

第九編

土 壓 (Earth Pressure)

第一章 總 論

62. 緒説 凡ソ土木工事ハ一トシテ直接ニ或ハ間接ニ土地ニ多少ノ關係ヲ有セザルモノナシ。地上ニ又ハ地中ニ建設セラレタル構造物又ハ築造物ハ其ノ土地ニ接觸セル部分ニ於テ一般ニ土ヨリ壓力ヲ受ケ或ハ土ニ壓力ヲ傳フルモノナリ。此ノ種ノ壓力ヲ總稱シテ土壓 (Earth Pressure) ト謂ヒ之ニ關スル問題ハ土木工事設計上極メテ重要ナル部分ニ屬ス。本問題ニ就テハ先進學者ノ研究ト實地當事者ノ經驗トニ依ツテ實際設計上ニ適用シテ差支ナシト認メラルベキ數種ノ土壓論 (Theories of Earth Pressure) ノ公ニセラル、ヲ見ルニ至レリ。

普通ノ土ハ粘土砂或ハ砂利等及ビ多少ノ濕氣ヲ含有セルモノニシテ其ノ分子間ニ於ケル摩擦及ビ凝集力 (Cohesion) ノ程度ニ由ツテ土壓力ヲ異ニス。若シ土ガ純粹ナル粘土ノミヨリ成ルトキハ凝集力ハ甚ダ大ナルベク、純粹ナル砂或ハ砂利ノミヨリ成

ルトキハ凝集力ハ殆ド存在セザルベシ。尙内部ニ含マレタル水分ノ多少ハ摩擦及ビ凝集力ニ大ナル影響ヲ與ヘ、適當ノ濕氣ハ之ヲ大ナラシムレドモ過度ノ濕氣ハ却ツテ之ヲ小ナラシムルモノナリ。斯ノ如ク粘土、砂或ハ砂利、水分ノ多少ニ由ツテ土質ニ變化ヲ生ジ從ツテ異レル壓力ヲ現ハスベキナリ。

凝集力ノ大ナル土ニテモ之ヲ掘鑿スレバ多少粉碎セラル、ヲ以テ一時的ニ凝集力ヲ失フニ至ルベシ。尤モ年月ヲ經ルニ從ヒ固結シテ掘鑿前ノ状態ニ復シ擁壁ニ壓力ヲ及ボサルベキモ此ノ状態ハ永久的ニアラズシテ溫度ノ變化、凍結作用其ノ他振動等ノ爲メニ甚ダシク凝集力ヲ減ズベシ。切取ニ於テモ特殊ノ場合ノ外上叙ノ理由ニヨリ凝集力ノ減退ヲ免レザルヲ以テ擁壁ノ設計ヲナスニ當リテハ一般ニ土ノ凝集力ハ之ヲ考ヘザルヲ至當トス。

凝集力ノ大ナル土ニアリテハ切取面ヲ鉛直ナラシメ其ノ高サ十數尺ニ達スルモ凝集力ニ依ツテ當分崩壞ノ恐ナキコトアリ。又隧道ノ場合ニ於テ其ノ掘鑿セラレザル部分ノ土ハ凝集力ヲ失フコト少ナキヲ以テ盛土ノ下ニ設ケラレタル拱ノ如ク大ナル土壓ヲ受ケザル場合多シ。此ノ如キ土質ニ於テ或傾斜角ニ又ハ鉛直ニ切取り得ベキ高サヲ定ムル

カ或ハ掘割ノ支保工ニ加ハル壓力ヲ求ムルカ又ハ隧道ノ拱ニ加ハル土壓ヲ計算スルニハ土ノ凝集力ヲ考ヘ取ラザルベカラズ。

本篇ニ於テハ先ヅ土ノ凝集力ヲ考ヘザル場合ノ土壓ニ就テ論ジ最後ニ之ヲ考ヘタル場合ニ論及セントス。

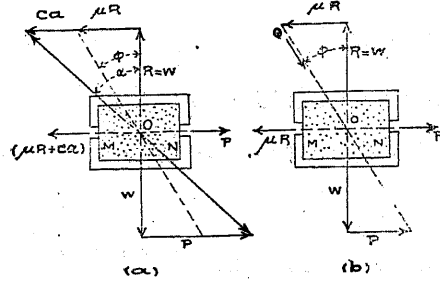
63. 土ノ摩擦力及ビ凝集力 土ノ摩擦及ビ凝集力ニ關シテハ一般ニ次ノ如キ法則ガ是認セラル、モノトス。即チ

第一. 土ノ或量ニ外力ガ働キ其ノ内部ニ於ケル或平面ニ沿ウテ土ノ一部分ガ摺動セントスル場合ニ起ル處ノ最大摩擦抵抗ハ該平面ニ於ケル垂直壓力ニ摩擦係數 μ ヲ乘ジタルモノニ等シク、此ノ摩擦係數ハ一定ノ土ニ就テハ不變ニシテ摩擦抵抗ノ大サハ垂直壓力ニ正比例シ其ノ平面ノ面積ニ無關係ナリ(上卷第14節參照)。

第二. 上叙ト同様ノ場合ニ於ケル最大凝集力ハ單位面積ニ於ケル凝集力ノ大サ即チ凝集力係數(Coefficient of Cohesion) c ニ面積ヲ乘ジタルモノニ等シク垂直壓力ニ無關係ナリ。

μ 及ビ c ノ大サヲ定ムベキ實驗裝置ノ一例ヲ舉グレバ第216圖ニ示セルガ如シ。二ツノ淺キ金屬

第 216 圖



圓盤ニ土ヲ盛リ
テ盤ノ縁ガ相接
セザル様重ネ之
ヲ一ツノ水平板
上ニ置キ上部ニ
或重量ヲ加フベ
シ。今適當ノ方

法ヲ以テ下盤ノ摺動ヲ防ギ置キ上盤ノ左方ヨリ
MN面ニ沿ウテ或壓力ヲ加フルトキハ土ハMN面ニ
沿ウテ剪斷セラルベシ。若シ將ニ剪斷セラレント
シ辛ウジテ平衡状態ヲ維持スル様横壓力ヲ加減シ
之ヲPトスレバMN面ニ沿ウテ働ク最大摩擦抵抗
及ビ最大凝集力ノ和ハPニ等シク而シテ其ノ方向
ハPト反對ナルベシ。MN面ニ加ハル全重量ヲW
トシMN面ニ起ル反力ヲR(=W)トスレバ第一法則
ニ據リ摩擦抵抗ハ μW ニ等シク、MNノ面積ヲaトス
レバ凝集力ハcaナルヲ以テ

$$P = \mu W + ca \dots \dots \dots (19)$$

Wヲ變ジテ數回實驗スレバ(19)式ト同様ノ形ノ數式
ヲ得ベク此等ノ式ヨリ消去法ニ依ツテ μ 及ビcノ
値ヲ算出シ得ベシ。

若シ凝集力ガ皆無ナルトキハ(b)圖ニ示セル如ク

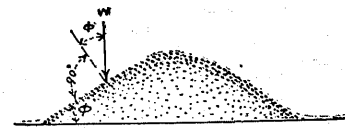
Pハ μW ニ等シク(19)式ハ次ノ如クナルベシ。

$$P = \mu W \dots \dots \dots (20)$$

此ノ場合ニ於ケルRト μR トノ合力ノ傾斜角ハ土ノ
息角(Angle of Repose)ナルベキヲ以テ之ヲ ϕ トスレバ
 $\mu = \tan \phi$ トナル。然ルニ $R = W$, $\mu R = P$ ナルニヨリP及
ビWノ代リニQナル傾斜壓力ガ加ハルトキ將ニ摺
動ガ起ラントスル場合ノQノ傾斜角ハ土ノ息角ニ
等シカルベク、即チQノ水平分力ハ土ノ摩擦ト相殺
スベキナリ。

土砂ヲ堆積スレバ次第ニ崩壊シテ遂ニ或傾斜ヲ
ナスニ至リテ平衡状態ヲ保ツモノナリ。其ノ傾斜
ヲ土ノ天然傾斜(Natural Slope)ト謂フ。斯ク平衡ヲ保
チ得ルハ傾斜面上ノ各粒ニ作用スル重力ノ方向ガ
傾斜面ノ垂直線ト ϕ 丈ケノ角ヲナスヲ以テナリ(第
217圖)。故ニ天然傾斜ハ息角ニ等シキコト明ラカ
ナリ。

第 217 圖



64. 土ノ息角及ビ重量

土ノ息角及ビ重量ハ共ニ
土壓力ノ計算上缺クベカ
ラザル要素ナルヲ以テ設

計者ハ豫メ之ヲ調査シ置カザルベカラズ。出來得
ベクンバ夫々ノ場合ニ於テ實驗ニ依ツテ自ラ之ヲ

決定スルヲ可トスレドモ一般ニ斯道研究者ニヨリテ得ラレタル實驗ノ結果ヲ參酌シ自己ノ判斷ヲ加味シテ適宜ノ値ヲ認定スルヲ常トス。今普通採用セララル土ノ息角及ビ重量ヲ表示スレバ第十四表ノ如シ

第十四表.....土ノ息角及ビ重量

材 料	息 角 ϕ	重量每立方呎
砂(乾ケル)	20°—35°	90斤—110斤
砂(少シク濕リタル)	30—45	100 —110
砂(濕リタル)	20—40	110 —120
普通土(乾ケル)	20—45	80 —100
普通土(少シク濕リタル)	25—45	80 —100
普通土(濕リタル)	25—30	100 —120
砂利	30—48	100 —135
砂利, 砂及ビ粘土混合吻	20—37	100 —115
軟泥	0	105 —120
腐朽岩層(硬質)	45	100
腐朽岩層(軟質)	37	110
割栗石	45	110
炭燼	25—41	45
骸炭	30—45	23 — 32
石炭	35	44 — 54
無煙炭	27	40 — 55
無煙炭灰	45	30

ϕ ノ値ハ材料中ニ含有セル水分ノ多少ニ因ツテ變化スルモノナルガ今一ツノ實驗ノ結果ヲ表示スレバ第十五表ノ如シ。

第十五表.....水分ノ多少ニ因ル土ノ息角ノ變化

材 料	乾燥セル場合	少シク濕レル場合	甚ダシク濕レル場合	水中ニ浸リタル場合
砂(純粹)	34°	44°	34°	27°
普通土	37	39	30	17
割栗石又ハ玉石	45	45	45	44

第十五表ニ於テ見ルガ如ク普通ノ場合ニ於テハ水分ガ少量ナルトキハ却ツテ ϕ ノ値ヲ増シ適度ノ濕氣ヲ含メルトキハ最大息角ヲ有シ其ノ極限ヲ超過スレバ次第ニ減少シテ遂ニ水中ニ浸リタル場合ニ最小息角ヲ有スルニ至ルモノトス。唯割栗石, 玉石等ニ於テハ殆ド水分ノ影響ヲ受クルコトナキナリ。是レ水ノ作用ヲ受ケ易キ箇所ニ於ケル擁壁ノ裏詰ニ割栗石, 玉石等ヲ使用スルヲ有利トスル所以ナリ。

土砂ノ重量モ亦水ノ爲メニ變化スルモノナリ。

今

$$w_1 = \text{淡水中ニ於ケル土砂ノ重量(听每立方呎)}$$

$$w = \text{空中ニ於ケル土砂ノ重量(听每立方呎)}$$

$$v = \text{空隙ノ百分率}$$

トスレバ

$$w_1 = w - (1 - v) \times 62.5 \dots\dots\dots(21)$$

海水ノ場合ニハ 62.5ノ代リニ 64ヲ取ルベシ。例へ

バ1立方呎ノ重量ヲ100听,其ノ空隙ヲ40%トスレバ
單位容積中ニハ60%ノ實質ヲ有スベシ. 淡水中ニ
於ケル其ノ材料ノ重量ハ $100 - 0.6 \times 62.5 = 62.5$ 听每立
方呎トナルベシ.

(21) 式ノ適用セラル、ハ割栗石,砂利ノ如ク水ガ
其ノ空隙ニ容易ニ浸入シ得ル材料ニ限ルモノニシ
テ普通ノ土砂ニ於テハ多少ノ相違ヲ免レザルベシ.

今參考ノ爲メ海水中ニ於ケル土砂ノ息角ト重量
トヲ表示スレバ第十六表ノ如シ. 但シ前者ハ實驗
ノ結果ナレドモ後者ハ空隙ヲ假定シテ算出セルモ
ノナリ.

第十六表.....海水中ニ於ケル土ノ息角及ビ重量

材 料	天然傾斜	息 角	重量每立方呎
砂	2:1	26°34'	60听
砂及ビ粘土混合物	3:1	18 26	65
粘土	3.5:1	15 57	80
砂利	2:1	26 34	60
砂利及ビ粘土混合物	3:1	18 26	65
砂利,砂及ビ粘土混合物	3:1	18 26	65
普通土	3.5:1	15 57	70
腐朽岩層(軟質)	1:1	45 00	65
割栗石(硬質)	1:1	45 00	65

水中工事ニ於テ土壓力ヲ計算スルニハ場合ニ應
ジテ水中ニ於ケル息角ト重量トヲ實驗ニヨリテ測
定スルヲ至當トスレドモ通常ノ場合ニ於テハ以上

掲ゲタル如キ値ヲ採用シテ可ナリ.

65. 土ノ息角ニ及ボス地震ノ影響 土ガ地震ノ作用ヲ受クル
トキハ其ノ瞬間ニ於テ固有ノ息角ガ著シク減少セラレタルト
同様ノ結果ヲ生ジ從ツテ土壓力ガ一時的ニ甚ダシク増大セラ
ル、モノナリ. 故ニ我ガ國ノ如キ地震國ニ於テハ土ノ息角ヲ
認定スルニ當リ地震ノ影響ニ關シテ考量スルヲ必要トスル場
合少カラザルベシ. 震災豫防調査會報告第八十三號(甲)ニ於テ
本問題ニ就テ論ゼラレタル所ヲ摘記セントス. 本論ニ入ル前
ニ地震ノ震力及ビ震度ニ關シテ少シク述ブル必要アリ.

震力及ビ震度 m ナル質量ヲ有スル物體ガ地上ニ靜止スル
トキ α ナル加速度ノ方向ト相反セル方向ニ働ク am ナル力ニ依
ツテ其ノ靜止状態ヲ亂サレントス. 是レ即チ地震ノ單純ナル
破壊力ニシテ之ヲ名ヅケテ震力ト謂フ. 凡ソ地震波ハ震原ヨ
リ四周ニ傳ハルヲ以テ地動ハ上下動又ハ水平動ニ限ラズ甚ダ
複雑ナルヲ常トス. 其主要動中ノ最大加速度ハ其ノ地震ニ於
ケル最大震力ノ素因タリ. 即チ地震ノ最大加速度ハ其ノ地震
ノ烈シサ又ハ破壊力ノ程度ヲ表ハスモノト云フベシ. 而シテ
水平ノ最大加速度ガ震災ノ主因タルヲ以テ大森理學博士ハ水
平最大加速度300 耗毎秒毎秒以上ヲ七階ニ分チ地震ノ烈サノ程
度ヲ示ス標準トセリ(震災豫防調査會報告第二十一號參照)

W ヲ以テ物體ノ重量トセバ $m = \frac{W}{g}$ (g ハ地球引力ノ加速度)ナル
ヲ以テ $am = \frac{a}{g}W$ トナル. $\frac{a}{g}$ ナ k ニテ表ハストキハ am ハ kW トナ
ル乃チ凡テ物體ハ地震ニ際シテ其ノ重量ノ k 倍ノ力ニ依ツテ
靜止状態ヲ亂サレントスルモノト云フヲ得ベシ. 此ノ k ナ稱シ
テ震度ト謂フ. g ハ9,800 耗毎秒毎秒ナレドモ之ヲ10,000 耗毎秒毎
秒ト見做ストキハ加速度ヨリ直チニ震度ヲ知ルヲ得ベシ. 例
ヘバ 1,000 耗毎秒毎秒ナル最大加速度ヲ有スル地震ノ震度ハ
 $\frac{1,000}{10,000} = 0.1$ ナルガ如シ. 此ノ定義ヲ以テ既往二三ノ大地震ヲ律

スルトキハ水平震度ヲ次ノ如ク表示スルヲ得ベシ。

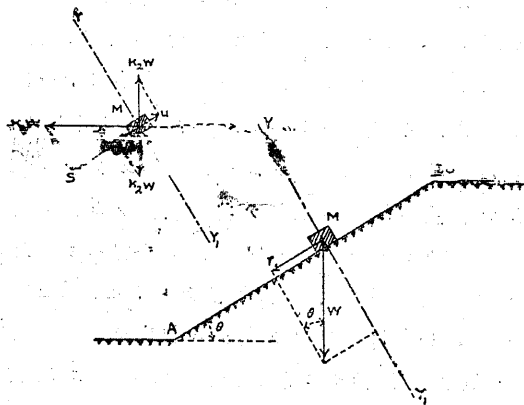
第十七表.....水平震度

地震名	地名	水平震度
東京地震(明治二十七年)	本所, 深川	0.10
同上	本郷臺	0.04
濃尾地震(明治二十四年)	岐阜, 大垣	0.30
同上	名古屋	0.25-0.30
江州地震(明治四十二年)	尊勝寺村	0.40
同上	長濱	0.20
米國加州地震(明治三十九年)	桑港下町	0.25
同上	上ノ手	0.10

或地ニ將來起リ得ベシト豫期セラルベキ地震ノ震度ヲ其ノ地ノ豫期震度ト謂ヒ構造物ノ設計等ヲナスニ當リ其ノ土地ノ事情及ビ構造物ノ如何ニ應ジテ之ヲ認定スルコト肝要ナルガ専門家ノ助力ヲ得難キ場合ニハ少クトモ其ノ地若シクハ附近ノ既往ニ於ケル最大震度以上ヲ取レバ可ナルベシ。

息角ノ變化 第218圖ニ示セル如ク傾斜地面上ニWナル重量ヲ有スル同質ノ土塊Mアリトスレバ地震ノ際之ヲ傾斜面ニ滑

第218圖



ル下方ニ滑動セシメントスル力及ビ其ノ摩擦抵抗ハ平素

場合ト異ナルベシ。第218圖ニ於テ k_1W ハ水平震力, k_2W ハ鉛直震力ヲ表ハスモノニシテ此等ノ影響ヲ示セバ次ノ如シ

摩擦ヲ減ズルモノ $\left\{ \begin{array}{l} \text{左向き } k_1W \\ \text{垂直分力} \end{array} \right\}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{上向き } k_2W \\ \text{垂直分力} \end{array} \right\}$
 摺動ヲ増スモノ $\left\{ \begin{array}{l} \text{左向き } k_1W \\ \text{接觸分力} \end{array} \right\}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{下向き } k_2W \\ \text{接觸分力} \end{array} \right\}$
 摩擦ヲ増スモノ $\left\{ \begin{array}{l} \text{右向き } k_1W \\ \text{垂直分力} \end{array} \right\}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{下向き } k_2W \\ \text{垂直分力} \end{array} \right\}$
 摺動ヲ減ズルモノ $\left\{ \begin{array}{l} \text{右向き } k_1W \\ \text{接觸分力} \end{array} \right\}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{上向き } k_2W \\ \text{接觸分力} \end{array} \right\}$

是ニ由テ見レバ右向水平震力ノ分力ハ摩擦ヲ増シ摺動ヲ減ズル傾向ヲ有スルモノニシテ孰レモ安全ノ影響ヲ及ボスモノナルニエ之ヲ考フルニ及バズ。今地震ノ際ニ於テ將ニ摺動ヲ起サントスルトキノ傾斜角ヲ θ トシ斜面ニ沿ウテ M ナ摺動セシメントスル力ヲ F トスレバ

$$F = W \sin \theta + k_1 W \cos \theta \pm k_2 W \sin \theta = (1 \pm k_2) W \sin \theta + k_1 W \cos \theta$$

此ノ力 F ト摩擦抵抗ト平衡スベキヲ以テ

$$(1 \pm k_2) W \sin \theta + k_1 W \cos \theta = \mu [(1 \pm k_2) W \cos \theta - k_1 W \sin \theta]$$

$$[(1 \pm k_2) + \mu k_1] \sin \theta = [\mu(1 \pm k_2) - k_1] \cos \theta$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{\mu(1 \pm k_2) - k_1}{(1 \pm k_2) + \mu k_1} = \tan \phi \frac{1 \pm k_2 - k_1 \tan \phi}{1 \pm k_2 + k_1 \tan \phi} \dots \dots \dots (22)$$

(22)式ハ土ノ息角ト地震ノ場合ニ於ケル息角トノ關係ヲ表ハスモノナリ。例ヘバ息角 $\phi = 45^\circ$ ナル土ガ $k_1 = 0.2, k_2 = 0.1$ ナル地震ノ影響ヲ受クルトキハ(22)式ニ依ツテ一時的ニ次ノ如キ息角ヲ有スルコトナル。

$$\tan \theta = 1 \times \frac{1 \pm 0.1 - 0.2}{1 \pm 0.1 + 0.2} = \frac{0.9}{1.3} \quad \text{或ハ} \quad \frac{0.7}{1.1}$$

$$\text{即チ } \theta = 34.5^\circ \quad \text{又ハ} \quad 32.5^\circ$$

此ノ如ク土ノ息角ハ地震ニ際シテ著シク減セラレ從ツテ土壓ヲ増スコトナル。

鉛直震度 k_2 ノ影響ハ小ナル場合多キヲ以テ之ヲ除外スルトキハ(22)式ハ次ノ如クナル

$$\tan\theta = \tan\phi \frac{1 - \frac{k_1}{\tan\phi}}{1 + k_1 \tan\phi} \dots\dots(23)$$

(23)式ニ據リテ水平震度 k_1 = 應ズル息角 θ ナ算出シ之ヲ表示スレバ第十八表ノ如シ

第十八表.....地震ノ際ノ土ノ息角(θ)

平常ノ息角 水平震度 k_1	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°
0.1	14.5	25.0	34.5	40.0	44.5	54.5	61.5
0.2	8.5	18.5	29.0	34.0	39.0	49.0	55.5
0.3	3.5	13.5	23.5	28.0	33.5	43.5	53.0

上表ノ如ク k_1 ガ 0.1 ナルトキ息角ハ凡ソ 5.5° ナ減ジ、0.2 ナルトキ凡ソ 11° ナ減ジ、0.3 ナルトキ凡ソ 16.5° ナ減ズルヲ以テ水平震度 0.1 毎ニ息角ハ凡ソ 5.5° ナ減ズルヲ知ルベシ。

66. 土ノ凝集力係數 土ノ摩擦係數ハ實驗ニ依ツテ之ヲ決定スルコト容易ニシテ其實例ヲ見ルニ各例ノ差異少ナク其ノ値大同小異ナレドモ凝集力係數 c ニ關スル實驗ハ極メテ困難ニシテ其ノ例頗ル乏シク而モ其ノ實驗ニヨリテ得ラレタル結果區々タリ。又 c ノ値ハ水分ノ多少及ビ固結ノ程度ニヨリ非常ナル變化アリテ搗固ノミニヨリテ c ノ 10 倍以上ニ増大セシムルハ容易ナリト云フ。此ノ如ク c ノ値ハ甚ダシク變化スルヲ以テ之ヲ定ムルニ際シテハ頗ル注意ヲ要ス。今參考ノ爲メぶれりニ氏ノ著書ニヨリ凝集力係數ヲ擧グレバ第十九表ノ

如シ。但シ上述ノ如ク實驗ノ結果區々ニシテ或人ハ下表ノ値ヨリ頗ル大ナル値ヲ得タルコトアリ。

第十九表.....凝集力係數 c

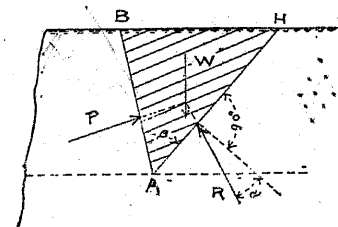
材 料	
普通土(乾)	110 听每平方呎
普通土(濕)	115
粘 土(乾)	107
粘 土(濕)	190

67. 土ノ自働的壓力,受働的壓力及ビ破壞面 第

219 圖ニ示セル如ク BC ナル表面ヲ有スル土アリ。

AB ナル平面ニテ之ヲ截リ其ノ左方ノ部分ヲ除去

第 219 圖



スルトキ凝集力ナキモノ

ト假定スレバ右方ノ部分ハ或面 AH ニ於テ破壞セラレ ABH ナル部分ハ AH 面ニ沿ウテ崩落スベシ。

其崩落ヲ防ギ土ヲシテ平

衡状態ヲ維持セシムルニハ之ニ必要ナル丈ケノ力 P ヲ左方ヨリ加ヘザルベカラズ。若シ擁壁ヲ設ケ土ノ崩落ヲ防グトキハ壁ハ P ニ等シキ壓力ヲ受クベシ。今 ABH ナル土ガ將ニ崩落セントシ辛ウジテ平衡ヲ保テルモノトセバ ABH ノ重サ W ト P トノ合成力ガ AH 面上ニ於ル反力 R ニ等シカルベシ。而シ

テ崩落ガ將ニ始マラントスル場合ナレバ R ガ AH 面ノ垂直線トナス傾斜角 α ハ土ノ息角 ϕ ニ等シカルベシ。此ノ場合ニ於テハ土ハ自働的状態ニアリテ此ノ限度ニ於ケル P ノ値ヲ自働的土壓力 (Active Earth Pressure) 又ハ單ニ土壓力ト謂フ。

次ニ或手段ニ依ツテ左方ヨリ ABH ニ作用スル壓力 P ヲ次第ニ増加スレバ α ハ漸々小トナリテ R ガ AH 面ノ垂直線ニ接近シ遂ニ垂直線ノ反對ノ側ニ移リ負ノ傾斜角ガ ($-\phi$) ニ等シクナルマデハ平衡ヲ保ツベシ。而シテ此ノ限度ニ於テハ ABH ナル土ハ將ニ上方ニ推上ゲラレントスル形勢ニアリテ土ハ受働的状態ニアリ。此ノ場合ニ於ケル P ノ値ヲ Q ニテ表ハセバ AB 面ハ Q ニ等シキ土壓ヲ受クベシ。此ノ Q ヲ稱シテ受働的土壓力 (Passive Earth Pressure) ト謂フ。

要スルニ自働的及ビ受働的土壓力ハ ABH ナル土ガ平衡状態ヲ保チ得ル兩限度ニ於ケル P ノ値ナリトス。

凝集力ナキ場合ニハ AH 面ヲ一平面ト見做シ得ベク之ヲ稱シテ破壊面 (Plane of Rupture) ト謂フ。然ルニ普通ノ土ニ於テハ多少ノ凝集力アルヲ以テ AH ハ平面ナラズシテ凹曲面トナル。而シテ面ノ

曲度ハ凝集力大ナルホド大ナリトス。

68. 土壓論ノ沿革 土壓論一度世ニ出デ、ヨリ茲ニ二百數十年、其ノ間土壓ニ關スル論說ノ發表セラレタルモノ數多アレドモ之ヲ大別シテ二種トスルヲ得ベシ。(第一)土楔論 (Wedge Theory) 即チ第 219 圖ニ於テ ABH ノ如キ土楔ガ破壊面 AH ニ沿ウテ摺動スルト見做シタルモノ、(第二)解析土壓論 (Analytical Theory) 即チ土ノ内部ニ於ケル内應力ニ基ヅキテ立論セルモノ是レナリ。

佛國陸軍將校ウーバン氏 (Vauban, 1687 年發表) ガ唱導セシ土壓論ハ土楔論ノ濫觴ナリト稱セラル。氏ハ第 219 圖ニ於テ AB ガ鉛直ナル場合ヲ考ヘ土楔ガ水平面ト 45° ノ角ヲナセル傾斜平面ニ沿ウテ摺動スルモノト假定シ其ノ重量ヲ破壊面ニ垂直及ビ並行ナル兩分力ニ分チ後者ヲ以テ鉛直擁壁面ニ作用スベキ土壓力ナリトセリ、固ヨリ幼稚ナル一説ニ過ギズト雖モ土楔論ノ基礎ヲ築キタルモノト云フベシ。其ノ後佛國ノベリどる氏 (Belidor, 1729) ハ此ノ説ヲ改善シ鉛直擁壁面ニ働ク土壓ハ上述ノ並行分力ヨリ小ナリトシ其ノ差ハ土楔ト下部ノ土面トノ間ノ摩擦ニ起因スルモノトセリ。佛國ノ陸軍將校クーロル氏 (Coulomb, 1773) 出デテ破壊面ニ於ケル壓力ハ其

ノ垂直線ト息角 ϕ 丈ケノ傾斜ヲナスベキコトヲ主張シ之ヲ基礎トシテ最大土壓力ヲ生ズベキ土楔ヲ決定シ鉛直擁壁面上ニ作用スル土壓力ヲ計算スル方法ヲ案出セリ。世ニ之ヲ Coulomb 氏擁壁論(Coulomb's Theory of Retaining Walls)ト稱セラル。此ニ於テ土壓論始メテ其ノ緒ニ就クヲ得タリ。次イデ佛國ノ Prony (1815), 同 Francois (1820)同 Naviers (1839), 同 Poncelet (1840)獨國ノ Rebhann (1871), 同 Winkler (1872)等ノ諸氏出デ或ハ Coulomb 氏ノ理論ヲ擴充シ或ハ多少ノ新事項ノ附加シ以テ土楔論ノ完成ヲ見ルニ至レリ。就中 Poncelet 及 Rebhann 兩氏ハ土壓力ノ方向ガ擁壁背面ニ垂直ナラズシテ其ノ垂直線ト或傾斜ヲナスベキコトヲ主張シ又巧妙ナル圖式解法ヲ案出シ土壓三角形(Earth Pressure Triangle)ノ說ヲ立テ擁壁ノ設計ヲシテ簡單ナラシメタリ此ノ圖式解法ハ今日廣ク使用セラル、處ナリ。

翻ツテ解析土壓論ノ方面ヲ觀ルニ Rankine 氏(Rankine, 1856)出デ、從來ノ研究ト異レル方面ヨリ進ミ土ノ内應力ノ原則ヲ基礎トシテ一種獨特ノ土壓論ヲ立テタリ。 Rankine 氏土壓論(Rankine's Theory of Earth Pressure)是レナリ。獨國ノ Winkler 、

1860), 佛國ノ Levy (1870), 同 de St. Venant (1870)等ノ諸氏モ全ク別途ニ同様ノ理論ヲ發表シ、佛國ノ Considère (1870)獨國ノ Mohr (1871), 同 Weyrauch (1878)等ノ諸氏ハ此ノ理論ヲ擴充シ、其ノ後佛國ノ Boussinesq (1884), 同 Chaudy (1895), 同 Résal (1903)等ノ諸氏ハ更ニ新シキ事項ヲ加ヘ複雑ナレドモ完全ニ近キ土壓論ヲ發表シタリ。就中 Rankine 氏及 Résal 氏ハ各卓越セル所論ニ依ツテ從來ノ土壓論ニ一道ノ光明ヲ與ヘタルモノト云フヲ得ベシ。

第二章 内應力ニ基ツケル土壓論 (Theories of Earth Pressure based on Internal Stresses)

69. 緒説 本章及ビ第三章ニ述ブル土壓論ニ於テハ土ハ粒狀體ヨリ成レル齊等質ノモノニシテ各分子間ニ凝集力ナク只摩擦ニ依ツテ其ノ形體ヲ維持シ得ルモノト見做ス。

内應力ニ基ツケル土壓論ニ於テハ土ノ内部ニ於ケル應力ガ擁壁背面ノ摩擦ノ爲メニ影響ヲ受クルト假定シタルモノト其ノ影響ヲ受ケザルト假定シ

タルモノトノ二説アリ。擁壁ニ作用スル實際ノ土壓力ハ前説ノ如ク摩擦ノ影響ヲ受クベキハ明ラカニシテ此ノ種ノ理論中現時ニ於テ最モ信賴スルニ足ルモノハぶーしねすく氏ノ理論ナレドモ本書ノ程度ニ於テハ之ヲ説ク能ハズ。らんきん氏ハ後説ノ鼻祖ニシテ其ノ土壓論ハ現今尙廣ク用キラル、モノ、一ナリ。

らんきん氏ノ土壓論ハ表面平面ナル土ノ内部ニ鉛直面ヲ想像シ此ノ面ニ作用スベキ壓力ニ就テ論ジタルモノナレバ之ヲ擁壁ノ場合ニ適用スルニ當リテハ缺點アルヲ免レズ。然レドモ其ノ適用ヲ誤マラザレバ特別ノ場合ノ外ハ實用上差支ナキ結果ヲ得ベシ。且此種ノ理論中最モ簡明ナルヲ以テ主トシテらんきん氏土壓論及ビ其ノ應用ヲ述ベントス。

以下本章ニ於テ使用スル處ノ符號ヲ纏メテ此ニ列舉シ置カン。

α擁壁背カ鉛直線トナス角。

θ地表面ノ傾斜角。

ϕ土ノ息角。

h擁壁ノ高サ。

p_y y ナル深サニ於テ地表面ニ並行ナル平面上ニ作用スル鉛直壓力度。

p_z地表面ニ並行ナル共軛壓力度。

P單位長サノ擁壁背面上ニ於ケル全土壓力。

w土ノ單位容積ノ重量。

W考ヘツツアル土ノ全重量。

Q單位長サノ擁壁背面上ニ於ケル全受働的土壓力。

ϵ全土壓力ガ壁背ノ垂直線トナス角。

β共軛ニ應力間ノ角。

70. 鉛直面ニ作用スル土壓力 第220圖(a)ニ示セルガ如キ表面平面ニシテ且無限ニ擴ガレル土アリ。地表面 CC_1 以下 y ナル距離ニ於テ CC_1 ニ並行ナル平面 XX_1 ヲ考フレバ其ノ面中ノ一點Aニ於ケル鉛直壓力ハ其ノ點ヨリ地表面マデノ間ニアル直上ノ土ノ重量ニ因ツテ生ズルモノトス。即チ次ノ原則ガ成立スベキナリ。

原則(第一) 地表面ニ並行ナル平面上ニ働ク土壓力ノ方向ハ鉛直ニシテ其ノ大サハ地表面以下ノ鉛直距離即チ深サニ正比例ス。

又共軛應力ノ原理ニ依ツテ次ノ原則ヲ得。

原則(第二) 鉛直平面上ニ作用スル土壓力ノ方向ハ地表面ニ並行ニシテ鉛直壓力ト互ニ共軛ナリ。

[第220圖(b)參照]

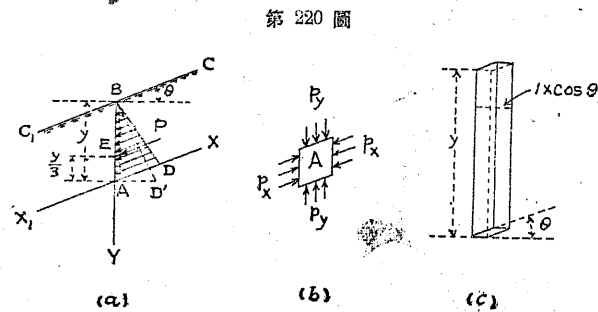
尙傾斜表面ニ並行ナル土層中ノ壓力ハ相平衡スベキ筈ナルヲ以テ例ヘバ第220圖(a)ノ XX_1 層中ニ於

テハ何處ニテモ等シキ壓力度ヲ有セザルベカラズ。即チ次ノ原則ヲ得。

原則(第三) 或深サニ於テ地表面ニ並行ナル面上ニ於ケル土壓力度及ビ其ノ方向ハ均等ナリ。

らんさん氏土壓論ノ目的ハ以上述ベタル趣旨ニ基ヅキテ一鉛直平面ニ作用スル土壓力ノ大サ、其方向及ビ働點ヲ決定スルニアリ。以下順次説明スベシ。

[A]土壓力度 第220圖ニ示セル如クXX'中ノA點ニ於ケル單位面積ニ作用スル鉛直壓力ヲ生ズル土



ノ角嚮ノ水平斷面ハ $l \times \cos \theta$ ナルヲ以テ角嚮ノ容積ハ $y \cdot \cos \theta$ ナリ。故ニ原則(第一)ニ據リテ

$$p_y = w \cdot y \cdot \cos \theta \dots \dots \dots (24)$$

而シテ p_y 及ビ p_x ハ共軛壓力ニシテ中卷第77節ニ依フテ

$$\frac{p_x}{p_y} = \frac{\cos \theta \pm \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta \mp \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}} \dots \dots \dots (25)$$

上式ニ於ケル(土)ノ符號ノ孰レヲ取ルカハ土壓力ガ自働的ナルカ受働的ナルカニヨリテ異ル。自働的壓力ノ場合ニ於テハ鉛直壓力ノ爲メニ土ハ横逸セントスル傾向アリ。其ノ結果トシテ横壓力(Lateral Pressure)ヲ生ズルヲ以テ鉛直壓力ガ原因ニシテ横壓力ハ其ノ結果ナリ。從ツテ結果タル横壓力ハ其ノ原因タル鉛直壓力ヨリモ小ナルカ又ハ極限ニ於テ之ニ等シキコトアルベキモ決シテ之ヨリ大ナル能ハズ、即チ自働的壓力ノ場合ニ於テハ

$$\frac{p_x}{p_y} = \frac{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}, \text{ 即チ}$$

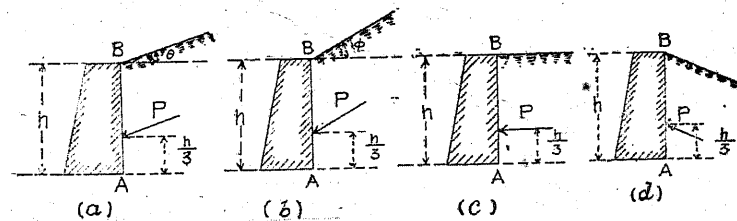
$$p_x = p_y \frac{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}$$

(24)式ヨリ

$$p_x = w y \cdot \cos \theta \frac{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}} = w y \cdot F(\theta, \phi) \dots \dots \dots (26)$$

上式ニ於テ

圖 221 第



$$F(\theta, \phi) = \cos\theta \frac{\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}{\cos\theta + \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}} \text{トス.}$$

若シ地表面ガ天然傾斜ヲ有スルトキハ $\theta = \phi$ トナルヲ以テ

$$p_x = p_y = wy \cdot \cos\phi \dots \dots \dots (27)$$

若シ地表面ガ水平ナルトキハ $\theta = 0$ ナルガ故ニ

$$p_x = wy \cdot \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = wy \cdot \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \dots \dots \dots (28)$$

此ノ場合ニ p_x ハ水平、 p_x ト p_y トハ互ニ垂直ニシテ所謂主要應力(Principal Stresses)タリ。(中卷第77節参照)

[B]全土壓力ノ大サ、方向及ビ働點 原則(第一)ニ據リテ横壓力度ハ深サニ正比例スルヲ以テ第220圖(a)ニ於テA點ニ於ケル壓力度ヲADトスレバAB上ノ任意ノ一點ニ於ケル壓力度ハ其ノ點ヲ通ジテADニ並行ニ引キタル線ガ△ABDノBD邊ニヨリテ限ラルル長サニテ表ハサルベシ。即チ△ABDハ壓力度ノ變化ヲ表ハス。而シテAD'ヲABニ垂直ニ引キ其ノ長サヲAD'ニ等シクシBトD'トヲ連ヌレバ△ABD'ノ面積ハAB面上ノ全土壓力ヲ表ハス然ルニ $AD' = AD = wy \cdot F(\theta, \phi)$ ナルガ故ニ

$$P = \frac{1}{2} y \times wy \cdot F(\theta, \phi) \\ = \frac{1}{2} wy^2 \cdot \cos\theta \frac{\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}{\cos\theta + \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}} \dots \dots \dots (29) \text{㉔}$$

$$\text{又ハ } P = \int_0^y p_x dy = \int_0^y wy \cdot F(\theta, \phi) \cdot dy$$

然ルニ $wF(\theta, \phi)$ ハ常數ナルヲ以テ

$$P = \frac{1}{2} \cdot wy^2 \cdot \cos\theta \frac{\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}{\cos\theta + \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}$$

全土壓力ノ方向ハ原則第二ニ據リテ常ニ地表面ニ並行ナリ(第221圖参照)。全土壓力ノ働點ハBヨリ $\frac{2}{3}AB$ 、或ハAヨリ $\frac{1}{3}AB$ ノ位置ニアルコト明ラカナリ。

特別ノ場合 (a)若シ地表面ガ天然傾斜角ヲナストキハ第221圖(b)ニ於ケル如ク $\theta = \phi$ ナルヲ以テ(29)式ハ次ノ如クナル。

$$P = \frac{1}{2} wy^2 \cdot \cos\phi \dots \dots \dots (30) \text{㉕}$$

(b)若シ地表面ガ水平ナルトキハ第221圖(c)ニ於ケル如ク $\theta = 0$ トナルヲ以テ(29)式ハ次ノ如クナル。

$$P = \frac{1}{2} wy^2 \cdot \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = \frac{1}{2} wy^2 \cdot \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \dots \dots \dots (31) \text{㉖}$$

上式ノ第二形式ハくゝろび氏公式ト同形ナリ。

(c)土壓力ノ方向ハ常ニ地表面ニ並行ナルベキヲ以テ若シ地表面ガ下方ニ傾斜シ θ ガ負ノ角トナルトキハ第221圖(d)ニ示ス如クPハ擁壁ヲ推上ゲントスル傾向ヲ有スベキナリ。然レドモ此ノ如キハ實際ニ不合理ノ感アルヲ以テ此ノ場合ニハ破線ニテ

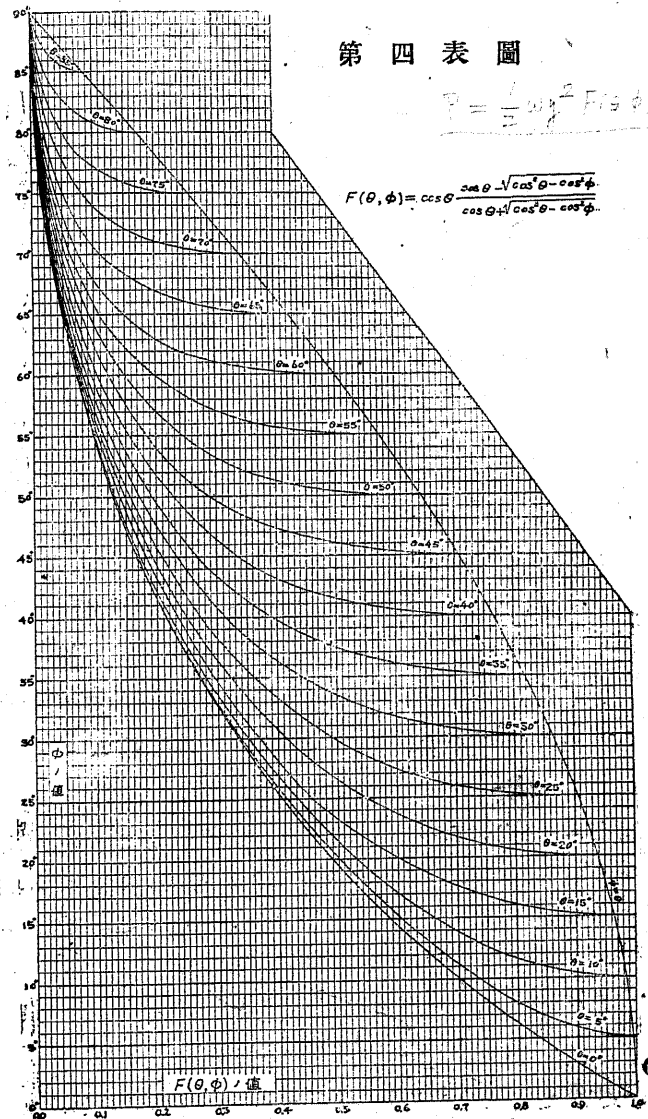
示ス如ク水平ノ方向ヲ有スルモノト考フル方實用上可ナルベシ。

[C] $F(\theta, \phi)$ ノ値ヲ表ハス表圖 土壓力ヲ算定スルニ當リ $F(\theta, \phi)$ ノ値ヲ一々計算スルハ極メテ煩ハシキヲ以テ其ノ手數ヲ省ク爲メニ第四表圖ノ如ク θ 及ビ ϕ ノ變化ニ伴フ $F(\theta, \phi)$ ノ値ヲ算出シテ之ヲ圖上ニ表ハセルモノヲ使用スルヲ便トス。此ノ表圖ニ於テハ地表面ノ傾斜角 θ ハ 0° ヨリ 90° マデ 5° 毎ニ之ヲ取リテ計算シタル結果ノミヲ示セルモ其ノ中間ノ傾斜角ニ對シテモ挿入法 (Interpolation)ニ依ツテ之ヲ求メ得ベシ。本表圖ノ計算ニハ計算尺ト四桁對數表トヲ用キタルガ故ニ其ノ結果ハ精確ナルモノニアラズト雖モ實地設計ノ場合ニ於テハ十分満足ナル結果ヲ得ラルベシ。

本表圖ヲ使用スルニハ先ヅ θ ヲ表ハス曲線ヲ辿リテ ϕ ヲ示ス横線トノ交點ヲ求メ之ヲ通ズル縦線ガ底線ニ合スル點ニ於ケル數ヲ讀ムベシ。例ヘバ $\theta=0^\circ, \phi=20^\circ$; $\theta=\phi, \phi=40^\circ$; $\theta=20^\circ, \phi=30^\circ$ ニ對シテハ $\theta=0^\circ, \theta=\phi, \theta=20^\circ$ ノ各曲線ガ夫々 $\phi=20^\circ, \phi=40^\circ, \phi=30^\circ$ ノ横線ト合スル點ヲ求メ $F(\theta, \phi)$ ノ値トシテ底線ニテ $0.490, 0.765, 0.414$ ヲ得ルガ如シ。

例題1. 地表面ノ傾斜角 20° , 土ノ息角 35° ナル場合, 及ビ地表面

第四表圖



水平土ノ息角 35° ナル場合ニ於テ $\frac{P_x}{P_y}$ ナル比ヲ求ム。

第一ノ場合ニハ第四表圖ヨリ $F(\theta, \phi) = 0.323$,

(26)式ヨリ $\frac{P_x}{P_y} = F(\theta, \phi) + \cos 20^\circ = 0.323 + 0.9397 = 0.344$

第二ノ場合ニ於テハ第四表圖ヨリ $F(\theta, \phi) = 0.271$.

(26)式ヨリ $\frac{P_x}{P_y} = F(\theta, \phi) + \cos 0^\circ = 0.271 + 1 = 0.271$.

例題2. 土ノ息角 30° , 土ノ重量100 呎每立方呎トスレバ地表面ノ傾斜角 30° ナルトキ及ビ地表面水平ナルトキ地表面以下10 呎ノ深サニ於ケル土壓力度 P_x ノ値如何.

第一ノ場合ニ於テハ(26)式及ビ第四表圖ニ依ルカ又ハ(27)式ヨリ $P_x = wy \cos \phi = 100 \times 10 \times 0.866 = 866$ 呎每平方呎.

第二ノ場合ニ於テハ(26)式及ビ第四表圖ニ依ルカ又ハ(28)式ヨリ $P_x = wy \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 100 \times 10 \times 0.333 = 333$ 呎每平方呎.

例題3. 鉛直擁壁アリ高サ10 呎, 地表面ノ傾斜角 25° ナルトキ裏込ガ玉石ナル場合及ビ普通土ナル場合ニ於テ降雨ノ際甚ダシク濕潤トナルトスレバ該擁壁ニ作用スル土壓力如何.

玉石ノ場合. 第十四表及ビ第十五表ニ依ツテ $\phi = 45^\circ, w = 120$ 呎, $F(\theta, \phi) = 0.209$, (23)式ヨリ

$$P = \frac{1}{2} wy^2 F(\theta, \phi) = \frac{1}{2} \times 120 \times 10^2 \times 0.209 = 60 \times 100 \times 0.209 = 1,254 \text{ 呎.}$$

普通土ノ場合. $\phi = 30^\circ, w = 110$ 呎, $F(\theta, \phi) = 0.493$, (28)式ヨリ

$$P = \frac{1}{2} \times 110 \times 10^2 \times 0.493 = 2,710 \text{ 呎}$$

例題4. 地表面水平ニシテ土ノ重量100 呎每立方呎, 息角 35° ナルトキ水平加速度2,000 耗毎秒毎秒ノ地震起ルトスレバ高サ10 呎ノ鉛直擁壁ニ作用スル全土壓力ハ平素ヨリ幾割増加スベキカ.

第四表圖ヨリ $F(\theta, \phi) = 0.271$, (29)式ヨリ

$$P = \frac{1}{2} wy^2 F(\theta, \phi) = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^2 \times 0.271 = 1,355 \text{ 呎.}$$

是レ平素ノ全土壓力ナリ. 然ルニ第65節ニ依ツテ加速度2,000 耗毎秒毎秒ノ地震ノ震度ハ0.2ニシテ第十八表ニ依ツテ息角ハ 11°

式ケ減少スルガ故ニ $\phi = 35^\circ - 11^\circ = 24^\circ$ ニ對スル $F(\theta, \phi)$ ハ第四表圖ニ依ツテ0.12トナリ全土壓力ハ

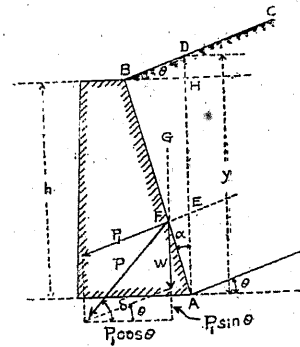
$$P' = \frac{1}{2} wy^2 F(\theta, \phi) = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^2 \times 0.42 = 2,100 \text{ 呎.}$$

$$\therefore \frac{P' - P}{P} = \frac{2,100 - 1,355}{1,355} = 0.55$$

即チ全土壓力ハ地震ノ爲メニ平素ヨリ増加スルコト凡ソ五割五分ナリ.

7I. 斜面ニ於ケル土壓力. 解析解法 前述ノ如クらんきん氏ノ公式ハ鉛直面ニ對スルモノナレバ傾斜背面ヲ有スル擁壁ニ作用スル土壓力ハ直接此ノ公式ニヨリテ計算スルヲ得ズ多少ノ變更ヲ加ヘ

第 222 圖



ザルベカラズ.

第222圖ニ於テABヲ擁壁ノ傾斜背面トシBCヲ地表面トス. 擁壁ノ單位長サヲ考フレバAヲ通ズル鉛直平面AD上ニ作用スル全土壓力 P_1 ハらんきん氏公式ニ依ツテ計算スルヲ得ベシ. 而シテ

其ノ働點ハAヨリ $\frac{1}{3}AD$ ナルE點ニシテ其ノ方向ハBCニ並行ナリ. 今之ヲ延長スレバABDナル土塊ノ重量Wノ働線トE點ニ合スベシ. 而シテ P_1 トWトノ合成力PハAB面上ニ作用スル全土壓力ナ

トス。

今第222圖 = 於テ

$$AD = AH + HD = h + BH \tan \theta = h + h \cdot \tan \alpha \cdot \tan \theta$$

$$= h(1 + \tan \alpha \cdot \tan \theta) = h \left(\frac{\cos \alpha \cdot \cos \theta}{\cos \alpha \cdot \cos \theta} + \frac{\sin \alpha \cdot \sin \theta}{\cos \alpha \cdot \cos \theta} \right)$$

$$= h \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos \alpha \cdot \cos \theta} = y$$

$$\therefore P_1 = \frac{1}{2} w y^2 \cdot F(\theta, \phi) = \frac{1}{2} w h^2 \frac{\cos^2(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \theta} \cdot F(\theta, \phi) \dots\dots (a)$$

$$BH = h \cdot \tan \alpha = h \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$\therefore W = w \times \triangle ABD = w \cdot \frac{1}{2} AD \times BH$$

$$= \frac{1}{2} w h^2 \frac{\sin \alpha \cdot \cos(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \theta} \dots\dots (b)$$

然ルニ

$$P = \sqrt{(P_1 \cos \theta)^2 + (W + P_1 \sin \theta)^2} = \sqrt{W^2 + P_1^2 + 2WP_1 \sin \theta} \dots\dots (c)$$

(c)式 = (a)式及ビ(b)式ヨリ W 及ビ P₁ノ値ヲ代入スレ

バ

$$P = \sqrt{\left\{ \frac{1}{2} w h^2 \frac{\sin \alpha \cdot \cos(\theta - \alpha)}{\cos \alpha \cdot \cos \theta} \right\}^2 + \left\{ \frac{1}{2} w h^2 \frac{\cos^2(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \theta} \cdot F(\theta, \phi) \right\}^2}$$

$$+ 2 \left(\frac{w h^2}{2} \right)^2 \frac{\sin \alpha \cdot \cos(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \theta} \frac{\cos^2(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \theta} \cdot F(\theta, \phi) \cdot \sin \theta$$

$$= \frac{1}{2} w h^2 \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \theta} \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{\cos^2(\theta - \alpha)}{\cos^2 \theta} \{ F(\theta, \phi) \}^2}$$

$$+ 2 \sin \alpha \cdot \cos(\theta - \alpha) \tan \theta \cdot F(\theta, \phi) \dots\dots (32)$$

Pノ働線ガ水平線トナス角δハ次ノ如クシテ求ムルヲ得。第222圖 = 於テ

$$\tan \delta = \frac{W + P_1 \sin \theta}{P_1 \cos \theta} = \frac{W}{P_1 \cos \theta} + \tan \theta \dots\dots (d)$$

(d)式 = (a)式及ビ(b)式ヨリ P₁ 及ビ Wノ値ヲ代入スレバ

$$\tan \delta = \frac{\sin \alpha \cdot \cos(\theta - \alpha) \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos \theta}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \theta \cdot \cos^2(\theta - \alpha) \cdot F(\theta, \phi)} + \tan \theta$$

$$= \frac{\sin \alpha}{\cos(\theta - \alpha) \cdot F(\theta, \phi)} + \tan \theta \dots\dots (33)$$

尙働點 Fハ Aヨリ $\frac{1}{3} AB$ ノ所ニアルコトハ説明ヲ要セズシテ明ラカナリ。

特別ノ場合 (a)地表面ノ傾斜角θ、擁壁背面鉛直ナルトキハα=0トナルヲ以テ(32)及ビ(33)式ハ次ノ如クナルベシ

$$P = P_1 = \frac{1}{2} w \cdot h^2 F(\theta, \phi) \dots\dots (34)$$

$$\tan \delta = \tan \theta, \text{即チ } \delta = \theta$$

(b)地表面天然傾斜角ヲナシ壁背ノ傾斜角αナルトキハθ=φトナルヲ以テ

$$P = \frac{1}{2} w h^2 \frac{\cos(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \phi} \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha \cdot \cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \phi} + 2 \sin \alpha \cdot \sin \phi \cdot \cos(\phi - \alpha)} \dots\dots (35)$$

$$\tan \delta = \frac{\sin \alpha + \sin \phi \cdot \cos(\phi - \alpha)}{\cos \phi \cdot \cos(\phi - \alpha)}$$

(c)地表面天然傾斜角ヲナシ壁背鉛直ナルトキハθ=φ, α=0トナルヲ以テ

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{1}{2} wh^2 \cos \phi \\ \tan \delta &= \tan \phi, \text{ 即チ } \delta = \phi \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (36)$$

是レ(30)式ト同様ナリ.

(d) 地表面水平ニシテ壁背ノ傾斜角 α ナルトキハ $\theta=0$ トナルヲ以テ

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{1}{2} wh^2 \sqrt{\tan^2 \alpha + \left(\frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}\right)^2} \\ \tan \delta &= \tan \alpha \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (37)$$

(e) 地表面水平ニシテ壁背鉛直ナルトキハ $\theta=0$, $\alpha=0$ トナルヲ以テ

$$\left. \begin{aligned} P &= P_1 = \frac{1}{2} wh^2 \cdot \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \\ \delta &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (38)$$

是レ(31)式ト同様ナリ.

(f) 土質ガ液體同様ナルトキハ $\phi=0$ ナルベク, 又同時 $= \theta=0$ ナルベキヲ以テ

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{1}{2} wh^2 \frac{1}{\cos \alpha} \\ \delta &= \alpha \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (39)$$

是レ液體壓力ヲ表ハス公式ナリ.

全土壓力Pノ計算用諸表 (32) 及ビ(33)式ノ計算ヲ簡易ナラシムル爲メニ第二十表ノ如キモノヲ使用スルヲ便トス. 今

$$\frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cos \theta} = (L), \quad \sin^2 \alpha = (M), \quad \left\{ \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos \theta} \right\}^2 = (N),$$

$$2 \sin \alpha \cos(\theta - \alpha) \tan \theta = (O), \quad \sin \alpha = (P), \quad \cos(\theta - \alpha) = (Q),$$

$\tan \theta = (R)$ トスレバ(32)及ビ(33)式ハ次ノ如クナル

$$P = \frac{1}{2} wh^2 \cdot (L) \sqrt{(M) + (N) \{F(\theta, \phi)\}^2 + (O) \cdot F(\theta, \phi)} \dots\dots\dots (40)$$

$$\tan \delta = \frac{(P)}{(Q) \cdot F(\theta, \phi)} + (R) \dots\dots\dots (41)$$

(40) 及ビ(41)式中ノ(L), (M), (N), (O), (P), (Q), (R)等ヲ計算尺及ビ四桁對數表ニテ計算シ之ヲ表示シタルモノヲ第二十表トス. 但シ此ノ表ハ第223圖(b)ニ示ス如ク α ガ負ナルトキニハ適用シ得ザルモノト

第二十表

$$(L) = \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cos \theta}, \quad (M) = \sin^2 \alpha$$

$\theta \setminus \phi$	(L)										(M)
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	
5°	1.004	1.012	1.019	1.027	1.036	1.045	1.055	1.065	1.078	1.093	0.008
6°	1.005	1.015	1.024	1.034	1.044	1.055	1.066	1.079	1.094	1.111	0.011
7°	1.007	1.018	1.029	1.041	1.052	1.065	1.079	1.094	1.111	1.131	0.015
8°	1.010	1.022	1.035	1.048	1.062	1.076	1.092	1.109	1.129	1.152	0.019
9°	1.012	1.026	1.040	1.055	1.071	1.088	1.105	1.124	1.147	1.173	0.024
10°	1.015	1.031	1.046	1.063	1.081	1.099	1.119	1.140	1.166	1.195	0.030
11°	1.019	1.036	1.053	1.072	1.092	1.112	1.133	1.157	1.186	1.218	0.036
12°	1.022	1.041	1.061	1.081	1.103	1.124	1.148	1.175	1.205	1.240	0.043
13°	1.026	1.047	1.068	1.090	1.114	1.136	1.163	1.193	1.225	1.263	0.051
14°	1.031	1.053	1.076	1.100	1.125	1.150	1.179	1.211	1.245	1.288	0.059
15°	1.035	1.059	1.084	1.110	1.136	1.165	1.195	1.229	1.268	1.313	0.07
16°	1.040	1.066	1.093	1.120	1.149	1.179	1.212	1.249	1.291	1.338	0.076
17°	1.046	1.073	1.103	1.132	1.163	1.195	1.230	1.270	1.315	1.365	0.083
18°	1.051	1.081	1.112	1.144	1.177	1.211	1.248	1.291	1.340	1.393	0.091
19°	1.056	1.089	1.122	1.155	1.190	1.224	1.263	1.313	1.361	1.422	0.10
20°	1.062	1.098	1.132	1.167	1.204	1.245	1.288	1.338	1.395	1.461	0.117

$$(N) = \left\{ \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos\theta} \right\}^2$$

(N)											
$\theta \setminus \alpha$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	
5°	0.992	1.008	1.023	1.040	1.057	1.075	1.096	1.118	1.144	1.174	
6°	0.989	1.008	1.026	1.046	1.066	1.089	1.113	1.140	1.172	1.208	
7°	0.985	1.006	1.028	1.051	1.075	1.102	1.130	1.164	1.199	1.242	
8°	0.981	1.005	1.030	1.056	1.084	1.114	1.147	1.183	1.226	1.276	
9°	0.976	1.003	1.031	1.060	1.092	1.125	1.163	1.204	1.253	1.309	
10°	0.970	1.000	1.031	1.064	1.099	1.136	1.178	1.224	1.291	1.342	
11°	0.964	0.997	1.031	1.067	1.105	1.147	1.194	1.244	1.304	1.375	
12°	0.957	0.993	1.030	1.069	1.110	1.156	1.204	1.262	1.328	1.407	
13°	0.950	0.988	1.028	1.061	1.106	1.156	1.220	1.281	1.353	1.438	
14°	0.942	0.983	1.026	1.072	1.121	1.173	1.232	1.300	1.377	1.469	
15°	0.933	0.977	1.023	1.072	1.124	1.181	1.244	1.316	1.400	1.500	
16°	0.924	0.971	1.018	1.073	1.127	1.188	1.256	1.332	1.422	1.530	
17°	0.915	0.964	1.016	1.071	1.129	1.194	1.266	1.348	1.444	1.559	
18°	0.905	0.957	1.011	1.069	1.131	1.200	1.276	1.363	1.465	1.588	
19°	0.895	0.950	1.005	1.068	1.132	1.204	1.284	1.377	1.485	1.617	
20°	0.883	0.940	1.000	1.068	1.132	1.208	1.293	1.390	1.505	1.643	

$$(O) = 2 \sin \alpha \cdot \cos(\theta - \alpha) \cdot \tan \theta$$

(O)											
$\theta \setminus \alpha$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	
5°	0	0.015	0.031	0.046	0.061	0.076	0.091	0.106	0.120	0.134	
6°	0	0.018	0.037	0.055	0.074	0.092	0.110	0.128	0.145	0.162	
7°	0	0.021	0.043	0.065	0.086	0.108	0.130	0.151	0.172	0.192	
8°	0	0.024	0.049	0.074	0.099	0.124	0.149	0.174	0.198	0.222	
9°	0	0.027	0.055	0.083	0.112	0.140	0.169	0.197	0.225	0.253	
10°	0	0.030	0.061	0.093	0.124	0.156	0.188	0.220	0.252	0.284	
11°	0	0.032	0.067	0.102	0.137	0.173	0.208	0.244	0.280	0.316	
12°	0	0.036	0.073	0.111	0.150	0.189	0.216	0.268	0.308	0.349	
13°	0	0.039	0.079	0.119	0.163	0.205	0.248	0.292	0.336	0.382	
14°	0	0.042	0.085	0.130	0.175	0.221	0.269	0.316	0.365	0.415	
15°	0	0.045	0.091	0.139	0.198	0.238	0.289	0.341	0.394	0.448	
16°	0	0.047	0.097	0.148	0.200	0.254	0.309	0.365	0.423	0.482	
17°	0	0.050	0.102	0.157	0.213	0.270	0.329	0.390	0.452	0.516	
18°	0	0.053	0.108	0.165	0.225	0.286	0.349	0.414	0.481	0.551	
19°	0	0.055	0.113	0.174	0.237	0.302	0.369	0.438	0.510	0.585	
20°	0	0.058	0.119	0.183	0.249	0.318	0.389	0.463	0.539	0.620	

$$(P) = \sin \alpha, (Q) = \cos(\theta - \alpha), (R) = \tan \theta$$

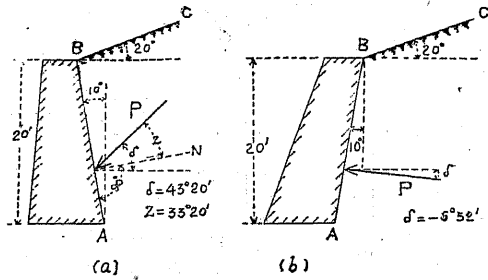
(Q)												(P)
$\theta \setminus \alpha$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°		
5°	0.996	1.000	0.996	0.985	0.966	0.940	0.906	0.866	0.819	0.766	0.087	
6°	0.995	1.000	0.998	0.988	0.970	0.946	0.914	0.875	0.829	0.777	0.105	
7°	0.993	0.999	0.993	0.990	0.974	0.951	0.921	0.883	0.839	0.788	0.122	
8°	0.990	0.999	0.999	0.993	0.978	0.956	0.927	0.891	0.848	0.799	0.139	
9°	0.988	0.993	1.000	0.995	0.982	0.961	0.934	0.899	0.857	0.809	0.156	
10°	0.985	0.996	1.000	0.996	0.985	0.966	0.940	0.806	0.866	0.811	0.174	
11°	0.982	0.995	1.000	0.998	0.988	0.970	0.946	0.914	0.875	0.829	0.191	
12°	0.978	0.993	0.999	0.999	0.990	0.974	0.951	0.921	0.883	0.839	0.208	
13°	0.974	0.990	0.999	0.999	0.993	0.978	0.956	0.927	0.891	0.848	0.225	
14°	0.970	0.988	0.998	1.000	0.995	0.982	0.961	0.934	0.899	0.857	0.242	
15°	0.966	0.985	0.996	1.000	0.996	0.985	0.966	0.940	0.906	0.866	0.259	
16°	0.961	0.981	0.995	1.000	0.998	0.988	0.970	0.946	0.914	0.875	0.276	
17°	0.956	0.978	0.993	0.999	0.999	0.990	0.974	0.951	0.921	0.883	0.292	
18°	0.951	0.974	0.990	0.999	0.999	0.993	0.978	0.956	0.927	0.891	0.309	
19°	0.946	0.970	0.988	0.998	1.000	0.995	0.982	0.961	0.934	0.899	0.326	
20°	0.940	0.966	0.985	0.996	1.000	0.996	0.985	0.966	0.940	0.906	0.342	
(R)	0	0.087	0.176	0.268	0.364	0.466	0.577	0.700	0.839	1.000		

知ルベシ。此ノ表ニ依ツテ P 及 δ $\tan \delta$ ヲ計算シタル結果ハ固ヨリ近似値タルヲ免レズト雖モ實地設計等ニ對シテハ之ニテ充分ナルベシ。尙本表ニ於テハ θ ハ 0° ヨリ 45° マデ 5° 毎ニ、 α ハ 5° ヨリ 20° マデ 1° 毎ニ之ヲ取リタルガ其ノ中間ノ角ニ對シテモ挿入法ニ依ツテ容易ニ之ニ相當スル値ヲ求メ得ベシ。(40) 及ビ (41) 式中ノ $F(\theta, \phi)$ ノ値ハ前節第四表圖ニヨリテ求メ得ベキコト讀者ノ既ニ知レル處ナリ。

例題 1. 第 223 圖 (a) = 於ケル如ク高サ $h=20$ 呎、背面ノ傾斜角 $\alpha=10^\circ$ ナル擁壁アリ其ノ背後ニ於ケル土ノ重サ $w=100$ 呎、息角 $\phi=20^\circ$ 表裏面傾斜角 $\theta=20^\circ$ ナルトキ P 及 δ ノ値ヲ求ム。

第二十表ヨリ (L)=1.08', (M)=0.03, (N)=1.099, (O)=0.124, (P)=0.174, (Q)=0.985, (R)=0.364, 又第四表ヨリ F(θ,φ)=0.323 ナルヲ以テ (40) 式ニ依ツテ

第 223 圖



$$P = \frac{1}{2} \omega h^2 (L) \sqrt{(M) + (N) \{ F(\theta, \phi) \}^2 + (O) F(\theta, \phi)}$$

$$= \frac{1}{2} \times 100 \times 20^2 \times (1.081) \times \sqrt{0.030 + (1.099) \times (0.323)^2 + (0.124) \times (0.323)}$$

$$= 20,000 \times 1.081 \times \sqrt{0.1817} = 9,290 \text{ 呎}$$

次ニ (41) 式ニ依ツテ

$$\tan \delta = \frac{(P)}{(Q) F(\theta, \phi)} + (R) = \frac{(0.174)}{(0.985) \times (0.323)} + (0.364)$$

$$= 0.547 + 0.364 = 0.911 = \tan 43^\circ 20'$$

即チ $\delta = 43^\circ 20'$

若シ壁背ノ垂直線ト P トノ間ノ角ヲ Z トスレバ

$$z = 43^\circ 20' - 10^\circ = 33^\circ 20'$$

例題 2. 第 223 圖 (b) = 於ケル如ク壁背ガ後方ニ傾キ α ガ -10° ナリ且 $\phi = 30^\circ$ ナル場合ニハ P 及ビ δ ノ大サ如何。

此ノ場合ノ如ク α ガ負ナルトキハ別ニ第二十表ニ相當スルモノヲ作ルベキナリ。今本例題ニ對スル計算ヲ示セバ次ノ如ク。

$$(L) = \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos \theta} = \frac{\cos 30^\circ}{\cos^2 10^\circ \cdot \cos 20^\circ} = \frac{0.866}{0.9848^2 \times 0.9397} = 0.9503$$

$$(M) = \sin^2(-10^\circ) = 0.0301$$

$$(N) = \left\{ \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos \theta} \right\}^2 = \left(\frac{\cos 30^\circ}{\cos 20^\circ} \right)^2 = \left(\frac{0.866}{0.9397} \right)^2 = 0.849$$

$$(O) = 2 \cdot \sin(-\alpha) \cdot \cos(\theta - \alpha) \cdot \tan \theta = 2 \times (-0.1737) \times 0.866 \times 0.364 = -0.1095$$

$$(P) = \sin(-\alpha) = \sin(-10^\circ) = -0.1737$$

$$(Q) = \cos(\theta - \alpha) = \cos 30^\circ = 0.866$$

又第四表ヨリ F(θ,φ)=0.414

故ニ (40) 式ニ依ツテ

$$P = \frac{1}{2} \times 100 \times 20^2 \times 0.9503 \times \sqrt{0.0301 + 0.849 \times 0.414^2 - 0.1095 \times 0.414}$$

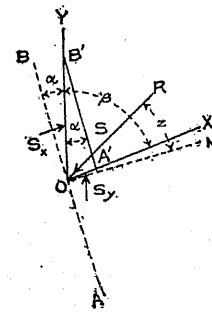
$$= 20,000 \times 0.9503 \times \sqrt{0.1305} = 6,871 \text{ 呎}$$

又 (41) 式ニ依ツテ

$$\tan \delta = \frac{-0.1737}{0.866 \times 0.414} + 0.364 = -0.1205$$

故ニ $\delta = -6^\circ 52'$

第 224 圖



72. 斜面ニ於ケル土壓力。別法
共軛應力ノ理論ヲ應用シテ P ノ大
サ及ビ方向ヲ知ルヲ得。第 224 圖ニ
於テ OX 及ビ OY 上ニ作用スル共軛
應力度 S_y 及ビ S_x ガ既知ナルトキハ
第三ノ平面 A'B' 上ニ作用スル應力
度ハ容易ニ得ラルベシ(中巻第 70 乃
至 72 節参照)。即チ求ムル應力度ヲ
S トスレバ

$$S = \frac{OR}{A'B'} = \frac{1}{A'B'} \sqrt{(S_x \cdot OB')^2 + (S_y \cdot OA')^2 + 2(S_x \cdot OB')(S_y \cdot OA') \cos \beta}$$

然ルニ正弦比例ニヨリ

$$\frac{A'B'}{\sin \beta} = \frac{OA'}{\sin \alpha} = \frac{OB'}{\sin(\pi - \alpha - \beta)}$$

$$OA' = A'B' \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad OB' = A'B' \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \beta}$$

$$S = \sqrt{S_x^2 \frac{\sin^2(\alpha + \beta)}{\sin^2\beta} + S_y^2 \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\beta} + 2S_x S_y \sin(\alpha + \beta) \sin\alpha \frac{\cos\beta}{\sin^2\beta}}$$

今 S_x, S_y 及 β を p_x, p_y 及 β と置ケバ

$$S_x = p_x = wy \cdot F(\theta, \phi), \quad S_y = p_y = wy \cdot \cos\theta$$

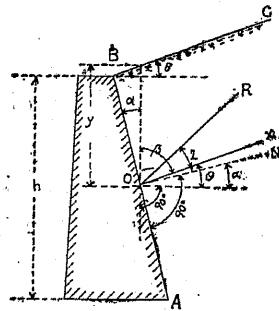
$$p = wy \sqrt{\frac{\sin^2(\alpha + \beta)}{\sin^2\beta} \{F(\theta, \phi)\}^2 + \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\beta} \cos^2\theta + 2F(\theta, \phi) \sin(\alpha + \beta) \sin\alpha \frac{\cos\beta}{\sin^2\beta}}$$

然ルニ此ノ場合ニ於テハ $\beta + \theta = \frac{\pi}{2}$ 、從ツテ $\sin\beta = \cos\theta$ ナルヲ以テ

$$p = wy \sqrt{\frac{\sin^2(\alpha + \beta)}{\sin^2\beta} \{F(\theta, \phi)\}^2 + \sin^2\alpha + 2\sin\alpha \sin(\alpha + \beta) \cot\beta \cdot F(\theta, \phi)}$$

第71節解析解法ニ於テ説明セル如ク第225圖ノA點ニ對シテ $y = h \cdot \cos(\theta - \alpha) / \cos\alpha \cdot \cos\theta$ ナルヲ以テAB面上ニ作用スル平均土壓力度ハ

第225圖



$$\frac{wh}{2} \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos\alpha \cos\theta} \sqrt{\frac{\sin^2(\alpha + \beta)}{\sin^2\beta} \{F(\theta, \phi)\}^2 + \sin^2\alpha + 2\sin\alpha \sin(\alpha + \beta) \cot\beta \cdot F(\theta, \phi)}$$

故ニ $AB (= h / \cos\alpha)$ 面ニ作用スル全土壓力ハ

$$P = \frac{wh^2}{2} \frac{\cos(\theta - \alpha)}{\cos^2\alpha \cos\theta} \sqrt{\frac{\sin^2(\alpha + \beta)}{\sin^2\beta} \{F(\theta, \phi)\}^2 + \sin^2\alpha + 2\sin\alpha \sin(\alpha + \beta) \cot\beta \cdot F(\theta, \phi)} \dots \dots \dots (42)$$

(42)式ト(32)式トヲ比較スルニ β ト θ 及 $\beta(\alpha + \beta)$ ト $(\theta - \alpha)$ トハ互ニ餘角、從ツテ $\cot\beta = \tan\theta$ 、 $\sin(\alpha + \beta) = \cos(\theta - \alpha)$ ナルヲ以テ兩式ノ全ク同ジキヲ知ルベシ。

地表面水平、即チ $\theta = 0$ ナルトキハ從ツテ $\beta = 90^\circ$ トナリ(42)式ハ次ノ如クナル

$$P = wh^2 \sqrt{\tan^2\alpha + \left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}\right)^2}$$

是レ(37)式ト同様ナリ。此ノ場合ニ於テハ中卷(93a)式ニヨリ

$$\tan z = \frac{(p_y - p_x) \cos\alpha \sin\alpha}{p_x \cos^2\alpha + p_y \sin^2\alpha}, \quad p_x = wy \cdot \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

$p_y = wy$ ナルヲ以テ

$$\tan z = \frac{\cos\alpha \sin\alpha \left(1 - \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}\right)}{\sin^2\alpha + \cos^2\alpha \left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}\right)} = \frac{\sin 2\alpha \sin\phi}{1 - \cos 2\alpha \sin\phi} \dots \dots \dots (43)$$

(43)式ト(37)トヲ比較スルニ

$$\delta = z + \alpha, \quad \tan\delta = \frac{\tan z + \tan\alpha}{1 - \tan z \tan\alpha} = \frac{\sin\alpha + \sin\alpha \sin\phi}{\cos\alpha - \cos\alpha \sin\phi}$$

$$\text{即チ} \quad \tan\delta = \tan\alpha \times \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi}$$

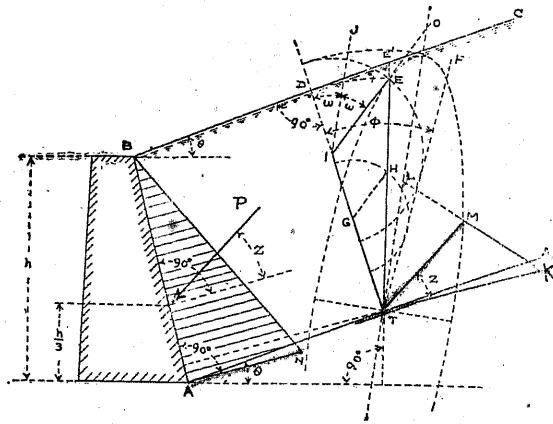
トナリ兩式ヨリ得ラル、土壓力ノ方向一致スルコトヲ知ルベシ。

73. 斜面ニ於ケル土壓力。圖式解法。

第一法。應力橢圓ノ理論ヲ應用シテPノ大サ及ビ方向ヲ決定スル圖式解法ヲ次ニ示サン(第226圖)。

地表面BCニ並行ニAA₁ヲ引キ其ノ上ノ任意ノ一點Tニ於テAA₁ニ垂直ナル線TDヲ引キBCトDニ會セシメTヲ通ズル鉛直線TEヲ引キTEヲTDニ等シカラシム。TDトφ角ヲナス様TEヲ引キTD上ノ任意ノ一點Gヲ中心トシテTEニ切スル半圓ヲ書ガキTEトHニ會セシメ、HトGトヲ連ネHGニ並行ニ

第226圖



Eヲ通ジテEIヲ引キEID角ノ二等分線IJヲ引キ、IJニ並行ニTヲ通ジテTLヲ引キ、Tヲ通ジテABニ垂直ナル線TKヲ引キTKヲTIニ等シカラシム、Kヲ中心トシKTヲ半径トシテ圓弧ヲ畫ガキLニ於テTLニ會セシメ、LトKトヲ連ネKL上ニKMヲ取りIEニ等シカラシメTMヲ結ブベシ。次ニAニ於テABニ垂直ナル線ANノ長サヲTMニ等シクシNトBトヲ連ヌベシ。然ルトキハ與ヘラレタル線尺度ヲ用ヒテ得ル△ABNノ面積ニwヲ乘ジタルモノハAB面(一單位長サノ)上ニ作用スル全土壓力ノ大サニシテ其ノ方向ハTMニ並行ニ、其ノ働點ハAヨリ $\frac{1}{3}$ ノ所ニアルベシ。

證明 第226圖ハ混雜ヲ避クル爲メA點ヲ假ニTニ移シテ作

圖セルモノナリ。中卷第77節ニ依ツテTEハAA₁平面上ニ作用スル合成應力度TIハ $\frac{S_y+S_x}{2}$ 、IEハ $\frac{S_y-S_x}{2}$ ニ相當ス。而シテIJニ並行ニTOヲ引ケバ是レ應力橢圓ノ長軸ノ方向ヲ表ハシTIトIEトハ之ト等角ヲナスベシ。若シTI及ビIEガTOト常ニ等角ヲナス様注意シツ、先ヅTヲ原點トシテTIヲ廻轉シ次ニ移動シタルIヲ原點トシテIEヲ廻轉スレバEハ應力橢圓ヲ畫ガクベシ斯クシテT點ヲ含ム或平面上ニ作用スル合成應力度ハ橢圓上ノ相當ノ一點トT點トヲ連ネタル直線ニテ表ハサルベキナリ。然ルニA點ニ於テ地表面BCニ並行ナル平面ニ作用スル鉛直應力度ハ(24)式ニヨリ $w \times TE' \times \cos\theta$ ナルガ第226圖ノ圖式解法ニ於テ此ノ應力度ヲ表ハスベキTEハ $TE' \cos\theta$ ナリ。即チ鉛直應力度ヲwニテ除シタルモノト知ルベシ。然レバ $TM \times w$ ハTヲ通ジテFKニ垂直ナル面即チAB面中ノA點ニ於ケル應力度ヲ表ハスコト明ラカナリ。從ツテ△ABNノ面積トwトノ乘積ハAB面上ニ作用スル全土壓力ノ大サナルヲ知ルベシ。而シテAB面上ノ各點ニ作用スル土應力度ハスベテTMニ並行ナルヲ以テ全土壓力モ亦TMニ並行ナルコト明ラカナリ。

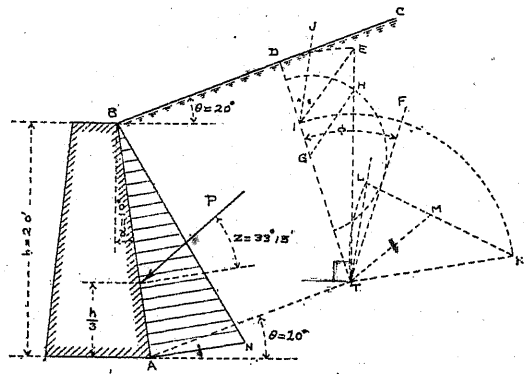
特別ノ場合 ABガ鉛直面ナルトキハTIニ等シクTKヲ水平ニ引キ上叙ノ手續ヲ履メバTMハBCニ並行トナルベク、θガ零ナルトキハTMハ水平トナルベシ。讀者宜シク其ノ作圖ヲ試ムベシ。

例題 h=20呎、α=10°、w=100呎、φ=35°、θ=20°ナルトキP及ビQヲ圖式解法ニ依ツテ求メヨ。

第227圖ニ示セル如ク上述ノ圖式解法ニ依ツテ作圖ヲナストキハ全土壓力ノ大サハ△ABNノ面積ニ100呎ヲ乘ジタルモノニ等シキヲ以テ

$$P = \frac{AB \times AN}{2} \times 100 = \frac{20.3 \times 9.16}{2} \times 100 = 9,297 \text{ 呎}$$

第 227 圖



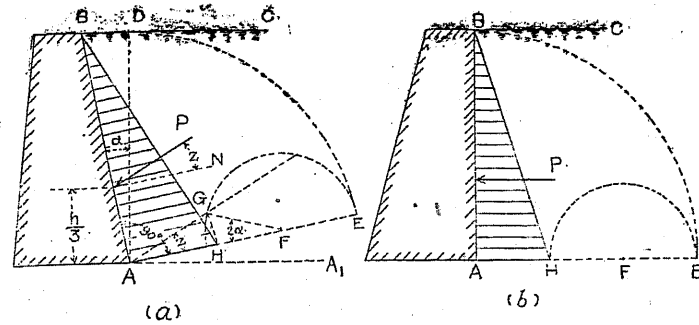
TM が AB の垂直線トナス角ナレバ之ヲ遊尺附分度器ニテ測ルベシ。即チ

$$z = 33^{\circ}15'$$

此等ノ結果ヲ第 71 節例題 1 ノ結果ト比較スルニ少シク相違アリ。是レ圖式解法ニ於テ免ルベカラザル誤差ナリ。

第二法 第 228 圖(a)ニ於ケルガ如ク地表面水平ナルトキハ主要應力ノ理論ヲ應用シテ圖式的ニ P 及ビ z ノ値ヲ決定スルヲ得ベシ。先ヅ AB = 垂直 = AE ヲ引キ之ヲ A 點ノ深サ y 即チ AD = 等シカラシメ、EF ヲ $\frac{y}{2} \left(1 - \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}\right)$ = 等シク取り F ヲ中心トシ EF ヲ半徑トシテ半圓ヲ畫ガキ角 AFG ヲ 2α = 等シクシ、G ト A トヲ連ヌルトキハ AG ガ AB 面中ノ A 點ニ作用スル土壓力度ヲ表ハスベシ。AG = 等シク AH ヲ取り H ト B トヲ連ヌルトキハ與ヘラレタル線尺度ニテ度リタル $\triangle ABH$ ノ面積 = w ヲ乗ジタルモノガ

第 228 圖



AB 面(一單位長サノ)ニ作用スル全土壓力ノ大サニシテ其方向ハ AG = 並行ナリ。而シテ働點ハ A ヨリ $\frac{1}{3}$ AB ノ所ニアルベシ。

證明 中卷第 77 節ニ於テ(93)式ヨリ

$$\sin\theta = \frac{S_z}{S} = \frac{(S_y - S_x) \sin 2\alpha}{2S}$$

ナルヲ以テ土壓力ノ場合ニ於テハ p ナ A 點ニ於ケル壓力度トスレバ

$$\sin z = \frac{p_y - p_x \sin 2\alpha}{2p}$$

即チ
$$p = \frac{p_y - p_x \sin 2\alpha}{2 \sin z}$$

ヲ得。今 $\triangle AFG$ = 於テ正弦比例 = ヨリ

$$\frac{AG}{\sin 2\alpha} = \frac{FG}{\sin z} \text{ 即チ } AG = FG \frac{\sin 2\alpha}{\sin z}$$

トナル。EF (= FG) ヲ $\frac{p_y - p_x}{2}$ ト假定スレバ

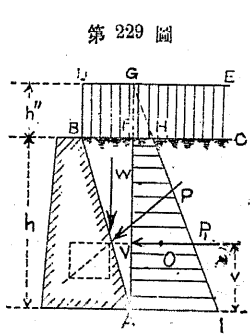
$$AG = \frac{p_y - p_x}{2} \frac{\sin 2\alpha}{\sin z} = p$$

ナルモ實際ハ AB 面上ノ一 點 A = 於ケル鉛直壓力度ハ w, 之ト共

概ニシテ、地表面ニ並行ナル壓力度ハ $w \cdot \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$ ナリ。
 依ツテ $\frac{P_y - P_x}{2} = \frac{w}{2} \left(1 - \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\right)$ ナリ。然ルニ此ノ作圖ニ於テハ
 $\frac{w}{2} \left(1 - \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\right) \cdot w$ ナテ除シタルモノヲ EF トシテ AE トセル
 故 AG ハ $\frac{P}{w}$ ナ表ハスコト、ナル。從ツテ $\triangle ABH$ ノ面積ト w トノ
 乘積ハ AB 面上ニ作用スル全土壓力ノ大サナルコト明ラカナリ。
 若シ地表面ガ水平ニシテ且壁背ガ鉛直ナルトキハ $\alpha=0$ ナル
 ナ以テ第 228 圖 (b) ニ示セル如ク

$AE=AB, EF=EH = \frac{h}{2} \left(1 - \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\right)$, 即チ $AH = h \cdot \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$
 トナルヲ以テ全土壓力ハ $\triangle ABH \times w = \frac{1}{2} w h^2 \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$ トナリ (31) 式ト
 一致ス。

74. 地表面上ニ荷重アル場合ノ土壓力 地表面
 水平ニシテ其ノ上ニ建設セラレタル家屋其ノ他ノ
 構造物アルカ又ハ道路鐵道等ガ敷設セラル、トキ
 ハ最大全荷重ヲ取リテ之ヲ等布荷重ニ換算シ其ノ
 荷重度ヲ求メ之ニ相當スル丈ケノ土ヲ積ミ上グタ
 ルモノト見做シテ土壓力ヲ計算スルヲ常トス。



第 229 圖

第 229 圖ニ於テ h'' ニテ示セル
 ハ即チ荷重ト同ジ重量ヲ有ス
 ベキ土ノ高サヲ表ハシ之ヲ換
 算荷重高 (Height of Reduced Load)
 ト稱ス。此ノ場合一般ニ用キ
 ラル、解法ハ A ヨリ鉛直線
 AFG ヲ引キ AF 上ニ作用スル

土壓力 P_1 ヲ求メ次ニ之ト ABDG ノ土ノ重量 W トノ合

成力 P ヲ求ムルニアリ。而シテ P_1 ノ大サヲ知ルニ
 ハ (31) 式ニ依リテ AG 及ビ FG 上ニ作用スル土壓力
 ヲ計算シ其ノ差ヲ求ムベシ。即チ

$$P_1 = \frac{1}{2} w \cdot \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} \{ (h+h')^2 - h'^2 \}$$

$$= \frac{1}{2} w \cdot \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} \cdot h(h+2h') \dots \dots \dots (44)$$

次ニ P_1 ノ働點 V ヲ求メンニ F 點ヨリ x 丈ケ下リ
 タル點ノ土壓力度ハ $w \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} (x+h')$ ナルヲ以テ dx
 ナル部分ニ働ク土壓力ヲ dP_1 トスレバ

$$dP_1 = w \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} (x+h') dx$$

F 點ニ對スル dP_1 ノ力率即チ $dP_1 \times x$ ヲ 0 ヨリ h まで
 デ積分シテ之ヲ全土壓力ニテ除スルトキハ F 點ヨ
 リ全土壓力ノ働點マデノ距離 FV ヲ得ベシ。即チ

$$FV = \left[\int_0^h w \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} (x+h') x dx \right] \div \left[\frac{1}{2} w \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} \cdot h(h+2h') \right]$$

$$= \left[\frac{1}{3} x^3 + \frac{1}{2} x^2 h' \right]_0^h \div \frac{1}{2} h(h+2h')$$

$$= \frac{1}{3} \frac{2h^2 + 3hh'}{h+2h'}$$

$$\therefore v = h - \frac{1}{3} \frac{2h^2 + 3hh'}{h+2h'} = \frac{h}{3} \frac{h+3h'}{h+2h'}$$

$$= \left(1 + \frac{h'}{h+2h'} \right) \frac{h}{3} \dots \dots \dots (45)$$

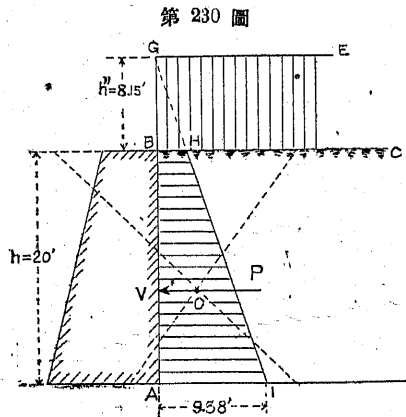
圖式的ニ働點ヲ求ムルニハ (28) 式ニテ表ハサレタ

ル p_x フ w ニテ除シタルモノ即チ $y \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$ ノ値ヲ算出シ第229圖ニ示セル如ク之ニ等シクAIヲ取り (h, h') 等ヲ度リタルト同一ノ線尺度ニテ) IトGトヲ連スレバAF上ニ作用スル全土壓力ハ面積AFHIト w トノ乘積ニ等シカルベキナリ。而シテ梯形AFHIノ重心Oヲ求メOヲ通ジテ水平線ヲ引キAFトVニ交ハラシムレバ是レAF上ニ於ケル P_1 ノ働點ナリ。

地表面BCガ或傾斜ヲナセル場合モ同様ニシテ容易ニ之ヲ解クラ得ベシ。讀者宜シク之ヲ試ムベシ。

例題 第230圖ニ示セル如ク高サ $h=20$ 呎、鉛直背面ヲ有スル擁壁アリ。水平地表面上ニ廣軌複線鐵道ガ敷設セラレタル場合ニ於ケル全土壓力及ビ其ノ働點ノ位置ヲ求メヨ。但シ動荷重ハクニ一氏標準荷重 $E=45$ トシ軌道重量(道床ノ重量ヲモ含ム)ヲ1,600 呎毎トス。

一軌道ノ荷重ガ複線ノ兩軌道ノ中心距離13呎ニ等シキ幅ニ



第230圖

傳ハルトシ軌道ニ沿ウテ10呎ノ間即チ二ツノ働輪荷重ガ配布セラル、ト見ルベキ部分ヲ取レバ一軌道ノ全荷重ハ $2 \times 45,000 + 10 \times 1,600 = 106,000$ 呎トナリ此ノ荷重ハ 10×13 平方呎トケノ面積ニ等布セラル、モノト考フベキナリテ w ナ 100 呎トスレバ換算荷重ノ高サハ次ノ如シ。

$$\frac{106,000}{10 \times 13} = 815 \text{ 呎, 即チ } h = \frac{815}{100} = 8.15 \text{ 呎.}$$

$\phi=30^\circ$ トスレバ(44)式ニヨリテ

$$P = \frac{1}{2} \times 100 \times \frac{1}{3} \times 20 \times (20 + 2 \times 8.15) = 12,100 \text{ 呎.}$$

是レ乘ムル全土壓力ノ大サナリ。又(45)式ヨリ

$$v = \left(1 + \frac{8.15}{20 + 2 \times 8.15}\right) \times \frac{20}{3} = 8.16 \text{ 呎}$$

即チPノ働點ハ壁底ヨリ8.16呎ノ所ニアリ。

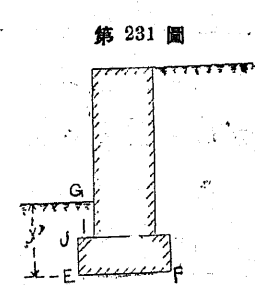
次ニAIヲ $y \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} = \frac{28.15}{3} \times \frac{1}{3} = 9.38$ 呎ニ等シク取リIトGトヲ連スレバ面積ABHIヲ圖上ニテ求ムレバ120.9平方呎トナルヲ以テ

$$P = 100 \times 120.9 = 12,090 \text{ 呎}$$

又ABHIノ重心Oヲ圖上ニテ求ムレバO點ハ壁底ヨリ8.1呎ノ所ニアリ。

75. 受働的土壓力 擁壁ノ安定ニ受働的土壓力ヲ利用セラル、一二ノ場合ヲ考ヘントス。

第231圖ニ於テ擁壁ガ將ニ基礎底面EFニ沿ウテ摺動セントスルトキハ底面ノ摩擦ニ依リテ抵抗セ



第231圖

ラル、ノミナラズ擁壁埋設部ノ前方ニ於ケル土ノ受働的壓力ニ依リテ抵抗セラル、モノトス。今基礎底面EFノ深サヲ y' トシ壁面ヲ鉛直ナリトスレバ横土壓力度ト鉛直土壓力度

ノ比ハ(25)式ヨリ

$$\frac{p_x'}{p_y'} = \frac{\cos\theta + \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}{\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}} \dots\dots\dots (a)$$

分子ニ於テ(+)ヲ取り分母ニ於テ(-)ヲ取リタルハ横土壓力ハ壁面ヨリ壓セラレテ起リ鉛直土壓力ハ横土壓力ノ共軛壓力タルヲ以テ前者ガ原因ニシテ後者ガ結果トナル。從ツテ前者ハ後者ヨリ大ニシテ其ノ比ガ1ヨリ大トナルベケレバナリ。

地面ガ水平ナルトキハ(a)式ハ次ノ如クナル

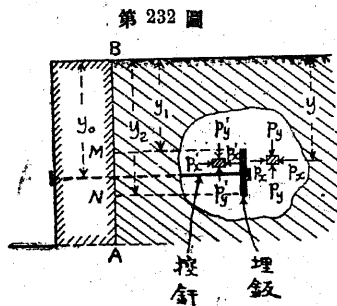
$$\frac{p_x'}{p_y'} = \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi}$$

$$p_x' = p_y' \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} = wy' \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \dots\dots\dots (b)$$

故ニ此ノ場合ニ於ケル全受働的土壓力ヲQトスレバ

$$Q = \frac{1}{2} wy'^2 \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \dots\dots\dots (46)$$

第232圖ニ示ス如ク土中ニ埋飯(Imbedded Plate)ヲ



埋設シ控釘(Land Tie)ニテ之ヲ擁壁ニ連結スレバ擁壁ガ將ニ前方ニ動カントスルトキハ埋飯ハ前方ニ引カレントス。從ツテ埋飯ハ受働的土

壓ヲ受ケ擁壁ノ安定ヲ増スベキナリ。此ノ場合ニ

於テモ前ト同様ニ p_x' ガ原因トナリ p_y' ガ結果タルヲ以テ

$$p_x' = wy \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi}$$

次ニ飯ノ後方ニ於テ飯ニ作用スル土壓力度ハ(28)式ニヨリ

$$p_x = wy \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

故ニ埋飯ガ擁壁ノ安定ノ補助トシテ負擔シ得ベキ土壓力度ハ p_x' ト p_x トノ差ナルベシ。即チ

$$\begin{aligned} p_x' - p_x &= wy \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} - \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \right) \\ &= wy \frac{4\sin\phi}{1 - \sin^2\phi} = wy \frac{4\sin\phi}{\cos^2\phi} \dots\dots\dots (c) \end{aligned}$$

今H=單位長サノ奥行ヲ有スル埋飯ガ負擔スベキ全土壓力、

y_1 = 地表面ヨリ埋飯ノ上端マデノ深サ、

y_2 = 地表面ヨリ埋飯ノ下端マデノ深サ、

y_0 = 地表面ヨリ埋飯ノ壓力中心(即チ控釘取附點)マデノ深サ

トスレバ

$$\begin{aligned} H &= \int_{y_1}^{y_2} wy \frac{4\sin\phi}{\cos^2\phi} dy = w \frac{4\sin\phi}{\cos^2\phi} \left[\frac{y^2}{2} \right]_{y_1}^{y_2} \\ \therefore H &= 2w(y_2^2 - y_1^2) \frac{\sin\phi}{\cos^2\phi} \dots\dots\dots (47) \end{aligned}$$

次 = 或深サ $y =$ 於テ埋飯ガ受クル土壓力ノ力率ヲ算出シ y_1 ヨリ y_2 マデ積分シテ之ヲ全土壓力且ニテ除スルトキハ y_0 ノ値ガ得ラルベシ。即チ (c) 及ビ (47式ヨリ

$$y_0 = \left[w \cdot \frac{4 \sin \phi}{\cos^2 \phi} \int_{y_1}^{y_2} y dy \right] \div \left[2w(y_2^2 - y_1^2) \frac{\sin \phi}{\cos^2 \phi} \right]$$

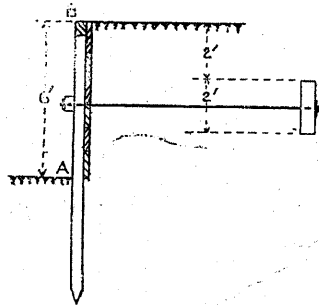
$$= \frac{2}{3} \frac{y_2^3 - y_1^3}{y_2^2 - y_1^2} \dots \dots \dots (48)$$

例題 1. 第 231 圖 = 於テ $y = 4$ 呎トスレバ此ノ擁壁ガ前方ニ搦動セントスルトキノ受働的土壓力ノ大サ何程ナルカ。但シ $w = 100$ 呎, $\phi = 30^\circ$ トス。

(46) 式ヨリ

$$Q_1 = \frac{1}{2} \times 100 \times 4^2 \times \frac{1.5}{0.5} = 2,400 \text{ 呎}$$

例題 2. 第 233 圖 = 示セル如ク高サ 6 呎ノ盛土ヲ直立板壁ニテ支へ其ノ外面 = 3 呎毎 = 杭ヲ



打チ地表以下 2 呎ノ深サ = 高サ 2 呎, 間 $\frac{3}{4}$ 呎ノ埋飯ヲ埋設スルトキハ一本ノ杭ノ受クル土壓力, 一枚ノ埋飯ガ負擔シ得ベキ抵抗力, 及ビ控釘取附點ノ位置ヲ求メ

但シ $w = 100$ 呎, $\phi = 30^\circ$ トス

(31) 式 = 依ツテ

$$P = \frac{1}{2} w y^2 \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1}{2} \times 100 \times 6^2 \times \frac{1}{3} = 600 \text{ 呎}$$

故 = 一本ノ杭ノ受クル土壓力ハ $3 \times 600 = 1,800$ 呎

次 = (47) 式ヨリ

$$H = 2w(y_2^2 - y_1^2) \frac{\sin \phi}{\cos^2 \phi} = 2 \times 100 \times (4^2 - 2^2) \times \frac{0.5}{0.75}$$

$$= 200 \times 12 \times \frac{2}{3} = 1,600 \text{ 呎}$$

故 = 一枚ノ飯ノ負擔シ得ベキ抵抗力ハ $1,600 \times \frac{3}{4}$ 即チ 1,200 呎ナリ。

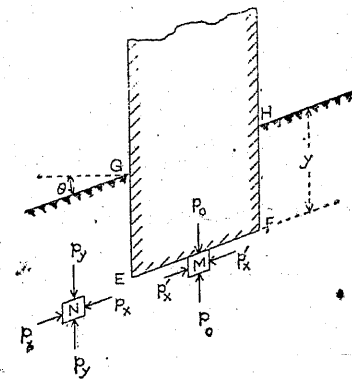
尙控釘ノ取附點ノ位置 = 就テハ (48) 式ヨリ

$$y_0 = \frac{2}{3} \frac{y_2^3 - y_1^3}{y_2^2 - y_1^2} = \frac{2}{3} \times \frac{64 - 8}{16 - 4} = \frac{2}{3} \times \frac{56}{12} = 3.11 \text{ 呎}$$

76. 土ノ支持力 第 234 圖 = 示セル如ク地中ニ埋没セル一建築物ノ基礎底面 EF = 接セル土 M = 上部ヨリ加ハル最大壓力度ヲ p_0 トスレバ之ト共軛ナル壓力度 p_x' ハ同ジ深サニアル土 N = 於テ p_x' ト平衡ヲ保ツベキ壓力度 p_x ガ有シ得ル最大値マデ増加セラル、モ建築物ノ安定及ビ土ノ平衡ハ維持セラルベシ。即チ次ノ關係ガ成立セザルベカラズ。

第 234 圖

$$p_x' \leq (p_x \text{ノ最大値})$$



若シ p_x' ガ此ノ極限ヲ超過スレバ建築物ハ沈下シ周圍ノ土ハ隆起スベキナリ。サテ p_0 ハ自働的ニシテ p_x' ハ受働的ナレバ兩者ノ比ハ (25) 式ヨリ

$$\frac{p_0}{p_x'} = \frac{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}} \dots \dots \dots (a)$$

而シテ又 p_x ハ自働的ニシテ p_y ハ受働的ナレバ兩者ノ比ハ

$$\frac{p_x}{p_y} = \frac{\cos\theta + \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}{\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}} \dots\dots\dots (b)$$

(a), (b) 二式ヲ相乘スレバ

$$\frac{p_0 p_x}{p_x' p_y} = \left(\frac{\cos\theta + \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}{\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}} \right)^2 \dots\dots\dots (c)$$

然ルニ築造物ガ將ニ沈下セントスルトキハ $p_x' = p_x$ ナルベキヲ以テ (c) 式ハ次ノ如クナルベシ。

$$\frac{p_0}{p_y} = \left(\frac{\cos\theta + \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}{\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}} \right)^2$$

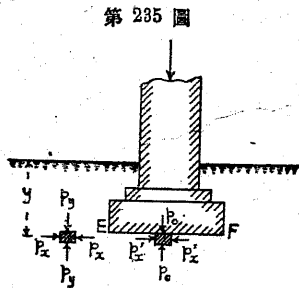
然ルニ $p_y = wy \cdot \cos\theta$ ナルヲ以テ

$$p_0 = wy \cdot \cos\theta \left(\frac{\cos\theta + \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}}{\cos\theta - \sqrt{\cos^2\theta - \cos^2\phi}} \right)^2 \dots\dots\dots (d)$$

(a) 地表面水平ニシテ壓力度 p_0 ガ均等ナル場合

(第 235 圖 参照) (d) 式ヨリ

$$p_0 = wy \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2 \dots\dots\dots (49)$$



第 235 圖

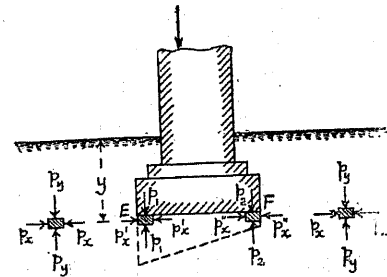
(49) 式ハ築造物ガ將ニ沈下セントシ周圍ノ土ガ將ニ隆起セントスル場合ニ於ケル鉛直壓力度ヲ表ハスモノナリ。(49) 式ヲ書換フレバ

$$y = \frac{p_0}{w} \left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \right)^2 \dots\dots\dots (50)$$

(50) 式ガ與フル y ハ築造物ノ安定及ビ土ノ平衡ヲ保ツ爲メニ築造物ヲ埋没スベキ最小ノ深サヲ表ハスモノナリ。

(b) 地表面水平ニシテ壓力度 p_0 ガ均等ニ變化スル

第 236 圖



場合 第 236 圖ニ示セル如ク鉛直壓力度ガ p_1 ヨリ p_2 マデ均等ニ變化スルトキハ前同様ニシテ一般ニ

$$p_1 \leq wy \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2 \dots\dots\dots (51)$$

次ニ同ジ深サ y ニ於ケル土ノ水平壓力度ノ最小値ハ次式ニテ表ハサル。

$$p_x = wy \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

平衡ヲ保ツ爲メニハ鉛直壓力度 p_2 ヨリ生ズル水平壓力度 p_x'' ハ p_x ヨリ小ナルコト能ハズ。即チ一般ニ

$$p_x'' \geq p_x$$

p_x'' ガ自働的ニシテ p_2 ガ受働的ナルトキノ p_x ノ最小値ハ次式ニヨリテ與ヘラル。

$$\frac{p_2}{p_2''} = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}, \quad p_2 = p_2'' \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

然ル $p_2 = p_2'' = wy \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$ ナルヲ以テ

$$p_2 = wy \left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \right)^2 \dots\dots\dots (52)$$

(52) 式ハ鉛直壓力度 p_2 ノ極限值ヲ表ハスモノナリ。換言スレバ y 丈ケノ深サニ埋没セラレタル築造物ガ推シ上ゲラレザル爲メニハ p_2 ガ (52) 式ニテ與ヘラル、値ヨリモ大ナルヲ要ス。

(52) 式ヲ書キ換フレバ

$$y = \frac{p_2}{w} \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2 \dots\dots\dots (53)$$

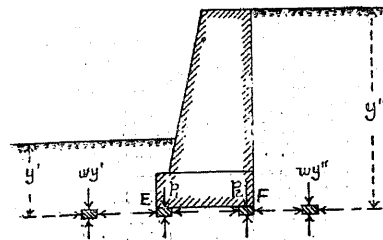
(53) 式ノ y ハ築造物ガ安定ヲ保チ得ベキ最大限ノ深サヲ表ハスモノナリ。

(c) 築造物ノ前後ノ地表面共ニ水平ニシテ高サヲ異ニセル場合 (第 237 圖) 築造物基礎底面ノ前端 E ニ於ケル鉛直壓力度ヲ p_1 トシ後端 F ニ於ケル鉛直壓力度ヲ p_2 トスレバ (b) ノ場合ト同様ナル推論ニ依ツテ次ノ如キ結果ヲ得ベシ。

$$\left. \begin{aligned} p_1 &\leq wy' \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2 \\ p_2 &\geq wy'' \left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \right)^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (54)$$

從ツテ

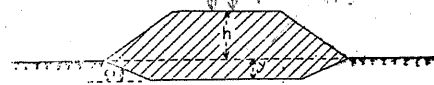
第 237 圖



$$\left. \begin{aligned} y' &\geq \frac{p_1}{w} \left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \right)^2 \\ y'' &\leq \frac{p_2}{w} \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots (55)$$

(d) 水平地面ヲ根掘シテ築堤スル場合 第 238 圖ニ示セル如ク水平地面ニ根掘ヲナシ築堤スル場合ニ其ノ根掘ノ深サハ (a) ノ

第 238 圖



場合ニ於ケルト同様ニシテ之ヲ定ムルヲ得。即チ w_1 ヲ築堤上ノ荷重度トシ w_2 ヲ築堤用ノ土ノ單位容積ノ重量トスレバ (49) 式ヨリ

$$p_0 = w_1 + w_2(h + y) = wy \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2$$

$$\therefore y = \frac{w_1 + w_2 h}{w \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2 - w_2} \dots\dots\dots (56)$$

但シ根掘ノ兩側ノ法ヲシテ $\phi =$ 等シカラシムベキナリ。

土ノ支持力ノ計算ヲナスニ當リ $\left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2$ 及 $\left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \right)^2$ ヲ一々計算スルハ甚ダ煩ハシキヲ以テ第二十表ニ示セル如ク ϕ ノ値 0° 乃至 45° ニ對シ豫メ此等ノ値ヲ計算シ置キテ之ヲ使用スルヲ便トス。

第二十一表

ϕ	$\left(\frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}\right)^2$	$\left(\frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\right)^2$	ϕ	$\left(\frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}\right)^2$	$\left(\frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\right)^2$
0°	1.000	1.000	23	5.215	0.192
1	1.073	0.925	24	5.626	0.177
2	1.151	0.870	25	6.075	0.165
3	1.234	0.812	26	6.554	0.153
4	1.320	0.757	27	7.086	0.141
5	1.416	0.704	28	7.673	0.130
6	1.518	0.656	29	8.317	0.120
7	1.631	0.613	30	9.000	0.111
8	1.750	0.570	31	9.734	0.102
9	1.880	0.531	32	10.598	0.094
10	2.019	0.496	33	11.514	0.087
11	2.164	0.461	34	12.520	0.080
12	2.326	0.430	35	13.604	0.073
13	2.496	0.399	36	14.862	0.068
14	2.687	0.372	37	16.200	0.062
15	2.883	0.346	38	17.665	0.057
16	3.108	0.321	39	19.340	0.052
17	3.332	0.300	40	21.160	0.047
18	3.583	0.280	41	23.197	0.043
19	3.864	0.258	42	25.456	0.039
20	4.158	0.240	43	27.984	0.036
21	4.484	0.223	44	30.803	0.032
22	4.838	0.208	45	33.966	0.029

例題 第235圖 = 示セル如ク均等断面4呎×4呎、高サ20呎ノ石工築造物ノ下 = 石工脚層(厚サ1呎、底面6呎×6呎)及ビ混凝土基礎脚層(厚サ3呎、底面9呎×9呎)アリ、上部 = 10噸ノ荷重ガ加ハルトキ埋没部ノ深サヲ7呎トスレバ基礎底面直下ノ土ノ支持力ハ十分ナルカ、但シ石工ノ重量160听每立方呎、混凝土ノ重量140听每立方呎、土ノ重量100听每立方呎、 $\phi = 25^\circ$ トス。

先ヅ基礎底面以上ノ總重量ヲ求ムレバ

荷重+(石工重量)+(基礎脚層重量)+(脚層上ノ土ノ重量)

$$= 10 \times 2,000 + (4 \times 4 \times 20 + 6 \times 6 \times 1) \times 160 + 9 \times 9 \times 3 \times 140$$

$$+ \{ (6 \times 6 - 4 \times 4) \times 2 + (9 \times 9 - 6 \times 6) \times 3 \} \times 100$$

$$= 20,000 + 56,960 + 34,020 + 17,500 = 128,480 \text{ 听}$$

基礎底面 = 加ヘル鉛直壓力度ハ

$$128,480 \div (9 \times 9) = 1,587 \text{ 听每平方呎}$$

然ル = (49)式及ビ第二十一表 = 依ツテ土ノ支持力ハ

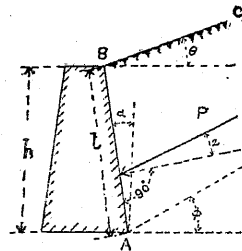
$$r_s = 100 \times 6 \times 6.075 = 3,645 \text{ 听每平方呎}$$

故 = 此ノ場合 = 於ケル安全率ハ $3,645 \div 1,587 = 2.3 =$ 相當ス。

77. ぶーしねすく氏土壓論 ぶーしねすく氏ハ土砂ノ特質 = 關シテ獨特ノ假説ヲ立テ擁壁背面ト土トノ間ノ摩擦ガ土壓力 = 影響ヲ及ボス状態ハ壁背ヨリノ距離 = ヨリテ異ナルコトヲ指摘シ一種ノ土壓論ヲ導致セリ。然レドモ其ノ解説極メテ複雑 = シテ難解ナレバ唯普通ノ場合ニ適用セラルベキ公式ヲ

蒸記セントス[柴田工學博士譯地歴論(工學會誌第241, 244, 251, 254, 262, 266ノ六卷附録參照)]

第239圖



第239圖 = 示セル如キ場合 = 於テぶーしねすく氏ハ壁背 AB = 作用スル全土壓力ヲ次ノ式 = テ表ハセリ。但シハ壁背ノ長サトス。

$$P = \frac{1}{2} w h^2 K = \frac{1}{2} w \frac{h^2}{\cos^2 \alpha} K$$

$z = \phi$ ナル場合ノKノ値ハ

$$K = \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \frac{\cos\psi \cdot \cos(\phi + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}{\cos(\phi - \delta) \cdot \cos(\theta + \psi)}$$

此ノ式 = 於テ ψ 及ビ δ ハ次ノ關係ヲ有スルニツノ角ナリトス。

$$\sin(\theta + 2\psi) = \frac{\sin\theta}{\sin\phi}$$

$$\delta = \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} - \psi - \alpha$$

若シ地表面水平 = シテ壁背鉛直ナルトキハ $\theta = 0, \alpha = 0$ ナルヲ以テ

$$\sin(\theta + 2\psi) = \sin 2\psi = 0, \text{ 即チ } \psi = 0$$

$$\delta = \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}$$

$$K = \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \frac{\cos\left(\phi + \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)}{\cos\left(\phi - \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\therefore P = \frac{1}{2}wh^2 \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) = \frac{1}{2}wh^2 \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

是ニ由ツテ見レバPハらんきん氏公式ヨリ得ラル、モノト等大ナルモ其ノ方向ハ壁背ノ垂直線トφナル角ヲナス。

若シ地表面ノ傾斜ガ天然傾斜ニ等シクシテ壁背ガ鉛直ナルトキハθ=φ、α=0トナルヲ以テ

$$\sin(\theta + 2\psi) = \sin(\phi + 2\psi) = 1$$

$$\therefore \phi + 2\psi = 90^\circ, \text{ 即チ } \psi = \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}$$

$$\delta = \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} - \psi - \alpha = 0$$

$$K = \tan\psi \frac{\cos\psi \cdot \cos\phi \cdot \cos\phi}{\cos\phi \cdot \cos(\phi + \psi)} = \cos\phi$$

$$\therefore P = \frac{1}{2}wh^2 \cos\phi$$

此ノ場合ニハPノ大サ及ビ方向共ニらんきん氏公式ヨリ得ラル、モノト一致ス。

第三章

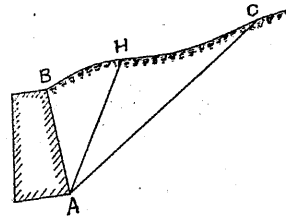
破壊面ニ基ツケル土壓論

(Theories of Earth Pressure based on Plane of Rupture).

78. 緒説 第240圖ニ於ケル如ク土ノ崩壊ヲ防グ爲メニ擁壁ガ設置セラル、トキハ土ハ實際崩壊スルコトナクモ或面AHニ沿ウテ摺動セントスル

傾向ヲ有スルモノニシテ爲メニAB面ニ或壓力ヲ及ボスベシ。是レ即チ擁壁ニ作用スル土壓力ナリ。

第240圖



此ノ土壓ハ破壊面ニ沿ウテ摺動セントスル傾向ノ大小ト土塊ノ重量ノ大小トニヨリテ増減スベキコト明ラカナリ。若シ破壊面AHガ天

然傾斜面ACト一致セルモノトセバ摺動ノ傾向ナクAHガACヨリ遠ザカリ次第ニABニ近ヅクニ從ツテ摺動ノ傾向ヲ増スベキナリ。然ルニ面積ABHガ大ナル程土塊ノ重量モ大トナルヲ以テ最大土壓力ヲ生ズベキ破壊面AHハABヨリ成ルベク遠ザカルト同時ニACヨリモ成ルベク遠ザカレルモノナラザルベカラズ。此ノ條件ガ適合スベキ場合ヲ見出し土壓力ノ大サ、其ノ方向及ビ働點ヲ求ムルヲ以テ本章ノ主眼トス。尤モ以上述ベタル處ハ自働的土壓力ニ關セルモノナルガ受働的土壓力ニ就テモ略同様ノ推論ヲナスヲ得ベシ。

以下説明上統一ヲ計ル爲メ作圖及ビ公式ニ使用スル符號ノ主要ナルモノヲ一括シテ此ニ掲ゲ置カントス。

P.....全土壓力(自働的)

- Q..... „ (受働的)
- R.....破壊面ニ於ケル反力.
- W.....土楔ノ總重量.
- w.....土ノ單位容積ノ重量.
- α.....擁壁背ノ垂直線トPトノ間ノ角.
- φ.....土ノ息角.
- φ'.....擁壁背面ト土トノ間ノ摩擦角(又ハ息角).
- θ.....地表面ノ傾斜角.
- α.....擁壁背ト鉛直線トノ間ノ角.
- β.....破壊面ト擁壁背トノ間ノ角.
- γ..... „ ガ水平トナス角.
- ω..... „ ト鉛直線トノ間ノ角.

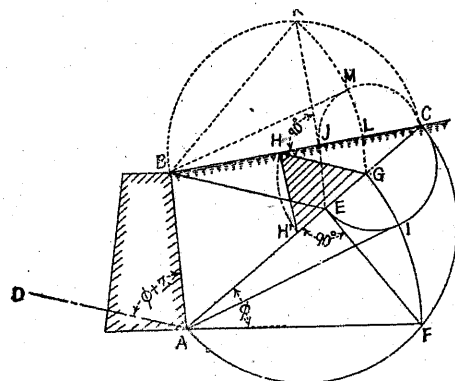
79. 破壊面ヲ求ムル法. 地表面ガ平面ナルカ, 曲面ナルカ又ハ不規則ナル凹凸面ナルカニ依リテ破壊面ヲ求ムル解法ニ多少ノ相違アリ. 就中地表面ガ一平面ニシテ水平ナルカ或ハ上下ニ多少ノ傾斜ヲ有スル場合最モ普通ナルヲ以テ先ヅ最初ニ此ノ場合ニ就テ述べ順次他ノ場合ニ及ボサントス.

[A] 地表面ガ平面ナル場合

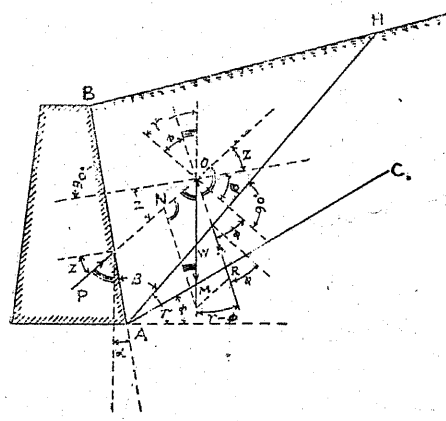
第一法. 天然傾斜線ACヲ基線トシテノ解法. 第241圖(a)ニ示セル如ク先ヅA點ヲ通ジテABト(φ+α)ナル角ヲナス直線ADヲ引クベシ之ヲ準線(Directrix)

ト謂フ. ADニ並行ニBEヲ引キ天然傾斜線ACトEニ會セシメAC及ビAEノ比例中項ニ相當スルAG($=\sqrt{AC \times AE}$)ヲ求メG點ヨリ準線ニ並行ニGHヲ引キBCトHニ會セシム. 然レバAトHトヲ連ネタル線ハ即チ求ムル破壊面ヲ表ハス直線ナリ. 其

第 241 圖 (a)



第 241 圖 (b)



ノ理由次ノ如シ.

第 241 圖(b)ニ於テ最大土壓力ニ對シテ擁壁ガ安定ナル爲メニ土楔即チ三角塊ABHノ重量W, AH面ノ反力R及ビAB面ノ反力Pナル三カガ平衡ヲ保タザルベカラズ. 然ルニ此ノ三角塊ハ將ニ摺動セントスル限度ノ位置ニアルモノナレバAH面ノ反力RハAH面ノ垂直線ト土ノ息角φメケル

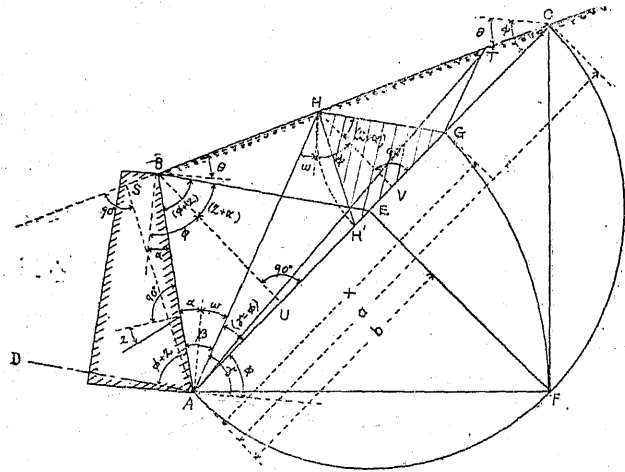
角ヲナスベシ. 又AB面ニ於テ反力Pガ此ノ面ノ垂
直線トナス角ヲ α トス.

今ABHノ重量WヲOMニテ表ハシ,P及ビRヲ夫
々ON及ビMNニテ表ハセバ $\triangle OMN$ ニ於テ正弦比例
ニヨリ

$$\frac{ON}{OM} = \frac{P}{W} = \frac{\sin \angle OMN}{\sin \angle ONM} = \frac{\sin(\gamma - \phi)}{\sin(\phi + \beta + \alpha)} \dots (a)$$

然ルニ $W = \frac{1}{2} w \cdot AS \cdot BH$ [第241圖(c)ヲ見ヨ]ナルヲ以
テ(a)式ニ此ノ値ヲ代入スレバ

第241圖(c)



$$P = \frac{1}{2} w \cdot AS \cdot BH \cdot \frac{\sin(\gamma - \phi)}{\sin(\phi + \beta + \alpha)}$$

然ルニ第241圖(c)ノ $\triangle AHG$ ニ於テ正弦比例ニヨリ

$$\frac{HG}{AG} = \frac{\sin \angle HAG}{\sin \angle AHG} = \frac{\sin(\gamma - \phi)}{\sin(\phi + \beta + \alpha)}$$

$$\therefore P = \frac{1}{2} w \cdot AS \cdot BH \cdot \frac{HG}{AG} \dots (b)$$

$\triangle BEC$ ト $\triangle HGC$ トハ相似ナルヲ以テ

$$BH = BC \cdot \frac{EG}{EC}, \quad HG = GC \cdot \frac{BE}{EC}$$

(b)式ニ此等ノ値ヲ代入シテ

$$P = \frac{1}{2} w \cdot AS \cdot BC \cdot \frac{EG}{EC} \cdot \frac{GC \cdot BE}{AG \cdot EC}$$

$$= \frac{1}{2} w \left(\frac{AS \cdot BC \cdot BE}{EC^2} \right) \frac{EG \cdot GC}{AG} \dots (c)$$

(c)式ノ括弧内ノ項ハAHノ位置ニ無關係ナルガ
故ニPガ最大値ヲ有スル爲メニハ $\frac{EG \cdot GC}{AG}$ ノ値ガ最
大ナラザルベカラズ.

今 $AG = x$, $AC = a$, $AE = b$ トスレバ

$$\frac{EG \cdot GC}{AG} = \frac{(x-b)(a-x)}{x} = a + b - \frac{ab}{x} - x$$

此ノ式ヲ x ニ就テ微分シ之ヲ零ト置ケバ此ノ式ノ
値ヲ最大ナラシムベキ x ノ値ヲ得ベシ. 即チ

$$\frac{d(a + b - \frac{ab}{x} - x)}{dx} = \frac{ab}{x^2} - 1 = 0,$$

$$x = \sqrt{ab}, \quad \text{即チ } AG = \sqrt{AC \times AE}$$

是ヲ以テ見レバAHガPヲ最大ナラシムベキ破壊

面タルニハ AG が AC 及ビ AE ノ比例中項ナルヲ要ス。

上叙ノ條件ヲ滿タスベキ G 點ヲ求ムルニハ第 241 圖(c)ニ示セル如ク E 點ニ於テ AC = 垂直線ヲ引キ ACヲ直徑トセル半圓ト F = 交ハラシメ AF = 等シク AGヲ取ルベシ。然ルトキハ直角三角形 AFC ノ一 邊 AF ハ AC ト AE トノ比例中項ナルヲ以テ此ノ如ク シテ定メタル G 點ハ即チ求ムル點ナリトス。又別 法トシテ第 241 圖(a)ニ示セル如ク ECヲ直徑トシテ 半圓ヲ畫ガキ A ヨリ切線 AIヲ引ケバ AI ハ AC 及ビ AEノ比例中項トナルヲ以テ AI = 等シク AGヲ取レ バ G 點ガ求メラルベキナリ。

第 241 圖(c)ニ於テ AH = 並行 = GTヲ引キ BC ト T = 會セシムルトキハ

$$\frac{HT}{HC} = \frac{AG}{AC}, \text{ 即チ } HT = \frac{HC \cdot AG}{AC} \dots\dots\dots(d)$$

BE ト HG トハ並行ナルヲ以テ

$$\frac{BH}{HC} = \frac{EG}{GC}, \text{ 即チ } BH = \frac{HC \cdot EG}{GC} \dots\dots\dots(e)$$

△AEF 及ビ △AFC ハ相似ナルヲ以テ

$$\frac{AE}{AG} = \frac{AG}{AC}, \frac{AG - AE}{AG} = \frac{AC - AG}{AC}, \text{ 即チ } \frac{EG}{GC} = \frac{AG}{AC}$$

故ニ此ノ値ヲ(e)式ニ代入スレバ

$$BH = \frac{HC \cdot AG}{AC} \dots\dots\dots(f)$$

(d) 及ビ (f) 式ノ右項ハ相等シキヲ以テ HT = BH, 從 ヲテ △ABH ノ面積ハ △AHT ノ面積 = 等シク, △AHG ノ面積ハ △AHT ノ面積 = 等シキガ故ニ △ABH ノ面積ハ △AHG ノ面積 = 等シ。即チ AH ハ ABHG ナル面積ヲ二等分スルコトヲ知ル。

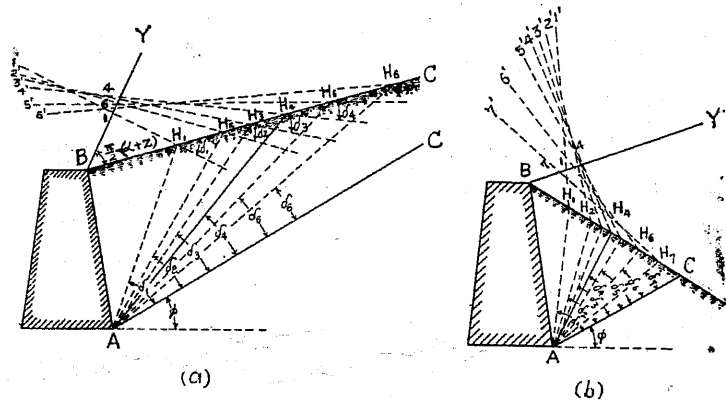
第一法ハ地表線 BC ト天然傾斜線 AC トノ交點 C ガ壁背ヨリ餘リ遠カラザル場合ニ使用セラル、モノトス。

第二法. 地表線 BCヲ基線トシテノ解法. 第 241 圖(a)ニ於テ AD = 並行 = BEヲ引キ E ヨリ AB = 並行 = EJヲ引キ BC ト J = 會セシメ J 點ニ於テ BC = 垂直 = JKヲ引キ BCヲ直徑トシテ畫ガキタル半圓ト K = 會セシメ BK = 等シク BLヲ取り L ヨリ AB = 並行 = LGヲ引キ AC ト G = 會セシム。然ルトキハ $BL = \sqrt{EJ \times BC}$, 從ツテ $AG = \sqrt{AE \times AC}$ ナル關係ガ成リ立チ G ハ第一法ノ場合ニ於ケル同一ノ點ナルコト明ラカナリ。或ハ JCヲ直徑トシテ半圓ヲ畫ガキ切線 BMヲ引キテ BM = 等シク BLヲ取り L 點ヲ求ムルモ可ナリ。G 點ヲ求メテヨリ後ハ第一法ニ於ケルト同様ナリトス。

第二法ハ第一法ト同様ノ場合ニ用キラル、モノトス。

第六法. 角ニヨル試解法 第245圖(a)及ビ(b)ニ於テBC上ニ任意ニ H_1, H_2, H_3 等ヲ取り之トAトヲ連スレバ多數ノ線 AH_1, AH_2, AH_3 等ヲ得ベシ. 此ノ中何レガPノ値ヲ最大ナラシムベキ破壊面ナルカヲ決定スルヲ本方法ノ目的トス. 今此等ノ線トACトノ間ノ角ヲ夫々 $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 等トス. H_1, H_2, H_3 等ニ於テ夫々BCト此等ノ角ヲナセル直線 $B1', B2', B3'$ 等ヲ引キ別ニBCト $\frac{\pi}{2} - (\alpha + z)$ ナル角ヲナス様引キタル直線BYト1, 2, 3等ニ於テ交ハラシムベシ然ルトキハ $\triangle ABH_1, \triangle ABH_2, \triangle ABH_3$ 等ハ何レモABヲ共通底邊ト

第245圖

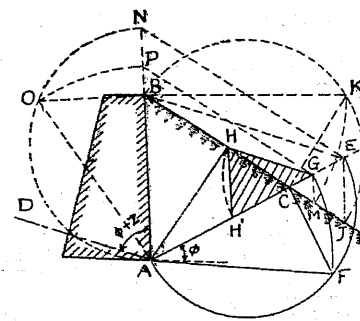


スルガ故ニ其ノ面積ハ BH_1, BH_2, BH_3 等ニ正比例スベシ. 即チ BH_1, BH_2, BH_3 等ヲ以テ各三角形ノ面積從ツテ壁背ト破壊面トノ間ノ土楔ノ重量 W_1, W_2, W_3 等

ヲ表ハサシムルヲ得ベシ. 又第241圖(b)ニ依ツテPトWトノ間ノ角ハ $\frac{\pi}{2} - (\alpha + z)$ ニ等シク且ツWトRトノ間ノ角ハ $\angle HAC$ ニ等シキヲ以テ $\triangle BH_1, \triangle BH_2, \triangle BH_3$ 等ハ夫々破壊面 AH_1, AH_2, AH_3 等ニ對スルW, R, Pノ力ノ三角形ト見ルヲ得ベシ. 即チ $B1, B2, B3$ 等ハWヲ BH_1, BH_2, BH_3 等ニテ表ハシタルト同ジ縮尺ニテ夫々土壓力Pノ値ヲ表ハスト考フルヲ得ベシ. 故ニPノ値ガ最大ナル如キ破壊面ハBY上ノ截片(Intercept)ヲ最大ナラシムルモノタルベキヤ明ラカナリ. 乃チ上述ノ場合ニ於テハ AH_1 ガ求ムル破壊面ヲ表ハス直線ナリ.

特別ノ場合 地表面ガ甚ダシク下方ニ傾斜セルトキハ上記第六ノ試解法ニ依ルノ外直チニ通常ノ方法ヲ適用スル能ハザルコトアリ. 此ノ場合ニハ第246圖ニ示セル如クBヨリ準線ADニ並行ニ引キ

第246圖



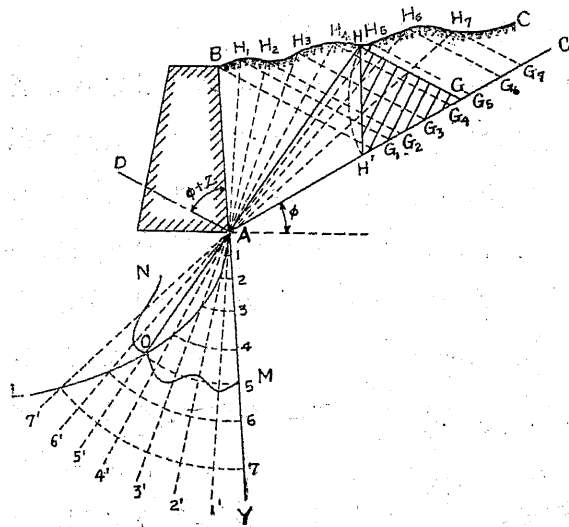
タル直線BEトACノ延長線トノ交點ヲEトシ, Cニ於テ立テタル垂直線トAE上ニ畫ガキタル半圓トノ交點ヲFトシ, AFニ等シクAGヲAE上ニ取りG點ヨリ

AD = 並行 = GH フ引キ BC ト H = 會セシムレバ
 $AG = \sqrt{AE \times AC}$ 且 $\triangle ABH$ 及 $\triangle AHG$ ノ面積相等シカ
 ルベキヲ以テ AH ハ即チ求ムル破壊面ヲ表ハス直
 線ナリ。又ハ BC 或ハ AB フ基線トシ破線ニテ示セ
 ル如ク作圖ヲナスモ可ナリ。若シ BC ガ AD = 並行
 ナルトキハ二點 G 及ビ C ハ一致スベキヲ以テ BC ハ
 H = 於テ二等分セラル、コト明ラカナリ。

[B] 地表面ガ不規則ナル曲面ヨリ成レル場合

此場合ニハ第247圖ニ示セル如ク BH_1, H_1H_2, H_2H_3 等ガ

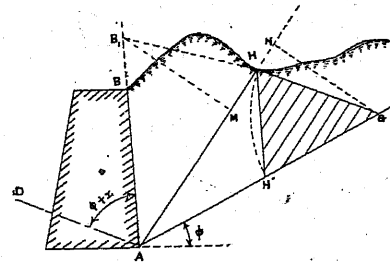
第247圖



直線ト見做サレ從ツテ ABH_1, AH_1H_2, AH_2H_3 等ガ各三
 角形ト見做サレ得ル様 H_1, H_2, H_3 等ノ諸點ヲ BC 上

= 選ブベシ。此等ノ三角形ノ面積 a_1, a_2, a_3 等ヲ計算
 シ之ヲ適當ノ縮尺ニテ BA ノ延長線 AY 上ニ取り
 $a_1 = A1, a_2 = 12, a_3 = 23$ 等トス。而シテ A1, A2, A3 等ニ等
 シキ長サヲ夫々 H_1A, H_2A, H_3A 等ノ延長線 A1', A2',
 A3' 等ノ上ニ取り其ノ端ヲ連ヌレバ曲線 AOL フ得。
 又準線 AD = 並行 = H_1G_1, H_2G_2, H_3G_3 等ヲ引キ $\triangle AH_1G_1,$
 $\triangle AH_2G_2, \triangle AH_3G_3$ 等ノ面積ヲ算出シ之ヲ前同様ノ縮
 尺ニテ夫々 A1', A2', A3' 等ノ上ニ取り其ノ端ヲ連ヌレ
 バ曲線 MON フ得。此等ノ二曲線ノ交點 O ト A トヲ
 連ネ之ヲ延長シテ H = 於テ BC = 會セシムベシ。然
 ルトキハ作圖ニ依リ AO ハ $\triangle AHG$ ノ面積ヲ或縮尺ニ
 テ表ハシタルモノナルト同時ニ又面積 ABH フ同ジ
 縮尺ニテ表ハシタルモノナルヲ以テ ABH ト $\triangle AHG$
 トハ等シク從ツテ AH ハ ABHG ナル面積ヲ二等分
 スル直線ナルコトヲ知ル。即チ AH ハ求ムル破壊
 面ヲ表ハス直線ナリ。若シ正確ナル結果ヲ要セザ

第248圖

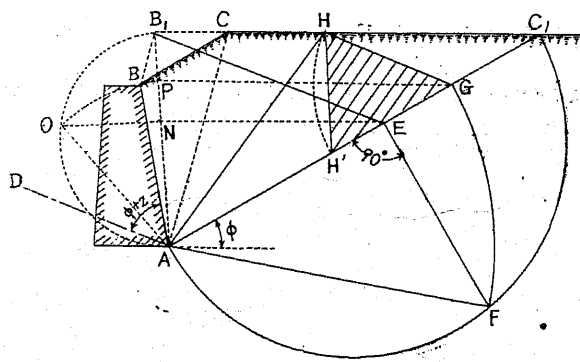


ル場合ニハ第248圖
 ニ示ス如ク準線 AD
 = 並行 = HG フ引キ
 面積 ABH ト面積 AHG
 トガ等シクナル様目
 分量ニテ H 點ヲ求ム

ル可ナリ。ABH及ビAHGノ兩面積ヲ比較スル便法ハABEニ等シキ面積ノ三角形例ヘバ AB_1H ヲ目分量ニテ假定シAHヲ共通底邊トセル $\triangle AB_1H$ 及ビ $\triangle AHG$ ノ高サ B_1M 及ビ GN ガ等シキヤ否ヤヲ檢スルニアリ。斯クシテ二三回繰返セバH點ハ決定セラレベシ。

[C]地表面ガニツ以上ノ平面ヨリ成レル場合地表面ガ第249圖(a),(b),(c)ニ表ハセル如クニツ以上ノ平面ヨリ成レルトキハ破壊面ガ何レノ部分ニ交ハルカニヨリテ作圖ニ多少ノ相違アリ。先ヅ(a)圖ニ於テハH點ハ CC_1 ノ間ニアルベキコトヲ推測シ得ルヲ以テ $\triangle ABC$ ヲ C_1C ノ延長線上ニ一邊ヲ有スル等面積ノ三角形 AB_1C ニ變化スルヲ要ス。然ル後[A]ニ於テ説

第249圖

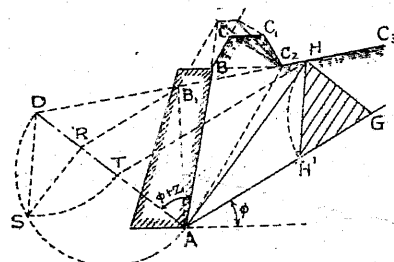


(a)

明セル如キ手續ニヨリテAHヲ決定スベシ。即チ AC_1 ヲ基線トスルトキハ B_1 ヨリ準線ADニ並行ニ B_1E ヲ引キEニ於テ AC_1 ニ垂直ニEFヲ引キ AC_1 上ニ畫ガキタル半圓トFニ會セシメAFニ等シクAGヲ取りGヨリADニ並行ニGHヲ引キ CC_1 トHニ會セシムレバAHガ求ムル破壊面ヲ表ハス直線ナリ。若シ地表線ト天然傾斜線トノ交點ガ比較的遠キニアルトキハ AB_1 ヲ基線トスルヲ便トス。即チ B_1 ヨリADニ並行ニ B_1E ヲ引キEヨリ C_1B_1 ニ並行ニENヲ引キN點ニ於テ垂直線ヲ立テ AB_1 上ニ畫ガキタル半圓トOニ會セシメAOヲ連ネAOニ等シクAPヲ取りPヨリ B_1C_1 ニ並行ニPGヲ引キ天然傾斜線トGニ會セシメGヨリADニ並行ニGHヲ引キ CC_1 トHニ會セシムレバAHガ即チ求ムル破壊面ヲ表ハス線ナリ。

次ニ第249圖(b)ニ於テハHハ C_2C_3 間ニアルベシト

第249圖

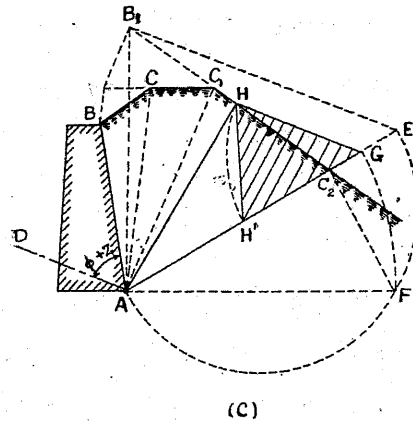


(b)

推測セラル、ヲ以テ面積 $ABCC_1C_2$ ヲ C_2C_3 ノ延長線上ニ一邊ヲ有スル等積ノ三角形 AB_1C_2 ニ變化シ然ル後[A]ニ於テ説明セル如キ手續ニ依リテAH

ヲ決定スベシ、圖ニ示セル如キ場合ニ於テハ準線 ADヲ基線トスルヲ便トス。若シ AHガ C₂C₃ト會セズシテ Hガ C₂ノ左方ニ來ルトキハ第 249 圖(c)ニ示ス如クスベシ。

第 249 圖(c)ニ於テハ H 點ハ C₁C₂ 間ニアルベシト推



第 249 圖

察セラルル以テ面積 ABCC₁ヲ C₂C₁ノ延長線上ニ一邊ヲ有スル等積ノ三角形 AB₁C₁ニ變化シ第 246 圖ニ於ケルト同様ノ作圖ニヨリテ AHヲ決定スベシ。

80. 土壓力ノ大サ

[A]地表面上ニ荷重ナキ場合 第 241 圖(c)ニ於テ GHニ等シク GH'ヲ取リ Hト H'トヲ連ヌレバ△GHH'ヲ得ベシ。是レ所謂土壓力三角形 (Earth Pressure Triangle)ニシテ線尺度ヲ用キテ此ノ面積ヲ求メ之ニ wヲ乘ジタルモノガ單位長サヲ有スル壁背 ABニ作用スル土壓力ノ値ナリ、其ノ理由次ノ如シ。

AG=√abナルヲ以テ第 79 節(c)式ニ於テ

$$\frac{EG \cdot GC}{AG} = \frac{(\sqrt{ab}-b)(a-\sqrt{ab})}{\sqrt{ab}} = \left(1 - \frac{b}{\sqrt{ab}}\right)(a-\sqrt{ab}) = \frac{(a-\sqrt{ab})^2}{a}$$

$$\therefore P = \frac{1}{2}w \left(\frac{AS \cdot BC \cdot BE}{EC^2} \right) \frac{(a-\sqrt{ab})^2}{a} \dots \dots \dots (a)$$

今 B 及ビ H ヨリ ACニ垂直ニ BU 及ビ HVヲ引クトキハ

$$AS \cdot BC = AC \cdot BU = AC \cdot BE \cdot \cos EBU$$

故ニ(a)式ハ次ノ如クナル

$$P = \frac{1}{2}w \cdot \cos EBU \left(\frac{BE}{EC} \right)^2 (a-\sqrt{ab})^2 \dots \dots \dots (b)$$

然ルニ $\frac{BE}{EC} = \frac{HG}{GC}, a-\sqrt{ab} = GC,$

$$\text{故ニ} \left(\frac{BE}{EC} \right)^2 (a-\sqrt{ab})^2 = \left(\frac{HG}{GC} \right)^2 \cdot GC^2 = HG^2$$

$$\text{即チ} P = \frac{1}{2}w \cdot \cos(z+\alpha) \cdot HG^2$$

$$= \frac{1}{2}w \cdot HG \cdot HG \cdot \cos(z+\alpha) = \frac{1}{2}w \cdot HG \cdot HV.$$

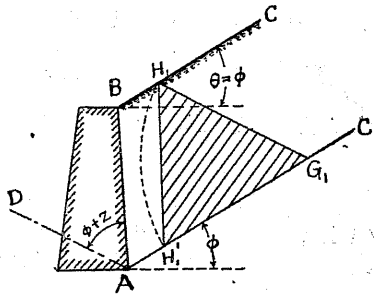
$$= w \times \triangle GHH'$$

壁背ガ後方ニ傾キαガ-αトナルトキハ cos(z+α)ハ cos(z-α)トナル。

第 241 圖乃至 249 圖ニ於テ陰線ヲ施セル三角形ハ何レモ上述ノ手續ニヨリテ畫ケルモノナリ。特別ノ場合トシテ第 250 圖ノ如クθ=φナルトキハ Cハ無限ノ遠距離ニアリテ前陳ノ方法ニテ破壊面ヲ求ム

ルヲ得ザルモ土壓力三角形ハ容易ニ之ヲ畫ガクヲ得ベシ。即チ其ノ三角形ノ一邊タルベキ GH 線ハ

第 250 圖

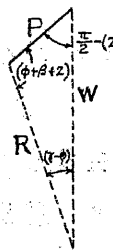


其ノ所在ノ如何ヲ問ハズ準線 AD = 並行ニシテ BC, AC ナルニ並行線間 = 限ラル、ヲ以テ任意ノ一點 G1 ヨリ AD = 並行 = G1H1 ヲ引キ G1H1 = 等シク

G1H1' ヲ取レバ △G1H1H1' ハ此ノ場合ノ土壓力三角形トナルベシ。

又第 241 圖 (b) = 於テ W, P 及ビ R ノ平衡條件ヲ基礎トシテ △OMN = 相似ナル三角形ヲ畫ガキ P ヲ求め得ベシ、即チ第 251 圖 = 於ケル如ク ABH ノ面積ヲ

第 251 圖



度リテ W ヲ計算シ之ヲ適當ナル縮尺ニテ鉛直線上ニ取り其ノ兩端ヨリ $\frac{\pi}{2} - (z + \alpha)$ 及ビ $(\gamma - \phi)$ ノ角ヲナシテ二直線ヲ引キ同ジ縮尺ニテ度リタル P ハ即チ求ムル土壓力ノ値ナリ。

土壓力ヲ表ハス公式 第 241 圖 (c)

= 於テ $EC = a - b$ ナルヲ以テ (b) 式ハ次ノ如クナル。

$$P = \frac{1}{2} w \cdot \cos EBU \cdot (BE)^2 \cdot \left(\frac{a - \sqrt{ab}}{a - b} \right)^2 \dots\dots\dots (c)$$

然ルニ

$$\frac{a - \sqrt{ab}}{a - b} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{b}{a}}} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{AE}{AC}}} \dots\dots\dots (d)$$

今 △AEB = 於テ正弦比例ニヨリ

$$\frac{AE}{AB} = \frac{\sin ABE}{\sin AEB} = \frac{\sin(\phi + z)}{\sin\left\{\frac{\pi}{2} - (z + \alpha)\right\}} = \frac{\sin(\phi + z)}{\cos(z + \alpha)}$$

又 △ABC = 於テモ同様ニ。

$$\frac{AB}{AC} = \frac{\sin ACB}{\sin ABC} = \frac{\sin(\phi - \theta)}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha + \theta\right)} = \frac{\sin(\phi - \theta)}{\cos(\alpha - \theta)}$$

故ニ $\sqrt{\frac{AE}{AC}} = n$ トスレバ

$$n = \sqrt{\frac{AE}{AB} \cdot \frac{AB}{AC}} = \sqrt{\frac{\sin(\phi + z) \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos(z + \alpha) \cdot \cos(\alpha - \theta)}} \dots\dots\dots (e)$$

尙 △BEA = 於テ

$$\frac{BE}{AB} = \frac{\sin BAE}{\sin AEB} = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \phi + \alpha\right)}{\sin\left\{\frac{\pi}{2} - (z + \alpha)\right\}} = \frac{\cos(\phi - \alpha)}{\cos(z + \alpha)}$$

故ニ $BE = \frac{h \cdot \cos(\phi - \alpha)}{\cos \alpha \cdot \cos(z + \alpha)} \dots\dots\dots (f)$

而シテ $\cos EBU = \cos(z + \alpha) \dots\dots\dots (g)$

(c) 式 = (d), (e), (f), (g) 式ノ値ヲ代入スレバ

$$P = \frac{1}{2} w \cdot \cos(z + \alpha) \cdot \frac{h^2}{\cos^2 \alpha} \left\{ \frac{\cos(\phi - \alpha)}{\cos(z + \alpha)} \right\}^2 \frac{1}{(1 + n)^2}$$

$$\therefore P = \frac{1}{2} w \cdot h^2 \left\{ \frac{\cos(\phi - \alpha)}{(1 + n) \cos \alpha} \frac{1}{\cos(z + \alpha)} \right\}^2 \dots \dots \dots (57)$$

$$\text{但シ } n = \sqrt{\frac{\sin(\phi + z) \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos(z + \alpha) \cdot \cos(\alpha - \theta)}}$$

是レ即チ求ムル公式ニシテわいらうひ氏一般公式ト同形ナリ。

又第 243 圖ニ示セル如ク擁壁ガ後方ニ傾斜スルトキハ (57) 式中ノ α ノ符號ヲ變更セザルベカラズ。乃チ Pヲ表ハス公式ハ次ノ如クナルベシ。

$$P = \frac{1}{2} w h^2 \left\{ \frac{\cos(\phi + \alpha)}{(1 + n) \cos \alpha} \frac{1}{\cos(z - \alpha)} \right\}^2 \dots \dots \dots (58)$$

$$n = \sqrt{\frac{\sin(\phi + z) \sin(\phi - \theta)}{\cos(z - \alpha) \cdot \cos(\alpha + \theta)}}$$

特別ノ場合 (a) $\alpha = 0, z = 0$ ナルトキハ

$$n = \sqrt{\frac{\sin(\phi + \theta) \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta}} = \frac{\sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta}$$

$$P = \frac{1}{2} w h^2 \cdot \frac{\cos^2 \phi \cdot \cos \theta}{(\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi})^2}$$

然ルニ

$$\cos^2 \phi = (\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}) \times (\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi})$$

$$\therefore P = \frac{1}{2} w h^2 \cdot \cos \theta \cdot \frac{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}$$

是レらんきん氏一般公式ト同形ナリ。

(b) $\alpha = 0, \theta = \phi = z$ ナルトキハ

$$P = \frac{1}{2} w \cdot h \cdot \cos \phi$$

此ノ式モ亦らんきん氏公式ノ特別ノ場合ニ於ケルモノト同形ナリ。

(c) $\alpha = 0, \theta = 0, z = 0$ ナルトキハ

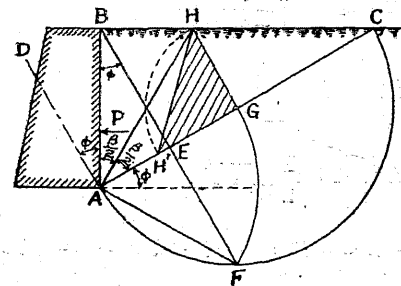
$$P = \frac{1}{2} w h^2 \cdot \frac{1 - \sin^2 \phi}{(1 + \sin \phi)^2} = \frac{1}{2} w \cdot h^2 \cdot \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$= \frac{1}{2} w \cdot h^2 \cdot \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$

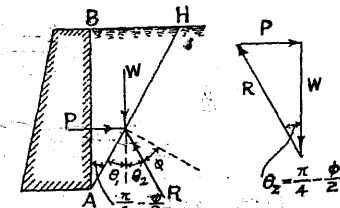
此ノ式ノ前ノ形ハらんきん氏公式後ノ形ハくーろひ氏公式ト稱セラル、モノト同形ナリ。くーろひ氏公式ハ圖上ヨリ直接ニ導致スルコトヲ得ベシ。

即チ第 252 圖ニ於テ第 241 圖 (a) ニ於ケルト同様ノ作圖ヲナセバ $\overline{AG}^2 = \overline{AE} \cdot \overline{AC}$ ニシテ BE ハ AC ニ垂直ナルヲ以テ $\overline{AB}^2 = \overline{AE} \cdot \overline{AC}$ 、從ツテ $\overline{AG} = \overline{AB}$ トナリ $\triangle ABH$ ト $\triangle AHG$ トハ相等シク、 $\angle BAH = \angle GAH = \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}$ ナルヲ

第 252 圖



第 253 圖



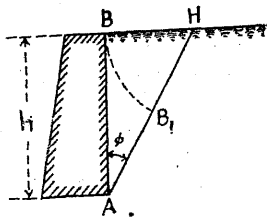
知ル。即チ破壊面ハ $\angle BAC$ ヲ二等分ス。然レバ第 253 圖 = 示セル如ク

$$P = W \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\text{而シテ } W = \frac{1}{2} w \cdot BH \cdot AB = \frac{1}{2} w \cdot h \cdot h \cdot \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\therefore P = \frac{1}{2} w \cdot h^2 \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

第 254 圖



又次ノ如ク圖上 = 於テ P ノ 値ヲ見出スヲ得ベシ。第 254 圖 = 於テ AB ト ϕ 角ヲナス様 AH ヲ引キ、地表線ト H = 會セシメ H ヲ中心トシ HB ヲ 半徑トシテ圓弧ヲ畫ガキ

AH ト B_1 = 會セシムレバ

$$\begin{aligned} \overline{AB_1}^2 &= (AH - HB_1)^2 = (AH - HB)^2 \\ &= (h \sec \phi - h \tan \phi)^2 \\ &= h^2 \frac{(1 - \sin \phi)^2}{\cos^2 \phi} = h^2 \frac{(1 - \sin \phi)^2}{1 - \sin^2 \phi} \\ &= h^2 \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \end{aligned}$$

$$\therefore P = \frac{1}{2} w \cdot h^2 \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1}{2} w \cdot \overline{AB_1}^2$$

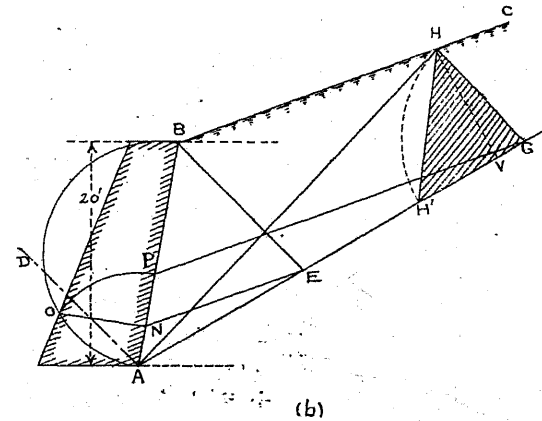
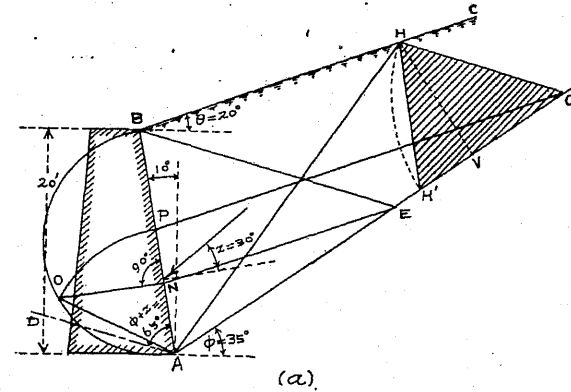
例題・第 255 圖 (a), (b), (c) = 示セル如ク (a) 圖 = 於テ $h = 20$ 呎, $\theta = 20^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $\phi = 35^\circ$, $z = 30^\circ$, $w = 100$ 斤:

(b) 圖 = 於テ $h = 20$ 呎, $\theta = 20^\circ$, $\alpha = -10^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $z = 25^\circ$, $w = 100$ 斤;

(c) 圖 = 於テ $h = 10$ 呎, $\theta = 0$, $\alpha = 11^\circ 20'$, $\phi = 30^\circ$, $z = 25^\circ$, $w = 100$ 斤;

ナルトキ AB = 作用スル全土壓力 P ナ圖式解法 = 依ツテ求メヨ。

第 255 圖

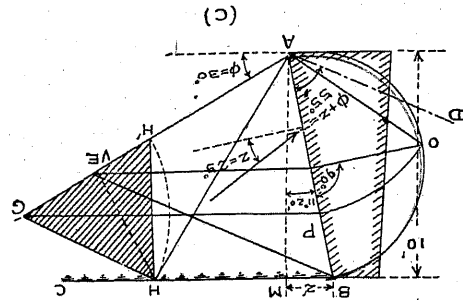


此ノ場合 = ハ第 79 節 [A] 第三法 (第 242 圖) = 依ルヲ便トス。即チ各 圖 = 示セル如クシテ P ナ求ムレバ

$$(a) \text{ 圖} = \text{於テハ } P = \frac{GH \times HV}{2} \times 100 = \frac{15.5 \times 11.9}{2} \times 100 = 9,223 \text{ 斤.}$$

(b) 圖ニ於テハ $P = \frac{GH' \times HV}{2} \times 100 = \frac{11.4 \times 11.0}{2} \times 100 = 6,270$ 呎.

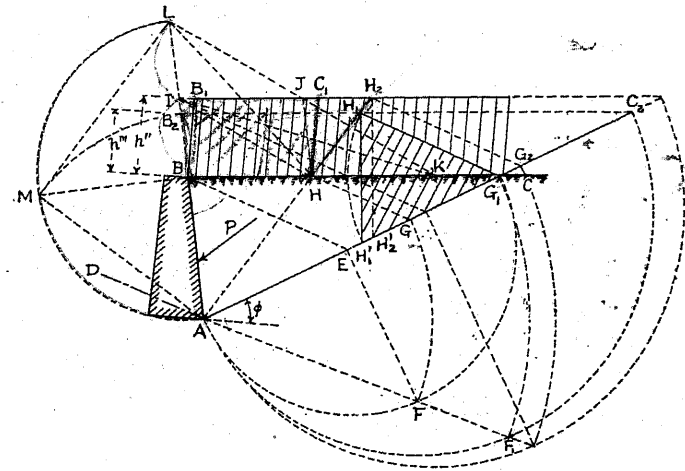
(c) 圖ニ於テハ $P = \frac{GH' \times HV}{2} \times 100 = \frac{7.0 \times 5.6}{2} \times 100 = 1,960$ 呎.



而シテ P ノ方向ニ就テハ第 81 節ニ於テ説明スベキモ此ノ場合ニ於テハ z ノ値トシテ前記ノ如ク假定セリ。尙 P ノ働點ノ位置ガ壁底ヨリ $\frac{1}{3}h$ ノ所ニアルコトハ第 82 節ニ於テ説明スベシ。

[B] 地表面上ニ荷重アル場合(第 256 圖)此ノ場合ニハ第二章第 74 節ニ述ベタルト同様ノ手續ヲナスベシ。擁壁背後ノ地上ニ加ハル荷重ハ一旦土ニ傳リテ土壓力ト共ニ壁背ニ作用スベク其ノ荷重ノ大サ及ビ其ノ配布ノ状態ヲ知レバ之ヲ等布荷重ニ換算スルヲ得。之ヲ土ノ重量ニ換算シテ之ニ相當スル高サ h'' ヲ求メ夫レ丈ケノ土ヲ上ニ加ヘタルモノト見做スベシ。尤モ換算荷重ヲ表ハスベキ線ガ元ノ地表線ト並行ナル限リハ荷重ノ有無ハ破壊面ノ位置ニ無關係ナルヲ以テ先ヅ荷重ナキ場合ニ於ケル

第 256 圖



破壊面ヲ求メ之ヲ AH トスレバ實際擁壁ニ影響ヲ及ボス荷重ハ BB_1C_1H ニシテ結局 ABB_1C_1H 丈ケノ重量ガ壁背 AB ニ作用スベシ。依ツテ並行四邊形 BB_1C_1H ヲ AB 及ビ AH ノ延長線ヲ斜邊トセル等面積ノ梯形 BB_2H_1H ニ變形シ B_2C_2 ヲ地表線ト見做シテ第 79 節[A]ニ述ベタル方法ニ依ツテ作圖ヲ行ヘバ破壊面 AH_1 ト元ノ破壊面 AH トハ一致スベク $\triangle G_1H_1H_1'$ ハ求ムル土壓力三角形ナリ。



並行四邊形 BB_1C_1H ヲ梯形 BB_2H_1H ニ變形スルニハ次ノ如キ圖法ニ依ルベシ。先ヅ B_1C_1 及ビ AB ノ延長線ノ交點 I ヲリ BH ニ等シク IJ ヲ取り JH ヲ連スレバ BIJH ハ BB_1C_1H ト等面積ヲ有スベシ。又 $2.BH$

ニ等シクBKヲ取りIKヲ連ネHIニ並行ニKLヲ引キBIノ延長線トLニ會セシムレバ△BLHハ並行四邊形BIJHト等面積ヲ有スベシ。次ニBニ於テALニ垂直ニBMヲ引キAL上ニ畫ガキタル半圓トMニ會セシメAMニ等シクAB₂ヲ取りIJニ並行ニB₂H₁ヲ引ケバBB₂H₁Hハ△BLHト等面積ヲ有スル故結局BB₁C₁Hト等面積ヲ有スル所要ノ梯形ナリ。

證明 △ABM及ビ△AMLハ相似ナルニヨリ

$$\overline{AM}^2 = \overline{AB}^2 = AB \times AL$$

$$\therefore \frac{\overline{AB_2}^2}{\overline{AB}^2} = \frac{AB \times AL}{AB \times AB} = \frac{AL}{AB} \dots\dots\dots (a)$$

然ルニ△AB₂H₁及ビ△ABHハ相似ナルヲ以テ其ノ面積ノ比ハ相當スル邊ノ自乘ニ正比例ス。依ツテ(a)式ニヨリ

$$\frac{\Delta AB_2 H_1}{\Delta ABH} = \frac{\overline{AB_2}^2}{\overline{AB}^2} = \frac{AL}{AB} \dots\dots\dots (b)$$

又△ALH及ビ△ABHハ同高ヲ有スル故其ノ面積ハ其ノ底AL及ビABニ正比例ス。即チ

$$\frac{\Delta ALH}{\Delta ABH} = \frac{AL}{AB} \dots\dots\dots (c)$$

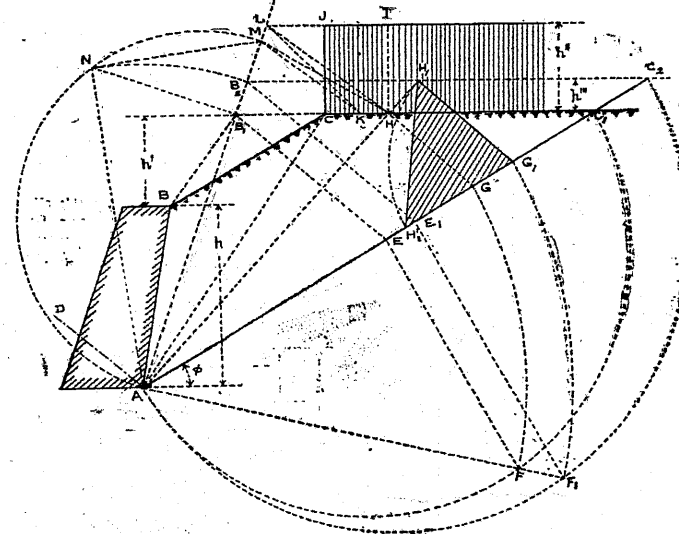
(b)及ビ(c)兩式ヨリ△AB₂H₁ト△ALHトノ面積ハ相等シキヲ知ル。即△ABH式ケテ双方ヨリ減ジタル殘部BB₂H₁HトBLHトハ等面積ヲ有スルコトハ明ラカナリ。

上述ノ圖法ハ甚ダ煩ハシキガ故ニ荷重ヲ表ハスベキ線B₁C₁ヲ其ノ儘採用シAH₂ヲ破壞面ト見做シテ作圖スルコトアリ然ルトキハ求ムル土壓力三角形ハG₁H₂H₁トナルベク全土壓力ハ上述ノ場合ヨリ

モ大ナルベシ。從ツテ其ノ誤差ハ實用上寧ロ安全ナルヲ以テ概算ニテ足レリトスル場合ニハ屢此ノ手續ニ依ルコトアリ。

第257圖ニ示セル如ク地表面ガニツノ平面BC及ビCC₁ヨリ成リCC₁上ニ荷重ヲ有スル場合ニ荷重ガ破壞面ノ位置ニ及ボス影響ハ僅少ナルガ故ニ先ヅ第79節[C]ニ於テ説明セル如ク[第249圖(a)參照]荷重ナキトキノ破壞面ヲ求メ之ヲAHトスレバCHIJ丈ケノ荷重ガ土壓力ト共ニ擁壁ニ働クベケレバ之ヲ

第 257 圖



B₁B₂H₁Hナル等面積ノ梯形ニ變形シ第256圖ニ示セルト同様ノ作圖ニヨリテ土壓力三角形G₁H₂H₁ヲ求

ムベシ。

柴田工學博士著工業力學ニヨリ一平面ヨリ成レ
ル地表面上ニ鉛直等布荷重ガ加ハレル場合ノ土壓
力公式ヲ擧グレバ次ノ如シ。

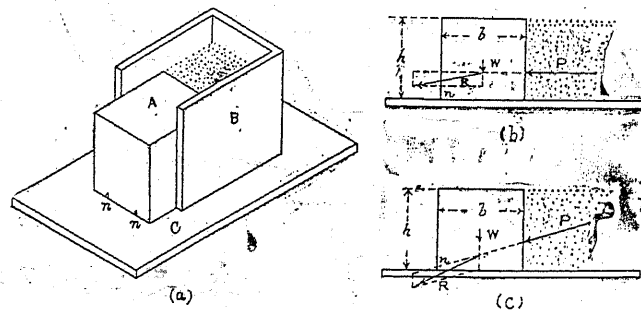
$$P = \frac{\left(\frac{1}{2} w_1 h^2 \frac{\cos(\alpha - \theta)}{\cos \alpha} + w_1 h \right) \times \cos^2(\phi - \alpha)}{\cos \alpha [\sqrt{\cos(\alpha - \theta) \cos(\alpha + \theta)} + \sqrt{\sin(\phi - \theta) \sin(\phi + \theta)}]^2}$$

但シ w_1 = 地表面ニ加ハル鉛直等布荷重度。

此ノ式ニ於テ $w_1 = 0$ トシ少シク變形スレバ(57)式ト
同形トナル。

81. 土壓力ノ方向 内應力ノ平衡條件ヨリ導致
シタルらんきん氏土壓論ニ於テハ土壓力ノ方向ハ
自ラ定マレドモ本章ノ所論ニ於テハ土楔ガ將ニ摺
動セントスル場合ノ平衡ヲ考フルモノナレバ壁背
鉛直ニシテ且ツ地表面水平ナリトモ摩擦ノタメ土

第 258 圖



壓力ノ方向ハ壁背ニ垂直ナラザルベシ。此ノ事實
ハ第 258 圖ニ示セル如キ簡單ナル裝置ニヨリテ之
ヲ知ルヲ得ベシ。

厚紙其他輕キモノニテ作レル箱 A ヲ取り(側面ニ
壓力ヲ受クルモ變形セザルヲ要ス)之ヲ木製箱 B 中
ニ嵌メ蠟ヲ塗リテ A 及ビ B ノ間ノ摩擦ヲ防ギ C ナ
ル板上ニ置キ小サキ丸頭鉞 n, n ニテ A ノ摺動ヲ防
ギ B 中ニ靜カニ乾砂ヲ盛り其ノ表面ヲ水平ナラシ
ムベシ。此ノ場合ニ於テ(b)圖ニ示ス如ク箱 A ノ重
サ W ト水平壓力 P トノ合力ガ支點 n ノ外側ニ出ヅ
ル如キ關係ヲ有スルトモ箱 A ハ顛倒スルコトナシ。
是レ箱 A ガ將ニ倒レントスルトキ盛砂ト箱 A ノ背
面トノ間ニ摩擦ヲ生ジ之ガ爲メ壓力 P ノ方向ガ傾
斜シ(c)圖ニ示セル如ク合成力 R ハ n ノ内側ニ入ル
ガ爲メナリ。是ニ由テ見レバ擁壁ニ作用スル土壓
力ノ方向ハ壁背ト土トノ間ノ摩擦ノタメ壁背面ニ
或傾斜ヲナスト見ルヲ至當トス。

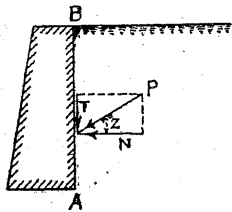
上述ノ如ク土壓力 P ガ壁背ト或ル傾斜角ヲナス
ベキハ疑ナキ所ナルガ其ノ角 α ノ大サニ就テ種々
ノ説アリ。(第一)ぼんすれ-氏も-ずれ-氏等ハ α ヲ
壁背面ト土トノ間ノ摩擦角 ϕ' ニ等シトナシ,(第二)
しふら-氏、れ-ぶはん氏等ハ $\alpha = \phi$ トスベシト論

シ(第三)くろひ氏ぶろに一氏等ハ $z=0$ トスベシト
 説キ、又(第四)或ル學者ハ $z=\frac{1}{3}\phi$ ヲ取ルベシト主張セ
 リ。何レモ皆夫々ノ論據ヲ有セリ。第一説ニ就テ
 ハ若シ土ガ壁背ニ沿ウテ將ニ下方ニ摺動セントス
 ル場合ヲ考フルトキハ第 259 圖ニ示セル如ク P ハ
 垂直分力 N 及ビ接觸分力 Tニ分ツヲ得ベク而シテ
 Tハ壁背ト土トノ間ノ摩擦抵抗 $N\tan\phi'$ ニ等シカル
 ベシ。

$$\tan z = \frac{T}{N} = \frac{N\tan\phi'}{N} = \tan\phi' \text{ 從ツテ } z = \phi'$$

ϕ' ハ上卷第一表ニ與ヘタルガ如シ。第二説ニ就テ
 ハ壁背ノ土ニ接スル面ハ多ク粗ニシテ凹凸多ク土

第 259 圖



ハ凹部ニ喰ヒ込ムヲ以テ土ガ摺
 動スルトスレバ壁背面ニ沿ウテ
 滑ルコトナク土ノ薄キ層ガ壁背
 ニ附着シタル儘残り土中ノ或面
 ニ沿ウテ摺動スベク從ツテ其際

起ル摩擦抵抗ハ $N\tan\phi$ ニシテ $z=\phi$ トナルベシトセ
 ルナリ。第三説ニ就テハ z ノ値ハ土ノ状態ニヨリ
 テ變ズルコト常ニシテ大雨ノ際壁後ノ排水不充分
 ナルトキハ土ハ殆ド流動體ノ如クナリ摩擦抵抗ト
 シテ認ムベキモノ皆無ノ状態トナルコトアリ。此
 ノ如キ場合ヲ豫想シ萬全ノ策トシテ $z=0$ トセルモ

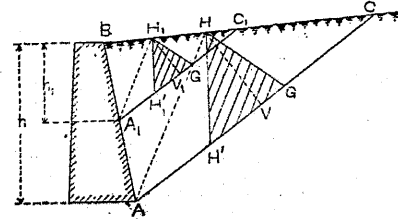
ノナリ。第四説ニ就テハ動荷重ガ壁後ノ地表面ヲ
 通過スル如キ場合ニハ之ヨリ傳ハル震動其ノ他ニ
 對シテ安全ヲ期スルタメニ $z=\phi/3$ トセルモノナリ。

實地設計ニ當リテ z ノ値ヲ決定スルニハ慎重ニ
 考慮セザルベカラザルガ要スルニ通常ノ場合ニ於
 テハ $z=\phi'$ トシ若シ $\phi' > \phi$ ナルトキハ $z=\phi$ トスルヲ
 妥當トス。尤モ ϕ ノ値ヲ定ムルニハ土砂ノ状態ヲ
 考ヘ最モ危険ナル場合ヲ取ルベキハ勿論ナリトス。

82. 土壓力ノ働點

[A] 地表面ガ平面ナル場合 第 260 圖ニ於テ AB
 及ビ A_1B 面ニ作用スル全土壓力ハ夫々 $w \times \triangle GHH'$ 、

第 260 圖



$w \times \triangle G_1H_1H_1'$ ナリ。而
 シテ $\triangle GHH'$ ト
 $\triangle G_1H_1H_1'$ トハ相似ナ
 ルヲ以テ其ノ面積ハ
 高サ HV 及ビ H_1V_1 ノ

自乗ニ正比例ス。然ルニ $HV:H_1V_1=AB:A_1B$ 及ビ
 $AB:A_1B=h:h_1$ ナル關係アルニ由リ結局全土壓力ハ
 壁背ノ長サ AB 又ハ壁高 h ノ自乗ニ正比例ス。此
 ノ關係ハ第 80 節(57)式ニ依リテモ明ラカナリ。即チ
 全土壓力ハ $P=c\overline{AB^2}$ 又ハ $c.h^2$ ニテ表ハサレ(c ハ常數)
 從ツテ壁頂ヨリ任意ノ點マデノ距離ヲ y トスレバ

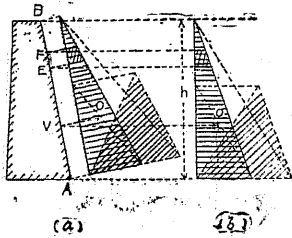
其ノ點以上ノ全土壓力ハ $c.y^2$ ニテ表ハサレ之ヲ y ニ就テ微分シタルモノ即チ $2cy$ ハ其ノ點ニ於ケル土壓力度ナリ。サレバ土壓力度ハ B 點ニ於テ零ニシテ次第ニ下降スルニ從ヒ大トナリ A 點ニ於テ最大ニ達スベク中央ニ於テ平均土壓力度ヲ有スベシ。而シテ P ハ $w \times \triangle GHH'$ ナルヲ以テ

$$\text{平均土壓力度} = \frac{w \times \frac{1}{3} \times HV \times GH'}{AB}$$

$$A \text{ 點ニ於ケル土壓力度} = \frac{w \times HV \times GH'}{AB}$$

第 261 圖 (a), (b) ハ夫々第 260 圖ノ $\triangle GHH'$ ノ面積ヲ AB, h ニ等シキ高サヲ有スル直角三角形ノ面積ニ變化セルモノナリ。乃チ壁背ノ或區分 EF ニ作用ス

第 261 圖



ル土壓力ハ (a) 及ビ (b) 圖ニ於テ交叉陰線ニテ示セル梯形ノ面積ニ w ヲ乘ジタルモノナルコト明ラカナリ。然ラバ全土壓力ノ働點ハ此ノ三角形ノ重心 O ヲ通ジ底邊ニ並行ニ引キタル直線ガ AB 邊ニ會シタル點ナルコトヲ知ル。要スルニ地表面ガ一平面ヨリ成レル場合ニ於テハ土壓力ノ働點ハ底ヨリ高サノ三分ノ一ノ所ニアルヲ知ル。

[B] 地表面ガ不規則ナル曲面ヨリ成レル場合
地表面ガ第 247 圖ニ於ケルガ如ク凹凸甚ダシカラズ平均シテ一平面ト見做シ得ル場合ニハ近似的ニ [A] ト同様ニ取扱フモ差支ナカルベシ。又第 248 圖ニ於ケルガ如ク凹凸甚ダシキ場合ニハ次ニ述ブル [C] ニ準ジテ之ヲ取扱フベシ。

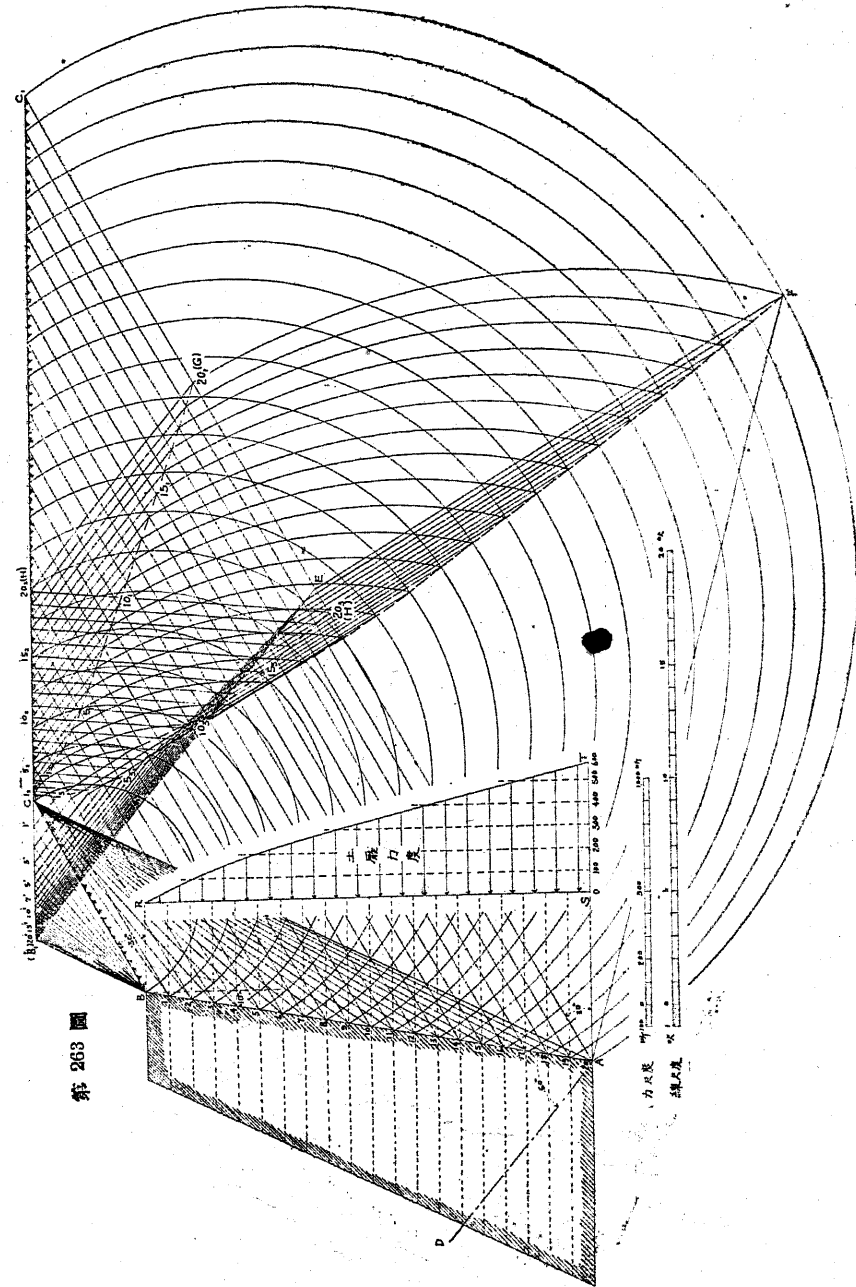
[C] 地表面ガ二ツ以上ノ平面ヨリ成レル場合
此ノ場合ニ於テハ壁底ヨリ全土壓力ノ働點マデノ距離ハ壁高ノ三分ノ一ヨリ少シク大ナルベシ。一般圖式解法次ノ如シ。

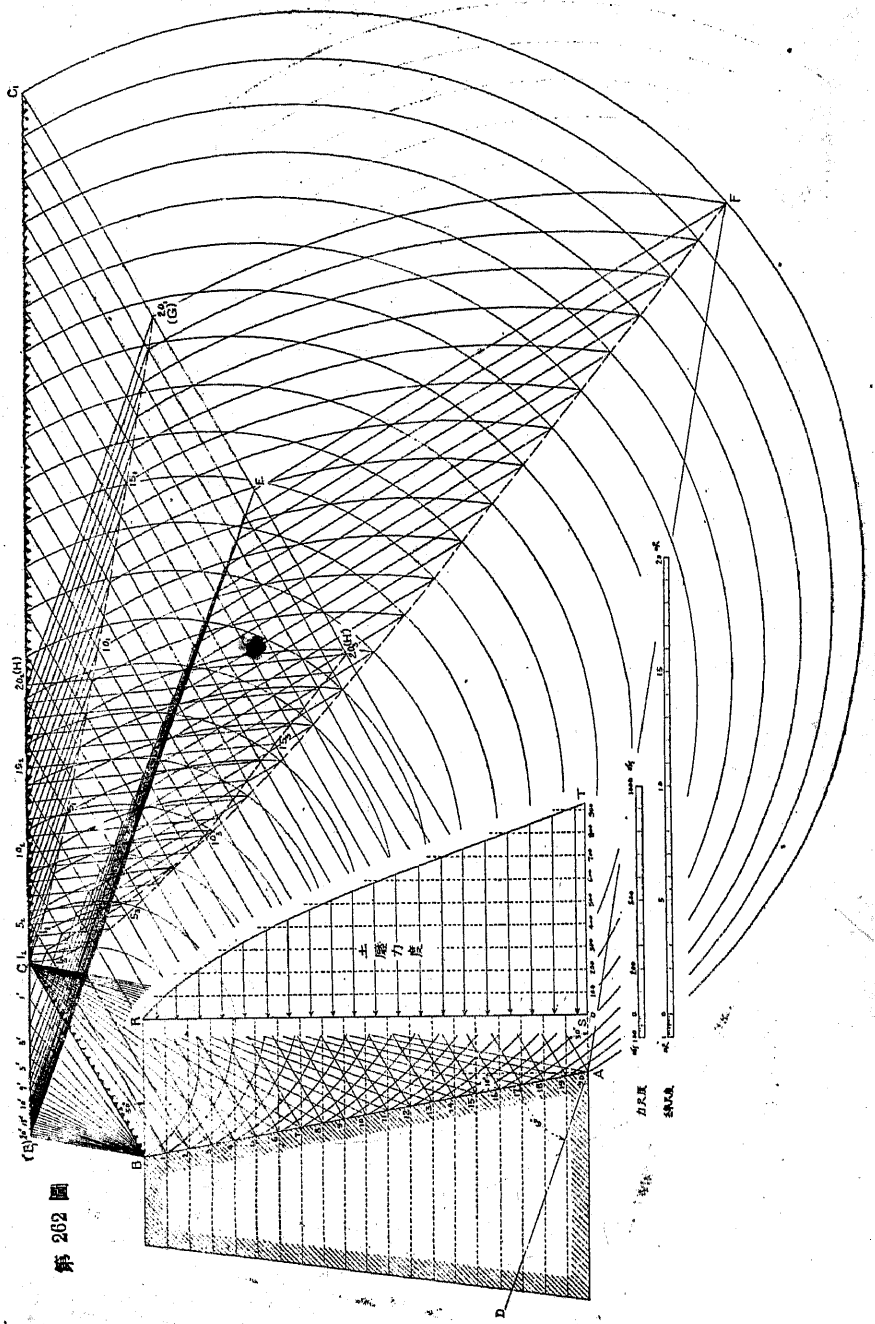
先ツ第 262 圖ニ於ケル如ク擁壁ヲ等距離ヲ有スル水平面 1, 2, 3 等ニテ切り夫々ノ断面ヲ底面トスル擁壁ヲ考ヘ之ニ作用スル土壓力 P_1, P_2, P_3 等ヲ第 78 節 [C] ノ圖法 [第 249 圖 (a) 參照] ニ依リテ求ムレバ相隣レル此等ノ壓力ノ差ハ夫々水平断面間ノ區分ニ作用スル土壓力 P_1, P_2, P_3 等トナルベシ。擁壁ノ頂端ヲ原點トシ P_1, P_2, P_3 等ノ働線マデノ垂直距離 l_1, l_2, l_3 等ヲ之ニ乘ジ此等ノ累和ヲ之ニ相當スル總土壓力 Σp ニテ除スレバ壁頂ヨリ Σp ノ働線マデノ垂直距離ヲ得ベシ。然ルニ唯働點ノ位置ヲ知ラントスルニハ P_1, P_2, P_3 等ノ土壓力ハ壁背ヲ鉛直面ニ投射シタル面ニ水平ニ働クモノト假定シテモ何等差支ナキヲ以

テ上述ノ手續ヲナスニ當リテハ此ノ假定ニ據ルヲ便トス。第 262, 263, 264 圖ニ示セル如キ擁壁ハ築堤ノ場合ニ最モ多ク見ル處ナルヲ以テ今特ニ此ノ場合ニ就テ具體的ニ説明セントス。但シ此ノ計算ニハ主トシテ計算尺ヲ用キタレバ多少誤差アルヲ免レザルベシ。

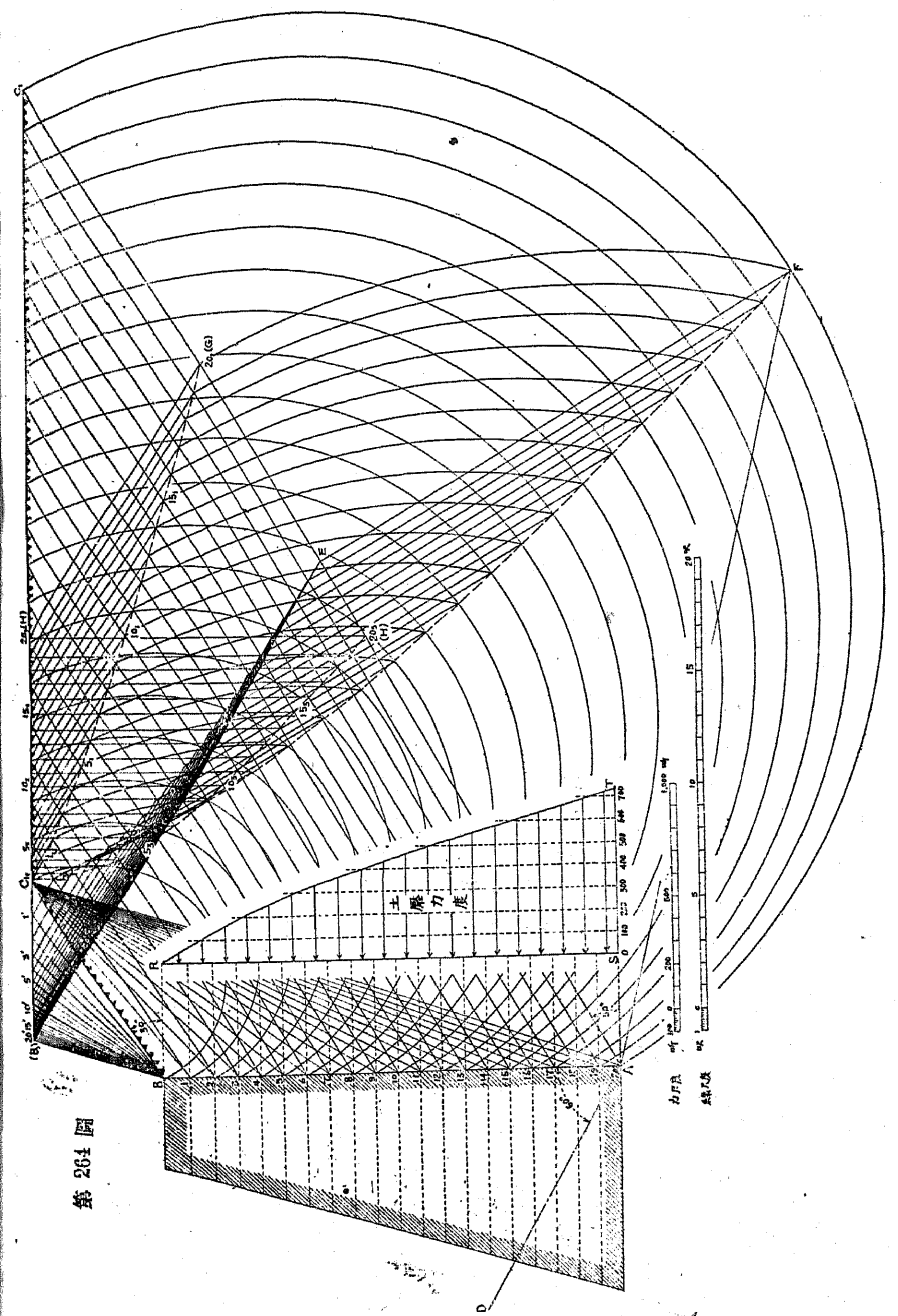
第 262, 263, 264 圖ニ示セル場合ニ於テハ壁高 $h=20$ 呎, 過載高 $h'=5$ 呎, 土ノ息角 $\phi=30^\circ$, 過載側面傾斜角 $\theta=30^\circ$, 土ノ一立方呎ノ重量 $w=100$ 呎, 土壓力ノ傾斜角 $\alpha=30^\circ$, 水平斷面ノ鉛直距離=1 呎トス。又第 262 圖ニ於テハ $\alpha=10^\circ$, 第 263 圖ニ於テハ $\alpha=-10^\circ$, 第 264 圖ニ於テハ $\alpha=0^\circ$ トス。此ノ三ツノ場合共ニ作圖ノ方法ハ同様ナルヲ以テ主トシテ第 262 圖ニ示セル場合ニ就テ述ブベシ。

第 78 節 [C]ニ依ツテ擁壁ニ作用スル全土壓力ヲ表ハスベキ土壓力三角形ハ $\triangle GHH'$ 即チ $\triangle(20_1, 20_2, 20_3)$ ニシテ其ノ底邊ト高サトヲ線尺度ニテ度リ計算スレバ P_{20} ハ 10,832 呎トナル。此ノ如クニシテ他ノ斷面ニ就テモ同様ノ圖法ヲ繰返セバ夫々ノ土壓力三角形及ビ之ニ相當スル土壓力ハ第二十三表ノ如クナルベシ。而シテ斷面 19 ト 20 トノ間ノ區分ニ作用スル土壓力ハ次ノ如シ。





第 262 圖



第 264 圖

第二十三表

1 断面ノ 番號	2 土 壓 力 三 角 形		4 土 壓 力 P (噸)	5 各 區 分 ニ 於 ケ ル 土 壓 力 (噸)
	底邊 (呎)	高サ (呎)		
1	1.23	0.94	58	58
2	2.30	1.74	200	142
3	3.30	2.50	412	212
4	4.29	3.22	686	274
5	5.19	3.92	1,017	331
6	6.09	4.60	1,400	383
7	6.96	5.26	1,830	430
8	7.80	5.90	2,303	473
9	8.62	6.53	2,816	513
10	9.42	7.15	3,367	551
11	10.20	7.76	3,955	588
12	10.96	8.36	4,579	624
13	11.71	8.95	5,238	659
14	12.45	9.53	5,932	694
15	13.19	10.10	6,661	729
16	13.93	10.66	7,425	764
17	14.67	11.21	8,224	799
18	15.41	11.75	9,058	834
19	16.15	12.29	9,927	869
20	16.89	12.82	10,832	905

$$P_{20} = P_{20} - P_{19} = 10,832 - 9,927 = 905 \text{ 噸}$$

他ノ部分ニ就キ同様ノ手續ヲ繰返セバ第二十三表第5欄ノ數值ヲ得ベシ。之ヲ一定ノ力尺度ニテ夫々ノ働點(後述ノ如キ方法ニテ求メタル)ヲ通ズル水平線上ニ取り其ノ一端ヲ鉛直線 RS ニテ限リ他端ヲ連ヌルトキハ RST ノ如キ表圖ヲ得ベシ。此ノ表圖ノ重心ヲ求メ之ヲ通ジテ引キタル水平線ガ AB 線ト交ハル點ヲ求ムレバ是レ即チ所要ノ全土壓力ノ働點ナリ。

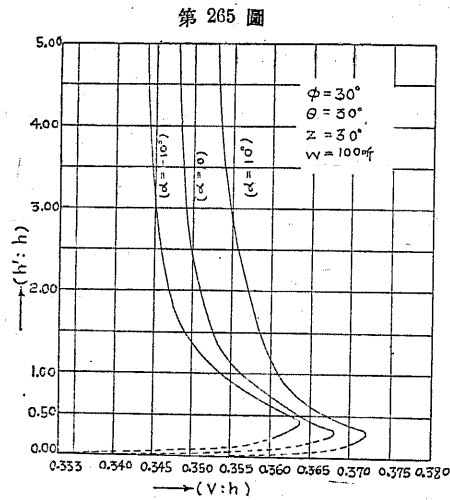
各區分ノ土壓力ノ働點ハ圖式的ニ又ハ計算ニ依ツテ之ヲ求メ得ベク孰レノ方法ニ據ルトモ各區分ニ作用スル土壓力ハ各區分ノ中央點ニ作用スルモノト見做シテ實用上差支ナカルベシ。或ハ最上區分ヲ除キ相隣レル断面間ニ於ケル土壓力分布表圖ハ夫々 Rヲ頂點トセル三角形ノ一部分タル梯形ナリト見做シ(45)式ヲ適用シテ其ノ重心ヲ算定シ以テ各區分ニ作用スル土壓力ノ働點ヲ定ムルコトモ實用上差支ナキ一方法ナルベシ。例ヘバ4及ビ5ノ断面間ノ區分ニ(45)式ヲ適用スレバ $h=1$ 呎, $h''=4$ 呎ナルユエ(第232圖參照)断面5ヨリ p_0 ノ働點マデノ距離ハ

$$v = \left(1 + \frac{h''}{h + 2h''}\right) \frac{h}{3} = \left(1 + \frac{4}{9}\right) \frac{1}{3} = 0.48 \text{ 呎}$$

從ツテ壁頂即チ R 點ヨリノ鉛直距離 l_0 ハ 5.00-0.48 = 4.52 呎トナル。此ノ如クシテ p_2, p_3 等ノ挺率ヲ求メ $\Sigma(p \times l)$ ヲ計算シ之ヲ Σp ニテ除セバ全土壓力ノ働點ノ位置ガ決定セラルベク其ノ手續ハ第二十四表ニ依リテ明ラカナリ。結局 $h':h$ ノ比ガ第 9 欄ニ示セル如クナルトキハ $v:h$ ノ値ハ第 10 欄ノ如クナルベシ。例ヘバ $h':h$ ガ 0.5 ナルトキハ壁底ヨリ全土壓力ノ働點マデノ距離ハ壁高ノ 36.7% ナルコトヲ知ル。

同様ニ第 263, 264 圖ニ對シテ第二十五, 二十六表ガ得ラル。

第二十四, 二十五, 二十六表ノ結果ヲ圖ニ表ハスト



キハ第 265 圖ノ如クナリ他ノ條件同様ナラバ v ノ値ハ α ガ大ナル程大トナルヲ見ル。而シテ $h':h$ ノ或値ニ於テ v ハ最大トナリ夫ヨリ後ハ h' ニ對シ h ガ小ト

第二十四表

(壁背ガ前方ニ傾ケル場合)

$\alpha = 10^\circ, \theta = \phi = 30^\circ, h' = 5$ 呎, $z = 30^\circ$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
断面ノ番號	土壓力度 P	挺率 l	力率 $p \times l$	力率ノ累和 $\Sigma(p \times l) = M$	總土壓力 $\Sigma p = P$	壁働ノ頂點距ヨリマデ $M + P = u$	底リテ斷働ノ面點距ト $h - u = v$	過壁比載高ト $h' : h$	働點ノ距壁比 $v : h$
1	58	0.647	37.53	37.53	58	0.647	0.353	5.00	0.353
2	142	1.55	220.10	257.63	200	1.288	0.712	2.50	0.356
3	212	2.53	536.36	793.99	412	1.927	1.083	1.67	0.358
4	274	3.52	964.48	1,759.0	686	2.565	1.435	1.25	0.360
5	331	4.52	1,495.0	3,254.0	1,017	3.195	1.903	1.00	0.361
6	383	5.51	2,110.0	5,364.0	1,400	3.830	2.170	0.83	0.362
7	430	6.51	2,803.0	8,167.0	1,830	4.463	2.537	0.71	0.363
8	473	7.51	3,550.0	11,717.0	2,303	5.090	2.910	0.63	0.364
9	513	8.51	4,365.0	16,082.0	2,816	5.713	3.287	0.56	0.365
10	551	9.5	5,235.0	21,317.0	3,367	6.333	3.667	0.50	0.367
11	588	10.5	6,170.0	27,487.0	3,955	6.950	4.050	0.45	0.368
12	624	11.5	7,180.0	34,667.0	4,579	7.570	4.430	0.42	0.369
13	659	12.5	8,240.0	42,907.0	5,238	8.190	4.810	0.38	0.370
14	694	13.5	9,370.0	52,277.0	5,932	8.820	5.180	0.36	0.370
15	729	14.5	10,570.0	62,847.0	6,661	9.440	5.560	0.33	0.371
16	764	15.5	11,840.0	74,686.0	7,425	10.060	5.940	0.31	0.371
17	799	16.5	13,180.0	87,866.0	8,224	10.680	6.320	0.29	0.372
18	834	17.5	14,580.0	102,446.0	9,058	11.310	6.690	0.28	0.372
19	869	18.5	16,075.0	118,521.0	9,927	11.940	7.060	0.26	0.372
20	905	19.5	17,620.0	136,141.0	10,832	12.560	7.440	0.25	0.372

第二十五表

(壁背ガ後方=傾ケル場合)

$\alpha = -10^\circ, \theta = \phi = 30^\circ, h' = 5 \text{ 呎}, z = 3 \rho$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
断面ノ番號	土壓力度 p	挺率 l	力率 $p \times l$	力率ノ和 $\Sigma(p \times l) = M$	總土壓力 $\Sigma p = P$	壁働ノ頂點距離 $M \div P = u$	底ノ働距離 $h - u = v$	過壁ノ載高トノ比 $h : h$	働點壁比 $u : h$
1	28	0.656	18.37	18.37	28	0.656	0.344	5.00	0.344
2	76	1.55	117.76	136.13	104	1.306	0.692	2.50	0.346
3	117	2.53	296.01	432.14	221	1.955	1.045	1.67	0.348
4	153	3.52	538.56	970.70	374	2.595	1.405	1.25	0.351
5	185	4.52	836.20	1,807.0	559	3.230	1.770	1.00	0.354
6	214	5.51	1,179.0	2,986.0	773	3.862	2.138	0.83	0.356
7	241	6.51	1,569.0	4,554.0	1,014	4.490	2.510	0.71	0.359
8	267	7.51	2,005.0	6,559.0	1,281	5.121	2.879	0.63	0.360
9	292	8.51	2,483.0	9,042.0	1,573	5.748	3.252	0.56	0.361
10	317	9.5	3,012.0	12,054.0	1,890	6.378	3.622	0.50	0.362
11	342	10.5	3,591.0	15,645.0	2,232	7.010	3.990	0.45	0.363
12	367	11.5	4,218.0	19,863.0	2,599	7.635	4.365	0.42	0.364
13	392	12.5	4,900.0	24,763.0	2,991	8.280	4.720	0.38	0.363
14	417	13.5	5,628.0	30,391.0	3,408	8.919	5.081	0.36	0.363
15	441	14.5	6,392.0	36,783.0	3,849	9.560	5.440	0.33	0.363
16	465	15.5	7,205.0	43,988.0	4,314	10.190	5.810	0.31	0.363
17	489	16.5	8,066.0	52,053.0	4,803	10.840	6.160	0.29	0.362
18	513	17.5	8,977.0	61,031.0	5,316	11.485	6.515	0.28	0.362
19	537	18.5	9,933.0	70,964.0	5,853	12.123	6.877	0.26	0.362
20	561	19.5	10,935.0	81,899.0	6,414	12.775	7.225	0.25	0.361

第二十六表

(壁背鉛直ナル場合)

$\alpha = 0, \theta = \phi = 30^\circ, h' = 5 \text{ 呎}, z = 3 \rho$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
断面ノ番號	土壓力度 p	挺率 l	力率 $p \times l$	力率ノ和 $\Sigma(p \times l) = M$	總土壓力 $\Sigma p = P$	壁働ノ頂點距離 $M \div P = u$	底ノ働距離 $h - u = v$	過壁ノ載高トノ比 $h : h$	働點壁比 $u : h$
1	40	0.652	26.08	26.08	40	0.652	0.348	5.00	0.348
2	104	1.55	161.20	187.28	144	1.300	0.700	2.50	0.350
3	159	2.53	402.27	589.55	303	1.943	1.057	1.67	0.352
4	207	3.52	728.64	1,318.0	510	2.585	1.415	1.25	0.354
5	250	4.52	1,130.0	2,448.0	760	3.222	1.798	1.00	0.356
6	289	5.51	1,593.0	4,040.0	1,049	3.850	2.150	0.83	0.358
7	325	6.51	2,115.0	6,155.0	1,374	4.480	2.520	0.71	0.360
8	359	7.51	2,695.0	8,850.0	1,733	5.107	2.893	0.63	0.362
9	391	8.51	3,335.0	12,185.0	2,125	5.735	3.265	0.56	0.363
10	424	9.5	4,037.0	16,222.0	2,549	6.360	3.640	0.50	0.364
11	455	10.5	4,777.0	20,999.0	3,004	6.992	4.008	0.46	0.365
12	486	11.5	5,587.0	26,586.0	3,490	7.620	4.380	0.42	0.365
13	515	12.5	6,440.0	33,026.0	4,005	8.250	4.750	0.38	0.366
14	543	13.5	7,330.0	40,356.0	4,548	8.873	5.127	0.36	0.366
15	571	14.5	8,260.0	48,636.0	5,119	9.500	5.500	0.33	0.367
16	599	15.5	9,287.0	57,923.0	5,718	10.125	5.875	0.31	0.367
17	627	16.5	10,340.0	68,263.0	6,345	10.760	6.240	0.29	0.367
18	655	17.5	11,465.0	79,728.0	7,000	11.380	6.620	0.28	0.368
19	683	18.5	12,635.0	92,363.0	7,683	12.020	6.980	0.26	0.367
20	711	19.5	13,870.0	106,233.0	8,394	12.660	7.340	0.25	0.367

ナルニ從ツテ小トナリ遂ニ h' ガ零トナレバ h ハ壁高ノ33.3%ニ等シクナル。尙 α ノ他ノ値ニ對シテモ此ノ圖ヲ利用シ挿入法ニヨリテ $v:h$ ニ對スル大體ノ値ヲ知り得ベシ。

上叙ノ方法ト異リ全然解析的ニ働點ノ位置ヲ求ムルニハ全土壓力ヲ表ハスベキ公式ヲ導致シ壁高 h ヲ變數トシテ之ヲ微分シ之ニ壁頂ヨリノ挺率ヲ乘ジ然ル後之ヲ積分シ全土壓力ニテ除スルトキハ壁頂ヨリ全土壓力ノ働點マデノ距離ヲ得ベシ。然ルニ此ノ方法ハ甚ダ複雑ニシテ稍難解ナルヲ以テ本書ニ於テハ之ヲ略ス。此ノ解法ニ就テハ土木學會誌第一卷第一號ニ於ケル大河戸宗治氏“土壓力ノ強度及ビ其ノ働點ノ位置ニ就テ”ヲ見ルベシ。

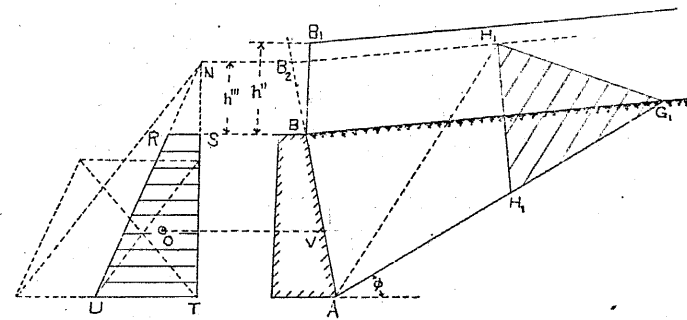
次ノ方法ハ近似的ナルモ簡略ナレバ參考トシテ茲ニ述べ置カントス。即チ破壞面ノ左方ニ於ケル土楔ノ重心ヲ求メ之ヲ通ジテ破壞面ニ並行ナル線ヲ引キ壁背 AB ト交ハル點ヲ定ムルニアリ。此ノ交點ハ即チ所要ノ働點ナリ。例ヘバ第269圖ニ於テ地表面 CC_1 上ニ荷重ナキ場合ヲ考フレバ $ABCH$ ノ重心 G_1 ヲ通ジテ破壞面 AH ニ並行ニ G_1V_1 ヲ引キ AB ト V_1 ニ會セシムレバ V_1 ハ即チ求ムル土壓力ノ働點ナリ。

[D] 地表面ガ平面ニシテ其ノ上ニ荷重アル場合

第80節[B]ニ於テ説明セル方法ニ依リテ第266圖ニ示セル如ク土壓力三角形 $G_1H_1H_1'$ ヲ求メ之ヲ壁高 h 及ビ訂正荷重高 h'' ノ和ニ等シキ高サヲ有スル等積ノ直角三角形 NUT ニ變化スレバ是レ即チ $(h+h'')$ 丈ケノ間ニ作用スル全土壓力ノ分布ヲ示スモノト見做スヲ得ベシ。然ルニ BI_1 ナル部分ハ實際存在セザルヲ以テ AB ニ作用スル全土壓力ノ分布ハ梯形 $RSTU$ ニテ表ハサルベシ。乃チ梯形ノ重心 O ヲ求メ之ヲ通ジテ引キタル水平線ガ AB ト會スル點 V ハ全土壓力ノ働點ナリ。

此ノ方法ニ依レバ壁背 AB ト BB_1 トガ一直線トナ

第 266 圖

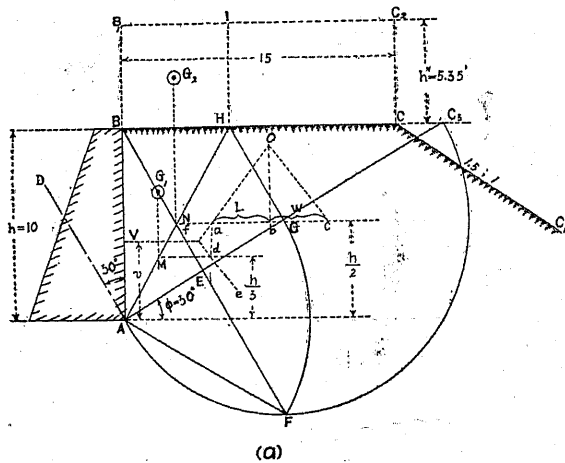


ル場合ニ於テノミ正確ナル結果ヲ得ラルベキモ兩直線ガ或角ヲナストキハ[C]ニ於テ説明セル方法ニヨリテ V 點ヲ求メザルベカラズ。尤モ角 ABB_1 ガ二直角ニ近キトキハ其ノ誤差モ極メテ小ナルヲ以テ

普通上述ノ方法ニ依リテ得タル結果ヲ以テ足レリトス。

又第 267 圖 (a) = 示セル如ク先ヅ荷重ナキ場合ニ於ケル破壊面 AH ヲ求ムレバ且ヨリ左方ニアル荷重ノミ擁壁ニ作用スルモノト考へ得ベキヲ以テ AH ヲヨリ左方ノ土ノ重サ W 及ビ荷重 L ト、擁壁ノ反力 P ト、AH ヲヨリ右方ノ土ニ於ケル反力 R トノ平衡状態ヲ考へ土壓力 P ノ働點ヲ求ムルコトモ一ツノ方法ナリ。

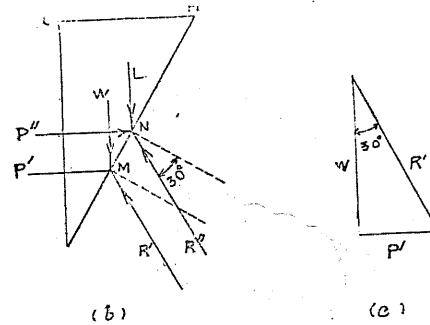
第 267 圖



例題. 高さ $h=10$ 呎、壁背鉛直ナル混凝土擁壁アリ。其ノ背後ニ第 267 圖 (a) = 示セル如キ築堤ヲナシ狹軌單線鐵道ヲ敷設スルトスレバ擁壁ニ作用スル全土壓力ノ働點ノ位置如何。但シ動荷重ハクーパー氏 E-33 トシ $w=100$ 呎、 $\phi=30^\circ$ トス。

道床ノ重量ヲ線路 1 呎 = 付約 1,200 呎、軌道(道床ヲ除ク)ノ重量ヲ線路 1 呎 = 付 200 呎トスレバ地表面上ノ靜荷重ハ線路 1 呎ニ付 1,400 呎トナル。今動荷重及ビ靜荷重ガ幅 15 呎間ニ傳播スルモノト見做シ線路延長 10 呎間ニ就テ考フルトキハ此ノ間ニニツノ働輪荷重アルヲ以テ總動荷重ハ $2 \times 33,000$ 呎、總靜荷重ハ $10 \times 1,400$ 呎、等布荷重度ハ $(2 \times 33,000 + 10 \times 1,400) \div (10 \times 15) = 535$ 呎每平方呎トナリ從ツテ $h' = 535 \div 100 = 5.35$ 呎トナル。故ニ BC ヲヨリ 5.35 呎ダケノ距離 = B_1C_2 ヲ引クベシ。次ニ壁背ハ滑ラカニシテ且降雨ノ際水ガ溜マリ摩擦ハ皆無トナルモノト見做シ $\phi' = 0$ ト考フ。然ルトキハ第 79 節 [A] = 依リテ AH ナル破壊面ヲ得。然レバ擁壁ニ作用スル荷重ハ BB_1IH ダケナリ。今擁壁ノ平衡状態ヲ考フルニ ABH ナル土ノ重サ W 及ビ荷重 L ハ夫々 G_1 及ビ G_2 ナ通ジテ鉛直ニ働キ之ニ對スル擁壁ノ反力 P' 及ビ P'' ハ AH 上ノ M 及ビ N ナ通ジテ水平ニ働クベク AH 面ノ反力 R' 及ビ R'' ハ M 及ビ N ナ通ジテ

第 267 圖



AH = 對スル垂直線ト 30° ノ傾斜ヲナスベシ。此等ノ關係ハ第 267 圖 (b), (c) = 表ハセルガ如シ。斯クシテ P' 及ビ P'' ハ W 及ビ L = 正比例スルヲ以テ上卷第 25 節ニ依リ (a) 圖ニ於テ N ナ通ズル水平線上ニ L 及ビ W ヲ適當ノ力尺度ニテ

取リ極ヲ假定シ索多邊形 $oads$ ナ畫ガキ oa ト ed トノ交點 f ナ通ジテ水平線 fv ヲ引キ AB トノ交點ヲ V トスレバ是レ即チ所要ノ働點ニシテ AV ハ約 4 呎ナリ。尙此ノ場合ニ於テ

$$W = \frac{BH \times AB}{2} = \frac{6 \times 10}{2} \times 100 = 3,000 \text{ 呎}, \quad L = 5.35 \times 6 \times 100 = 3,210 \text{ 呎}$$

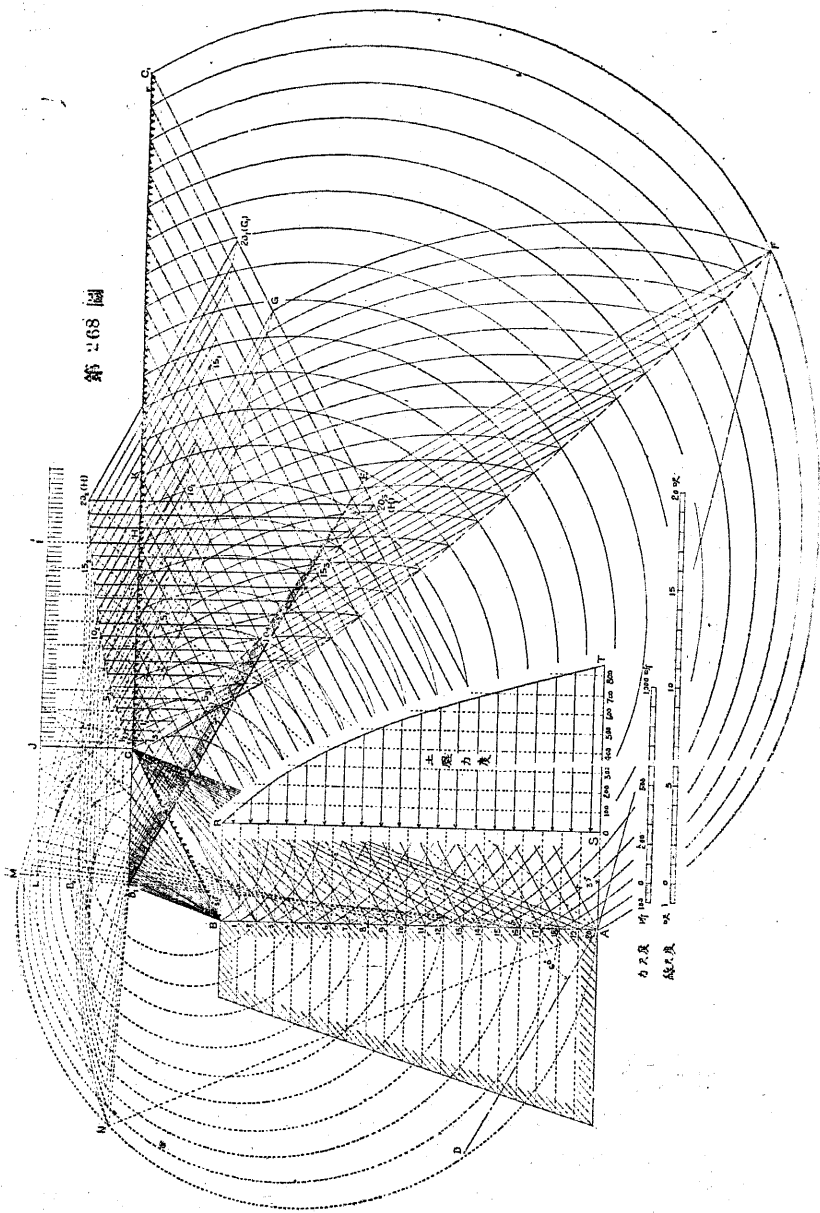
$\therefore P = \tan 30^\circ \times (3,000 + 3,210) = 0.5774 \times 6,210 \doteq 3,575$ 斤

[E] 地表面ガニツ以上ノ平面ヨリ成リ其ノ上ニ荷重アル場合 第268圖ニ示セル如ク BCC_1 ヲ地表面トシ JI ヲ換算荷重線トスレバ第257圖ニ於ケル圖法ニ依リ土壓力ヲ求メ第262, 263, 264圖ニ於ケルト同様ノ方法ニ依ツテ第二十七表ヲ得ベシ。

第二十七表

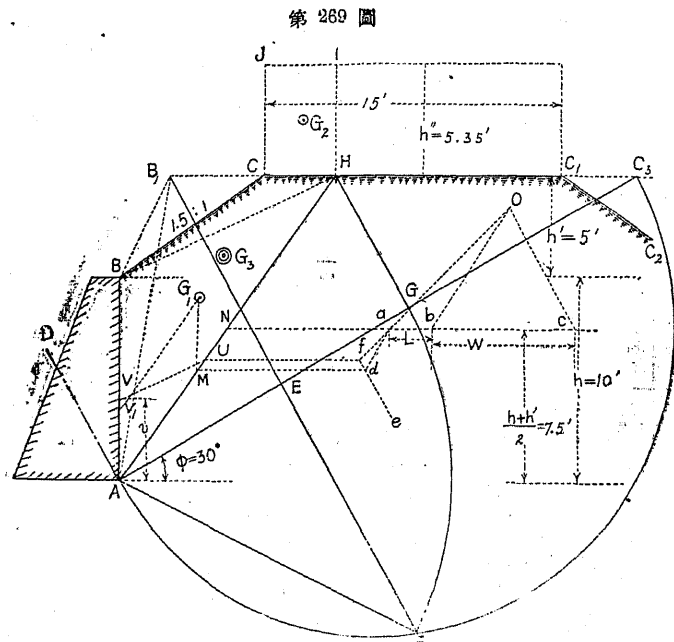
(壁背ガ鉛直ニシテ地表面上ニ荷重アル場合)

$\alpha=0, \theta=\phi=30^\circ, h'=5$ 呎, $h''=5$ 呎, $z=30^\circ$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
断面ノ番號	土壓力度 p	挺率 l	力率 $p \times l$	力率ノ累和 $\Sigma(p \times l) = M$	總土壓力 $\Sigma p = P$	壁働ノ頂點距離ヨリテ $M \div P = u$	斷働ノ面點距離ヨリテ $h - u = v$	過壁比 $h' : h$	働トノ點距離比 $v : h$
1	49	0.65	31.85	31.85	49	0.650	0.350	5.00	0.350
2	128	1.55	198.40	230.25	117	1.300	0.700	2.50	0.350
3	199	2.53	503.47	733.72	376	1.950	1.050	1.67	0.350
4	263	3.52	925.76	1,660.0	639	2.596	1.404	1.25	0.351
5	321	4.52	1,451.0	3,111.0	960	3.240	1.760	1.00	0.352
6	374	5.51	2,061.0	5,172.0	1,334	3.875	2.125	0.83	0.354
7	423	6.51	2,754.0	7,926.0	1,757	4.510	2.490	0.71	0.356
8	468	7.51	3,515.0	11,441.0	2,225	5.140	2.860	0.63	0.358
9	509	8.51	4,330.0	15,771.0	2,734	5.766	3.234	0.56	0.359
10	547	9.5	5,196.0	20,967.0	3,281	6.390	3.607	0.50	0.361
11	582	10.5	6,110.0	27,077.0	3,863	7.007	3.998	0.45	0.363
12	614	11.5	7,060.0	34,137.0	4,477	7.620	4.380	0.42	0.365
13	644	12.5	8,048.0	42,185.0	5,121	8.235	4.765	0.38	0.367
14	673	13.5	9,080.0	51,265.0	5,794	8.850	5.150	0.36	0.368
15	701	14.5	10,162.0	61,427.0	6,495	9.460	5.540	0.33	0.370
16	729	15.5	11,300.0	72,727.0	7,224	10.070	5.930	0.31	0.371
17	757	16.5	12,490.0	85,217.0	7,981	10.677	6.323	0.29	0.372
18	784	17.5	13,720.0	98,937.0	8,765	11.285	6.715	0.28	0.373
19	811	18.5	15,000.0	113,937.0	9,576	11.900	7.100	0.26	0.374
20	838	19.5	16,340.0	130,277.0	10,414	12.520	7.480	0.25	0.374

別法トシテ第 269 圖ニ示セル如キ圖解法ニヨリテ働點ノ近似的位置ヲ求ムルヲ得。此方法ニ於テハ土楔ノ重量ヨリ生ズル破壞面 AH ニ於ケル壓力ノ配布ハ通常ノ通リナルモ荷重ノ爲メニ生ズル壓力ハ破壞面ニ均等ニ配布セラルルモノト假定ス。



又荷重及ビ土楔ノ重量ガ壁背ニ及ボス影響即チ土壓力ノ配布ハ破壞面ニ於ケル壓力ノ配布ト全ク同様ナリト假定スルナリ。其ノ具體的説明ハ次ノ例題ニ譲ル。若シ壁背鉛直ニシテ地表面水平ナルト

キハ此方法ハ全然第 267 圖ニ示セル方法ト一致ス。

例題 高さ $h=10$ 呎、背面鉛直ナル混泥土擁壁アリ。其ノ背後ニ第 269 圖ニ示セル如キ築堤ナシ狭軌單線鐵道ヲ敷設スルトスレバ擁壁ニ作用スル全土壓力ノ働點ノ位置如何。但シ $h'=5.35$ 呎([D]ノ例題参照), $w=100$ 斤, $\phi=30^\circ$ トス。

第 267 圖ノ場合ト同様ニ $\phi=0$ トシ破壞面 AH ヲ求ムルトキハ擁壁ニ影響ヲ與フル荷重ハ CJIH ノ部分ナリ而シテ此荷重ガ AH ノ中央 N ニ作用スルモノト假定ス。而シテ土楔 ABCH ノ重量 W ハ其ノ重心 G_1 ヲ通ジテ鉛直ニ働キ M ニ於テ AH ニ會スベシ。今土楔ノ重量 W 及ビ荷重 L ヨリ生ズル AH 面ノ壓力ヲ夫々 P' 及ビ P'' トスレバ M 及ビ N ハ其等ノ働點ニシテ其ノ大サハ夫々 W 及ビ L ニ正比例スベキナリ。然ルニ唯働點ノミヲ知ルニハ P' 及ビ P'' ノ方向ガ水平ナリト假定スルモ差支ナキヲ以テ第 267 圖ノ場合ト同様ニシテ P' 及ビ P'' ノ合力ノ働點ハ AH 上ノ U 點ナルコトヲ知ル。故ニ前ノ假定ニヨリ U ヨリ HB ニ並行ニ引キタル直線 UV ガ AB ト交ハル點 V ガ土壓力ノ働點ナルベキナリ。即チ $v=(AV) \approx 3.8$ 呎トナル。

P ノ働點ヲ尙近似的ニ求ムルニハ ABCJIH ノ重心 G_2 ヲ通ジテ AH ニ並行ニ引キタル直線ガ AB ト會スル點ヲ見出セバ可ナリ。

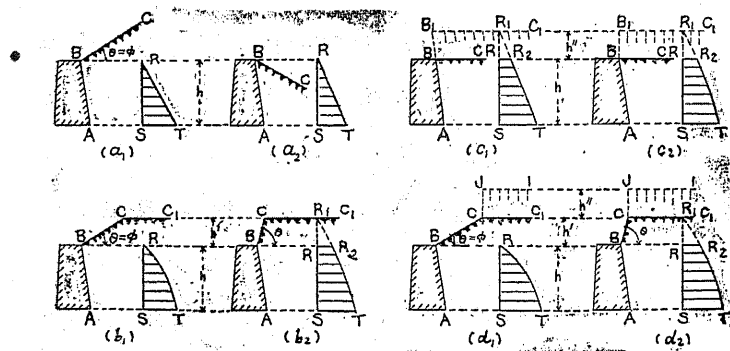
[F] 壁背ガニツ以上ノ平面階段又ハ曲面ヨリ成レル場合 第 270 圖ニ於ケル如ク壁背ガ AA_1A_2B ノ如クニツ以上ノ平面ヨリ成レルトキハ第 79 節[A]ニヨリテ AA_1 ノ延長 AB_1 , A_1A_2 ノ延長 A_1B_2 , 及ビ A_2B ニ作用スル土壓力ヲ求メ第 261 圖ニ示セル方法ニ依リテ (b) 圖ノ如キ分布表圖ヲ畫ガキ AA_1 , A_1A_2 及ビ A_2B ノ部分ニ作用スル土壓力 P_1, P_2 及ビ P_3 ト働點 V_1, V_2 及

テ R_2T ノ部分ハ一種ノ曲線トナルヲ以テ全土壓力ノ働點ハ (b_1) 圖ニ於ケルヨリモ上方ニアルベキナリ。又一般ニ過載荷重ノ上面ガ不規則ナルトキハ土壓力分布曲線モ亦不規則トナルコト推定ニ難カラザルナリ。

(III)ニ於テハ BB_1 ガ AB ノ延長線上ニアルト見做サルル場合ニ於テハ土壓力分布表圖ハ (c_1) 圖ニ示セル如ク $RSTR_2$ ノ如ク梯形トナレドモ然ラザルトキハ R_2T 部ハ (c_2) 圖ニ於ケル如ク曲線トナルベシ。尤モ ABB_1 ガ一直線ニ近ケレバ之ヲ梯形ト見ルモ大差ナキナリ。

(IV)ニ於テハ (d_1) 圖ニ示セル場合ノ働點ハ (b_1) 圖ニ於ケルヨリモ上方ニアリ。又 (d_2) 圖ニ示セル場合ニハ (b_2) 圖ニ於ケルヨリモ上方ニアルコト明ラカナリ。

第 272 圖

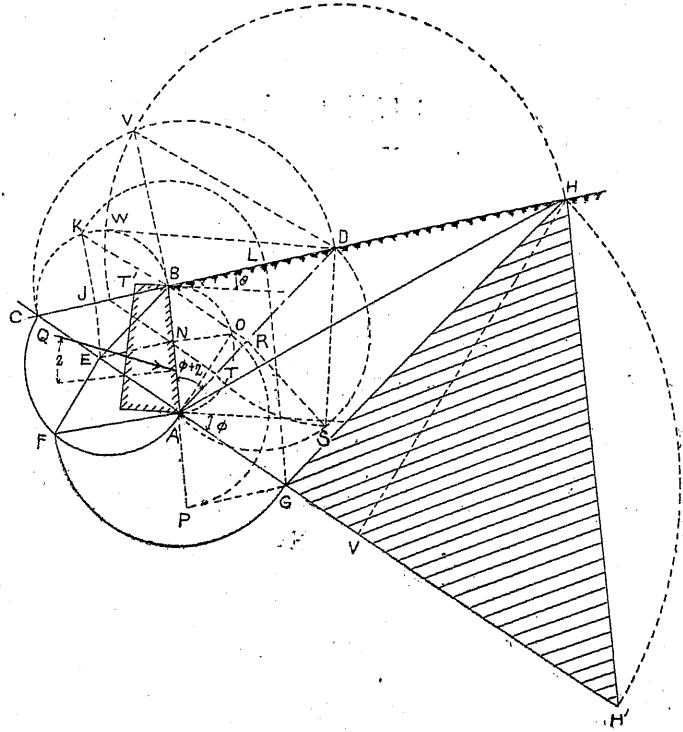


83. 受働的土壓力 受働的土壓力ノ大サ、方向及ビ働點ハ自働的土壓力ノ場合ニ準ジテ之ヲ求ムルヲ得ベシ。此ノ場合ノ作圖法ニ於テハ ϕ 及ビ α ノ自動的土壓力ノ場合ト反對ノ側ニ度ルノ外大差ナキヲ以テ(第 241 圖 (b) ト第 275 圖トヲ對照セヨ)第 79 節ニ於テ述ベタル處ヲ其ノ儘迎レバ最後ノ結果ニ達シ得ベシ。

第 273 圖ニ示セル如ク擁壁ノ左方ヨリ外力 Q ノ加フレバ AB ヨリ右方ノ土ハ受働的ノ位置ニアリテ土楔 ABH ハ破壊面 AH ニ沿ウテ將ニ上方ニ摺動セントスルノ傾向ヲ生ジ受働的土壓力ヲ現ハスベシ。此ノ際最大受働的土壓力ヲ現ハスベキ破壊面ヲ求め從ツテ受働的土壓力ノ大サヲ知ルニハ第 79 節[A]ニ於ケルト同様ナル趣旨ニ依リテ作圖スルヲ得ベシ。先ヅ第 79 節[A]第一法ニ相當スル作圖法ヲ述ベントス。

第 273 圖ニ於テ A ヲ通ジ下方ニ水平線ト ϕ 角ヲナセル直線 GAC ヲ引キ地表線 HB ノ延長線ト C ニ於テ會セシム。 A ヲ通ジ右方ニ於テ AB ト $(\phi + \alpha)$ ダケノ角ヲナス様 AD ヲ引キ之ヲ準線トナスベシ。 B ヨリ AD ニ並行ニ BE ヲ引キ E ニ於テ AC ニ垂直ニ EF ヲ引キ AC 上ニ書ガキタル半圓ト F ニ會セシム。 AF

第 273 圖



ニ等シク AGヲ取り Gヨリ準線 ADニ並行ニ GHヲ引
 キ地表線ト Hニ會セシメ AHヲ連ヌルトキハ是レ
 最大受働的土壓力ヲ現ハス場合ニ於ケル破壊面ナ
 リ。GHニ等シク GH'ヲ取り HH'ヲ連ヌレバ△GHH'
 ハ所要ノ土壓力三角形ナリ。破線ニテ示セルハ第
 79節第二方法乃至第五方法ニ相當スル作圖ニシテ
 自働的土壓力ノ場合ト同様ノ符號ヲ附セルヲ以テ

讀者宜シク之ヲ考照スベシ。

受働的土壓力ヲ表ハス公式モ亦自働的土壓力ノ
 場合ト同様ニ導致セラルベク其ノ公式次ノ如シ。

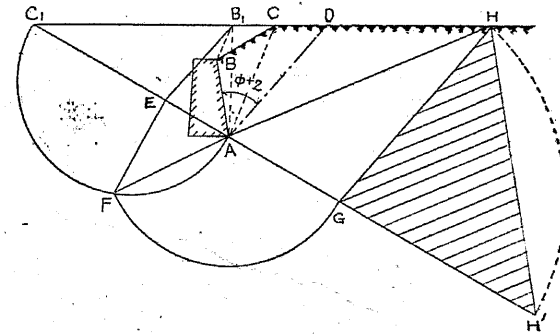
$$Q = \frac{1}{2}wh^2 \left\{ \frac{\cos(\phi + \alpha)}{(1-n)\cos\alpha} \right\}^2 \frac{1}{\cos(z - \alpha)} \dots\dots\dots(59)$$

$$n = \sqrt{\frac{\sin(\phi + z)\sin(\phi + \theta)}{\cos(z - \alpha)\cos(\theta - \alpha)}}$$

zノ値及ビ働點ニ就テハ自働的土壓力ノ場合ニ於
 ケルト同様ナレバ第81及ビ82節ヲ參照スベシ。但
 シQノ働線ハ壁背ノ垂直線ニ對シテ自働的ノ場合
 ト反對ノ側ニz角ヲナスベシ。

第274圖ニ示セル場合ノQヲ求ムル方法ハ別ニ
 説明ヲ要セズ圖上ニ於テ明ラカナリ。其ノ働點ノ

第 274 圖

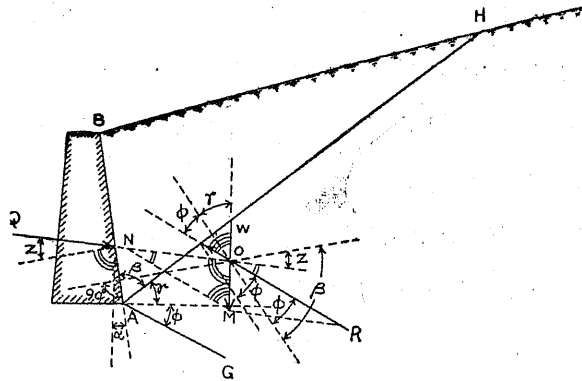


位置ハ第82節ニ於テ述ベタルト同様ナリ。尙他ノ
 場合ニ就テモ夫々自働的土壓力ノ場合ニ準ジテ之

ヲ 解 決 シ 得 ベ シ .

證 明 第 275 圖 = 示 セ ル 如 ク AB 面 ナ 左 方 ヨ リ 壓 ス レ バ 右 方 ノ 土 = 於 テ 其 ノ 壓 力 ノ 影 響 チ 受 ク ル 範 圍 ハ A ヲ 通 ジ 水 平 線 ト φ ダ ケ ノ 傾 斜 チ ナ ス 直 線 AG 以 上 ノ 部 分 ナ ル ベ キ コ ト 明 ラ カ ナ リ . 尙 土 楔 ABH ハ 將 ニ 上 方 = 摺 動 セ ン ト ス ル 極 限 位 置 = ア ル ナ 以 テ AH 面 = 於 ケ ル 反 力 R ハ AH = 引 キ タ ル 垂 直 線 ノ 右 方 即 チ 自 動 的 .

第 275 圖

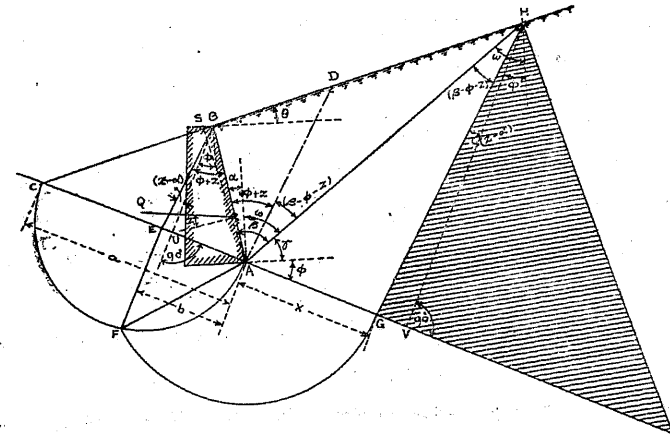


ノ 場 合 ト 反 對 側 = φ ダ ケ ノ 傾 斜 チ ナ ス ベ シ . 又 第 81 節 = 説 明 セ ル ト 同 様 = 擁 壁 ハ ABH ノ 土 = 對 シ テ 下 方 = 摺 動 セ ン ト ス ル 傾 向 ア ル ナ 以 テ 摩 擦 抵 抗 ハ 上 方 = 向 ツ テ 働 キ 土 楔 ノ 方 ヨ リ 云 ヘ バ Q ハ 壁 背 ノ 垂 直 線 ノ 下 側 即 チ 自 動 的 ノ 場 合 ト 反 對 側 = z 角 チ ナ ス ベ ク 擁 壁 ノ 方 ヨ リ 云 ヘ バ 第 275 圖 ノ 如 ク ナ ル ベ シ .

最 大 受 働 的 土 壓 力 ナ 現 ハ ス 場 合 = 於 ケ ル 破 壞 面 AH ノ 位 置 = 關 ス ル 證 明 ハ 第 79 節 = 於 テ 説 明 セ ル 處 ト 異 ナ ラ ザ レ ド モ 念 ノ 爲 メ 茲 = 之 チ 述 ベ ン ト ス .

第 275 圖 = 示 セ ル 如 ク 土 楔 ABH ノ 重 量 W チ 分 力 ON 及 ビ MN = 分 ツ ト セ バ MN ハ R = 並 行 ナ ル ベ キ ナ 以 テ △OMN = 於 テ 正 弦 比 例 = ヨ リ

第 276 圖



$$\frac{ON}{OM} = \frac{Q}{W} = \frac{\sin \angle OMN}{\sin \angle ONM} = \frac{\sin(\gamma + \phi)}{\sin(\beta - \phi - z)} \dots (a)$$

然 ル = $W = \frac{1}{2} \gamma \cdot AS \times BH$ ナ ル ナ 以 テ (第 276 圖 ナ 見 ヲ)

$$Q = \frac{1}{2} \gamma \cdot AS \times BH \frac{\sin(\gamma + \phi)}{\sin(\beta - \phi - z)}$$

△AHG = 於 テ 正 弦 比 例 = ヨ リ

$$\frac{HG}{AG} = \frac{\sin \angle HAG}{\sin \angle AHG} = \frac{\sin(\gamma + \phi)}{\sin(\beta - \phi - z)}$$

$$\therefore Q = \frac{1}{2} \gamma \cdot AS \cdot BH \frac{HG}{AG} \dots (b)$$

△BEC ト △HGC ト ハ 相 似 ナ ル ナ 以 テ

$$BH = BC \frac{EG}{EC}, \quad HG = GC \frac{BE}{EC}$$

(b) 式 = 此 等 ノ 式 ナ 代 入 シ テ

$$Q = \frac{1}{2} \gamma \left(\frac{AS \cdot BC \cdot BE}{EC^2} \right) \frac{EG \cdot GC}{AG} \dots (c)$$

(c) 式 ノ 括 弧 内 ノ 項 ハ AH ノ 位 置 = 無 關 係 ナ ル ナ 以 テ $\frac{EG \cdot GC}{AG}$ ノ 値 ガ 最 大 ナ ル ト キ Q ノ 値 ハ 最 大 ナ リ . 今 AG = x, AC = a, AE = b ト ス レ バ

$$\frac{EG \cdot GC}{AG} = \frac{(x+b)(a+x)}{x} = a+b + \frac{ab}{x} + x$$

此ノ式ノ右項ヲ $x =$ 就テ微分シテ之ヲ零ト置ケバ

$$-\frac{ab}{x^2} + 1 = 0, \text{ 即チ } x = \sqrt{ab} \dots\dots\dots (d)$$

是ヲ以テ見レバ AHガ Qヲ最大ナラシムベキ破壊面タルニハ
 $AG = \sqrt{AO \cdot AE}$ 即チ AGガ AC及ビ AEノ比例中項タルヲ要ス。而シテ
 直角三角形 AFCノ一邊 AFハ AC及ビ AEノ比例中項ナルヲ以テ
 第273圖ニ示セル作圖ニヨリテ所要ノ破壊面ヲ表ハス直線 AH
 ガ得ルラベキナリ。

△ABHト△AHGトガ等面積ヲ有スルコトモ第79節[A]第一法ニ於ケル
 ト同様ニシテ證明セラルベシ。

第二法乃至第五法ニ對スル證明ハ特ニ之ヲ述ブル必要ナク
 圖上ニ於テ明ラカナリ。

次ニ(c)式ニ於テ $x = \sqrt{ab}$ ト置ケバ

$$\frac{EG \cdot GC}{AG} = \frac{(\sqrt{ab}+b)(a+\sqrt{ab})}{\sqrt{ab}} = \frac{(a+\sqrt{ab})^2}{a}$$

$$\therefore Q = \frac{1}{2} w \left(\frac{AS \cdot BC \cdot BE}{EC^2} \right) \frac{(a+\sqrt{ab})^2}{a} \dots\dots\dots (e)$$

第276圖ニ於ケル如クB及ビHヨリACニ垂直ニBU及ビHVヲ引ク
 トキハ△ABCニ於テ

$$AS \cdot BC = AC \cdot BU = AC \cdot BE \cos EBU$$

$$\therefore Q = \frac{1}{2} w \cdot \cos EBU \left(\frac{BE}{EG} \right)^2 (a+\sqrt{ab})^2 \dots\dots\dots (f)$$

然ルニ $\frac{BE}{EC} = \frac{HG}{GC}$ $a+\sqrt{ab} = a+x = GC$ ナルヲ以テ)

$$Q = \frac{1}{2} w \cdot \cos(z-\alpha) \overline{HG}^2 = \frac{1}{2} w \cdot HG \cdot HG \cdot \cos(z-\alpha)$$

$$= w \times \frac{1}{2} HG \cdot HV = w \times \triangle GHH'$$

即チ Qハ△GHH'ノ面積ニwヲ乗ジタルモノニ等シ。
 若シ壁背ガ後方ニ傾キ α ガ $-\alpha$ トナレバ

$$Q = \frac{1}{2} w \cdot \cos(z+\alpha) \overline{HG}^2$$

又第276圖ニ於テ $EC = a-b$ ナルヲ以テ(f)式ハ次ノ如クナル

$$Q = \frac{1}{2} w \cdot \cos EBU \cdot (BE)^2 \left(\frac{a+\sqrt{ab}}{a-b} \right)^2$$

然ルニ $\frac{a+\sqrt{ab}}{ab} = \frac{1}{1-\sqrt{\frac{b}{a}}} = \frac{1}{1-\sqrt{\frac{AE}{EC}}}$ ナルヲ以テ

$$Q = \frac{1}{2} w \cdot \cos(z-\alpha) (BE)^2 \left(\frac{1}{1-\sqrt{\frac{AE}{AC}}} \right)^2 \dots\dots\dots (g)$$

△AEB及ビ△ABCニ於テ正弦比例ニヨリ夫々

$$\frac{AE}{AB} = \frac{\sin ABE}{\sin AEB} = \frac{\sin(\phi+z)}{\sin\left\{\frac{\pi}{2}-(z-\alpha)\right\}} = \frac{\sin(\phi+z)}{\cos(z-\alpha)}$$

$$\frac{AB}{AC} = \frac{\sin AOB}{\sin ABC} = \frac{\sin(\theta+\phi)}{\sin\left\{\frac{\pi}{2}-(\theta-\alpha)\right\}} = \frac{\sin(\theta+\phi)}{\cos(\theta-\alpha)}$$

故ニ $\sqrt{\frac{AE}{AC}} = n$ トスレバ、

$$n = \sqrt{\frac{AE}{AB} \cdot \frac{AB}{AC}} = \sqrt{\frac{\sin(\phi+z) \cdot \sin(\theta+\phi)}{\cos(z-\alpha) \cdot \cos(\theta-\alpha)}} \dots\dots\dots (h)$$

尙△AEBニ於テ

$$\frac{BE}{AB} = \frac{\sin BAE}{\sin AEB} = \frac{\sin\left\{\frac{\pi}{2}-(\phi+\alpha)\right\}}{\sin\left\{\frac{\pi}{2}-(z-\alpha)\right\}} = \frac{\cos(\phi+\alpha)}{\cos(z-\alpha)}$$

然ルニ $AB = \frac{h}{\cos \alpha}$ ナルニ

$$BE = \frac{h}{\cos \alpha} \frac{\cos(\phi+\alpha)}{\cos(z-\alpha)} \dots\dots\dots (i)$$

(g)式ニ(h),(i)兩式ノ値ヲ代入スレバ

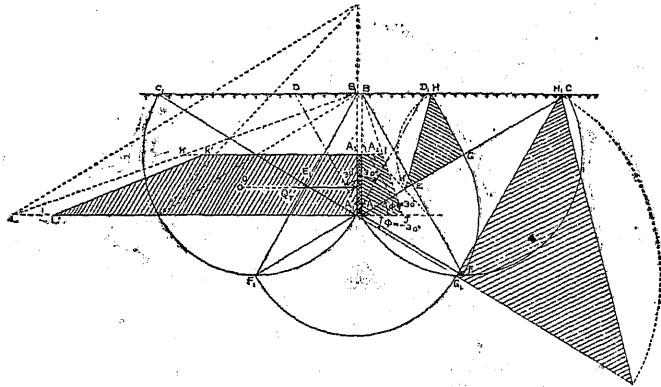
$$Q = \frac{1}{2} w \cdot h^2 \left\{ \frac{\cos(\phi+\alpha)}{(1-n)\cos \alpha} \right\}^2 \frac{1}{\cos(z-\alpha)}$$

即チ前ニ掲ゲタル(59)式ヲ得。

例題 第75節例題2ニ於ケルト同様ナル場合ニ於テ第277圖

示セル埋飯 AA_1A_2 = 作用スル受働的土壓力ヲ求ム。但シ $z=0$ トス。

第 277 圖



第 255 圖及ビ 269 圖 = 示セル方法 = 依リテ AA_2 上 = 作用スル自働的土壓力ヲ求ムレバ AA_1IJ ノ如キ土壓力表圖ヲ得。次ニ第 276 圖及ビ第 269 圖 = 示セル方法 = 依リテ A_1A_2 = 作用スル受働的土壓力ヲ求ムレバ A_1A_2LK ノ如キ土壓力表圖ヲ得ベシ。 A_2I 及ビ A_1J = 等シク KK' 及ビ LL' ヲ取リ $K'L'$ ヲ連ヌルトキハ埋飯ノ前後ニ於ケル土壓力ノ差 = 相當スル土壓力表圖 $A_1A_2L'K'$ ヲ得ベシ。結局埋飯ノ受クベキ土壓力ハ

$$Q_r = \frac{A_2K' + A_1L'}{2} \times A_1A_2 \times w = \frac{5.45 + 10.70}{2} \times 2 \times 100 = 1,615 \text{ 呎}$$

而シテ働點ハ圖上ニテ度ルニ地表ヨリ凡ソ 3.1 呎ノ所ニアリ。之ヲ第 75 節例題 2 = 於ケル結果ト比較スルニ僅ニ 15 呎ノ差アリ。

尙(59)式ニ依リテ計算スレバ $n = \frac{1}{2}$ トナルヲ以テ

$$Q = \frac{1}{2} \times 100 \times (4^2 - 2^2) \times \left(\frac{0.866}{1 - \frac{1}{2}}\right)^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 12 \times 3 = 1,800 \text{ 呎}$$

而シテ右方ヨリ働ク土壓力ハ

$$P = \frac{1}{2} \times 100 \times (4^2 - 2^2) \times \frac{1}{3} = 200 \text{ 呎}$$

$$\therefore Q_r = Q - P = 1,800 - 200 = 1,600 \text{ 呎}$$

第四章 凝集カヲ有スル土 (Coherent Earth)

84. 緒説 第一章ニ於テ述ベタルガ如ク凡ソ土ガ平衡状態ヲ維持スルハ其ノ重量、其ノ分子間ノ摩擦抵抗及ビ凝集力ニ依ルモノナルガ就中凝集力ハ土ノ種類ニヨリテ非常ナル差異アルノミナラズ同種ノ土ニ於テモ主トシテ含有水分ノ量ト固結ノ程度トニ因リテ其ノ値ニ變化ヲ生ジ從ツテ土ノ安定上ニ大ナル影響ヲ與フルモノナリ。例ヘバ新ラシキ築堤ニ於テハ土ノ掘起シノ爲メ殆ド凝集力ヲ失ヒ之ヲ信頼スル能ハザルモ新ラシキ切取ニ於テ適當ノ水分ヲ含メル場合ニハ著シク凝集力ノ存在ヲ認ムルガ如シ。普通ノ土ニ於テ盛土ノ法勾配ハ一割五分 (1.5:1) トシ切取面ノ勾配ハ一割 (1:1) トスルモ此ノ理由ニ依ル。又擁壁ニ於テモ第 278 圖 (a) ノ如クニ背後ニ盛土ヲナス場合ニハ凝集力ヲ無視シテ設計スルヲ通例トスルモ (b) 圖ニ於ケル如ク背後ニ地山ガ接近セル場合ニハ凝集力ヲ考量スレバ (a) 圖ノ場合ヨリモ土壓ハ小ナルベキコト論ヲ俟タズ。

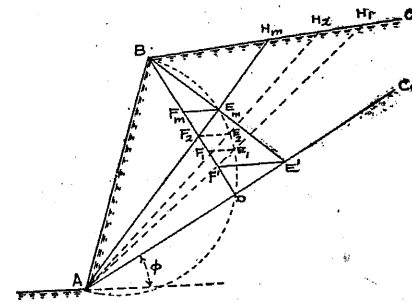
ベキヲ以テ m ヨリ mn ト ϕ 角ヲナス様 mo ヲ引ケバ no ハ摩擦力 F ヲ表ハシ nl ヨリ no ヲ減ジタルモノ即チ ol ハ凝集力ヲ表ハスベキナリ。然レバ W ヲ度リタルト同ジ力尺度ニテ ol ヲ度レバ AH 面ニ於ケル凝集力 C ヲ得ベシ。

第279圖(a)ニ於テ B ヨリ AH 及ビ AC ニ垂直ニ夫々 BE, BD ヲ引キ E ヨリ水平線 EF ヲ引キ BD ト F ニ會セシムベシ然ルトキハ互ニ垂直ナル二双ノ直線間ノ角ハ相等シキヲ以テ $\angle mlo = \angle BEF, \angle lmn = \angle HAZ$, 又 $\angle HAD = \angle EBF$, 故ニ $\angle lmn - \phi = \angle lmo = \angle HAZ - \phi = \angle HAD$, 從ツテ $\angle lmo = \angle EBF$. 故ニ (b) 圖ニ於ケル $\triangle mlo$ 及ビ (a) 圖ニ於ケル $\triangle BEF$ ハ相等シキ二角ヲ有スルヲ以テ相似ナリ。此ノ場合ニ於テ $W = \frac{1}{2}w \cdot AH \cdot BE$ ナルヲ以テ BE ニテ W ヲ表ハセバ W ハ縮尺 $\frac{1}{\frac{1}{2}w \cdot AH}$ ニテ表ハサルルコトトナル。サレバ EF ヲ同一縮尺ニテ計リタルモノガ凝集力ノ大サ C ヲ表ハスベシ。即チ凝集力ノ値ハ $\frac{1}{2}w \cdot AH \cdot EF$ ナリ。假定ニヨリ凝集力ノ配布ハ均等ナルベキヲ以テ凝集力係數 c ハ $\frac{1}{2}w \cdot EF$, 從ツテ $k = \frac{c}{w} = \frac{1}{2}EF$ トナル。是レ即チ方ニ摺動セントスル土楔 ABH ノ平衡ヲ保ツニ必要ナル k ノ値ナリ。然ルニ破壊面以外ノ面ニ沿ウテハ未ダ摺動ガ起ラントスル傾向ナキヲ以テ凝集力度ハ

其ノ最大値ヲ現ハサザルベシ。即チ AH ノ位置變ズレバ凝集力度モ之ト共ニ變ズベシ。例ヘバ第280圖ノ AH_1 及ビ AH_2 面ニ於テ發現セラルベキ凝集力度ハ夫々 $\frac{1}{2}E_1F_1, \frac{1}{2}E_2F_2$ ニ比例スルガ如シ。故ニ破壊面ヲ求ムルニハ凝集力度ガ最大即チ EF ノ長サガ最大ナルベキ面ヲ見出サザルベカラズ。

今第280圖ニ於テ $\angle BE_1A, \angle BE_2A$ 等ハ常ニ直角ナルヲ以テ E 點ノ軌跡ハ AB ヲ直徑トセル半圓ニシテ

第280圖



必ラズ D ヲ通ズベシ。又 BD ハ定直線ナルヲ以テ E 點ガ弧 BD ノ中央ニアル場合ニ EF ハ最大トナルベシ。之ヲ E_mF_m トスレバ相等シキ弧ニ對ス

ル圓周上ノ角ハ相等シキヲ以テ $\angle BAE_m = \angle E_mAD$ トナリ AH_m ハ斜面 AB ト土ノ天然傾斜面 AC トノ間ノ角ヲ二等分スルコトトナル。 BE_m ヲ延長シテ AC ト E' ニ會セシメ, E' ヲ通ジテ水平線 $E'F'$ ヲ引キ BD ト F' ニ會セシムルトキハ $BE_m = \frac{1}{2}BE'$ ナルヲ以テ $E_mF_m = \frac{1}{2}E'F'$. 故ニ k ノ値ハ次ノ如シ。

$$k = \frac{1}{2} E_m E_m = \frac{1}{4} E' F' \dots \dots \dots (60)$$

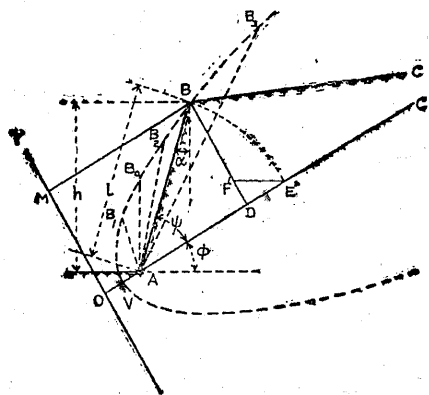
然ルニ DE' = E'F' cosφ ナルガ故ニ

$$k = \frac{DE'}{4 \cos \phi} \dots \dots \dots (61)$$

即チ AH_m ガ求ムル所ノ破壊面ナリ。

86. 安定傾斜 本節ニ於テハ或ル高サニ對シテ
 勾配ヲ如何ニスレバ其ノ斜面ガ丁度平衡ヲ保ツベ
 キカヲ考究セントス。先ヅ圖式的ニ其ノ關係ヲ述
 ベン。第 281 圖ニ於テ凝集力ニ依リテ丁度崩壊ヲ
 免ガレ得ル程度ノ斜面ヲ AB トシ AC ヲ土ノ天然傾
 斜線トスレバ B ヨリ AC ニ垂直線 BD ヲ引キ AE' ヲ

第 281 圖



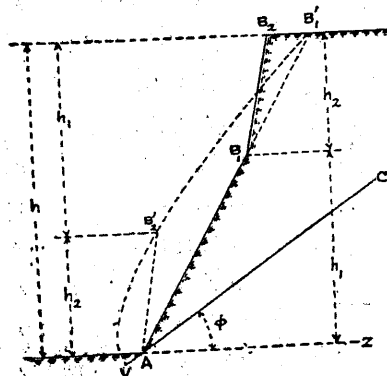
AB ニ等シクシ
 水平線 E'F' ヲ引
 キ F' ニ於テ BD
 ト會セシムルト
 キハ前節ニヨリ
 テ DE' = 4k cosφ。
 而シテ此ノ値ハ
 φ ト k トガ不變
 ナラバーツノ常

數ナリ。今 CA ノ延長線上ニ於テ AO = DE' トシ O ヲ
 通ジテ OC = 垂直 = OY ヲ引キ OM = BD トスレバ

MB = OD = E'A = AB トナル。而シテ DE' ガ常數ナル
 ヲ以テ OY モ一定直線トナリ B 點ハ OY 並ニ定點 A
 ヨリ等距離ニアリ。今φ及ビkノ値ヲ不變トスレ
 バ B 點ト同ジ條件ヲ満足スベキ B₁, B₂, B₃ 等ト A トヲ
 連ネタル直線 AB₁, AB₂, AB₃ 等モ丁度平衡ヲ保ツベキ
 斜面ヲ表ハスコトナルベシ。而シテ B 點ノ軌跡
 ハ OY ヲ準線, OC ヲ軸, A ヲ焦點, AO ノ中央點 V ヲ頂
 點トセル拋物線ニシテ圖上ニ於テ破線ヲ以テ表セ
 ルモノ是レナリ。此ノ拋物線ヲ凝集力拋物線 (Pa-
 rabola of Cohesion) ト謂フ。

若シ A 點ニ鉛直線 AB₀ ヲ引キ B₀ ニ於テ拋物線ニ
 會セシムルトキハ AB₀ ダケノ高サナレバ其ノ面ヲ
 鉛直トスルモ崩壊ノ恐ナク AB₀ 以下ノ高サナレバ
 B ガ A ヨリ外方ニ突出シ逆勾配トナルモ平衡ヲ保

第 282 圖



ツコト明ラカナリ。
 又崖ノ高サガ増スニ
 從ヒ其ノ勾配ヲ如何
 ニスベキカハ圖上ヨ
 リ之ヲ知ルヲ得ベシ。
 數段ニ分チテ土工
 ヲナスニハ凝集力拋
 物線ニヨリテ各區分

ノ高サニ相應スル勾配ヲ求ムルヲ得. 第282圖ハ二段分割ノ例ナルガ精確ニ云ヘバ B_1 點ニ於テ犬走ヲ設ケ $B_1B'_1$ ト B_1B_2 トノ交叉ニヨリテ作ラル、上下ノ二面積ガ等シクナル様ニスペキモノトス.

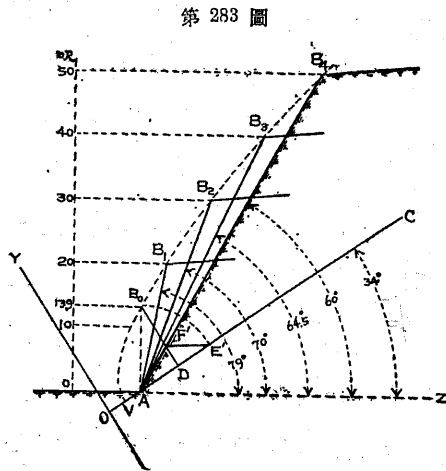
各ノ高サニ於ケル安定ノ程度ガ何處モ均等ナルベキ勾配線ハ曲線ニシテ其ノ曲度ハ下部程緩ナルベキハ上叙ノ所論ヨリ明ラカナリ. 此ノ曲線ヲ均等安定曲線ト謂フ. 第282圖ニ於テ區分數ヲ非常ニ多クスレバ其ノ大體ノ形ヲ得ベシ.

例題1. 息角 $\phi=34^\circ$, $k=1.85$ ナル土アリ. 深サ40呎ニ切取チナサントスルニハ切取面ノ傾斜角ヲ如何ニスペキカ.

(61)式ニ依ツテ

$$DE' = 4k \cdot \cos\phi = 4 \times 1.85 \times 0.829 = 6.06 \text{ 呎}$$

第283圖ニ於ケル如ク水平線AZト 34° ノ角ヲナシテ直線OCヲ



引キ其ノ會點ヲAトシ適當ノ線尺度ニテOAヲ6.06呎ニ等シク取リOCニ垂直ニOYヲ引キOYヲ準線トシ、Aヲ焦點トシテ拋物線 VB_1B_4 ヲ畫ガクベシ. 次ニ鉛直線上ニ線尺度ニテ40呎ダケノ長サヲ取リ此ノ點ヲ通ジテ水平線ヲ引キ之ト拋物線トノ

交點ヲ B_1 トスレバ AB_1 ガ即チ求ムル傾斜線ニシテ之ガAZトナス角 64.5° ガ求ムル角ナリ.

例題2. 高サ13.9呎マデハ鉛直ニ切取り得ル土地ニ於テ20, 30, 40及ビ50呎ノ高サニ切取チナサントス. 其ノ傾斜角ハ各幾何ニナスベキカ. 但シ $\phi=34^\circ$ トス. 尙此ノ場合ニ於ケル k ノ値ヲ求メヨ.

第283圖ニ於ケル如ク適當ノ線尺度ニテ鉛直線上ニ13.9呎ヲ度リテ AB_0 ヲ定メ水平線ト 34° ノ角ヲナシテ引キタルAC線ニ垂直ニ B_0D ヲ引キ AB_0 ニ等シク AE' ヲ取リCAノ延長線上ニ DE' ニ等シクAOヲ取り例題1ニ於ケルト同様ニ拋物線ヲ畫ガクベシ. 次ニ20, 30, 40, 50呎ノ高サヲ表ハセル點ヨリ水平線ヲ引キ之ト拋物線トノ交點ヲ夫々 B_1, B_2, B_3, B_4 トスレバ AB_1, AB_2, AB_3 及ビ AB_4 ハ求ムル傾斜線ニシテ其ノ傾斜角ハ夫々 $79^\circ, 70^\circ, 64.5^\circ$ 及ビ 60° ナリ.

尙 E' ヨリAZニ並行ニ $E'F'$ ヲ引キ B_0D ト F' ニ會セシムレバ(60)式ニ依リテ $k = E'F' + 4 = 7.4 + 4 = 1.85$

注意 凝集力係數ニ對スル安全率ハ普通2或ハ3トス. 故ニ安全凝集力ニ對スル拋物線ニ於テハ焦點ト準線トノ間ノ距離ハ實際ノ値ノ $\frac{1}{2}$ 或ハ $\frac{1}{3}$ トナルベシ. 例ヘハ第283圖ノ拋物線ニ於テ安全率ヲ2トスレバ焦點距離AOハ其ノ $\frac{1}{2}$ トナル.

凝集力拋物線ヨリ平衡ヲ保ツニ要スル高サト勾配トノ關係式ヲ求ムルヲ得ベシ.

第281圖ニ於テ $AB = AE' = AD + DE'$. 然ルニ(61)式ニ依リテ $DE' = 4k \cos\phi$; $AD = AB \cos\psi = l \cos\psi$.

$$\text{故ニ } l = l \cos\psi + 4k \cos\phi$$

$$\therefore l = \frac{4k \cdot \cos\phi}{1 - \cos\psi} = \frac{2k \cdot \cos\phi}{\sin^2 \frac{\psi}{2}}$$

然ル $h = l \cos \alpha = l \cos \{90^\circ - (\psi + \phi)\} = l \sin(\psi + \phi)$

$$\therefore h = \frac{2k \sin(\psi + \phi) \cdot \cos \phi}{\sin^2 \frac{\psi}{2}} \dots \dots \dots (62)$$

是レ高サト勾配トノ關係ヲ表ハス式ナリ鉛直面ガ安定ヲ保チ得ベキ高サ h_1 ヲ求ムレバ此ノ場合ニハ $\psi + \phi = 90^\circ$ ナルヲ以テ

$$h_1 = \frac{2k \cos \phi}{\sin^2 \frac{\psi}{2}} = \frac{2k \sin(90 - \phi)}{\sin^2(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2})}$$
$$= \frac{4k \sin(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}) \cos(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2})}{\sin^2(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2})}$$

$$\therefore h_1 = 4k \cot(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}) = 4k \tan(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}) \dots \dots \dots (63)$$

(62) 及ビ (63) 式ヨリ h ト h_1 トノ關係ヲ求ムレバ次ノ如シ。

$$h = \frac{h_1}{2} \frac{\sin(\psi + \phi) \cos \phi}{\tan(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}) \sin^2 \frac{\psi}{2}} \dots \dots \dots (64)$$

例題 1. $k=1.85, \phi=34^\circ$ ナル土アリ。 $64^\circ-40'$ ノ傾斜角ヲ有セシムル様切取ヲナサントスレバ最大深サ幾呎トナシ得ベキカ。

(62) 式ニ依ツテ

$$h = 2 \times k \times \frac{\sin 60^\circ - 40' \times \cos 34^\circ}{\sin^2 15^\circ - 20'}$$
$$= \frac{2 \times 1.85 \times 0.9033 \times 0.829}{0.0699} = 39.65 \text{ 呎}$$

例題 2. $k=1.2, \phi=30^\circ$ ナル土ヲ深サ 50 呎ニ切取ラントス。若シ

安全率ヲ 2 トスレバ法尻ノ傾斜角如何。

(62) 式ヨリ

$$50 = 2 \times \frac{1.2}{2} \times \frac{\sin(\psi + 30^\circ) \times 0.866}{\sin^2 \frac{\psi}{2}}, \quad 48.113 = \frac{\sin(\psi + 30^\circ)}{\sin^2 \frac{\psi}{2}}$$

數回ノ試算ニ依リ $\psi = 13^\circ - 46'$

例題 3. $\phi=34^\circ, k=1.85$ ナル土ニ於テ (a) 切取面ヲ鉛直ナラシメ得ル高サ h_1 如何。 (b) 此種ノ土ニ於テ法尻ノ傾斜角ヲ 70° ナラシムレバ幾何ノ高サマデ切取りヲナシ得ルカ。

(a) (63) 式ニ依リテ

$$h_1 = 4 \times k \times \tan(45^\circ + 17^\circ)$$
$$= 4 \times 1.85 \times 1.88 = 13.9 \text{ 呎}$$

(b) 此種ノ土ニ於テハ鉛直ニ切取り得ル高サハ 13.9 呎ナルヲ以テ (64) 式ニ依リテ

$$h = \frac{h_1}{2} \times \frac{\sin 70^\circ \times \cos 34^\circ}{\tan 62^\circ \times \sin^2 18^\circ}$$
$$= \frac{13.9 \times 0.9397 \times 0.829}{2 \times 1.88 \times 0.0955} = 30.15 \text{ 呎}$$

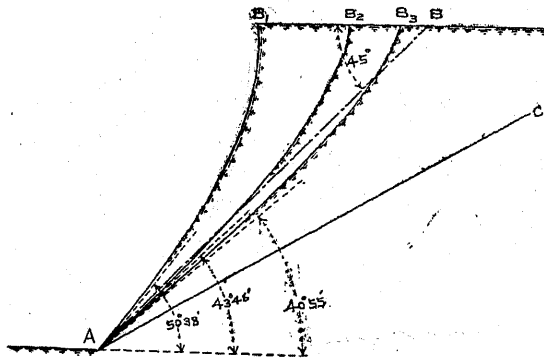
87. 切取及ビ盛土ノ法ノ決定 岩石、軟土又ハ砂

類等ハ之ヲ別トシテ普通ノ土ニ於テハ一般ニ切取面ノ法ヲ一割 (1:1)、盛土面ノ法ヲ一割五分 (1.5:1) トスルコト最モ多シ。是レ普通ノ場合ニ於ケル土工ニテハ是迄述ベタル如ク各種ノ土ノ性質ヲ委シク調査シテ一々相當ノ法ヲ定ムルハ極メテ煩ハシキガ故ナリ。然レドモ切取又ハ築堤ノ高サが大ナルトキ漫然此ノ規定ヲ適用センカ危険ト不經濟トガ相伴フモノナルコトヲ忘ルベカラズ。運河ノ工事

等ニ於テハ數百呎ノ深サノ切取ヲ要スルコトアリ。鐵道工事ニ於テモ築堤ノ高サ百呎以上ニ及ブモノ稀有トセズ。此ノ如キ場合ニ上述ノ所論ニ基ツキテ適當ナル法ヲ選定スレバ建築費ニ節約ヲナシ得ルノミナラズ保存費ヲモ節シ得ベキナリ。

第284圖ハ前節例題2ノ第二種ノ土(即チ普通土)ノ均等安定傾斜ヲ表ハシタルモノニシテ AB_1 ハ極限ノ平衡状態ニ於ケル均等安定曲線、 AB_2 及ビ AB_3 ハ安全率ヲ夫々2及ビ3トシタル場合ノ均等安定曲線又 AB ハ1:1ノ法ナリトス。若シ安全率ヲ3トスル必要アル場合ヲ考フレバ切取ノ量ハ AB ノ場

第284圖



合ト AB_3 ノ場合ト大差ナキモ法尻ノ角ハ前者ニ於テ大ナルヲ以テ一割ノ法面トスレバ後來法尻ノ崩壊アルヤノ恐アリ。從ツテ AB_3 ガ AB ニ勝ルコト勿

論ナリ。若シ安全率ヲ2トシ AB_2 ヲ法面トスレバ AB ヨリ遙カニ切取ノ量少ナク高サ數百呎トナリ延長數哩ニ亘ルガ如キ場合ニハ經濟上大ナル差異ヲ生ズルコト明ラカナリ。

普通ノ切取ニ於テ法ヲ一割トスレバ法尻ノ角ハ 45° ニシテ普通ノ土ノ息角ハ之ヨリ小ナルモノ多キヲ以テ法面ノ安定ハ無論凝集力ニヨリテ維持セラレベキモノナルガ同ジ切取面ニ於テモ其ノ箇所ニ依リ土質異ナリ從ツテ凝集力亦異ルヲ以テ有効凝集力トシテハ其ノ最小ノモノヲ取リテ考フルノ必要アリ。尙築堤ハ勿論切取ニ於テモ雨ノ作用ニヨリテ大ナル影響ヲ受クルガ故ニ地方ニヨリテ安全率ヲ變更セザルベカラズ。普通溫帶地方ニ於テハ安全率ヲ2トシ大雨アル熱帶地方ニ於テハ3トスルコト多シ。

若シ盛土ヲナシタル際充分之ヲ搗固ムルトキハ凝集力ハ大ニ考量ニ値スルヲ以テ此ノ場合ニハ或程度マデ均等安定傾斜ノコトヲ考フルモ可ナリ。

88. 擁壁ニ作用スル土壓力 第285圖ニ於テ AB ヲ擁壁ノ背面、 BC ヲ地表面、 AC ヲ天然傾斜面、 AH ヲ破壞面トスレバ $\triangle H'HG$ ハ凝集力ヲ有セザル土ノ土壓力三角形ナリ(第三章第80節參照)。若シ土ガ凝

上式ニ於テ w, μ 及 ϕ ハ是レマデ使用セルモノト同一ニシテ e ハ自然對數ノ基數ナリ. 隧道ノ全長 l = 就テ考フルトキハ $S=2l$, 隧道ノ一部分 l' ダケノ長サヲ掘鑿セル場合ニハ $S=2l'+b$ ナリトス. m ノ値ハ實驗ニヨツテ定ムベキモノナレドモ未ダ此ノ種ノ實驗ノ結果ナシ. 地表面水平ナル場合ニハらんきん氏土壓論ニヨリ大略其ノ値ヲ推定スルヲ得ベシ. 即チ

$$m = \frac{H}{V} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\phi}{2} \right)$$

然ルニらんきん氏土壓論ハ凝集力ナク且地表面無限ナル場合ニ適用セラル、モノナルヲ以テ上式ガ與フル m ノ値ハ實際ノ値ト異ナルヲ免レザルベシ.

證明 第287圖ニ示セル如ク深サ y ニ於テ細微厚サ dy ノ土層ガ將ニ沈下セントシ辛ウジテ其ノ位置ヲ保テル場合ヲ考フルニ此ノ土層ニ作用スル外力ハ下壓力 $V'A$ 及ビ土層ノ重量 $wA \cdot dy$, 土壓力トシテハ土層ノ下面ニ作用スル上壓力 $(V'+dV')A$, 土層ノ周圍ノ側壓力 $H'S \cdot dy$ ヨリ生ズル摩擦抵抗 $H'S \cdot \mu \cdot dy$ 及ビ凝集力 $cS \cdot dy$ ナリ. 然レバ平衡條件トシテ次ノ式ヲ得ベシ.

$$(V'+dV')A - V'A - wA \cdot dy + (H'S \cdot \mu + S \cdot c)dy = 0$$

H' ト V' トノ比ガ深サ h ヲ通ジテ不變ナリト假定スレバ $H' = mV'$ ナルヲ以テ上式ハ次ノ如クナル.

$$dV'A - (wA - S \cdot c - m \cdot V' \cdot S \cdot \mu)dy = 0$$

$$\frac{-m \cdot \mu \cdot S \cdot dV'}{wA - S \cdot c - m \cdot \mu \cdot S \cdot V'} = -\frac{m \cdot \mu \cdot S}{A} dy$$

此ノ式ヲ積分スレバ

$$\log_e (wA - S \cdot c - m \cdot \mu \cdot S \cdot V') = -\frac{m \cdot \mu \cdot S}{A} y + (\text{積分常數})$$

$y=0$ ナラバ $V'=0$ ナルヲ以テ積分常數ハ $\log_e (wA - S \cdot c)$ トナル.

$$\therefore \log_e \frac{wA - S \cdot c - m \cdot \mu \cdot S \cdot V'}{wA - S \cdot c} = -\frac{m \cdot \mu \cdot S}{A} y$$

$y=h$ ト置ケバ

$$\frac{wA - S \cdot c - m \cdot \mu \cdot S \cdot V}{wA - S \cdot c} = e^{-\frac{m \cdot \mu \cdot S}{A} h}$$

$$\therefore V = \frac{1}{m \cdot \mu} \left(\frac{wA}{S} - c \right) \left(1 - e^{-\frac{m \cdot \mu \cdot S}{A} h} \right)$$

(第九篇終)