ大氣及ヒ濕氣ヲ拒クヘキ物料ヲ以テスルニ在リ孛レノ法ニ於テモ石面ニ現存ノ濕氣ヲ務メテ十分ニ飛散セシメテ保存ノ物料ヲ收受セシム半燒石炭若ハ木炭ヲ燃シタル運搬竈ヲ用サテ容易ニ爲スヘシ

保存物料ノ首(オモ)ナル者左ノ如シ

石炭脂(Coaltar)ノ如キ礦脂性物料(Bituminous matter)ハ甚能力アレドモ其色醜ナリ然リト雖石ノ保存ニ適セル無色若ハ淡白ノ礦脂性ノ物品ヲ製スルヿ能ハサルニ非ス是ハ所謂パラッファイン」ヲ芳香脂油ニ溶解シ或ハ此類ノ法ニテ得タル者ナリ

荏子油ノ如キ乾燥油ノ混和ナキ者或ハ塗料(Paint)ノ一成分ノ如キ者何レモ一時ハ石ヲ保存スレドモ漸々ニ大氣ノ酸素ニ由テ滅却シ爲ニ時々一新センヿヲ要ス而メ又其外見ヲ損ス

珪酸剝脫斯(Silicate of potash)卽チ可溶硝子(Soluble glass)ハ或ハ單純或ハ珪酸ノ細末ヲ混メ水ニ溶解シテ用ウ此料一ハ其水分ノ蒸發ニヨリ一ハ剝脫斯ノ氣中ノ炭酸ト和メ分離スルニヨリ漸々ニ乾固ス

珪酸石灰ハ珪酸剝脫斯ノ溶液ヲ以テ石ノ氣孔ヲ充塡シ次ニ鹽酸苦土若ハ硝酸石灰ノ溶液ヲ塗抹スレハ則チ生スルナリ是レ此二溶液ノ化學作用ニテ珪酸石灰卽チ人工石ヲ成シ其場合ニ隨ヒ鹽酸剝脫衆母或ハ硝酸剝脫斯ト共ニ天然石ノ氣孔ヲ充塡ス此後ノ二鹽ハ水ニ溶解スルヲ以テ洗ヒ去ルヘシ

右ノ後ノ二法及ヒ此諸變種ノ効力ハ近來ノ論事タリ其實効ヲ示スハ唯時ト經驗トノミ

○第二百十八章　熱ニ由リ石ノ膨脹　左ニ擧ル者ハアダイ氏ノ試驗ニ隨ヒ或ル石ノ温度ヲ溶氷ノ温度(華氏三十二度)ヨリ中等氣壓ノ水ノ沸騰度(華氏二百十二度)マテ卽チ百八十度進メタルニ其膨脹ヲ長短數ニテ表セルナリ

花崗石	·〇〇〇八　至·〇〇〇九
大理石	·〇〇〇六五至·〇〇一一
砂石	·〇〇〇九　至·〇〇一二
石板石	·〇〇一〇四

○第二款　煉化石及ヒ人工石

○第二百十九章　煉化石ニ用ウル粘土　粘土ノ種類甚多シ皆珪酸礬土ヨリ成レル複合物ニメ或ハ獨立ナルアリ或ハ珪酸剝脫斯、曹達、石灰、麻屈涅失亞、鐵及ヒ滿俺ヲ混スルアリ複合粘土ハ其成形殆ト長石ニ類スル而メ多クハ柔軟種ノ長石ト見做メ可ナリ(第二百十章)

粘土ト砂トノ機械學的ノ混合ハ眞土(Loam)ヲ成シ粘土ト炭酸石灰ノ機械學的ノ混合ハ肥土ヲ成ス粘土ノ混合物中ニ過酸化鐵、硫酸鐵、礦脂(Bitumen)等アリ

各種ノ粘土其天然ノ狀ニ於テ水ト混スレハ膨脹シ且餅狀ヲ爲スノ性アリ、熱ノ爲ニ水ノ飛散スル緩徐ニメ高熱度ヲ要スル而メ其收縮及ヒ硬固之ニ隨フ如何ノ熱度ニ於テ水全ク飛散スルヤ疑ハシ從來試驗ノ及ヒタル所ニテハ粘土塊ヲ所謂「焚燒」(Burnt)シタル程ノ高キ熱度ト雖尙之ヨリ高クスレハ尙收縮シ尙其重ヲ失フヘキヲ見ル既ニ燒過セル粘土塊ハ之ヲ燒キタル低

キ熱度ニテ他ノ凝體ト同ク熱スレハ膨脹シ冷レハ收縮ス

十分ノ高熱度ニテ「焚燒」スレハ粘土ハ堅硬且砂質トナリ全ク或ハ大抵全ク水ト親和ノ性ヲ失フ其後徐々ニ柔軟トナリ且其本性ニ復スルト否トハ其成形(Composition)ニ關シ且露接セル化學的ノ用力(Agent)物ニ關ス粘土中ニ苦土成分存在シ之ニ酸類ノ作用ヲ受クレハ柔軟ヲ催進シ過低ノ熱度ニテ燒キタル者ナレハ尙速ニ進ム

土質單珪酸卽チ珪酸ト他ノ土類トノ複合物ハ鎔解シ難ク竈中最烈ノ熱ヲ拒ク是ハ珪酸麻屈涅失亞卽チ鹼石ニ於テ之ヲ例セリ(第二百十二章)二物以上ノ集合諸珪酸ハ容易ニ鎔解ス其親和セル二箇以上ノ珪酸ノ中一箇ガ剝脫斯、曹達若ハ石灰ヲ基素トスル片ハ殊ニ然リ此通則ニ從ヒ頑固粘土(Refractory clays)卽チ尋常竈ノ最大熱度ニテ鎔解セサル者ハ珪酸礬土ノミニテ成ル者是ナリ耐火煉化石及ヒ坩鍋ヲ造リ且竈ノ諸部ヲ接着スルニ適スル者ハ獨此粘土ノミ

左ニ擧ル者ハ粘土ノ諸例ナリ

磁器粘土卽チ陶土(Kaolin)ハ

礬土二抱量

珪酸三抱量

ヨリ成ル此複合物ノ天然ノ者ハ二抱量ノ水ト抱合ス燒テ白熱ト爲セハ大抵全ク飛散ス花崗岩ノ隣處ニ之ヲ見ル是レ蒙氣中ノ炭酸及ヒ濕氣ノ爲ニ剝脫斯及ヒ九抱量ノ珪酸吸收セラルヽヲ以テ剝脫斯長石ノ徐々ニ分離スルヨリ成ル其色ハ白色或ハ乳皮色ナリ

「ストウルブリッヂ」(Stourbridge)耐火粘土ハ

礬土一抱量

珪酸三抱量

ヨリ成リ約二抱量ノ水ヲ含ム是ハ白熱トナセハ大抵全ク飛散ス又少量ノ酸化鐵ヲ含ム此レ及ヒ他ノ耐火粘土ハ首ニ石炭層ニ於テ之ヲ見ル其色ハ白

色淡灰色及ヒ帶黃灰色ナリ此色ヲ爲スハ概メ少量ノ酸化鐵ニ在リ

尋常粘土ハ珪酸石灰、麻屈涅失亞及ヒ第一酸化鐵存スルヲ以テ磁粘土及ヒ耐火粘土ニ比スレハ鎔解ヲ拒クコト少ナシ之ニテ造レル煉化石ハ通燒セルモ一分ハ硝子ヲ爲ス此成分中第一酸化鐵ハ煉化石ノ强度硬度ヲ進ムルヲ以テ其製造者ニ尤モ便宜ノ粘土ナリ其存在ノ徵ハ灰白樣暗青色ニメ之ヲ燒ケハ煉化石ノ表面赤色ニ變スル是ナリ

粘土中ノ珪酸石灰多量ナレハ過度ニ鎔解シ易ク煉化石ヲメ竈內ニテ柔軟トナリ且扭歪セシム

炭酸石灰多量ニ粘土ニ混スレハ(酸液ニ由テ起泡スルヲ以テ知ルヘシ)焚燒ノ間ニ其炭酸ヲ失ヒ生石灰殘留シ後ニ至リ濕氣ヲ吸收メ煉化石ノ分離ヲ起ス此不純物ヲ含メル粘土ハ宜ク避ケテ煉化石ト爲ス可ラス

砂ノ粘土ニ混シタルハ其量適宜ナレハ火中ニテ過度ノ收縮ヲ防ク故ニ有益ナリ其量過度ナレハ之ヲ過脆トナス體容ニテ砂ノ一分ト純粘土四五分

ヲ最良ノ比例トス

○第二百二十章　煉化石ノ製造及ヒ良否　煉化石ヲ造ルニハ先ッ石ヲ取除キタル粘土ヲ「調理」(Temper)ス調理トハ約ノ半容(カサ)ノ水ヲ混メ全ク一體同樣ノ餅狀トナルマテ攪和捏合スルヲ云煉化石ノ良否ハ首トメ此調理ノ精粗ニ關ス之ヲ爲スニ研合磨(Pug-mill)ト【名ク】ル器械ヲ用ウ其法粘土ヲ鉛直桶ニ入レ鉛直ナル廻轉軸ヨリ突出セル扁肘ニテ攪擾混和シ同時ニ肘面ノ斜傾ニテ下方ニ押下シ桶ノ下端ノ孔ヨリ徐々ニ流出セシム

當然ニ調理セル濡粘土ヲ型ニ入レ煉化石ノ形トナス其大サハ燒過煉化石ニ望ム者ヨリ縱橫厚共ニ十分ノ一若ハ十二分ノ一大ナルヘシ是レ燒過煉化石收縮ノ尋常比例ナリ

尋常ノ型ハ長十寸廣五寸厚三寸內外ナレ𪜈特別ノ者ニ至テハ大ニ變化アリ之ヲ模形スルニ種々ノ器械ノ發明アリ

外氣若ハ五十度至七十度ノ温度ナル温室ニテ乾カシ竈內ニテ之ヲ燒ク其熱度ハ二十四時間ニ漸次ニ高メテ白熱トナルニ至リ煉化石ノ全ク燒ルマテ大抵此熱度ヲ保續スヘシ而ノ徐々ニ冷却セシム焚燒冷却ヲ行フノ日子一樣ナラスト雖十五日內外ヲ費ヤスハ非常ニ非スシムムス氏ノ文中ニ記ス所ニ因レハ煉化石手製ノ勞力左ノ如シ

三男即チ	調理者	一名
	模型者	一名
	車夫	一名
二童即チ	擔者	一名
	拾者	一名

ニテ一週間ニ一萬六千百箇ヲ造ル此ハ

煉化石千箇ニ付（男ノ一・一二日工／童ノ〇・七五日工）ノ比例ナリ

焚燒ニ用ウル薪ノ費ハ千箇ニ付五漢汽(ハンドルレウエイト)ヨリ十漢汽ノ間ナリ

左ニ記スル所ハ良好煉化石ノ徴効ナリ

形狀方正ニシテ其面ハ平坦平行ニシテ其緣ハ鋭利ナル直角ヲ爲スヘシ

之ヲ打テ明亮ノ響音ヲ發スヘシ

之ヲ碎キテ其構造堅實不偏ニシテ硬ク且脆カ硝子樣ニシテ氣泡及ヒ罅裂アラサルヘシ

其重ノ約十五分ノ一以上ノ水ヲ吸収ス可ラズ

上說ニ應スル煉化石ハ此書末ノ表ニ掲ケタル如ク「赤色强煉化石」ノ强度ニ從ヒ流水壓器中ニ立タルヒ之ヲ壓挫スルニ方寸ニ付少ナクモ一千百斤ノ重ヲ要ス又時トシテ著ク之ヨリ多量ヲ承ク此摸樣ノ者ヲ灰沙(Cement)ニテ疊メル小柱ハ之ヲ壓挫スルニ方一寸ニ付八百乃至千斤ヲ要スヘシ(第百五十八章ヲ見ヨ)

煉化石ハ概ネ其壓挫荷力ノ半若ハ三分ノ二ヲ承ケタルヒ其破壞ノ兆トシテ先ッ薄長片ニ綻裂ス之ヨリ弱キ者ハ石ノ强サノ半或ハ三分ノ二トシテ算スヘシ

重要ノ建築ニ用ウル煉化石ハ小心撿査シ缺點アル者ハ之ヲ棄ツヘシ

熱ニテ煉化石ノ膨脹ハ華氏ノ三十二度ヨリ二百十二度ニ高ムレハアダイ氏ノ說ニテ左ノ如シ

尋常煉化石	·〇〇三五五
耐火煉化石	·〇〇〇五

〇第二百二十一章　壓縮煉化石(Compressed bricks)　粘土ヲ乾カシ摩碎シテ粉末トナシ當然ノ模型ニ容レ方一寸ニ付キ五噸ノ壓力ニ歸シ陶工爐(Pottery-oven)ニテ之ヲ燒クナリ此煉化石ハ其重サ尋常ノ者ノ一箇半ニシテ强サモ著シク大ニ且燒テ収縮スルモ僅々ナリ

〇第二百二十二章　他ノ人工石　人造砂石ハ外形强弱耐久力共ニ天然ノ者ニ類似ス其造法ハ清淨ノ堅砂幷ニ珪酸剝脫斯(キュルマン)氏ノ法)若ハ珪酸石灰(ランソーム氏ノ法)ヲ粘接スルニ在リ

此乙法ニ於テハ清淨堅砂ヲ珪酸曹達ト共ニ餅トナシ模型ニテ塊トナシ鹽酸加爾衆母ノ溶液中ニ浸セハ此劑全塊ニ滲入シ珪酸石灰ヲ生シ砂ヲ相粘接セシメ鹽酸曹胃母ハ漸々ニ溶液中ニ洩レ去ルナリ〔結成石(Concrete)ニ就テハ第二百三十章ヲ見ヨ〕

○第三款　粘接料(Cementing materials)

○第二百二十三章　石灰石及ヒ粘接石(Cementing stone)ノ分析　炭酸石灰ト親和シ他ノ礦物ト混和スル諸石ハ疊石ニ用ウル粘接料ノ尤モ饒多ニメ必用ナル泉源ナリ左ニ擧ル所ハ其首要成分幷ニ化學的抱量(Equivalents)ナリ

炭酸(第二百九章ヲ見ヨ)・・・

稍稀薄ノ海鹽酸(Muriatic Acid)ニ溶ス之ヲ温メテ殆ト水ノ沸騰度ニ至ラシムレハ溶解スルヿ速ナリ斷エス催進メ結尾ニ至ラシムルノ注意ヲ爲メ濃厚餅狀トナルマテ此溶液ヲ蒸散スヌニ至レハ珪酸結芒ス此餅狀物ニ其體容八倍若ハ十倍ノ沸湯ヲ混スレハ珪酸ノ他ノ諸成分皆溶解ス之ヲ濾過シ此澱物ヲ水ニテ善ク洗滌ス宜ク注意メ斯ク用井タル水幷ニ原液ハ一モ之ヲ捨ツ可ラス此濾器ニ殘レル澱物ヲ乾燥燒枯メ秤量ス是即チ様式中ノ珪酸ノ量ナリ

參　此液ニ過量ノ安謨尼亞(アンモニア)水ヲ加ヘ礬土、酸化鐵及ヒ幾分ノ麻屈涅失亞ヲ分離ス

此時沈澱スル物アリ其沈降ノ間漸々ニ石灰水ヲ加フ此沈澱物ハ殘餘ノ麻屈涅失亞ナリ全沈澱物ヲ洗乾燒枯秤量シ之ニ貳術ニテ求メタル珪酸及ヒ壹術ノ結果ヨリ算シタル炭酸ノ秤量ヲ加ヘ此和ヲ様式全量ヨリ減スレハ石灰ナリ

肆　壹術ニテ求メタル炭酸ノ總計(第二様式ノ秤數ニ和シタル者)ヨリ參術ニテ求メタル石灰ノ秤量ニ四十四ヲ乘シ五十六ニ除シタル者ヲ減スレハ其殘量ハ麻屈涅失亞ト親和セル炭酸ノ量ナリ此殘量ニ四十ヲ乘シ四十四ニ除スレハ炭酸ト親和セル麻屈涅失亞ノ量ナリ

伍　肆術ノ結果ヲ參術ノ結果ヨリ減スレハ礬土及ヒ酸化鐵ノ量ナリ又珪酸ト親和セル麻屈涅失亞アレハ其量モ此中ニ含有ス然レヒ石灰石ト命名スル程ノ者ナレハ麻屈涅失亞全量皆炭酸親和ノ狀ニテ存ス現今ノ目的ニテ礬土ト酸化鐵ヲ分離スルヲ要セス(苛性剝脫斯ハ礬土ヲ溶解シ鐵ヲ殘スヲ以テ之ヲ用ウレハ爲ス可シト雖要件ニ非ス)

分析ノ最モ重要ノ結果ハ炭酸物ト珪酸物ノ比例ナリ炭酸物ノ量ハ概略ノ算ナレヒ第一術ニテ求メタル炭酸全量ニ左ノ乘子ヲ乘スレハ近眞ノ者ヲ得ヘシ

石灰石ガ麻屈涅失亞質ニ非レハ……2.3

炭酸石灰一抱量毎ニ炭酸麻屈涅失亞
一抱量アレハ……2.12
而メ其眞處ハ大抵此二限ノ間ニ在ルヘシ其他ハ全ク或ハ大抵全ク珪酸物ヨリ成ルヿヲ保メ可ナリ
各種ノ石灰石及ヒ粘接石ヲ燒枯メ得タル物ハ左ノ四種ニ分ツヘシ
壹 純精即チ富有石灰(Pure or rich lime)ハ少量ノ珪酸ヲ含ミ或ハ全ク之ヲ含マサル石ヨリ生シ濕氣ヲ吸収メ「弛解」(Slake)シ水ニテ餅狀トナリ大氣中ニ徐々ニ固マリ水中ニテ曾テ固マラス
貳 耐水石灰(Hydraulic lime)ハ中量ノ珪酸(百分ノ十ヨリ三十マテ)ヲ含メル石ヨリ生シ弛解スレヒ純精石灰ノ如ク速ナラス水ニ在テ徐々ニ固マル此種ハ漸次ニ次種ニ移ル其進度分明ナラス
參 灰砂(Cement)ハ百分ノ四十ヨリ六十迄ノ珪酸ヲ含メル石ヨリ生シ弛解スルヿ無ク水ニ在テ速ニ固マル

肆 波徐拉拿(Pozzolanas)ハ過量ノ珪酸ヲ含ム純精石灰ト混和メ灰沙ヲ造ルニ用ウ
○第二百二十四章 純精即チ富有石灰ハ大理石或ハ白堊ノ如ク全ク或ハ大抵全ク炭酸石灰ヨリ成レル石灰石ヲ烈光赤熱度或ハ倘少シ高度ニテ燒枯スルニ成ル此類ノ石灰石ハ燒テ其秤量ノ百分ノ四十四ヲ失ヒ石灰ノ量ナル五十六ヲ留ム約ノ此八分ノ一ハ消耗スルヲ常トス
石灰ヲ燒ク ニハ二種ノ竈ヲ用ウ其常種ノ者ハ平面ハ正圓縦斷面ハ楕圓ニメ底徑ハ最大徑ノ十分ノ六其高サ十尺或ハ十二尺ヲ過ルヿ稀ナリ
其中ニ石灰石ト薪ヲ交番ニ充積シ全ク燒ケタルヒ全積ヲ取出スナリ全業三十時乃至五十時ヲ費ヤス他種ノ者ハ圓壕形ニメ其軸鉛直ナリ斷エス其頂ニテ石灰石ヲ給充スレハ降下メ竈ノ一邊ノ火所ヨリ來レル炎火ニテ燒枯シ全ク燒レハ底ニ達ス此ヨリ逐次ニ取出スナリ
此ニ費ヤス石炭ノ量ハ焚燒石灰ノ量ノ五分ノ一ヨリ六分ノ一ナリ

塊ヲ爲セル白堊一尺立方ハ殆ト　九十斤

破碎セル白堊一尺立方ハ殆ト　六十三斤

同上破碎白堊ヨリノ生石灰一尺立方ハ殆ト　三十五斤

富有生石灰ヲ水ニテ濕セハ弛解ス再言スレハ石灰一抱量(秤量ニテ二十八分半)ト水一抱量(秤量ニテ九分)ト化學的ノ親和ヲ爲シ弛解石灰即チ化學語ニテ水化石灰(Hydrate of lime)ヲ爲ス此所業ノ間ニ石灰膨脹メ原容ノ二個半ヨリ三個半トナリ甚タ熱ヲ起シ終ニ粉末トナル又蒙氣ヨリ濕氣ヲ吸收シ徐々ニ同作業ヲ爲ス然レ𪜈建築ニ用ウル石灰ハ宜ク[風化石灰(Air slaked lime)ナル可ラス此名ハ斯ク徐々ニ化スル者ヲ云大氣ニ觸レタル石灰ハ水ノミナラス炭酸ヲモ吸收シ其幾分カ還元メ炭酸石灰ノ狀トナルヲ以テナリ此類ノ損傷ヲ防クニハ所要ノ時マテ生石灰ヲ桶內ニ或ハ乾倉ニ貯ヘ其時ニ至リ水ニテ急速ニ弛解ス弛解石灰ノ硬固スルハ蒙氣ヨリ漸々ニ炭酸ヲ吸收シ結晶炭酸石灰トナルニ在リ是ハ其所爲甚緩徐ナレ𪜈數年經過ノ後甚

硬固ナル物料トナル

○第二百二十五章　耐水石灰ハ珪酸礬土ヲ含メル石灰石ヲ燒キ或ハ時トメ炭酸痲屈涅失亞ヲ燒テ之ヲ得ヘシ概メ密實ニ且灰色青色又ハ帶褐黃色ナリ既ニ第二百二十三章ニ記載セル化學分析試驗ノ外ニ左ノ直接試驗ヲ耐水ト想像セル石灰石ニ施ス

坩鍋ニテ此石ノ二三立方寸ヲ燒枯シ之ヲ搗キ水ヲ和メ硬餅ヲ造リ丸トナシ之ヲ一盞ノ水ニ投ス耐水石灰ナレハ水中ニテ硬固トナリ其抱合ニ隨ヒ二十四時間ヨリ二週間ニ指ノ押壓ニ抗スル程ノ者トナリ其質頁好ノ者ナレハ一月ニメ大抵弱キ石灰石ノ硬度トナル

灰沙ナレハ數分時間ニテ指ノ押壓ニ抗スル程ノ硬度トナル

頁種ノ耐水石灰ハ甚弛解シ難シ故ニ其乾キタル者ヲ臼ニテ研磨メ粉末トナサヽル可ラス臼ハ圓槽ニメ其中ニ磨石狀ノ二轢石アリ鉛直幹ニテ轢轉スル梃ノ兩端ニ着キ石灰ヲ壓碎研末メ細粉トナス之ヲ貯フルハ囊若ハ桶

ニ入レ乾倉ニ於テシ之ヲ用ウル迄ハ務テ大氣及ヒ濕氣ニ觸レシメス

此ハ生石灰ニ珪酸礬土及ヒ鐵ヲ混シ時トメ麻屈涅失亞ヲ混スル者ナリ其水中ニ硬固トナルハ珪酸石灰礬土及ヒ他ノ鹽基トニテ人工石ヲ成スニ在リ耐水石灰ハ灰沙ニ異ニメ珪酸及ヒ礬土ト親和スルノ餘ニ多少過量ノ石灰アルヲ見ルヘシ

○第二百二十六章　天造灰沙ハ炭酸ノ飛散セルヰ恰モ珪酸ト礬土ト硬固ノ複合物ヲ爲スニ適スル程ノ比例ニテ成レル炭酸石灰ト珪酸物ニテ成レル石ヲ燒ケハ之ヲ得ヘシエム、ウィカット及ヒ將官チャアレス、ハスレイ君ノ實驗ヨリ人工灰沙ヲ造ルニ最モ良好ナル混和ハ之ヲ燒ク前ニ左ノ如クナルヘキヲ見ル

炭酸石灰二抱量	100×2	200
粘土一抱量其概畧ノ抱合ハ		
礬土酸一抱量	102・8	

珪酸二抱量	120	222・8
故ニ百分ニ於ル抱合ハ		422・8
炭酸石灰	47	
粘土	53	
	100	

而メ灰沙ノ水中ニ固マルノ遲速ハ石ノ抱合ノ此比例ト異同アルニ關ス

灰沙石(Cement stone)ハ通例耐水石灰石層中ノ薄層ニ於テ之ヲ見ル其色ハ褐色及ヒ鹿仔色(Fawn Colour)ナル者最モ多ク組織ハ密實ニ碎片ハ土狀ナリ燒テ後研末シ桶ニ納レ之ヲ用ウル時マテ小心乾藏ス此狀ニテハ生石灰ト珪酸礬土ノ混和ヨリ成ル水ニテ餅狀トナセハ忽チ化學作用起リ重珪酸礬土及ヒ石灰ヲ成ス最良灰沙ニ於テ其抱合應ニ左ノ如クナル可シ

石灰二抱量	56×2	112・0

攀土一抱量　　102·3

珪酸二抱量　　60×2 = 120

334·8

而メ此重珪酸物ヵ密實ノ人工石ヲ成ス

○第二百二十七章　人造灰沙ハ研末セル白堊或ハ弛解セル純精石灰及ヒ青粘土ヲ取リ其比例ヲ前章ニ述ヘタル化學的ノ抱合量ト同シクシ遍ク此成分ヲ混和メ水ヲ以テ研合磨(Pug-mill)ニテ餅トシ全徑二三寸ノ丸トシ乾燥燒枯(Calcine)シ研磨メ粉末トナス是レ或ル天造灰沙ニ等シク或ハ之ニ優ル」

○第二百二十八章　波徐拉拿(ポズソラン)ハ灰沙ト同質ノ混和ナレトモ珪酸鹽過量ニメ石灰過少ナルカ故ニ灰沙若ハ耐水石灰トナスニハ其比例ニ隨ヒ純精石灰ヲ和セサル可ラス此最良品中ニ鐵藥及ヒ礦塵ノ在ルアリ礦塵ハ珪酸攀土及ヒ鐵ヨリ成ル灰白色ノ灰泥(Mortar)ヲ得ヘキ程ニ石灰ヲ混スレハ非常ニ硬固粘膠ノ灰沙ヲ生ス是レ必ヤ三重珪酸石灰、攀土及ヒ鐵ナテン

斯物料ノ尋常比例ハ乾燥セル狀ニテ量レル耐水石灰二分(體容ニテ)ニ付一分ナリ然レヒモ良品ヲ得ント欲セハ實驗メ其比例ヲ定ムヘシ

人造波徐拉拿ハ煉化石ヲ研末シ或ハ良好ノ煉化石粘土ヲ燒テ研末メ之ヲ造ルナリ又簡易ニ珪酸攀土若ハ珪酸攀土ト鐵ノ複合物ノ乾燥セル粉末ヲ得ヘキ施術ヲ爲スニアリ

○第二百二十九章　尋常(ママ)及ヒ耐水灰泥(ママ)　灰泥ハ半流體ノ糊狀ト爲スニ足ル程ノ水ヲ以テ石灰及ヒ砂ヲ混メ之ヲ造リ此狀ニテ疊石壁及ヒ煉化石壁ニ於テ綴合物トメ用ウ

尋常(ママ)灰泥ハ純精石灰ニテ造リ水ヲ蒸散メ徐々ニ乾固セシムレハ蒙氣ヨリ炭酸ヲ吸收メ結晶炭酸石灰ヲ爲ス水ノ蒸散過速ナレハ粉末トナリ蒸發セサレハ常ニ柔軟ナリ故ニ水ノ蒸散甚徐々ナレハ灰泥極メテ硬固ノ者トナル

耐水(ママ)灰泥ハ耐水石灰ニテ造ルヲ以テ上ニ言ル如ク其一分ハ炭酸石灰ノ造

出ト結晶ニテ固マルト雖首(オモ)ニ石灰攀土及ヒ他ノ鹽基雜合セル硅酸ノ造出ト結晶ニ由テ固マル(第二百二十五章ヲ見ヨ)

尋常灰泥ハ波徐拉拿(上ノ第二百二十八章)ヲ混スレハ耐水灰泥トナスヘシ之ニ用ウル沙ハ清淨堅硬ナルヘク且細ナルヨリハ寧ロ粗ナルヘシ天然ニ粘土ヲ混シタル砂ヲ灰泥製造ノ用ニ適セシムルニハ水中ニ之ヲ攪和メ洗滌シ徐々ニ之ヲ流セハ粘土ヲ載セ去リ沙ヲ殘ス軟砂石ヲ壓碎スレハ灰泥ニ用ウル良好ノ沙ヲ得ヘシ海砂ハ淡水ヲ以テ之ヲ洗フヘシ然ラサレハ其中ニ含メル鹽ノ爲ニ灰泥曾テ乾ク事無ルヘシ

耐水幷ニ尋常灰泥ニ於テ砂ハ單ニ機械學的ノ混和ヲ存ス故ニ乾固スルヤハ恰モ炭酸石灰若ハ珪酸石灰ト他ノ鹽基トノ礦土中(Matrix)ニ伏在セルヨリ成レル人造砂石ヲ爲ス砂ト石灰ト混和セル者ノ用左ノ如シ

石灰ノ體容ヲ減少メ費用ヲ省ク是レ疊石ノ接際ノ充塡ニ必要ナル物料ニテ較ベ高價ナリ

灰泥ノ壓挫拒防力ヲ增ス

其乾ク間ノ収縮ヲ減シ且之カ爲ニ生スル綻裂ヲ減ス

然レヒモ此ト同時ニ砂ノ混和ハ灰泥ノ粘力ヲ減シ又其量過多ナレハ其質ヲ脆クシ乾クニ隨ヒ細粉トナル

灰泥ヲ脆クスルコトナクメ石灰ノ「有」スヘキ砂ノ比例ハ石灰愈純ナレハ愈大ニ耐水ノ力愈强ケレハ愈少ナリウィカット(Vicat)ニ隨ヘハ最良ノ比例左ノ如シ

餅狀ナル純精弛解石灰一容(カツ)ニ付砂二・四容	
餅狀ナル良好耐水石灰一容ニ付砂一・八容	

石灰ノ性質其中間ノ者ナレハ砂ノ比例モ亦中間ナリ

耐水石灰ヲ造ルヒキ砂ト波徐拉拿ヲ純精石灰ト混スルニハ砂ト波徐拉拿ト併セテ弛解セサル石灰ノ體容ノ二倍ヨリ三倍ナリ

然リト雖ヒモ灰泥混化ノ最良法ハ每件試驗メ當然ノ比例ヲ確定スルニ在リ

剷(Shovel)ニテ灰泥ヲ混和スルノ勞力ヲ左ノ如ク畧算ス

立方碼毎ニ丁男一日工ノ四分ノ三

二馬ヲ役スル研合磨ニテ灰泥ヲ混和スルハ一日ニ二十以上二十五方碼トス

耐水灰泥ハ濕濡ノ狀ニテモ固定セントス故ニ用ウル時ニ臨ムマテハ混和スヘカラス

○第二百三十章　結成石(Concrete)及ヒ固結石(Beton)　尋常結成石ハ灰泥ト細石ノ混合ナリ其比例ハ細石ト砂ヲ併セテ約ソ石灰ノ體容ノ六倍トス是ハ手ニテ或ハ研合磨ニテ混ス

耐水強結成石ハ佛語ノ「ベトン」(固結石ト譯ス)ナル名ヲ借用セル者ニシテ全徑一寸半ヨリ二寸マテノ稜角アル碎石ヲ耐水石灰ト混和シ之ヲ造ル其比例ハ石灰ヲ一ト碎石ノ空隙ヲ塞クニ足ルヨリハ少シ多カラシムヘシ是レ容易ニ毎場試驗ニテ求ムヘキナレハ左ノ變遷數ニテ定ムヘシ

碎石一容石灰一容ヨリ

碎石二容石灰一容マテ

結成石及ヒ固結石ハ混和スレハ初ニ混化前ノ物料全容ノ三分ノ二ヨリ四分ノ三迄トナリ層置撞打スレハ尚固定シ約ソ六分ノ一ヲ減ス其最後ノ體容ノ變化左ノ如シ

混和前ノ物料體容ノ九分ノ五ヨリ八分ノ五迄

白堊層ノ燧石ノ如キ圓形石ノミ得ルトキハ之ヲ鎚碎シ稜角石トナシ固結石ノ和料ニ適當ノ者ト爲スヘシ(此卷末ノ追加ヲ見ヨ)

○第二百三十一章　混和灰沙(Mixed cement)　接際ノ外緣若ハ壁面ノ如ク十分大氣ニ觸レタルトキ乾燥固定スヘキ灰沙ハ乾燥ノ不同及ヒ之ニ續ク所ノ収縮綻裂ヲ拒ク爲ニ砂ヲ混スヘシ其比例左ノ如ク變ス

砂一容及ヒ灰沙二容ヨリ

砂一容及ヒ灰沙一容マテ

砂ヲ混スレハ凝レトモ灰沙ノ粘力ヲ減ス其度ハ等分ノ混和ナレハ僅ニ純石

灰ノ粘力ノ四分ノ一トナル、故ニ灰沙ノ表面大氣ニ觸レサル所ニテハ砂ノ混和ハ唯費用ノ省畧ニ止マル又大粘力ヲ要スル所ニテハ當ニ純灰沙ヲ用ウヘシ

○第二百三十二章　灰、泥、灰、沙、結、成石、固、結、石、ノ強弱　附錄ノ表中ノ載錄ニ左ノ實驗ノ結果ヲ增加ス可シ

混化後一年半

	壓挫力 方一寸ニ附テノ斤數
石灰ト河沙ノ灰泥	四四〇
同上　打タル者	六〇〇
石灰ト坑砂ノ灰泥	五八〇
同上　打タル者	八〇〇
石灰ト搗末瓦ノ耐水灰泥	六八〇
同上　打タル者	九三〇
灰沙ト破碎燧石ノ固結又ハ結成石	四二〇

混和後十六年ノ者ハ左ノ比例ニテ其強ヲ增ス

尋常灰泥	八分ノ一
耐水灰泥	四分ノ一

（以上ノ結果ハロデレットノ著書ニ由ル）

	粘力 方一寸ニ於テノ斤數
混和後一年	
良好耐水石灰	一七〇
尋常耐水石灰	自一四〇 至一〇〇
富有不石	四〇
良工耐水灰泥	一四〇
尋常耐水灰泥	八五
良好通常灰泥	五〇
不良通常灰泥	二〇

（以上ウィカットニ由ル）

混和後六閲月

密實石灰石ニ粘着セル尋常灰泥	一五
〃 煉化石ニ粘着セル尋常灰泥	三三

（以上ロンデレットニ由ル）

白堊石灰及ヒ青粘土ニテ造レル灰沙、混和後數日ノ者（バスレイ君）	一二五
波德蘭（ポルトランド）灰沙（密實石灰石及ヒ粘土ヨリ）混和後三十至五十日	自一二〇〇 至一五五〇

○第二百三十三章　若布存（ジィアソム）石膏（Plaster of paris）　若布存ハ硫酸石灰ト水トノ複合物ナリ其比例左ノ如シ

硫酸一抱量（該物32＋酸素48）	＝	80
石灰一抱量		56

水二抱量　36

172

是ハ有層狀ヲ爲シ又結晶狀、薄板狀、粒狀、土狀等種々ノ摸樣ニテ發現ス通例白色或ハ灰色ノ透光體ニメ眞珠色ノ光輝アリ其硬度ハ石鹽（Rock-salt）ト柱狀石灰石（Calcareous spar）ノ間ナルヲ以テ小刀ニテ容易ニ掻傷ス可シ若布存ヲ燒枯（Caleine）スレハ水飛散シ「石膏」トテ人ノ知レル硫酸石灰ノ乾白粉末トナル之ニ速ニ水ヲ混メ餅狀トスレハ直ニ氷ノ一分トノ親和ヲ起シ再ヒ密實粒狀ノ若布存ヲ生ス此ト同時ニ熱ヲ起シ過剩ノ水ノ蒸散ヲ速ニス此混和物ヲ造ルニハ宜ク水中ニ粉末ヲ入ルヘシ必粉中ニ水ヲ注ク可ラス水ノ比例ハ此塗料ヲ用ウルノ目的ニ隨ヒテ變ス其中數ハ體容ニテ粉末ト等分ナリ

此塗料固定スルヤハ其粘力（ロンデレット）ニ隨ヘハ方一寸ニ付約七十斤ナリ」

○第二百三十四章　礦脂質灰沙（Bituminous cement）及ヒ結成石　礦脂質灰沙ハ

礦脂質ノ物ト土質物ノ混化ナリ

例ヘハ地松香質麥面的克(Asphaltic mastic)ハ礦脂質ノ泥板石(Shale)又ハ沙石ヨリ取レル礦脂ヲ礦脂質石灰石即チ地松香ト混和メ之ヲ作ル地松香ハ炭酸石灰ヨリ成レル礦物ニメ其小房中ニ百分ノ三ヨリ十五マテノ礦脂ヲ含ム

地松香ハ或ハ碎キテ碎片ト爲スヘク或ハ搗テ粉末ト爲スヘシ然メ礦脂ト親和セシムルニハ鐵鍋ニテ之ヲ温メ徐々ニ地松香ヲ加フ小心メ善ク成分ヲ混和セシムヘシ其比例ハ地松香ノ抱合物ニ由テ變ス地松香中礦脂ヲ含ムコト多ケレハ礦脂ヲ要スルコト少量ナリ其中數比例ハ地松香七八分ニ付礦脂一分ナリ

人造ノ地松香質麥西的克ハ礦脂ニ代フルニ石灰脂若ハ瀝青油ニ瀝青ヲ溶ス者ヲ以テシ終ニ當然ノ成立ヲ得ルマテ細末石灰石ヲ加フ

石炭脂ト細末耐火粘土ヲ和メ造レル麥西的克ハ其比例曾テ精定セサリシト雖試驗ニテ規正スヘシ此混和物ノ冷却セルヤ恰モ爪ニテ壓メ著ク印跡ノ存スル程柔カナルヲ度トス此物ハ勝レテ管ノ接際ヲ密着スルニ必用ナルヲ見ル强キ酸類ヲ通スル者ニ於テ殊ニ然リ是ハ石灰石ヲ含メル麥西的克ヲ侵蝕ス

鑛脂質卽チ所謂地松香質灰泥ハ右ノ礦脂ト地松香末ノ混和物ニ體容ニテ約ソ其三十五分ノ一ノ樹脂油及ヒ五分ノ三ノ砂ヲ加ヘテ造ルナリ

此混和物十一容ト碎石九容トヲ以テ一種ノ礦脂質ノ結成石ヲ成ス是ハ道路ノ表面ニ塗布シ水中ノ建築ニ適當ス

○第四款　尋常基礎(Common foundation)

○第二百三十五章　尋常基礎　定限及分類　陸ノ疊石壁ノ基礎ハ第一ニ土地ヲ鑿開シ第二ニ止ヲ得サレハ鑿坑ノ底ニ構造ヲ爲メ疊石ノ堅牢ナル基脚(Base)ヲ造ルニ適セシムルニ在リ此款ニ論スル基礎ハ或ハ鑿開ノミヲ要シ或ハ其一分ニ砂石結成石若ハ固結石ヲ充ツル者ニメ尙其摸樣艱難ナ

ル者及ヒ之ヲ保全スルニ佝錯雜ノ工事ヲ要スル者ハ之ヲ後卷ニ論ス

尋常基礎ヲ列メ三類トス

壹　岩石ノ基礎　即チ水ヲ飽和メ其安危性ヲ損セサル物料

貳　堅牢土質ノ基礎　即チ砂、細石、硬粘土

參　柔軟土質ノ基礎

就レノ基礎ノ底モ務メテ其受クヘキ壓力ノ向ニ垂直ナルヘク之ヲ負テ危殆ナラサル程ノ面積ナルヘシ此面積ヲ增メ所要ノ廣袤トナスニハ疊石若ハ煉化石壁ノ最下列ヲ連續階段ニ廣擴メ建築シ或ハ結成石若ハ固結石ノ十分ニ廣キ一層ニテ支持シ或ハ坑內ニ反對穹窿ヲ造リ或ハ他ノ方畧ヲ用ウルニ在リ疊石壁ノ基礎ノ抗抵心（即チ壓力合成線）ノ過クル點ハ其形象ノ重心ヨリ制限外ニ遠サカル可ラス是ハ各件ニ就テ後ニ枚擧スヘシ

○第二百三十六章　岩石基礎　其上ニ建築ヲ爲スヘキ岩石基礎ヲ造ルニハ概メ左ニ擧ル所ヲ之ニ要スル一切ノ作業トス

壹　岩石ノ鬆疎損敗セル部ヲ悉ク割棄ス

貳　岩石ヲ截飾メ表面ヲ平坦トナシ或ハ階段ノ如ク斷續平面トナシ其受クヘキ壓力ニ垂直ニ或ハ大抵垂直ニス

參　岩石ニ孔竅アリテ止ヲ得サレハ固結石ヲ用ヰ又ハ疊石ヲ疊ミテ之ヲ塞ク

肆　塲合ニ由リ壓力ヲ分布スル爲ニ一層ノ固結石ニテ岩ヲ蓋フヘキヿアリ其厚サハ所要ニ隨ヒ二三寸ヨリ六尺以上マテ差異アリ

岩石基礎上ノ壓力ノ烈度ハ曾テ岩ヲ壓挫スヘキ者ノ八分ノ一ヲ踰ユルヿ有ル可ラス（第二百十五章ヲ見ヨ）左ニ擧ル所ハ方今現存セル岩石基礎上實地ノ壓力烈度ノ例ナリ

	壓力ノ斤數
方一尺上	方一寸上
二〇、〇〇〇	一四〇

尋常例ノ中數、岩ノ强度ハ少ナクモ最强赤煉化石ノ如シ

聖羅緑士煙突ノ基礎ニ於ル壓力(其頂マテ四百五十尺)

厚サ六尺ノ强結成石即チ固結石ノ層段上	六六七〇	四六
固結石下ノ手碎スヘキ程ニ柔ナル沙石上	四〇〇〇	二八

此最後ノ例ハ能ク岩石ノ名チ負フ者ノ最モ柔ナル者ニメ實地ニ於テ安穩ニ負擔スル壓力チ示ス

岩石基礎ノ抗抵心ノ其形象ノ重心ヨリノ偏倚制限ノ固有規則ハ基底ノ何ノ點ニモ引張アル可ラサル是ナリ左ノ公式ハ此制限ニ從ヒテ偏倚チ算スル者ナリ(機械學應用篇第九十四章及ヒ第二百五章ヲ見ヨ)

面ハ基底ノ面積

地ハ基底ノ形象ノ重心ヨリ抗抵心チ距ルヿ最モ遠キ緣マテノ距離

廣ハ同シ方向ニ於テ基底ノ全廣

惰ハ其形象ノ惰性動力ニメ求ムヘキ偏倚ノ向ト直角ニ於テ重心チ過ル不偏軸ニ照シ梁材ノ橫斷面ニ於ル如ク算シタル者(第百六十二章及ヒ第百七十九章チ見ヨ)

房ハ求ムヘキ偏倚チ表ス然レハ

$$房 = \frac{惰}{面積} = 午度 \quad \cdots\cdots\cdots\

重ハ土一尺立方ノ重サ

參ハ息角ナリ

第壹項　建築ノ重サヲ基底上ニ平等ニ分賦ストシ迫一ヲ此ヨリ生スル壓力ノ烈度トス然レハ

$$\frac{\text{重天}}{\text{迫一}} = \left(\frac{1-\text{參正弦}}{1+\text{參正弦}}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \cdots\cdots\cdots\

房ニ午廣・$\frac{\text{迫}_{-1}}{\text{迫}_{-1}+\text{迫}_{2}}$ニ午廣・$\frac{\text{參}_{2}\text{正弦}}{1+\text{參正弦}_{2}}$ ・・・

「立脚」(Footing)即チ尋常壁ノ疊石若ハ煉化石ナル最下列ハ壁體ヨリ廣クスヘシ之チ「擴張」(Spread)ト名ク擴張チ定ムルノ常則ハ密實細石壁ニテ壁厚ノ一箇半砂及ヒ硬粘土壁ニテ其二倍ナリ

○第二百三十九章　軟土ノ基礎ニ於テハ宜シク小心メ建築ノ壓力ト比較メ第二百三十七章ノ公式ニ與ヘタル制限ヨリ基礎ノ深サ少ナカラス基底ノ廣サト比較メ抗抵心ノ偏倚モ此制限ヨリ多カラサラシムヘシ務メテ疊石壁ノ基底ノ廣サチ大ニシ其重サチ大表面ニ分布セシメ基底ノ重心ヨリ抗抵心ノ偏倚スル距離ト比較メ廣チ增セハ此目的チ達スヘシ

務メテ基礎チ堅牢ナラシメンカ爲ニ、爲スチ得ハ基礎ノ掘業チ起ス前ニ善ク表水チ排泄スヘシ

恰モ軟地ノ隄防ノ例ニ於ル(第二百四章)如ク壓力チ分布シ之チ軟地ノ十分ニ低キ層段ニ致ス爲ニ溝チ掘リ之ニ滿ツルニ砂或ハ結成石ノ如キ半固ノ物チ以テス此溝ノ適當ノ深サチ求ムルニハ

迫チ基底上ニ建ツヘキ建築ノ壓力ノ最大烈度ノ方一尺上ノ斤數トス此量チ算スルニ當リテ溝ニ滿ツルコ砂チ以テスレハ建築ノ重サノ分賦スル面積ハ單ニ基礎石ノ最下列ノ面積ニ等シトスヘシ然レ𪜈之ニ滿ツルニ固結石チ以テスレハ此固結石層ノ緣ガ基礎石ノ緣外ニ突出スルノ距離此層ノ深サヨリ大ナラサル𪜈ハ建築ノ重サチ此層ノ全面ニ分賦スト見做スヘシ(第二百三十章ノ例ニ於ルカ如シ)

重チ溝ニ滿ル物料一尺立方ノ斤數トス砂ハ約ツ九十斤固結石ハ百三十斤ナリ」

重チ軟土一尺立方ノ重トシ

參チ其息角トシ

又 $\frac{1-\sin\theta'}{1+\sin\theta'}$ チ t' トシ(子及ヒ子ノ量ニ付テハ第二百三十七章チ見ヨ)求ムヘキ溝ノ深サチ T' トス

然レハ

$$T'=\frac{迫-子'}{重-重子'}\cdots\cdots\cdots

溝ニ滿ル物料ハ約ソ一尺ノ層段ニ疊チテ撞定ス結成石ヲ用ウルヲハ少ナクモ高十尺ノ高棚ヨリ投下スレハ撞定同樣ノ効ヲ奏ス

砂ヲ充レハ天然ノ沙質基礎ニ於ル如ク建築ハ此沙層上ニ定基スヘシ

結成石ヲ充レハ其固定ヲ待テ速ニ其層ノ上面ニ建築スヘシ此時結成石上ノ壓力ノ烈度ハ其壓搓ニ抗抵スル力ノ八分ノ一ヲ過ク可ラサルヿノ注意ヲ存スヘシ再言スレハ約ソ

$$\frac{53,300}{8}=6,660\text{斤}$$

方一尺上

$$\frac{370}{8}=464$$

方一寸上

建築ニ穹窿窓牖戸口等ノ如キ數ノ口アルヲ其穹窿ヲ精細ニ建築スヘクンハ面積增大セル基礎上ノ荷力ヲ分布セン爲ニ孔口下ニ反對穹窿ヲ造ルヘシ軟地上ノ基礎ノ艱難ナル種類ハ木材若ハ鐵材ヲ用ヰテ之ヲ安全ニスヘキ者ナリ尙後卷ニ之ヲ論セントス

試坑若ハ鑽孔ニテ牢固層ノ下邊ニ柔層アルヲ見ハ此牢固層ノ厚サ(天)ヲ安全ノ基礎トナスニ足ルヤ否ヲ定ムルニ(一)ノ方程式ヲ用ウヘシ牢固層ガ健岩ヨリ成ルヲハ建築ノ重ヲニ歸スル柔層上ノ迫ナル烈度ハ結成石ニ於ルト同規則ニ隨ヒ之ヲ算ス此法ノ結果ハ却テ安全ニ過ル者ナル可シ

○第五款　疊石ノ造成(Construction of Stone-masonry)

○第二百四十章　普通原理　左ノ原理ハ一切ノ疊石建築ニ於テ注意スヘキ者ナリ

壹　疊石建築ニハ務テ何處マテモ方向ヲ違ヘス且其支持スヘキ壓力ニ垂直ニ或ハ務メテ大抵垂直ニ整ムヘク且此壓力ト平行セル接際ノ長連續ヲ避ケ「離斷接際」(Breaking joint)ニ從フヘキヿ

貳　最下列ニハ最大ノ石ヲ用ウヘキヿ

參　層段(Layers)卽チ「層床」(Bed)ヨリ成レル一切ノ石ヲ整ムニハ其支持スヘキ首要壓力ヲメ務メテ層段ノ向ニ垂直ニ働カシムヘキヿ之ヲ名ケテ其天然床上ニ石ヲ整ムト云此事ハ既ニ諸章ニ詳明セル如ク其強力ト安定ノ爲

ニ第一ノ要件タリ

肆　乾燥鬆疎ノ石ハ之ヲ疊ム前ニ其表面ヲ濕シ以テ灰泥(Mortar)ノ乾燥ヲ過速ナラサラシメ且其濕氣ヲ石ニ吸收サレ粉末ニ化スルヲ防ク(第二百二十九章)

(伍)　各接際ノ各部及ヒ石間一切ノ空隙ヲ灰泥ニテ充塡シ同時ニ此空隙ヲメ務メテ小ナラシムルヿニ注意スヘシ

○第二百四十一章　疊石分類　石ノ面(Face)トハ直ニ眼ニ觸ルヽ所ノ外面、其床(Bed)トハ層設ト平行スル表面、其邊(Side)トハ面ト床トヲ橫斷スル向ニテ限界スル表面ナリ床ナル語ハ首要壓力ガ働ク所ノ諸列間ノ平行セル接際ニモ用ウ故ニ此接際ヲ床接際(Bed joint)トモ名ク邊接際(Side joint)ハ卽チ床ト面トヲ橫斷スル接際ニメ屢單ニ接際ト云フ

工業ノ目的ニ用ウル疊石ノ分類ハ大抵皆石ノ大小形狀ニ基キ且床接際或ハ邊接際ニ論ナク其接際ノ造爲法ニ基ク故ニ石面ノ現象ハ第二ノ切要事件タリ

石ノ裝飾ニ用ウル首要器具ハ直面鎚(Scabbling hammer)ニメ一端ハ鶴嘴鋤ノ如ク尖リ他端ハ斧狀ヲ爲ス者及ヒ諸種ノ鑿ナリ其一種ハ一端尖リ一端平坦ニメ其廣サ一寸ヨリ三寸內外マテノ者ナリ

直面槌ハ石ヲ大抵ノ平面トナシ其尖ニテ稍精密ノ平面トナセハ其表面數多ノ平行小畝ヲ爲ス「寸具」(Inch tool)若ハ他ノ平端鑿ニテ其凸處ヲ斷去スレハ尙平坦滑面トナル斯ク裝飾セル者ヲ「ドロウド」石(Droved)ト云

疊石壁ニ用ウル石ノ異狀ナル無數ニメ「大平面石」(Perpend ashlar)ヨリ通常蠻石(Common rubble)ニ至ル大平面石ハ斫テ正キ形狀トシ比隣ノ石ト恰モ合着スル者ヲ云ヒ通常蠻石ハ其形甚不正ニメ僅ニ鎚ニテ容ヲレルノミ殆ト石坑ヨリ出セルニ同シ者ヲ云フ

工業目的ニ於テ疊石ヲ分チテ四大別トス卽チ平面石(Ashlar)列塊石(Blakin-course)列蠻石(Coursed rubble)及ヒ通常蠻石(Common rubble)及ヒ此四種ノ合併ナ

リ

○第二百四十二章　平面石即チ研石疊甃ハ石塊ヲ正キ形狀卽チ通常ハ矩形ニ研リタル者ヨリ成リ平等ノ深サニ並列築成セル者ニメ其深サ一尺以下ナルハ稀ナリ

石ノ橫折スルヿ無ラシメンカ爲ニ弱種沙石ノ如キ柔質ノ石ハ長サヲ其深サノ三倍ヨリ大キクス可ラス硬質ノ者ニテハ深サノ四五倍ナルモ可ナリ廣サハ柔石ニテ深サノ一個半ヨリ二倍ノ間硬石ニテハ三倍ナルモ可ナリ

床接際及ヒ邊接際ハ裝飾メ平面ト爲ス(格外ノ例ニテ曲面トナスヿアリ後ニ分說スヘシ)接際平面ナル例ニテハ裝形スヘキ外面ノ周緣ニ悉ク精細平等ノ鑿線(Chisel-draught)ヲ造リテ之ヲ爲ス石ノ大ナル者ニテハ倘同平面ニ數道ノ橫截鑿線ヲ造リ表面ヲ裝飾スルニ其標準タル鑿線ノ平面迄下ルヲ度トス床接際ニ於テ之ヲ精密ニ爲ス可キコト殊ニ緊要ナリ是レ此面ノ一分ガ鑿線ノ平面外ニ突起スル有レハ壓力ノ不當ノ股分(カケマヘ)ヲ受ケ壓力此部ニ輻輳シ且其四緣ニ空隙ヲ生シ所謂開隙接際(Open joint)ナル者ヲ爲シ安定性ヲ損スレハナリ之ニ反メ床面凹窪トナリ其裝飾ガ鑿線ノ平面以下ニ至レハ壓力緣邊ニ集マリ迸裂ノ危殆アリ斯類ヲ不虞接際(Flushed joint)ト云フ是ハ疊石築成ノ後ハ開隙接際ヨリモ發露シ難ク且建築面ノ外見ヲ美麗ニセンヿヲ屢〻故意ニ之ヲ爲スヿアリ故ニ石工ノ工事進歩ノ際謹テ檢查シ之ヲ豫防セサル可カラス

石ノ裝飾ノ中其外面ノ小畝ガ鑿線ト同平面ニ有ル程ナレハ壓力大抵平等ニ分賦ス其故ハ灰泥ノ作用ニテ之ヲ其畝間ノ凹處ニ移スヲ以テナリ

强固安定ヲ計レル平面石疊甃ノ接際ハ大滑澤ナルヲ欲セス適宜ノ粗糙ハ滑脫變位ヲ防禦スル力ヲ加ヘ且灰泥ノ粘着力ヲ增ス

就レノ石モ先其乾キタルヲ其位置ニ定メ以テ形狀ノ不正ヲ規正スルノ便ヲ石工ニ與ヘ終ニ灰泥ニテ之ヲ居ヱ其床ニ安置ス就レノ邊接際モ其下列ノ邊接際ノ直上ニ在ル可ラス石ヲ折襲シテ一列ノ深サノ一箇若ハ一箇半ナ

ノ大サナル離斷接際ト爲サヽルヿ可カラス之ヲ疊石ノ繫維(Bond)ト名ク其効ハ少ナクモ下層ノ二石ニテ各石ヲ受ケシメ又各石ニテ少ナクモ上層ノ二石ヲ受ケテ相助ケシムルニ在リ而メ其目的ニ様アリ第一壓力ヲ分配メ上部ノ構造上ノ荷力ノ不同又ハ基礎ニ於ル抗抵ノ不同ヲ其場合ニ隨ヒ下方ニ或ハ上方ニ進ミテ增加而積ニ移シ且擴ケシム第二建築ヲ合併維持スル卽チ其折襲シタル石ノ摩擦力ニ依リ左右及面背ノ兩方ニ一種ノ粘力ヲ付與ス建築ノ面ト平行メ最大ノ長サヲ爲スノ石ヲ顯脇石(Stretcher)ト名ケ建築面ニ垂直ニ最大ノ長ヲ爲ス者ヲ顯頭石(Header)ト名ク顯脇石ハ建築ヲ長形ニ合併維持シ顯頭石ハ橫方ニ維持ス平面石ノ疊甃ニ於テ最强ノ繫維法ハ造築面ノ每列ガ迭ニ顯頭石ト顯脇石ヲ含ムノ法ナリ各顯頭石ノ外端ハ其下列ノ顯脇石ノ中央ニ安ス故ニ其面積ノ三分ノ一ハ顯頭石ノ端ヲ以テ成ル此比例ハ摸様ニ由テ之ニリ偏スルヿアレヒ雖レニ在テモ建築面全積ノ四分ノ一ニリ少ナカラサル可シ

隅石(Quoin)ハ其形大ニ且殊ニ精選スヘキ者ニシテ一箇ニメ顯頭顯脇兩石ヲ兼ヌ卽チ相接合スル二面ノ甲ニ照セハ顯頭石乙ニ照セハ顯脇石ナリ

或形瓦好ナル平面石疊甃ノ接際ニ於ル灰泥ノ厚サハ約一寸ノ八分ノ一ナルヘシ一切ニ要スル灰泥ノ體容ハ石ノ體容ノ約ノ八分ノ一ナリ

平面石ノ疊甃ハ土木ニ於テ首(おも)ニ柱楹(Piers)憑臺(Abutments)穹窿(Arches)及ヒ橋ノ欄壁(Parapets)ニ用テ又後ニ分説スル流水工事(Hydraulic work)ニ用ヰ劣等疊甃及ヒ煉化石壁ノ外面隅角、突起(シヤバヲ)列(String course)頭蓋(Coping)ニ用ヰ大强力大安定ヲ要スル工事ニ用ウ

平面石疊甃ノ之ヨリ粗ナル者ハ既ニ記セル大小形狀ノ石ヲ以テ築ク只平面ニ裝飾スルニ鎚ノミヲ用ウ是ハ平面石ト列塊石トノ中間ノ者ト見做スヘシ

平面石ノ面ヲ如何ニ裝飾スルニモ或ハ「素樸面(Quartz faced)ナルヘキ時ニテモ其面ヲ周邊ニ鑿線ヲ造ラサル可ラス此ニ由テ石ヲ精密ニ安置セシカ爲

ニ床ト接際ノ鑿線ニ隨ヒ縁邊ヲ銳烈正直ニ造ル可シ

○第二百四十三章　列塊石疊甃ノ鎚飾ノ平面石ニ異ナル所ハ首（オモ）ニ此ヨリ小ナル石ニテ造ルニ在リ毎列ノ深サハ七寸以上九寸トス平面石ト同規則ヲ離斷接際ニ用井又長短廣狹ト深サト相有スルノ比例ニモ用ウ又平面石ノ如ク少（スクナク）モ建築面ノ四分ノ一ハ顯頭石ヨリ成テサル可ラス其長サハ一列ノ深サノ三倍以上五倍ナリ

列塊石疊甃ハ橋ノ展張外積(Spandril)及ヒ翼壁(Wing wall)保壁(Retaing wall)ノ外面及ヒ同樣ノ目的ニ用ヰラル

○第二百四十四章　列巒石疊甃ニ於ル建築ハ水平列ノ疊層ヨリ成ル深サ一尺ニ過ル者稀ナリ毎列其次列ヲ築ク前ニ正ク水準ニス然レ𪜈邊接際ハ鉛直ナルヲ要セス少（スクナク）モ毎列ノ面ノ四分ノ一ハ繫維石即チ顯頭石ヨリ成ル可ク各顯頭石ノ深ハ毎列ノ深ニ等シク廣サハ深サノ一箇半若ハ二倍長サハ深サノ三倍以上五倍ニシテ建築ノ内部ニ及フヘキ平面石ニ於ル如シ此顯頭

石ハ鎚ニテ略ボ方形ニ床ハ鎚飾メ大抵平坦トナス此際注意メ逐列ノ顯頭石ヲ相重ヌ可ラス之ヲ重ヌレハ其間ノ繫維ヲ缺損ス

顯頭石ノ間ハ皆之ヨリ小ナル石ヲ築ク此石ノ一二若ハ二個以上ノモ列ノ深サト同樣ノ者アルヘシ時トメ此石ヲ略ボ方形ニ造リ鉛直ナル邊接際ヲ得セシメ或ハ其儘ニテ之ヲ用井邊接際ノ不齊ヲ存ス然レ𪜈邊接際ハ床接際ト六十度以上ノ銳角ヲ成ス可ラス注意メ毎石ヲ其自然床ヲ安セシム可キ耳ナラス此自然床ト平行セル邊ハ最大ナルヲ取リ石ノ位置ヲ平カニスヘク其緣即チ端ニテ安置セシム可ラス石ノ形如何ニ小ニ如何ニ不正ナルモ注意メ離斷接際ニテ列ヲ造ル可シ大石間ノ空隙ハ精細ニ小石ニテ塞キ灰泥ヲ以テ十分ニ埋藏スヘシ

列巒石ノ疊甃ハ其從事ノ際前則ニ注意スルヤ否ヲ小心撿查センコトヲ要ス殊ニ壁ノ内部ニ空隙ナキヤ或ハ之ニ小石ヲ插入シ灰泥若ハ碎片ヲ以テ全ク充塡セシヤ各石ヲ平カニ置シヤ其天然床ニ安セシヤ悉ク撿查スヘシ顯

頭石即チ繋維石ハ實ニ其所ヲ得タルヤ薄片石ヲ壁面ノ縁ニ置カサリシヤ注視スヘシ

蠻石一碼立方ノ疊聳ニハ其損失ノ準備トメ立方碼一箇半ノ石及ヒ半箇ノ灰泥ヲ要ス

良好ナル列蠻石ノ壓挫ニ抗抵スル力ハ其之ヲ築ケル單塊ノ力ノ約ソ十分ノ四ナリ

列蠻石ハ列塊石若ハ平面石ニテ築ク者ノ如ク强キヲ要セサル保壁及ヒ翼壁ニ用サス又平面石若ハ列塊石ニテ面部ヲ造レル疊聳ノ背部ヲ造ルニ用サス又其他諸ノ目的ニ用ウ

蠻石ハ屢ゝ亂列ニテ築カレ各列平面床ニ安スト雖深淺同等ナラス遍ク同水準ナラスメ其床不時ニ階段ヲ爲メ昇降ス

○第二百四十五章　通常蠻石疊聳ハ其築造列ヲ爲サヽルヲ以テ列蠻石ニ異ナリト雖他ハ皆同規則ニ從フヘシ尋常蠻石ノ壓挫ニ抗抵スル力ハ其間

ニ含メル灰泥ヨリ甚强キヿ有ラス故ニ强キ耐水灰泥ニテ築クニ非レハ强チ要スル所ニ用ウ可ラス工事ニ主トメ用ウル所ハ牆壁ナリ

○第二百四十六章　蠻石ニテ背部ヲ造レル平面及ヒ列塊石　此種ノ疊石壁ニ於テ平面石及ヒ列塊石ノ面部ナル石ノ床ト接際トハ其場合ニ隨ヒ(第二百四十二四十三章ヲ見ヨ)鏨若ハ尖具(Point)ニテ方正ニ裝飾メ其廣サヲ面ヨリ內ノ方ニ算メ列ノ深サノ一箇ヨリ二箇(卽チ平均一箇半)マテニ至リ其背部ハ粗樸ニメ可ナリ顯頭石ノ比例及ヒ長短ハ平面石ニ於ルト同シク其尾卽チ蠻石背(Bubble backing)ニ及ヘル部ハ背側共ニ粗樸ニメ可ナリ然レトモ其上下床ハ鏨飾メ列ノ床ノ通平面ト爲サヽル可ラス此尾ハ其幅ニ於テ稍痩削スルモ其深サハ痩削ス可ラス

○第二百四十四章ニ詳說セル如ク築キタル蠻石背ハ其面部ト同時ニ工作シ同深列ヲ造リ每列ノ床ハ平面石若ハ列塊石ナル面部ト同平面ニ造ラサル可ラス

爰ニ詳說スル如キ疊石建築ノ勞力及ヒ費用ヲ算スルニハ面部ノ面積ニ其接際ノ裝飾ヲ及ホスヘキ內方マテノ距離ヲ乘シ之ヲ平面石若ハ列塊石トシ其餘ヲ鑾石トス

此合併疊石ヲ概メ土木ノ工事ニ必要トス而メ此法ハ殊ニ保壁ノ如ク建築ノ面部ニ壓力ノ集マル者ニ於テ機械學的ノ點ニ適セリ

橋臺ニ於テハ此法機械學ニ適セス是レ其壓力背部ニ集マルヲ以テナリ然レ𪜈其列鑾石ヲ臺ノ背部ニ於テ壓力ニ抗抵スルニ足ル程ノ强サトスレハ此目的ニモ用ウヘシ而メ平面石若ハ列塊石ニテ面部ヲ造リ一ハ外見ノ爲メ一ハ天氣防禦トス

列鑾石疊叠ハ屢〻平面石ノ隅角ト合併メ用ウ是ニハ第二百四十二章ノ說ヲ應用スヘシ

○第二百四十七章　突起列(String courses)及頭蓋(Copes)　突起列ハ大石ノ列ニメ建築ノ面外ニ稍突出シ平面石若ハ列塊石ノ如ク裝飾セル者ナリ造營學的(Architectural)ノ外見ハ捨テ論セス其機械學的ノ用ハ或荷力ヲ受ケテ之ヲ其下ノ疊石上ニ分賦スルニ在リ譬ヘハ橋梁ノ列鑾石若ハ列塊石ニテ造レル翼壁或ハ展張外積カ平面石ノ欄壁ヲ受クヘキ𪜈ハ欄壁ニ牢固ノ基底ヲ與ヘ且其重サヲ其下ノ是ヨリ小ナル石ニ分賦スル爲ニ先ツ其翼壁若ハ外積上ニ突起列ヲ置カサル可ラサルカ如シ

壁ノ頭蓋ハ壁上ニ在リテ稍兩邊ニ突出シ精密ニ壁ニ層附シ耐水灰泥若ハ灰沙ニテ相粘接セル大且重キ石ヨリ成ル其用ハ壁內ノ灰泥ノ氣候ニ感スルヲ禦キ其重サニテ其下ノ之ヨリ小ナル石ノ脫落ヲ防クニ在リ頭蓋石ハ氷ノ速ニ流レ去ルヘキ形ニ之ヲ置ケリ

粗樸ナル鑾石ノ頭蓋ハ彼ノ薄層石(Ruminated stone)ハ其層面ヲ列ノ床ト平行メ置カサル可ラスト云ヘル通則ニ合フヿ能ハス故ニ屢〻其緣ヲ上下ニシ層面ヲ鉛直ニシ壁ノ長形ニ垂直ニシ以テ其頂ニ在テモ側邊ニ在テモ層段ノ緣ノミ大氣ニ觸レシム

尙之ヲ牢住スルハ其左右ノ石モ共ニ抗擧スルニ非レハ其中間ノ石ヲ抗シ
ルヿ能ハサラシムルニ在リ是カ爲ニ石ニ穴ヲ穿チテ鐵鉦ヲ插ミ鉛ニテ定
着シ或ハ緣石花崗石ノ如キ堅强ナル石ニテ兩頭釘ヲ造リ之ヲ以テ相連合
ス此法更ニ良ナリ其形小三角柱若ハ圓壔狀ノ石片ナリ孰レモ頭蓋石一雙
ノ相觸レタル端ノ相對セル穴ニ嵌入シ灰泥若ハ耐水灰泥ニテ相定着ス
鑄鐵及ヒ鍊鐵ノ兩頭釘ヲモ用ウ然レ𪜈硬石ノ者ヨリ其强力秀ツト雖耐久
性ハ劣ル銅ハ强クシテ久ニ耐フト雖費用多シ
鉦若ハ釘ヲ突起列ニモ用ヰ或ハ石壁ノ或ル部ニモ用ウ
牆壁ハ時トシテ草皮(Sod)或ハ揑粘土(Clay puddle)ニテ頭蓋ヲ造ル(第二百六章)
○第二百四十八章　疊石ノ塡隙(Pointing)ハ建築ノ表面ニ於テ接際外緣ノ
灰泥ヲ鏝尖(コテノサキ)ノ達スル所マテ刮去シ之ニ混和灰沙若ハ耐水灰泥ヲ塡實シ濕
氣ヲ防クニ在リ混和灰沙ニ付テハ第二百三十一章ヲ見ヨ
波瀾ノ强擊ニ觸ルヽ海壁ニ於テ尋常塡隙法ニテ接際ニ塡タル灰沙ハ當ニ

碎片ト成テ飛出スヘシ故ニ壁面ヨリ二三寸內方マテ灰沙中ニ石ヲ置クヲ
良トス
○第二百四十九章　乾石壁(Dry stone wall)ハ既ニ第二百四十四、四十五章ニ
變石疊甃ニ付テ記載セル原理ニ隨テ築カサル可ラス只其異ナル所ハ灰泥
ヲ除クヘキノミ乾石壁ノ頭蓋ハ石壁ノ接際ニ水ヲ留ムルナク且其凍迄ノ
時膨脹ニ由テ石ヲ押出スヿ無ラシメンカ爲ニ水ノ滲入セサル樣ニ造ルヘ
キヿ屢之アリ斯場合ニ於テハ頭蓋ヲ造ルニ石ノ側邊ヲ上下ニシ灰泥若ハ
鑛脂質ノ結成石(第二百三十四章)ニテ接合シ或ハ極テ廉價ヲ好マハ揑粘土
(第二百六章)ニテ接合ス
乾石壁ヲメ永久ナラシメントト欲セハ圓石ニテ築クヲ良トス其天然ノ狀ニテ用ウ
可ラス先之ヲ碎キ平片若ハ多角片トナス可シ
乾石ノ建築ハ牆壁ニ用ヰ及ヒ時トシテ保壁ノ背部トシ以テ土ノ之ヲ壓スヲ
拒キ水ヲメ石ノ虛隙ヲ通過シ去ラシム

又高カラサル保壁ニモ用ヰ其面部ニ土ニテ水ニ觸ルヽノ斜面(第百九十六章及ヒ第二百五章)ヲ造ル此例ニ於テハ毎列ノ床ヲ斜面ノ最急部ノ向ニ垂直ニ造ル

○第二百五十章　疊石ノ勞力　左ノ疊石ト連合セル各種ノ工事ヲ爲スニ要スル勞力ノ報告ハ首トメガウズェイノ著書ニ在リ

	一人ノ日工
疊石　一碼立方	
石ヲ孤輪車ニ裝載ス	〇·〇六
一輛ノ轉送ニ約ヶ水平百尺(土工ニ於ル如ク昇登一尺ハ水平距離ニ六尺ヲ加フルニ等シ)	〇·〇四五
負荷セサル孤輪車	〇·〇三

混和灰泥ニ付テハ第二百二十九章灰泥ト石ノ比例ニ付テハ第二百四十二章ヨリ四十五章マテヲ見ヨ

建築ノ種類　一碼立方ニ付一人ノ日工

	破碎	斷斫	建築	人夫ノ作業
乾石	〇·六四	—	一·〇〇	〇·五〇
列疊石	〇·六四	—	〇·九〇	〇·九〇
列塊石	〇·九〇	一·五	〇·九〇	〇·九〇
列塊石穹窿	〇·九〇	二·二五	〇·九〇	〇·九〇
平面石(軟沙石)	自一·八〇 至二·五〇	二·五〇	一·〇〇	一·〇〇
		六·〇〇	二·〇〇	二·〇〇

平面石ニテ面ヲ造ル一尺平方ニ付(軟沙石)

尖具ニテ平坦ニスルハ〇·〇五「ドロウド」ハ〇·〇七、磨礪スルハ〇·一〇

此ヨリ硬キ石ノ破碎及ヒ斷斫ノ勞力

硬沙石＝軟沙石×二

硬石灰石、大理石、花崗石＝軟沙石×三至四

舊石壁ヲ毀ツニハ一碼立方ニ付一人ノ〇.五日工ヲ要ス

〇第二百五十一章　大石ヲ搖カス機械　赤手ニテ搖カス可カラサル大石ヲ握捉スル種々ノ方法アリ左ニ擧ル所ハ尤モ通用ノ者ナリ

壹　鐵鉗(Nippers or tongs)ヲ用ウ其爪ハ石ノ兩邊ナル一雙ノ孔內ニ入ル此孔ハ石ノ重心ヲ貫キ又ハ其少シク上ニ水平ニ相對ス

貳　單鐵柱(Plug)ヲ用ウ其狀極メテ少シク瘦削シ鎚ニテ石ノ重心ノ直上ナル頂ノ鉛直圓壕孔ニ緊ク打入ス此栓ノ上端ニ眼アリ此ニ鏈ヲ通メ石ヲ抗擧シ之ヲ其位置ニ定ムルノ後ず鎚ニテ其側ヲ銳ク打ツコト一二回ナレハ弛脫スヘシ此法ハ花崗石ノ如キ硬石ニ應ス

參　雙鐵栓ヲ用ヰ石頂ニ反對ノ向ニ四十五度ノ角ニテ相傾キ互ニ直角ニ於テ相會スヘキ孔ニ插入ス栓ノ上端ノ眼ニ一雙ノ鏈ヲ固結ス此鏈ニテ石

ヲ懸クレハ各自ノ栓ト直角ヲナシ之ヲ一條ノ大鏈ノ下端ニ結接スレハ互ニ直角ニ相會スルナリ此二栓孔ハ石ノ重心ヲ通スル鉛直面ニ在テ此點ヨリ同距離ニ在ルヘシ此各支鏈ニ於ル引張ハ

$$=\text{石重}\times 0.704$$

肆　起石器(Lewis)ヲ用ウ是ハ下端ノ方ノ大ナル截割鐵楔即ヲ鳩尾楔ニメ三片ヨリ成ル之ヲ區々ニスレハ石頂ノ之ト同形ノ孔ヲ出入スヘク合スレハ出入スルヿ能ハサルナリ此孔ハ石ノ輕重ニ隨ヒ二寸ヨリ十寸迄ノ深サニ造ル」尋常建築ニ於テ大石ヲ抗擧遷移スルニ最モ普通要用ノ機械ハ起重器(Jib-crane)ナリ大建築ニ於テハ行動牀臺上ニ行動スル捲索轤轤(Crab or winch)ヲ用ウ細言スレハ所計建築ノ全長ニ等シク間隔ハ其最大ノ廣サヲ有シ一雙ノ長梁ヲ受ルニ十分ナル對角結材アル二列ノ平行柱ヨリ成レル鐵材木材ノ架工ヲ建テ此長梁ニ各一條ノ鐵軌道ヲ受ケ此一雙ノ軌道上ニ行動牀臺ノ車輪轉走スル牀臺建築ノ全廣ニ張出シ管狀鐵梁ニテ十分ニ強壯堅固ニ造レ

リ此上ニ一雙ノ行動軌道アリテ捲索轆轤卽チ捲纏機關ヲ受ク故ニ建築ノ何ノ部ニモ至ルヘシ此全裝置ヲ扱フニハ蒸氣機關ヲ用ウ

○第二百五十二章　建築ニ用ウル器具　第六十五章及ヒ第六十八章ニ於テ疊石ノ諸點ノ位置及ヒ水準ヲ照スヘキ首點ノ位置及ヒ水準ハ工師ノ如何ニ經始スヘキヤヲ詳說セリ

建築進步ノ間ニ用ウル首要ノ器具ハ繩(Cord)ニメ床接際ノ縁ノ如キ長直線ヲ經始スルニ必用ナリ短直線及ヒ平直面ニ方ル直縁板(Straight edge)、直角及ヒ斜角ニ於ル方尺歪尺(Squar bevel)鉛直卽チ近鉛直線ニ於ル錘線規(Plumb-rule)水平線及ヒ平面ニ於ル準器(Level)ノ如シ是ハ丄(トウ)字ノ如キ形ニ幹ヲ鉛直ニスル爲ニ錘線ト共用スヘキ器ナリ尙眞好ナルハ酒精準器ナリ

壁面鉛直ナレハ錘線規ヲ以テ之ヲ經始シ且精細ニ試驗スヘシ此器ハ直縁ノ板片ナルヲ以テ此縁ト平行メ其上ニ一線ヲ記シ錘線ニテ此線ヲ眞鉛直ニ置ク

壁面カ[直斜傾(Straight batter)卽チ平等ノ角ニテ鉛直線ニ傾クヘキヤヲ用ウヘキ規器ハ猶直縁板ナリ只之ヲ傾ケテ錘線ト壁傾固有ノ角ヲ爲サシム壁傾(Batter)ヲ話スルニハ高ヲ定メテ其鉛直線ヨリ偏倚スルノ多少ヲ述ルヲ常トス譬ヘハ十二ニ付一卽チ一尺ニ付一寸ノ如シ

壁面ノ鉛直斷面ヲ柱曲スヘキヤハ曲傾(Curved batter)ナル者ト云フ是ハ面型(Face-mould)卽チ狹キ平板ニメ其縁ノ一ハ壁面ノ所計ノ象ヲ爲シ其上ニ錘線ニテ眞鉛直ニ直線ヲ記シタル者ヲ以テ經始セサル可ラス緊要ナル部ノ面型ヲ造ルニハ大ニ小心注意スヘシ遠ク之ヲ追テ造ルヘキ場合ニテハ每列ノ象ヲ型縁ニ記セサル可ラス

大面型ハ時トメ多クノ材片ヲ組合メ造ル

諸列ノ床ガ平坦水準ナルヘキヤハ準器若ハ直縁板ニテ之ヲ正ス設ケタル斜傾ヲ存メ平面ナルヘキヤハ二直縁ノ界木(Rule)ヲ用井サル可ラス其狀其一縁ヲ酒精準器ニテ水平ニ置キタルヤ他縁ハ傾キテ當然ノ角ヲ爲スヘキ

ナリ諸列ノ床ガ直傾若ハ曲傾面ニ垂直ナル可レハ其位置ヲ短尺ニテ經始驗證スヘシ

特別ノ目的ニ用ウルカ如キ曲床ハ相當ニ曲レル床型（Bed-mould）ヲ用ヰシム

時日ト費用ノ儉節ヲ勉ムヘキ一切ノ事件ニ於テ工師務メテ疊甃ノ曲形ヲ避クヘシ是レ直形平面ナル者ヨリ經始建築ニ煩冗多費ナルノミナラス其造營ノ精粗ヲ撿スルモ亦難ケレハナリ直傾面ニ於テハ一睨以テ其微小ノ不精ヲ防ク可レモ曲傾面ニ於テハ或ハ毎度ノ打量ヲ要シ或ハ其諸部ニ煩勞ナル面型ノ使用ヲ要ス而ノ此形狀ノ差謬終ニ強弱安危ニ感スルヲ以テ此事ハ大構造ニ於テ必須ノ要件トナル

○第二百五十三章　疊石ノ求積　土木ニ於テ粗ナル疊石ハ立方碼ニテ稱シ密ナル者ハ立方尺ニテ稱ス

然レモ亦特別ノ數アリ即チ左ノ如シ

疊石ノ「ルウド」ハ表面ニ用ウレハ三十六方碼體積ニ用ウレハ二尺ナル特別ノ厚サノ三十六方碼ナリ此法ニテ建築ヲ算スルニハ表面工事ノ費額ヲ算スル爲ニ先ツ外面ノ數ヲ三十六方碼ノ「ルウド」ニテ取リ爾後面部外ノ費額ヲ算セン爲ニ此建築面ノ各部ノ外面ノ「ルウド」ナル面積ニ其厚サト二尺ト相有スル比準ヲ乘シ以テ面積三十六方碼厚サ二碼ナル体積ノ「ルウド」ヲ算ス此法ハ土木ヨリ造營ニ善ク適ス

○第六款　煉化石壁ノ造成

○第二百五十四章　普通原理　左ノ原理ハ煉化石ノ建築ニ於テ注意スヘキ者ナリ

壹　形狀不正ニメ健全ナラサル煉化石ヲ悉ク拋棄ス

貳　諸列ノ床ヲ其負フヘキ荷力ノ向ニ垂直ニ或ハ力所（ナリダケ）及垂直ニ置キ各列ノ煉化石ヲ其上下列ノ煉化石ト離斷接際ヲ爲シ其長サノ四分ノ一或ハ半マテ折リ重ナラシム

參　皆其表面ヲ拂淨シ之ヲ聳ム前ニ遍ク濡シ以テ灰泥ノ濕氣ヲ吸收スル過速ナラサラシムル

肆　各接際ニ遍ク灰泥ヲ塡メ注意メ其厚サヲ約ソ一寸ノ四分一ニ過キサラシムル

灰泥ノ過度ノ厚サニ至ラサランカ爲ニ詳記法ニテ煉化石幾列ノ厚サハ幾多ニ過ク可ラスト云ヘル一定ノ厚ヲ豫定スルヲ常トス譬ヘハ煉化石ノ厚サ二寸ト四分ノ三ナレハ築成メ四列ハ一尺ヨリ大ナラサルヿヲ詳記スルカ如シ此ハ其灰泥ノ厚サ平均一寸ノ四分ノ一ナルヘキヲ含ム

伍　「片磚」(Bats)即チ煉化石ノ小片ヲ用ウ可ラス「終結」(Closure)ヲ造ル爲メ卽チ壁端壁隅若ハ開口ノ側邊ヲ終フル爲ニ特別ニ要スルハ此例ニ非ス此時ト雖半片ヨリ小ナルヲ用ウ可ラス

煉化石壁ノ長廣ヲ舉ルニ煉化石ノ長サヲ一箇トスルヲ常トス譬ヘハ其用サタル煉化石ノ長サ九寸ナレハ（此數ヲ稱スルニ煉化石ナル語長キニ過ルヲ以テ更ニ磚ト譯ス）

半磚ハ四寸半ノ義

一磚ハ九寸ノ義

一磚半ハ一尺一寸半ノ義

二磚ハ一尺六寸ノ義

等追テ此ノ如シ

頁好ノ煉化石壁ニ要スル灰泥ノ體容ハ約ソ煉化石ノ五分ノ一ナリ

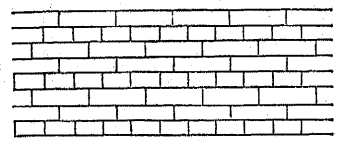
○第二百五十五章　煉化石壁ノ繫維(Bond)一箇ノ建築ニ用サタル煉化石ノ大小形狀皆平等或ハ殆ト平等ナルヲ以テ平等法式ニ隨テ建築スヘシ之ヲ煉化石壁ノ繫維ト名ク

平面ニ疊聳ニ於ル如ク煉化石壁ニ於テモ顯頭石ハ其縱ガ壁面ニ垂直ナル煉化石ニメ顯脇石ハ其縱ガ壁面ト平行スル者ナリ其長ハ大抵正ク廣サニ倍スルヲ以テ壁面ニ於テ一顯脇石ハ二顯頭石ト同面積ヲ塞ク

壹　英吉利繫維(English bond)ハ最強最牢ナル排列法ト言ル者ニメ第百六

十六圖ノ如ク段落ヲ定メ一列全ク顯頭石及顯脇石ニテ葺メル者ナリ或ハ顯頭列ト顯脇列ト迭現ハレ或ハ顯脇列二三若ハ四毎ニ一顯頭列ヲ置クアリ顯脇石ハ壁ヲ長形ニ繋維シ顯頭石ハ横形ニ繋維ス顯頭顯脇二列ノ比例ハ横形及ヒ長形ノ粘力關係ノ緊要ノ度ニ關ス(機應、二〇三)第百六十六圖ニ示セル顯脇石二列ニ顯頭石一列ノ比例ハ長厚同粘力ノ者ナリ故ニ尋常ノ例ニ於テ最良ト見做サル

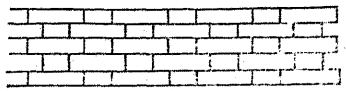
第百六十六圖



製造所ノ烟突ニ於テ之ヲ縦裂セントスル力ニ抗抵スヘキ長形粘力ハ横方粘力ヨリ緊要ナリ故ニ此建築ニ於テ顯脇石三四列毎ニ顯頭石一列ナルカ如キ顯脇石ノ比例大ナルヲ勸ム英吉利繋維ニテ煉化石壁ヲ築クニハ顯頭石一列ノ鉛直即チ邊接際ハ顯脇石一列ニ於ル者ノ二倍ナルカ故ニ顯頭石ヲ置クヲ大ニ注意メ此接際ヲ極メテ薄クスルニ非レハ二顯頭ニテ一顯脇石ヨリ稍長キ地位ヲ塞キ離斷接際ノ正ニ一磚ノ四分ノ一ノ處ニ在ルヘキ正位ヲ失フヘシ此ハ築造不注意ナル煉化石壁ニ於テ屢〻有リ其正シキ者ニ於テハ逐次ノ列ニ於テ中ヲ隔テヽ鉛直接際正シク上下ヲ爲ス

貳　不列密繋維(Flemish bond)(第百六十七圖)ハ各列ニ顯頭顯脇ノ二石ヲ迭ニ置キ各顯頭石ノ外端ヲメ其下列ノ顯脇石ノ中央ニ在ラシム鉛直接際ノ數各列相同シク離斷接際ノ一磚ノ四分ノ一ナル正位ヲ失フノ患ナシ而メ壁ノ外見英吉利繋維ニ於ルヨリ美麗ナリ然レ𪜈英吉利繋維ハ正ク築ケハ不列密繋維ヨリ強健安定ナリ

第百六十七圖



○第二百五十六章　繩鐵繋維(Hoop iron bond)　時トメ繩鐵片ヲ煉化石壁ノ床接際ニ平カニ置キ長形粘力ヲ增ス爲ニス其接際互ニ離斷スヘシ此毎片ノ兩端二寸程下方ニ直角ニ曲リ之ヲ置キタル列ノ鉛直接際中ニ挿入ス

繩鐵ノ横斷面積ノ總計ハ煉化石壁ノ面積ノ約ソ三百分ノ一ニ過ルヲ要セス

○第二百五十七章　接際塡隙（第二百四十八章ヲ見ヨ）

○第二百五十八章　煉化石壁ノ最下列ハ前後ニ一磚ノ四分ノ一ノ階段ヲ爲メ下方ニ擴張スルヲ常トス此卷ノ第四欵ニ評說セル原理ニ隨ヒ建築ノ重ヲ受ルニ足ル程ノ廣ナヲ得ルニ至ル

○第二百五十九章　突起列及ヒ頭蓋　煉化石ノ突起列ハ全ク顯頭石ヨリ成ルヘク頭蓋モ尋常煉化石ニテ作ルヘシ時トメ其頭蓋ヲ特別ニ此カ爲ニ造レル大煉化石ニテ作ルコアリ屢ゝ石造ノ突起列及ヒ頭蓋ヲ煉化石ト併用ス其强健安定ヲ要スル處ニ於テ殊ニ然リ

○第二百六十章　隅角ノ石造ナル煉化石壁ニ於テ殊ニ注意メ煉化石壁ノ床接際各箇ノ灰泥ヲ務メテ薄クセサル可ラス其故ハ此床接際ハ隅石ノ接際ヨリ三四倍モ多キヲ以テ灰泥ノ厚過度ナレハ其固定セルヒ煉化石ヲメ隅石ヨリモ多ク沈下セシム然レハ此カ爲ニ變狀及ヒ綻裂ヲ起シ或ハ建築ヲ破壞スルニ至ラン

○第二百六十一章　煉化石壁ノ勞力　左ニ記スル所ハガウズエイ氏ノ著書ニ在リ

一碼立方ニ付一人ノ日工

煉化石疊甃　使役者　足架設立

尋常煉化石疊甃　〇·六　〇·六　〇·二

煉化石ノ穹窿　〇·九　〇·九　一樣ナラス

穹窿ヲ造ルニ足架（アシカケ）ヲ建ルノ勞力ハ中心架（Centres）即チ造築進歩ノ際穹窿ヲメ暫時安ンシシムルノ木架（Timberbrames）ヲ設クルノ勞力ヲモ含ムナリ此構造ハ尙後ニ論スル所アリ

○第二百六十二章　煉化石壁ノ求積　不列甸ノ土木目的ニ於テ煉化石壁ノ數ハ立方碼ニテ言フヲ常トス然レトモ亦左ノ如キ別法アリ

煉化石壁ノ厚ハ孰レモ一磚及半磚ニテ表セル者ナリ其面部ノ面積ノ算法ハ其面積ヨリ一磚半ナル制定ノ厚ノ壁ノ面積ヲ算シ同シ立方積ヲ求メ此

化シ得タル面積ヲ各一三十箇四分ノ一立方碼ノ「ロッド」及ヒ方碼ニテ表スルニ在リ

一磚半ノ厚ナル煉化石壁ノ一「ロッド」ハ煉化石一箇ノ長九寸ナレハ十一箇三分ノ一立方碼ニ甚近シ

○第七款　拱壁(Buttresses)及ヒ保壁(Retaining walls)

○第二百六十三章　疊石及ヒ煉化石壁ノ片塊一般ノ安危(機應、二一一)ハ既ニ第百三十九章ニ述タル狀ニ關スル卽チ構造ガ顚覆ニ由テ崩壞セサランコトヲ要スル位置安定及ヒ甲乙二列間ノ滑脫ニ由テ崩壞セサランコトヲ要スル摩擦安定是ナリ而メ此二狀ハ各列ノ床接際ニ於テ之ヲ遂ケサル可ラス左ニ擧ル所ハ推算ニ適當スヘキ公式ヲ用サテ此狀ヲ表スルノ最モ便宜ノ法ナリ

壹　位置安定ハ設ケタル床接際以上ノ一團ヲ顚覆セントスル力ヲメ其接際以上ノ一團ノ安定力ニ踰エサラシムルヰハ則チ之ヲ穩保スヘシ

設ケタル床接際ニ於ル安定力ヲ記號ニテ表スルニハ第一ニ此接際ニ於ル「壓心」卽チ「抗抵心」ガ構造ノ安定ヲ害スルコト無クメ床心ヨリ偏倚シ得ヘキ最大距離ヲ定ムルニ在リ

乍ヲ此床接際ニ於テ石壁ノ厚ヶト相有スル偏倚ノ最大無難率トス

穹狀拱壁(Flying buttresses)及ヒ穹窿ノ柱楹及ヒ憑臺ニ於テハ概メ乍ヲ制限メ第二百三十六章ノ岩石基礎ニ付テ揭ケタル規則ニ隨ハンコトヲ勸ム卽チ其壓力ハ平等變化ノ迫力ナルヲ以テ床ノ或ル點ニ於テ引張アル可ラストス云是ナリ乍ノ諸量ニ付テハ第百七十九章ヲ見ルヘシ其最モ通常ノ者ハ矩形ニ於ル者ニメ$\frac{1}{3}$是ナリ

土若ハ水ノ押壓ヲ支持スル保壁ニ於テ左ニ擧ル者ハ實地ノ保壁ノ大ヶヨリ誘致セル乍ノ平均數ナリ

不列甸工師ノ慣例ニ隨ヘハ殆ト$\frac{3}{8}$＝.375

佛國工師ノ慣例ニ隨ヘハ十$\frac{3}{4}$＝.3ヨリ.25ナリ

左ノ法ハ物料ノ壓挫セスメ必安全ナル矩形構造ニ於ル牛ノ最大量ヲ定ムルノ法ナリ而メ是ハ壓力ノ烈度床接際ノ壓縮緣(Compressed edge)ヨリ內方ニ同比例ニ減スルヿ灰垜ハ著シキ引張ヲ爲サヽルヿ及ヒ此ヲ以テ抗抵心ノ壓縮緣ヨリノ距離ハ壓力ノ分賦セル壁厚ノ三分ノ一ナルヿノ想像ヨリ來ルナリ

抗ヲ設ケタル床接際ノ壓力全計

廣{厚}ヲ此接際ニ於テ石壁ノ{廣狹/厚薄}ノ尺數

力ヲ方尺上ノ最大無難壓力ノ斤數(約ヶ壓挫荷力ノ八分ノ一ナリ)トス然レハ

$$力' = {}^{2}抗 \div \left(\frac{3}{2} - \frac{3牛}{廣厚ナリ故ニ}\right)$$

$$牛 = \frac{1}{2} - \frac{{}^{2}抗}{3力'廣厚} \quad \cdots\cdots\cdots\

$n = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdots \cdots \cdots

ノ狀ナモ表ス

$$\text{啣}(\text{天}'\text{斗餘弦}-\text{地}'\text{斗正弦})\text{ノ}\text{噸}\cdots\cdots\cdots

ル者ナリ摩擦安定ノ狀ヲ遂クル爲ニ甲己乙ナル角ハ息角ノ餘角ヨリ小ナルヘカラス

之ヲ代數式ニテ表スルニハ左ヲ注意スヘシ

丙丁＝天′　丁己＝地′　癸＝0

此故ニ前章ノ五ノ方程式左ノ狀トナル

$$\frac{\text{地′斗正弦}-\text{天′斗餘弦}}{\text{卯重高廣厚}+\text{地′斗正弦}}\text{乙}\leqq\text{參正切}\quad\cdots\cdots\cdots

參　特別ノ例　矩形拱壁(機、應、二一四)　矩形拱壁ニ於テ廣ナル廣サ及ヒ厚ナル厚サハ不變ナリ而ノ高ヲ丙點ヨリ拱壁ノ頂マテノ高サトスレハ

高＝高。＋天

ハ設ケタル接際以上ノ高サナリ亦或ル接際以上ノ部分ノ重心ハ此接際ノ中心以上ニ鉛直ニ在ルヲ以テ永＝〇ナリ而シテ

壁＝重高廣厚

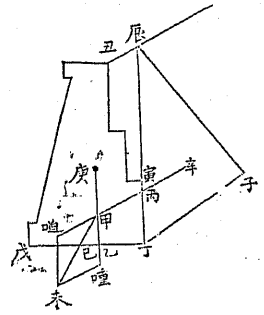
ナル故ニ卯＝1

(三)ノ方程式ニ於テ此量ヲ交換スレハ左ノ結果ヲ與フ此式ニ於テ天ハ壁ノ丙ヨリ基底マテノ深サヲ表ス

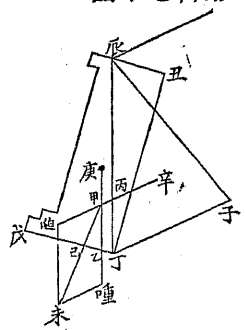
$$\text{厚} = \sqrt{\left(\frac{\text{咽斗餘弦}}{\text{午重廣}}\right)} \quad \cdots\cdots\cdots\

疊石ノ層底、己ハ此基底ノ抗抵心、乙ハ此基底ニ安スル重體ノ重心ナル庚ノ鉛直下ノ點甲噸ハ其重サヲ表スル線甲噸ハ土ノ排擠力ヲ表スル線ナリ甲噸未噸ナル平行方形ノ對角線ナル甲未ハ丁戊ナル基底ニ於ル合成壓力ノ線ニメ此基底ヲ己ナル抗抵心ニ於テ切ル

第百六十九圖



第百七十圖



兩圖ニ於テ丁辰ハ壁底ノ丁ナル內緣ヲ斷ツノ鉛直面ニメ隈ノ上面ヲ辰ニテ切ル者ナリ第百六十九圖ニ於テ全壁此鉛直面ノ前面ニ在ルヲ以テ丁戊上ニ安スル甲噸ニテ(卽チ單ニ噸ニテ)表セル重サハ疊石、幷ニ此基底ノ直上ニアル(辰丑寅ニテ表セル)土塊(之アレハ)ヲ併セタル重サヨリ成ル庚ハ疊石土塊合併團ノ通重心ニテ辰丁ナル平面ノ前面ニ位ス

第百七十圖ニ於テハ之ニ反メ疊石ノ丁丑辰ナル一分辰丁ナル平面ノ後面ニ在リ丁丑辰ナル三角柱ガ土ニテ成ル者ナレハ其重量ヲ受クルハ其下ノ土ナリ故ニ此三角柱下ノ土ハ疊石ノ三角柱ノ重サト同容ノ土ノ三角柱ノ重サヲ支ユルニ足ル程ノ壓力ヲ鉛直ニ上方ニ用ウ此故ニ丁戊ナル其底上ニ安スル重サノ甲噸ニテ(卽チ單ニ噸ニテ)表セル者ハ壁ノ鉛直層ニ於ル疊石ノ重サヨリ成リ丁丑辰ヲ塡ツヘキ土ノ重サヲ缺ク庚ハ辰丁ナル平面前ノ戊丁辰ナル疊石ト丁丑辰ナル三角柱トノ通重心ナリ此三角柱ノ重サハ疊石ノ土ニ越エタル量ニ等シト見做ス

土ガ辰丁ナル鉛直面ヲ壓スノ力(此ハ隈ノ上面ト平行シ甲噸卽チ單ニ噸ニテ表スル者)ハ辰丁子ナル三角柱ノ重量ニ等キヿハ既ニ第百八十三章第伍項ニ示セリ其隈面ト平行セル丁子ハ辰丁ナル鉛直ノ深ニ或點ノ配合壓力ノ比準ヲ乘スル者ニ等シ

$$\frac{\text{迫}'}{\text{迫}} = \frac{\text{斗餘弦}_2 - \text{參餘弦}_2}{\text{斗餘弦} + \sqrt{(\text{斗餘弦}_2 - \text{參餘弦}_2)}}$$

此比準ハ隄ノ斗ナル斜傾及ヒ參ナル息角ニ關スル面メノ此壓力ノ合成ハ丁點以上左ノ高サニ於テ丙點ヲ過ク

$$\frac{\text{辰丁}}{\text{丙丁}} = \frac{\text{天}}{3}$$

事ノ簡易ノ爲ニ(重ハ土ノ體積一箇ノ重サナルヲ以テ)左ノ如クス

$$\text{重}' \text{斗餘弦} \frac{\text{迫}'}{\text{迫}} = \text{重}_{-}$$

然レハ第百八十三章ノ(十八)ノ方程式左ノ狀トナル

$$\text{咆} = \frac{\text{重}_{-}\text{天}^{3}}{2} \cdot \cdots\cdots\cdots\

其方程式ノ兩邊ヲ

卯(午土午′)重天³癸餘弦²

ニテ除ス事ノ簡易ノ爲ニ

$$\frac{\text{重}\cdot\text{斗餘弦}}{6\text{卯}(\text{午土午}')\text{重癸餘弦}^3}=\text{甲}$$

$$\frac{\text{重}\cdot(\text{午}+\frac{1}{3}\text{斗}+\text{癸})\text{正弦}}{4\text{卯}(\text{午土午}')\text{重癸餘弦}^2}=\text{乙}$$

トスレバ

$$\frac{\text{厚}^2}{\text{天}^2}=\text{甲}-\frac{2\text{乙}}{\text{天}}\cdots\cdots\cdots

$$甲 = \frac{重_{-斗}餘弦}{6午重} \qquad 乙 = 重_{-(午+\frac{1}{60})斗正弦} \div 4午重 \quad \cdots\cdots\cdots (一)$$

第壹　隄面ガ斗＝〇ナル程ニ水平ナレバ

$$重_{-} = 重' \frac{1 - 參正弦}{1 + 參正弦} \qquad 乙 = 〇$$

ニ乂壁厚ノ其高サニ於ル比例左ノ如シ

$$厚 = 乙甲 = \sqrt{\left\{\frac{重'(1 - 參正弦)}{6午重(1 + 參正弦)}\right\}}$$

$$= \left(\frac{90^{0} - 參}{2}\right)正切 \sqrt{\frac{重'}{6午重}} \quad \cdots\cdots\cdots (11)$$

然レバ第二百六十五章(五)ノ方程式左ノ如シ

$$乙頂甲水正切 = \frac{隨}{種} = \frac{重_{-}天}{2重厚}$$

$$= \sqrt{\left\{\frac{3午重'(1 - 參正弦)}{2重(1 + 參正弦)}\right\}} 乙參' 正切 \quad \cdots\cdots\cdots (三)$$

壁ノ安スル所ノ物料ガ隄ト同質ナレバ參'＝參トナスベシ而ノ此場合ニ於テ(三)ノ方程式ヲ自乘シ左ノ事實ニ注意スレバ

$$參正切^{2} = \frac{參正弦^{2}}{1 - 參正弦^{2}} = \left(\frac{參正弦}{1 - 參正弦}\right)^{2} \cdot \frac{1 - 參正弦}{1 + 參正弦}$$

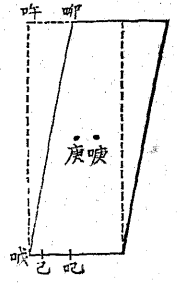
則チ左ノ方程式ヲ得

$$\frac{3午重'}{2重} 乙\left(\frac{參正弦}{1 - 參正弦}\right)^{2} \quad \cdots\cdots\cdots (四)$$

土ノ比量ヲ疊石ノ比量ノ五分ノ四卽チ重小重'＝5小4ト假定スレバ此方程式ハ參ガ二十四度ヲ越ユル間ハ3小0ナル午ノ尋常量ニテ滿足スルヲ見ル(四)ノ方程式ガ午＝3小8ニテ滿足ス可ラサルトキハ午ノ侑小ナル量ヲ左ノ方程式ニテ定メサル可ラス

$$午 = \frac{2重}{3重'}\left(\frac{參正弦}{1-參正弦}\right)^2 \quad \cdots\cdots\cdots\

第百七十二圖

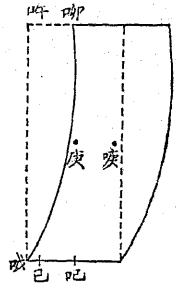


唊吟ナル鉛直面ト唊咖ナル所計壁ノ面ノ間ニ含メル唊吟咖ナル面積ヲ天ナル高ニテ除スレハ

$$午'厚=\frac{唊吟咖}{天}\quad\cdots\cdots\quad(一)$$

ハ矩形壁ノ重心ヨリ斜壁若ハ曲壁ノ庚ナル重心マテノ距離ニメ形象ノ變化午ハ十午'午ノ比準ニテ安定力ヲ增遇スル即ヲ今其安定力左ノ如シ

第百七十三圖



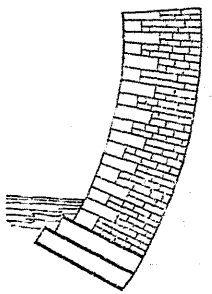
$$噸(午+午')厚=(午+午')重天厚'\quad\cdots\cdots\quad(二)$$

唊咖カ直線(第百七十二圖)ナレハ

$$午'厚=\frac{唊吟}{2}\quad\cdots\cdots\quad(三)$$

唊咖ガ拋物弧線ナレハ

第百七十四圖



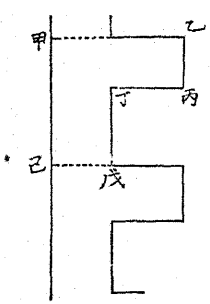
$$午'厚=\frac{2唊吟}{3}\quad\cdots\cdots\quad(四)$$

此ハ唊咖カ圈ノ弧線ナルヨリ正シキ公式ナルコト明ナリ

曲傾面ノ諸壁ハ第百七十四圖ニ示ス如ク築クヲ常トス其床接際ハ壁面ニ垂直ナルヘシ是レ基底上ノ壓力ノ斜傾ニ減センカ爲ナリ

○第二百六十九章　抗隄(Counterforts)(機應二二二)ハ保壁ノ內面ノ突出部ナリ疊石ノ繫維法ニヨリ本隄ト抗隄ヲ連合スル長繫石ヲ用井テ善ク保護ス

第百七十五圖



ソハ厚薄部分ノ相連ナレル一長隄ニ等シ此類ノ壁ノ長ヲ一箇ナル者ノ安定力ハ其繫維法宜シケレハ二抗隄間ノ一部ノ安定力ト抗隄ニ由テ厚ヲノ增加セル一部ノ安定力トヲ相加ヘ此二部ノ合長ニテ除スレハ實地ニ於テ精細トスルニ足ル程ノ者

ヲ得ヘシ

例ヘハ第百七十五圖ヲ垂直矩形保壁ノ平面即チ水平斷面ノ一部分トシ其高サハ高ニメ同高ナル一行ノ矩形抗隄アル者トス、厚ニ己戊ヲ二抗隄間ノ壁厚、乙ニ戊丁ヲ其長サ噸ニ甲乙ヲ抗隄アル部ノ抗隄ヲ併セタル壁厚丙ニ乙丙ヲ其長サトス

第一部ノ安定力左ノ如シ

$$\text{全重高乙厚}^{\circ}$$

第二部ノ安定力左ノ如シ

$$\text{全重高丙噸}^{\circ}$$

此二力ヲ相加ヘ乙＋丙ニ甲己ナル全長ニテ除スレハ長サ一箇ニ於ル平均安定力ヲ求ム可キヿ左ノ如シ

$$\text{全重高} \cdot \frac{\text{乙厚}^{\circ}\text{＋丙噸}^{\circ}}{\text{乙＋丙}} \quad \cdots\cdots\cdots\

ス

前ノ如ク天ヲ此壁ノ高サ

丙ヲ多積ノ高サ

厚″ヲ第二百六十六章ノ(二)ノ方程式ニテ算セル如ク水平隅ノ支持ニ要スル厚サ

厚′ヲ第二百六十六章ノ(六)及ヒ第二百六十五章ノ(四)ノ方程式ニテ算スル如ク天然無限長斜隅ノ支持ニ要スル厚サ

厚″ヲ多積保壁ニ要スル厚サトス然レハ

$$\text{約ク}\quad 厚''=\frac{天厚+\frac{2}{3}丙厚'}{天+\frac{2}{3}丙}\quad\cdots\cdots\cdots

內ニ在ラシムル程ニ壁底ノ壓心ヨリ內方幾許ノ距離マテ面石ノ床ヲ延擴スルニ在リ

保壁ノ前面ニ於テ其基底ニ沿ヒ鑿開ノ斜面脚ニ在ルト同樣ノ(第百九十三章ヲ見ヨ)疏水溝ヲ造ルヘシ壁後ヨリ水ヲ洩ス爲ニ「流落孔」(Weeping hole)ト名クル直立楕圓ノ小孔ヲ壁背ニ穿ツ其廣サ二三寸深サハ石壁ノ一列ナルヲ常トス之ヲ正シキ距離ニ分賦ス其尋常比例ハ壁面四碼毎ニ一箇ナリ

保壁ノ背部ハ土ノ滑落ヲ拒ク爲ニ粗樸ナルヘシ尙ホ能ク此目的ヲ達スルニハ第百六十九圖ニ例示セル如ク階段ヲ背ニ造ル

保壁ノ大ナル者ハ面背共ニ列塊石ニテ築キ或ハ面ヲ平面石、背ヲ列塊石トス「壁芯」ハ列疊石若ハ固結石即チ强結成石ヲ面背ト同シ深サニ端正ノ列ニテ疊ムヘシ

壁背ノ物料ガ淨砂或ハ細石ニノミ能ク容易ニ水ヲ通シ且ツ流落孔ニテ洩ル程ナレハ第百九十八章及ヒ二百章ニ詳說スル如ク層段ニ於テ擔定スルヲ必要トスルノミ然レモ粘土ノ如ク水ヲ抑留スル者ナレハ少ナクモ厚サ一尺ノ石若ハ粗キ細石ノ鉛直層或ハ乾疊石壁ヲ保壁ノ背部ノ土ト疊石ノ間ニ置キ疏水ノ用ヲ爲サシメサル可ラス

保壁ノ背後ニ收水溝ノ屢必用ナルヲアリ此ハ或ハ各自ニ流水口ヲ存シ或ハ壁底ノ前面ナル疏水溝ニ管ヲ通ノ其水ヲ泄スモ可ナリ

壁背ノ物料眞土質(Loamy)ノ者ニノミ水ヲ飽充スレハ流沙或ハ泥トナリ有力ノ疏水法ニテ斯飽充ヲ防ク方法ナキ者ナレハ此飽充ヨリ起ル壓力增加豫防ノ一法ハ壁ノ所要ノ厚サヲ算スルニ其土ヲ流體ノ如ク見做シ公式中ノ參ヲ‖〇ト爲スニ在リ

此禍害豫防ノ別法ハ水ノ爲ニ息角ノ感動セサル碎片石若ハ粗キ細石ノ斜傾隈ヲ壁後ニ就テ造成シ其間ニ此ヨリ柔ナル物料ヲ充ツルニ在リ此例ニ於テ壁ニ働ク壓力ハ常ニ牢固物ノ其固有ノ息角ニテ傾キタル隈ノ壓力ニ大ニ越ユルヿ無ル可シ

穹窿ノ扶助ニテ保壁ニ働ク壓力ヲ輕減スルノ主旨及ヒ特別ノ方畧ヲ用サテ沼地ニ基礎ヲ保固スル主旨ハ尚後ニ論スヘシ

保壁ノ頭蓋ハ大平坦石ヲ顯頭石ノ如ク置ク

○第二百七十二章　保壁ノ地維(Land ties)　保壁ノ柔軟基礎ニ安ク大壓力ヲ受ル者ハ建壁ノ事業ト相離レサル鑿開、建築及ヒ隄防ノ爲ニ混亂セサル程ノ壁後ノ牢固ナル地層中ニ鉛直鐵板ヲ伏藏シ之ニ鐵杆ニテ繫維シ以テ其安定性ヲ增加スヘシ

矩形鉛直繫維板ノ地面ヨリ上緣及ヒ下緣マテノ深サヲ各自ニ天一及ヒ天二トシ其廣サ毎一尺ノ保持力ハ左ノ公式ヨリ其近眞數ヲ算スヲ可シ

重ヲ土一尺立方ノ重ヲ參ヲ其息角

保ヲ廣一尺ニ於ル保持力トス然レハ

$$保=重\cdot\frac{天_2^2-天_1^2}{2}\cdot\frac{參\text{正弦}}{參\text{餘弦}}\cdot\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

地面ヨリ此板ノ壓ヲ受ケテノ深サハ左式ニテ得ラル

$$\frac{2}{3}\cdot\frac{天_2^3-天_1^3}{天_2^2-天_1^2}\cdot\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(11)$$

此中心ニ繫杆ヲ定着ス

保壁ノ前方滑脫ニ付テ其保固ヲ繫杆ノミニ托スルキハ壁後ノ土ノ合成壓力ノ線即チ其基底ヨリ高サノ三分ノ一ノ處ニ於テ壁面ニ置ル板ニ繫杆ヲ固定セサル可ラス然レヒ此ヲ基礎ト繫杆ノ間ニ分賦スヘキキハ之ヲ尚高ク置カサル可ラス譬ヘハ基礎ニテ横排擠ノ半ヲ負擔シ繫杆ニテ半ヲ負擔ス可シハ繫杆ヲ基底以上三分ノ二ノ處ニ定ムルカ如シ

○第二百七十三章　保壁ノ抗材(Grut)　保壁ノ基底ノ前方滑脫ヲ禦ク爲ニ疊石若ハ煉化石ノ水平抗材ヲ連ヌ其之ヲ抗拒スルノ力ハ前章ニ述ヘタル繫

維板ノ保持力ト其原理ヲ同シクス

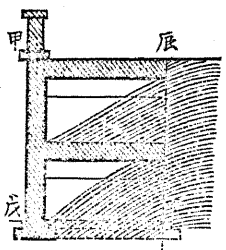
軟地ノ鑿開ノ兩邊ニ保壁アルヒ此兩壁ノ基礎ヲ相離隔スヘシ而メ其前方滑脫ヲ防クニハ其間ニ瓦ソル反對穹窿ヲ連ヲ鑿開ノ底以下ニ橫在メ橫抗材ノ用ヲ爲サシムルニ在リ

此壁ノ上部ヲ離隔メ保ツニハ鑄鐵若ハ煉化石ノ稍穹狀ナル肋材ヲ用ウルニ在リ此肋材ハ壁底以上約其高ノ三分ノ二ノ處ニテ壁ヲ抗ス

○第二百七十四章　扶助穹窿(Relieving arches)　一行ノ穹窿アリ其軸及ヒ其柱楹ノ面ガ土隄面ト直角ヲ爲ス者之ヲ名ケテ「扶助穹窿」ト云フ一層ナルアリ數層ナルアリ其前端ハ鉛直壁ニ密着ス故ニ其穹道(Archways)ハ之ニ抗スル土ヲ拒クヘキ程ノ長ナレヒ恰モ保壁ノ看ヲナス第百七十五圖ハ背後ニ二層ノ扶助穹窿アル壁ノ橫斷面ヲ表ス其高ヨリ長ヲ算シ長ヨリ高ヲ算スルニ左ノ近眞公式ヲ用ウ其

天ハ表面以下穹頂ノ深サ

第百七十五甲圖



高ハ其高サ

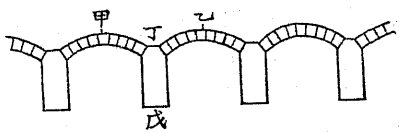
長ハ其長サ

參ハ其土ノ息角ヲ表ス

$$\text{長}=\text{參餘切}\left(\frac{\text{高}}{1+\frac{\text{天}}{(1+\text{參正弦})^2}}\right)\quad\cdots\cdots\cdots

七十六圖ハ水平弧狀壁ニテ連合セル一行ノ拱壁ノ平面卽チ水平斷面ヲ表ス

第百七十六圖



斯拱壁ニ要スル厚ハ$t=\frac{r}{2}$ナル厚サヲ求ムルニハ

嚨チ拱壁ニテ支持スル土塊ノ廣サナル甲乙

廣チ拱壁ノ廣サ

厚チ第二百六十六章ノ(二)ノ方程式ニテ算シタル同土隄ヲ支持スルニ要スヘキ平等壁ノ厚サトス然レハ

$$\text{壕}=\text{厚}\cdot\sqrt{\frac{\text{壕}}{\text{廣}}}\qquad \text{廣}=\text{壕}\cdot\frac{\text{厚}^2}{\text{壕}^2}\qquad\cdots\cdots\cdots\cdots(一)$$

軟地ニ於テ拱壁ノ基底ハ壓力ヲ分賦スル爲ニ反對穹窿ヲ用サテ連合シ平臺(Platform)或ハ多積土隄ヲ支持スル者ハ止ヲ得サレハ其頂ヲ穹窿ニテ連合スル此場合ニ於テ第二百七十章ニ於ル如ク厚ヲ算スヘシ

○第八款　石及ヒ煉化石ノ穹窿

○第二百七十六章　石穹窿構造通法(Arches of stone)(機應ニ一一三)　疊石ノ穹窿ハ環欽(Sector of ring)卽チ車輞狀ナル弧石(Arch stone or voussoirs)ト名クル楔狀ノ石ヲ列シ互ニ床接際ト名クル面ニテ相壓シ相持スル者ヨリ成ル此接際ハ穹窿ノ頂格(Soffit)ニ垂直ニ或ハ殆ト垂直ナルヘシ亦此頂格ハ數學語ニテ內背(Intrados)トモ云フ外背(Extrados)ナル語ハ或ハ弧石ノ環ノ上面ニ用サ或ハ其上部ノ疊石實體卽チ背積(Backing)ノ上面ニ用サ又或ハ永久負擔物ノ全塊ノ上面ニ用ウ(又第百三十二章ヲ見ヨ)弧石環ノ外面卽チ凸面ハ曲面ナルモ階段ナルモ弧石自家ノ荷力ノ外ニ他物ノ重サヨリ生スル鉛直壓力ヲ支持シ又此外面多クハ展張外積(Spandrils)及ヒ憑臺(Abutments)ニ橫排擠或ハ斜排擠ヲ起ス又憑臺ハ最下弧石ノ橫排擠或ハ斜排擠ヲ支持ス穹窿ノ始マル所ノ列石ヲ起初列(Springing course)又ハ斜背(Skew back)ト名ク此乙語ハ其上床及ヒ下床互ニ斜接スルヲ用ウル語ナリ時トメ穹窿直ニ地上ニ始マリ以テ其憑臺ヲ基礎ノ態ト爲スコアリ

弧環ノ平面ニ穹窿上ニ立ツノ壁ヲ穹上壁(Sparil wall)ト名ク橋ノ穹窿ニハ一雙ノ外穹上壁(External spandril wall)ヲ要ス穹窿ノ兩面ニ各一箇ナリ、其中間ハ一定ノ水準マテ充實疊石ニテ塡上シ時トメ其上ニ土若ハ碎石ヲ充テ又ハ外穹上壁ト平行メ內穹上壁(Internal spandril wall)ヲ連ネ其間ニ空處ヲ存ス、此造成法ハ安ト輕ノ兩益アリ、道路ニ用ウル連續平臺(Continuous platform)ヲ造ルニハ內穹上壁ノ間ニ或ハ硬石、板石(Slate)ノ如キノ層片ヲ以テ蓋ヒ或ハ小ナル橫穹窿ヲ展張ス、此時外穹上壁ハ此穹窿ノ憑臺ナレハ其排擠ニ抗スルニ足ル程ノ安定力ヲ存セサル可ラス又展張外積ガ土若ハ碎石ヲ充ツル者ナレハ外穹上壁ハ此充塡物ノ壓力ニ抗スルニ足ル程ノ安定力ヲ存セサル可ラス

○第二百七十七章　穹窿ノ疊聳(Masonry of arches)　背積(Backing)　穹窿ニ用ウル疊石ノ種類ハ平面石若クハ列塊石ナリ其床ハ弧環ヲ貫ケル排擠力ノ向ニ垂直ニ或ハ殆ト垂直ニメ邊接際ハ床及ヒ頂格ニ垂直ナリ、通常ノ方正

穹窿(Square arches)ニ於テ穹道ノ軸穹窿ノ兩面ニ垂直ニメ床接際平面ナリ」斜歪穹窿(Skew arches)ニ於テハ皆曲面ニメ其形狀ハ後章ニ詳說スル原理ニ隨フ

穹窿疊石ノ因テ以テ築造スヘキ原理ハ他事ニ就テハ皆既ニ第二百四十二章三章ニ詳明セシ者ト同シ一ノ注意スヘキハ穹窿ノ穩定(Settle)スルニ隨ヒテ起ルヘキ拉毀(Strain)ヲ務メテ微小ニセンカ爲ニ石ヲ精細ニ斷斫疊聳シ床接際ヲ薄クシ且密接セシムルニ在リ此ヲ確保セントテ或工師ハ始ニ乾燥穹窿ヲ築キ而メ後流動灰堀(Grout or lequid mortar)ヲ接際ニ注入セリ然レトモ此法ノ利害疑ハシ、又或ル工師ハ壓力ヲ石間ニ分賦スル爲ニ鉛葉ヲ插メリ

穹窿ノ背積ハ列塊石、列蠻石若ハ亂蠻石(Random rubble)時トメハ結成石ヨリ成ル、穹窿背ヲ斷テ階段ト成ストキハ背積ヲ此階段ト同深ノ列ニ築キ且ツ然ク之ト繫維スル時トメ車輻列(Radiating course)ニ築ク其床ハ弧石ノ床接際ノ

引長線ナリ此法ハ兩種共ニ強力安定力ニ於テ効アリ

充實背積(Salid backing)ヲ築上スヘキ高サハ次章ニ詳明スル原理ニ由テ之ヲ規正ス

背積ノ上面及ヒ穹窿ノ中頂ニ背積ナキ部分アレハ此部モ搗粘土(第二百六章)混和灰沙(第三百三十一章)或ハ礦脂質結成石(第三百三十四章)ノ如キ水ノ滲入セサル物料ヲ以テ被覆ス就中結成石ヲ最モ良トス此穹窿以上ノ構造ニ滲入スル雨水ハ此被覆ノ谷即チ最低部ニ流ル此ニ由テ管若ハ他ノ便宜ナル出路ヲ設ケテ之ヲ排泄ス

○第二百七十八章　煉化石ノ穹窿ハ或ハ頂格ノ半徑ニ適當スル程ニ模造(Mould)シ又ハ磨礪メ楔狀トナセル煉化石ニテ築キ或ハ尋常ノ者ニテ築ク甲ニ於テ其繫維法ハ壁ニ於ルト同シ(第二百五十五章)乙ニ於テハ其床接際ヲ外背ノ方ヨリ內背ノ方ヲ薄クメ穹狀ニ修整シ或ハ曲度急ナレハ接際ノ外緣ニ薄キ板石片ヲ打入ス而メ種々ノ繫維法ニ從事ス最モ通常ノ法ハ數環ヲ厚サ各半磚ナル同中心ニ築クニ在リ再言スレハ煉化石ヲ盡ク顯脇狀ニ疊登シ諸環ノ連合ヲ灰泥若ハ灰沙ノ粘力ニ依賴スルナリ此法ハ少ナクモ煉化石同樣ノ粘力アル灰沙ニテ登ムニ非サレハ其強ヲ損ス別法ハ一雙ノ半磚環ヲ連合セシカ爲ノ如ク其間ニ顯頭列ヲ夾ムニアリ此ヲ爲スニハ或ハ一雙ノ半磚環ノ外環ノ接際ヲ板石片ニテ厚クシ以テ顯頭石二列間ノ各環中同數ノ顯脇列アラシメ或ハ顯頭列毎雙ノ間ニ外環ニ於テ內環ヨリ一列多キ顯脇列アル程ニ相隔テ、顯頭列ヲ置クニ在リ前法ハ最モ長半徑ノ穹窿ニ適シ後法ハ短徑ノ者ニ善ク適ス

穹窿ノ周圍半磚環ノ間ニ幷ニ長形且車輻狀ニ箍鐵繫維ヲ置クハ煉化石ノ穹窿ヲ強ムルニ甚要用ナリ穹窿ヲ車輻狀ニ橫斷スル箍鐵紐ハ之ヲ曲ケテ背積及ヒ展張外積ノ床接際ニ引長スマアク、アイサムバアド、ブリュネル君ハ箍鐵繫維ノ扶ケニ由テ強灰沙ニテ登ミ煉化石ノ半穹窿ヲ築ケリ是ハ三角支柱(Bracket)ノ如キ憑臺ヨリ六十尺ノ距離マテモ突出シテ立テリ然ルニ其基

礎ヲ掘リ穿ツマテハ破壞セサリシ

○第二百七十九章　中心架用法(Centres)　中心架ハ木若ハ鐵ノ假構造ナリ(然レ𪜈木ヲ尤モ通常トス)穹窿完成ノ自家相維持スルマテ之ニテ弧石ヲ支持スルナリ其強弱、安危、及ヒ造成ノ原理ハ木工術(Carpentry)ノ條ニ之ヲ詳說スヘシ

中心架ハ約ソ五六尺隔タレル平行肋材ノ外邊ヲ穹窿ノ頂格ト平行セル容ニ曲形ニシ後材(Haggings)ト名クル一連ノ横板ヲ受クル者ヨリ成ル此後材ハ直ニ弧石ノ此ニ安スル者ナリ

中心架ノ尤モ奮ク且尤モ通常ノ者ハ穹窿ノ各部ヨリ一時ニ承材ヲ取除キ得ル程ニ其下面ヨリ楔ヲ打出スレハ能ク一片ニテ盡ク降下即チ打下スヘキ者ナリ、其改良セル者ハハアトレイノ始メテ用サシ者ニメ其各後材ヲ楔若ハ木螺ニテ肋材ニ架シ以テ列ヲ追テ弧石ヨリ取外シ又其穩定ノ爲ニ此ヲ外スノ過速ナルヲ證スレハ再ヒ之ヲ故ニ復スルヲ得セシム

背積ノ充實部既ニ築成シ灰垢穩定ノ時ヲ經タルニ非レハ中心架ヲ打下ス可ラス、又穹窿ノ一弧狀既ニ成リ其間ニ柱楹(Pier)ヲ建テ、支ユルヿト雖所謂憑楹(Abutment pier)ナル者ニメ憑臺ノ用ヲナス程ノ十分ノ安定性アル者ニ非サレハ柱楹ノ一邊ニ穹窿ヲ憑ラシムルノミニメ中心架ヲ打下ス可ラス

○第二百八十章　穹窿上ノ壓力ノ線　安定ノ狀機(應ニ二二四)　弧環ノ各床接際ヲ貫ケル直線ヲ畫キ其接際ニ於ル合成壓力ノ位置及ヒ方向ヲ表スレハ斯ク畫ケル諸線ハ多邊形ヲ造爲ス此多邊形ノ角ハ兩レモ其各自ノ交界邊ニ相當シタル一雙ノ接際ノ間ナル弧石上ニ働ク合成外力ノ作用線ニ位ス此ニ由テ此多邊形ハ弧石上ニ働ク力(自家ノ重量ヲ併セテ)ヲ其角ノ處ニ負擔セル多邊架工ト同形ナリ、此多邊形ノ中ニ其諸邊ニ觸ル、程ニ畫ケル曲線ハ則チ穹窿ノ壓力線ナリ弧環ヲ支分セル弧石愈小ニメ愈多ケレハ多邊形愈曲線ト合スル而メ此曲線即チ壓力線ハ眞穹窿上ニ働キ連續分賦セル

力ニテ平衡スヘキ想像ノ線狀穹窿ヲ表ス此線狀穹窿ハ多邊形ノ其諸邊カ床接際ノ抗抵心ヲ橫斷スル者ニ近似スレハ線狀穹窿ノ此接際ヲ切ルノ點ヲ抗抵心トスルモ大差ナカルヘシ

今穹窿ノ安定性ヲ確保セシメンカ爲ニ接際ノ外緣モ內緣モ開展ニ傾カサラン[1]ヲ要ス而メ又此事ノ爲ニ各接際ノ抗抵心カ接際ノ中心ヨリ接際ノ深サノ六分ノ一ヨリ多ク偏倚ス可ラス再言スレハ抗抵心ハ接際ノ深サノ中央三分ノ一ノ中ニ在ルヘシ左ノ理題ハ此ヨリ來ル

理題　眞穹窿上ニ働ク力ニテ平衡シタル線狀穹窿ヲ弧環ノ深サノ中央三分ノ一ノ中ニ畫ク[2]ヲ得レハ其安定性ヲ確保スヘシ、第百三十二章及ヒ此章ニ關係セル前章及ヒ第百三十三章ヨリ三十九章迄ニ說明セル想像ノ線狀穹窿ニ應用シ得ヘキハ此理題ニ由テナリ(編首ノ追加ヲ見ヨ)

實地大半ノ例ニ於テ新鮮灰泥ノ粘力ハ疊石ノ安定性ヲ定ムルニ之ヲ算ニ入ルヽニ足ル程ノ力ナラサル[3]ヲ保メ可ナリ此ニ由テ粘接料ヲ用ヰサル

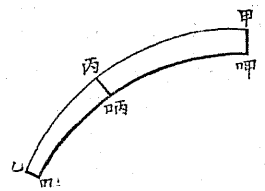
所ニテハ弧環ノ平衡ヲ保持スル水平若ハ斜向ノ配偶力盡ク外ヨリ內ノ方ニ穹窿上ニ働ク壓力ナラサル可ラス、此故ニ線狀穹窿ハ斯ノ如キ例ニ於テ外方ヨリノ壓力ノミニテ平衡スル狀ノ者ニ限ルナリ再言スレハ第百三十八章ノ(四)ノ方程式ニ追加[1]ニテ表セル水平卽チ配偶壓力ハ兆レノ點ニ在テモ負ナル可ラサルナリ

接際ノ抗抵心ガ弧環ノ深サノ中央三分ノ一ノ外ニ落ルヿ有ルモ穹窿既ニ立チ猶後來モ靜立スヘキヿハ眞然ナリ然レ𪜈斯ノ如キ穹窿ノ安定性ハ今モ不安ニメ後モ灰泥ノ新シキ間ハ不安ナラサル可ラス

展張外積(Spandrii)及ヒ此ト弧石ノ間ノ接際ニ灰沙、繩鐵繫維、鐵鈕若ハ他法ニテ水平若ハ斜向引張チ抗拒スヘキ粘力チ附與スレハ[2]ニテ表セル配偶引張力ハ兆レノ點ニテモ其粘力ノ無難比例卽チ約ノ八分ノ一チ越ユ可ラス目視メ形狀不正ナル穹窿ニ此法ニテ安定性ヲ附與スヘシ然レ𪜈斯ノ如キ構造ハ安全ノ度微々タリ

○第二百八十一章　線狀肋材ト眞穹窿ノ內背トノ關係　或荷力ヲ支ユルニ適セル線狀肋材ノ容ヲ直ニ實地ノ目的ニ十分精細ニ同荷力ヲ支ユヘキ眞穹窿ノ內背ニ取用スルノ塲合甚多シ、左ニ擧クル所ハ此法ヲ實地ニ應用スル所以ノ試驗ナリ第百七十七圖ノ甲呷丙丙ヲ眞穹窿ノ內背トシテ取用セントス欲スル想像肋材ノ半形トス呷甲ヲ頂點ニ於テ肋材ニ直向ニ畫キ鎖石(Keystone)ノ深サノ三分ノ二ニ過キサル長サヲ表シ鎖石ニ施セル偶力ヲ呷點ニ於テ肋材ヲ追フテ働ク排擠ニ等シク且反對ナル引張及ヒ甲ニ於ル同等排擠ヨリ成ル者トス、

第百七十七圖



起點ニ於ル直向線叺乙ヲ畫キ

$$\frac{\text{叺乙}}{\text{呷甲}} = \frac{\text{甲ニ於ヲ肋材ヲ追テ働ク排擠}}{\text{叺ニ於テ肋材ヲ追テ働ク排擠}}$$

ト爲シ叺ニ於ル引張及ヒ乙ニ於ル排擠ヨリ成レル偶力ノ始ト同動數ノ者ヲ起點ニ施ス者トス斯ク誘起セル一雙ノ偶力相等シク且反對スルヲ以テ平衡ヲ變スルコトナク唯呷丙叺ナル內背即チ想像肋材ヨリ甲丙乙ナル線ニ壓力ノ線ヲ遷スノ効用アルノミ其或點ニ於テ此線ヨリ垂直距離ナル丙丙ハ其點ニ於テ肋材ヲ追テ働ク排擠ト轉比例ヲ爲ス而メ甲丙乙ガ弧環ノ中央三分ノ二ノ中ニ在レハ此呷丙叺ナル想像肋材ハ內背ニ適當ノ形狀ナリ之ヲ行ハント要セハ先ツ叺乙ヲ起點ニ於ル穹窿ノ深サノ三分ノ一ヨリ少ナカラサラシムルニ始マル此深サハ初ニ壓挫力ニ抗抵スルノ狀ニ關メ定メタルナリ此ハ尙後ニ論セン

○第二百八十二章　平衡即チ變容繫鏈狀穹窿ノ用法　變容繫鏈ノ事ハ既ニ第百三十一章ニ十分ニ說明セリ之ヲ穹窿ノ內背ニ用ウレハ通メ「平衡曲線」ト名ク此ハ其壓力全ク鉛直ニ且其外背或ハ變容繫鏈(第百十三圖)ノ辰天ナル準線ト合致セル氷平面ナル或ハ同準線ヲ有スル他ノ變容繫鏈ト同シキ者ノ荷力ヲ支持スルニ適ス

第二百八十一章ノ法ヲ此形象ノ內背ニ應用スレハ第百七十七圖ノ甲丙乙ナル關係曲線ヲ單ニ甲甲ナル高サニ由テ鉛直ニ同方ニ變位スレハ同曲ナリ」

變容繫鏈ヲ實地ニ用ウルニハ準線、穹頂、及ヒ起點ヲ設クルヲ常トス此設元ヨリ第百三十一章ノ(四)ノ方程式ヲ用ヰテ寅ナル模數ヲ算スヘシ然レハ穹頂ヨリノ天ナル水平距離ニ於テ準線ヨリ地ナル縱線ノ距離ヲ左ノ公式ヨリ得

$$\text{寅}=\frac{\text{寅}}{\text{巳}}\left(\frac{\text{天寅}+\text{戊}}{\text{天寅}}-1\right)\quad\cdots\cdots\cdots

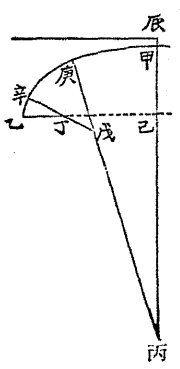
「大抵」ナル語ヲ用ウル所以ハ眞穹窿ニ於ル排擠力ハ想像助材ニ於ル如ク正ク平等ナラサルヲ以テナリ其中頂ニ於ルヨリ起點ニ於テ大ニメ其量ハ起初列ノ上ニ鉛直ニ立ル三角柱狀ナル疊石ノ重サニ等シ然レドモ此差異ハ實地ニ於テ要件ニ非ス

靜水穹窿ノ實地應用ハ孰レノ穹窿モ建築ノ後中頂沈下シ腰部ニ於テ擴張シ或ハ擴張セントシ此カ爲ニ展張外ノ實積ヲ橫方ニ押壓スルノ事實上ニ基ク此ニ由テ推考スレハ流體壓力卽チ孰レノ向ニ於テモ烈度相等シキ壓力ニテ平衡スヘキ形象ノ穹窿ヲ築カハ必ヤ橫方ニ擴張メ穹肩ノ疊石ヲ壓縮シ終ニ各點ノ橫壓力ガ縱壓力ト烈度相等キニ至テ止マン而メ此ニ由テ穹窿ヲ平衡ニ保ツニ足ルヘシ

此穹窿圖ヲ畫クニ付テ既ニ第百三十六章ニ詳明セル法ノ增補トメ左ノ法ヲ擧ク是ハ約メ五箇ノ中心ヲ以テ之ニ近似ノ者ヲ畫クノ法ナリ是レ甚單一ニメ善ク實地ニ應スヘキヲ證驗セリ

第百七十八圖ノ己乙ヲ此穹窿ノ半展張、己甲ヲ其高ヲトス甲丙＝昇。及ヒ乙丁＝昇₁トス曲形ノ頂點及ヒ起點ノ半徑ニメ第百三十六章ノ公式(十一)及ヒ(十二)ニ由テ算セル者ナリ此ニ半徑ヲ算スルノ公式ヲ左ノ狀ニ置クモ可ナリ其甲ヲ昇高トシ地ヲ半展張トス

第百七十八圖



$$乙＝昇_1\left(\frac{地^5}{30甲_昇^3}+\frac{甲}{2}\left(1+\frac{乙^3}{甲^3}\right)\right)昇_1=\frac{甲}{2}\left(1+\frac{甲^3}{乙^3}\right);$$

然レハ丙ハ初ノ中心丁ハ後ノ中心ナリ丁戊＝己甲－乙丁ナル半徑ヲ以テ丁ニ就テ弧線ヲ畫キ又丙戊＝丙己ナル半徑ヲ以テ丙ニ就テ他ノ弧線ヲ畫キ戊ヲ此二弧ノ交點トス是レ卽チ第三ノ中心ナリ而メ倘他ノ半穹窿ニ付テ同樣ニ二中心ヲ丁及ヒ戊ニ置クヘシ

而メ丙甲ナル半徑ヲ以テ丙ニ就テ丙戊ノ引長線ヲ庚ニ切ルマテ甲庚弧ヲ畫キ又甲＝己甲ナル半徑ヲ以テ戊ニ就テ戊丁ノ引長線ヲ辛ニ切ルマテ庚辛弧ヲ畫キ丁乙ナル半徑ヲ以テ丁ニ就テ辛乙弧ヲ畫クヘシ是ニテ半穹窿完

成セリ他半モ同法ニテ畫ク

斯ク畫成セル曲線ハ眞ノ靜水穹窿ヨリ庶ニ於テ少シク出テ辛ニ於テ少シク入ル

靜水穹窿ヲメ務メテ最大ノ安全ヲ得セシメンカ爲ニ殊ニ昇高ト比メ展張大ナレハ中心架ヲ打下スル前ニ宜ク外背頂ト同水準ニ至ルマテ蠻石ノ充實疊砌ニテ背積ヲ築上スヘシ

半橢圓穹窿ハ多ク近眞靜水穹窿ヲ以テ論ス半橢圓ト稱スル者其實多クハ眞ノ半橢圓ノ形象ヨリ却テ靜水穹窿ニ甚近似ス展張ト昇高ヲ設ケタル眞ノ半橢圓ノ靜水穹窿ニ異ナル所ハ中頂ト起點ニ於テ曲度稍銳ク腰部ニ於テ稍平坦ニ且其圍ム所ノ面積稍小ナリ

○第二百八十四章　承土穹窿ノ用法　此穹窿ノ形象ノ本ハ靜水穹窿ヨリ變容セルナリ而メ其性質ハ大半第百三十七章ニ詳明セリ左ノ設題ハ其殘餘ノ分解スヘキ者ノミ承土穹窿ニ於テ甲ナル昇高張ナル半展張天ナル中頂負荷ノ深サヲ設ケテ半展張及ヒ他ノ水平長短ガ靜水穹窿ノ相當ノ水平長短ト相有スル丙ナル比例ヲ求メンコヲ望ム

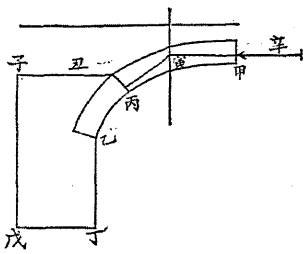
$$乙=甲\cdot\left(\frac{天^{\circ}+甲}{天^{\circ}}\right)^{\frac{1}{3}}\text{及ヒ}\quad 展=乙-\frac{乙^{2}}{30甲}\quad\text{ト爲ス然レハ約ソ}$$

$$\text{設}=\frac{\text{展}}{\text{長}}\quad\cdots\cdots\cdots

次ニ假定線狀穹窿ヲ第百三十八章ノ法ニ隨テ論シ同章ノ(四)ノ方程式ニテ其場合ニ隨ヒ鉛直荷力ニテ穹窿ヲ平衡ニ保ツニ要スル如ク水平若ハ斜傾配偶壓力ノ迫地ナル烈度ノ通式ヲ定メ或ハ其一連量ヲ定ムヘシ此壓力何處ニ在テモ負ナラサルヘキハ假定穹窿ト同狀ノ曲線ヲ弧環ノ中央ニ通畫スレハ所計穹窿ノ壓力ノ線ト正ニ相等シク或ハ甚相等シカルヘク迫地ハ此荷力ニテ外方ニ擴張セントト欲スル眞穹窿ノ其展張外積及ヒ憑臺ノ各點ニ迫レル橫壓力ノ精量或ハ甚近似ノ量ヲ表シ線狀穹窿ノ各點ニ働ク排擠ハ眞穹窿ノ相當接際ノ排擠ナルヘシ

此ニ反メ迫地ガ假定線狀穹窿ニ於テ負ナル處アレハ此中ニ其數ノ正ヨリ負ニ變セントスル一雙ノ點ノ其數空ナル處アラサル可ラス此點ノ壬。ナル傾角ハ裂角ト名ケ第百三十八章ノ設題第伍ニテ定ムヘシ眞穹窿ノ之ニ相當ノ接際ヲ破裂接際ト名ク外來ノ配偶壓力ニ由テ穹窿ノ保持ヲ要スルハ此接際ニ在リ故ニ其背積ヲ方正ノ邊接際ニテ築カサル可ラス

第百七十九圖ノ乙丙甲ヲ平等穹窿ノ一半子丑丁戊ヲ憑臺丙ヲ既ニ詳悉セル法ニテ求メタル破裂接際トス此接際ノ抗抵心ナル裂點ハ接際ノ深サノ中央三分ノ一ヨリ稍內方ニ在リ此點以下乙ナル起初接際マテハ壓力ノ線假定線狀穹窿ニ同シキ曲線ニメ內背ト平行シ穹窿及ヒ其展張外積ト憑臺ノ間ノ橫壓力ニ由テ之ヲ平衡ニ保ツ



第百七十九圖

丙ナル破裂接際ヨリ甲ナル中頂マテノ壓力ノ眞線ノ形象ハ線狀穹窿ガ縱力ノミニテ平衡スヘキノ狀ヲ以テ之ヲ定ム再言スレハ此間ノ各點ニ於ル排擠ノ橫分力ハ常數ニメ破裂接際ニ於ル排擠ノ橫分力ニ等シ

橫排擠ハ平。ニテ表ス第百三十八章ノ設題第肆ヲ解ケハ之ヲ得ヘシ此ハ全穹窿ノ橫排擠ナリ

〔穹窿扭歪セハ兢レニ「橫排擠」ナル語アルモ之ヲ配偶排擠ト想像スヘシ〕

之ヲ定ムルニ重要ナル無二ノ點ハ破裂接際以上ノ壓力線中ノ甲ナル頂點ニ在リ而メ之ヲ求ムルハ左ノ法ニ由ル

丙ナル破裂接際ト甲ナル頂點ノ間ノ荷力ノ重心ヲ求メ此ヨリ鉛直線ヲ畫ク

然メ爲スヲ得ハ此鉛直線中ノ寅ノ如キ一點ヨリ一雙ノ線ヲ畫ク一ハ破裂接際ニ於テ頂格ノ切線ト平行シ一ハ頂點ニ於テ頂格ノ切線ト平行シ其甲線ハ破裂接際ヲ切リ乙線ハ鎖石ヲ切ル此一雙ノ切點ハ共ニ弧環ノ深サノ三分ノ一ノ中ニ在リ此點穹窿ノ安定力ヲ確保スヘシ而メ初點ガ破裂點ナレハ第二ハ穹頂ノ抗抵心ニメ壓力ノ眞線ノ頂點ナリ

右ノ如ク相關係セル一雙點ガ弧環中央三分ノ一ナル相對セル經界ニ落ササレハ其位置聊カ精確ナラス然レモ此ハ實地ニ効害ナシ其尤モ近眞ノ位置ハ弧環ノ中線ヨリ同距離ナリ

此一雙點ガ弧環ノ中央三分ノ一以外ニ落ツレハ弧石ノ深サヲ增サヽル可ラス

○第二百八十六章　象限ヨリ小ナラサル正圓穹窿　內背ガ正圓ノ弧線ニ等シキ穹窿ニ前章ノ原理ヲ應用スルニハ其上ニ安スル物料ノ重量ト別ニメ弧石ノ環ノ重量ヲ算ニ入ルヽ爲ニ第百三十八章第肆例ノ(四)及ヒ(十一)ノ方程式ヲ變容センコトヲ要ス其結果左ノ如シ

共上ニ氷平臺(Horizontal platform)ヲ有スル正圓穹窿ニ於テ

$$\text{亞}=\text{弧環ノ內背ノ半徑}$$

$$\text{亞}=\text{弧環ノ外背ノ半徑}$$

共厚サハ平等ト想像ス

$$\text{頂}=\text{穹頂上ノ載積ノ深サ}$$

$$\text{重}=\text{弧石一尺立方ノ重サ}$$

$$\text{重}'=\text{上構造ノ空處ヲ併セテ一尺立方ノ平均量約}\frac{1}{2}\text{噸ナリ}$$

然レハ左ノ方程式ヲ解ケハ壬ナル裂角ヲ得

$$\circ = \left\{\frac{\text{重}'}{\text{重}}(1-\text{壬。餘弦})+\left(1-\frac{\text{重}'}{\text{重}}\right)\frac{\text{壬。}-\text{壬。餘弦壬。正弦}}{\text{壬。}^2\text{正弦}^3}\right\}\text{矢}'^2$$

$$+\frac{\text{重}'}{\text{重}}\text{頂矢}'-\frac{\text{壬。}-\text{壬。餘弦壬。正弦}}{\text{壬。}^2\text{正弦}}\text{矢}^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(一)$$

此ヲ解ケハ又左ノ方程式ヨリ穹窿ノ廣一個ニ於ル横排擠ヲ得

$$\text{半。}=\text{重}'\text{矢}'^2\left\{\left(1+\frac{\text{頂}}{\text{矢}'}\right)\text{壬。餘弦}-\frac{\text{壬。餘弦}^2}{2}-\frac{\text{壬。壬。餘切}}{2}\right\}$$

$$+\text{重}(\text{矢}'^2-\text{矢}^2)\frac{\text{壬。壬。餘切}}{2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(二)$$

爰ニ與ヘタル(一)ノ方程式ハ壬。角及ヒ穹窿ト上構造ノ重サノ比較ニ關セル係數ト共ニ矢矢及ヒ頂ノ間ノ二次方程式ニメ實用ニ最モ適當セル式ナリ壬。ノ量ハ矢矢頂及ヒ重'ノ量ヨリ試驗ヲ重ヌルノミニテ算スベシ然レモ壬。ノ量ヲ假定スレハ此二次方程式ヲ解テ以テ此四數ノ孰レカヲ精細ニ算ス可シ」

設題　矢ナル内背ノ半徑、穹窿上ノ水平臺ノ頂ナル高サヲ設ケテ壬。ナル假定裂角ニ相當セル弧環ノ矢ナル外半徑ヲ求ム此例ニ於テ矢ハ未知數ナリ而メ(一)ノ方程式ヲ簡便ノ爲ニ左ニテ表スレハ

$$\text{甲矢}'^3+\frac{\text{重}'}{\text{重}}\text{頂矢}'^2-\text{乙矢}^2=0$$

其解ハ則チ

$$\text{矢}'=\sqrt{\left(\frac{\text{乙}}{\text{甲}}\text{矢}^2+\frac{\text{重}'^2\text{頂}^2}{4\text{重}^2\text{甲}^2}\right)}-\frac{\text{重}'}{2\text{重甲}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(三)$$

實地ニ發現スル正圓穹窿ノ大半ノ例ニ於テ其裂角ハ四十五度ヨリ五十五度ノ間ナリ而メ穹窿ノ地平ニ傾ク「四十五度ナル部分ニ方形ノ背積ヲ支エシムレハ少ナクモ其高サニテ十分トス

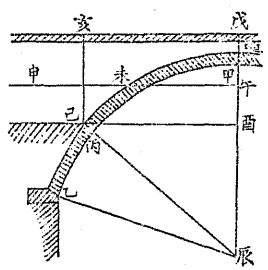
其他試驗ニ由ルニ左ノ近眞規則ハ穹窿ノ横排擠ヲ求ムルニ二十分ノ一ノ差謬アル「稀ナリ

横排擠ハ中頂ト天井ノ四十五度ノ傾斜ナル部分トノ間ニ支持セル重サト殆ト相等シ又記號ニテ表スレハ

約ソ 平°＝重'平'（.0644 平'＋.7071 頂）＋.3927重（平'²—平²）．．．．（四）

故ニ第百八十圖ノ甲丙乙ヲ正圓穹窿ノ一半、辰ヲ內背ノ中心、辰甲ヲ其半徑＝平トシ頂高＝平、頂ヨリ戌亥ハ水平ニナリ、辰丙ヲ畫キ鉛直線ト甲辰丙＝45°ノ角ヲ爲サシムル然レハ穹窿ノ橫排擠ハ丙己ナル接際ト中頂トノ間ニ在ル甲丙己亥戌ナル塊團ノ重サニ等シ、己點ハ此水準マテ背積ヲ充實ニ築上シ且總テ橫排擠ヲ遷スヘキノ方法ニテ繫維セシコトヲ勘ムルノ點ナリ、己酉ヲ水平ニ畫クトキハ辰酉＝.7071 辰甲

第百八十圖



○第二百八十七章　負°荷°ナキ°弧°環°ノ°安°危°性°　穹窿ノ中心架ヲ打下スル前ニ穹上壁（又ハ其場合ニ由リ展張外積）ヲ弧環ノ穹頂近傍ノ此時負荷セサル部分ガ自己ノ重サノミノ下ニ厚ノ中央三分ノ一ノ中ニ壓力線ヲ有メ其安定ノ狀ヲ遂クヘキ高サマテ築上スヘシ此問題ノ精細ノ考究法ハ至テ錯綜セリ而メ爰ニ之ヲ詳細ニ揭クルハ不要ナリ、實地ノ目的ニ十分精細ナル近眞法左ノ如シ

負荷ナキ弧ノ外背ノ最高點ヨリ最低點マテノ深サヲ穹窿ノ厚ト內背ノ半徑トノ間ノ平均比例トナスヘシ

再言スレハ第百八十圖（前章ノ）ニ於テ

辰午＝ノ辰甲·甲酉＝ノ平'平—平²．．．．

横排擠ヲ算スルニ荷力ヲ併セテ半穹窿ヲ取リ之ニ起點ニ於テ內背ノ地平ニ傾ク度ノ餘切ヲ乘スルヲ以テ足レリトス

○第二百八十九章　繫壁(Tie-walls)ハ展張外積中ノ空窿ニ在ル者ニメ穹上壁ト直角ナル横壁ナリ繫壁ノ中心ヨリ中心マテノ距離ハ穹上壁ノ中心ヨリ中心マテノ距離ノ三倍ヨリ五倍マテトス

○第二百九十章　鎖石(Key stone)ノ深サ穹窿ノ鎖石ニ要スル深ヲテ直ニ安危强弱ノ原理ヨリ導キ精密ニ定ムルハ甚錯綜セルヲ以テ恐クハ爲ス可ラサル設題ナラン此深サハ常ニ排擠ヨリ來レル直接ノ壓搾作用ヲ拒クニ要スル者ヨリ數倍大ナリ最良ノ成立例ニ於テ石ノ次第ナル比例ヲ算シケルガ三ヨリ七十マテ列次スヘキヲ見タリ此乘子ノ小ナル者ハ剛强ノ點ニ於テ謬マリ大ナル者ハ警戒ノ點ニ於テ謬ルヘシ其良好ノ中等數ハ二十ヨリ四十ノ間ニ列スル者是ナリ實地ニ於テ最良ノ法ハ現存セル良製ナル橋梁ノ例ノ大小ニ基キタル實驗上ノ規則ニ隨ヒ其深サヲ取ルニ在リ

左ニ擧ル所ハ斯規則ナリ

鎖石ノ深サハ中頂ニ於ル內背曲形ノ半徑ト左ノ量ナル常數トノ間ノ平均比例ヲ取ルニ在リ

單穹窿ニ於ル常數　一二尺

連續セル中ノ一穹窿ニ於ル常數　一七尺

再言スレハ記號ニテ

尺數＝ノ(·12×中頂ノ半徑)．．．

グロウセストルノセエルン河ニ架セル橋梁(デルフォルト氏造)楕圓穹窿ニメ展張百五十尺昇高三十五尺・・・・・・・		一六〇七	四三九
チュリンノトラルパリヤ河ニ架セル橋(セスカ氏造)圓鉄穹窿ニメ展張百四十七尺六昇高十八尺・・・・・・・・・		一六〇	四三八
チェストルノデイ河ニ架セル「グロスエノル」橋(ハルトレイ氏及ヒハルリソン氏造)圓鉄穹窿ニメ展張二百尺昇高四十二尺		一四〇	四一
鐵道ノ複線ニ架セル尋常橋(楕圓穹窿ニメ展張三百尺昇高七尺六寸・・・・・・		三〇	一九
連續穹窿			
メイデンヘッド近傍ニテエムス河ニ架セル橋(アイ、ケフリュネル氏造)殆ト楕圓穹窿(灰沙ニテ接着シタル煉化石造)ニメ展張百二十八尺昇高二十四尺二五・・・・・		一六九	五三六
倫敦橋(ジョン、レンニイ君造)楕圓穹窿ニメ展張百五十二尺・・・・・・・・・		一六二	五二五
ネウイリイノ橋(ペルロネット氏造)籃把狀穹窿ニメ展張三十九迷徳(メートル)即約ヶ百二十八尺昇高九迷徳七五即約ヶ三十二尺・・・		一五九	五二〇
セント、マキセンスノ橋(ペルロネット氏造)圓鉄穹窿ニメ展張約ヶ七十六尺七昇高約六尺四・・・・・・・・・・・		一一九	四四九
チートルローノ橋(レンニイ氏造)楕圓穹張百二十尺昇高三十二尺・・・・・・		一一二五	四三七
			五〇〇
			四七九
			五一三

エイル河ニ架セル「バルロチミイル」橋(ミルレル氏造)半圓穹窿ニメ展張百八十一尺昇高九十尺五・・・

半徑ノ如ク變スレ是實地ノ例ヨリ實驗ノ導キタル規則ノ甚眞ニ近キ者ナリ(一八二)ノ方程式ノ・一二及ヒ・一七ナル係數ハ(三)ノ方程式ノ・525ト言ヘルナル乘子ニ相當ス、連續穹窿ノ一箇ハ外荷ヲ受ケ隣接ノ者ハ負荷ナキ時ハ破裂接際ノ位置ヲ低下スル程ニ柱楹聊カ委靡スルノ故ヲ以テ其穹窿ニ於テハ是ヨリ大ナル係數ノ要用起ルトヽ云ルハ實ニ近シ

○第二百九十一章　車輻列(Radiating courses)ナル憑臺ハ眞ニ穹窿ノ接續ヲ爲シ且基礎ノ堅固ナル處ニテハ憑臺中ノ最强最安ノ種類ニシテ穹窿ノ起ル所ノ高サ適宜ナリ、最好ノ一例ハチェストルノ「グロスエノル」橋是ナリ此憑臺ノ實面ハ穹窿ノ內背ノ連續ニメ其背ハ車輻列ニ築クヘキ展張外ノ充實背積ナル外背ノ接續ナリ然レモ習慣ノ爲ニ鉛直及ヒ水平接際ニテ疊甃セル外壁ヲ用ヰテ眞構造ヲ打扮ス是レ甚良風趣ヲ損フ

○第二百九十二章　鉛直憑臺ノ安危性ニ付テハ第二百六十三章四章ニ十分ニ詳明シタル如ク拱壁ノ安危性ヲ規正スル者ト同原理ニ關ス就中主トメ從事スヘキ點ハ若シ橫排擠ノ展張外積ヨリ來ルアレハ此カ爲ニ憑臺ノ穹窿起點以上ノ部分ニ生スル滑脫ノ意ヲ摩擦力ニテ抗拒スルニ足ル程ノ重サヲ與フヘキヿ、此起點ノ床接際上ニ半穹窿自家ノ重サ幷ニ其負荷ヲ併セタル諸物料ノ重サニテ展張外積ヲ過テ來ルト起點ニ起ルトニ論ナク穹窿ノ全排擠ヲ抗拒スルニ足ル程ノ摩擦力ヲ起サシムヘキヿ及ヒ憑臺ノ基底ノ抗抵心ヲメ基底ノ中心ヨリ其厚サノ午ナル固有比例ヨリ多ク偏倚セシメサルヿナリ(第二百六十三章及ヒ第百七十九章ヲ見ヨ)

安定ト節儉ノ兩旨趣ニ於テ憑臺ヲ築クニ中空トナシ或ハ其受ル所ノ本穹道ニ垂直ナル狹穹道ヲ以テスルハ大ニ有効ノ事ナリ此穹道ハ務テ大基底上ニ荷力ヲ分賦スル爲ニ底ニ於テハ反對穹窿トナスヘシ中空及ヒ穹道ハ憑臺全積ノ三分ノ一ヲ爲ス

第百七十九圖ノ如ク穹窿ニ丙ノ如キ破裂接際有レハ此接際以下ノ部分幷ニ其展張外ノ背積及ヒ直ニ其上ニ安スル負荷ヲ併セテ憑臺ノ部分ヲ成ス

者ト見做スヘシ

橋ノ最好例ノ中ニ憑臺ノ厚サ穹頂曲度ノ半徑ノ三分ノ一ヨリ五分ノ一ノ間ニ在ルアリ

○第二百九十三章　穹窿ノ柱礎(Piers of arches)　連續穹窿ノ柱礎ハ兩レモ此ヨリ起レル穹窿ノ一箇ノミニ運轉荷力ヲ負ハシムルヤ之ニ働ク排擠力ヲ抗拒スルニ足ル程ノ安定性ヲ有セサル可ラス此排擠力ハ運轉荷物ノ長短ノ尺數ニ穹頂内背ノ曲度半徑ノ尺數ヲ乘シ以テ之ヲ概算スヘシ

每礎常ニ此ヨリ起レル二穹窿ヲ支ユルニ足ル程ノ廣袤ヲ其頂ニ附與スヘシ

此規則ハ兩レモ實地ニ於テ柱礎ニ用ウル者ヨリ概ノ其厚サヲ小ニスル實地ニテハ穹窿展張ノ十分ノ一ヨリ十分ノ四マテノ間ナリ此乙量及ヒ此ニ近似ノ者ハ「憑礎」ニ適宜ノ者ナリ尋常柱礎ニ於テ尤モ通用ノ厚サハ穹窿展張ノ六分ノ一ヨリ七分ノ一マテナリ

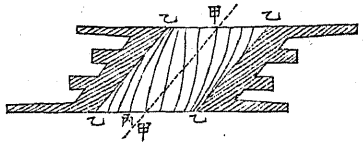
柱礎モ憑臺ノ如ク殊ニ棧道ノ如ク甚高キヤハ空虛ニ或ハ之ヲ横斷スル穹道ヲ以テ築キ基底ニ反對穹窿ヲ造リテ輕クスルノ便益アリ

○第二百九十四章　肋材アル穹窿憑臺及ヒ柱礎　穹窿及ヒ其憑臺幷ニ柱礎ヲ深キ平行肋材ニテ築キ其間ヲ此ヨリ薄キ疊石トシ以テ輕ク且堅牢ニ造ルヘシ然レモ此法ハ尚增加ノ工作ヲ含有ス

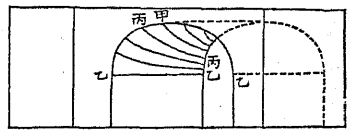
○第二百九十五章　斜歪穹窿(Skew arches)ハ同樣穹窿(Symmetrical arch)ヲ水平面ニ扭歪セル形象ヨリ來レル者ナリ此穹窿ノ面ノ高窿(Elevation)及ヒ此面ト平行セル各鉛直斷面ハ同樣穹窿ノ相當ノ高隆及ヒ鉛直斷面ト同狀ナリ斜歪穹窿ノ鉛直層若ハ肋材及ヒ其憑臺ニ働ク力ハ同大同象ニメ同狀同度ニ負荷セル同樣穹窿ノ同厚ナル鉛直層及ヒ其憑臺ニ働ク力ト同シ

第百八十一圖ハ抗隄アル憑臺ヲ有セル斜歪穹窿ノ平面ヲ表ス斜歪ノ角即チ斜度ハ甲甲ナル穹道軸ト穹窿ノ乙丙甲乙ナル面ニ垂ルヽ垂線トニテ成レル角ナリ穹道ノ展張即チ所謂「方正ニ於ル」展張(卽チ憑臺間ノ垂直距離)ハ

第百八十一圖



第百八十二圖



斜歪ニ於ル即チ穹窿ノ面ト平行セル展張ヨリ小ナリ其比準ハ斜度ノ餘弦ト一箇トノ如シ斜歪ニ於ル展張ハ之ト相當ノ同樣穹窿ノ展張ニ等シキ者ナリ

弧石ノ床接際ノ最真位置ハ穹窿ノ排擠力ニ垂直ナル者是ナリ故ニ斜歪穹窿ノ頂格ニ穹窿ノ面ニ平行セル鉛直面ト頂格ト相交リテ成レル數ノ平行曲線ヲ畫ケハ床接際ノ最真ノ形ハ第百八十一及ヒ二圖ノ丙丙ノ如ク直角ニ於テ盡ク右ノ曲線ヲ切ル程ニ穹窿ノ頂格ニ畫ケル平行曲線ナルヘシ此最真形ノ接際ハ之ヲ爲スヿ難キヲ以テ實地ニハ螺狀接際ヲ近似ノモノトメ用ウ

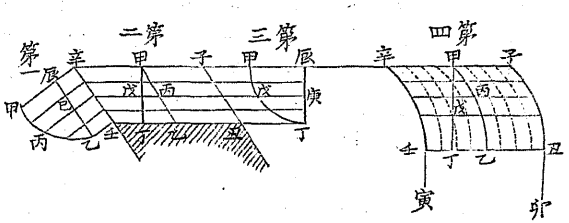
斜歪穹窿ノ執行ニ先チテ頂格ノ大圖ヲ准備シ各弧石ノ精正ナル形象及ヒ位置ヲ示ス此圖ハ頂格ノ曲面ヲ平坦ニ擴ケテ表ス此ニ由テ曲面「展張圖」ト名ク概メ頂格ノ半ヲ畫クヲ以テ足レリトス他半ハ之ニ同シケレハナリ左ニ舉ル所ハ此圖ヲ准備スルノ方法ナリ

壹　頂格及ヒ斜歪ニ於ル縱斷面ノ展張圖ヲ畫クヿ　第百八十三圖ノ第二ハ穹窿一半ノ平面ヲ表ス其辛甲子ハ頂格ノ頂上壬乙丑ハ憑臺ノ面ナリ甲丙乙線ハ斜歪ニ於ル縱斷面ノ位置甲戊丁線ハ辛子ニ垂直ニメ方正ニ於ル縱斷面ノ位置ヲ表ス乙甲丁角ハ斜歪ノ角ナリ

辛壬線ニ於テ便宜ナル數點ヲ取リ之ヨリ辛子ト平行メ(戊丙戊庚ノ如キ)一列ノ線ヲ畫キ又辛壬ニ垂直ナル列線ヲ畫ク辛壬ト平行メ辰乙ヲ畫キ此諸線ヲ切ル第一圖ニ表セル如ク半展張ナル辰乙上ニ斜歪ニ於ル縱斷面ヲ造成ス其甲丙乙ハ第二ノ甲丙乙ニ相當スル頂格ノ線ナリ

甲丁ト平行メ辰丁ヲ畫キテ方正ニ於ル半展張ヲ表シ以テ第三ナル方正ニ於ル縱斷面ヲ造成シ第一ノ縱橫線ヲ第三ノ相當ノ點ニ移ス譬ヘハ己丙ヲ庚戊ニ移スカ如シ

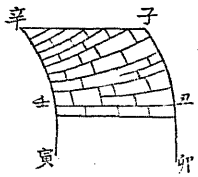
第百八十三圖



而メ左法ニ由リ第四ナル展張圖ヲ造ル　先ッ頂格ノ辛甲子甲辰辛甲子ナル中央線ヲ引長シ第四ノ甲ノ如キ便宜ノ一點ヨリ辛子ニ垂直ニ甲戊丁ヲ畫キ其甲戊甲丁等ノ距離ヲ取ル其長サハ第三ノ甲戊甲丁等ナル弧線ノ長サニ等シカルヘシ然レハ第四ノ甲戊丁ナル直線ハ第二第三ノ甲戊丁ナル方正斷面ノ展張圖ナリ第四ノ甲、戊、丁、ノ分點ヲ通メ辛子ト平行セル戊丙、壬丁乙丑ノ如キ線ヲ畫キ之ヲ分截メ戊丙、丁乙等ノ如キ横線トナシ各自ニ第二ナル平面圖ノ戊丙、丁乙等ナル相當線ニ等シクシ此横線ノ端ヲ通メ甲丙乙ナル曲線ヲ畫ク是レ第一第二ノ甲丙乙ナル斜、歪縦斷面ノ展張圖ナリ

又甲丙乙ト平行同形同長ニ且夫ヨリ兩邊ニ穹道ノ半張ノ巾丑＝甲十ノ距離ニ於テ辛壬子丑ノ曲線ヲ畫ク然レハ壬辛子丑ハ半頂格ノ展張圖ナリ又虚線ニテ示スカ如ク甲丙乙ト平行同形同長ナル中間曲線ヲ畫ク其數ハ便宜ニ隨フ此ニ由テ頂格ノ平行斜歪縦斷面ノ展張圖ヲ表シ且同時ニ各點ノ排擠力ノ向ヲ示スヲ壓力ノ曲線ト名クヘシ

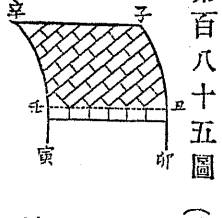
貳　頂格ノ展張圖上ニ眞列ノ床接際及ヒ邊接際ヲ畫ク　床接際ハ隨手ニ曲線ヲ累畫メ之ヲ爲シ壓力ノ曲線ヲ盡ク直角ニ切ル之ヲ壓力曲形ノ直角、抛物線(Orthogonal trajectories)ト名ク邊接際ハ床接際ニ垂直ナルヲ以テ直ニ壓力曲線ノ一分ナリ(第百八十四圖ヲ見ヨ)諸列皆憑臺ノ銳角ニ向ヒテ漸ク第百八十四圖　薄ク鈍角ニ向ヒテ漸ク厚シ故ニ時トメ第百八十四圖ノ丑ニ示スカ如ク鈍角近傍ニ中間ノ床接際ヲ挾ムヘキコアリ此分解圖ニ於テ穹窿鉛直ニ憑臺ヨリ起リ孰レノ床接際モ壬丑ナル起初線ニ交ハル者ナク盡ク漸曲線ナリ穹窿若シ圓缺ナラハ床接際ノ內ヲ斜ニ此線ニ交ハル者アルヘシ此カ爲



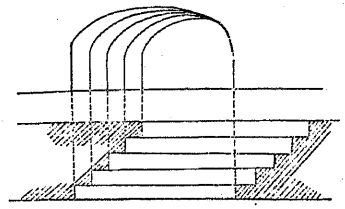
ニ次ノ圖ニ示セル種類ノ斜背ヲ用ウルヲ要ス然レドモ斯ク甚ク斜ナラス

參　頂格ノ展張圖ニ螺旋列ノ床接際及ヒ邊接際ヲ畫ク

第百八十五圖（第百八十五圖ヲ見ヨ）頂格ノ展張圖上ニ穹頂ノ排擠ノ向ニ垂直ナル平行等距線ヲ累畫スレハ床接際ヲ表ス邊接際ハ之ニ垂直ナル者是ナリ壬ト丑トノ間ニ斜背即チ穹窿ノ斜列ト憑臺ノ水平列トヲ連合スル諸石ヲ示ス



第百八十六圖



螺旋列ハ穹頂ノミノ排擠力ニ垂直ニメ愈〻起點ニ近ケハ愈〻斜ナリ

○第二百九十六章　有肋斜歪穹窿　尋常斜歪穹窿ニ代ル者ヲ時トメ第百八十六圖ノ如ク並列セル肋材ヨリ編製ス此造成法ハ尋常斜歪穹窿ト比較メ斜歪展張同シキモ方正展張ハ短縮ス其數左ノ如シ

甲ヲ憑臺ノ各肋材カ其前者ヨリ突出スルノ數トシ乙ヲ

肋材ノ廣サトス然レハ

$$\text{方正展張ノ短縮} = \frac{\text{甲}2}{\text{ノ甲}^2 + 2^2} \quad \cdots\cdots\cdots\

午＝$\frac{1}{9}$　寛′＝$\frac{1}{2}$　長＝展張　子＝昇高　トス

此ニ由テ　叱＝$\frac{15高′^3}{16子^2}\left(1+\frac{16子^2}{3長^2}\right)$ ……（一）

米＝$\frac{2}{5}\cdot(1+叱)\left(1-\frac{高′}{4子}\right)$ ……（二）

又肋材ノ廣ヲ一尺ト定メテ甲＝高′トシ重ヲ穹頂ニ於ル臺ノ毎方一尺ノ斤數ナル死荷力、重ヲ臺ノ毎方一尺ノ斤數ナル轆轉荷力トス

第二項　靜水橢圓、半圓穹窿及ヒ象限ヨリ大ナル圓缺ニ於テ長及ヒ子ヲ地平ト四十五度ノ角ヲナセル二接際間ナル部分ノ展張及ヒ昇高トシ靜水及ヒ橢圓穹窿ニ於テ高ヲ弧環ノ厚ヲ圓形穹窿ニ於テ高ヲ初ニ記載セル接際ノ厚サ×七〇七トス然メ其他ハ第一項ノ如クシテ行フ

何レノ場合ニテモ$\frac{長^2重}{S甲(1+叱)子}$ナル項ヲ除キ之ニ代フルニ平ト高′ヲ以テス

平ハ第百三十二章ヨリ八章マテ第二百八十六章及ヒ第二百八十八章ノ法ニテ求メタル橫排擠ニメ廣一尺ナル肋材ニ於ル者ナリ

（三十七）ノ方程式ハ方一尺ニ於ル迫ナル排擠ノ最大烈度ノ斤數ヲ與フル者ニメ左ノ如クナル

迫＝$\frac{平}{高′}+\frac{長^2}{2高′^2}\left\{\frac{重\cdot叱}{1+叱}+重\left(\frac{2}{3}米^2-\frac{2}{3}米^3+\frac{1}{5}米^5\right)\right\}$ ……（三）

高′ト子ガ即チ此カ爲ニ叱ガ殆ド米＝$\frac{2}{5}$ナル程ニ小分數ナルトキハ左ノ公式ヲ用井テ可ナリ

迫＝$\frac{平}{高′}+\frac{長^2}{2高′^2}\left\{叱重\cdot+0.207重\right\}$ ……（三甲）

此ニ反メ$(1+\text{比})\div\left(1-\frac{\text{高}'}{4\text{子}}\right)$ガ未ダ1ナル程ニ$\frac{2}{5}$ニ等シク或ハ之ヨリ大ナルキハ左ノ公式ヲ用ウヘシ

$$\text{迫}'=\frac{\text{平}}{\text{高}'}+\frac{\left(\frac{\text{長}^2}{\text{高}'^2}\right)\left\{\frac{\text{比重}_{\circ}+0\cdot288\text{重}}{1+\text{比}}\right\}}{\cdots\cdots\cdots

第二百三十七章ノ(一)ノ方程式ニ與ヘタル如ク建築ノ重サト此ニ由テ移シタル土ノ重トノ比準ノ制限ヲ越ユ可ラス、反對穹窿ハ隧道兩邊ノ基礎ヲ土ノ横壓力ニテ壓入スルヲ拒クノ用ヲ爲ス

隧道ノ兩邊ト背脊ニ於ル壓力ノ線ノ精密ノ形ハ第百三十七章ノ承土穹窿ナリ、此原理ニ由レハ隧道ノ背脊ノ地面ニ近キ者ニ於テ注意ヲ要ス天ヲ地面ヨリ隧道ノ中頂マテノ深サ天ヲ其最大水平全徑マテノ深トス此縱線ヲ設元トメ第百三十六章ノ(十二)ノ公式ニ由テ靜水穹窿ヲ意匠シ此穹窿ノ横線ヲ因ニ(上ノ(一)ノ方程式ヲ見ヨ)ノ比準ニテ短縮スレハ則チ望ム所ノ承土穹窿ノ形象ナリ

地下穹道ノ壓力ノ最大烈度ハ其兩邊ニ於テ楕圓內背ノ短徑ノ端ニ現ハル此烈度ノ近眞數ハ左ノ方程式ニテ得ヘシ天ヲ地面ヨリ短徑マテノ深サ廣ヲ穹道ノ半展張甲ヲ其昇高厚ヲ其邊ノ厚重ヲ土一尺立方ノ重サトス然レハ方一尺上ノ最大壓力ノ斤數左ノ如シ

$$\text{重}\left(=\frac{\text{天}(\text{廣}+\text{厚})-0.5\text{甲}\cdot\text{廣}}{\text{厚}}\right)\quad\cdots\cdots\cdots

然レハ

厚ナル最小厚ノ尺数ニ$\sqrt{0.12}$亞……（四）

此ハ土地ノ最モ堅牢安全ナル處ニ應スヘキ者ナリ軟滑ナル物料ナレハ其厚サハ(四)ノ方程式ニ與ヘタル者一箇半ヨリ二倍ヤテナリ即チ

$\sqrt{0.27}$亞ヨリ$\sqrt{0.45}$亞ヤテ……（四甲）

地下窖窿ノ頂ノ厚サハ兩邊ヨリ壓ヘ甲ノ比準ニテ薄クスルモ可ナリ然レヒ通常ノ慣習ニテハ同樣ニ之ヲ造ル

窖道上及ヒ其近傍ノ隄防ニ於テ注意スヘキ警戒ハ第二百一章ニ在リ

○第二百九十八章　繫鎚狀曲線ノ縱橫線及ヒ傾度ノ表(第百三十一章第二百八十二章ヲ見ヨ)

寅ヲ模數卽チ通徑

地ヲ準線ヨリ頂點ヤテノ縱線

天ヲ頂點ヨリ水平ニ量ルル橫線

地ヲ準線ヨリ量ルル右ニ相應ノ縱線

千地/千天ヲ此縱線ノ端ニ於テ曲線傾度ノ正切トス

天/寅	地/地。	寅ヲ地/地。千天	天/寅	地/地。	寅ヲ地/地。千天
0	1·0000	·0000	1·6	2·5774	2·3755
0·2	1·0200	·2013	1·8	3·1074	2·9421
0·4	1·0510	·4107	2·0	3·7622	3·6269
0·6	1·1554	·6366	2·2	4·5679	4·4571
0·8	1·3373	·8880	2·4	5·5559	5·4662
1·0	1·5431	1·1752	2·6	6·7690	6·6947
1·2	1·8106	1·5094	2·8	8·2526	8·1918
1·4	2·1509	1·9043	3·0	10·0676	10·0178

地/地。ガ表中ノ天/寅ニ相當スルヰ天土成ナル中間ノ橫線ニ相當スル地土ヌナル縱線ヲ挿入スルニハ左ノ如クス

$$\frac{\text{地土表}}{\text{地}} = \frac{\text{地}}{\text{地}}\left(1 + \frac{\text{戊}^2}{2\text{貫}^2} + \frac{\text{戊}^4}{24\text{貫}^4}\right) + \frac{\text{貫千地}}{\text{地}}\left(\frac{\text{戊}}{\text{貫}} + \frac{\text{戊}^3}{6\text{貫}^3}\right) \cdots (一)$$

之ヲ算スルニハ中間横線ノ表中ノ次下數若ハ次上數ニ近キニ隨ヒテ或ハ次下數ニ加ヘ或ハ次上數ヨリ減ス極精細ヲ要セサレハ戊[3]ト戊[4]ヲ含メル項ヲ省キテ可ナリト雖戊及ヒ戊[2]ヲ含ム者ハ必ス算スヘシ表中經界以內ノ最大差謬ノ此(一)ノ方程式ヲ用ウルカ爲ニ生スル者ハ約ソ〇〇〇〇五ナリ戊[3]戊[4]ヲ省クハ差謬ノ經界增加シ表中最大ノ中間縱線ニ於テ約ソ〇〇一五トナル

○第二百九十八章甲　疊疊術書目　(石、石灰、灰沙)ベルズイル氏陸道實驗說　デカット氏灰泥論　バスレイ氏灰沙及灰泥篇(疊石書類)ボンデレット氏建築術ガウズエイ氏架橋論　トレッドゴルド氏疊疊篇(科學韻府)

第二百三十章追加

鐵製結成石(レスリイ氏ノ始メタル)ハ秤量ニテ細石十七分ト鐵屑一分ノ抱合ナリ之ヲ迭展布メ層段トナス海ノ建築ニ之ヲ用ウ其鐵分漸々ニ酸化シ二三月ヲ經ル間ニ細石ヲ粘着メ堅塊ト爲ス

蘭均氏土木學上冊畢