

ハ必スシモ狹軌ニ限ラス標準軌間ヲ用ヒテモ等シク輕少ナル車輛ヲ使用シ得ヘシ然モ幹線ノ積替ハ前者ヨリ著シク容易ナリ特ニ米國ニ於テハ標準軌間ノ機關車車輛ハ割合ニ安價ナルヲ以テ支線ニ對シテモ之ヲ使用スルヲ有利トス

電力運轉 山地ニ於テ建設費ヲ節約センカ爲メ急勾配ヲ用フル時ハ強力ナル機關車ヲ要シ爲メニ曲度ヲ緩ナラシムルヲ要シ建設費ノ節約困難ナリ然ルニ電車ニ於テハ十分ノ一勾配ヲ登リ且機關車ニ比シ重量少ナキヲ以テ之ヲ山地輕便線ニ利用セハ利益ナルカ如キモ一方電力ハ汽力ヨリ高價ニ而モ發電所配電線等ニ多額ノ工費ト維持費ヲ要スルヲ以テ特別ノ場合ノ外經濟上不利ナリ

線路維持費 輕便線ニ於テハ線路維持費ハ頗ル重要ナル項目ナリ故ニ排水ヲ良クシばらすとヲ精撰シ枕木ニ防腐ヲ施シ出來得ルタケ維持費ノ低減ニ努ムヘシ

發働車 (Motor Car) 貨物輕少ナル時ハ自身走行スル發働車ニ裁荷スルヲ利トス今日最モ好評ナルハガネりん機關ヲ以テ運轉スル種類ニシテ一例ニ依レハ其一哩當リ運轉費ハ平均七・二七九ニシテ内三五八ハ修繕費一六五八ハ燃料費二錢ハ油類二・八六ハ掃除檢査等ノ費用一五・五四ハ従業員給ナリテ而テ一日走行哩ハ平均一〇七四哩ニ達シ償却費ハ一車哩當リ七錢ト爲セリ然レトモ發働車ハ小鐵道ニ對シ稍高價ニ過キ加フルニ重量大ニシテ軌道ニ著シキ影響アリ而モ修繕ニ少ナカラサル費用ト時日トヲ要スルノ缺點アリ只少數ノ旅客運搬ニ於テハ普通列車ニ優ル所アリ(完)

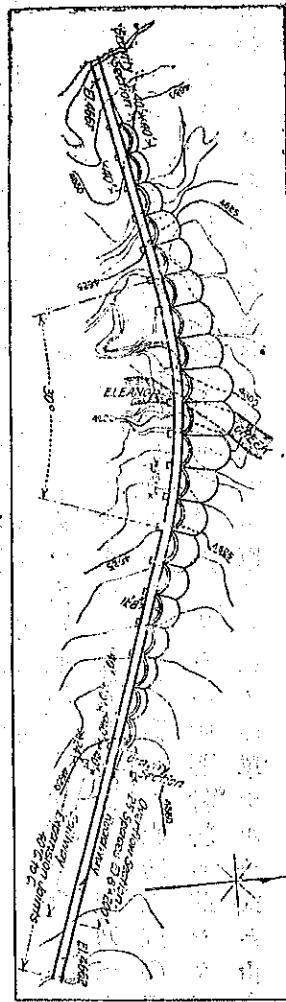
## 複拱堰堤ノ設計ニ就テ

(Eng. News, Sept. 4, 1919)

複拱堰堤ノ土木工事ニ應用セラレテヨリ未タ久シカラスト雖モ近年其發達著シク特ニ米國西部

諸州ニ於テ盛ニ築造セラレタリ

設計ノ方針 複拱堰堤ノ築造ハ堅固ナル岩盤ヲ基礎ト爲シ拱及拱扶壁ノ沈下セサルヲ要ス堰堤ノ高一二五呎ヲ超ユル時ハ扶壁ハ著大ナル厚サヲ必要トシ從ツテ工費ハ急ニ激増スヘク單拱堰堤又ハ其他ノ構造ニ比シテ却ツテ不經濟ナルヲ常トス而シテ高一〇〇呎以下ノ場合ニ於テハ複拱堰堤ハ單拱又ハ重力堤ニ比シ一割乃至二割五分ノ工費ヲ節約シ得ヘシ拱環ハ水壓ニ對シテハ壓應力ノミヲ發生シ應張力ハ只溫度變化又ハ硬化收縮ノ作用ノミニ因リテ生スルニ過キササルヲ以テ挿入スヘキ鐵筋量モ亦多カラス第一圖ハ米國桑港給水工事ノ爲ニ築造セル複拱堰堤ノ平面圖ナリ



拱ノ徑間 拱ノ徑間ヲ決定スルニハ種々ノ條件ヲ參酌スルヲ要ス即チ (一) 拱ノ徑間ハ全扶壁ニ要スル混凝土ノ總量ニ影響ヲ及ホス (二) 全拱ノ徑間ハ凡テ同一ナルヲ要ス (三) 徑間短小ナルモノハ長大ナルモノヨリ所要材料少ナシト雖モ型板混凝土打込鐵筋ノ配置等ニ於テ煩雜ヲ來スヲ以テ工費ニ於テ益スル所少ナシ (四) 拱環ハ水密性ヲ要スル關係上最上ノ混凝土ヲ使用スルモ尙或ル程度ノ厚サヲ必要トスルヲ以テ過小ナル徑間ヲ用フルモ環厚ニ於テ節スル所少ナシ (五) 小

徑間ヲ用ヒテ扶壁ノ厚サヲ減セントスル時ハ挫折ノ危險ヲ生スルヲ以テ餘リ有效ナラス此等ノ條件ヨリシテ拱ノ徑間ハ普通堰堤ノ高ニ依リ二五呎乃至五〇呎位トスルヲ可トス五〇呎位ノ徑間ハ高サ一〇〇呎位ノ堰堤ニ使用シテ利アリ

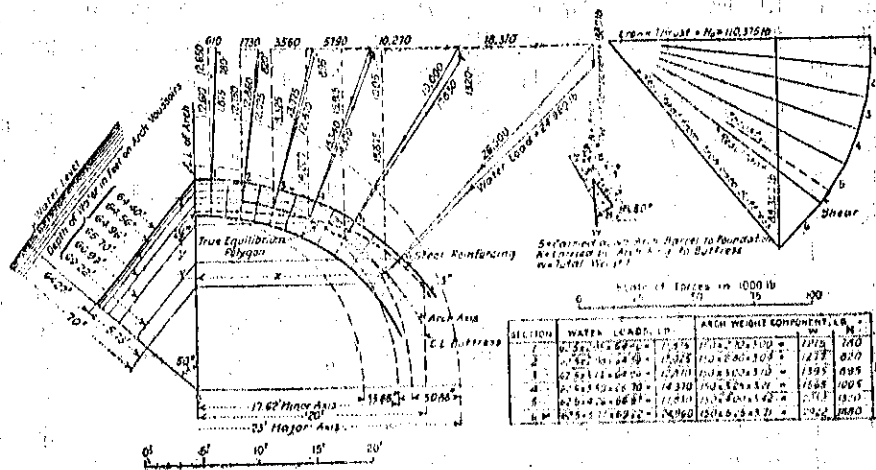
拱水側面ノ半徑 拱ハ其孤ノ張ル中心角カ一三三度半ナル場合ニ最モ經濟的ニシテ是レヨリ一五%位迄ノ大小ハ僅カニ材料ヲ一乃至二%増加セシムルニ過キス依テ適當ナル徑間ト中心角トヲ與ヘラル、時ハ以テ經濟的ナル拱ノ水側面ノ半徑ヲ決定シ得ヘシ

水側面ノ傾斜 拱ノ徑間水側面ノ半徑材料ノ許容應力及堰堤ノ高サ等ヲ與ヘラル、時ハ茲ニ最モ經濟的ナル水側面法ノ傾斜角ヲ決定スルコトヲ得ヘシ而シテ提高五〇呎乃至七五呎ノ間ニアリテハ水平面ニ對シテ五〇度ノ傾斜ヲ以テ最モ有利トナシ提高二五呎乃至五〇呎ニ對シテハ六〇度位ヲ最良トス然レトモ此等ノ傾斜角ヨリ二三%ノ變動ハ所要材料ニ著シキ影響ヲ及ボサス拱環ノ厚サ 計算ニ先チテ豫メ假定スヘキ拱環ノ厚サハ次ノ簡單ナル公式ニ由リテ算出スルヲ得

$$t = \frac{PR}{\sigma}$$

茲ニ $t$ ハ拱環ノ厚サ(呎)  $P$ ハ水壓(平方呎當リ)  $R$ ハ水側面ノ半徑(呎)  $\sigma$ ハ許容平均壓力(平方呎當リ)然レトモ通常採用スル半徑ハ餘リ大ナラサルヲ以テ上式ノ與フル $t$ ハ一般ニ最小限ト見做スヘキモノニシテ水密性及拱ノ剛性等ノ關係ヨリ稍著シク厚キ拱環ヲ採用スルヲ可トス而テ堤頂ニ對シテハ實用上必要ナル厚サヲ與フルモノトス尙拱ノ應力計算ノ際ハ水壓ノ外自重ノ拱面ニ直角ナル分力ヲモ外力トシテ採算スルヲ要ス

拱ノ形狀 今日迄最モ普通ニ採用セラレシ拱形ハ圓弧ニシテ即堰堤ハ傾斜セル圓筒ノ一部ヲ多數ニ連結セル如キ形ヲナセリ然レトモ斯ノ如キ形狀ニアリテハ各區分ノ拱ハ圓筒軸ニ直角ニシ



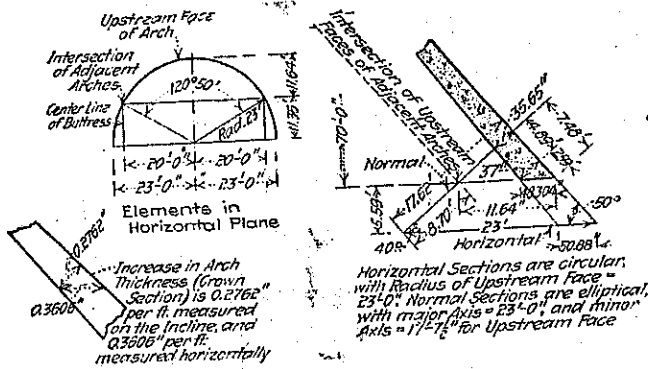
第 二 圖

テ拱頂ハ兩起拱點ヨリ高位ニ存シ從ツテ水壓ハ等布ニアラ  
 スシテ拱ノ壓力線ハ其中軸ニ接近スルコト能ハス故ニ拱筒  
 ノ水平断面ヲ圓弧狀ト爲シ其厚サヲ均一ナラシムレハ筒ノ  
 軸ニ直角ナル断面ハ楕圓形ヲ爲シ拱厚ハ頂ヨリ起拱點ニ向  
 ツテ次第ニ増加シ以テ拱ノ強度ヲ増大シ併セテ拱ノ壓力線  
 ヲ拱軸ニ殆ント一致セシムルヲ得ヘシテ堤頂ニ於テハ  
 筒軸ノ方向ヲ直立セシメ拱環上部ノ三角形ニ突出スルヲ避  
 クルヲ常トス

**拱ノ重量ノ作用** 拱環ノ重量ノ一部ハ拱壁ニ支持セラレ他  
 ノ一部ハ次第ニ下部ノ拱環ニ傳ハリテ遂ニ堤脚ニ達ス第二  
 圖ニ示セル拱筒ノ縦断面ニ於テ一區分ノ重量(Ⅱ)ヲ拱面ニ直  
 角ナル方向ト之ニ並行ナル方向トニ分チ各ヲN及Bトスレ  
 ハBハ拱環ニ依リテ直接ニ堤脚ニ傳ハリNハ拱ニ依リテ扶  
 壁ニ傳達サル面テNノ採算法ニ關シテハ二様ノ説アリ一ハ  
 全ク水壓ト同様ニ拱面ニ直角ニ作用スルモノニシテ拱ハ  
 (水壓ト)ナル荷重ヲ受クルモノトシテ計算スルモノニシテ  
 他ハ區分ノ位置ニ拘ラスNヲ凡テ扶壁ノ上流面ニ直角ニ作  
 用スト考フルモノニシテ前者ヨリ一層合理的ナル方法ナリ  
 是レ拱弧ノ眼ル中心角カ一八〇度ナル場合ニ扶壁ニ接近ス  
 ル部分ニ於テSハ扶壁面ニ並行ニNハBニ直角ニシテ從ツ

テ $w$ ニ直角ナルコトナリ $w$ ノ分解不可能トナルヘシ  
 扶壁 扶壁ハ豫メ適當ナル寸法ヲ假定シテ種々ノ計算ヲ行フヘシ此場合壁ハ少ナクモ左右兩拱  
 ヲ安全ニ支承スルニ差支ナキ程度ノ厚サヲ要ス而テ拱及扶壁ノ安定ノ計算ニハ圖式ヲ用フルヲ  
 便トス其一例ハ第二圖以下ニ示セルカ如シ扶壁ハ其厚サニ比シ著シク大ナル高サヲ有スルヲ以  
 テ彎折ノ危險ヲ有ス故ニ之ニ對シテ充分ナル厚サヲ與フルカ又ハ各扶壁間ニ鐵筋混凝土ノ支材  
 ヲ配置シ壁ノ支長ヲ短縮セシムヘシ扶壁ニ使用スル鐵筋ノ量ト其配置トニ關シテハ別ニ定則ナ  
 ク唯水側ノ拱環ヲ承クル部分ニハ二又ハ三ノ螺線鐵筋ヲ傾斜面ニ添フテ配置シ特ニ剛性ヲ増大  
 セシムルヲ可トス螺線筋ニ代フルニ拱環鐵筋ヲ引キ込ミテ補強スルモ可ナリ設計者ニ依リテハ  
 各扶壁ヲ連結スル水平又ハ傾斜支柱ニ依リテアル一徑間カ破壞シタル時拱ヨリ來ル不均横壓  
 カニ依リテ扶壁ノ破折スルヲ防カントスル場合アリ  
 足場及型板 足場及型板等ハ複拱堰堤ノ工事ニ於テ重要ナル部分ヲ占ムルモノニシテ此等ヲ混  
 凝土打込ミ作業ニ先ンシテ進捗セシムル爲メニハ所要木材ノ供給ハ勿論大工人夫等ノ勞力ノ配  
 給ニモ充分ナル注意ヲ要スルモノトス  
 えれ一な一堰堤 今複拱堰堤ノ一例トシテ米國桑港ノ給水工事ニ於テ築造セシえれ一な一堤ノ  
 設計ヲ採リ上述ノ諸方法ヲ説明セントス第一圖ニ示セル如ク堰堤ハ各徑間四〇呎ノ二〇拱ヨリ  
 成リ水側面ハ水平ニ對シ五〇度ノ傾斜ヲ爲ス中央ハ八徑間ハ一圓弧上ニ配列サレ其他ノ拱ハ其  
 兩側ニ直線上ニ並列シ其兩端ハ重力堤ヨリナル水越堰ナリ基礎ハ堅盤ニシテ中央ニ於ケル堤高  
 七〇呎ナリ拱水側面ノ水平斷面ハ半徑二三呎ノ圓弧ニシテ其中心角ハ一二〇度半ナリ(第三圖參  
 照)拱ノ上部七呎ハ拱筒ノ軸ヲ鉛直ニセリ  
 水平斷面ニ於ケル拱環ノ厚サ 拱筒ノ上部鉛直ナル部分ハ一五吋ノ均一ナル厚サトシ最深點ニ

二圖ノ如ク記入シ次ニ拱頂ニ於ケル壓力、彎曲力率ヲ算出スヘシ次ニ此等ニ依リ第二圖ノ如キ力圖ヲ求メ是ニ由テ拱ノ各断面ニ作用スル直壓力及其ノ作用點、彎曲力率等ヲ知り得ヘシ即直壓力及剪力ノ第二圖右側上部ノ Force Polygon ヨリ測定シ直壓力ノ作用點ハ左側ノ壓力線即チ Equilibrium Polygon ヨリ見出し得ヘシ次ニ溫度變化及ヒ拱ノ收縮ニ依ル應力ヲ計算シ此等ノ結果ヲ結合シテ混凝土及鐵筋ニ作用スル最大應力ヲ算定スル順序ナルカ通常剪力ハ微少ニシテ考慮



三 水深七〇呎ノ點ニ於ケル拱筒ノ計算 第二圖ハ最下ノ橢圓拱ヲ示セルモノニシテ之レニ作用スル外力(水壓及自重ノ分力)及圖式計算ノ方法ヲモ明シセリ尙拱環ノ厚サ半徑等ハ第三圖ニ示スカ如シ最初大體ノ應力ヲ算定スルニハ

四 Hool, — Reinforced Concrete Construction, Vol. III, p. 46 and 58

ニ掲ケタル略算法ニ依ルラ便トス斯クシテ適當ナル拱ノ形狀及ヒ寸法(即壓力線カ最モ拱軸ニ接近セル形)ヲ得タル後彈性理論ニ依リテ精確ナル計算ヲ施スヘシ次ニ拱ニ作用スル外力ヲ算定シ之ヲ第

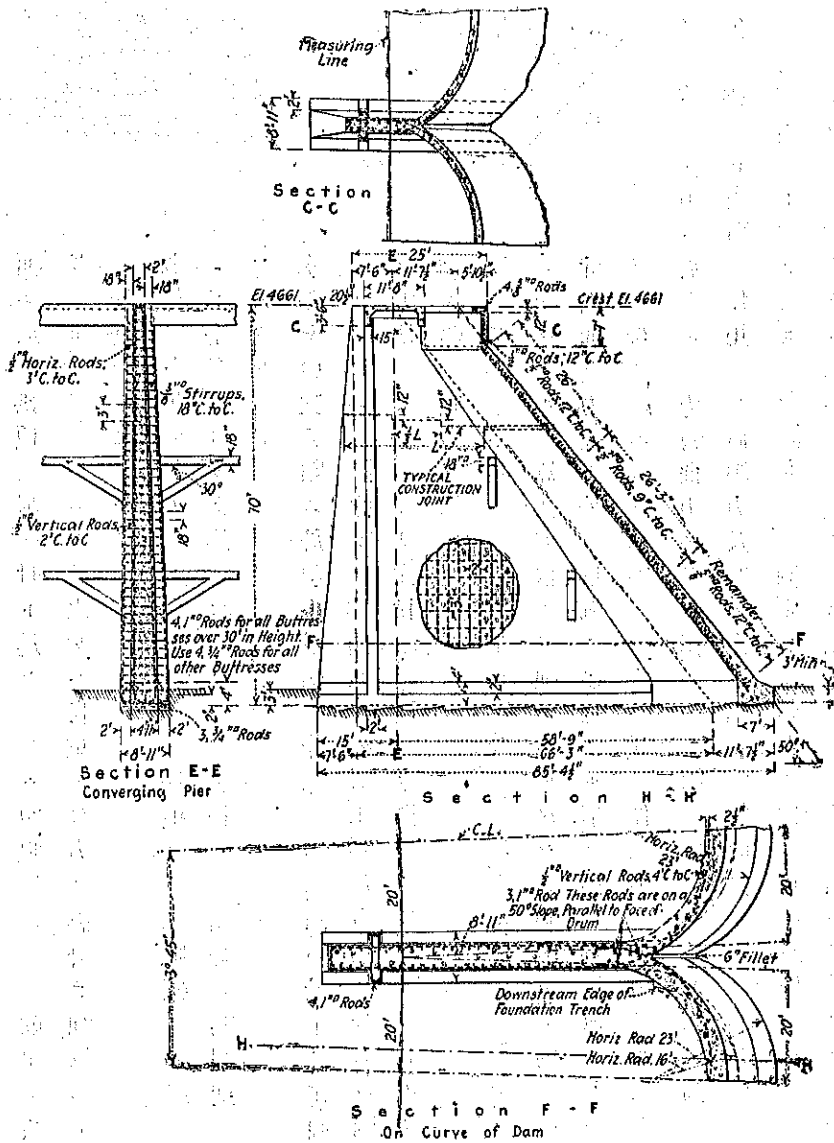
於テハ之ヲ水平断面ニ於テ四呎ノ均一厚トシ拱筒軸ニ直角ナル断面ニ於テ拱頂三呎一時ト爲セリ若シ四呎トスレハ前記ノ公式ニ依リ  $Q = 175 \frac{W}{4000}$  ニシテ之レニ自重ノ分力ノ影響ヲ加算スルモ尙頗ル安全ナルモノナリ

扶壁 扶壁ハ第四圖ニ示セル如ク堤頂ニ一二呎幅ノ通路ヲ設ケ之レヲ全長ニ亘リテ連續セシメ以テ各扶壁ヲ結合シ其強度ヲ増大セシメタリ

參考資料 覆拱堤壩ノ設計ニ就テ

第 四 圖

參考資料 覆拱堰場ノ設計ニ就テ



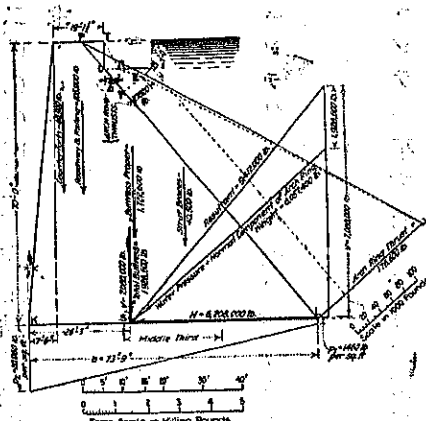


FIG. 1. STRESS ANALYSIS IN BUTTRESS OF MULTIPLE-ARCH DAM AT 10-FOOT DEPTH

第五圖

扶壁ノ設計 扶壁ノ寸法、支材、鐵筋ノ配置等ハ第四圖ニ明カナリ扶壁ニ作用スル外力ノ内最モ重大ナルモノハ拱ノ壓力(扶壁ノ面ニ直角ナル分力)ニシテ風壓ノ影響等ハ殆ント考慮スルニ及ハス扶壁ノ安定計算ノ一例トシテ水深七〇呎ノ場合ヲ第五圖ニ示セリ七〇呎ノ深サニ於テ拱反力壓力ノ扶壁面ニ直角ナル分力ハ八八、三〇〇呎ニシテ之ヲ兩側ノ拱ヨリ受クルヲ以テ計一七六、六〇〇呎トナル而テ堤頂 $T$ ニ於テハ零ニシテ水深七呎ニ於テハ二七、八〇〇呎ニシテ *TOLXBERG* ナル面積ハ該壓力ノ總計ヲ現ハスモノナリ然レトモ實際ハ *TOLXBERG* ノ代リニ簡單ニ *PLXP* ヲ用ヒテ差支ナシ依テ扶壁面ニ直角ナル總外力ハ八〇五、七四〇〇呎ニシテ之ト壁ノ全重量ハ九二、八六〇〇トヲ結合シテ作用外力ノ總計九、四一

スルニ及ハス拱環ノ收縮ニヨル應力モ亦比較的少ナル者ナリえれ一な一堰堤ニ於テハ混凝土ノ最大應壓力ヲ三〇〇<sup>噸/吋</sup>以下鐵筋ノ應張力ヲ四、〇〇〇<sup>噸/吋</sup>内外ニ止ムル様設計セリ下層ノ拱ハ深キ水層ニ蔽ハレ且ツ環ノ厚サモ次第二増大スルヲ以テ上層ニ比シ少ナル溫度變化ヲ參酌スレハ足レリ溫度及收縮ニ因ル應力ノ算定ハ通常ノ彈性理論ヲ用フヘシ (Turneaur and Maurer ノ著書 p. 342-343 及 Hoop ノ著書 p. 50-60 ヲ參照) 一な一堰堤ニ於テハ堰ノ最上層ノ直立部ニ於テ華氏五〇度ノ溫度變化ヲ考量シ拱ニ於テ一、〇六〇<sup>噸/吋</sup>ノ直壓力及四、一一〇<sup>噸/吋</sup>ノ彎曲力率ヲ生セリ而シテ水壓ニ依ル直壓力ハ一〇、〇六〇<sup>噸/吋</sup>ニシテ拱環ノ收縮ニ依ルモノハ僅カニ直壓力一〇〇<sup>噸/吋</sup>ノ彎曲力率三八五<sup>噸/吋</sup>ト過キス此等ヲ結合ノ結果拱ニ作用スル應力ハ混凝土ノ壓力二五〇<sup>噸/吋</sup>鐵筋ノ應張力三、二〇〇<sup>噸/吋</sup>ナリ



二〇〇〇呎及其作用點ヲ決定シ得ヘシ然ルトキハ壁ノ上下流趾ニ於ケル鉛直應壓力 $p_1$ 及ヒ $p_2$ ヲ求ムレハ

$$p_1 \text{ at } L = \frac{4b - 6L^2}{6b^2} V = 1,460 \text{ lb/ft}^2$$

$$p_2 \text{ at } K = \frac{4b - 6hs}{6b^2} V = 20,060 \text{ lb/ft}^2$$

ニシテ茲ニ $d$ ハ壁ノ厚サヲ示ス故ニ絶對最大壓度 $p_3$ ハ $K$ ニ於テ

$$p_3 \text{ at } K = \frac{p_2}{\cos^2 \phi} = 20,300 \text{ lb/ft}^2$$

ニシテ一平方呎ニ付キ二五〇呎ヲ超ニス堰堤ノ水側面ハ普通二分ノ一乃至一吋ノもるたるヲ以テ被覆シ水ノ滲透ヲ防ク (完)