

第八編

障壁論

第八編 障壁論

第一章 牆 壁

第一節 總 說

本章ニアリテハ境壁 (Boundary wall) 及切妻壁 (Gable wall) ノ如キ凡テ風壓ニ抵抗ス可キ個所ニ施工セル石造煉瓦若クハ混凝土壁ニ代リテ其抗張力ヲ利用シ壁厚ヲ減ゼシム可キ墻壁ノ鐵筋混凝土構法ヲ論ズルモノニシテ自重ノ外外力トシテ單ニ風壓ノミヲ受クルモノハ之ヲ總稱シテ直立壁 (Free stand wall) ト云フ此種類ノ壁ニアリテハ溫度ノ變化ニ依リテ生ズル龜裂ヲ避クル爲メ普通 30' 乃至 50' 毎ニ伸縮接合 (Expansion space) ヲ準備セザル可ラズ(本篇第二章第十四節參照)

直立壁ノ構法ハ一般ニ之ヲ二種ニ分ツコトヲ得ベシ一ハ壁ノ全底ヲ通ジテ共有ノ基礎ヲ有スルモノ、一ハ或距離毎ニ堅固ナル柱形ヲ建テ此柱形ヲ支點トシテ壁ヲ保持セシムルモノ之レナリ前者ハ桁桁、後者ハ二ツノ支點上ニ緊定セル單桁トシテ之ヲ取扱フ可ク從ツテ前者ノ鐵筋ハ豎筋、後者ハ橫筋ヲ主トスルノ差違アルモノト知ル可シ

風壓ハ此種ノ障壁ニアリテハ一般ニ水平ニ働クモノト假定ス
今

$$A = \text{風壓ヲ受クル壁ノ面積 (}^2\text{)}$$

$$W = A \text{ ナル面積ニ働ク總風壓 (*)}$$

$$v = \text{一秒時ニ於ケル風速 (ft/sec)}$$

g = 重力 = 依ル加速度 (ft/sec²)

φ = 實驗係數 (1.88 乃至 1.99)

γ = 一立方呎 = 於ケル空氣ノ重量

トセバ風壓ガ壁ニ直角ニ働クトキハ

W = φ · γ · A · (v^2 / 2g)(885)

故ニ一平方呎ニ働ク風壓ωハ

ω = W / A = φ · γ · (v^2 / 2g)(886)

常態ニ於ケル空氣ノ重量ハ約 0.08⁰/ft³ ナルヲ以テ φ = 1.88, g = 32.2

トセバ

W = 0.0029 A · v^2, ω = 0.0029 v^2(887)

トナル可シ更ニ一般ニ使用セル「スミートン」氏 (Smeaton) ノ公式ハ

ω = (v^2 / 200) (v = m/s)(888)

今以上二式ノ結果ヲ對照スルトキハ第百四十五表ノ如キ結果ヲ得可シ

第百四十五表

Table with 13 columns for wind speed (30-150 ft/sec) and 5 rows for pressure (lb/ft^2) using different formulas.

要スルニ風速ニ對スル壓力ハ其使用公式ニ從ツテ多少ノ差違ヲ生ズベキモ一秒時間 100' 以上即チ颶風 (Hurricane) ニ對應スル全壓力ノ牆壁ニ來ルコトハ實際上殆ント之レナキヲ以テ一般ノ場合ニハ最大風壓ハ 30^{m/s} 内外ト見做シテ差支ナカル可シ

牆壁ノ安定 (Stability) ハ一般ニ次ノ條件ヲ満足セザル可ラズ

- 1. 轉倒 (Overturning) ニ對スル安定ハ礎底ノ縁端ニ於ケル自重ヨリ生ズル抵抗力率 (Resisting moment) ト外力ヨリ來ル轉倒力率 (Overturning moment) トノ比少クトモ 2 以上タル可シ
2. 礎底ノ單位面積ニ於ケル最大壓力度ハ地盤ノ安全耐荷力度ヲ超過ス可ラズ
3. 礎底ノ摩擦抵抗ハ其水平外力ヨリモ大ナラザル可ラズ

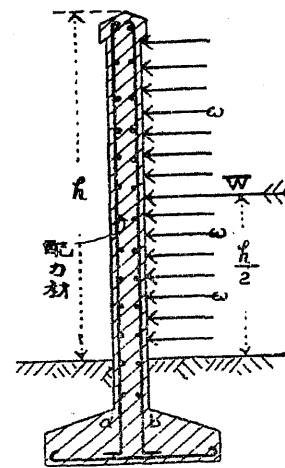
4. 壁ト柱形若クハ地桁 (Ground beam)

トノ接續部ニアリテハ外力力率ニ對シ充分ナル安全ヲ以テ之ヲ傳導シ得ベキ構造ヲ有セザル可ラズ

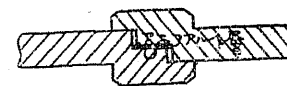
第二節 肱桁式牆壁

肱桁式牆壁ニアリテハ風壓ハ水平ノ方向ニωナル等布力度ヲ以テ吹付ケ其總力Wガ壁ノ高サhノ中央ニ働クモノト假定ス而シテ一般ニ風壓ハ其兩面何レヨリモ働キ得ルヲ以テ兩側交々張力ヲ受ク可ク從ツテ第七百四十二圖ノ如ク壁ノ兩側ニ近ク對稱的ニ垂直鐵筋ノ配置ヲ要ス可シ但シ水平材ハ其目的配

第七百四十二圖



第七百四十三圖



方用ニ過ギザルヲ以テ直徑小ナルモノヲ使用シ其間隔亦大ナル可シ算法ハ第五編第三章複式桁ノ各式ヲ應用ス可シ

若シ補強鐵筋ヲ壁ノ中央ニ只一列ニ配置セント欲スルトキハ計算ニ依リテ得タル壁ノ有効厚 $h-a$ ハ其鐵筋ノ中心ヨリ應壓層ノ縁端マデトシ從ツテ壁ノ全厚ハ $2(h-a)$ ナラザル可ラズ

若シ壁ガ一直線ニ長クシテ伸縮接合ヲ設クルノ必要アル場合ニハ第七百四十三圖ノ如キ裝置トシ柱形ヲ附シテ其接合線ヲ隱蔽ス可シ

例題第八十七. 境界墻壁地上高サ $6'$ ニシテ風壓 $30^*/10'$ ニ堪エシメントス其寸法ヲ求ム(第七百四十四圖)

答 壁長 $1'$ ヲ取リテ之ヲ考フルニ其全高ニ働ク風壓ハ

$$W = 6,0 \cdot 1,0 \cdot 30 = 180^*$$

故ニ

$$M = \frac{W}{2} \cdot h = 180 \cdot \frac{6}{2} = 540^* = 6480^*''$$

今

$$\sigma_s = 500^*/\sigma'', \quad \sigma_c = 14000^*/\sigma''$$

トセバ第七十七表ニ據リ

$$h-a = 0,114 \sqrt{\frac{M}{b}} = 0,114 \sqrt{\frac{6480}{12}} = 2'',6$$

鐵筋ヲ節約スル爲メ壁ノ中央ニノミ之ヲ用フルモノトセバ

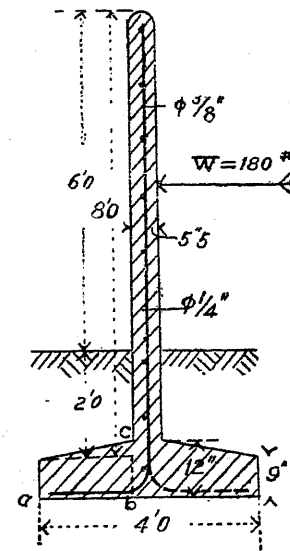
$$\text{壁厚} = 2(h-a) = 5'',2$$

即チ茲ニハ $5'',5$ ヲ用フ可シ次ニ

$$A_s = 0,000710 \sqrt{\frac{M \cdot b}{f}} = 0,000710 \sqrt{\frac{6480 \cdot 12}{12}} = 0,203^{\sigma''}$$

即チ直徑 $\frac{3}{8}''$ 鐵筋ヲ $6''$ 毎ニ使用スルコト、ス

第七百四十四圖



壁ノ上塗ヲ含ミテ其總厚ヲ $6'$ トシ基礎ノ寸法ヲ圖ノ如ク假定セバ

壁及基礎ノ總重量 P

$$= (8 \cdot \frac{6}{12} \cdot 1,0 + 4 \cdot 1,0 \cdot \frac{9}{12} + 1,75 \cdot 1,0 \cdot \frac{3}{12}) \cdot 150 = 1116^*$$

a ナル縁端ニ對スル外力ノ彎曲力率ハ

$$M_w = 180 \left(\frac{6}{2} + 2 + 0,75 \right) = 1035^*''$$

壁及基礎ノ重量ガ a 點ニ對スル抵抗力率ハ

$$M_p = 1116 \cdot \frac{4}{2} = 2232^*''$$

故ニ

$$\frac{M_p}{M_w} = \frac{2232}{1035} = 2,16$$

次ニ礎底縁端ニ於ケル最大壓力度 p_a ハ

$$p_a = \frac{P}{A} + \frac{M_w}{S}$$

A ハ礎底ノ面積, S ハ其斷面係數ヲ示ス然ルトキハ

$$A = 4,0 \cdot 1,0 = 4^{\sigma'}, \quad P = 1116^*, \quad M_w = 1035^*''$$

$$S = \frac{1,0 \cdot 4^3}{6} = 2,67 \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$p_a = \frac{1116}{4} + \frac{1035}{2,67} = 667^*/\sigma'$$

今安全ノ爲メ p ナル地盤ノ耐荷力ガ礎底ノ突出部 ab ニ等布的

＝作用スルモノト假定セバ bc 断面ニ於ケル彎曲力率ハ

$$M_{bc} = \frac{667}{2} \cdot 1.75^2 = 1020.5'^{*} = 12246''^*$$

此力率＝對シテ必要ナル $h-a$ ノ値ハ極メテ小トナルベキコト明カナルモ轉倒＝對シテ前述ノ重量必要ナルヲ以テ圖ノ如キ寸法ヲ假定シ鐵筋ハ壁ニ使用セルモノヲ其儘交互ニ折曲ゲ礎底ノ補強材ニ充ツルモノトセバ

$$A_s = 0.11''^2, \quad h-a = 10'' \text{ (} a = 2'' \text{ トス) } \text{ ナルヲ以テ (327) 式}$$

＝據リ

$$x = \frac{15.0,11}{12} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 12 \cdot 10}{15.0,11}} - 1 \right] = 1''_{,53}$$

故ニ (328) 式及 (329) 式ニ依リ、

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot 12246}{12 \cdot 1,52 \left(10 - \frac{1,52}{3} \right)} = 141^*/\sigma''$$

$$\sigma_s = \frac{12246}{0,11 \cdot \left(10 - \frac{1,52}{3} \right)} = 11730^*/\sigma''$$

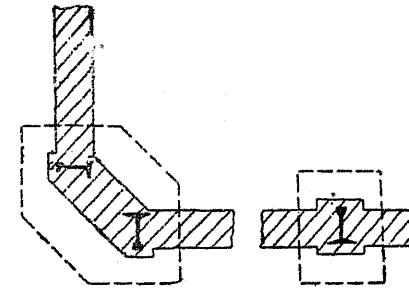
第三節 桁式墙壁

桁式ハ最モ一般ニ使用セラル、様式ニシテ或距離假令バ 10' 乃至 12' 毎ニ柱形及其基礎ヲ有シ柱形ノ間ニ風壓ニ抵抗ス可キ墙壁ヲ連絡スル方法ナリ此場合ニハ本章第一節ニ述ベタル條件ノ外最大風壓＝對シ壁ノ各部ガ桁トシテ充分ナル抵抗ヲ有セザル可ラズ而シテ鐵筋ノ配置ハ桁式ノ場合ト異ナリ主要補強材ハ水平配力材ハ垂直ノ位置ヲ有スベキモノトス

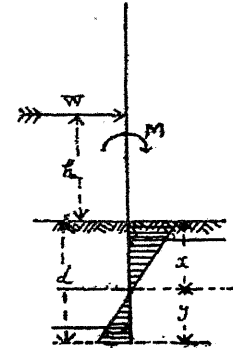
時トシテハ古軌條、I形鐵其他ノ展鐵ヲ用キテ柱形骨組ヲ作り

其終端ハ深ク之ヲ地中ニ埋込ミ混凝土ニテ包圍セシムルコト第

第七百四十五圖



第七百四十六圖



七百四十五圖ノ如クスルコトアリ軌條ヲ用フルトキハ其頭部ヲ各柱形ニ交互ニ内部及外部ニ面セシムベシ

凡テ其埋込ノ深サハ「ラミッシュ」(Ramisch) 教授ノ説ニ基キ(第七百四十六圖)

W = 風壓,

d = 埋込ノ深サ,

x 及 y = 地中應力ヲ受クル深サ

k = 地盤ノ許容耐荷力 (通常 25 乃至 50 $^*/\sigma''$)

b = 柱ノ幅,

h = 地盤ヨリ風壓ノ働ク點マデノ高サ,

トセバ

$$\alpha = \frac{W}{k \cdot b}, \quad \beta = \alpha \cdot \frac{3h+2a}{2h+a}$$

$$y = \frac{1}{3} \beta \left[1 + \sqrt{1 + \frac{9h}{\beta}} \right] \dots \dots \dots (889)$$

$$x = \frac{y \cdot (y + 3h)}{(3h + 2a) - y} \dots\dots\dots(890)$$

$$d = x + y \dots\dots\dots(891)$$

ヨリ計算スルコトヲ得可シ

例題第八十八 高サ 7.5 有スル牆壓 10' ノ距離毎ニ柱形ヲ有シ柱形ノ底部ハ之ヲ地中埋込ノ構造トナサントス其寸法ヲ求ム。

答. 風壓ハ 30*/_o' ト假定ス然ルトキハ壁ハ其兩端柱形ニ於テ一部緊定ノ状態ニアル桁ト考フレバ高サ 1' ニ來ル風壓ハ

$$W' = 30 \cdot 1 \cdot 10 = 300*$$

故ニ其最大彎曲力率ハ

$$M' = \frac{1}{10} \cdot 300 \cdot 10 = 300''* = 3600''*$$

風ハ兩側何レヨリモ作用スルヲ以テ兩側ニ對稱的ニ鐵筋ヲ配置セル複式桁ト考エ更ニ $\sigma_c = 300*/_{o}$ 、 $\sigma_s = 12000*/_{o}$ トセバ第八十一表ニ據リ

$$h - a = 0,143 \sqrt{\frac{M'}{b}} = 0,143 \sqrt{\frac{3600}{12}} = 2'',5$$

$a = 1$ トシ壁厚 $h = 3'',5$ ト定ム。

$$A_s = 0,00064 \sqrt{\frac{M' \cdot b}{\sigma_s}} = 0,00064 \sqrt{3600 \cdot 12} = 0,133_{o}''$$

即チ高サ 1' 毎ニ直徑 5/16'' ノ鐵筋 2 條ヲ配置ス可シ(此斷面積 = 0,154_o'')

柱形ノ地盤點ニ於ケル風壓力率ハ

$$M = 7,5 \cdot 10 \cdot 30 \cdot \frac{7,5}{2} = 8438''* = 101256''*$$

前ト同一公式ヲ用キ $b = 12''$ ト假定セバ

$$h - a = 0,143 \sqrt{\frac{101256}{12}} = 13'',2$$

故ニ $a = 1'',8$ トシ $h = 15''$ ト定ム。

$$A_s = 0,00064 \sqrt{101256 \cdot 12} = 0,707_{o}''$$

故ニ各側ニ直徑 3/4'' ノモノ 2 條ヲ使用ス(此斷面積 = 0,88_o'')

以上ノ寸法ニ對シ x ノ位置ヲ求ムルニ (401) 式ニ據リ

$$x = \frac{2n}{b} \cdot A_s \left[\sqrt{1 + \frac{b \cdot h}{2n \cdot A_s}} - 1 \right] = \frac{2 \cdot 15 \cdot 0,88}{12} \left[\sqrt{1 + \frac{12 \cdot 15}{2 \cdot 15 \cdot 0,88}} - 1 \right] = 3'',95$$

壁ノ自重ヨリ來ル柱ヘノ直接壓力ハ

$$\sigma' = \frac{\frac{3,5}{12} \cdot 7,5 \cdot 10 \cdot 150}{12 \cdot 15} = 18*/_{o}''$$

柱形ノ斷面係數ハ (404) 式ニ據リ。 $a = a'$ ナルヲ以テ

$$S = \frac{b \cdot x}{2} \left(h - a - \frac{x}{3} \right) + n \cdot A_s' \cdot \frac{(x - a)}{x} \cdot (h - 2a) = \frac{12 \cdot 3,95}{2} \left(13,2 - \frac{3,95}{3} \right) + 15 \cdot 0,88 \cdot \frac{(3,95 - 1,8)}{3,95} \cdot (15 - 2 \cdot 1,8) = 364''^3$$

從ツテ

$$\frac{M}{S} = \sigma'' = \frac{101256}{364} = 278*/_{o}''$$

故ニ混凝土ノ應壓力度ハ

$$\sigma = \sigma' + \sigma'' = 18 + 278 = 296*/_{o}''$$

故ニ (406) 式ニ據リ

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(h-a-x)}{x} = 15.296 \cdot \frac{13,2-3,95}{3,95} = 10397 \text{*/} \sigma''$$

(407) 式 = 據リ

$$\sigma_s' = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{(x-a')}{x} = 15.296 \cdot \frac{3,95-1,8}{3,95} = 2417 \text{*/} \sigma''$$

次 = 應張及應壓層重心點ノ距離ハ

$$e = \frac{M}{A_s \cdot \sigma_s} = \frac{101256}{0,88 \cdot 10397} = 11,3$$

最大剪力ハ

$$V = W = 300 \cdot 7,5 = 2250 \text{*}$$

故 = (570) 式 = 據リ

$$\tau_{max} = \frac{V}{b(h-a-x+y)} = \frac{V}{b \cdot e} = \frac{2250}{12 \cdot 11,3} = 15,9 \text{*/} \sigma''$$

(571) 式 = 據リ $p = 2.2,356 = 4',712$ ナルヲ以テ

$$\tau_{max} = \frac{V}{p \cdot e} = \frac{2250}{4,712 \cdot 11,3} = 40,5 \text{*/} \sigma''$$

柱形埋込ノ深サヲ見出スニハ $k = 30 \text{*/} \sigma'' = 2' \sigma'$ トセバ

$$a = \frac{W}{k \cdot b} = \frac{2250}{30 \cdot 12} = 6,25$$

$$\beta = a \cdot \frac{3h+2a}{2h+a} = 6,25 \cdot \frac{3 \cdot \frac{7,5}{2} + 2 \cdot 6,25}{2 \cdot \frac{7,5}{2} + 6,25} = 10,8$$

$$y = \frac{1}{3} \beta \left[1 + \sqrt{1 + \frac{9h}{\beta}} \right] = \frac{1}{3} \cdot 10,8 \left[1 + \sqrt{1 + \frac{9 \cdot \frac{7,5 \cdot 12}{2}}{10,8}} \right] = 25',9$$

$$x = \frac{y(y+3h)}{(3h+2a)-y} = \frac{25,9 \left(25,9 + 3 \cdot \frac{7,5 \cdot 12}{2} \right)}{\left(3 \cdot \frac{7,5 \cdot 12}{2} + 2 \cdot 6,25 \cdot 12 \right) - 25,9} = 16'',1$$

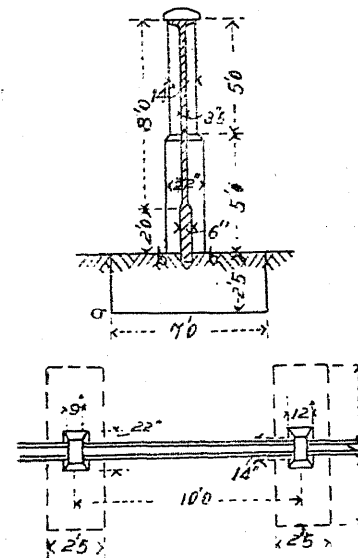
故 = $d = x + y = 25,9 + 16,1 = 42''$

即チ約 45'' ノ埋込ヲ要ス

例題第八十九. 高サ 10' ノ牆壁アリ柱形ノ間隔真々 10' ニシテ其基礎重量 = 依リテ全風壓 = 堪エシメントス地盤ノ耐荷力ヲ 1' / \sigma' トシ牆壁ノ寸法ヲ求ム

答 柱形ノ間隔ハ例題第八十八ト同様ナルヲ以テ壁厚ハ同ジク 3',5 鐵筋モ同様壁高 1' = 付キ直徑 5/16'' ノモノ 2 條トス今柱形及基礎ノ寸法ヲ第七百四十七圖ノ如ク假定スレバ柱形 = 作用スル全重量ハ

第七百四十七圖



$$P = \left[\underbrace{\left(9,0 \cdot \frac{3,5}{12} \cdot 8,0 + 9,0 \cdot \frac{6}{12} \cdot 2,0 \right)}_{\text{壁}} + \underbrace{\left(\frac{14}{12} \cdot \frac{9}{12} \cdot 5,0 + \frac{22}{12} \cdot \frac{12}{12} \cdot 5,0 \right)}_{\text{柱形}} \right] 150 + \underbrace{(2,5 \cdot 7 \cdot 2,5)}_{\text{基礎}} 145 = 12625 \text{*}$$

風壓ヲ 30 \text{*/} \sigma' トセバ基礎ノ縁端 a = 對スル轉倒力率ハ

$$M_w = 30 \cdot 10 \cdot 10 \cdot (5 + 2,5) = 22500 \text{/'*}$$

同ジク a 點 = 對スル自重ノ抵抗力率ハ

$$M_c = 12625 \cdot 3,5 = 44188 \text{/'*}$$

故 =

$$\frac{M_a}{M_w} = \frac{44188}{22500} = 2$$

基礎線端 = 於ケル最大壓力度ハ

$$p_a = \frac{P}{A} + \frac{M_w}{S} \quad (S \text{ ハ 断面係數})$$

$$P = 12625^*, \quad A = 7,0 \cdot 2,5 = 17,5^{\text{sq}},$$

$$M_w = 22500^*, \quad S = \frac{2,5 \cdot 7^2}{6} = 20,4^{\text{cu}}$$

ナルヲ以テ

$$p_a = \frac{12625}{17,5} + \frac{22500}{20,4} = 1824^*/\text{sq}$$

即チ許容力度以内 = アルコトヲ知ル

次 = bb ナル柱底 = 於ケル應力ヲ見ル = 茲處 = 生ズル應壓力度 p_b' 及應張力度 p_b'' ハ

$$p_b' \text{ 又ハ } p_b'' = \frac{P'}{A'} + \frac{M_w'}{S'} \quad \text{ヨリ見出シ得可シ}$$

$P' = bb$ 上ノ柱形 = 來ル重量, $A' = bb$ 面ノ斷面積, $M_w' =$ 風壓ヨリ來ル力率, $S' = bb$ ナル底面ノ斷面係數ヲ示ス然ルトキハ

$$P' = 6530^*, \quad A' = \frac{22}{12} \cdot \frac{12}{12} = 1,83^{\text{sq}}$$

$$M_w' = 30 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 5 = 15000^*$$

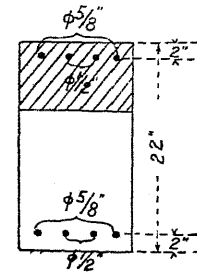
$$S' = \frac{1}{6} \cdot 1,0 \cdot \left(\frac{22}{12}\right)^2 = 0,56^{\text{cu}}$$

故 =

$$p' = \frac{6530}{1,83} + \frac{15000}{0,56} = 30355^*/\text{sq} = 211^*/\text{sq}$$

$$p_b'' = \frac{6530}{1,83} - \frac{15000}{0,56} = -23217^*/\text{sq} = -161^*/\text{sq}$$

第七百四十八圖



此計算ハ純混凝土ノ場合ノ算定ナルヲ以テ若シ第七百四十八圖ノ如キ鐵筋ヲ挿入セル斷面ヲ考フルトキハ P' ナル垂直荷重ハ M_w' ナル力率ノ爲メ = 偏倚的 = 作用ス可ク其斷面重心點ヲ去ル距離ハ

$$e = \frac{M_w'}{P'} = \frac{15000}{8375} = 1,80 = 21,6$$

故 =

$$\lambda = 21,6 - 11,0 = 10,6 \quad (\text{第四百六十八圖參照})$$

今

$$\lambda = 10,6, \quad n = 15, \quad h = 22'', \quad A_s' = 1,006 \quad (\phi 5/8'' - 2 \text{ 條, 及 } \phi 1/2'' - 2 \text{ 條}),$$

$$b = 12'', \quad a' = 2'' \quad \text{ナルヲ以テ.}$$

$$\mu = \frac{1,006}{22 \cdot 12} = 0,38 \%$$

$$\frac{\lambda}{h} = \frac{10,6}{22} = 0,48$$

上卷圖譜第七版 = 據リ

$$x = 0,345 h = 0,345 \cdot 22 = 7,59$$

(752) 式ヨリ

$$\sigma_c = \frac{2 P' \cdot x}{b \cdot x^2 + 2n \cdot A_s' (2x - h)}$$

$$= \frac{2 \cdot 8375 \cdot 7,59}{12 \cdot 7,59^2 + 2 \cdot 15 \cdot 1,006 (2 \cdot 7,59 - 22)} = 260^*/\text{sq}$$

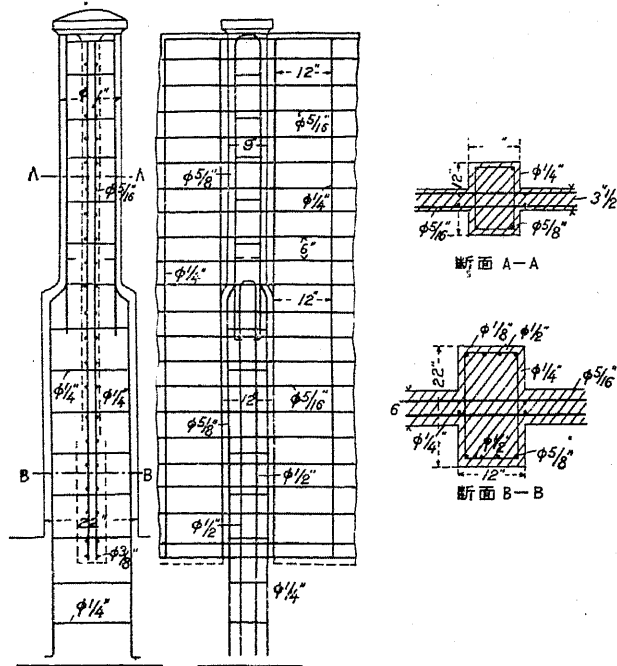
(747) 及 (748) 式 = 據リ

$$\sigma'_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{x - \alpha'}{x} = 15.260 \cdot \frac{7.59 - 2}{7.59} = 2862^*/\text{cm}^2$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{h - x - \alpha}{x} = 15.260 \cdot \frac{22 - 7.59 - 2}{7.59} = 6350^*/\text{cm}^2$$

即チ何レモ許容力度以内ニアルヲ知ル猶鐵筋ノ埋込深サハ直徑ノ約50倍即チ $\frac{3}{8} \cdot 50 = 31''$ ヲ要ス(第三篇第一章第七節參照)

第七百四十九圖



最後ニ壁ガ其支點タル柱ニ安全ニ其應力ヲ傳ヘ得ルヤ否ヲ檢センニ其高サ1'ニ於ケル重量ハ $\frac{3.5}{12} \cdot 1,0 \cdot 10,0 \cdot 150 = 438^*$

故ニ柱ノ一面ニ於テ鐵筋ノ傳導ス可キ力ハ $\frac{438}{2} = 219^*$ ナリ從ツテ其鐵筋ノ受クル應力ハ

$$\sigma_s = \frac{219}{2,0,077} = 1422^*/\text{cm}^2$$

ナリ

猶ホ壁ハ更ニ6''丈ケ地盤以下ニ埋込ミ別ニ直徑 $\frac{3}{8}''$ ノ鐵筋4條ヲ配置ス可シ

柱ノ上半部ニ於ケル断面及鐵筋ノ計算ハ前述ノモノト全ク同様ナルヲ以テ之ヲ略シ第七百四十九圖ニ於テ全體ノ構造ヲ示ス

第二章 擁壁

第一節 總說

本章ニ於テハ土壓 (Earth pressure) 若クハ地上營造物ノ重量ヲ土壤ニ傳エタル等價荷重 (Equivalent load) ガ水平若クハ土壤ノ傾斜面ニ沿フテ働ク場合其轉倒 (Overturning) ニ對シテ安定 (Stability) ヲ保ツ可キ構法ヲ論ズルモノニシテ其構造ヲ名ケテ之ヲ擁壁 (Retaining wall) ト云フ。

普通石造若クハ煉瓦擁壁ハ其材料ノ強度ヨリモ寧ロ其重量ニ依リテ轉倒ニ抵抗セシムルモノナルヲ以テ普通ノ狀態ニアリテハ壁ノ或断面ニ働ク合成力ハ其底邊ノ中央三分ノ一 (Center third) 以内ニ作用セシメ壁ノ内側ニ毫モ應張力ノ發生セザル様設計ス可ク重量増加ノ結果壁趾 (Toe of wall) ニ於ケル壓力増大シテ地盤ノ耐荷力不足ヲ生ジ屢々杭基礎ノ必要ヲ生ズルコトアリ若シ此場合鐵筋混凝土ヲ用フルトキハ其自重ヲ輕減シ轉倒ニ對スル安定ハ重モニ其底邊上ニアル填充土壤ニ依頼シ構造ノ完全ハ其應張、應壓及應剪力ヲ利用スルコトニ依リテ之ヲ確ムルコトヲ得可シ換言セバ此場合ニ於ケル壁ノ寸法ハ材料ノ強度ニ依リテ定マル可シ而シテ其底邊ハ自由ニ之ヲ擴大シ得可キヲ以テ壁趾ニ於ケル壓力ヲ減シ且ツ等布的ニ壓力ヲ地盤ニ傳フルノ利益アリ從ツテ同一安定ノ壁ニアリテハ鐵筋混凝土構法ハ其費用ヲ節減シ得可ク殊ニ壁高ノ増加ニ伴ヒテ其結果顯著ナルヲ見ル(實例ニ依ルニ30'乃至40'ノ高サニアリテハ20乃至25%ノ節約ヲ得ルガ如シ)

土壓ニ關スル理論ハ「ワイラウフ」(Weyrauch),「ヴィンクラール」(Winkler),「シヤッラー」(Schaffler),「ランキン」(Rankine),「ケイン」(Cain),「レブハン」(Rebhann),「クーロム」(Coulomb) 氏等其算式少ナカラズ而シテ實際ノ壓力ハ土壤ノ良否,稠密ノ割合,含濕ノ程度等ニ依リテ著シキ差違ヲ生ジ若シ疏水ノ方法ヲ講ゼズ水ニ飽和セル土壤ナルトキハ殆ンド水壓ニ等シキ壓力ヲ與フルニ至ル可シ故ニ其公式ノ算定ハ其假定ノ如何ニ依リテ多少ノ相違アルモ一般ニ云ヘバ共軛壓力ノ理論(Theory of conjugate pressure) ト最大楔式理論(Theory of maximum wedge) トノ二ツト考フルコトヲ得可シ本章ニアリテハ其理論ノ詳細ニ立入ルノ必要ナキヲ以テ今此二ツノ理論ニ基ク「ランキン」氏及「クーロム」氏算式ノ結果ヲ掲載スルニ止メント欲ス。

第二節 「ランキン」氏ノ土壓理論

「ランキン」氏ノ説ハ所謂共軛壓力ノ理論ニシテ土壤ハ壓縮シ得ザル等質粒狀體ヲ爲シ凝結力(Cohesion)ヲ有セズ各分子ハ摩擦ニ依リテ其位置ヲ保ツモノト假定シ其粒體ニ於ケル主要及共軛應力(Principal and conjugate stresses)ヲ計算シ應力橢圓(Ellipse of stress)ノ形式ニ導キタルモノ是レナリ此理論ニアリテハ壁裏ハ凡テ垂直トシ土壤ハ任意ノ過載角度(Surcharged angle)ヲ有スル場合ヲ論ゼルモノニシテ今

- P = 單位壁長ニ對シ垂直面上ニ作用スル合成土壓(*)
- p = 或任意ノ點ニ於ケル壓力度(*)
- h = 擁壁ノ總垂直高サ(')
- h' = 擁壁ノ頂點以下或任意點ノ高サ(')
- h_1 = 過載土壤ノ高サ(')

- ω = 土壤一立方呎ノ重量(*)
- δ = 擁壁ノ背面ニ於ケル地面ノ勾配
- ϕ = 土壤ノ内部摩擦角度即チ止動角(Angle of repose)
- $C = \phi$ 及 δ = 附隨スル定數(Constant)

トセバ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \cos \delta \cdot \frac{\cos \delta - \sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \phi}}{\cos \delta + \sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \phi}} \dots\dots\dots(892)$$

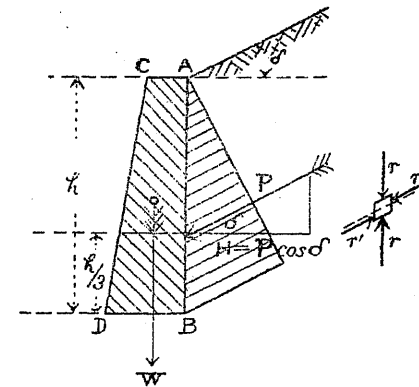
ϕ 及 δ ノ定値ニ對シテハ $\omega \cdot h^2$ ヲ除クノ外ハ一ノ定數トナル可シ故ニ

$$P = C \cdot \omega \cdot h^2 \dots\dots\dots(893)$$

h' 點ニ於ケル壓力度ハ

$$p = 2 C \cdot \omega \cdot h' \dots\dots\dots(894)$$

第七百五十圖



土壓ノ課力點(Point of application)ハ第七百五十圖ノ如ク $\frac{h}{3}$ 點ニシテ其方向ハ水平線ニ對スル土壤表面ノ傾斜角ニ平行ス。

若シ $\delta = 0$ 即チ土壤面ガ擁壁ノ頂部ト同一水準線ニアルトキハ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \dots\dots(895)$$

$\delta = \phi$ ナルトキハ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \cos \phi \dots\dots\dots(896)$$

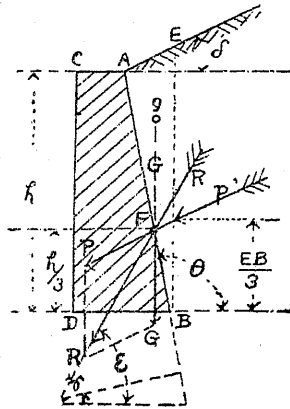
今 δ 及 ϕ ノ或定値ニ關スル C ノ値ヲ算定スルトキハ第四百四十六表ニ示セル結果ヲ得可シ。

第 百 四 十 六 表

「ランキン」氏公式ニ於ケル定數 C ノ 値									
止動角 ϕ	水平線ニ對スル勾配 (δ)								ϕ
	1:1	1:1 $\frac{1}{2}$	1:2	1:2 $\frac{1}{2}$	1:3	1:3 $\frac{1}{2}$	1:4	水平	
	δ ニ對應スル傾斜角度								
	45°	33°40'	26°35'	21°50'	18°30'	16°	14°	0	ϕ
15	—	—	—	—	—	—	0,458	0,290	0,483
20	—	—	—	—	0,365	0,315	0,293	0,246	0,470
25	—	—	—	0,300	0,258	0,241	0,230	0,203	0,453
30	—	—	0,270	0,219	0,200	0,189	0,184	0,167	0,433
35	—	0,292	0,191	0,168	0,157	0,150	0,147	0,135	0,410
40	—	0,183	0,142	0,129	0,122	0,119	0,116	0,109	0,383
45	—	0,129	0,116	0,099	0,095	0,093	0,091	0,090	0,354
50	0,146	0,093	0,081	0,075	0,071	0,070	0,069	0,066	0,322
55	0,093	0,068	0,059	0,055	0,054	0,053	0,053	0,053	0,287
60	0,066	0,050	0,042	0,040	0,040	0,038	0,036	0,036	0,250

例題第九十. 垂直ノ裏面ヲ有スル擁壁ノ高サ 15', 過載土壤ノ

第七百五十一圖



勾配二割トシ茲ニ受クル土壓ノ總量ヲ求ム.

答. 土壤 1 立方呎ノ重量ヲ 100*, 其止動角ヲ 30° ト假定セバ

第一百四十六表ニ據リ $C = 0,270$ ナルヲ以テ (893) 式ニ據リ

$$P = C \cdot w \cdot h^2 = 0,27 \cdot 100 \cdot 15^2 = 6075*$$

擁壁ノ裏面傾斜セル場合ニハ其土壓ノ作用セル方向ヲ知レバ圖式的ニ其傾

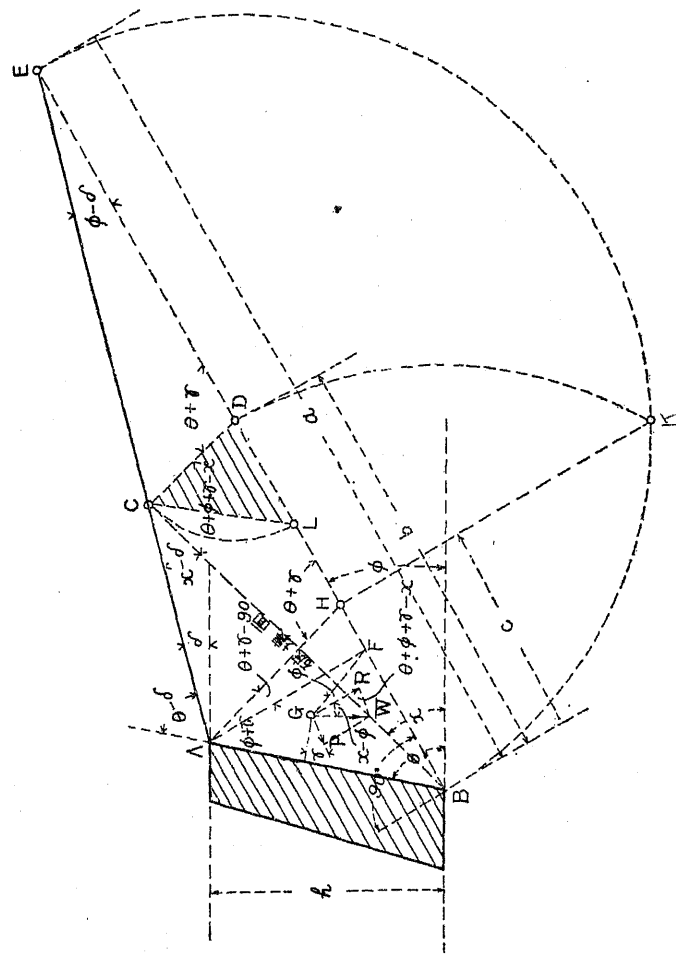
斜面ヘノ壓力ヲ求ムルコトヲ得可シ前述ノ如ク垂直面ニ於ケル合成壓力ハ土壤面ニ平行シテ働クラ以テ第七百五十一圖ニ於テ先ヅ EB 面ニ於ケル壓力 P' ヲ (892) 式ヨリ見出セバ其働點ハ B ヲリ $\frac{1}{3}$ EB 上ニシテ方向ハ AE 面ニ平行ス可シ更ニ $\triangle ABE$ ノ重量ヲ G トセバ G ハ其三角形ノ重心點ニ働クラ以テ其延長線ハ F ニ於テ P' ト交叉ス可シ然ルトキハ P' ト G トノ合成壓力 R ハ F 點ニ於ケル土壓ニシテ壁面ヘノ垂直線トナル角度ヲ爲シ水平線ニ對シテハ $\epsilon = \theta + \gamma - 90^\circ$ ヲ爲ス可シ.

第三節 「クーロム」氏ノ土壓理論.

「クーロム」氏ノ說ハ所謂楔式理論ニシテ壁ノ裏面ニ働ク土壓ハ一方ニ於テ壁面, 他方ニ於テ破壞面 (Plane of rupture) ト稱スル平面ヲ有スル楔ノ作用ニ依リテ壁面ニ最大推力 (Maximum thrust) ヲ與フルモノト假定スルニアリ破壞面ハ壁面ト裏込土壤ノ止動角トノ中間ニ位シ時トシテハ止動面 (Plane of repose) ト一致スルコトアリ又過載土壤ヲ有セズシテ壁面垂直トナル場合ニハ止動面ト壁面トノ爲ス角度ヲ二等分スベキモノナリトセリ此理論ニアリテハ推力ノ方向ヲ確立セザルヲ以テ其假定ニ從ツテ合成壓力ニ對スル數多ノ公式ヲ導クコトヲ得可シ

其解折ノ方法ハ代數的及圖式的ノ何レヲモ應用スルコトヲ得今第七百五十二圖ニ於テ h ナル高サヲ有スル壁ガ地平線ト θ ナル角度ヲ爲シテ傾斜シ土壤ハ其止動角 ϕ ヲリモ小ニシテ δ ナル勾配ヲ有スル過載築堤ヲ支フルモノトシテ合成土壓力ハ壁ノ裏面ヘノ垂直線トナル角度ヲ爲スト假定ス更ニ BC 面上ノ ABC ナル楔形土壤ハ壁面及 BC 面以下ノ土壤ニ各々最大壓力ヲ

圖 二 十 五 百 七 第



與フルモノトセバ反對ニ楔形土壤ハ壁及土壤ノ反應カト共ニ平衡状態ヲ保持スルモノト考フルコトヲ得可シ今 GW ヲ ABC ナル楔形ノ重量, GP ヲ壁ノ反應力, GR ヲ BC 面以下土壤ノ反應カトス但シ何レモ壁ノ單位長ニ於ケル量ヲ示ス然ルトキハ此三カハ平衡状態ヲ維持セザルベカラザルヲ以テ三カ共一點ニ會ス可ク

GP 及 GR ハ GW ノ分力ト見做スコトヲ得可シ今 ABC ナル三稜形ガ正ニ滑動點ニアルトキハ GP ハ壁面ヘノ垂線トナル角度ヲ爲ス可シγノ値ハ創意者ニ依リテ假定ヲ異ニスルモ零及止動角φノ間ノ何レカニ變化ス可ク而シテ GR ハ BC ナル破壞面ヘノ垂線トナル角度ヲ爲ス可シ更ニ P ヲ壁面ヘノ土壓, W ヲ三稜形ノ重量, ω ヲ土壤 1 立方呎ノ重量トセバ ΔGWR ニ於テ

$$\angle WGR = \alpha - \phi, \quad \angle GRW = \theta + \phi + \gamma - \alpha$$

C ヲ通シテ AC = 對シ $\angle BCD = \theta + \phi + \gamma - \alpha$ ヲ爲セル CD 線ヲ引ケバ ΔBCD 及 ΔGRW ハ互ニ相似形ナルヲ以テ

$$\frac{P}{W} = \frac{CD}{BD} \quad \text{或ハ} \quad P = W \cdot \frac{CD}{BD}$$

$$\text{然ルニ} \quad W = \omega \cdot \text{面積} ABC = \frac{1}{2} \omega \cdot AB \cdot BC \cdot \sin(\theta - \alpha),$$

故ニ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot \sin(\theta - \alpha) \cdot \frac{AB \cdot BC \cdot CD}{BD} \dots\dots\dots(897)$$

P ハ破壞面ガ水平線ト爲ス角度 α ノ函數ナルヲ以テ α = 對シ微分シ之ヲ零ニ等シトセバ其 α ノ値ニ對スル P ノ最大値ヲ與フ可シ今其 α ヲ代入換算セバ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \frac{\sin^2(\theta - \phi)}{\sin^2 \theta \cdot \sin(\theta + \gamma) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\gamma + \phi) \cdot \sin(\phi - \delta)}{\sin(\theta + \gamma) \cdot \sin(\theta - \delta)}} \right]^2} \dots\dots\dots(898)$$

$$= C \cdot \omega \cdot h^2 \quad (C = \text{定數}) \dots\dots\dots(899)$$

898) 式ハ擁壁ニ對スル土壓ノ一般公式ニシテ之レニ種々ノ假定ヲ與フルトキハ他ノ創意公式ヲ導クコトヲ得可シ假令バ(898)式ニ於テγハ壁面ヘノ土壤ノ摩擦角(Angle of friction)φ'ニ等シトセバ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \frac{\sin^2(\theta - \phi)}{\sin^2 \theta \cdot \sin(\theta + \phi') \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \phi') \cdot \sin(\phi - \delta)}{\sin(\theta + \phi') \cdot \sin(\theta - \delta)}} \right]^2} \dots (900)$$

即チ「ケイン」氏 (Cain) 公式ヲ得可ク又 $\gamma = \delta, \theta = 90^\circ$ トセバ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \delta)}{\cos^2 \delta}} \right]^2} \dots (901)$$

即チ「ランキン」氏公式 ((892)ノ 變式ヲ得可シ更ニ $\gamma = 0$ トセバ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \frac{\sin^2(\theta - \phi)}{\sin^2 \theta \left[1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \delta)}{\sin \theta \cdot \sin(\theta - \delta)}} \right]^2} \dots (902)$$

(902) 式ニ於テ $\theta = 90^\circ$ トセバ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \frac{\cos^2 \phi}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \delta)}{\cos \delta}} \right]^2} \dots (903)$$

更ニ (903) 式ニ於テ $\delta = 0$ トセバ

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \frac{\cos^2 \phi}{(1 + \sin \phi)^2} = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{1}{2} \phi \right) \dots (904)$$

$$= \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \dots (905)$$

即チ過載荷重ヲ有セザル垂直壁ニ對スル「ランキン」氏公式ヲ得可シ

若シ γ ヲ知レバ以上ノ結果ハ圖式的ニ之ヲ求ムルコトヲ得可シ今第七百五十二圖ニ於テ A ヲリ BE へノ垂線 AF ト $\theta + \gamma - 90^\circ$ 即チ P ガ水平線トナス角度ニ等シキ角ヲ有スル AH ナル直線ヲ引キ BE ヲ直徑トシテ BKE ナル半圓ヲ畫キ BE ニ垂直ニ HK ヲ引キ B ヲ中心トシ BK ナル半徑ヲ以テ KD ナル弧ヲ畫キ BE-a,

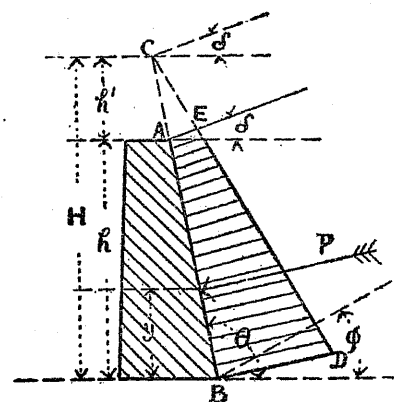
BD = b, BI = c トセバ

$b = \sqrt{a \cdot c}$. 次ニ AH = 平行 = CD ヲ引キ D ヲ中心トシ OD ヲ半徑トシテ CL ナル弧ヲ畫クトキハ BC ハ破壊面ヲ示シ P = ω 面積 CLD ヲ得可シ.

第四節 擁壁裏面ノ地盤上ニ他ノ荷重ヲ有スル場合ノ土壓.

若シ擁壁ノ裏面ニアル地盤上ニ他ノ荷重ヲ有スル時假令バ擁壁ノ頂堤ガ道路鐵道ノ路面若クハ材料貯藏用築堤トシテ使用セラル、ガ如キ場合ニハ此荷重ハ擁壁ニ過剩ノ壓力ヲ與フ可シ然ルトキハ之ヲ等値等布荷重 (Equivalent uniform load) = 換算シタル

第七百五十三圖



單位土壤重量ニテ除シタル等値高サ h' ヲ算出ス可シ假令バ壁長サ l' = 對シ 500# ノ等値等布荷重ヲ有スルトキハ土壤ノ單位重量ヲ 100# トセバ 5' ノ過載土壤ヲ有セルト同様ナリト考フルガ如シ今第七百五十三圖ニ於テ $h + h' = H$ トセバ H ナル高サノ擁壁ニ働ク合成壓力ハ

$$P'' = C \cdot \omega \cdot H^2$$

爾レテ h' ナル高サニ働クモノハ

$$P' = C \cdot \omega \cdot h'^2$$

故ニ AB ナル壁面ニ働ク壓力ハ

$$P = P'' - P' = C \cdot \omega \cdot (H^2 - h'^2) \dots (906)$$

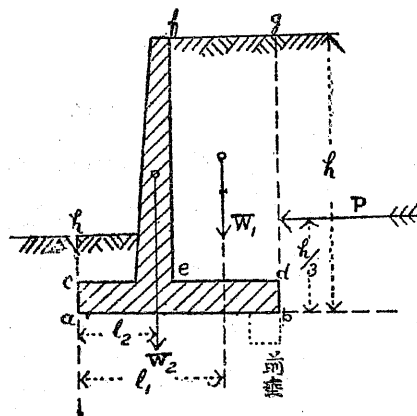
而シテ其働點ハ $AEDB$ ノ重心點ヲ通過セザル可ラザルヲ以テ

$$y = \frac{1}{3} \cdot \frac{H^2 + H \cdot l^2 - 2h^2}{H + h} \dots\dots\dots(907)$$

第五節 鐵筋混凝土擁壁ノ安定

鐵筋混凝土擁壁ト重力式擁壁トヲ間ハズ 1) 轉倒(Overturning) = 對スル安定(Stability), 2) 滑脫(Sliding) = 對スル安全 3) 材料ノ壓挫(Crushing) = 對スル抵抗ノ三條件ヲ完全ニ具備シタルモノニアラザレバ之ヲ適當ニ設計セラレタルモノト稱スラ得ズ。

第七百五十四圖



1) 轉倒ニ對スル安定ヲ得ル爲メニハ外趾(Outer toe)ニ關スル垂直荷重ノ力率ガ外力ノ轉倒力率ヨリモ大ナラザル可ラズ今第七百五十四圖ニ於テ W_1 ヲ $fedg$ ニ於ケル土壤ノ重量, W_2 ヲ擁壁及基礎ノ合成重量トセバ

$$W_1 \cdot l_1 + W_2 \cdot l_2 > P \cdot \frac{h}{3} \text{ナルヲ要ス}$$

即チ前者ヲ M_r , 後者ヲ M_o トセバ $\frac{M_r}{M_o}$ ハ安全率ヲ示シ鐵筋混凝土ノ場合ニアリテハ其値 1.5 乃至 2 ニテモ充分ナリトス何トナレバ擁壁ノ安定ハ bg 線ニ沿ヘル剪力ニ對スル土壤ノ抵抗及擁壁ノ前面ニ於ケル土壤ノ受動的壓力(Passive pressure)ニ依リテ増加セラル可ク ch 線以右土壤ノ重量及土壓ハ普通計算中ニ加入セザルモノトス何レモ安全率ヲ高ム可クレバナリ

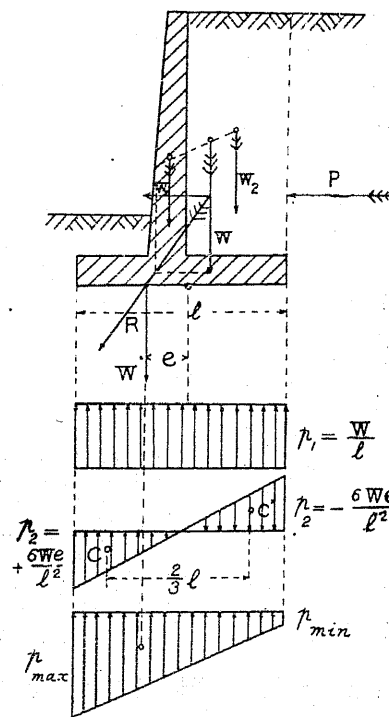
2) 基礎ニ來ル合成壓力ノ水平分力ハ擁壁ヲ滑脫セシメントス

ルノ傾向アリ此力ハ ca 面ニ於ケル土壤ノ應壓力及 F ナル摩擦力ニ依リテ抵抗セラル此摩擦力ハ垂直壓力ニ混凝土及土壤間ノ摩擦係數(Tangent of angle of friction)ヲ乘ジタルモノナリ即チ Ψ ヲ土壤及混凝土間ノ摩擦角度トセバ

$$F = (W_1 + W_2) \tan \Psi \dots\dots\dots(908)$$

若シ壁ノ滑脫セントスル場合ニハ bg 線ニ沿ヘル土壤ノ凝結力ハ滑脫ニ對スル安定ヲ増加ス可シ更ニ水平力ノ垂直力ニ於ケル比ハ摩擦角度ノ正切ヨリモ大ナル可ラズ若シ滑脫ニ對スル抵抗

第七百五十五圖



不充分ナルトキハ礎底ノ中部若クハ礎踵(Heel)ニ於テ更ニ垂直突出部即チ前垂ヲ構成シ摩擦ヲ増加スルノ策ヲ講ズベシ。

3) 第七百五十五圖ニ於テ合成壓力 R ノ垂直分力 W ハ底邊ニ於テ $p_1 = \frac{W}{l}$ ナル等布應力ヲ生ズル外 $W \cdot e$ ナル彎曲力率ヲ生ズルヲ以テ外趾ニ p_2 ナル壓力及礎踵ニ $-p_2$ ナル張力ヲ生ズ可シ而シテ彎曲ニ依リテ生ズル應張力ノ全量ハ其應壓力ノ全量即チ $\frac{1}{4} p_2 \cdot l$ ニ等シカラザル可ラズ此等ノ應力ハ各側ニ於ケル應力三角形ノ重心點 cc' 間ノ水平挺率ヲ有スル偶力(Couple)トシ

テ働ク可シ而シテ其抵抗力率ハ

$$M' = \frac{1}{4} p_2 l \cdot \frac{2}{3} l = \frac{1}{6} p_2 l^2$$

ニシテ前ノ轉倒力率ト同量ナラザル可ラサルヲ以テ $\frac{1}{6} p_2 l^2 = W.e$

故ニ

$$p_2 = \pm \frac{6 W.e}{l^2} \dots\dots\dots(909)$$

然ルトキハ礎端ニ於ケル全應力度ハ

$$p = p_1 \pm p_2 = p_1 \left(1 \pm 6 \frac{e}{l} \right) \dots\dots\dots(910)$$

○若シ $e = \frac{1}{6} l$ ナルトキハ $p = 2p_1$ 若クハ 0 トナル可シ故ニ礎底ニ毫モ張力ヲ生セザル爲メニハ合成力ハ礎底ノ中央 $\frac{1}{3}$ 以外ニ落ツ可ラズ而シテ p ナル力度ハ材料ノ許容應壓力度ヲ超過スベカラザルコト勿論ナリ鐵筋混凝土構造ニアリテハ混凝土ガ其許容應壓力度ヲ超過スル如キ場合ハ殆ントコレナキモ以上算定セル p ノ値ガ地盤ノ許容耐荷力ノ範圍内ニアルヤ否ヤヲ檢定スル爲メ 3)ノ條件ヲ考察スルコト又必要ナリトス。

第六節 擁壁ノ算定ニ必要ナル諸數

土壤ノ重量ハ其乾濕ノ度ニ從ツテ著シキ相違アリ普通ノ濕度ヲ有スル砂利ハ乾燥セルモノニ比シテ 2% ノ差ニ過ギザルモ細粒ノ濕砂ハ乾砂ニ比シテ 10% 大ナリ若シ擁壁ノ裏面ガ充分ノ疏水裝置ヲ有セズ水ニテ飽和サル、恐アルトキハ其土質ニ依リ 20 乃至 50% ノ重量ヲ増加スルコトアリ今其土壤ノ重量及其止動角ノ大要ヲ示セバ第四百七表ノ如シ。

基礎若クハ地盤ニ於ケル許容應壓力度ハ既ニ第七編第四百十

第四百七表

土壤ノ重量及止動角		
土 質	重量 (*//t³)	止 動 角
濕砂	110—120	15°—40°
乾砂及普通砂	90—110	25°—35°
砂利	110—135	30°—40°
玉石	120—135	30°—35°
搗固メタル土	90—100	30°—45°
粗鬆ナル土	75—90	30°—45°
濕潤セル土	100—105	20°—30°
粘土	115—120	20°—45°
砂交リ濕土	120—130	20°—25°
鑛滓	40—50	25°—40°

第四百八表

摩擦係數ノ値	
土 質	混凝土ニ對スル摩擦係數
搗固メタル土	0,5
濕土	0,33
小玉石	0,6
玉石	0,5
砂利	0,6
乾燥セル粘土	0,5
濕潤セル粘土	0,2
乾砂	0,5
普通若クハ濕砂	0,33—0,2
混凝土	0,65

三表ニ詳カナリ。

混凝土ニ對スル土壤ノ摩擦係數ニ關シテハ其詳細ノ實驗不明ナルモ大要第四百八表ノ如シ更ニ參考ノ爲メ他ノ材料ノ二三ニ就キテ其摩擦係數ヲ舉グレバ

- 石工ニ對スル石工 0,6—0,7 , 粘土層ニ對スル石工 0,33—0,51
- 土壤ニ對スル土壤 0,25—1,0 , 煉瓦ニ對スル煉瓦 0,7
- 粘土層ニ對スル土壤 0,31—1,0 , 砂利層ニ對スル土壤 0,7—1,11,

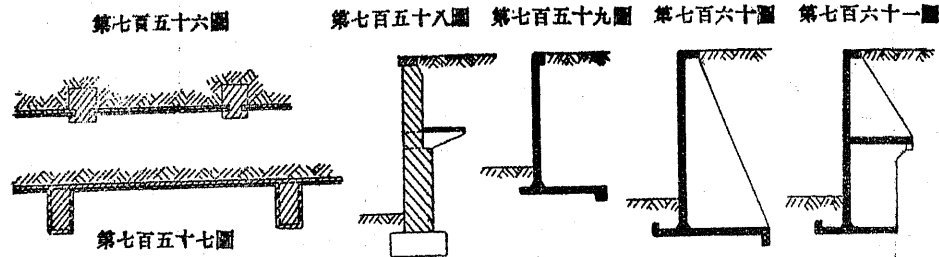
第七節 鐵筋混凝土擁壁ノ様式

鐵筋混凝土擁壁ノ様式ハ大要次ノ如ク區別スルコトヲ得可シ

- 1) 支柱ヲ有スル桁式 (第七百五十六圖及七百五十七圖)圖
- 2) 「シウデイ」式(Chaudy) (第七百五十八圖)
- 3) L形若クハ反仰丁形式 (第七百五十九圖)

4) 扶壁式 (第七百六十圖)

5) 特殊式 (七百六十一圖)



其内最モ一般ニ使用セラル、モノハ(3)若クハ(4)ノ種類ニシテ其他ハ特別ノ場合ニノミ應用セラル以下順ヲ遂フテ其設計ノ方法及構造ノ大要ヲ論述ス可シ。

第八節 支柱ヲ有スル桁式。

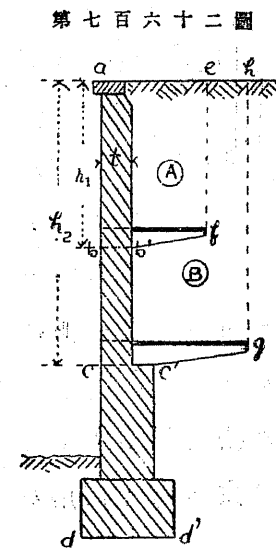
此様式ハ高キ擁壁ニハ使用スルコトナキモ或場合ニハ其構法ノ便利ナルコトアリ支柱ハ垂直若クハ少シク傾斜セル粗石積若クハ純混凝土ノ如キ重厚ナル材料ヲ用ヒ時トシテハ鐵筋混凝土トナスコトアリ支柱間ニハ單ニ土壓ニ堪ユ可キ單純ナル壁ヲ使用ス壁ハ直線若クハ拱形トシ土壓ハ壁ヨリ之ヲ支柱ニ傳導セシムルモノトス。

壁ハ二ツノ支點間ニ於ケル單純支持、一部緊定若クハ連續桁トシテ取扱ヒ高サニ依リテ變ズル土壓力度ニ從ヒ其寸法ヲ異ニス勿論主要鐵筋ハ水平ニ之ヲ配置シ豎筋ハ配力材トシテ使用セラレ壁ノ徑間ヲ t トシ壁幅 l ニ於ケル總土壓ヲ P トセバ支柱ハ Pl ナル總力ヲ受クルモノトシテ計算ス其算法全ク本篇第一章第三節ニ論述セルモノト同ジク風壓ニ代ユルニ土壓ヲ以テスルノ差

アルノミ

第九節 シュウテイ式。

此式ニアリテハ擁壁ノ安定ハ獨リ其自重ニ依リテ轉倒ヲ防止スルノミナラズ別ニ鐵筋混凝土床版ヲ添付シテ其上ニ來ル土塊ノ重量ヲ利用スルニアリ垂直壁(若シクハ傾斜面ヲ有スルモノ)ハ純若シクハ鐵筋混凝土ヨリ成リ是レニ桁桁式水平床版ヲ緊定ス此床版ノ緊定部ニハ大ナル張力ヲ生ズルヲ以テ勿論鐵筋混凝土



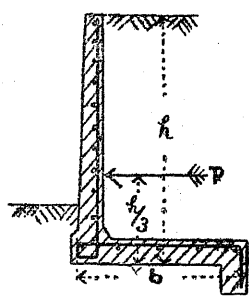
構法ニ依ラザル可ラズ其形第七百六十二圖ノ如ク一般ニハ $t=3'$ 内外ノ純混凝土トシ約 $10'$ ノ高サ毎ニ桁桁式床版ヲ取付ケ堅壁及床版ト \textcircled{A} ノ土壤トノ重量ガ土壓トナス合成壓力ハ bb' ナル底邊ノ中間 $\frac{1}{3}$ 點ニ近ク働ク様床版ノ長サヲ定メ常ニ堅壁ニハ毫モ張力ヲ與ヘザル様設計セザル可ラズ同様ニ此合成力ハ h_2-h_1 ノ堅壁及 \textcircled{B} 部ノ土壤トノ重量ガ其土壓トナス合成力ト合シテ更ニ新ラシキ合成力ヲ構成シ cc' ノ中間 $\frac{1}{3}$ 點ニ働ク様 cc' ヲ取擴グルヲ要ス。

此構法ハ在來ノ擁壁ヲ高ムルノ必要アル場合ニ應用スルニ最モ便利ナリ即チ $cc'dd'$ ヲ在來ノ壁高トシ之ヲ aa' 面迄高メントセバ先ヅ $c'g$ ナル桁桁式床版ヲ作り次ニ堅壁ヲ繼足シ裏込土壤ヲ加フルガ如キ順序ヲ取ル可シ其算法ハL形式ノ場合ト同一ナリ宜シク第十節ヲ參照ス可シ。

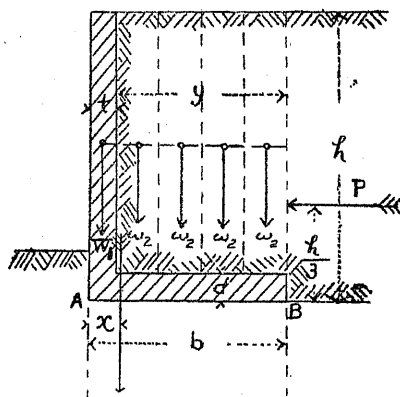
第十節 L形式。

L 形式擁壁ハ經濟的ニハ高サ 12' 内外迄之ヲ應用スルコトヲ
 得可シ堅壁ハ其合成土壓ガ基礎面以上土壤ノ高サハノ $\frac{1}{3}$ 點ニ働
 ケル桁トシテ計算ス可ク從ツテ第七百六十三圖ノ如ク主要鐵
 筋ハ垂直ヲ爲シテ壁ノ背面ニ配置セラル可シ底版ハ又其上部ニ

第七百六十三圖



第七百六十四圖



於ケル土壤
 ノ重量ト地
 盤ヨリ來ル
 反應カトノ
 差ニ依リテ
 生ズル荷重
 ヲ受クル桁
 トシテ算
 定ス可ク從

ツテ首要鐵筋ハ底版ノ上部水平ニ配置セラル可シ堅壁ハ上部ニ
 至ルニ從ヒ土壓ノ減少ニ連レ壁厚ヲ減ジ得ルヲ以テ前面ニ勾配
 ヲ付スルコトアルモ施工上ノ便宜ニ基キ屢々全部等厚トナスコ
 ト多シ「ワイシユケ」氏 (Weiske) ハ底版ノ幅 b ヲ定ム可キ實用公式
 ヲ次ノ如ク算出セリ第七百六十四圖ニ於テ

W_1 = 堅壁ノ重量.

M_1 = A ナル外趾ニ對スル W_1 ノ力率.

M_2 = 同上 P ナル水平土壓ノ力率.

ω_2 = 堅壁ノ背後ニアル y ナル幅ノ單位長ニ於ケル底版(扶壁
 アルトキハ之ヲ含ミテ全體等布荷重ト見做ス)及其上部
 土壤ノ荷重.

y = 所要底版ノ幅.

x = A 點ヨリ合成垂直力ノ働點マデノ距離.

p = A ナル外趾ニ於ケル地盤ノ許容耐荷力.

トシ擁壁ノ單位長ヲ考ヘ荷重ハ凡テ(*)、寸法ハ凡テ(′)ト假定ス然
 ルトキハ

I) A 點ノ壓力ガ與ヘラレタル許容耐荷力度 p = 達スル限度ニ
 於テハ

$$x = \frac{M_1 - M_2 + y \cdot \omega_2 \left(\frac{y}{2} + t \right)}{W_1 + y \cdot \omega_2} \dots \dots \dots (911)$$

p ナル許容力度ヲ超過セザル可キ條件ニ基キ

$$W_1 + y \cdot \omega_2 = \frac{p}{2} \cdot 3x \quad \text{ナル可キヲ以テ}$$

$$x = \frac{2(W_1 + y \cdot \omega_2)}{3p} \dots \dots \dots (912)$$

(911) 及 (912) ノ方程式ヨリ

$$(W_1 + y \cdot \omega_2)^2 = 1.5 p (M_1 - M_2) + 1.5 p \cdot y \cdot \omega_2 \left(\frac{y}{2} + t \right)$$

此式ハ y ノ二次方程式ナルヲ以テ之ヲ解キテ

$$y = -C + \sqrt{C^2 + D} \dots \dots \dots (913)$$

茲ニ

$$C = \frac{1.5 p \cdot t - W_1}{\frac{1.5}{2} p - \omega_2}$$

$$D = \frac{1.5 p (M_1 - M_2) + W_1^2}{\omega_2 \left(\frac{1.5}{2} p - \omega_2 \right)}$$

從ツテ

$$b = t + y \dots\dots\dots(914)$$

II) 底版ノ全部ニ等變的應壓力ヲ生ズルモノト考フル場合(即チ A 點ニアリテハ等布應力ノ二倍, B 點ニアリテハ 0 トナリタル時)ニハ

$$\omega = \frac{y+t}{3} \dots\dots\dots(915)$$

$$p = \frac{2(W_1 + y\omega_2)}{y+t} \dots\dots\dots(916)$$

(911) 及 (915) 式ヨリ

$$\frac{y+t}{3} = \frac{M_v - M_h + y\omega_2 \left(\frac{y}{2} + t\right)}{W_1 + y\omega_2}$$

此式ハ又 y ノ二次方程式ナルヲ以テ之ヲ解キテ

$$y = -C_1 + \sqrt{C_1^2 + D_1} \dots\dots\dots(917)$$

茲ニ

$$C_1 = \frac{2\omega_2 t - W_1}{\omega_2}$$

$$D_1 = \frac{6(M_h - M_v) + 2W_1 t}{\omega_2}$$

若シ壁ノ水平面上更ニ勾配ヲ有スル過載荷重アルトキハ土壓ノ方向ハ傾斜スベキヲ以テ之ヲ水平及垂直ノ二分力ニ分チ其垂直分力ハ之ヲ W_1 ニ加ヘタルモノヲ以テ合成垂直力ノ値ト假定ス可シ。

例題第九十一. 擁壁ノ高サ 12', 堅壁ノ平均厚サ 1', 底版ノ厚サ 1', 鐵筋混凝土ノ重量 150*/ft³, 土壤ノ重量 100*/ft³, 土壤ノ止動角 30°.

地盤ノ許容耐荷力度 2'/σ' トス底版ノ幅 b 及最大壓力度ヲ求ム。

答 $W_1 = 12 \cdot 1,0 \cdot 150 = 1800*$

$$\omega_2 = 1,0 \cdot 150 + (12 - 1) \cdot 100 = 1250*$$

$$P = \frac{1}{2} \omega \cdot h^2 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) = \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 12^2 \cdot \tan^2 30 = 2398$$

$$M_h = P \cdot \frac{h}{3} = 2398 \cdot \frac{12}{3} = 9592*$$

$$M_v = W_1 \cdot \frac{t}{2} = 1800 \cdot \frac{1}{2} = 900*$$

故ニ(II)ノ方法ニ據リ

$$C_1 = \frac{2\omega_2 t - W_1}{\omega_2} = \frac{2 \cdot 1250 \cdot 1 - 1800}{1250} = 0,56$$

$$D_1 = \frac{6(M_h - M_v) + 2W_1 t}{\omega_2} = \frac{6 \cdot (9592 - 900) + 2 \cdot 1800 \cdot 1}{1250} = 44,6$$

故ニ

$$y = -C_1 + \sqrt{C_1^2 + D_1} = -0,56 + \sqrt{0,56^2 + 44,6} = 6',15$$

(916) 式ニ依リ最大壓力度ハ

$$p = \frac{2(W_1 + \omega_2 y)}{y+t} = \frac{2(1800 + 1250 \cdot 6,15)}{6,15 + 1} = 2654*/\sigma'$$

$$= 1,19'/\sigma'$$

堅壁及底版ノ寸法算定ハ反仰 T 形式ト同一ナルヲ以テ茲ニ之ヲ略ス

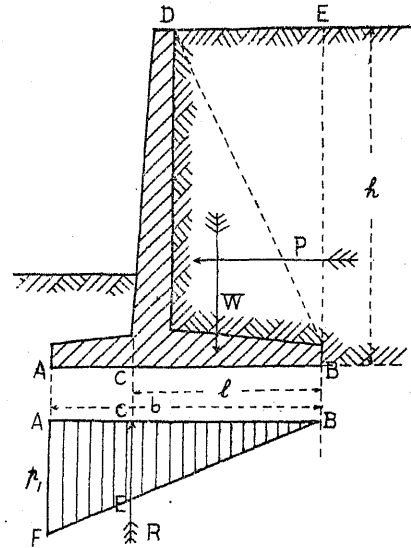
第十一節 反仰 T 形式

反仰 T 形式 (Inverted Tee form) 擁壁ノ底幅 b ヲ求ムルノ方法ハ一般ニ全幅 b = 對シ C 點ノ前部ニアル外趾 (Outer toe) ノ幅ハ $\frac{1}{3}b$ ト假定ス此假定ハ基礎壓力ノ力度ガ B ナル内踵 (Heel) = 於ケル最小値

ヨリ A ナル外趾縁端ニ於ケル最大値ニ至ル迄等變的ニ變化スルモノトシテ最モ經濟的ナル値ヲ得可ケレバナリ。

今第七百六十五圖ニ於テ堅壁及 OB 間ノ底版ヲ含ミテ EB ノ

第七百六十五圖



左ニアル土壤ノ重量ヲ W トス蓋シ壁及底版ノ容積ハ比較的小ナルヲ以テ土壤ト同重ナルモノト假定セリ此假定ハ寧ロ安全ナル誤謬ナル可シ更ニ DB ノ如キ扶壁ヲ有スル場合ニアリテモ同様ノ換算ヲ施ス可ク斯クテ b ノ値ハ亦扶壁式ニモ全然之ヲ應用シ得可シ更ニ ω ヲ土壤ノ單位重量トセバ

$$W = h.l.\omega$$

若シ $l < \frac{2}{3}b$ ナラバ $\frac{2}{3}b$ 點ニ對スル W ノ挺率ハ

$$\frac{1}{2}l + \left(\frac{2}{3}b - l\right) \text{ 或ハ } \frac{(4b-3l)}{6}$$

若シ $l > \frac{2}{3}b$ ナラハ同シク其挺率ハ

$$\frac{1}{2}l - \left(l - \frac{2}{3}b\right) = \frac{(4b-3l)}{6}$$

故ニ抵抗力率 M_r ハ

$$M_r = W \cdot \frac{(4b-3l)}{6} = h.l.\omega \cdot \frac{(4b-3l)}{6} \\ = \frac{2}{3}h.b.\omega.l - \frac{1}{2}h.\omega.l^2$$

l ニ對シ M_r ヲ微分シ之ヲ零ニ等シトセバ

$$\frac{dM_r}{dl} = \frac{2}{3}h.b.\omega - h.l.\omega = 0$$

即チ

$$l = \frac{2}{3}b \text{(918)}$$

今 $P = \omega \cdot \frac{h^2}{2} \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$ ナルヲ以テ

$$\frac{1}{2} \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) = a \text{ トセバ}$$

$$P = a.\omega.h^2$$

故ニ土壓ヨリノ轉倒力率ハ

$$M_p = a.\omega \cdot \frac{h^3}{3}$$

而シテ抵抗力率ハ

$$M_r = \frac{2}{3}h.b.\omega \cdot \frac{1}{3}b = \frac{2\omega.h.b^2}{9}$$

故ニ

$$a.\omega \cdot \frac{h^3}{3} = \frac{2\omega.h.b^2}{9}$$

$$b^2 = 1,5 a.h^2$$

$$b = h\sqrt{1,5a} \text{(919)}$$

即チ b ハ ω ナル重量ト無關係ナルヲ知ル第百四十九表ハ止動角ノ値ニ對シ安定ニ必要ナル b ノ値ヲ示スモノナリ。

最大壓力度ハ

$$p_t = \frac{2 \cdot \frac{2}{3}b.h.\omega}{b} = \frac{4}{3}\omega.h \text{(920)}$$

故 = $p_1 = 2.0/d'$ マデノ許容耐荷力ヲ有シ更ニ $\omega = 100^{\text{kg}}/f^2$ トセバ

第 百 四 十 九 表

土壤ノ止動角ニ對スル b ノ 値		
止動角度	a ノ 値	b ノ 値
20°	0,245	0,606 h
25°	0,203	0,555 h
30°	0,167	0,505 h
35°	0,135	0,450 h
40°	0,109	0,404 h
45°	0,086	0,360 h
50°	0,066	0,315 h

$$\frac{3p_1}{4\omega} = \frac{3 \cdot 240 \cdot 2,0}{4 \cdot 100} = 33/6$$

底版 AC ノ部分ハ 桁ノ働キヲ爲シ其荷重ハ ACEF ナル梯形ヲ以テ之ヲ表ハスコトヲ得可シ故ニ第七百六十六圖ニ於テ C 點ニ對スル力率ハ

$$= \frac{2}{3} p_1 \cdot \frac{b}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{b}{3} + \frac{1}{3} p_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{b}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{b}{3} = \frac{4}{81} \cdot p_1 \cdot b^2$$

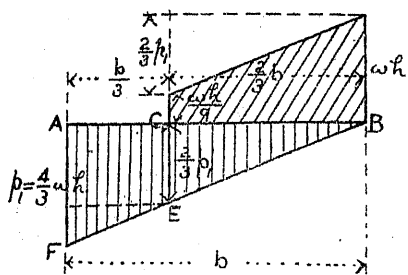
而シテ

$$p_1 = \frac{4}{3} \omega \cdot h \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$M_0 = \frac{16}{243} \omega \cdot h \cdot b^3 \dots\dots\dots(921)$$

次ニ O ヨリ B 迄ノ底版ニ關シテハ OB 上ノ土壤ハ $\omega \cdot h$ ノ等布力度ヲ以テ下方ニ働ク可ク更ニ CEB ナル三角形荷重ハ上方ニ働キ其値ハ B 點ノ壓力度 0 ナルトキハ $\frac{2}{3} p_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \omega \cdot h = \frac{8}{9} \omega \cdot h$ ナリ

第 七 百 六 十 六 圖



其許容シ得可キ壁ノ最大高サハ

故ニ C 點ニ於ケル以上ニツノ合成荷重力度ハ

$$\omega \cdot h - \frac{8}{9} \omega \cdot h = \frac{1}{9} \omega \cdot h$$

B 點ニ於ケル力度ハ $\omega \cdot h$ ナルヲ以テ C 點ニ於ケル力率ハ

$$M_0' = \frac{1}{9} \omega \cdot h \cdot \frac{2}{3} b \cdot \frac{1}{3} b + \frac{8}{9} \omega \cdot h \cdot \frac{2b}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} b$$

$$= \frac{38\omega \cdot h \cdot b^2}{243} \dots\dots\dots(922)$$

堅壁ハ上端ニ於テ零ニシテ壁底ニ於テ $\omega \cdot h \cdot \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$ ニ等シキ力度ヲ有スル三角形荷重ヲ受クル桁ト考ヘ任意其高サノ二三ヶ處ニ於ケル彎曲力率ヲ計算ス可ク上部ニ至ルニ從ヒ壁厚及鐵筋ヲ遞減ス可シ堅壁ノ下端ニ於ケル最大剪力ハ $C \cdot \omega \cdot h^2$ ニシテ一般ニ其値小ナルヲ以テ殆ンド強度ヲ檢定スルノ價値ナシ。

斯クノ如ク彎曲力率ヲ知レバ壁ノ寸法及鐵筋ノ量ハ第五編第二章ノ各公式ニ據リテ之ヲ求ムルコトヲ得可シ。

反仰 T 形式擁壁ハ普通 12' 乃至 18' ノ高サ迄之ヲ應用シ得可ク其以上ハ扶壁式ヲ使用スル方經濟的ナリ「バウムシュタルク」氏 (Baumstark) ハ反仰 T 形式及同形扶壁式ニ就キテ最モ實際的ナル假定ニ基キテ堅壁及底版ノ容積 V ヲ算出シ前者ニアリテハ

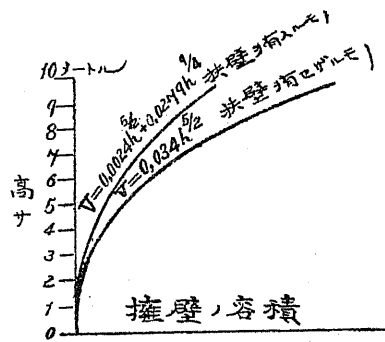
$$V = 0,034h^3 \dots\dots\dots(923)$$

後者ニアリテハ

$$V = 0,0024h^3 + 0,0279h^2 \dots\dots\dots(924)$$

ニテ表ハシ得ベキモノトセリ但シ h 及 V ハ「メートル」ヲ單位トシタルモノナリ斯クテ横距ニ容積ヲ縦距ニ h ヲ取リテ曲線ヲ畫キ其兩者ヲ比較スルトキハ第七百六十七圖ノ如キ圖表ヲ得可シ是ニ據

第七百六十七圖

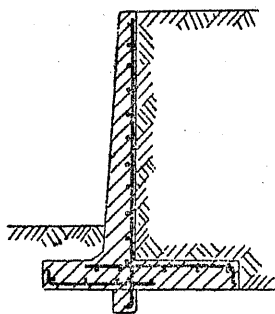


リテ之ヲ見ルニ高サ凡ソ 3m(10') マ
 デハ兩者ノ所要材料略相同ジキモ
 施工ノ容易ナルコト前者ハ後者ニ
 勝ルヲ以テ約 4m(13',2) 内外迄ハ前
 者ヲ使用スル方利益ナル可ク 4m
 以上トナレバ扶壁式ノ經濟的ナル
 ヲ結論シ得可シトセリ其詳細ハ千

九百八年 Eisen u. Beton. XVI ヲ参照ス可シ。

扶壁ヲ有セザル反仰丁形式ニ於ケル堅壁ノ鐵筋ハ之ヲ脊部ニ
 配置ス可ク終端ハ最大應力ヲ受クルヲ以テ其主要鐵筋緊定ノ方
 法ハ最モ注意ヲ要ス底版ハ剪力及附着力度ノ試算ヲ遂ゲ充分ナル
 設備ヲ施ス可シ前部底版ノ首要鐵筋ハ下部ニ後部底版ハ負載
 力率ヲ受クルヲ以テ之ヲ上部ニ配置ス可シ其一般裝置第七百六

第七百六十八圖



十八圖ノ如シ壁面ノ龜裂ヲ防止スル爲メ
 水平ノ方向ニ配力筋ヲ配置スルヲ要ス其
 單位斷面ニ要スル鐵筋ノ量ハ壁ノ重量大
 ナルニ從ヒ其率ヲ少クスルモ可ナリ何ト
 ナレバ溫度ノ變化ハ壁ノ重量増加ニ伴ヒ
 減少スベケレバナリ今若シ溫度ノ遞降ヲ
 50°, 鋼材ノ伸縮率ヲ 0,000006, 其彈性係數ヲ

30000000#/〇" トセバ鋼材ニ生ズル溫度應力ハ

$$50 \cdot 0,000006 \cdot 30000000 = 9000 \text{#/〇"}$$

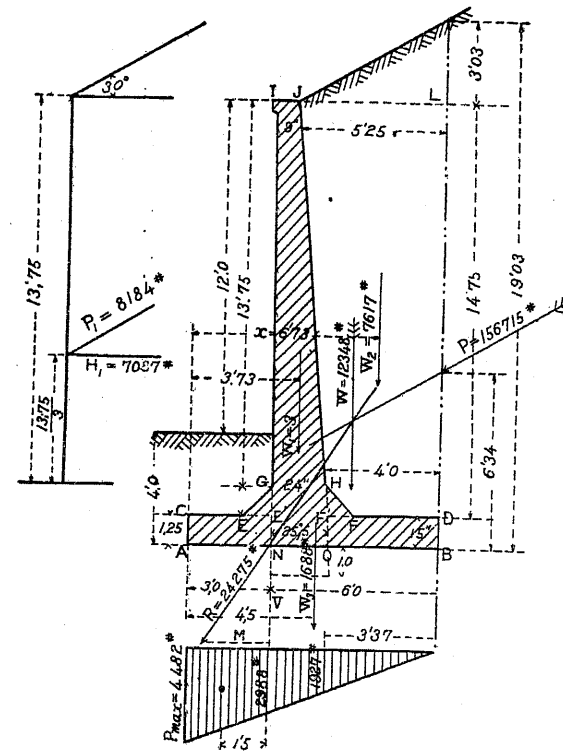
故ニ混凝土ノ應張力ヲ 200#/〇" トシ鋼材ノ彈性限度ヲ 40000#/〇" ト
 セバ有効應力ハ 40000 - 9000 = 31000#/〇". 從ツテ所要鋼材ノ百分率

ハ $p = \frac{200}{31000} = 0,00645$ ヲ要ス可シ故ニ實際ニアリテハ少クトモ
 0,4% 以上ノ水平鐵筋ヲ要ス可シ(本章第十四節参照)

鐵筋ノ被覆層ハ實驗ノ結果ニ依ルニ普通ノ配合ニシテ注意セ
 ル軟練ニアリテハ 1 1/2" 乃至 2" ニシテ監督不充分ナル個所ニアリ
 テハ 2" 乃至 4" ヲ要ス但シ何レノ場合ニモ充分裏込ノ疏水法ヲ講
 ズルコト必要ナリ底版ニ於ケル鐵筋ノ被覆ハ好良ナル地盤ニア
 リテハ 2" トシ精密ニ地盤ノ性質ヲ知リ難キ所ニアリテハ之ヲ 3"
 トス可シ。

例題第九十二 築堤ノ勾配及其土壤ノ止動角 30°ニ等シキモノ

第七百六十九圖



アリ其擁壁ノ高サ地
 盤上 12', 地盤ノ安全
 耐荷力 2,5#/〇', 土壤ノ
 重量 100#/ft³ トス擁
 壁ノ寸法及鐵筋ノ量
 ヲ求ム(第七百六十九
 圖)

答. 霜害ノ影響
 ヲ受ケザル爲メ擁壁
 ノ底面ヲ地盤面以下
 4' ノ深サニ据ウルモ
 ノトス而シテ計算ハ
 凡テ壁長 1' ニ就キテ
 之ヲ論ズ可シ。

1) 堅壁 堅壁ノ底

部接續點 GH 断面ヲ求ムルニハ先ツ底版ノ厚サヲ假定セザル可
ラズ今之ヲ 15" トシ更ニ底版ト堅壁トノ接續部ニ於テ應力ノ分
布ヲ等布的ナラシムル爲メ高サ 1' ノ間 1 割勾配ヲ付シ從ツテ壁
底 GH マデノ高サヲ 13',75 ト假定ス然ル時ハ第百四十六表ニ據リ

$$P = 0,483 \omega \cdot h^3 = \text{シテ } h = 13',75 \text{ ナルヲ以テ}$$

$$P_1 = 0,483 \cdot 100 \cdot 13,75^3 = 8184^*$$

此土壓ハ底部ヨリ高サノ $\frac{1}{3}$ 點ニ働ク可シ其水平分力ハ

$$H_1 = P_1 \cos 30^\circ = 8184 \cdot 0,866 = 7087^*$$

故ニ其轉倒力率ハ

$$M = 7087 \cdot \frac{1}{3} \cdot 13,75 = 32482^* = 389784^{**}$$

今 $\sigma_c = 450^*/\text{cm}^2$, $\sigma_t = 14000^*/\text{cm}^2$ トセバ第七十七表ニ據リ

$$h-a = 0,124 \sqrt{\frac{M}{b}} = 0,124 \sqrt{\frac{389784}{12}} = 22'',3$$

$$A_s = 0,000646 \sqrt{M \cdot b} = 0,000646 \sqrt{389784 \cdot 12} = 1,40\text{cm}^2$$

故ニ $a = 1'',7$ トシ $h = 24''$ トシ更ニ頂點ニ於ケル壁厚ヲ 9" ト假定
シ GH 断面マデ壁背ニ於テ一直線ノ勾配ヲ付ス可シ鐵筋ハ全高
ヲ三分シ GH 断面ヨリ $\frac{2}{3}$ 點マデハ直径 $\frac{3}{8}$ " ノモノ 5" 毎同ジク $\frac{1}{3}$ 點
マデハ 10" 毎頂點マデハ 20" 毎ニ各々 1 條ヲ使用ス。

GH 断面ニ於ケル應剪力度ハ (561) 式ニ據リ

$$\tau_{max} = \frac{V}{b \left(h - a - \frac{x}{3} \right)} \quad \text{然ルニ } V = 7087^*$$

$$x = \frac{15 \cdot 1,44}{12} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 12 \cdot 22,3}{15 \cdot 1,44}} - 1 \right] = 7'',3$$

ナルヲ以テ

$$\tau_{max} = \frac{7087}{12 \left(22,3 - \frac{7,4}{3} \right)} = 29,8^*/\text{cm}^2$$

即チ許容力度内ニアルヲ以テ別ニ繫索ヲ要セズ。

附着力度ハ (566) 式ニ據リ

$$\tau_{amax} = \frac{V}{p \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}, \quad p = 6'',6 \text{ ナルヲ以テ}$$

$$\tau_{amax} = \frac{7087}{6,6 \left(22,3 - \frac{7,4}{3} \right)} = 54,1^*/\text{cm}^2$$

故ニ同ジク許容力度ノ範圍内ニアルヲ知ル、

鐵筋ハ之ヲ緊定スル爲メ 50 d 丈ケ深ク底部ニ埋込ムヲ要ス(第
三編第一章第三節參照)即チ $50 \cdot \frac{7}{8} = 44''$ トナル可シ故ニ之ヲ底版
ノ下部迄折曲ゲ前部底版ノ補強鐵筋ト兼用セシム。

次ニ堅壁ノ表面ニ於ケル裂罅ヲ避クル爲メ多少水平ノ鐵筋ヲ
挿入スルヲ要ス裂罅ハ一般ニ頂部及外面ニ近ク起ルヲ以テ收縮
及溫度應力ニ對抗スル爲メ其断面ノ 0,4% ヲ使用スルモノトシ平
均断面ヲ $16'' \times 12''$ トセバ $0,004 \cdot 16 \cdot 12 = 0,77\text{cm}^2$ 即チ壁高 1' ニ付キ直
徑 $\frac{3}{16}$ " ノモノ 3 條ヲ要ス故ニ前部ニアリテハ 6", 後部ニアリテハ
12" 毎ニ各 1 條ヲ配置ス可シ

2) 底版 若シ擁壁正確ニ設計セラレオル場合ニハ凡テノ合成
壓力ハ床版ノ中央 $\frac{1}{3}$ 區域内ニアラザル可ラズ若シ堅壁頂點ノ地
盤水平ナルトキハ第百四十九表ニ據リ

$$b = 0,505 h = 0,505 \cdot 16 = 8',08$$

但シ此場合ニハ過載荷重アルヲ以テ $b = 9'$ トシ更ニ前ノ如ク厚

サヲ 15' ト假定シ其壓力ノ分配ヲ研究ス可シ今

$W_1 = EF'IJ$ ナル壁ノ重量

$W_2 = JKDF'$ ナル土壤ノ重量 ($HF'F$ ハ之ヲ土壤ト見做ス)

$W_3 = CABD$ ナル底版ノ重量

トセバ

$$W_1 = 14.75 \cdot \frac{9+24}{2.12} \cdot 150 = 3043^*$$

$$W_2 = \left(14.75 \cdot \frac{4.0+5.25}{2} + \frac{5.25 \cdot 3.03}{2} \right) \cdot 100 = 7617^*$$

$$W_3 = 1.25 \cdot 9.0 \cdot 150 = 1688^*$$

外趾縁端 AC ヨリ此等重量ノ重心ニ至ル距離ヲ求ムルトキハ夫々圖ノ如クナルヲ以テ今 CE' 上ノ土壤重量ヲ無視シ A 點ニ對スル以上各重量ノ合成働點ヲ求ムルトキハ

$$x = \frac{3043 \cdot 3.73 + 7617 \cdot 6.73 + 1688 \cdot 4.5}{3043 + 7617 + 1688} = 5'.68$$

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = 12348^*$$

次ニ BK ナル土壤垂直面ニ働ク土壓ハ

$$P = 0.433 \cdot 19.03^2 \cdot 100 = 15675^*$$

此土壤ハ B 點上 $6'.34$ ニ働ク可シ今 W 及 P ノ合成壓力ヲ求ムルトキハ圖ノ如ク $R = 24275^*$ トナリ A 點ヲ去ル約 $3'.0$ ニ働ク可シ而シテ其垂直分力 $V = 20170^*$ ニシテ底部中心ヲ去ル $1'.5$ ノ點ニアリ故ニ直接應力及彎曲應力ハ夫々

$$p_1 = \frac{20170}{9} = 2241^*$$

$$p_2 = \frac{6 \cdot 20170 \cdot 1.5}{9^2} = 2241^*$$

故ニ A 點ニ於ケル最大壓力ハ

$$p_{max} = p_1 + p_2 = 2 \cdot 2241 = 4482^*$$

B 點ニ於ケル最小壓力ハ

$$p_{min} = p_1 - p_2 = 0.$$

次ニ混凝土及土壤間ノ摩擦係數ヲ 0.5 トセバ滑動ニ對スル抵抗ハ $0.5 \cdot 20170 = 10085^*$ トナリ更ニ擁壁ニ滑動ヲ與ヘントスル全水平力 $H = 13580^*$ ナリ故ニ此場合ニハ點線ニテ示セルガ如ク NO ノ下ニ或前垂ヲ設クルコト必要ナル可シ

次ニ GN ノ右側ニ於ケル底版ノ厚サヲ定ム可シ此底版ニ働ク外力ハ $F'D$ 以上ノ土壤、 $OHFDB$ ノ混凝土及地盤ヨリノ反應力是レナリ但シ土壓力ノ垂直分力ハ其量少キヲ以テ之ヲ無視ス可シ

故ニ OF' 點ニ於ケル剪力ハ

$$V = 7617 + 3.87 \cdot 1.25 \cdot 150 - \frac{1927}{2} \cdot 3.87$$

$$= 7617 + 726 - 3729 = 4614^*$$

同断面ニ於ケル彎曲力率ハ

$$M_0 = (7617 + 726) \cdot \frac{3.87}{2} - 3729 \cdot \frac{3.87}{3} = 11375^* = 136500''^*$$

此力率ハ負號ヲ有スベキモノナリ斯クテ

$$h-a = 0.124 \sqrt{\frac{M}{h}} = 0.124 \sqrt{\frac{136500}{12}} = 13''.2$$

$$A_s = 0,000646 \sqrt{136500 \cdot 12} = 0,89 \text{ 〃}$$

故ニ 8〃 毎ニ 直徑 7/8〃 ノ 鐵筋 1 條ヲ 要ス。

以上ノ 寸法ニ 從ヒ $a = 1,6$ トシ $h = 15$ ト 假定セバ

$$x = \frac{15 \cdot \left(\frac{12}{8}\right) \cdot 0,6}{12} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 12 \cdot 13,2}{15 \cdot \left(\frac{12}{8}\right) \cdot 0,6}} - 1 \right] = 4,5$$

故ニ 附着力度ハ

$$\tau_{amax} = \frac{V}{p \left(h - a - \frac{x}{3} \right)} = \frac{4614}{2,75 \cdot \frac{12}{8} \cdot \left(13,4 - \frac{4,5}{3} \right)} = 94 \text{ 〃/〃}$$

即チ 許容應力度ヲ 超過スルコト 稍々 多キヲ 以テ OF' ノ 厚サハ 許容附着力度ニ 依リテ 支配サレザル可ラズ 今其値ヲ 75 〃/〃 ト 假定シ $\left(h - a - \frac{x}{3} \right) = k \cdot h$ トセバ k ハ 普通約 $7/8$ ナルヲ 以テ 8〃 毎ニ 直徑 7/8〃 ノ 鐵筋ヲ 用フルトキハ

$$h = \frac{V}{p \cdot k \cdot \tau_{amax}} = \frac{4614}{2,75 \cdot \left(\frac{12}{8}\right) \cdot \frac{7}{8} \cdot 75} = 17 \text{ 〃}$$

トナル可シ 本設計ニ アリテハ 圖ノ 如ク $F'H$ ノ 高サヲ 12〃 トシ 合計 27〃 ノ 厚サヲ 使用セリ 然レトキハ 此場合ニハ $a = 13,5$ ナルヲ 以テ

$$x = \frac{15 \cdot \left(\frac{12}{8}\right) \cdot 0,6}{12} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 12 \cdot (27 - 13,5)}{15 \cdot \left(\frac{12}{8}\right) \cdot 0,6}} - 1 \right] = 4,5$$

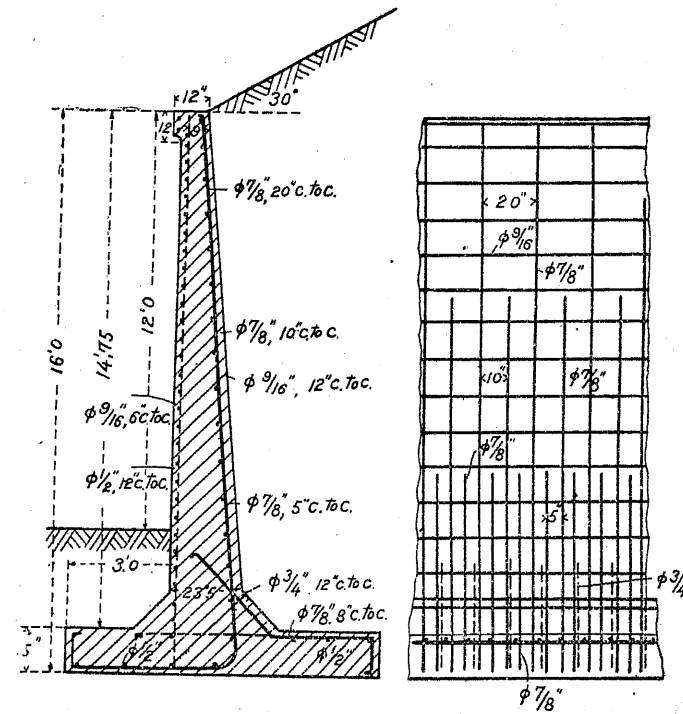
故ニ 最大應剪力度ハ

$$\tau_{amax} = \frac{V}{p \left(h - a - \frac{x}{3} \right)} = \frac{4614}{2,75 \cdot \frac{12}{8} \cdot \left(25 - \frac{4,5}{3} \right)} = 47,6 \text{ 〃/〃}$$

即チ 繫索ヲ 要セザルヲ 知ル

鐵筋ノ 緊定ハ 前述ノ 如ク $50d = 50 \cdot \frac{7}{8} = 44 \text{ 〃}$ ノ 埋込ヲ 要ス

第 七 百 七 十 圖



次ニ $E'N$ ノ 左方ニ 於ケル 底版ヲ 考フルニ 底版上ノ 土 壤ハ 混凝土ノ 施工後 埋戻ス モノナルヲ 以テ 其向下 重量ハ 一般ニ 之ヲ 無視シ 外力ハ 底版ノ 向下 重量ト 地盤ノ 向上 反壓力ト ノ 二種ヲ 考フ可シ 然ルトキハ

N 點ニ 於ケル 向上 彎曲力率ハ

$$3 \frac{4482 + 2988}{2} \cdot 1,6 - 1,25 \cdot 3,0 \cdot 150 \cdot \frac{3}{2} = 17084 \text{ 〃} = 205008 \text{ 〃}^2$$

同ジク 該點ニ 於ケル 剪力ハ

$$V = \frac{4482 + 2988}{2} \cdot 3 - 1,25 \cdot 3 \cdot 150 = 10642 \text{ 〃}$$

前ト 同様 底版ノ 厚サハ 附着力度ニ 依リテ 支配セラル可キヲ 以テ 今 鐵筋ヲ 壁ニ 使用シタルモノヲ 延長シテ 5〃 毎ニ 直徑 7/8〃 ノ

モノ 1 條宛ヲ配置スルモノトセバ

$$h = \frac{V}{p \cdot k \cdot \tau_{max}} = \frac{10642}{2,75 \cdot \left(\frac{12}{5}\right) \cdot \frac{7}{8} \cdot 75} = 24'',6$$

故ニ右側ト全ク同様ノ厚サ (27'') ヲ用フ可シ然ルトキハ

$$x = 15 \cdot \frac{\left(\frac{12}{5}\right) 0,6}{12} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 12 \cdot (27-2)}{15 \cdot \left(\frac{12}{5}\right) \cdot 0,6}} - 1 \right] = 7'',87$$

故ニ最大應剪力度ハ

$$\tau_{max} = \frac{V}{b \left\{ h - a - \frac{x}{3} \right\}} = \frac{10642}{12 \left\{ 25 - \frac{7,87}{3} \right\}} = 39,5 \text{ #/}''$$

即チ繫索ヲ要セザルヲ知ル

堅壁底版トモ猶他ノ二三ヶ處ニ於テ寸法ヲ確定スルノ必要アルモ其方法全ク同一ナルヲ以テ之ヲ略シ第七百七十圖ニ於テ其設計ノ大要ヲ示ス

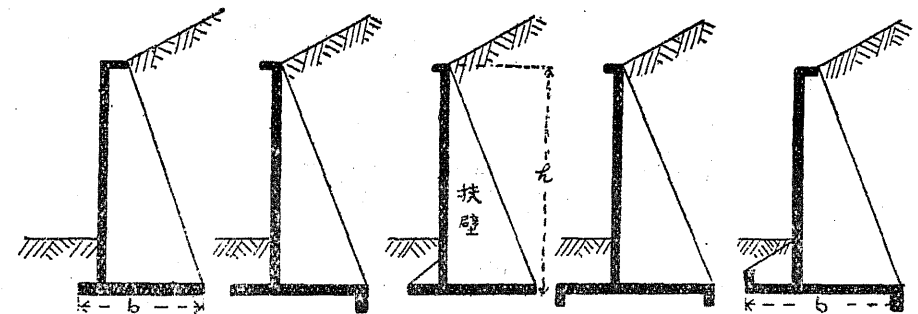
第十二節 扶壁式

前節ニ於テ「バウムシュタルク」氏ノ解説圖式ニテ示セルガ如ク高サ 13' 内外迄ハ L 形式及反仰 T 形式ハ構法簡單ニシテ材料ノ所要量少ナキモ高サヲ増加スルニ從ヒ扶壁式ノ方經濟的トナル可シ其實際高サノ限度ハ一定シ難シト雖ドモ地盤面上 15' 以上ニハ後者ヲ採用スル方確カニ利益ナリトス

扶壁式ニアリテハ堅壁ハ適當ノ間隔ニ置カレタル垂直扶壁 (Vertical ribs or Counterforts) ニ依リテ支ヘラル、外反仰 T 形式ト同形ナリ堅壁ハ水平條片 (Horizontal strips) ノ列ヨリ成リ一部連續的

ニシテ等布荷重ヲ有スル床版トシテ之ヲ取扱フ可シ故ニ各條片ニ受クル壓力度ハ高サト共ニ増加ス可ク又其鐵筋ノ配置ハ反仰 T 形式ト異ニシテ主要鐵筋ハ水平配置ヲ本體トス後部底版ハ扶壁ニテ支持セラレ又等布荷重ヲ受クル條片ノ集合ト考エ其荷重ハ底版ノ自重土壤ノ向下壓力及地盤ヨリノ向上反應力ヨリ成ルモノトシ鐵筋ノ配置ハ中央ニ於テ下部ニ又扶壁端ニ近ク上部ニ配置セラル可シ前部底版ハ全ク反仰 T 形式ノ場合ト同一ニ之ヲ取扱フ可ク若シ其突出部長キトキハ更ニ小ナル扶壁ヲ添和スルコトアリ此場合ニハ亦一部連續的ノ床版トシテ之ヲ考フ可キモノトス扶壁ハ堅壁及底版ニ緊定シ T 形桁ノ作用ヲ爲シ外方荷重ハ土壓ヲ受ケタル堅壁ヨリ來ルモノトス其厚サハ剛直 (Rigidity) ヲ保持シ補強鐵筋ヲ配置スルニ充分ナル程度ナラザル可ラズ主要鐵筋ハ扶壁ノ縁端ニ近ク配置セラレ殊ニ下端ニ近ク其所要量大ニシテ深ク之ヲ底版中ニ緊定スルヲ要ス更ニ扶壁ト底版トノ

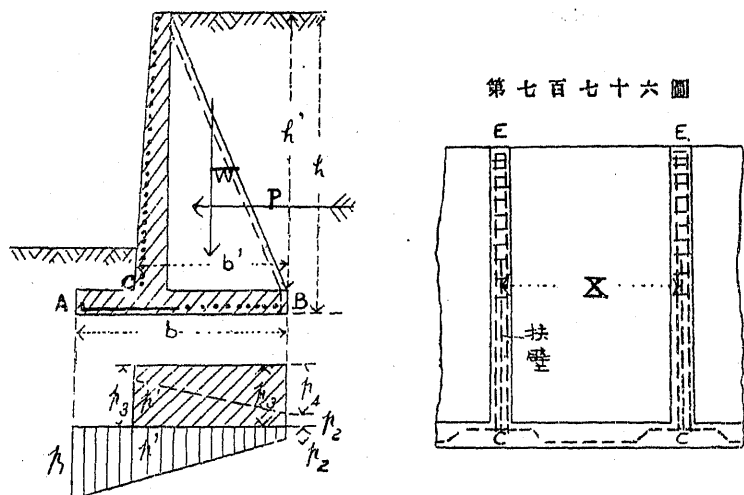
第七百七十一圖 第七百七十二圖 第七百七十三圖 第七百七十四圖 第七百七十五圖



應力配布ヲ等調ナラシムル爲メ縱横ニ配力鐵筋ヲ配置セザル可ラズ算定ノ結果滑動ニ對スル抵抗少ナキトキハ底版ノ前趾後踵

若クハ其兩方ニ更ニ前垂ヲ添和スルコトアリ第七百七十一圖以下第七百七十五圖ニ於テ其一般斷面ヲ示ス

底版ノ幅 b ハ第十一節ニ於テ論ジタルモノト全ク同様ニ之ヲ



第七百七十六圖

定ムルコトヲ得可ク更ニ扶壁ノ間隔ヲ經濟的ニ定メントセバ次ノ方法ニ據ル可シ今第七百七十六圖ニ於テ

X = 扶壁間ノ中心間隔(')

h' = 底版上面マデノ高サ(')

b' = 底版 CB ノ幅(')

t_1, t_2, t_3 = 壁底版及扶壁ノ有效厚(") ($h-a$ = 對應スルモノ)

トシ擁壁長サ l' = 對シ各部混凝土ノ容積割合ヲ定メ此容積ヲ最小トナス可キ X ノ値ヲ求ム可シ前部底版ハ扶壁間隔ト無關係ナルヲ以テ之ヲ除キ被覆厚 a ハ何レノ場合ニモ同量ヲ要スルモノトシテ之ヲ無視ス可シ

最初 h 及 X = 對シテ t_1, t_2 及 t_3 ノ形式ヲ定メ其形式ニ從ツテ各部ノ容積ヲ算出ス可シ壁底ニ於ケル最大單位壓力ハ壁底ニ起リ本章第二節(894)式ニ依リ $2C_1 \omega h'$ トナル可シ今壁底ノ高サ l' ノ條片ヲ取リ扶壁間隔ヲ其徑間トセバ最大彎曲力率ハ

$$M = \frac{2C_1 \omega h' X^2 \cdot 12}{10} = \frac{12}{5} C_1 \omega h' X^2 = C_1' X^{2/3}$$

$$(C_1' = \frac{12}{5} C_1 \omega h' = \text{定數})$$

第七十七表ニ據リ

$$t_1 = a \sqrt{\frac{M}{b}} = a \sqrt{\frac{C_1'}{b}} X = C_2' X''$$

$$(C_2' = a \sqrt{\frac{C_1'}{b}} = \text{定數}, b \text{ ハ此場合ニハ } 12'')$$

故ニ壁長 l' = 對スル容積ハ

$$V_1 = \frac{C_2' X}{12} \cdot 1.0 \cdot h' = \frac{C_2' h'}{12} X = C_3' X^{3/2}$$

$$\left\{ C_3' = \frac{C_2' h'}{12} = \text{定數} \right\}$$

底版 = 働ク最大單位荷重ハ $p_1 - p_2 = p_4^*$ ナリ故ニ其最大彎曲力率

$$M = \frac{p_4 \cdot 12 \cdot X^2}{10} = C_4' X^{2/3}$$

$$(C_4' = \frac{6p_4}{5} = \text{定數})$$

其厚サハ

$$t_2 = a \sqrt{\frac{M}{b}} = a \sqrt{\frac{C_4'}{b}} X = C_5' X''$$

$$\left\{ C_5 = a \sqrt{\frac{C_4}{b}} = \text{定数} \right\}$$

故 = 壁長 1' = 對スル底版ノ容積ハ

$$V_2 = \frac{C_5 \cdot X}{12} \cdot 1.0 \cdot b' = \frac{C_5 \cdot b'}{12} \cdot X = C_6 \cdot X^2$$

$$\left\{ C = \frac{C_5 \cdot b'}{12} = \text{定数} \right\}$$

扶壁ノ容積ハ $\frac{h' \cdot b' \cdot t_3}{2.12}$ ナルヲ以テ壁長 1' = 對スルモノハ

$$V_3 = \frac{h' \cdot b' \cdot t_3}{24 X} = \frac{C_7}{X}$$

$$\left\{ C_7 = \frac{h' \cdot b' \cdot t_3}{24} = \text{定数} \right\}$$

一般 = 扶壁ノ單位容積 = 於ケル費用ハ普通壁ノ部分 = 比シテ高價ナルヲ以テ今其 100% 丈ケ容積ヲ増加セルモノト同様ナリト假定セバ

$$V_3 = \frac{2 C_7}{X} \quad \text{トナル可シ}$$

故 = 擁壁ノ長サ 1' = 對スル總容積ハ

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = C_3 \cdot X + C_6 \cdot X + \frac{2 C_7}{X}$$

$$= (C_3 + C_6) X + \frac{2 C_7}{X}$$

Vヲ X = 對シテ微分シ之ヲ零 = 等シトセバ

$$\frac{dV}{dX} = C_3 + C_6 - \frac{2 C_7}{X^2} = 0$$

故 =

$$X = \sqrt{\frac{2 C_7}{C_3 + C_6}}$$

$$= \sqrt{\frac{\frac{2 h' \cdot b' \cdot t_3}{24}}{\frac{C_3 \cdot h'}{12} + \frac{C_6 \cdot b'}{12}}} = \sqrt{\frac{\frac{h' \cdot b' \cdot t_3}{12}}{\frac{a \sqrt{\frac{C_4}{b}} \cdot h'}{12} + \frac{a \sqrt{\frac{C_4}{b}} \cdot b'}{12}}}$$

$$= \sqrt{\frac{h' \cdot b' \cdot t_3}{a \sqrt{\frac{12}{5b}} \cdot C \cdot \omega \cdot h' \quad h' + a \sqrt{\frac{6}{5}} \cdot \frac{p_4}{b} \cdot b'}} \dots \dots \dots (925)$$

aノ値ハ第七十七表, Cノ値ハ第四百十六表ニ據ル可ク t_3 ハ一般 = 實際設計ノ平均値 $\frac{h}{20}$ ト假定ス可シ

例題第九十三. 地盤上高サ 20'ノ扶壁式擁壁ヲ設計セントス土壤ノ重量 = 100*/ft³, 土壤頂面水平ニシテ其止動角 = 30°, 其最大許容堪荷力 = 4000*/o'トシ擁壁ノ寸法ヲ求ム(第七百七十七圖)

答 霜害ヲ避クル爲メ底版ハ地盤面以下 4'ニ据ユルモノトセバ擁壁ノ總高 24'トナル可シ而シテ其底版ノ幅ハ第四百十九表ニ據リ $\phi = 30^\circ$ ナルトキハ

$$b = 0.505 h = 0.505 \cdot 24 = 12'.12$$

茲ニハ $b = 13'$ トシ堅壁ノ前部ニアル底版ノ長サ 4'.5, 其後部ヲ 8'.5ト定メ更ニ其厚サヲ全部 18''ト假定ス

初メ擁壁ノ安定ヲ試算センニ壁長 1'ニ働ク全土壓ハ

$$P = C \cdot \omega \cdot h^2 = 0.167 \cdot 100 \cdot 24^2 = 9620*$$

其働點ハ AB 線上 8' ($= \frac{24}{3}$)ニアリ更ニ後ニ算定ス可キ堅壁ノ厚サヲ上下ヲ通シテ先ヅ 10''ト假定ス然ルトキハ

$$W_1 = \frac{10}{12} \cdot 22,5 \cdot 150 = 2813^*$$

$$W_2 = 7,67 \cdot 22,5 \cdot 100 = 17258^*$$

$$W_3 = 13 \cdot 1,5 \cdot 150 = 2925^*$$

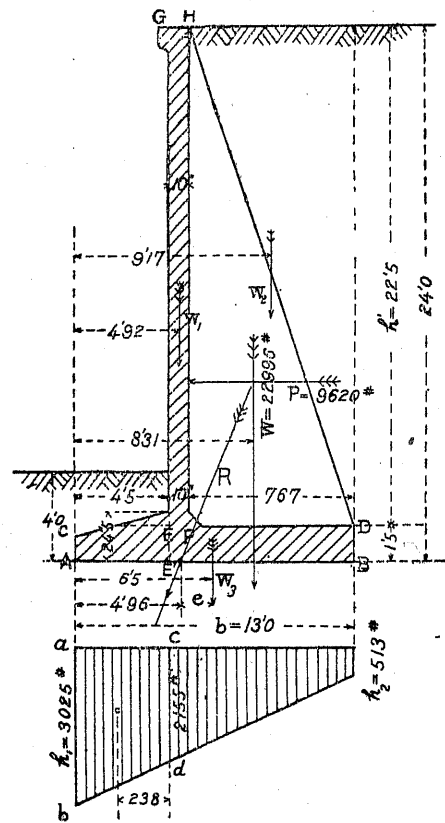
A 點ニ關シ W_1, W_2 及 W_3 ノ重心點ヲ求ムレバ

$$x = \frac{2813 \cdot 4,92 + 17258 \cdot 9,17 + 2925 \cdot 6,5}{2813 + 17258 + 2925} = 8,31$$

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = 22996^*$$

P 及 W ヨリ成ル合成力ノ働點ハ A 點ヲ去ル 4,96 ノ處ニアリ故ニ

第七百七十七圖



底版ノ中心ヨリノ偏倚距離

$$e = \frac{13}{2} - 4,96 = 1,54 \text{ ナリ然}$$

ルトキハ地盤ニ來ル壓力度ハ

$$p_1 = \frac{W}{b} \left\{ 1 + \frac{6 \cdot e}{b} \right\} \\ = \frac{22996}{13} \left\{ 1 + \frac{6 \cdot 1,54}{13} \right\} \\ = 3025^*$$

$$p_2 = \frac{W}{b} \left\{ 1 - \frac{6 \cdot e}{b} \right\} \\ = \frac{22996}{13} \left\{ 1 - \frac{6 \cdot 1,54}{13} \right\} \\ = 513^*$$

滑動ニ對スル摩擦係數ヲ 0,5

トセバ摩擦抵抗ハ

$$22996 \cdot 0,5 = 11498^* > P$$

故ニ滑動ニ對シテハ特殊ノ設

備ヲ要セズ

扶壁ノ經濟的間隔ヲ定メンニハ FD ナル底版以上ノ土壤ノ重量ハ 17258* ナルヲ以テ其底版ニ與フル等布力度ハ

$$p_0 = \frac{17258}{7,67} = 2250^*/\sigma'$$

更ニ地盤ヨリノ向上反應力ハ B 點ニ於テ最小ニシテ漸次左方ニ向ケ遞増ス可キヲ以テ底版ニ受クル合成最大壓力ハ底版ノ右端ニ起ル可シ即チ

$$p_1 = 2250 + 1,5 \cdot 150 - 513 = 1962^*/\sigma'$$

今 $\sigma_0 = 500^*/\sigma'$, $\sigma_0 = 14000^*/\sigma'$ トセハ第七十七表ニ據リ

$$a = 0,114 \text{ 而シテ扶壁ノ幅ハ}$$

$$t_0 = \frac{h'}{20} = \frac{22,5}{20} = 1,125 = 13'',5$$

茲ニハ $t_0 = 14''$ ト假定ス整壁ノ厚サハ未ダ確定セザルモ先ヅ

10'' ト見做セバ $b' = 7,67 + \frac{10}{12} = 8,5$ 第四百十六表ヨリ

$$C = 0,167, \text{ 更ニ } b = 12', \quad h' = 22',5 \quad p_1 = 1962^* \text{ ナルヲ以テ}$$

$$X = \sqrt{\frac{h' \cdot b' \cdot t_0}{a \sqrt{\frac{12}{5b}} C \omega h' \cdot h' + a \sqrt{\frac{6}{5}} \frac{p_1 \cdot b'}{b}}} \\ = \sqrt{\frac{22,5 \cdot 8,5 \cdot 14}{0,114 \sqrt{\frac{12}{5 \cdot 12}} \cdot 0,167 \cdot 100 \cdot 22,5 \cdot 22,5 + 0,114 \sqrt{\frac{6}{5}} \cdot \frac{1962}{13} \cdot 8,5}} \\ = 8',65$$

故ニ茲ニハ $X = 8',65$ ト定ム可シ

1) 整壁. 土壓ハ高サト共ニ増加スルヲ以テ高サニ沿ヒ二三ヶ處ニ於テ寸法ヲ檢定セザル可ラズ其最大壓力度ハ其底部ニ起ル

可シ今 EF 上 $1'$ ノ単位幅ヲ有スル桁ニ受クル土壓力度ハ

$$2 C. \omega. h' = 2. 0,167. 100. 22,5 = 752 \#/\sigma'$$

故ニ其最大彎曲力率ハ

$$M = \frac{752. 8,5^2}{10} = 5433 \# = 65196 \#/\sigma'$$

故ニ有效厚ハ

$$h-a = 0,114 \sqrt{\frac{65196}{12}} = 8,4$$

故ニ被覆厚 $a = 1'',6$ トセバ $h = t_1 = 10''$ 即チ前ノ假定ト一致ス可シ

$$A_s = 0,00071 \sqrt{65196. 12} = 0,63 \sigma''$$

故ニ直徑 $\frac{5}{8}''$ ノモノ $5''$ 毎ニ 1 條ヲ配付ス可シ施工上ノ便宜ノ爲メ混凝土ノ厚サハ全部ヲ通シテ一様トシ夫々必要ノ鐵筋ヲ計算セバ

計算點	混凝土ノ厚	鐵筋ノ直徑	所要鐵筋ノ距離
17'	10''	$\frac{5}{8}''$	8''
12'	10''	$\frac{5}{8}''$	12''
7'	10''	$\frac{1}{2}''$	12''

扶壁點ニ於ケル彎曲力率ハ負號ヲ有スルモ其量ハ徑間中央ノ正號力率ト同一ト見做ス可シ此負號力率ハ扶壁ノ各側徑間ノ約 $\frac{1}{5}$ ノ間ニ働クヲ以テ茲ニ其長サニ相當セル短キ圓錐ヲ用フルカ。若クハ中央部使用ノ圓錐ヲ扶壁點ニ近ク折曲グ可ク本設計ニアリニハ第一ノ方法ヲ取ル可シ

次ニ應剪力及附着力ヲ檢定セザル可ラズ此二應力ハ何レモ堅

壁ノ底部ニ於テ最大ナル可シ故ニ

$$V = 752. \left(\frac{8,5}{2} - \frac{14}{12} \cdot \frac{1}{2} \right) = 2760 \#$$

扶壁點ニ於ケル鐵筋ノ寸法及配置ガ徑間ノ中央ニ於ケルモノト同様ナリトセバ

$$x = \frac{15. \left(\frac{12}{5} \right) \cdot 0,3}{12} \left[\sqrt{1 + \frac{2. 12. 8,4}{15. \left(\frac{12}{5} \right) \cdot 0,3}} - 1 \right] = 3'',18 \text{ ナルヲ以テ}$$

$$\tau_{max} = \frac{2760}{12 \left(8,4 - \frac{3,18}{3} \right)} = 31 \#/\sigma''$$

$$\tau_{app} = \frac{2760}{\left(\frac{12}{5} \right) \cdot 1,06 \cdot \left(8,4 - \frac{3,18}{3} \right)} = 79 \#/\sigma''$$

附着力度ハ實際ニハ $80 \#/\sigma''$ マデ許容スルコト多キヲ以テ茲ニハ特殊ノ設備ヲ施サザル可シ

垂直ノ方向ニ於ケル溫度應力ニ堪エ且ツ配力ノ作用ヲ爲サシムル爲メ直徑 $\frac{1}{2}''$ ノ垂直圓錐ヲ $20''$ 毎ニ配置ス可シ

2) 底版 初メ後踵ノ部分ヲ考フルニ此場合ニハ地盤面水平ナルヲ以テ土壓力ノ垂直分力ハ之ヲ無視スルコトヲ得可シ故ニ前述ノ如ク最大荷重ハ D 點ニ起リ $p_4 = 1962 \#/\sigma'$ ナルヲ以テ D 點ニ近キ幅 $1'$ ノ條片ヲ考フルトキハ

$$M = \frac{1962. 8,5^2}{10} = 14175 \# = 170100 \#/\sigma'$$

$$h-a = 0,114 \sqrt{\frac{170100}{12}} = 13'',6$$

但シ底版ノ厚サハ一般ニ彎曲力率ヨリモ剪力ニ依リテ支配セラル、コト多シ今扶壁ノ縁端ニ於ケル全剪力ハ

$$V = 1962 \left(\frac{8.5}{2} - \frac{14}{12} \cdot \frac{1}{2} \right) = 7195^* \quad \text{ナルヲ以テ}$$

$$h-a - \frac{x}{3} \approx \frac{7}{8} (h-a), \quad \tau_{max} = 45^*/\text{cm}^2 \quad \text{ト假定セバ}$$

$$h-a = \frac{7195}{12 \cdot \left(\frac{7}{8} \right) \cdot 45} = 15''.2$$

故ニ茲ニハ $h-a = 16''$, $a = 2''$ トシ $h = t_2 = 18''$ トセバ前ノ假定ト合致ス可シ然ルトキハ (359) 式即チ

$$x^2 - 3.16x + \frac{6.170100}{12.500} = 0 \quad \text{ヨリ}$$

$$x = 3''.9$$

(338) 式ニ據リ

$$A_s = \frac{12 \cdot 3.9^2}{2.15(16-3.9)} = 0.50^{\text{cm}^2}$$

茲ニハ 6'' 毎ニ直徑 $\frac{3}{4}$ '' ノ圓錐 1 條ヲ使用ス可シ

扶壁點ニ於ケル負號力率ニ對シテハ別ニ扶壁ノ左右徑間ノ約 $\frac{1}{5}$ ニ相當シテ同數ノ短カキ鐵筋ヲ配置ス可シ

次ニ其附着力度ハ

$$\tau_{max} = \frac{7195}{2.196 \cdot \left(16 - \frac{3.9}{3} \right)} = 125^*/\text{cm}^2.$$

即チ許容力度ヲ超過ス可シ然ルニ此場合ニハ底版ノ上下兩側ニ同數ノ鐵筋ヲ準備セルヲ以テ複式鐵筋ノ場合ヲ考察セバ (401) 式ニ據リ

$$x = \frac{2.15}{12} (2.0,30) \left[\sqrt{1 + \frac{12 \cdot 18}{2.15 \cdot 2.0,30}} - 1 \right] = 3''.9$$

569) 式ヨリ

$$y = \frac{12 \cdot \frac{3.9^2}{3} + 15 \cdot (2.0,31) \cdot (3.9-2)^2}{12 \cdot \frac{3.9^2}{2} + 15 \cdot (2.0,31) \cdot (3.9-2)} = 2''.5$$

故ニ (571) 式ニ據リ

$$\tau_{max} = \frac{7195}{7.85(16-3.9+2.5)} = 62.8^*/\text{cm}^2.$$

D ヨリ Fニ近クニ從ヒ p_s ノ量ハ順次減少スルヲ以テ鐵筋モ亦之ヲ遞減ス可シ今茲ニハ煩ヲ避ケテ一々計算セズ

外趾ニ於ケル計算ハ例題第九十二ノ場合ト同様ナリ其向下壓力ハ桁桁自身ノ重量ニシテ向上壓力ハ梯形 $abcd$ ニテ示サル、モノトナル可シ其 cd 線ヨリノ重心點距離ハ

$$4.5 - \frac{4.5}{3} \cdot \frac{2 \cdot 2155 + 3025}{2155 + 3025} = 2''.38$$

故ニ EF 断面ニ於ケル彎曲力率ハ

$$M = \left(\frac{3025 + 2155}{2} \right) 4.5 \cdot 2.38 - 4.5 \cdot 1.5 \cdot 150 \cdot \frac{4.5}{2} = 25461^*$$

$$= 305532^{\text{cm}^2}$$

故ニ

$$h-a = 0.114 \sqrt{\frac{305532}{12}} = 18''.2$$

$$A_s = 0.00071 \sqrt{305532 \cdot 12} = 1.36^{\text{cm}^2}$$

然ルニ全剪力ハ

$$V = \frac{3025 + 2155}{2} \cdot 4.5 - 4.5 \cdot 1.5 \cdot 150 = 10642^*$$

今 $h - a - \frac{x}{3} \approx \frac{7}{8}(h - a)$ と假定セバ剪力ノ爲メニ必要ナル厚サハ ($a = 2''$)

$$h - a = \frac{10642}{12 \cdot \frac{7}{8} \cdot 45} = 22''.5$$

茲ニハ $t = 24''.5$ トシ鐵筋ハ $4''$ 毎ニ直徑 $3/4''$ ノ圓錐ヲ配付ス可シ然ルトキハ (359) 式ヨリ

$$x^2 - 3 \cdot 22.5x + \frac{6 \cdot 305532}{12 \cdot 500} = 0$$

$$x = 4''.88$$

故ニ

$$\tau_{max} = \frac{10642}{\left(\frac{12}{4}\right) \cdot 2.36 \cdot \left(22.5 - \frac{4.88}{3}\right)} = 72.0^* / \sigma''$$

其緊定ニ必要ナル長サハ $50 \cdot \frac{3}{4} = 37''.5$ ヲ要ス

3) 扶壁 扶壁ニ傳達ス可キ總土壓力ハ

$$P = 0.167 \cdot 100 \cdot 22.5^2 \cdot 8.5 = 71865^*$$

ニシテ扶壁ノ高サ $\frac{1}{3}$ 點ニ働クラ以テ其彎曲力率ハ

$$M = 71865 \cdot \frac{22.5}{3} = 538988^* = 6467856''^*$$

然ルニ FD ノ幅ハ

$$b' = 7.67 = 92'' \quad \text{ニシテ鐵筋ハ } HD \text{ ナル線端ニ近ク之ヲ}$$

配置シ張力ニ對抗セシム可シ今 $a = 4''$ トセバ (359) 式ニ據リ

$$x^2 - 3 \cdot (92 - 4)x + \frac{6 \cdot 6467856}{14 \cdot 500} = 0 \quad \text{ヨリ}$$

$$x = 23''$$

(338) 式ニ據リ

$$A_s = \frac{12 \cdot 23^2}{2 \cdot 15 (88 - 23)} = 3.25 \sigma''$$

故ニ直徑 1 ノモノ 5 條ヲ用フ

扶壁ノ幅ハ $14''$ ナルヲ以テ $2''.8$ ノ距離 ($2.5.1'' = 2''.5$) 毎ニ之ヲ一列ニ配置スルコトヲ得其埋込ノ必要長サハ $50.1 = 50''$ ヲ要ス可シ同様ニ $8'$ 及 $16'$ ノ二點ニ於ケル所要鐵筋ノ量ハ

	Mノ値("*)	扶壁ノ幅(")	a(")	A _s (" ²)
8'ノ點	304632	32.8	4	0.2
16'ノ點	2293764	65.4	4	1.5

故ニ $8'$ 迄ハ前同様ノ圓錐 1 條、 $16'$ 迄ハ同ジク 2 條ニテ猶充分ナルモ實際ノ構法ニ準ジテ前者ハ 2 條、後者ハ 3 條ヲ使用ス可シ更ニ前同様應剪力及附着力度ヲ計算スルコトヲ要スルモ煩ヲ避ケテ茲ニ是レヲ省略ス。

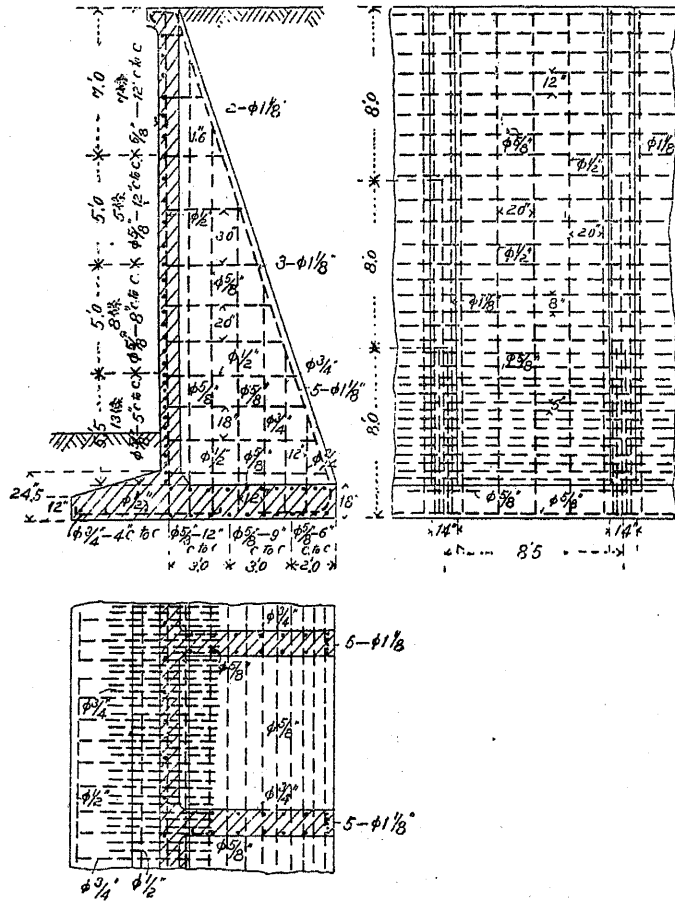
此主要鐵筋ノ外堅壁及底板ヲ扶壁ニ連結シ應力ヲ等布的ニ傳達セシムル爲メ猶水平及垂直ノ鐵筋ヲ配置スルノ必要アリ混凝土ハ張力ヲ受クル能ハザルモノト假定セルガ故ニ此等ノ圓錐ノミヲ扶壁ノ水平及垂直線端ニ沿エル凡テノ剪力ニ堪エシムルモノト想定ス然ルトキハ底板ノ上面ニアリテハ高サ $1'$ ニ付キ剪力ハ $2 \cdot 0.167 \cdot 100 \cdot 22.5 \left(8.5 - \frac{14}{12}\right) = 5508^*$ 故ニ直徑 $1/2''$ ノ圓錐ヲ用フルモノトシ其應剪力ヲ $14000^* / \sigma''$ トセバ高サ $1'$ ニ要スル數ハ

$\frac{5508}{0.196 \cdot 14000} = 2.0$ 今此圓錐ヲ左右一對ニ置クモノトセバ其相
互ノ間隔ハ $\frac{12.2}{2} = 12''$ ナリ他ノ諸點モ之レト同様ニ算定シ得

可ク大要第七百七十八圖ノ如ク配置ス可シ

垂直ノ繫キニ要スル圓錐ノ間隔ハ前ト同様ニ之ヲ定ムルコト

第 七 百 七 十 八 圖



ヲ得第七百七十七圖 DBニ於テ扶壁ノ兩側ニ於ケル底版ヨリノ
剪力ニ依リテ惹起サレタル向下張力ハ底版ニ近キ長 1'ニ付キ

$$1962 \cdot \left(8.5 - \frac{14}{12}\right) = 14380^*$$

DBヨリ左方ニハ順次其張力ヲ減ズ可ク其減率ハ 1'毎ニ

$$\frac{3025 - 513}{13} \cdot \left(8.5 - \frac{14}{12}\right) = 1422^* \text{ ナリ}$$

底版ノ終端ニ於ケル扶壁ノ首要鐵筋ハ DBヨリ最初ノ 1'ニ於
ケル張力ニ對抗スルモノトシ次ノ 1'條片ニ於ケル張力

$$13400 - 1422 = 11978^*$$

ニ對シテハ其條片ノ中心即チ DBヨリ 1.5'ノ點ニ直徑 $\frac{3}{8}''$ ノ圓
錐 2 條ニテ充分ナル可シ第三條片ニアリテハ其張力

$$11978 - 1422 = 10556^*$$

ナルヲ以テ第二條片同様ナル可ク DBヨリ 2.5'ノ點ニ之ヲ置ク
可シ同様ニ第四條片ニテハ張力

$$10556 - 1422 = 9134^*$$

第五條片ニテハ

$$9134 - 1422 = 7712^*$$

第六條片ニテハ

$$7712 - 1422 = 6290^*$$

第七條片ニテハ

$$6290 - 1422 = 4868^*$$

トナルヲ以テ第四條片迄ハ第二第三條片ト同一ノ配置ヲ爲シ殘
餘 3'.67ニ對シテハ直徑 $\frac{3}{8}''$ ノ圓錐 6 條ヲ使用シ何レモ扶壁ノ左
右側ニ對稱的ニ之ヲ配置ス可シ以上圓錐ハ其終端何レモ直徑ノ
50 倍丈ケノ長サニ深ク之ヲ埋込マシムベキモノトス

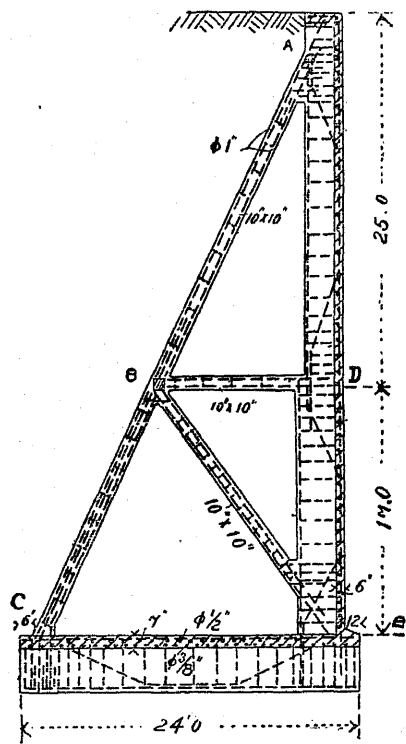
以上算定ノ結果ニ依リテ鐵筋ヲ配置スルコト第七百七十八圖

ノ如シ就キテ参照スベシ

第十三節 特殊様式

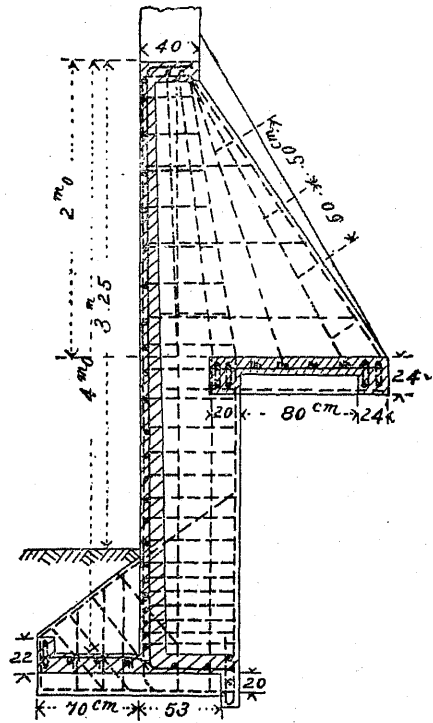
以上記載セル各式ノ外特殊ノ構法ヲ施セル擁壁少ナカラズ今一々其詳細ニ立入ルコトヲ避ケ二三ノ實例ヲ示スニ止ム可シ第

第七百七十九圖



七百七十九圖ハ米國「アトランタ」(Atlanta) 停車場ノ盛土上ニ建設セラレタル擁壁ノ最高個所ニ於ケル断面ヲ示シ一體ノ扶壁ヲ避ケ 4.5 毎ニ結構式骨格ヲ有スル構材ヲ使用シタルモノニシテ堅壁及底版ハ何レモ床版式トシ桁ニ依リテ之ヲ支保セシメタリ即チ土壓及土壤ノ重量ニ依リテ AB, BC 及 BE ハ何レモ張力,

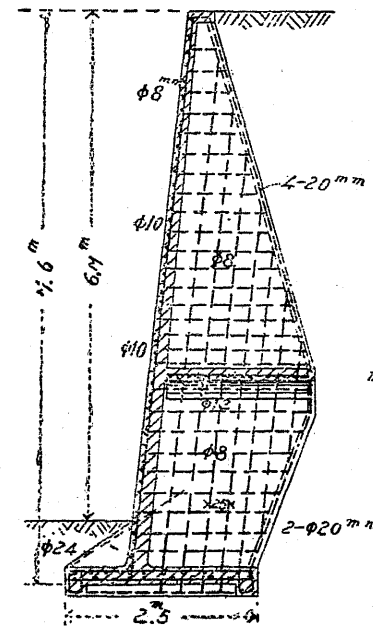
第七百八十圖



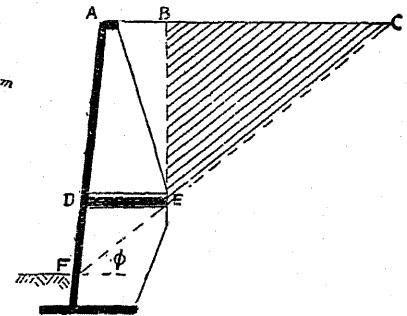
BDハ壓力, AD, DE 及 CEハ何レモ彎曲力ヲ受ケル結構構材トナル可ク其算法夫レ々應張材,柱及桁トシテ容易ニ之ヲ取扱フトヲ得ベシ

第七百八十圖ハ巴里市「ド、ヂ、イ」河岸 (Quai Devilly)ニ建設シタル扶壁式擁壁ノ變體ヲ示ス堅壁ハ其厚サ 9 乃至 12 cm ニシテ 1.5 乃至 3 m 毎ニ扶壁ヲ有ス扶壁ノ中間別ニ幅 1.2 m ノ床版アリテ扶壁ヲ連ネ之レヨリ以下幅約 0.53 m ノ矩形壁トナリ上部ハ上端 0.8 m, 下端 1.53 m ノ梯形ヲ成ス途中及底邊ニ於ケル床版ハ何レモ桁ニ依リテ扶壁ニ連絡シ床版上ニ於ケル土壤ノ重量ハ扶壁ニ働ク可キ轉倒力率ヲ大部減殺セシム可シ其算法大要扶壁式ト同シ

第七百八十一圖



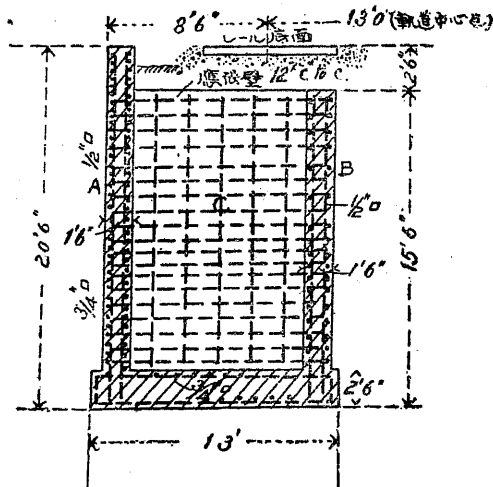
第七百八十二圖



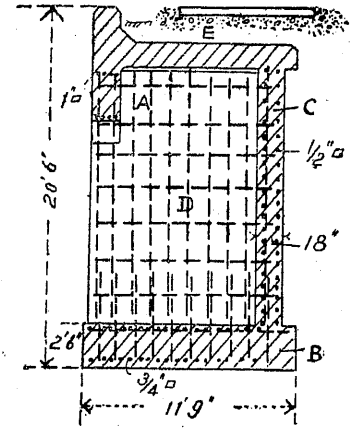
第七百八十一圖ハ獨國「デベルン」市 (Döbeln)ニ於ケル停車場擁壁

ノ一部断面ヲ示シ其構法土壓ヲ最小限度ニ止メントスルニアリ
即チ 2,87m 毎ニ厚サ 15cm ノ垂直扶壁ヲ有シ 14,5m 毎ニ二重ノ扶壁

第七百八十三圖



第七百八十四圖



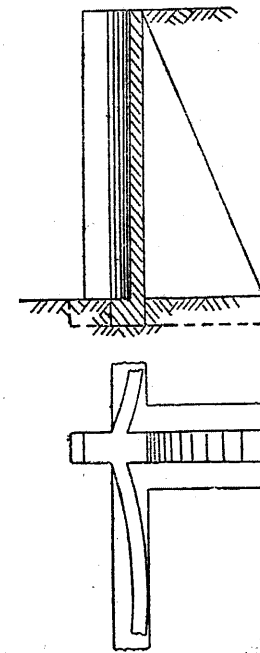
ヲ作り「アスフルト」ヲ詰込ミ伸縮接合ノ働キヲ爲サシム其骨組第
七百八十二圖ノ如ク土壤ノ止動角 40°ト假定シ DE = 拱床ヲ設
ケテ扶壁ニ連續セリ即チ壁ヲ移動セントスル壓力ハ BCEノ部分
ノミニシテ ABDEナル土壤ハ壁重トシテ働ク可シ拱床ノ下部ハ
土壤ヲ以テ之ヲ充タセルモ其壁ニ壓力ヲ及ボス可キ部分ハ DEF
ニ過ギザルヲ以テ其力甚ダ微弱ナリ其算法ハ扶壁式ノ場合ト全
ク相同ジ。

第七百八十三圖ハ米國「シカゴ、ミルウオーキー」及「セントポール」
鐵道 (Chicago, Milwaukee & St Paul Ry.)ノ線路ニ使用シタルモノニシ
テ長サニ沿フテ A 及 B ナル二ツノ幕壁 (Curtain wall) ヲ有シ C ナ
ル横壁ヲ以テ之ヲ連結シ其空間ニハ土壤ヲ填充セリ此式ニアリ
テハ桁式若クハ扶壁式ニ比シテ著シク底部ニ來ル地壓ヲ減少

シ得ルモ其建設費大ナリ其用途ハ地盤非常ニ惡シクシテ然カモ
杭打ヲ施スコト能ハズ既設營造物ニ可成近接シテ擁壁ヲ作ルガ
如キ場合ニ限リ之ヲ用フルコトヲ得可シ其算法方形井筒ノ場合
ト相同ジ。

第七百八十四圖ハ又同會社ノ設計ニ係ルモノニシテ前者ニ比

第七百八十五圖



シテ地壓ヲ減少スルコト一層少ナク然カ
モ其建設費略ボ相等シ。Bナル底版ニ依リ
テ C ナル堅壁及 D ナル扶壁ヲ支ニ扶壁ハ
更ニ其外縁ニ於テ其間ニ架渡セル A ナル
桁ヲ負ヒ E ナル床版ハ一方桁ニ他方 C ナ
ル堅壁ニ依リテ保持セラル此等各壁ノ空
間ハ全ク土壤ヲ填充セズ地壓ノ減少ハ重
モニ底版上ニ此空隙ヲ存スルニ歸因スル
モノナリ但シ前者ト共ニ此場合ニハ滑動
ニ對スル抵抗ノ如何ハ是非共之ヲ檢定セ
ザル可ラズ堅壁及扶壁ノ算定ハ全ク扶壁
式ト同ジ。

更ニ扶壁式ニシテ堅壁ハ之ヲ桁式トナ
ス代リニ拱式トナセルモノアリ其形第七
百八十五圖ノ如シ此場合ニ於ケル拱ノ算法ハ第五編第八章第二
節ノ方法ニ準據ス可シ。

第十四節 伸縮ニ對スル設備

擁壁、堰堤、上下水管等ノ營造物ニアリテハ「セメント」ノ收縮及溫
度應力ニ依リテ生ズル裂罅ヲ防止ス可キ設備ヲ要ス可シ若シ之

ニ對スル何等ノ用意ナクシバ或部分ニ於ケル摩擦其他滑動ニ對スル抵抗ガ其部分ニ於ケル壁ノ耐伸力ヨリモ大トナレル點毎ニ裂隙ヲ生ス可シ之ヲ防止スル方法ニニアリーハ壁長ニ沿フテ約 50' 乃至 60' 毎ニ伸縮接合 (Expansion Joint) ヲ設ケ頓テ生ズ可キ裂隙ヲ此點ニ集中セシムルコト、一ハ伸張若クハ收縮ヨリ起ル凡テノ應力ニ對抗シ得ル程度ニ充分ナル補強鐵筋ヲ準備シテ全ク裂隙ノ發生ヲ妨グルコト是レナリ第六編桁ノ實驗ニ於テ論ジタルガ如ク鐵筋混凝土桁ノ下側ニ於ケル伸張ガ其長サノ約 $\frac{1}{1000}$ 乃至 $\frac{1.2}{1000}$ ニ達シタルトキ其最初ノ裂隙ヲ見ルニ至ル可シ今混凝土ノ伸縮率ヲ 0,000055 トセバ 0,001 ノ伸張ヲ生ズル爲メニハ其溫度ノ變化ハ $\frac{0,001}{0,000055} = 182^\circ F$ トナル可シ而シテ實際ニ於ケル變化ハ猶遙カニ小ナルヤ疑ヲ容レズ今普通ノ狀態ニ於テ之ヲ 80° ト見做セバ之ニ對スル長サノ變化ハ其長サノ 0,000055 × 80 = 0,00044 倍ニ相當シ若シ壁ガ其兩端ニ於テ緊定セラル、モノトセバ溫度 80° ノ降下ニ對シ鐵筋ニ生スル溫度應力 = 0,00044 × 鐵筋ノ彈性係數トナル可シ今 $E_s = 30000000$ トセバ 0,00044 × 30000000 = 13200 * / 〇" トナリ更ニ $E_c = 2000000$ トセバ混凝土ニ於ケル溫度應力ハ 0,00044 × 2000000 = 880 * / 〇" 即チ其應張極強度ノ三倍以上ニ上ル可シ故ニ若シ鐵筋ヲ有セザルトキハ混凝土ハ當然裂隙ヲ生ズ可キノ理ナリ而シテ鐵筋ヲ有スルトキハ茲ニ生ズル最大應力 = 13200 + 彈性限度ニ於ケル混凝土ノ強度トナル可シ但シ其限度ハ混凝土ノ極強ヲ採用スレバ可ナリ今鋼材ノ彈性限度 = 35000 * / 〇"、混凝土ノ應張極強 = 200 * / 〇" トシ 100 * / 〇" 断面ヲ有スル壁ヲ考フルトキハ混凝土内ニ於ケル溫度應力ニ對シ設備ス可キ鋼材ノ断面 = $\frac{200.100}{35000 - 13200}$

= 0,92% ヲ要ス可シ。

既ニ第六編第一章第二節ニ論ジタルガ如ク混凝土ハ其硬化ニ伴ヒ空中ニ於テ收縮シ水中ニ於テ膨脹ス可ク其絶對量ハ前者ハ後者ヨリモ大ニシテ其長サノ 0,0002 乃至 0,0005 ニ至ル今混凝土ガ空中ニ收縮スル量ヲ其長サノ 0,0004 トセバ之ニ依リテ生ズル應張力 = 0,0004 × 2000000 = 800 * / 〇" トナル可シ故ニ混凝土ハ鐵筋ニテ補強セラル、ニアラザレバ裂隙ヲ生ズ可キノ理ナリ其裂隙ノ數及量ハ摩擦抵抗ノ度及混凝土ノ強度ニ依リテ異ナリ摩擦大ナル程其裂隙ノ區間短カク強度大ナル程間隔大トナル可シ今混凝土ノ極強及鋼材ノ彈性係數ヲ前ト同様ト假定セバ

鋼材ノ所要量 = $\frac{200.100}{35000} = 0,57\%$ ヲ要ス可シ。

若シ混凝土ノ硬化期ニ於テ常ニ充分ニ壁ヲ濕潤セシムルノ手數ヲ吝マザレバ硬化ニ伴フ收縮應力ニ歸因スル危險ハ之ヲ避クルコトヲ得可ク單ニ溫度應力ニ對シテノミ鐵筋ヲ準備セバ充分ナル可シ米國鐵筋混凝土聯合委員會 (Joint Committee) ハ收縮ヨリ起ル裂隙ニ對シ少クトモ混凝土断面ノ 0,3% 以上ノ鐵筋ヲ準備ス可キコトヲ薦告セリ。

