

人及び工廠職工をも動員し主として三浦郡地方の道路交通整理に盡力し一面運搬の杜絶に對し軍艦を以て交通運輸を計り陸軍は主に各地の應急修理に活動し殊に各師團の工兵は六郷、馬入、酒匂、相模の主要橋を始め各橋梁の應急架設に晝夜晴雨を論ぜず活動しその材料は舊橋材を可成利用し或は震災に依り上流山岳の崩壊とその後の降雨増水に依り流材夥しきを以てこれを蒐集製材し一面相模川上流より筏を利用して材料を供給するが如き方法を探れり而して各府縣應援團は専ら救護に從事し直接工事に從事せられるものなし。

(六) 靜岡縣

崩土又は橋梁流失破損の爲通行杜絶の箇所に對してはそれぞれ崩土取除き若くは假道、
假橋等の設備をなし辛ふじて通行を可能ならしめたり。これに要せし費用合計
 30,867.850円 { 道路 11,668.270円
 橋梁 14,199.580円 なり。

國道第一號線を除く外陸海軍人の出動なかりしも在郷軍人、青年團は各所より震害地に集合して道路の應急修理に努力せし事多大なり。

國道第一號線にありては九月三日人夫 75 人を以て障害物除去、路面修理に從事九月四日以降は破壊局所を修理して貨車、馬車、自動車の通行を可能ならしめ九月十日應急の工事を終る、この間避難民、軍隊の通行、糧秣救助品の運搬多く路面の荒廢著しきを以て局所局所に砂利、栗石を補充し尙甚しき箇所には張石をなし重き車輛の通過に堪えしむ。

就中十三、十四、十五日の3日間に亘る降雨は全線を泥濘の巻と化せるに依り十六日三島野戦重砲兵第二聯隊下士卒23名輜重車8輛及び田方郡北上村青年團23名の援助を得て路面修理に從事し砲兵輜重車を山中新田以上に通ぜしむ。

十七日三島砲兵旅團司令部より將校下士卒180餘名及び北上村青年團35名の應援を得て路面を修理す。18日、19日は前記180餘名の軍隊應援を得て路面修理に從事す。

(八) 墙 玉 蛤

重要路線の道路橋梁にして應急工事を施せる主なるものを記せば次の如し。

四號國道は北葛飾郡堤郷村地内に於て龜裂せる裂目より砂を路面に噴出し車の通行困難なるを以て地元在郷軍人分會員及び青年團員約80人出動して道路を修繕せり。而して本縣に於て道路橋梁の震害に付て在郷軍人又は青年團の活動を受けたるは唯この1件のみたりとす。

九號國道の荒川に架せる戸田橋の兩橋臺上部崩壊し車馬の通行不能となれるを以て直ちに橋臺前面に枕木にてサンドルを組み翌二日午後より一般の通行に支障をからしめたり

川越松山線入間川に架せる落合橋は全長 252.9 間の内 76.5 間墜落、歩行者は辛うじて通行し得しも車馬の通行不能となれるを以て九月六日應急工事に着手 17 日竣工せり。工法は墜落せる部分は高水時に非れば水の達せざる堤外なるを以て落橋の中央はその儘これを利用し

その両端はこれを修繕して相當の勾配を附し以て車馬の通行し得る程度とせり、工事中は手車の通過不得る假橋を架設せり。

電燈應急工事箇所數及び工費額

種別 郡名	箇所數	工費	箇所數	工費	箇所數	工費	摘要
北足立	3	325,650円	3	433,000円	6	758,650円	
入間	—	—	2	1,047,000	2	1,047,000	
比企	—	—	—	—	—	—	
秩父	—	—	—	—	—	—	
大里	1	697,000	—	—	1	697,000	
北埼玉	1	14,000	—	—	1	14,000	
南北埼玉			2	4,885,000	2	4,885,500	
葛飾	2	994,000	1	310,000	3	1,304,000	
計	7	2,030,650	8	6,675,000	15	8,705,650	

(上) 千葉縣

交通絶続の箇所に對し取り敢えず應急工事を施行す、これが費用 85,521圓を要せり（府縣道分）この工事に對し地元青年團等の活動は特記すべき程度にあらず。

(千) 山 梨 縣

震害の爲交通絶し一刻も捨置き難きものに對し國道第8號線(甲州街道)に於て3箇所の大月停車場富士線及び谷村中野線に於て各1箇所づゝ應急工事を施行せり。この5箇所の工費 3,359 圓、應急工事は山腹土砂崩壊し道路を埋没せり、依て土砂の排除をなし交通を開く。地方在郷軍人會、青年團、消防組等は震災突發するや直に起つて道路、堤防、橋梁等の小破損箇所の應急或は復舊工事をなし徹夜連日に亘り火災、水災、盜難この他一般的危険を未然に防止せんとし警備の任に當り縣内各停車場その他に救護所を設け一般の交通整理をなし又京濱地方より来る避難者の通行を容易ならしめたり。中央線與瀬、上野原驛間鐵道の隧道破壊せし爲徒步連絡を取るや道路を急造し通行を容易ならしめ指導案内をなし且避難者の救護等に専ら心盡力せり。

第五章 将來の震火災に関する豫防方法

(1) 東京 市

大震火災被害の状況より見て將來の震火災に對する豫防方法として考慮を要すべき^{2,3}の點を列舉すれば次の如し。

1、高層建築物沿鋪装歩道は建築物の反射震動に依りて押し出し陥没、隆起を起し延びては
縁石の傾斜等の震害著しかりき。依て斯かる特殊箇所の施工に對しては特に跡埋めに注意

し且建築物と歩道との接際には設計上適當なる考慮を要するものと認めらる。

- 2, 並木が單に都市衛生並に美觀上の効果を有するに止まらず大震火災に際して局部的に防火の効果を收めたる例 2,3 に止まらず依つて街路には許す限り並木を植え又植樹帶の如きを設けて充分樹木の繁茂成長を計れば防火上多大の効果あるものと認めらる。

並木の改良に關し當時農商務技師田中八百八氏は「道路並木並に生籠の改良」の題下に於て次の如く説けり。

今回の如き猛火に當りては道路並木及び生籠の如きは防火の効なかりしが如く稱ふる者あるも、東伏見宮邸、商科大學等が延焼を免かれたるは生籠及び並木に負ふ處大にして普通の火災に對しては大に防火の作用を爲し延焼を少なからしむることは屢々經驗せられたる所なり。(中略) 東京市に於ては毎年數十回の小火災あり、火事は今尙江戸の華なり、道路並木邸宅の境界線及び庭園等に適當なる樹木を栽培し喬大なる生長を遂げしむることは啻に風致衛生上ののみならず防火上亦最必要なる所なり、將來主要道路の幅擴張せられ、又洋風の高層建築物増加し、殊に電信、電話線等の地中に埋設せらるゝに至らば道路並木及び生籠の樹種その手入に付き風致、衛生の他、防火の目的にも多少の改良を要する部分あるべし。(以下略)

- 3, 路面燒損は道路幅員と重大なる關係あり、幅員小なるものその被害の猛烈なること既に記述せるが如し。依つて道路幅員の增加は交通上のみならず火災に際し家屋の延焼を輕減すると共に鋪装路面の燒損被害を輕減せしむるの効果大なりと認めらる。

- 4, 漆青混凝土鋪道の基礎混凝土施工に際し特に地盤不良なる箇所に鋼筋混凝土を施工したるに龜裂數僅に 3 箇なりしに鐵筋を使用せざりし同一路線の地盤比較的良好なる箇所にありてはその數 30 を算せり。依て地質極めて軟弱なる路線局部に於て鐵筋混凝土基礎の築造の如きも震害豫防上効果大なるものと認めらる。

- 5, 漆青混凝土鋪道の延長 5,075 間にしてその龜裂總數 84 箇所なるを以て約 60 間に付き 1 龜裂を生じたる割合なり。又漆青マカダムの總延長 1,502 間この龜裂數 1 なるを以て延長 1,502 間に付き 1 龜裂を生じたる割合なり。前者は龜裂發生率後者の 25 倍に達す。依て震災豫防の見地よりすればマカダム基礎を有する諸種鋪道はセメント混凝土を基礎とする諸種鋪道よりも震災被害を小ならしめ得べし。

(口) 横濱市

這次の大震火災に鑑み道路、橋梁に關して將來に對し考へらるゝ 2,3 の點につき述ぶれば

- 1, 最も必要な事項は先づ道路の幅員を廣くし街路系統を整備し廣場、公園等の自由空地をなるべく完備すること。
- 2, 次に震害よりも寧ろ火害の想像以上に大にして殊に從來木橋が比較的多かりしを以て橋梁火害甚しかりしに鑑み橋梁はなるべく不燃質材料を用ひ耐火構造とすること。

- 3, 高層建築物その他の構造物と歩道鋪装と密接せしむる場合構造物の振動により路面が特に著しく破壊せる例に鑑み歩道の鋪装と建物との間に少しく間隙を有せしむるを得策とすべし。
 - 4, 鋪道は勿論砂利道又は碎石道と雖路床即ち基礎を出來得る丈入念鞏固ならしむる事
 - 5, 河岸道路及び橋臺摺附部に於ける震害の大なりしに鑑み護岸及び橋梁それ自身の構造を耐震的ならしむると共にその路面との接續部にも大に意を用ふる事
 - 6, 道路にはなるべく並木を植ゑて防火の用をなさしむべし。
 - 7, 側溝枠及び下水管等排水設備の被害甚しくこれが爲交通衛生等の障害大なりしに鑑み下水殊に排水施設の構造の完全を期すること。
 - 8, アスファルト道、鋪石等に於ける焼損は意外に大なりき。然れどもこれは道路幅員増大し建築物が耐火的となるに於てはさのみ大ならざるべしと認む。
- 最後に一言したきことは當市に於ては鋪装路面の實例に乏しく如何なる鋪装、如何なる構造が耐震的なるか又は如何なる材料が耐火的なるかを知るに足るべき充分の資料なきを遺憾とす。

(八) 東京府

- 1, 構造物の作用する外力の算出に際しては地震動によて構造物に作用する外力をも加算すること。
- 2, 構造物の重心をなるべく下げる事。
- 3, 構造物の材料はなるべく重量小、強度(抗張、抗壓、抗剪等)耐靱性に富めるものを使用すること。
- 4, 構造物の材料はなるべく同一種類のものを用ふること。
- 5, 構造物はなるべく簡単に安定なる形狀となすこと。
- 6, 構造物築造に際しては入念に地質調査をなすこと。

(二) 神奈川縣

凡そ地震はその強度を推定する能はず從てこれを豫防すべき適當の方法を講じ得ざるも道路にありては可成地盤の堅硬なる箇所を選び盛土高は大ならざるを要し又切取道はその土質の息角に依らずなるべく勾配を緩にし法面の崩壊を防止する廣き小段を多く設くるを可とす。又山腹道は從來なるべく工費節約上切盛とするを理想とせるもこれ亦なるべく切りを主とし盛を避くるを可とす。水路沿道路は概して被害多くその程度は水路幅員及び深に比例するを以てこれを避くるを利とす。火害豫防設備として路側に於ける電燈柱の撤廢、並木の設置等を必要と認む。

(木) 静岡縣

震害多大なりしは主として山中に設けたる道路なり。山の中腹にては道路その者が強固なるもその山が軟弱なる場合道路の上部又は下部の山崩れによりて如何に強固なる道路を築造するも完全に豫防すること不可能なり。今可能的豫防方法と認めらるべきものを掲ぐれば次の如し。

1. 路線選定に際しては軟地盤の箇所を避けなるべく硬地盤の箇所を選ぶこと。
2. 切土、盛土は法面を充分緩にし盛土は充分搗き固むこと。
3. 高き土留石垣を避け止むを得ざるときは練積とし勾配を緩にし裏込を充分にすること。
4. 暗渠の防護としては法崩壊による呑吐口の埋没を防ぐため呑吐口に相違の長を與ふるか若くは相當の防備をなすこと。
5. 橋梁に於ては橋臺、橋脚の設計に際し地震に耐へ得る様設計すること即ち混擬土を使用し一體となし又は鐵筋混擬土工を使用すること。

(火) 埼玉縣

本縣の震災の跡を顧みて將來の豫防方法を述すれば

(一) 道路 築立道路の法は從来に比して緩になすを要すべく切取の法は土質の悪しき場合は同様緩にする要あるべし。地盤軟弱にして陥没せる如き場所はその區域を明にすること困難なると且多大の工費を投するに非ればこれを豫防すること能はざるべきを以てこれ等は寧ろ震害を受けたる際に復舊することゝし何等の施工をなさゞるを可なりと思考す。

土留擁壁の工法は最も改良を必要とするものにして從來の玉石、間知石若くは切石の空積の不可なるは言ふまでもなくこれを練積となすも充分ならざるを以て一般の場合鐵筋混擬土の構造となすの要あるべし尤も背面の土壓に耐ゆるのみならず水平の震動に對しても安全なる工法となすは勿論なりとす。高さ低き場合は鐵筋混擬土の杭打となし杭間には鐵筋混擬土の板を取付くるか又は場所打とすること若くは從來の如き木造を可とすべし。

これ等の杭も從前に比して根入の長を増加するを要す。

擁壁の基礎工として地杭を打ち得る場合(地震を考ふる要ある地點は多くは地杭を打つことを得べし)は可成地杭を打つことゝし擁壁と地杭との連結を強固にし地杭の抜け出づるまでの力を利用して擁壁が地下に於て固定したる突杭として働く如くせば相當に壁の下部に於ける幅を減することを得べし。地杭と基礎との連結方法としては杭の頭部を通して横に丸鐵を通し若くは頭部に鐵線を巻き付けこれより太き數條の鐵線を出し何れも相當深く鐵筋混擬土の基礎中に埋込む如きは一案なるべきか。岩盤の上に擁壁を築くときは從來は岩を單に切均してその盛土を打ちたるが將來は岩盤にその質と擁壁の高に應じて相當の深に穴を鑿ち丸鐵等を埋込み上半を基礎中に埋込む必要あるべし。

玉石等の地盤にして地杭を打込み難きときは止むを得ず擁壁自體の重量のみにて安全なる工法を探らざるべからず。

(二) 橋 梁 橋梁の橋臺の構造に就ては大體前述擁壁と同一にして唯橋體の重量の頂部に加はりて橋臺と共に振動することに對して安全なるを要すべく高の高きときはV字を倒にしたる形狀となし所々に縦に連結の壁を造り中空には玉石、砂利、土砂又は低級なる混擬土を填充するを可とすべく尚高の高くなるに従ひその面を曲面とするを經濟的とすべく尚次の諸項に留意するを要すべし。

橋體と橋臺との連結を充分にすること即ち木造橋體を單に石造橋臺の上に乗せたる當縣の工法の不可なるは勿論これを鬼ボルト等にて碇着するにも橋體の重量に比例して相當大なるボルトを使用し橋體の水平摺動及び昂上に對しても耐ゆるものたるべく同時に木造桁橋の桁と枕梁との連結も手違錠を廢して橋臺より枕梁と共に桁を緊結すべく混擬土橋にても桁と橋臺とを丸鐵等にて連結するか又は框構となすべきこと鐵橋等の如く重量の大なるものにありては特にアンカー・ボルトに注意して相當大なるものを使用し且その埋込方及び橋體との連結ナット等も注意を要すべし。

橋脚の構造も大體橋臺に述べたることゝ同様の留意を必要とすべく從て井筒基礎の如きも必ず鐵筋混擬土とし橋脚本體と鐵筋にて連結することゝすべし。木造橋脚を繼ぐことは可成これを避け止むを得ざるときも充分これを堅固になすこと、特に橋の方向に彎曲することに對して丈夫なる工法とすべし。

木造橋脚の橋梁にして延長長きもの特に橋脚の高き土橋にありては縦の震動に對して橋脚の幾分彎曲する爲終端に於て激突する力大なるを以て桁を橋臺に取付くるのみならず桁鼻を土留壁に可成接近せしめ壁を堅固に築造すべきものなるべし。同様にこの種の鐵筋混擬土橋脚にても在來の如き細き柱状の構造は將來これを改めて橋の方向に於ける震動に耐ゆるものとすべし。

橋臺及び橋脚の何等損傷を受けずして橋體のみ破損せることは本縣には實例なきが如きも(1箇所土橋桁の1本折れたるものあるも腐朽が原因をなせるものにして範とするに足らず)大體上述せる諸點に就ては注意施行せば桁橋等は橋體そのものゝ構造に就ては耐震上特に強度を加ふる要なるべしと思考す、但頬杖橋の頬杖と桁との連結はこれを堅固になすの要あり、トラス橋に就ては考慮すべき事項少なからざるべきも資料なきを以てこれを省略す。

(ト) 千葉縣

1. 河川若くは溝渠に近き路線の選定を避くること。
但萬已むを得ざる場合にありてはその接續部分に對し充分なる擁壁を設くること。
2. 地盤軟弱の部分を出來得る限り避くること。

但萬に得ざる場合にありては杭打工若くは沈床工を施すこと。

3. 盛土箇所には充分兩側の滑落を防止するに足る工事を施行すること。
4. 片切、片盛は道路築造の最も經濟的方法なりと思考せられたりしも出來得る限りこの方法を避け主として切取方法によること。

(チ) 山 梨 縣

將來震害に對して道路は充分幅員の廣きを要し路床は地質均等堅硬なる地帶を撰定するを安全なりとするも軟弱なるに於ては効良を施す必要あり。路肩は有効幅員外少くも1間を與へ路床には用排水路を接近せしめず築堤道には法勾配を少くとも2,3割とすべし。並木を植ゑんと欲すれば路體以外の地に遠くこれを植ゑ若し已を得ずして斷崖に沿ひて切取道路を築造せんとせば切取法面上肩を特に緩に切取り路側土留等の石垣の如きは避くるを良しとす。

(リ) 餘 論

編者は職務上の關係により震災直後横濱市に在りてその附近の道路の被害状況を巡視したりしが今當時の手記を縦き2,3の私見を試みんとす。(牧委員)

1. 盛土道路に就て

蓮田その他通俗に深田と稱する土地を通ずる道路は盛土の高甚大ならざるに拘らず亜裂、陥没、崩壊せる箇處極めて多し。又丘陵地に於ける谿間即ち高臺地間の低平地を通ずる道路は一般に高き盛土より成るを常とするが、斯かる土地は京濱附近に於ける土丹岩の地方にありては多くは底なし地と稱する軟弱なる地盤を有するを以て概ね堤道の法崩れ又は陥没を伴ひたり。編者は曾て秋田縣技師在職中明治四十一年秋田市に於て秋田停車場道の擴築に當り舊秋田城(城趾は現在秋田公園)外濠の埋立并に秋田公園表口道路の擴築に當りその内濠の埋立を行ひたりしがその盛土は水面上前者は約10尺以上、後者は約30尺に及べり。而して當時古老の言に據ればこの城廓の濠池の底は薬研堀に土丹岩を堀り付けたるものなりとのことに稽へ、又その濠中の泥土に約5間餘の竹竿を殆ど無抵抗にて両手を以て押し込み得たるもの終にその薬研堀の底を究むることを得ざりしことに鑑み、盛土の法先に當る部分には荒砂利乃至玉石を捨込み(捨石の量の加はるに従ひ法先を距る5,6間の箇處に濠底の泥土が氷面上高く隆起するを見たり)その沈著を待ちて盛土を捲出し1割5分位に道路を築造したりしが大正三年三月秋田地方の激震に際しその部分には被害なく却つて捨石を爲さゞりし若くは只僅少の捨石にて済ましたる比較的低き盛土部が崩壊、龜裂を生じたり。この事實に徵し地盤の軟弱なる地方に於ける盛土道路にありてはその法先に沿ひ布堀を爲し充分捨石を施し1割5分乃至2割より急ならざる法を以て盛土を仕上ぐるときは耐震上有効なるべし。尙法先に當り力杭を併用することも亦考慮の價値あるべし。

2. 切盛道路に就て

山腹道路に於て半切、半盛断面を以て各横断面に於ける大體切盛相償を行ふべきことは道路の縦断面に於ける切取盛土の相償を行ふと同様工費經濟上忽せにすべからざる重要問題なりとす。然るに吾邦に於ける一般の切盛道路築造の方法を通覽するに盛土部の地山段切れが只申譯許りとも云ふべき極めて手軽なる施工にて満足し尙甚しきはこの手軽なる段切すら祿祿これを施工せざるもの多きが如し。依て斯かる切盛道路にありては概ね粗鬆なるを常とする芝土等の如き表土は一應これを削り取り(繰返し法によりその土をば盛土に使用す)心土部に約2,3尺の段切を爲したる後盛土を爲すに於ては獨り彼の新成道路に屢々見る所の尋常降雨に因る法崩の厄を免れ得べきのみならず耐震上に於ても亦極めて有効なるべし。

3. 摊壁に就て

編者は曾て内務技師在職中大正六年十月の風水害に因る復舊工事に對する國庫補助申請の査定に於て神奈川縣管内の工事を検査するに當り鎌倉郡、久良岐郡、三浦郡; 中郡の海岸に臨める擁壁(海壁にあらず)の断面を定むるに「クウォン」氏土壓公式に據りその壓力線をば壁體底部の中央1/3に入れしめたり、尤も擁壁は多くは平頂にしてその上盛を有するものと雖約6尺を超えず築石は地方産の粗鬆軟弱なる砂岩(鷹取石、鎌倉石等)の才石にしてこれを練積とし裏積は多く土丹岩の粗石混凝土を用ひ中には處々に控壁を設けその空隙部に割栗石を詰立て兎も角も重力式壁體の格式を具へしめたるもあり基礎は岩盤若くは密質なる海砂にして動もすれば波浪洗掘の虞ある場合には松丸太のベタ杭を打ち場所打混凝土約1.5尺を施したり。この種の擁壁は横濱逗子間に於ける杉田富岡海岸通、逗子三崎間に於ける逗子葉山海岸通、鎌倉江ノ島間に於ける海岸通、大磯町海岸等の處々に築造せられたりしが大部分は能く震災に耐へその破壊せられたるものは前記災害工事検査の翌年大正七年夏監督巡視の際築石の濕し方、膠泥の使ひ方並に練積養生法の不完全に關し注意を促したる箇處のみなりし。その他砂盤の多少劣弱なりしと認めらるゝ箇處に於て壁體に少許の異動を認めたるも甚しく加工修理を要するものなかりしは一奇と云ふべし。以上一部の事實より判するに「クウォン」氏土壓公式に據りその壓力線が壁底の中央1/3に入る重力式擁壁は基礎、施工法等の條件完備するに於ては過般の震災の程度に對しては大體安全にあらずやと思惟せらる。

以上の管見は制限的に正しとするも絶對的に正しとすべからざるや論なし。その爲には擁壁断面の計算に當然地震力を考慮に加へざる可らず。依て工學博士物部長穂氏に請ふて氏の獨創に係る公式及び圖表を次に掲ぐることせり。

4. 重力式耐震擁壁の設計法

I [土圧係数]	74
i) 地震力作用せざる場合	
(a) 擁壁背面鉛直なる場合.....	74
(b) 擁壁背面傾斜せる場合.....	75
ii) 地震力作用せる場合	
(a) 擁壁背面鉛直なる場合.....	76
(b) 擁壁背面傾斜せる場合.....	76
II [断面の決定]	77
i) 擁壁前面傾斜し背面鉛直なる場合	77
ii) 擁壁前面鉛直にして背面傾斜せる場合	78
III [Overturn するに要する地震力].....	79
i) 擁壁前面傾斜し背面鉛直なる場合	79
ii) 擁壁前面鉛直にして背面傾斜せる場合	80
VII [例]	81

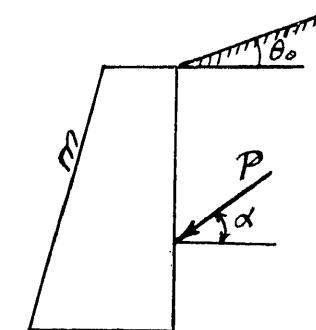
I [土圧係数]

i) 地震力作用せざる場合

(a) 擁壁背面鉛直なる場合

H =擁壁の高, θ_0 =地表面が水平線となす角, m =擁壁前面勾配, P =擁壁の単位長に就き擁壁背面に作用する土圧, P_H =土圧 P の水平分力, α =土圧 P の水平線となす角, φ =土の内部摩擦角, δ =土と擁壁背面との摩擦角, w =土の単位容積の重量, w_1 =擁壁の単位容積の重量,

Coulomb 氏の土圧公式:



$$P = \frac{1}{2} wH^2 \frac{\cos^2 \varphi}{\cos \delta \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta_0)}{\cos \delta \cos \theta_0}} \right]} = \frac{1}{2} wH^2 E \quad \dots (1)$$

$$P_H = \frac{1}{2} wH^2 E \cos \alpha = \frac{1}{2} wH^2 E \cos \delta$$

但し $E = \frac{\cos^2 \varphi}{\cos \delta \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta_0)}{\cos \delta \cos \theta_0}} \right]^2}, \quad \alpha = \delta$

$$\begin{cases} \varphi = 25^\circ \sim 45^\circ \\ \theta_0 = 0^\circ \sim 30^\circ \\ \alpha = \delta = \varphi \end{cases}$$

の場合の E の値は圖表一に示す如し。

[参考]

Rankine 氏の土圧公式:

$$P = \frac{1}{2} wH^2 \frac{\cos \theta_0 (\cos \theta_0 - \sqrt{\cos^2 \theta_0 - \cos^2 \varphi})}{\cos \theta_0 + \sqrt{\cos^2 \theta_0 - \cos^2 \varphi}} = \frac{1}{2} wH^2 \Psi$$

$$P_H = \frac{1}{2} wH^2 \Psi \cos \alpha = \frac{1}{2} wH^2 \Psi \cos \theta_0$$

Coulomb 氏の土圧公式と Rankine 氏の土圧公式とに於て

$$\begin{cases} \varphi = 25^\circ \sim 45^\circ \\ \theta_0 = 0^\circ \sim 30^\circ \\ \delta = \varphi \& \frac{2}{3}\varphi \end{cases}$$

の如し。
E cos alpha
Psi cos alpha

(b) 擁壁背面傾斜せる場合

n =擁壁背面の勾配

Coulomb 氏の土圧公式:

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} wH^2 \sec \alpha \sec^2 \Psi \\ &\quad \frac{\cos^2(\varphi - \Psi)}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta_0)}{\cos \alpha \cos(\theta_0 - \Psi)}} \right]^2} \\ &= \frac{1}{2} wH^2 E \quad \dots (2) \end{aligned}$$

$$P_H = \frac{1}{2} wH^2 E \cos \alpha = \frac{1}{2} wH^2 E \cos(\delta + \Psi)$$

但し

$$\begin{aligned} E &= \sec \alpha \sec^2 \Psi \frac{\cos^2(\varphi - \Psi)}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta_0)}{\cos \alpha \cos(\theta_0 - \Psi)}} \right]^2} \\ &= \sec(\delta + \Psi) \sec^2 \Psi \frac{\cos^2(\varphi - \Psi)}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta_0)}{\cos(\delta + \Psi) \cos(\theta_0 - \Psi)}} \right]^2} \\ &\quad \alpha = \delta + \Psi \end{aligned}$$

$\varphi = 25^\circ \sim 45^\circ$
 $\theta_0 = 0^\circ \sim 30^\circ$
 $n = 0 \sim 0.6$
 $\delta = \varphi$

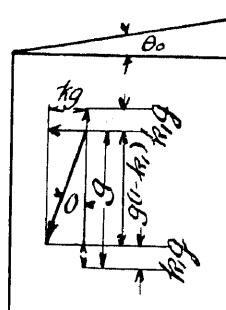
ii) 地震力作用せる場合

(a) 擁壁背面鉛直なる場合

Coulomb 氏の土圧公式に依れば

$$P_H = \frac{1}{2} w H^2 E_1 \cos \alpha = \frac{1}{2} w H^2 E_1 \cos \delta$$

$$\text{但し } E_1 = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos \theta \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \sin(\varphi - \theta - \theta_0)}{\cos(\delta + \theta) \cos \theta}} \right]^2}$$



Accel. Diagram.

$$\left. \begin{array}{l} \varphi = 25^\circ \sim 45^\circ \\ \theta_0 = 0^\circ \sim 30^\circ \\ K = 0 \sim 0.5 \\ \delta = \frac{1}{2}\varphi \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{の場合の } E_1, E_1 \cos \alpha \text{ の値を圖示すれば圖表十一乃至二十} \\ \text{の如し。} \end{array}$$

(b) 擁壁背面傾斜せる場合

Coulomb 氏の土圧公式に依れば

$$P_H = \frac{1}{2} w H^2 E_1 \cos \alpha = \frac{1}{2} w H^2 E_1 \cos (\delta + \Psi)$$

$$\text{但し } E_1 = \frac{\cos^2(\varphi - \Psi - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \Psi \cos(\delta + \Psi + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta - \theta_0)}{\cos(\delta + \Psi + \theta) \cos(\theta_0 - \Psi)}} \right]^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} \varphi = 25^\circ \sim 45^\circ \\ \theta_0 = 0^\circ \sim 30^\circ \\ K = 0 \sim 0.5 \\ \delta = \frac{1}{2}\varphi \end{array} \right\} \text{の場合の } E_1 \text{ の値を圖示すれば圖表二十一乃至三十二の如し。}$$

[参考]

地震力作用せる場合の Coulomb 及び Rankine の土圧公式に於て息界 θ を θ だけ減却する場合の土圧係数及び水平分力の係数を圖示すれば、圖表三十三及び三十四の如し。

但擁壁背面鉛直にして $\phi = 35^\circ$ $\theta_0 = 0$ の場合

[Rankine 氏の土圧公式に依る場合]

$$P = \frac{1}{2} w H^2 \frac{\cos \theta_0 [\{\cos(\theta_0 - \theta) - \sqrt{\cos^2(\theta_0 + \theta) - \cos^2 \varphi}\}^2 + \{\sin(\theta_0 + \theta) \cos \theta \{\cos(\theta_0 + \theta) + \sqrt{\cos^2(\theta_0 + \theta) - \cos^2 \varphi}\}]^{1/2}}{-\sin(\theta_0 - \theta)} = \frac{1}{2} w H^2 \psi_1$$

$$P_H = \frac{1}{2} w H^2 \Psi_1 \cos \alpha$$

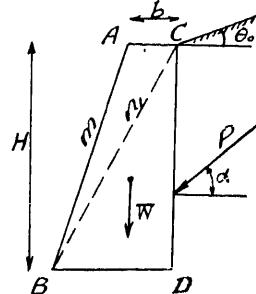
〔Rankine 氏の土圧公式に於て息角を減却せる場合〕

$$P = \frac{1}{2} w H^2 \frac{\cos \theta_0 \{ \cos \theta_0 - \sqrt{\cos^2 \theta_0 - \cos^2 (\varphi - \theta)} \}}{\cos \theta_0 + \sqrt{\cos^2 \theta_0 - \cos^2 (\varphi - \theta)}} = \frac{1}{2} w H^2 \Phi$$

$$P_H = \frac{1}{2} w H^2 \phi \cos \alpha = \frac{1}{2} w H^2 \phi \cos \theta_0$$

II [断面の決定]

i) 摊壁前面傾斜し背面鉛直なる場合



土壓 P 及び擁壁の自重 W のみ働きて地震力作用せざる時、これ等の合力が底邊 BD の middle third に来る爲には

$$\gamma \{n_1^2 - m^2 + mn_1\} = E (\cos \alpha - 2n_1 \sin \alpha)$$

or

$$\begin{aligned} \gamma (c^2 + 3cm + m^2) \\ = E (\cos \alpha - 2(c+m) \sin \alpha) \quad \dots (5) \end{aligned}$$

$$\text{但し } \gamma = \frac{w_1}{w}, \quad c = \frac{b}{H},$$

$n_1 = BC$ 面の勾配

$$= \frac{b}{H} + m = c + m$$

(5) 式を m に就て解けば次の如し。

$$m = \frac{-3cy - 2E \sin \alpha + \sqrt{(3cy + 2E \sin \alpha)^2 + 4\gamma(E \cos \alpha - 2cE \sin \alpha - c^2\gamma)}}{2\gamma} \quad \dots (6)$$

今 (6) 式に依り Coulomb 氏の土壓公式を用ひ

$$\begin{aligned} \varphi &= 25^\circ \sim 45^\circ \\ \theta_0 &= 0^\circ \sim 30^\circ \\ c &= 0.08 \& 0.1 \& 0.15 \\ \gamma &= \frac{w_1}{w} = 1.5 \\ \alpha &= \delta = \varphi \end{aligned}$$

の場合の m の値を圖示すれば圖表三十五乃至三十七の如し。

ii) 擁壁前面鉛直にして背面傾斜せる場合

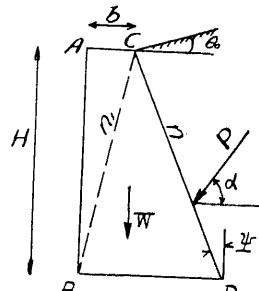
地震力作用せざる場合に土壓 P 及び擁壁の自重 W のみ働く場合、これ等の合力が底邊 BD の middle third に来る爲には

$$\gamma n_1^2 = E \{\cos \alpha - n \sin \alpha - 2n_1 \sin \alpha\}$$

$$\text{or } c = \sqrt{\frac{E \{\cos \alpha - n \sin \alpha - 2n_1 \sin \alpha\}}{\gamma}}$$

$$\dots \dots \dots \dots (7)$$

今 Coulomb の土壓公式を用ひ



$$\varphi = 25^\circ \sim 45^\circ$$

$$\theta_0 = 0^\circ \sim 30^\circ$$

$$c = 0.08 \& 0.1 \& 0.15$$

$$\gamma = \frac{w_1}{w} = 1.5$$

$$\alpha = \delta + \psi = \varphi + \psi$$

の場合の n の値を求むれば次表の如し。

第一表 n の値

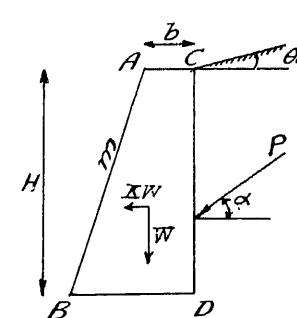
$c = \frac{b}{H} = 0.08$	$c = \frac{b}{H} = 0.10$	$c = \frac{b}{H} = 0.15$
$\theta_0 \backslash \varphi$	$\theta_0 \backslash \varphi$	$\theta_0 \backslash \varphi$
0 0.540	0 0.52	0 0.47
10° 0.55	10° 0.53	10° 0.47
20° 0.55	20° 0.54	20° 0.49
30° 0.45	30° 0.43	30° 0.36

III [Overturn するに要する地震力]

(II) の方法に依り地震力作用せざる時合力が底邊の middle third に来る様設計したる擁壁が幾何の地震まで overturn することなく堪へ得るかを吟味するに次の如し。

i) 擁壁前面傾斜し背面鉛直なる場合

地震力作用せる時の土壓 P 及び擁壁の自重及びこれの地震力に依る水平分力 KW の作用せる時これ等の合力が B 點に来る爲には



$$\begin{aligned} E \{\cos \alpha - 3(m+c) \sin \alpha\} + \gamma K \{m+3c\} \\ = \gamma \{2m^2 + 6cm + 3c^2\} \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

今 Coulomb の土壓公式を用ひ

$$\begin{aligned} \varphi &= 25^\circ \sim 45^\circ \\ \theta_0 &= 0^\circ \sim 30^\circ \\ c &= 0.08 \& 0.1 \& 0.15 \\ \gamma &= 1.5 \\ \alpha &= \delta = \frac{1}{2}\varphi \end{aligned}$$

第二表 K の値

$c = \frac{b}{H} = 0.08$	$c = \frac{b}{H} = 0.10$
$\theta_0 \backslash \varphi$	$\theta_0 \backslash \varphi$
0 0.125	0 0.125
10° 0.112	10° 0.114
20° 0.090	20° 0.090
30° 0.057	30° 0.055

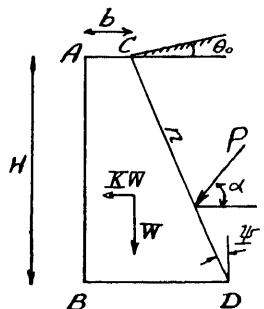
$c = \frac{b}{H} = 0.15$
$\theta_0 \varphi \quad 25^\circ \quad 30^\circ \quad 35^\circ \quad 40^\circ \quad 45^\circ$
0 0.126 0.105 0.095 0.080 0.068
10° 0.116 0.103 0.092 0.078 0.065
20° 0.092 0.082 0.072 0.062
30° 0.062 0.057

ii) 摩擦前面鉛直にして背面傾斜せる場合

地震力作用せる時土圧 P 及び摩擦の自重及びこれに働く地震力による水平力 KW の作用せる時これ等の合力が B 點に来る爲には

$$E \left\{ \cos \alpha - 3 \left(c + \frac{2}{3} n \right) \sin \alpha \right\} + \gamma K (3c + n)$$

$$= 3\gamma c^2 + 3\gamma n \left(c + \frac{1}{3} n \right) \dots \dots \dots (9)$$



今 Coulomb 氏の土圧公式を用ひ

$$\begin{aligned} \varphi &= 25^\circ \sim 45^\circ \\ \theta_0 &= 0^\circ \sim 30^\circ \\ c &= 0.08 \& 0.1 \& 0.15 \\ \gamma &= \frac{w_1}{w} = 1.5 \\ \alpha &= \delta + \varphi = \frac{1}{2}\varphi + \varphi \end{aligned}$$

の場合の K の値を求む
れば次表の如し。

第三表 K の値

$c = \frac{b}{H} = 0.08$	$c = \frac{b}{H} = 0.10$	$c = \frac{b}{H} = 0.15$
$\theta_0 \varphi \quad 35^\circ \quad 45^\circ$	$\theta_0 \varphi \quad 35^\circ \quad 45^\circ$	$\theta_0 \varphi \quad 35^\circ \quad 45^\circ$
0 0.40 0.30	0 0.39 0.28	0 0.34 0.18
10° 0.40 0.23	10° 0.39 0.23	10° 0.32 0.18
20° 0.21	20° 0.21	20° 0.16
30° 0.18	30° 0.18	30° 0.14

IV [Example]

[摩擦前面鉛直なる場合] 圖表三十八

$$\text{Deta} \quad H = 30', \quad c = \frac{b}{H} = 0.08,$$

$$\varphi = 30^\circ$$

$$\theta_0 = 0, \quad \gamma = \frac{w_1}{w} = \frac{150^*}{100^*} = 1.5$$

$$b = cH = 2.4'$$

$$m = 0.224$$

圖表三十五より

$$b' = b + mH = 9.12'$$

$$W = 25,920^*$$

$$E = 0.297$$

圖表一より

$$P_1 = \frac{1}{2} wH^2 E = 13,400^*$$

$$K = 0.103$$

第二表より

$$E_1 = 0.37$$

圖表 (14) より

$$P_1 = \frac{1}{2} wH^2 E_1 = 16,650^*$$

$$KW = 2,670^*$$

[摩擦背面傾斜せる場合] 圖表三十九

$$\text{Deta} \quad H = 30' \quad c = 0.1$$

$$\varphi = 35^\circ$$

$$\theta_0 = 0 \quad \gamma = 1.5$$

$$b = cH = 3'$$

$$n = 0.41$$

第一表より

$$b' = 15.3'$$

$$W = 41,175^*$$

$$E = 0.53$$

圖表八より

$$P = \frac{1}{2} wH^2 E = 23,850^*$$

$$K = 0.39$$

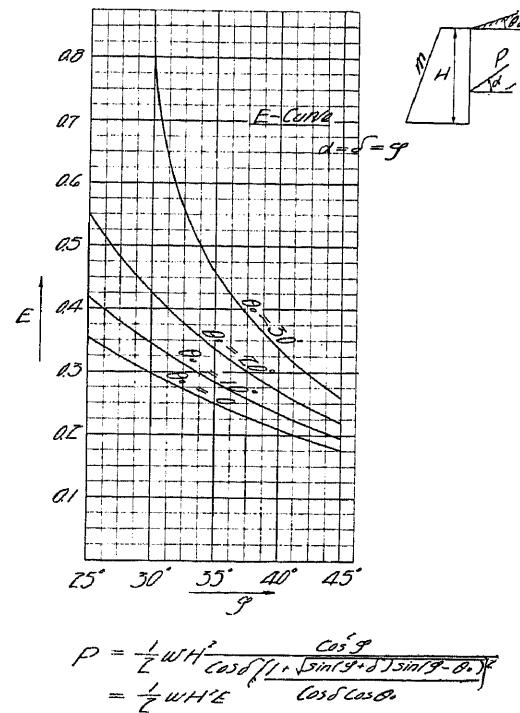
第三表より

$$E_1 = 0.95$$

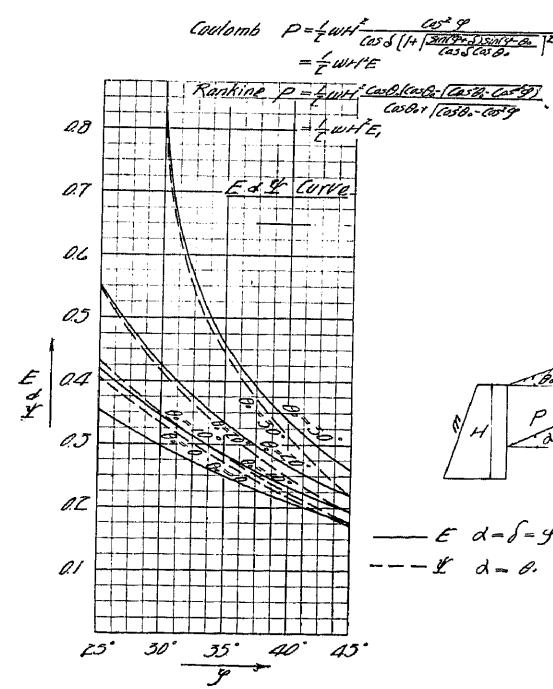
圖表二十五より

$$P_1 = \frac{1}{2} wH^2 E_1 = 42,750^*$$

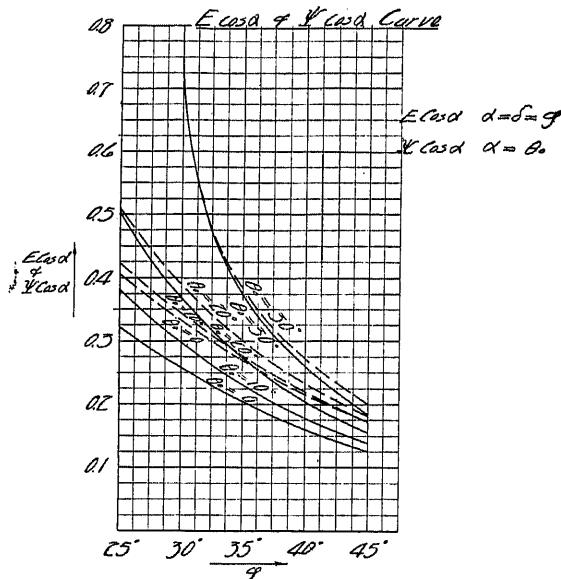
圖表一



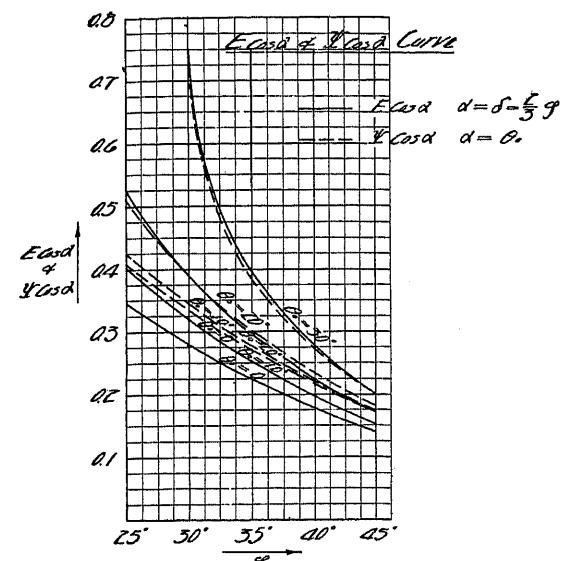
圖表二



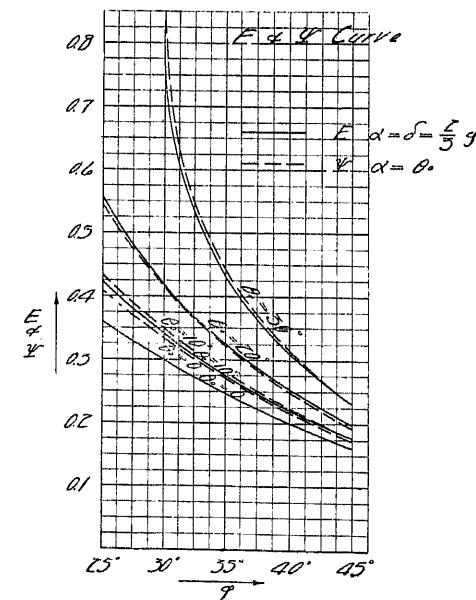
圖表三



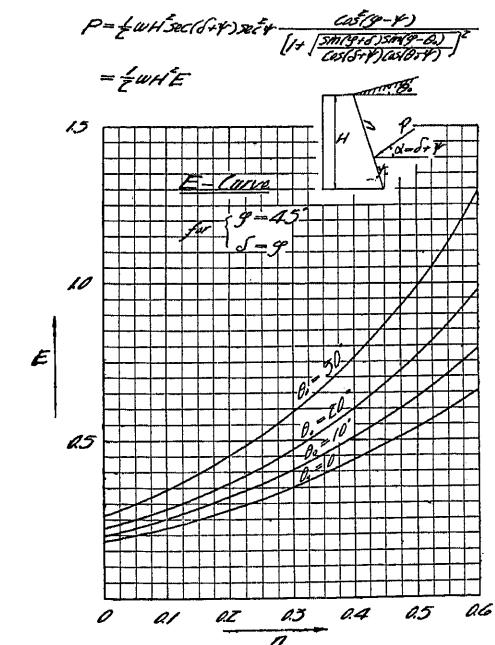
圖表五



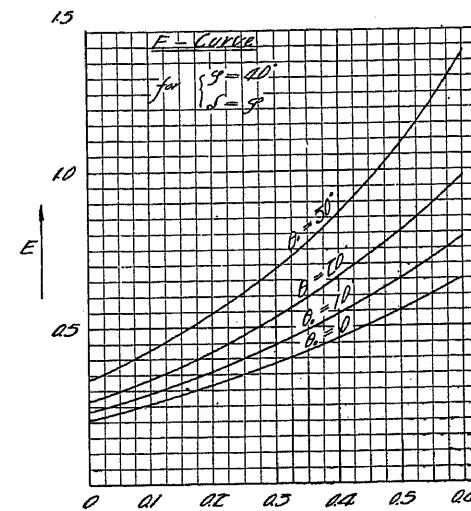
圖表四



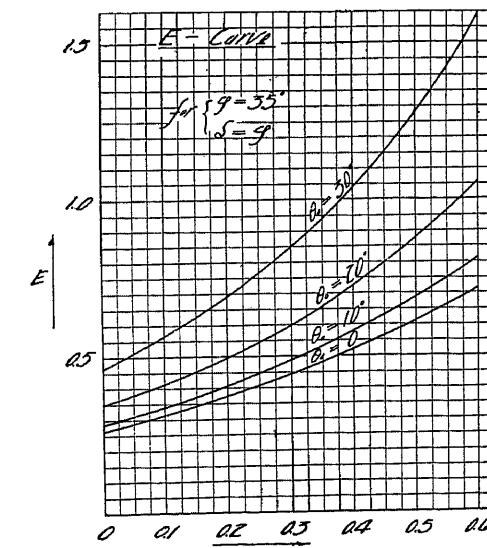
圖表六



圖表七

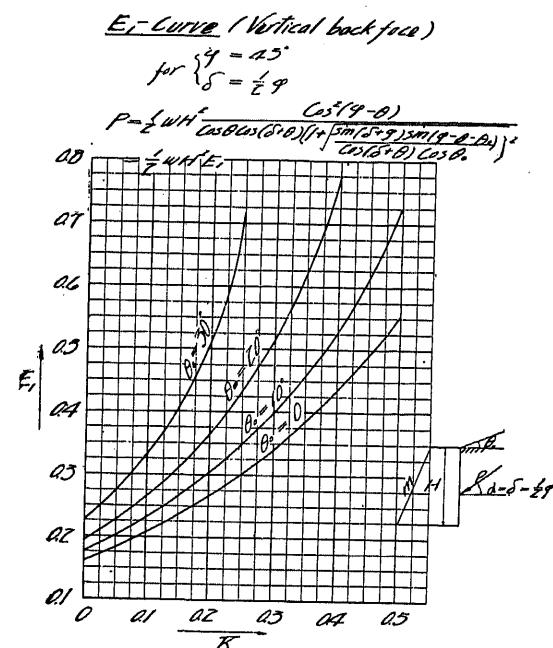
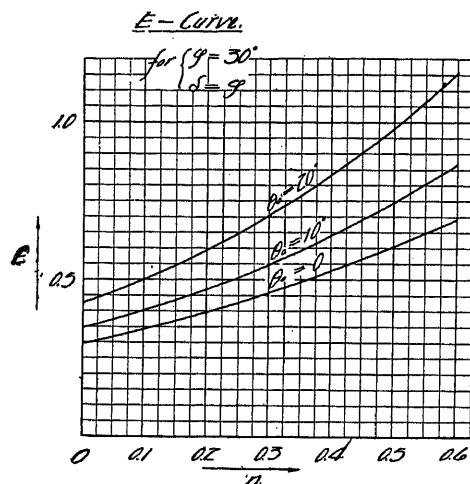


圖表八

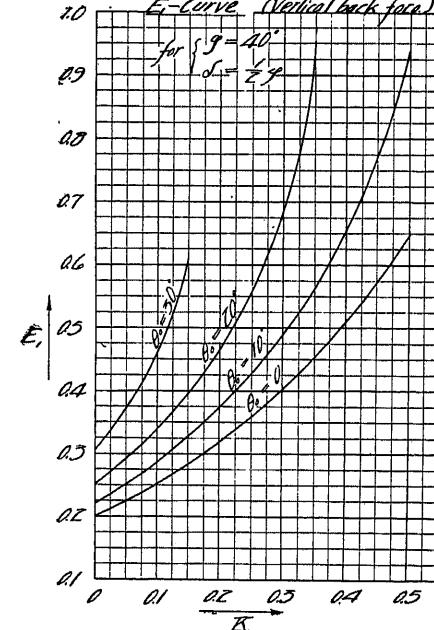
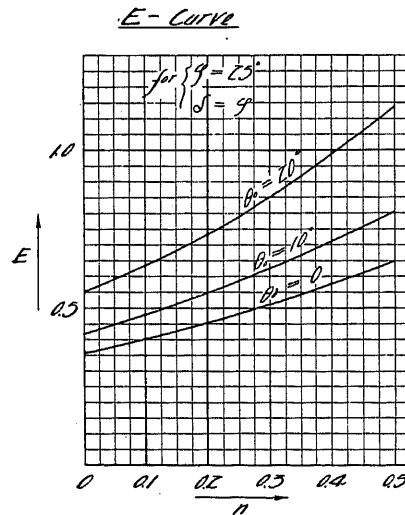


圖表十一

圖表九

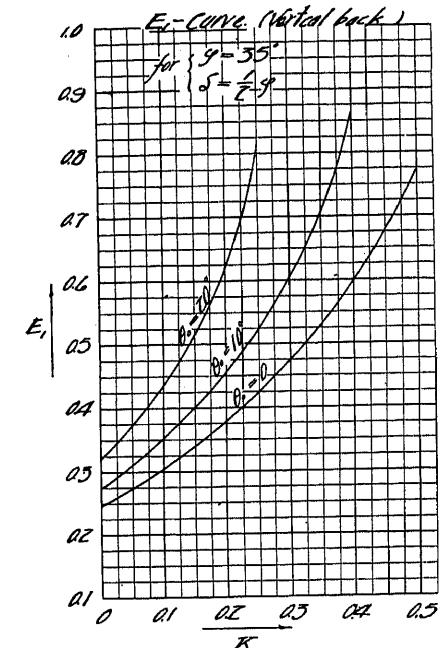


圖表十

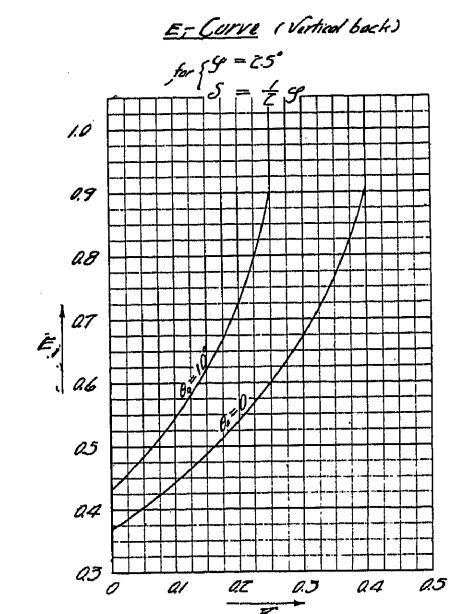


圖表十二

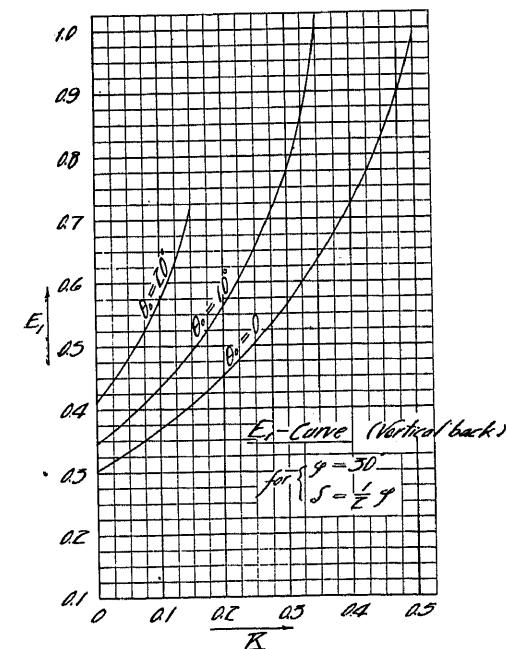
圖表十三



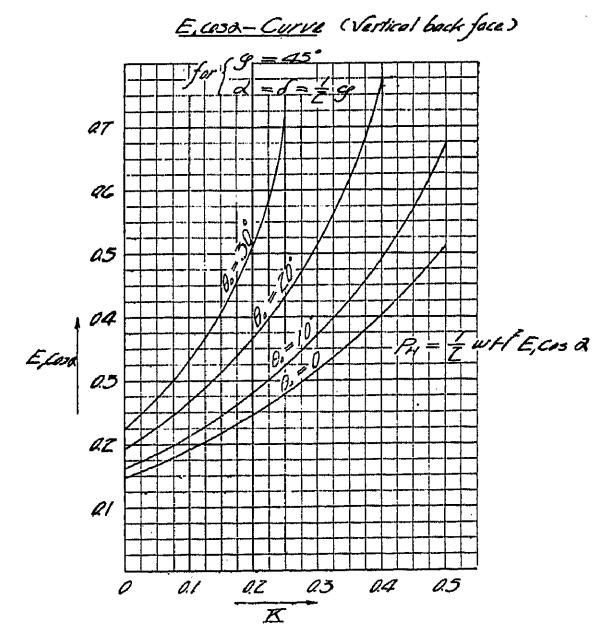
圖表十五



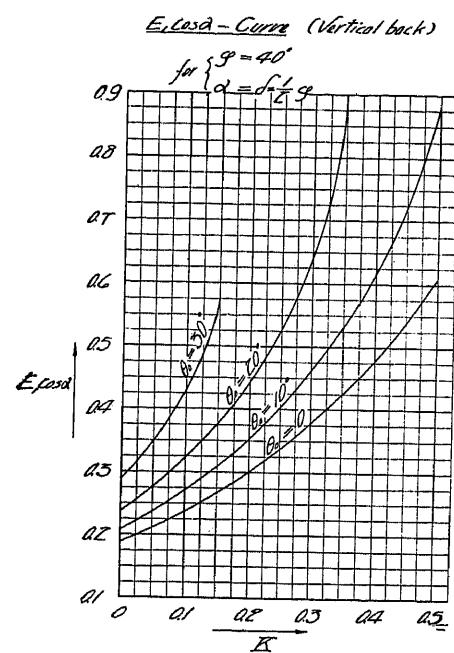
圖表十四



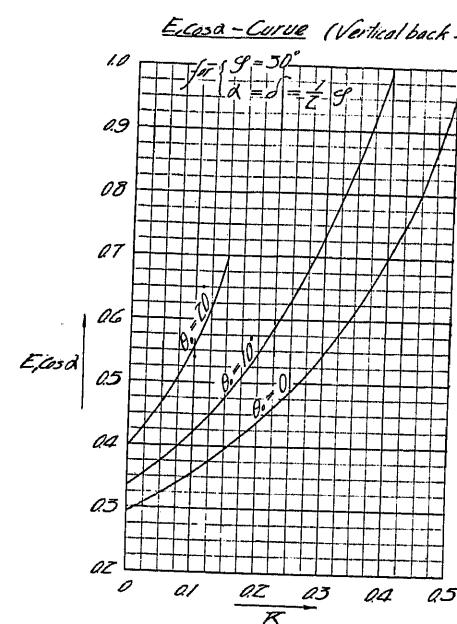
圖表十六



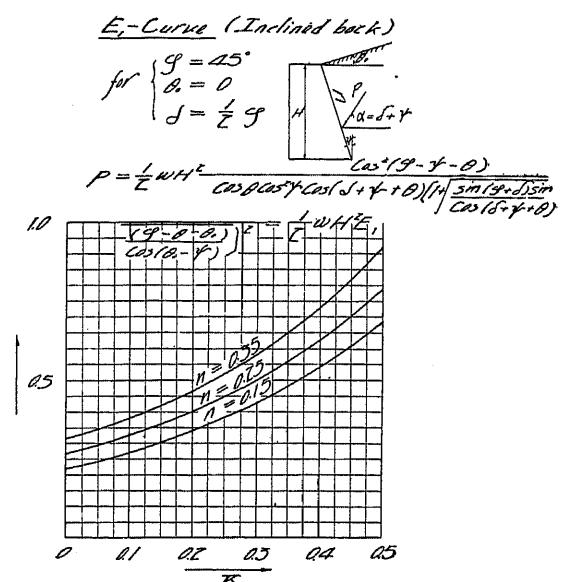
圖表十七



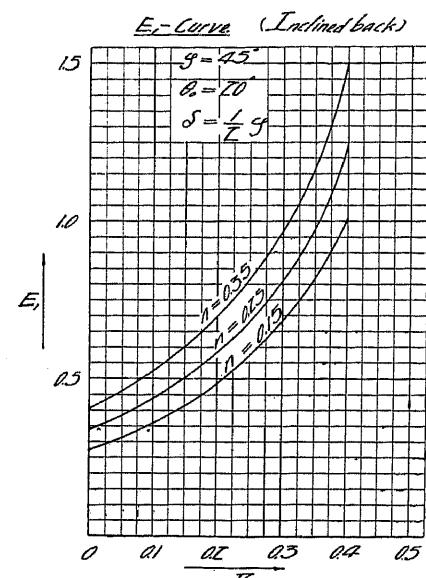
圖表十九



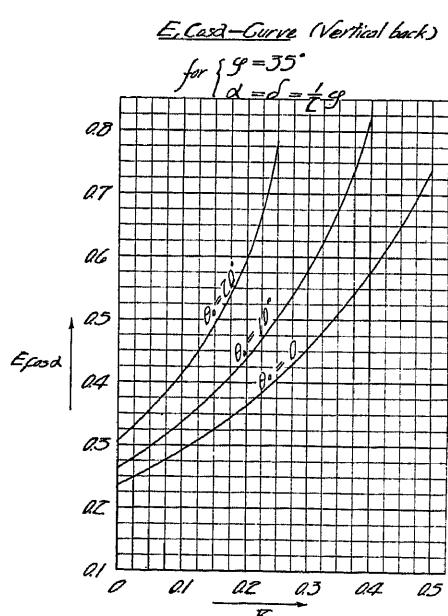
圖表二十一



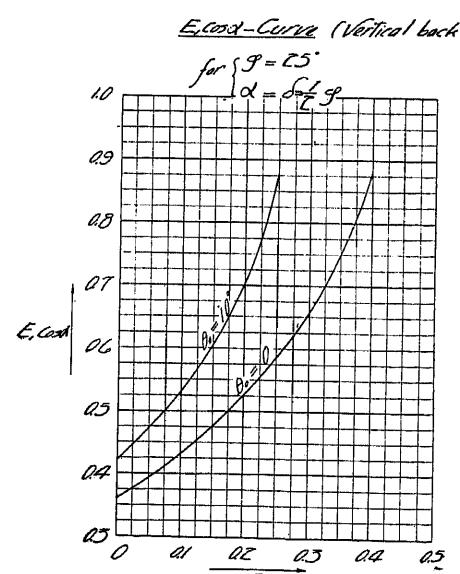
圖表二十三



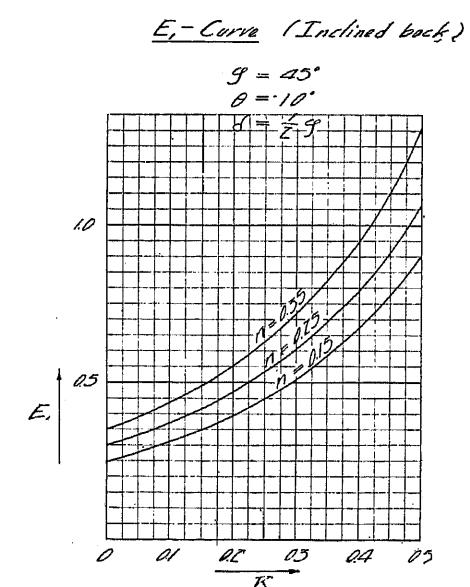
圖表十八



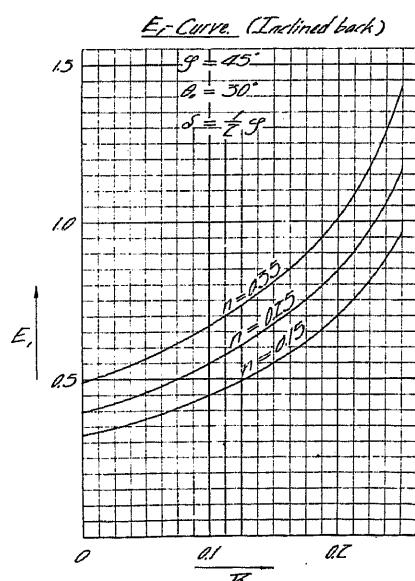
圖表二十



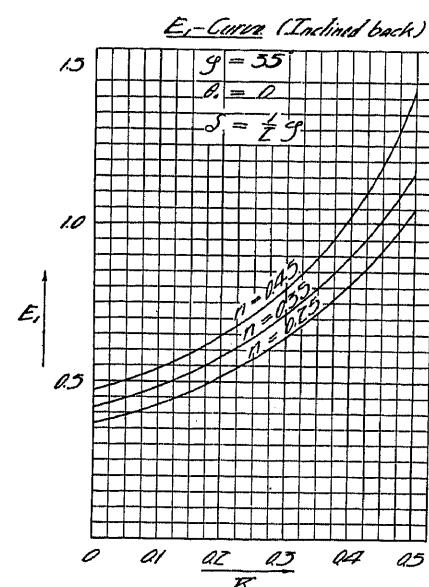
圖表二十二



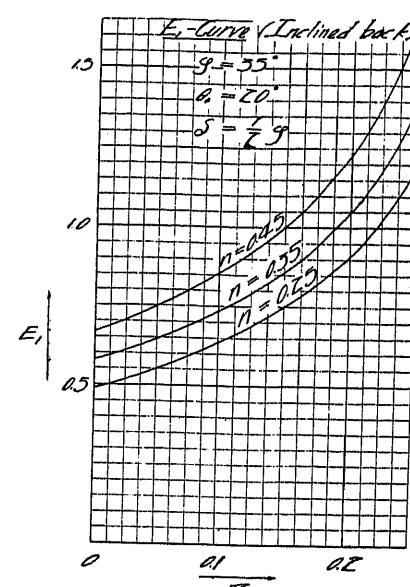
圖表二十四



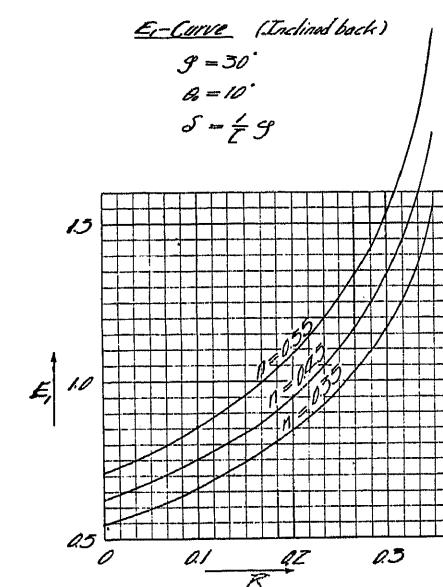
圖表二十五



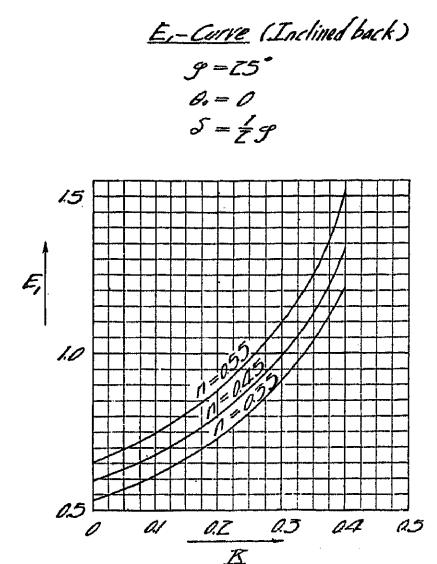
圖表二十七



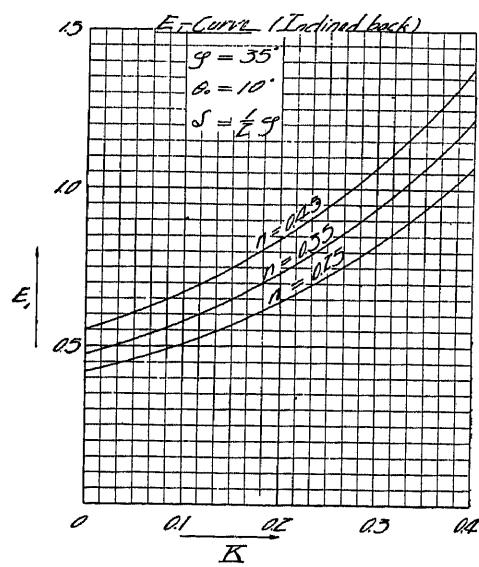
圖表二十九



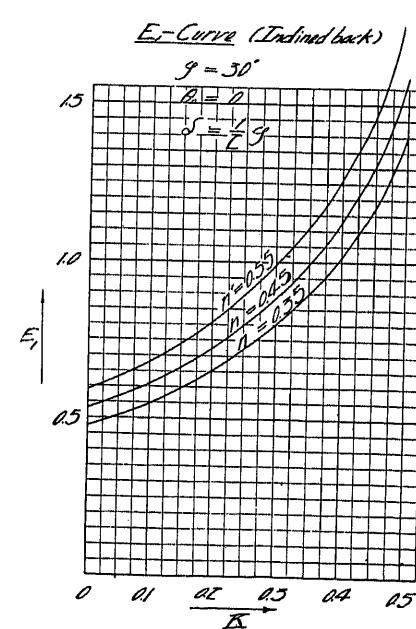
圖表三十一



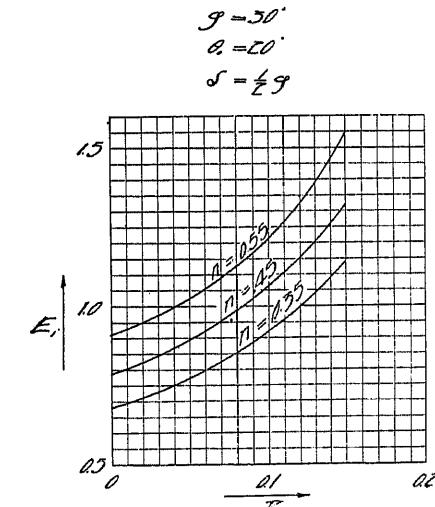
圖表二十六



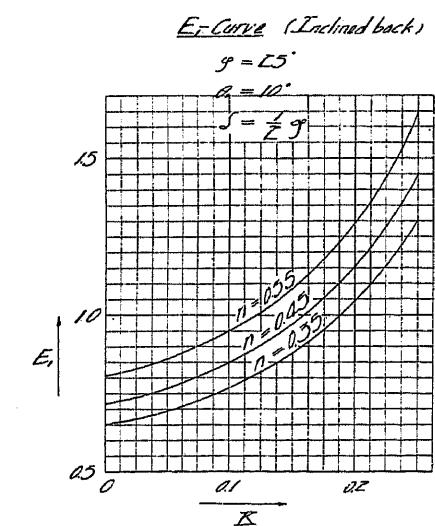
圖表二十八



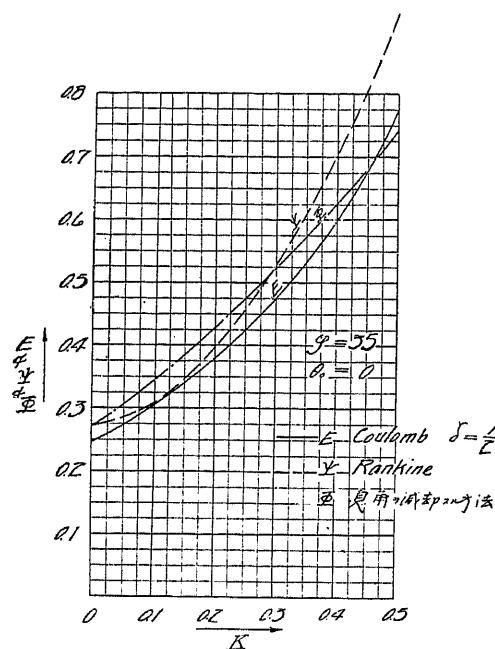
圖表三十



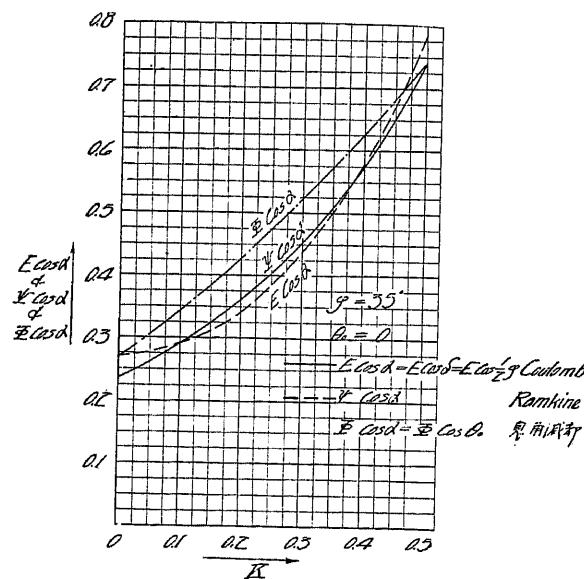
圖表三十二



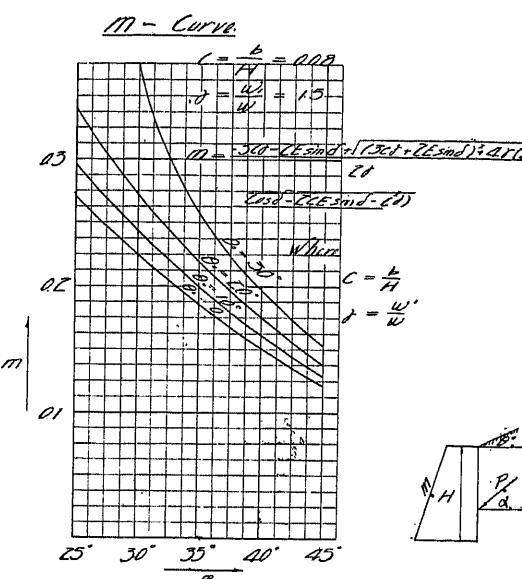
圖表三十三



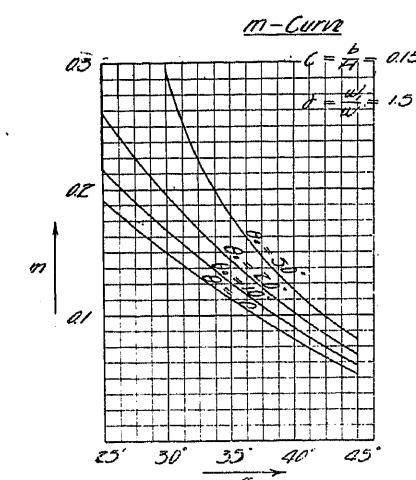
圖表三十四



圖表三十五

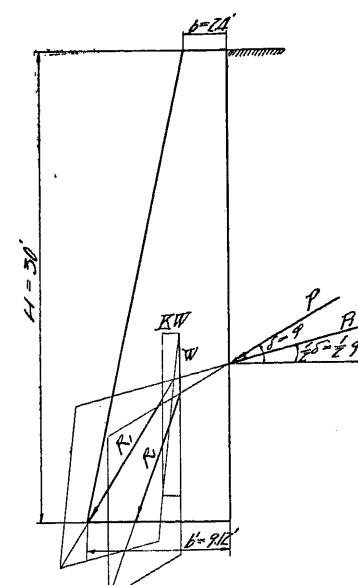


圖表三十七

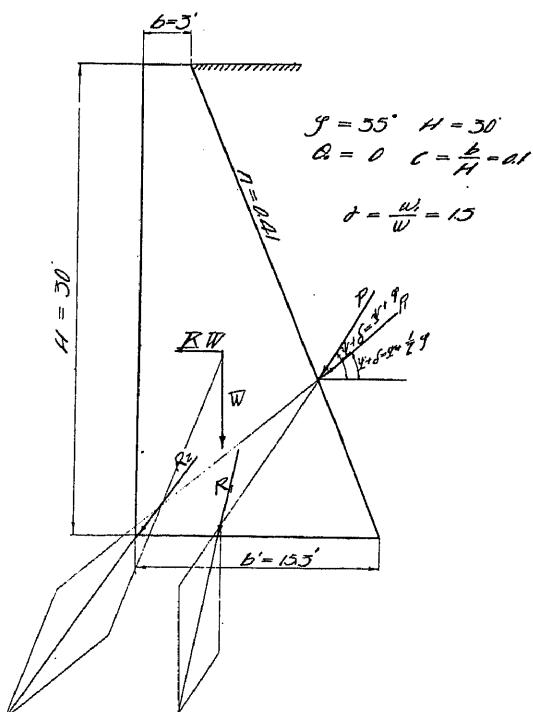


圖表三十八

$\phi = 30^\circ$ $H = 30'$ $r = \frac{w}{u} = 1.5$
 $\theta = 0$ $C = \frac{b}{H} = 0.02$



圖表三十九



(完)

圖表三十六

