

ハ鐵線ヲ置キ柴格ノ上ニ柴格ノ連柴ノ一ノ方向ニ沿ツテ長粗朶ヲ一面ニ敷列シ之ト直角ニ又一層長粗朶ヲ列ベ次デ第一層ノ如ク長粗朶ヲ列ベタル後先ニ打チ置キタル杭木ヲ抜キ取リ此穴ニ準據シテ下段ノ柴格ト同様ニ連束柴ニテ柴格ヲ造リ下段柴格ヨリ延ビ來レル先ノ繩又ハ鐵線ニテ上下ノ柴格ヲ緊縛ス次デ一尺五寸間ニ柴格連柴上ニ杭ヲ打チ根入リヲ充分ニシ長サ一尺五寸ハ柴格面上ニ其頭部ヲ出シ此部ニ帶梢ニテ柵ヲ編付ケ此ノ如クニシテ柴床竣成ス此柴床ヲ沈下セントスル場處迄船ニテ運搬シ柵ノ内ニ素石ヲ捨テ之ヲ沈降ス之ヲ沈床ト云フ之ヲ數層階段狀ニ重疊シ或ハ之等ヲ杭ニテ貫通シテ基礎トナスコトアリ此種ノ基礎ハ軟弱ナル地質ノ場合ニ應用セララルト雖ドモ大ナル沈下ヲナスモノナルガ故ニ重大ナル工作物ノ基礎トナスヲ得ザルモノナリ(第百十一圖參照)

第六章 擁壁工 (Retaining wall)

既ニ第四章ニ於テ土ノ性質トシテ説明セルガ如ク土ヲ掘リ下ゲ又ハ築キ立

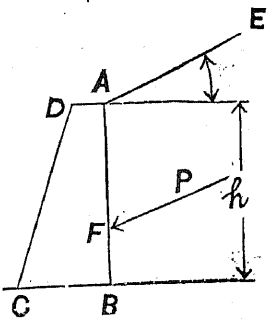
テタル斜面ガ其土ノ安息角ヨリ急ナル時ハ崩壊ヲ續ケ遂ニ安息角ニ至テ平衡ノ位置ニ止ルモノナリ此ノ如キ崩壊スル傾向ハ常ニ存在スルガ故ニ安息角ヨリ急ナル或壁面ニヨツテ此作用ニ抗セシメントセバ此面ニ對シ常ニ壓力ヲ及ボスヲ見ル此壓力ヲ土壓ト稱シ此土ノ崩壊ヲ支持スル壁ヲ擁壁ト云フ故ニ擁壁ハ常ニ其背部ニ土壓ヲ負ヒ之ニヨツテ壓シ出サレ又ハ壓シ倒サレントスル傾向ヲ有スルモノナリ今擁壁ヲ論ズルニ先チ土壓ニ付テ略述セ

土 壓 (Earth pressure)

土壓ノ理論タル古來幾多ノ學者ノ研究ニヨリテ種々ノ異リタル說アリ就中現今ノ學者ニ依テ最モ信據スベキ所ノモノト見做サル、ハランキン氏ノ土壓定理トナス此定理々論ハ今之ヲ省略シ其結果ノミヲ記シ之ヲ應用スルニ便セントス

第百十二圖ニ於テ一般ニ地平線ト或角度 α 丈ケ傾ケル土ノ斜面 AE ヲ想像

第 百 二 十 圖



シ $ABCD$ ヲ擁壁ノ断面圖トス AB ハ垂直ノ面ナリトスルトキニハ此面ニ働ク土壓ハ深サ増加スルニ從テ増加スルモノニシテ今總代力ヲ P ニテ表ハス時ニハ

$$P = \frac{bh^2 \cos \alpha}{2} \frac{\cos \alpha - 1}{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}$$

方呎ノ重量ヲ封度ニテ表ハシ b ハ壁ノ紙面ニ直角ナル長サヲ呎ニテ表ハシ h ハ AB ナル高サヲ呎ニテ表ハシ ϕ ハ其土ノ安息角トナス而シテ P ノ働キノ線ハ地面 AE ニ平行ニシテ F 點ナル AB ノ三分ノ二丈 A ヨリ下ニアル點ニ於テ働クモノナリ

例ヘバ今 w ヲ百封度 b ヲ一呎 h ヲ十二呎 α ヲ十度 ϕ ヲ三十度ト假定セバ

$$\cos \alpha = \cos 10^\circ = 0.985 \quad \cos \phi = \cos 30^\circ = 0.866$$

$$P = 100 \times 1 \times \frac{(12)^2}{2} \times 0.985 \times \frac{0.985 - 1}{(0.985)^2 - (0.866)^2}$$

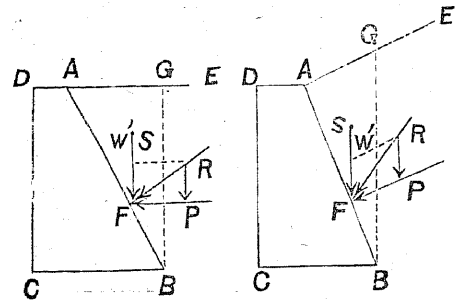
$$= 2514 \text{ 封度}$$

而シテ△Fハ八呎ニシテPハ地平線ト十度ノ傾キヲナス若シαガ零ナル場合即地面ガ水平ナル時壁ノ延長一呎丈ニ付テ考フル時ニハ總代力Pハ次ノ如クナルナリ

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

其働キノ點ハhノ三分ノ二丈ケAヨリ下ニアリテ方向ハ水平ナリ

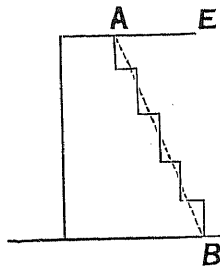
圖三十百第



次ニ壁ノ背部ABノ傾斜セル場合ニハAB面上ノ土ノ重量ハ垂直ニ下方ニ向ツテAB面ヲ壓スベシ之ト同時ニ土ノ横壓ハBヨリ垂直線ヲ引キ地面ヲ切ル點ヲGトセバBGヲhトセル土壓PガAB面上ヲ壓ス其計算法ハ前述ノ場合ニヨリ推知スルヲ得ベシ而シテ此Pト垂直ニ働ク土ノ重量トノ總代力ガ壁面ヲ壓スルモノナリ
 第百十三圖ニ於テSハ三角形ABGノ重心點ニシテW'ハ此部ノ土ノ重量ナリ即チ三角形ABG

ノ面積ニ今考ヘツ、アル壁ノ延長ヲ乘ジ之ニ土ノ單位重量ヲ乘シタル値ナリRハPトW'トノ總代力ニシテ力ノ平行四邊形ノ定理ニヨリ容易ニ見出スヲ得ベシ此Rノ働キノ點FハABノ三分ノ二ヲAヨリAB上ニ測リタル點ニシテ方向ハ平行四邊形ノ對角線ニヨリテ見出スヲ得ルモノナリ

圖四十百第



通常擁壁ハ其背面ニ小段階ヲ造リ底部ヲ廣カラシムルモノナルモ前述ノAB面ノ如キ斜面ト見做シテ計算セラル若シ壁脊部地上ニ荷重ノ積載セラルル時ニハ此重量ハ單ニ垂直力トシテAB面ノ傾ケル時ニ其面ヲ壓スルノミナラズ土ノ横壓力ヲ増加セシムルモノナリ由テ此重量ヲ土層ノ幾許カノ厚サヲ増加セルモノト考テ土壓ヲ計算スルヲ要ス例ヘバ擁壁背部ノAE面上(第百十四圖參照)ニ鐵軌ヲ敷設シ汽車又ハ電車起重機等ノ如キモノ、通過スル場合アリ又群衆ノ集合スルガ如キ場合モ起ラン此ノ如キ場合ニハ之等ノ荷重ヲ均布荷重(Uniformly distributed load)ト假定シテ一平方呎ニx封度トセバxw呎丈土層

ノ増加セルモノトナスヲ得ベシ(Wハ土ノ一立方呎ノ重量ヲ封度ニテ表ハセルモノナリ)
 ノト類似ノ例ハ岸壁、水閘壁、船渠壁、橋臺壁、地下室ノ壁ノ如キモノニ於テ屢々起ル問題ナリトス

擁壁ノ安定 (Stability of retaining wall)

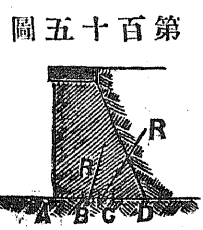
或大サノ定マレル擁壁ヲ與ヘ其壁ガ土壓ヲ受ケテ安全ナルヤ否ヤヲ檢スルノ必要アリ即チ此擁壁ハ土壓ヲ背部ニ負ヒ其荷重ニ耐ヘズシテ壓シ倒サレ又ハ壓シ出サル、コトナケレバ安全ナリト稱スルヲ得ン第一ノ傾向ニ抵抗スベキ力ハ壁ノ重量ニシテ壁ノ重心ヲ通シテ垂直ニ下ニ働クモノナリ第二ノ傾向ニ抵抗スベキ力ハ壁ノ水平層ノ接合面又ハ壁ノ底面ト基礎トノ間ニ働ク摩擦力ニシテ此力ハ壁ノ重量ト物質トニ由テ變スル摩擦係數ニヨリテ異ル又土留木柵或ハ或種ノ積疊工擁壁ノ如ク之ガ頂部及ビ底部ニテ支保セラレ又ハ數個處ニテ支保セラル、アラハ時ニ其中間ニ於テ脹出(Bulging)ス

擁壁破壊ノ種類

安定條件

ルタメニ破壊セラル、コトアリ之土壓ノタメニ起ル力率(Moment)ニ歸因スル現象ニシテ恰モ桁ノ荷ノタメニ起ル撓ミト其理一ナリ之ニ抵抗スベキ傾向ハ構成物質ノ強度及ビ其斷面ノ形狀ノ如何ニ歸スルモノナリ

此ノ如ク三種ノ方面ニ付テ壁ノ安定ヲ檢スルヲ要ス然ルニ積疊工ノ強度ヲ考フルニ於テ普通工ノ各部ハ張力ニ耐フル能ハザルモノト假定セラル、ガ故ニ壁ノ壓シ倒サル、コトナキ條件ハ壁各部ニ張力ヲ生ズルコトナキ條件ノ内ニ合マル、モノナリ其推理ヲ省略シ其結果ノミヲ述ベンニ總代力ノ壁底ヲ切ル點ガ壁底面ニアレバ壓シ倒サル、コトナクシテ壁底幅ヲ三等分セル中央部分(第百十五圖BC)内ニ於テ總代力ガ底ヲ切レバ各部ニ於テ張力ヲ生ズルコトナシ故ニ各部ニ張力ヲ生ズルコトナケレバ轉倒ノ憂ナキモノト信ズルヲ得ルナリ



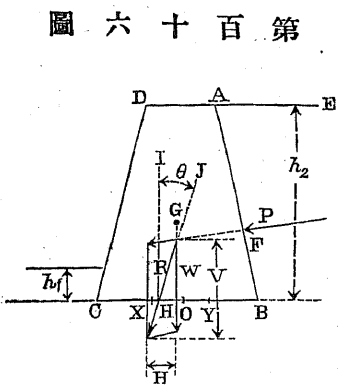
第百十五圖

仍テ安定度ノ第一條件ハ總代力ガ壁底幅三等分點ノ中間若クハ其點上ニテ底ヲ切ルベキコトト云フヲ得第二條件タル全體トシテ壓シ出サル、コトニ

抵抗セントスル力ハ壁ノ重量ニ其二面間ノ摩擦係數ヲ乗ジタル積ニシテ此
 値ガ土壓ノ水平分力ヨリ大ナラバ安全ナルナリ第三ノ條件ヲ満足スルニハ
 材料ノ強固ナルト其厚サノ増大トニ因ルベクシテ多クノ場合ニ此條件ヲ考
 フルガ如キ構造ヲ與ヘズ終リニ間々材料ノ破壊スルガ如キ大ナル壓力ヲ生
 ズルコトアルヤ否ヤヲ驗スルコトアレドモ要スルニ擁壁ノ高サハ堰堤ノ如
 クニ大ナラザル場合多キヲ以テ一般ニ此條件ヲ考ヘズシテ足ルナリ然ルニ
 軟土ヲ基礎トスル擁壁ニ於テハ基礎趾點(Toe of a foundation base)ニ於ケル壓力
 ガ往々ニシテ前面ノ土ノ重量ニヨリ生ズル地耐力ノ最大ナル値ヲ超過スル
 ガ如キ場合ヲ生ズルコトアリ又背部ノ土ノ重量ノタメニ踵點(Heel point)ニ於
 テ起ル上壓力ガ基底ノ踵點ニ生ズル下壓力ヨリモ大ナルガ如キ場合アリ其
 第一ノ場合ニ於テハ趾點ハ地耐力ニ打ち勝チテ地中ニ沈下シ第二ノ場合ニ
 於テハ踵點ハ土ノ上壓力ノタメ壓シ揚ゲラル、コトアリ之ガタメ壁ノ安定
 ヲ失フコトナキヲ保セズ故ニ第四ノ條件トシテ此地耐力及ビ上壓力ノ關係
 ヲ檢スルヲ要スルモノトス

扱テ次ニ檢定ヲ行フ方法ヲ説カン第百十六圖ニ於テA B O Dハ擁壁ノ断面

圖ヲ示スモノトシGハ其重心ニシテWハ今考ヘツ、アル壁ノ延長ニ對スル



第百十六圖

重量トス此圖ノPハ土壓ニシテ先ニBヲ以テ
 表ハセルモノト同一ノモノナリWトPトヲ組
 合セ力ノ平行四邊形ノ定理ニヨリ總代力Rヲ
 得Rハ底B OヲH點ニテ切りタリトス而シテ
 X Yノ二點ハB Oノ三等分點ヲ示スモノトセ
 バHハX Yノ間ニアルヲ以テ轉倒ハ勿論何レ
 ノ部ニ於テモ張力ヲ生ズルコトナシ今RヲV

トHトノ垂直及ビ水平分力ニ分解シテ考ヘンニ壁底ト地面間ノ摩擦係數ヲ
 fトゼバVfナル値ガHヨリ大ナラバ滑動ヲ生ズルコトナシ即チ壓シ出サル
 ルコトナキナリ尙ホ換言スレバ角 θ ノ正切ガイヨリ小ナル間ハ滑動ノ憂ナ
 シ θ ハH點ヨリB Oヘノ法線トRトノナス角度ナリ終リニB及ビOニ於ケ
 ル壓力強度ヲ計算ニテ出シ第四ノ條件ニ付テ檢セントス今B Oヲ表ハスニ

ヲ以テシOナルBOノ中點トH點トノ距離ヲeニテ表ハシ趾點Oニ於ケル壓力強度ヲpトシ踵點Bニ於ケル夫レヲqニテ表ハシC點ヨリ地面迄ノ高サヲh₁トシB點ヨリノ夫レヲh₂トス然ラバp及ビqノ値ハ次式ニヨリ計算スルヲ得(理論省略)

$$p = \frac{V}{l} + \frac{6Ve}{l^2}$$

$$q = \frac{V}{l} - \frac{6Ve}{l^2}$$

然ルニO點ニ於ケル地耐力ヲp'トシB點ニ於ケル上壓力ヲq'トスレバ此ニ値ハ次式ニヨリ算出スルヲ得(理論省略)

$$p' = wh_1 \left(\frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \right)^2$$

$$q' = wh_2 \left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \right)^2$$

式中wハ土ノ單位容積ノ重量φハ土ノ安息角ナリ

然ル時ハ第四條件ヲ満足スルニハpハp'ヨリ小ニqハq'ヨリ大ナルベキヲ要ス故ニ此示力圖ヲ正シク畫キナバ計算及ビ圖上ヨリ安定ヲ檢スルヲ得ベシ茲ニ第三條件ニ付テ論ズル所ナカリシハ此與ヘラレタル擁壁ノ構造ガ之ヲ檢スベキ場合ニ非ザルヲ以テナリ

以上論ゼル所ニヨレバ土壓ニ抵抗スルハ壁ノ重量ニ倚賴スルモノニシテ所

謂重擁壁(Gravity wall)タル場合ヲ説ケルモノナリ此等ノ外材料強度ニヨリテ

抵抗スル木柵、鐵筋混凝土壁等アリ之等ハ最大力率(Maximum bending moment)ヲ計算シ桁ノ強度ヲ論ズルト同様ノ方法ニヨリ安定ヲ檢スルモノナレドモ今茲ニハ其理論ハ省略スルコトトセリ

擁壁ハ其應用頗ル汎キモノニシテ單ニ土留メノミニ用フル頗ル簡單ナル石垣ヨリ大ナルハ海岸ニ設クル岸壁、水閘壁、船渠壁、橋臺、隧道壁等土ニ接スル壁ハ一トシテ此擁壁ノ理論ヲ應用セルモノナラザルハナシ

施 工

擁壁ヲ構成スル材料ハ木材、石材、煉瓦、混凝土、鐵筋混凝土等ニシテ極メテ稀ニ鐵材ヲ應用セルモノアリ石材ニアツテハ各種ノ石積工ヲ使用セラルト雖ドモ重擁壁トシテハ粗石工、角石工、切石工等ヲ用ヒ切石工ノ表積ニ粗石工ノ裏積ヲ用ヒタルモノ多シ煉瓦工ニ於テモ亦全部煉瓦ニテ築造セルモノ及ビ裏積丈ケ素石工ヲ用フルアリ混凝土工ニ於テモ全部混凝土ニテ構成セルモノ

笠石

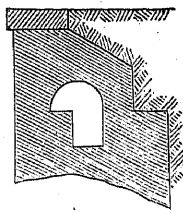
ノ外表面丈ケ石積又ハ煉瓦工ヲ施セルモノ所謂表裝石工 (Facing wall) 等アリ
 積疊工ニ於テハ目地ノ方向ハ前面ヨリ背面ニ向テ傾カシメ其總代力ニ成ル
 ベク直角ナラシムルガ如クナセルアリ或ハ水平目地ヲ有スルモアリ背面ハ
 前述ノ如ク階段狀ニナシ或ハ斜面ニ作成ス之安定度ヲ増サシムルタメ底面
 ヲ廣クセンガタメナリ前面ハ垂直ナルアリ前部ニ傾ケルモノアリ必要ニ應
 ジ適當ナル堅勾配ヲ與フ壁ノ頂面ニハ重大ナル均シ石即チ笠石ヲ用ヒ成ル
 ベク面全部ヲ冠セシムベシ目地用「モルタル」ハ成ルベク「セメントモルタル」ヲ
 用フ可シ時ニ笠石ノ接合ニハ千切り錠等ヲ用フルコトアリ地下室ノ壁ノ如
 キ防水壁トシテ用フベキ擁壁ニアリテハ壁内ニ「アスファルト」ヲ挾ミ用フル
 コトアリ前面ニ良質ノ「セメントモルタル」ヲ塗ルコトアリ凡テ既説ノ防水壁
 ノ如キ工法ヲ應用セラル總テ「モルタル」ノ硬結ヲ續ケ相當ノ強度ヲ得ル迄ハ
 裏込土ヲ搬入スベカラズ又此部ノ築キ立テニハ薄キ層狀ニナシ層々搗キ固
 メ壁ノ近クハ成ルベク滯水セシメザル様背面ニ砂礫岩屑等ヲ埋メ壁面ニハ
 水量ニ應ジ適當ナル水抜孔ヲ設ケ排水ヲ十分ナラシムベシ之排水ニシテ不

防水壁

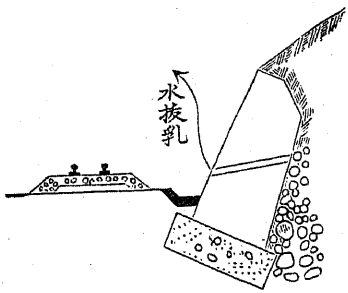
水抜孔

十分ナル時ニハ含水土ハ乾燥土ヨリ安息角小ニシテ隨テ設計以上ノ土壓ヲ
 壁ニ及ボスコトアレバナリ水抜孔ハ面一坪ニ付キ厚サ貳寸幅三四寸ノ大サ
 ヲ與フルヲ普通トス又ハ鐵管或ハ陶管等ヲ應用スルコトアリ背面ニ接シテ
 往々捏粘土工ノ厚サ一尺乃至二尺ノ層ヲ築キ壁ニ滲水スルコトナカラシム
 ルコト貯水池壁ノ如キアリ此場合ニ於テハ粘土壁ノ背面ニ於テ相當ノ排水
 装置ヲ設クベシ(第百十九圖參照)又壁頂背面ハ三四尺ノ間急ナル堅勾配ヲ與

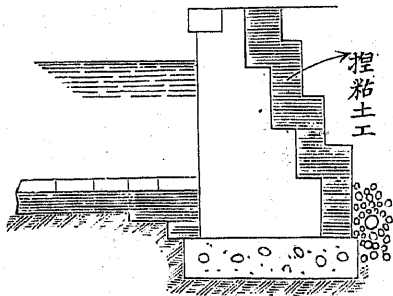
第百七十圖



第百八十圖



第百九十圖



へ地面凍結ニ際シ壁頂部凍水ノタメ害ヲ被ムルコトヲ避ケタルモノアリ(第百十七圖參照)基礎ハ地下四五尺ニ在リテ凍水ノ害ヲ受クルコトナカラシムベシ多クハ土ヲ基礎トスル前述普通基礎工ヲ應用セラル、モノナリ故ニ茲ニ説カズ其他施工法ニ關スル注意ノ如キハ前五章ニ於テ説ケルモノハ重複スルヲ以テ茲ニ之ヲ省ケリ

擁壁ハ其用途ニ從ヒ或ハ壁體內ニ通路ヲ設ケ此内ニ水道管瓦斯管電線管等ヲ裝置セルコト岸壁、船渠壁ノ如キアリ

胸扶壁

胸扶壁(Buttresses)及ビ背扶壁(Counterforts) 擁壁ノ強度ヲ增加センガタメ壁前面ニ處々ニ突出セル壁ヲ造ルコトアリ之ヲ胸扶壁ト云フ(第百二十圖參照)此工ハ外觀上佳ナラザルヲ以テ之ト類似ノ壁ヲ背面ニ設クルコトアリ之ヲ背扶壁ト稱ス(第百二十一圖參照)

胸扶壁

胸扶扶壁(Horizontal buttress)及ビ背扶扶壁(Relieving arch) 胸扶扶壁(第百二十二圖

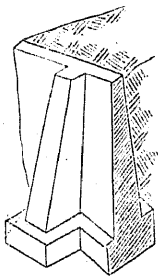
背扶扶壁

參照)ハ往々地下室ノ周壁等ニ應用セラル、コトアリ此壁ハ胸扶壁ノ土壓ヲ直接ニ受クル壁ヲ拱形ニ彎曲セルモノト考フルヲ得背扶扶壁(第百二十三圖

參照ハ背扶壁ノ突出壁ヲ連結スルニ拱ヲ以テセルモノナリ

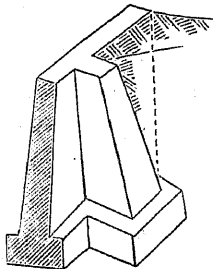
胸扶壁

圖十二百第



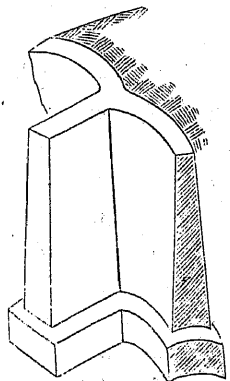
背扶壁

圖一十二百第



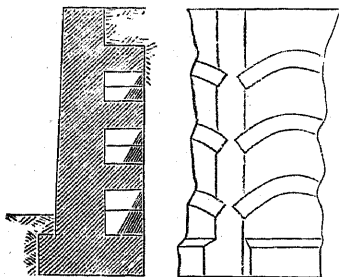
胸扶扶壁

圖二十二百第



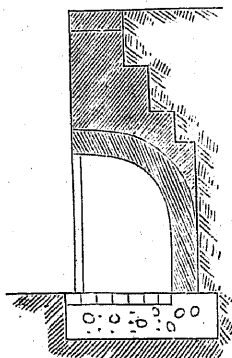
背扶扶壁

圖三十二百第



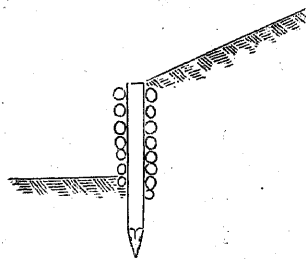
龜壁

圖四十二百第

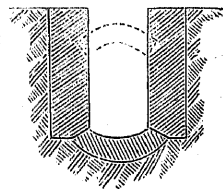


土留柵

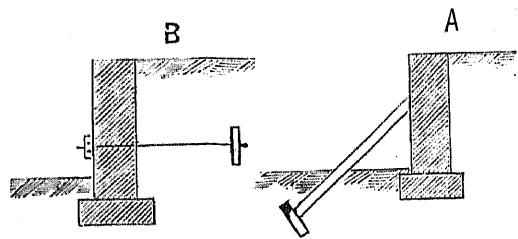
圖五十二百第



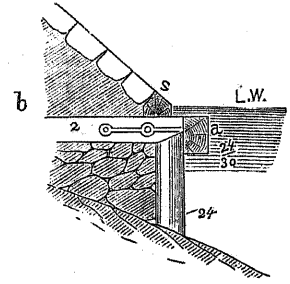
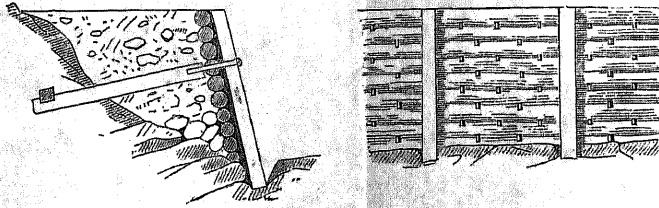
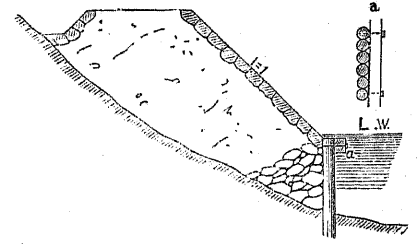
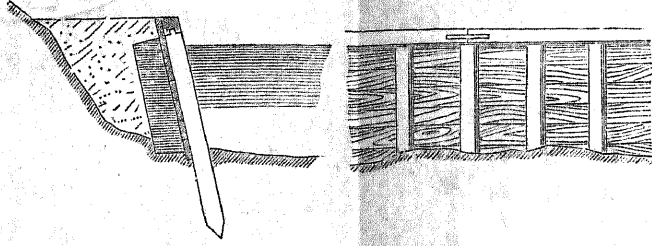
圖六十二百第



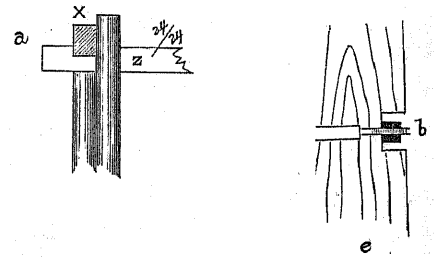
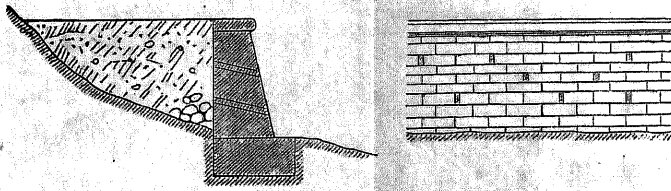
圖七十二百第



竈壁(Niche) 竈壁(第百二十四圖参照)トハ擁壁ノ前面ニ
 凹處ヲ造ルコト圖ノ如クニシテ之ニ扉ヲ附シ往々倉
 庫ニ利用セラル、コトアリ
 地中ニ根切リヲ行フ際ニハ其周邊ヨリ土ノ崩壊スル
 ヲ防グタメ土留工或ハ山留工ヲ行フ之一種ノ擁壁ナ
 リ其構造ハ既ニ第五章ニ説明セルガ如シ土留柵ト稱
 シ杭木ヲ或距離ニ打チ之等ノ間ニ竹或ハ粗朶ニテ柵
 ヲ編ミ付ケ土ヲ留ムルモ亦擁壁ノ一種ナリ(第百二十
 五圖参照)稍々進歩セルハ石垣ヲ築キ或ハ煉瓦壁ヲ設
 クルモノニシテ若シ土質軟弱ナル時ハ溝ヲ穿チ煉瓦
 壁ヲ並列スルモ溝底ノ壓シ上ゲラル、コトアリ此場
 合ニハ仰拱ヲ設ク此種ノ擁壁ハ地下室又ハ水閘壁等
 ノ基礎地質ノ滲水質ナル場合ニ應用セラル(第百二十
 六圖参照)尙ホ進テ壁頂部ノ壓シ出サレントスル時ニ

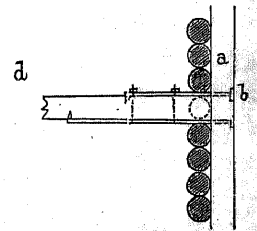
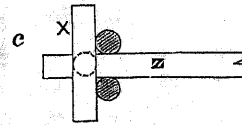
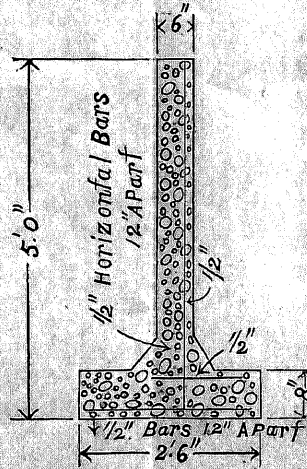


壁 擁 造 木



置 配 孔 淚

鐵 筋 混 凝 土 擁 壁



ハ其壁間ニ拱ヲ造ルコト點線ノ如クセルアリ之ヲ被フニ土ヲ以テセバ今ヤ
隧道卷立工ト異ラザルニ至ルナリ又支桿ヲ以テ前面ヨリ之ヲ支保スルコト
アリ(第百二十七圖A)或ハ繫板及ビ繫釘ヲ地中ニ埋設シ土中ノ地耐力ヲ利
用シテ壓ヲ支持スルコトアリ(第百二十七圖B)參照今第百二十八圖ニ屢々應
用セラル、諸種ノ土留工ノ構造ヲ示サン

第七章 堰堤工 (Dam)

堰堤

堰堤トハ種々ノ目的ニ依リ流水ヲ貯溜スルタメ又ハ水位ヲ高ムル爲メ造レ
ル障害物即チ堰ニシテ河流ノ全部或ハ其幾分ヲ横斷或ハ斜斷シテ築造セラ
レ其堤ノ上下流部ニ於テ水位ヲ異ニス故ニ此差高ノタメニ堰ハ水壓ヲ受ク
ベシ之ヲ以テ堰堤ハ水壓ニ耐フル壁ト考フルヲ得ルモノナリ而シテ時ニ其
頂面ヲ越テ水ノ流ル、コトアリ此ノ如キ種ハ水堰 (Weir) 又ハ洗堰ト稱シテ
堰堤ト區別スルコトアレドモ亦同意義ニ用ヒラル、コトアリ

堰堤ヲ築造スル材料ハ石材煉瓦、混凝土、鐵筋混凝土、木材、鐵材、土岩屑等ニシテ

材料