土木試驗所報告

第四十七號

物理地下探査法に依る相模川河水統制
地域の岩盤位置調査……内務技師　島田八郎…1

振動コンクリートの強度並に之と普通コンクリート
との比較に關する試驗……一木保夫
木村與四松…47

各種安定材混和に依る土壤安定法に
關する實驗室試驗報告（第1報）……嘱託　福島駒六
内務技手　眞崎季隆…55

昭和十四年十月

内務省土木試驗所

建設省沼津支所圖書
分類 II－K 番号 ノーアノ
購入 年月日

物理地下探査法に依る相模川河水統制地域の岩盤位置調査

(導水路隧道地域の1區劃，相模川道志川合流點地域，與瀬堰堤附近臺地)

内務技師　島田八郎

目次

I. 緒言……(1)
II. I地域(導水路隧道地域の1區劃)に於ける實驗結果……(3)
[1] 測定線並に實驗概要……(3)
[2] 彈性波式による實驗結果……(8)
[3] 電氣抵抗式による實驗結果……(22)
[4] 要約……(27)
III. II地域(相模川道志川合流地域)に於ける實驗結果……(28)
[1] 測定線並に實驗概要……(28)
[2] 沼本堰堤附近に於ける實驗結果……(29)
[3] 合流地點に於ける彈性波式による實驗結果……(31)
[4] 合流地點に於ける電氣抵抗式による實驗結果……(34)
[5] 要約……(35)
IV. III地域(與瀬堰堤附近臺地)に於ける實驗結果……(37)
[1] 測定線並に實驗概要……(37)
[2] 彈性波式による實驗結果……(38)
[3] 電氣抵抗式による實驗結果……(42)
[4] 要約……(44)
V. 結言……(44)

I. 緒言

本物理地下探査による岩盤の深さに關する試驗調査は，神奈川縣相模川河水統制事業に附随せる工事に關聯せる導水隧道並に沼本，與瀬堰堤附近の地域に於て實施せるもので，地下構造の大様を明かにし，主として岩盤位置を明かにせんとしたものである．神奈川縣土木部の依頼により内務省土木試驗所より筆者の外4名の所員が相模川河水統制事業關係の職員諸氏及び多數の現場員の絶大なる援助の下に實驗を實施せるものである．

表—1

地域名	地名	摘要
I 地域	津久井郡三澤村川尻村地内，[谷ヶ原—中澤村附近臺地]	導水路隧道一次豫定地域
II 地域	津久井郡内郷村沼本地先	相模川道志川合流點地域
III 地域	津久井郡與瀬町地先與畑	與瀬堰堤附近臺地

實施地域は可なり廣範圍に亙り使用測定機による事乍，總測定線全長 6,000 m 以上にも及びしもので，神奈川縣津久井郡久保澤村より同與瀨に至る相模川流域内の 3 地域である．便宜上 I, II, III 地域と區別し，表—1 に其の分類を示す．

尙各地域に關し 2, 3 の說明的記述を加へておく．神奈川縣相模川河水統制事業計畫書によるに，延長約 8 km に亙る導水路隧道が沼本堰堤より久保澤發電所に至る相模川左岸に掘鑿され，I 地域は其の路線の一部に當る．本實驗地域中 I 地域が最も尨大なもので測定線は直線的にても延長 500 m に及んだ．II 地域は相模川と支流道志川との合流點にて沼本堰堤の流溢下流部に當り，主として川床一帶の現世紀砂礫の堆積厚みを推定せんとするものである．III 地域は與瀨堰堤豫定地附近相模川右岸にある面積約 150×200 m の樹木の繁茂せる臺地にて，基礎をなす岩盤の上に表層土壤及び砂礫層の重り堆積す．主として兩層の厚さを測定し岩盤に至る全堆積物の容積を求めんとするものである．

上記 3 地域位置は圖—1 に之を示す．同圖中 - - - は導水路隧道位置を示し，實驗地域 I, II, III は薄き黑色にて其の範圍の大要と位置を示した．後節詳細に示すも各地域に於て夫々必要な數多の測定線を撰定せしもので，例へば I 地域に於ては彈性波實驗測定線 33 線，電氣抵抗式測定線 22 線，II 地域に於ては夫々 10 線 9 線，III 地域に於ては夫々 9 線 9 線を適當に配置した．

試驗期間は昭和 13 年 7 月下旬より 8 月 1 日に至る第 1 期と 8 月 10 日より同月 21 日に亙る第 2 期に分けた．圖—1 に明かなる如く地域廣汎にて測定線多數なりしも比較的短期日に之を實施し得たものと信じてゐる．各地域に於て實驗の爲め費せし日數を參考の爲め表—2 に示す．1 期，2 期の日數合計との差額日數は降雨の爲め中止せしものと，測定器具の移動手入等の爲めによるものである．

表—2

	彈性波式試驗	日數	電氣抵抗式試驗	日數
I 地域	第 1 線～第 17 線まで	5 日	第 1 線～第 15 線まで	5 日
	第 18 線～第 33 線まで	4 日	第 16 線～第 22 線まで	2 日
II 地域	第 1 線～第 8 線まで	3 日	第 1 線～第 9 線まで	3 日
	*A, B 線	2 日		
III 地域	第 1 線～第 9 線まで	3 日	第 1 線～第 9 線まで	3 日

* A, B 線は本實驗とは別個に行つたものであるが今取纏め報告す．

實驗方法に就き簡潔に記述す．本物理地下探査には彈性波式並に電氣抵抗式による 2 方法を併用せるもので實驗實施方法の詳細は既に先般神奈川縣相模川荒川橋架橋地點にて行ひし場合と全く同樣なれば省略す．彈性波式の場合には石本狀原式 290 倍加速度計を使用し，人工爆發源には山櫻 2 號 (45 gr) のダイナマイトを適當數走行距離に應じ使用したもので各地域の記述の項に詳細を述べる．但し電氣抵抗式の場合は新なるポテンチオメトリック法による測定器を使用せしを以て 2, 3 其の特性を簡明に* 記述す．

* 電氣抵抗式測定機說明:— 寫眞—1 は本機の組立圖である．器機は寫眞—2 の如き I, II, III 3 個の要素より成り各々の內部構造は圖—2 に示した．I 部は電位差計部分，II 部は電流計部分，III 部は整流部とも稱すべきもので，先づ III 部にて直流電源より不連續轉換 n，電流を地下電流供給極 C_1, C_2 に供給し同時に P_1, P_2 の地上電壓測定電極と同じ位相にある電位差 E, E' を經て I 部と聯絡せしめる．C_1, C_2 極により供給される電流は II 部の電流計にて測る．P_1 極端と測定部門にはコンデンサー 20 μ. F. を適宜挿入切離し使用し得．

本實驗實施地域の地質の概要に就き記述せんに，此方面の地質學的地下構造に關しては從來尠からざる研究あり其の半近なものも1,2ある．其等に由るに本實驗を行ひし相模川流域の岩盤部は古世層に屬し，硬砂岩及び礫岩より成り西北西に走る笹野層，粘板岩を主體とし砂岩を挾有し笹野層と殆んど竝走し平面圖上上位に位せる小佛層，竝に上記兩層下位に第3紀層の川尻層が竝走し，一部小佛層内に侵入し互層を爲してゐる樣である，岩石は主に千枚岩質粘板岩である．此等の岩盤基礎の上層部の堆積層は各地域で其の組成構造を異にせるも第4紀層のものにて堆段堆積層，礫場層，竝に現世層に近き土壤層及び川床に堆積してゐる砂礫層が重疊してゐる．堆積層は粘土及び砂礫より成るもので可成り壓固に壓縮され特長ある地層を形成してゐる．其の詳細は省略するも其地質學的構造の概要を知り得，今後の記述を簡明にする爲め，地表より垂直方向に地質構造の本質的變化に從つて層名稱を上層より A, B, C 層と名付く，上述せし所によれば各地域共3層より成り C 層は岩盤に相當するものである．II 地域のみは土壤層 (A) を缺くもので2層より成る．試錐より得し岩盤コアを觀察するに II, III 地域よりのものは砂岩又は硬砂岩にてI地域は綠泥千枚岩質粘板岩より成るものゝ如く地表より同岩盤部に至る深さは各地域一樣ならず．殊にI地域に於ては可成り複雜に上下に變曲し深さも他地域に比し著しく大なるものの樣である．本試驗調査の第一義的目的は各地域に於て岩盤に至る地表よりの深さを推定し，A, B 2層の境界をも明かにせんとしたもので岩質其のものゝ調査は別に試錐により別個に必要地點に於て間斷的に實施されてゐる．

上述せし如き要項により本實驗を行ひ後章各地域毎に記述せる如く，岩盤上に堆積せる堆段堆積層，礫場又は砂礫の厚さ等を求め垂直的地質構造の概要を明かにしたものである．

II. I 地域に於ける實驗結果

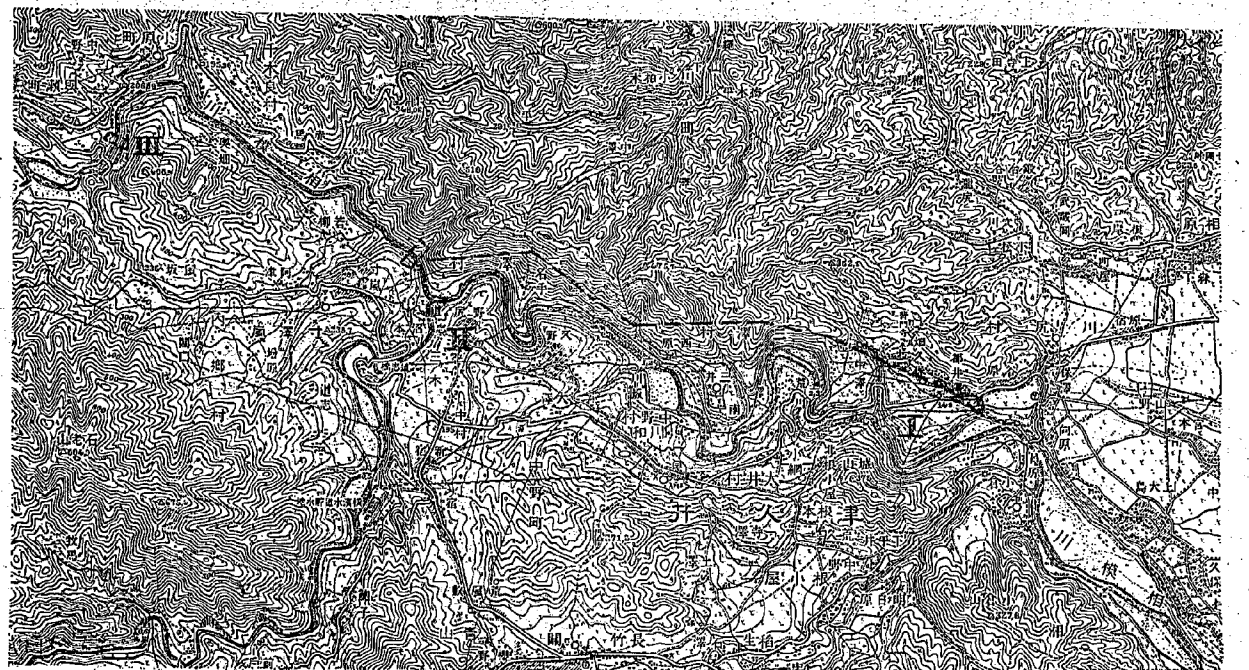
[1] 測定線竝に實驗概要

第I地域は圖—1に示した如く，谷ケ原，中澤の臺地である，圖—3は更に同地域のみを擴大し詳細に示したものである．臺地の斷崖邊周を實地踏破し露頭地二ヶ所を觀察し緒言に述べし如く3層 A, B, C 層を位置目測せし結果を同圖に記入した．斯かる觀察は更に精確に行ひ調査すべきであるが時日無く且此の見地による調査は別に行はれをり筆者經驗なく省略した．A, B, C 層の意義は既に說明した．本實驗の目的は A, B 兩層の厚みを推定せんとするもので，邊周に於て B, C 兩層の間より湧水せる箇所をも1ヶ所發見した．其の外 C 層なる岩盤が道路面の側壁に露出せるものも數多あつた．斯かる外觀上の觀察せる結果は大小漏らす事無く圖—2内に記入した．

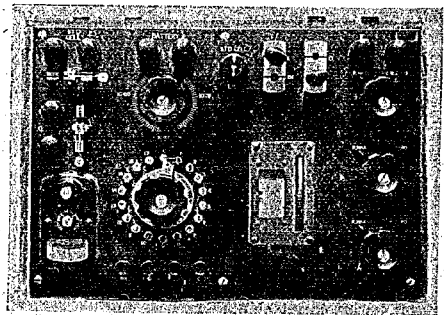
更に臺地上に點在せる人家に就き井戸の有無竝に水深の大小を調査した．I地域は圖—3の示す如く三角形をなす．又臺地が狹窄部により相接してゐるもので臺地平坦部には井戸無く唯狹窄部の盡きたる地域に於ける一部の人家即ち三澤村中澤に4個の井戸あり，又臺地の關東平野に盡きんとする川尻村に5個あつた．各井戸の水深及び水底までの距離を測定し圖—3内に記入した．

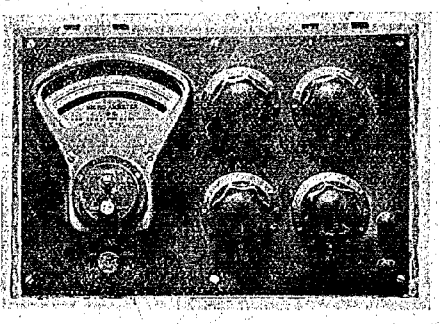
I 部電位差計部内にはカドミュウム標準電池を備ふるもので必要に應じ外部の別個の標準電池と接續し得．G は平衡用檢流計，プラグを 10; 1; 1; 0.1 の箇所に挿入し電位差測定範圍を調節す．其の他平衡抵抗 R_1, R_2, R_3 の使用，st'd cell との平衡，E, M, F への切換操作全く一般精密級電位差計の場合と同じ．II 部電流計部も切換と R_1, R_2, R_3 抵抗により $C_1 \sim C_2$ 極間供給電流を調節し得．III 部 R_1, R_2 は電動機速度調節用のもの，圖中 $d \sim r$; $D \sim R$; $Dr, dR \sim Dd, Rr$; と記入せる3個のスウイッチにより P_1, P_2, C_1, C_2 の4極の測定時に於ける電流方向，電位差方向を適宜に變化し得るものである．

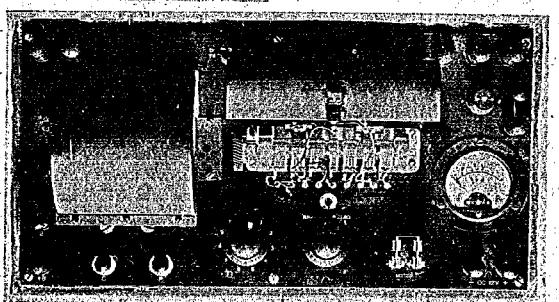
圖—1　實驗せる I, II, III 地域の位置を示す



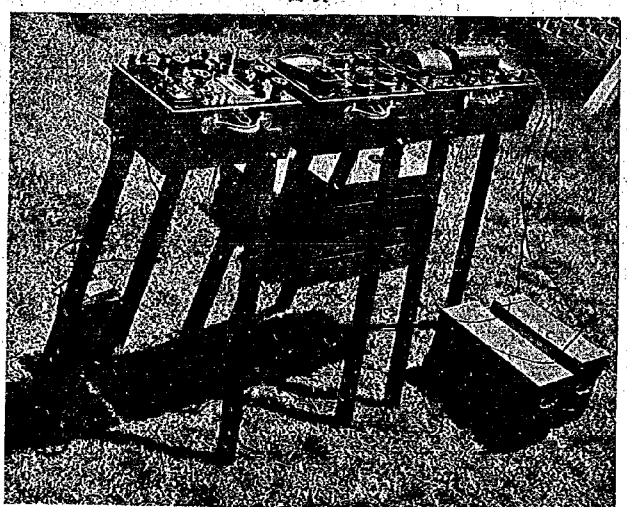
寫眞—1



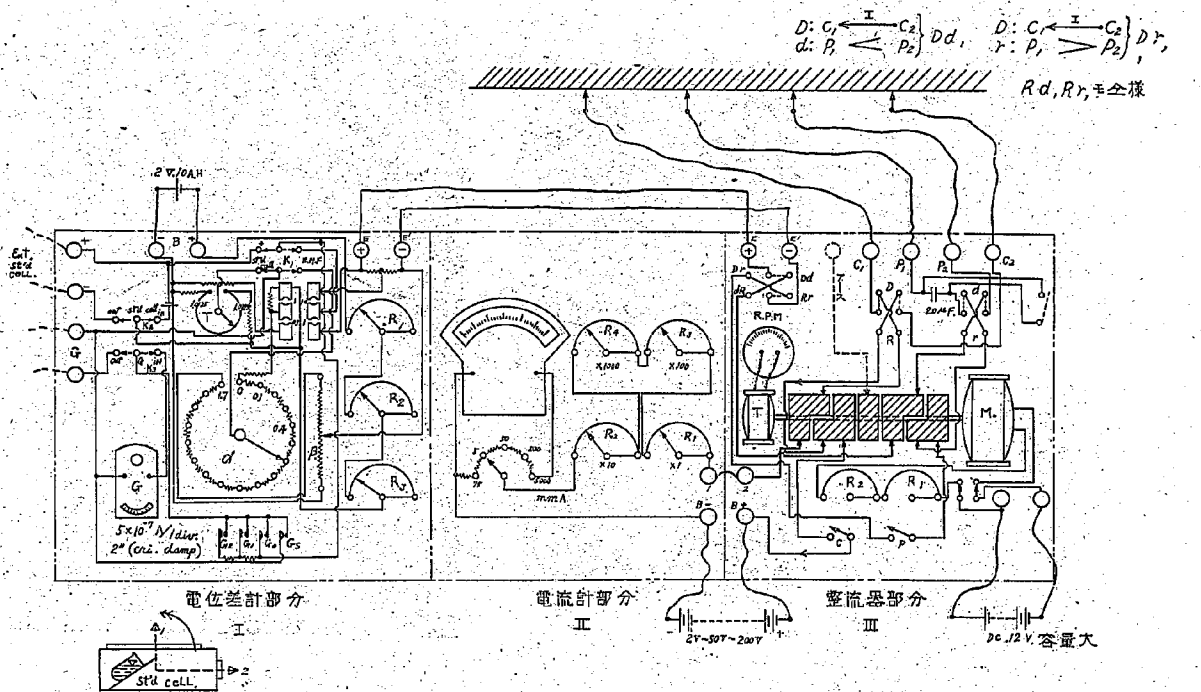




寫眞—2



圖—2


D: C1 ⟵ I ⟶ C2 } Dd,
d: P1 ⟵ ⟶ P2 }
D: C1 ⟵ I ⟶ C2 } Dr,
r: P1 ⟶ ⟵ P2 }
Rd, Rr, 手全様
2 V/60AH
St'd cell
R.P.M
20M.F.
5×10⁻⁷ V/div.
2" (cri. damp)
m.m.A
2V~50V~200V
DC 12 V. 容量大
電位差計部分
I
電流計部分
II
整流器部分
III
St'd cell

圖—3　第Ⅰ地域（臺地）平面圖

此等の結果より結論的の事を歸納する事は不可能であるが，前者の一郡の井戸の水深大きく水底まで約 20 m に達してゐる事より C 層に至る深さの推測不可能なれども，緒言に述べた樣に河岸斜面に於て B, C 兩層間より湧水ありし事より推察するも B, C 層の境界に關し 1 つの暗示を與ふるものである．

同圖中の －－－－－ は初期の計畫による導水路隧道豫定線を示すもので，大體同線を基準とし調査の對稱とし，彈性波式竝に電氣抵抗式測定線を選定した．

O_1, O_2,……O_{10}, は彈性波式實驗に於て加速度計を設置した位置で勿論 コンクリートブロック 臺 (50×60×10 cm) を使用した．加速度計は 10 個所に移動し實驗の精度を高め又必要に應じて C 層の傾斜度をも推定し得る樣 1 加速度地點を中心とし放射狀に測定線を 4 個選定した．此等測定線には夫々 ①, ②, ……⑩ 號と番號を附し，又矢記號にて彈性波式試驗に於て加速度計に對し爆發の進行方向を示してゐる．走時曲線に於ける走行距離は夫々 Δ=5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 m……と採り，山櫻 2 號ダイナマイト (45gr) を適當な個數だけ茶筒に密に裝塡し，地表より 0.5 m—0.75 m の範圍の深さに埋めた．使用爆發の量は單に砂礫の堆積せる河床の場合より小量で充分であつた．表—3 に其の 1 例を示す．

表—3

走行距離 Δ m	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
使用ダイナマイト個數	0.25 0.5	0.5	0.5	0.5	0.5 0.75	1	1	1.5	2	3	3	4	4	5	6
電管數量	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3

表—3 に示す如く使用電管數稍々少かりしも材料の關係上此程度に止めた．使用せし加速度計の性能倍率の關係より走行距離 100 m 以上は記錄明瞭を缺き最良の條件にても實用上 Δ=100 m 以上は不可能であつた．但し記錄の判別し得る場合には更に遠距離の記錄をも採つた．

電氣抵抗式の場合には 4 極法式を採用し特に緒言脚註に說明した測定機を使し電極距離 a_m を 1 m, 2 m……と少くとも 60 m, 70 m, 時には更に遠距離に擴げつゝ電流供給電極 C_1, C_2 間の電流と電位差電極 P_1, P_2 間の電位差を測定し見掛上の平均電氣比抵抗 ρ_a を求めた．測定線は彈性式の測定線と重複する樣圖—3 の ⓐ, ⓑ, ……ⓚ, の如く定めた．兩實驗方法の原理竝に取扱ひの基本は既に土木試驗所報告第 45 號に記述せしものと同じで特に變り無きも，本實驗の場合には少くとも A, B, C の 3 層より成立つてゐるから稍々複雜な計算を行つたに過ぎぬ．1 加速度計設置場所の垂直下の層の深さは常に實驗の誤差範圍內で一致せる結果を與へる事が必要で又彈性波の傳播速度にも互に矛盾しない値を得る事が必要である．

更に電氣抵抗式の結果とも相對照する事により調査全般の精度を著しく高め得たるは勿論，B 層，C 層の境界判定に際し特別の注意を必要とする地域をも指摘し得た．

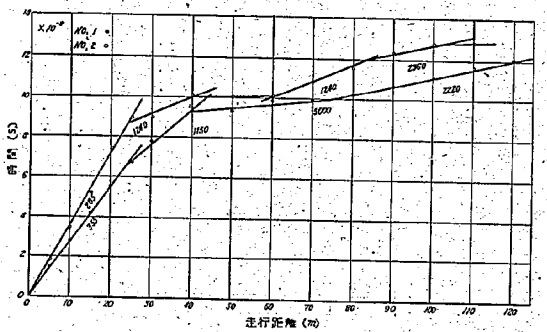
本報告は測定線の數多く記述に繁雜を來す恐れあるを以て，主として實驗結果のみを記述し算式等に關しては一切之を省略す．但し本報告了解に必要な基本的のものを後節に示す．

[2] 彈性波式による實驗結果

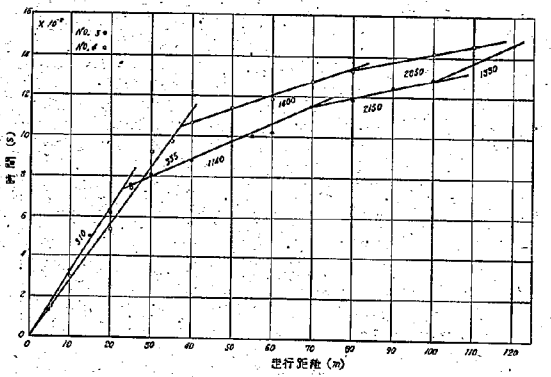
實驗記錄は煤煙書き石本狀原式 200 倍垂直加速度計で，通常行はれてゐる樣に走時曲線 (Laufzeit-Kurve, Time-distance Curve) を求めた．即ち走行距離 Δ_m を橫軸に衝擊彈性波の傳播所要時間を縱軸上にとり觀測結果を圖示した．圖—4 (1)~(16) は各測定線に於ける上記の走時曲線 Δ—t 曲線を示すもので，加速度計位置一定

圖—4 I 地域基地に於ける彈性波式實驗の走時曲線 (A~t 曲線)

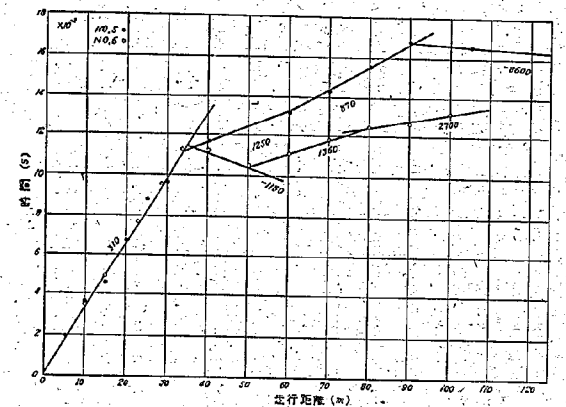
(1) O_1~1, O_1~2



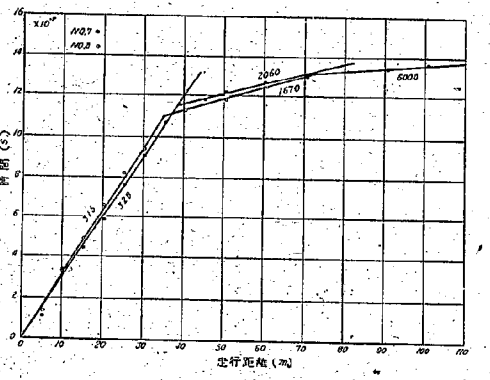
(2) O_1~3, O_2~4



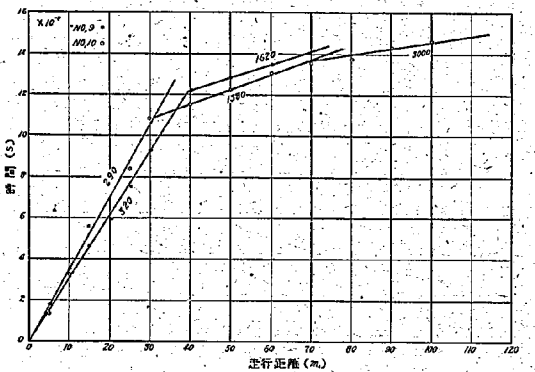
(3) O_2~5, O_2~6



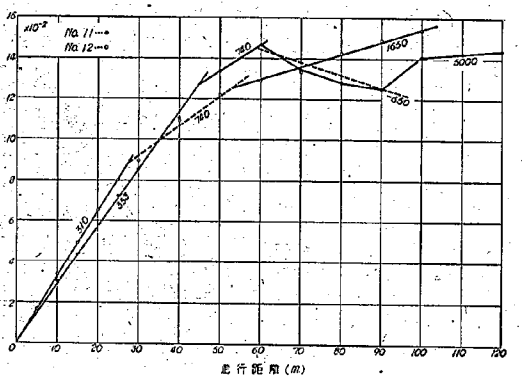
(4) O_3~7, O_3~8



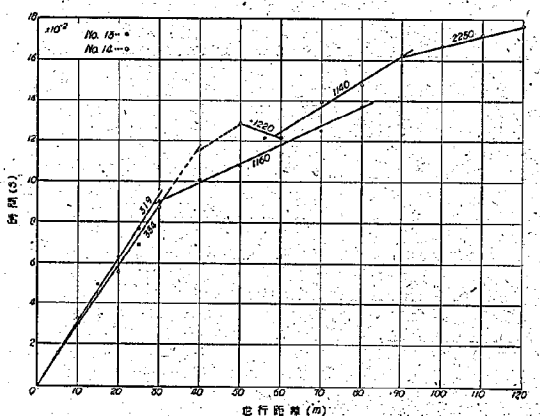
(5) O_8～9, O_9～10



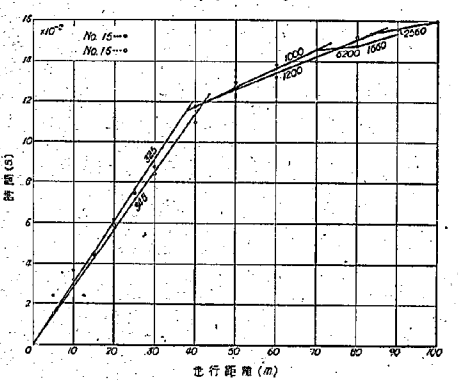
(6) O_8～11, O_9～12



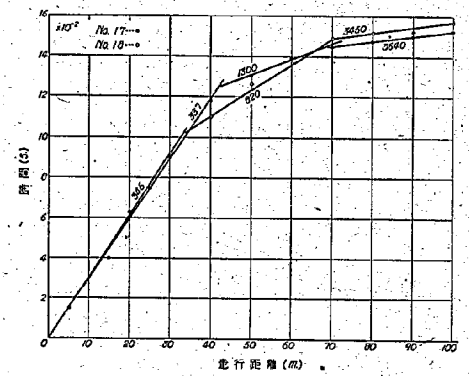
(7) O_9～13, O_5～14



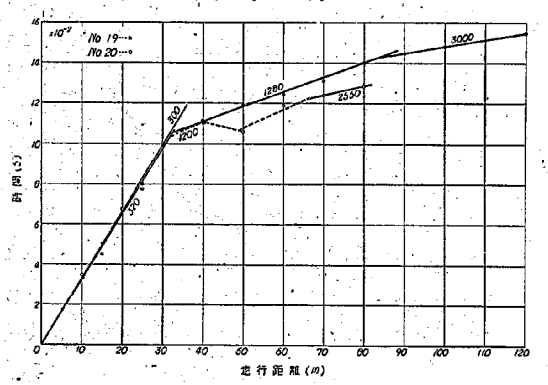
(8) O_5～15, O_6～16



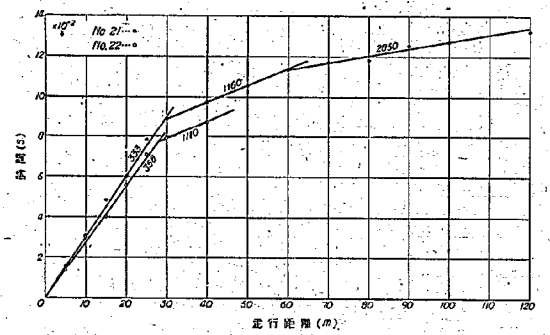
(9) O_6～17, O_6～18



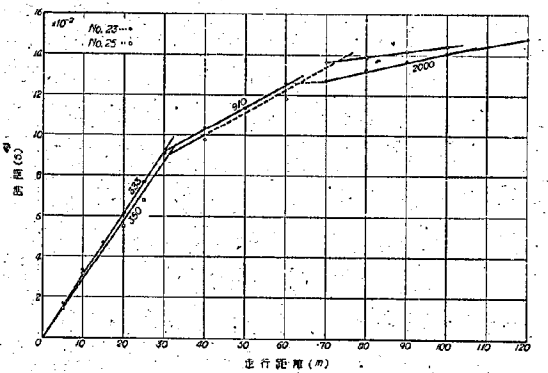
(10) O_6～19, O_6～20



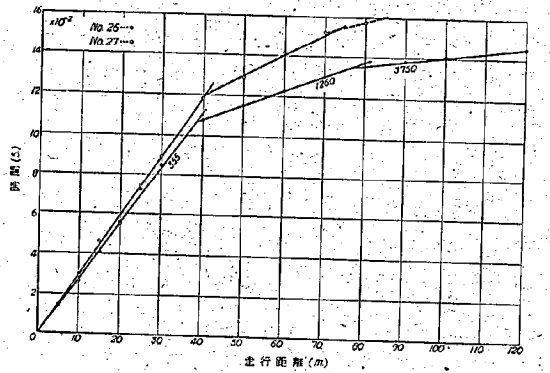
(11) O_7～21, O_7～22



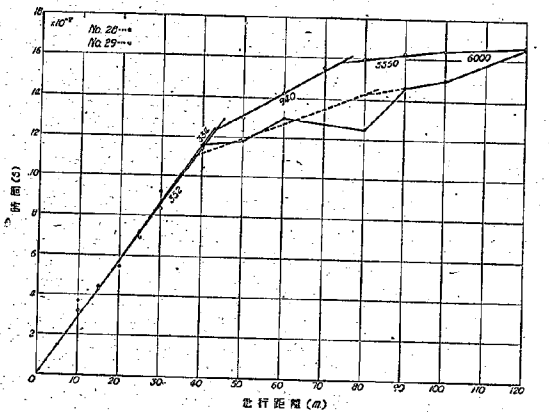
(12) O_8～23, O_9～25



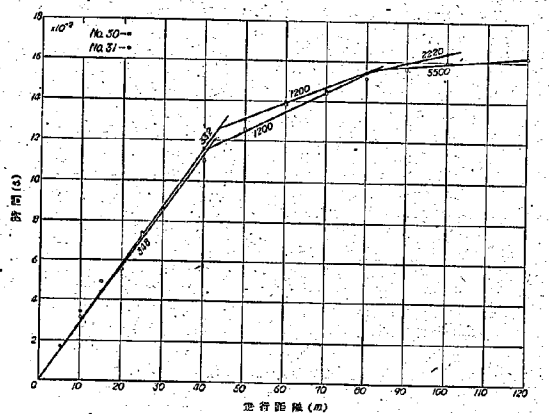
(13) O_9～26, O_{10}～27



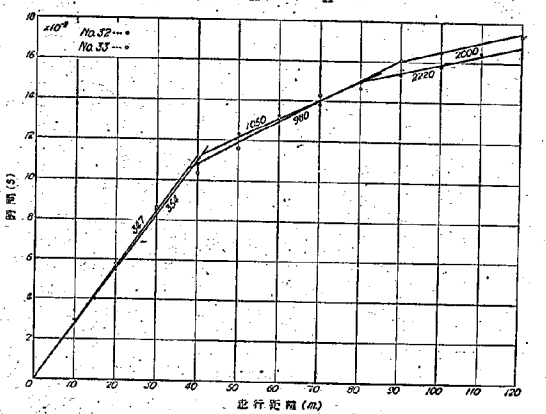
(14) O_{10}～28, O_{10}～29



(15) O_{10}～30, O_{11}～31



(16) O_{11}～32, O_{11}～33



のものに對しては O_1~1, O_1~2, O_1~3 の如く加速度計位置 O_1 に對し測定線が 1 線, 2 線, 3 線なる事を示す様記號を使用した.

整理の便宜上今加速度計位置と測定線を表示す (表—4), 記號の說明は旣にした.

表—4

O_1~ 1, 2, 3	O_2~ 4, 5, 6	O_3~ 7, 8, 9	O_4~ 10, 12, 11, 13
O_5~ 14, 16, 15, 17	O_6~ 18, 19, 20	O_7~ 21, 22	O_8~ 23, 24
O_9~ 25, 26	O_{10}~ 27, 29, 28, 30	O_{11}~ 31, 32, 33	

O_1~O_{11} の加速度位置の內 O_6 以後のものは臺地の內中澤村地內卽ち相模川上流部のものである. 圖—4 の Δ~t 曲線は大體直線の組合せより成つてをり從つて容易に彈性傳播波の見掛速度が求められる. 勿論縱波速度にて同圖中にも其の概略の値を記入した. Δ~t 曲線部に記入せる見掛け速度 v_a の値をみるに著しく大なるもの, 無限大に近きもの, 更に負記號を有するものもある. 斯かる關係は下層の地表面と傾斜せる爲めの影響で眞の傳播速度との間には下記の如き關係がある. 今加速度計位置 (O) に對し爆發點 (S) の距離 (Δ) を增すに伴ひ下層が漸次上昇せる昇射 (steigendes Schiessen) の場合, 反對に下層の漸次下降せる降射 (fallendes Schiessen) の場合に於て, 下層の地表面との傾斜角を ϕ とし, 上層下層夫々に於ける彈性波傳播速度を v_0, v_u とする. 兩層境界面に於ける屈折の臨界角を θ ($\theta=\sin^{-1}v_{a0}/v_u$) とする時 ϕ, θ の値の大小により屈折波の見掛け速度 v_a が變る. 卽ち $\phi=\theta$ ……に對し $v_a=\infty$ となり, $\phi>\theta$ ……に對しては $v_a<0$ となり屈折波の走時 (t) は距離 (Δ) の增加に伴ひ減少するものである. 同一の測定線位置で往復走時曲線を求むれば下層の傾斜せる場合に見掛速度より眞速度 v_u を求め得. 以上は基本的の場合で實測せるものは圖—4 に示す如きもので此等より速度を求め A, B 層の厚さを推定するには解析にカットアンドトライ法を試みる事を要し, 各測定線に沿ひて AB, BC 層の境界位置を示す地下構造縱斷面を定めたものである.

先づ A, B, C 層內の縱波の傳播速度を推定し定める必要がある. 圖—4 (1) 乃至 圖—4 (16) の總ての Δ~t 曲線が A, B, C の 3 層の存在を示すも, 其の境界面の傾斜, 褶曲變曲等により Δ~t 曲線は複雜に變形せるものの樣である. 各測定線の Δ~t 曲線の第 1 部に現れてゐる上層 A 內の傳播速度は大略一致せるものと見做し得.

卽ち A 層內速度は 350~320 m/sec 程度にて一般土壤地層內の速度である, B 層砂礫堆積層內の眞速度は, 同一位置の測定徑路の往復走時曲線より算定したもので 1,200 m/sec …を得. 然るに C 層までの深さ大なれば C 層の屈折波の第 1 前驅波として現れるのは走行距離 Δ の大なる事を必要とし, 從つて記錄明瞭を缺き判別頗る困難にて精度低きも 1 往復測定線地層斷面を決定しつゝ其の速度を推定した. 測定線の位置にて異るも略ぼ 2,400 m/sec~3,000 m/sec の程度で一般砂岩粘板岩に就き知られてゐる速度の範圍にある. 各結果の Δ~t 曲線より地下構造 A, B, C 層相互の厚みに關する數字計算は別の機會に述べる事とするも, 讀者の便宜の爲め註* として計算に使用した基本式を掲げてをく.

* 註　圖—5 に示す如く幾層か〻斜層をなす時, 地表上に 2 點 A, B をとり A を觀測點 (0), B を爆發點 (s) とする場合とをとり,

A. を觀測點とせる時

{屈折波の到達走時を夫々　t_{A1}, t_{A2}, t_{A3}……
{各層内の見掛け速度を夫々　v_{A2}, v_{A3}……とす.

B を觀測點とせる時

{屈折波の到達走時を夫々　t_{B1}, t_{B2}, t_{B3}……
{各層内の見掛け速度を夫々　v_{B2}, v_{B3}……とす.

又彈性波の各層 $(n-1, n)$ 間の屈折臨界角を $\theta_{n-1,n}$, 各層 (n) の表面地表となす傾斜角を ω_n, 各層内の眞速度を v_n, ……とすれば此等の間には下記の如き重要な關係がある.

$$\sin\theta_{n-1,n}=\frac{v_{n-1}}{v_n},\quad \sin(\theta_{12}-\omega_2)=\frac{v_1}{v_{A2}},$$

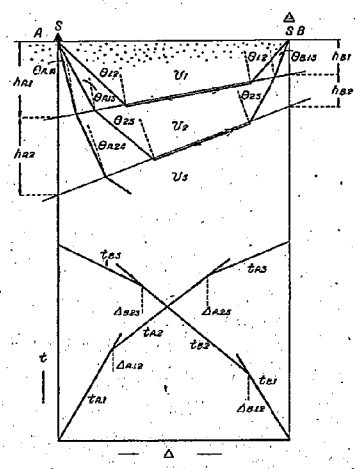
$$\sin(\theta_{B13}-\omega_2)=\frac{v_1}{v_{A3}},\quad \cdots\cdots\cdots$$

$$\sin(\theta_{23}-\omega_3)=\frac{v_2}{v_{A3}},\quad \cdots\cdots\cdots$$

$$\sin(\theta_{12}+\omega_2)=\frac{v_1}{v_{B2}},\quad \sin(\theta_{A13}+\omega_2)=\frac{v_1}{v_{B3}},\quad \cdots\cdots\cdots$$

$$\sin(\theta_{23}+\omega_3)=\frac{v_2}{v_{B3}},\quad \cdots\cdots\cdots$$

圖—5



圖—5 に示せる垂直距離其の他の記號 ($\Delta_{A.1.2}$, ……) 等にて示せる數値との間にも下記に示す重要な關係式がある.

i) 1 層のみ存在する場合

$$t_{A.1}=\frac{\Delta_A}{v_1},\qquad t_{A.2}=\frac{2h_{A.1}}{v_1}\cos\omega_2\cos\theta_{12}+\frac{\Delta_A}{v_{A2}}$$

$$t_{B.1}=\frac{\Delta_B}{v_1},\qquad t_{B.2}=\frac{2h_{B.1}}{v_1}\cos\omega_2\cos\theta_{12}+\frac{\Delta_B}{v_{B2}}$$

又は

$$h_{A.1(B.1)}=\frac{\Delta_{A.1.2(B.1.2)}}{2}\cdot\frac{\frac{1}{v_1}-\frac{1}{v_{A.2(B.2)}}}{\cos\omega\sqrt{\frac{1}{v_1^2}-\frac{1}{v_2^2}}}$$

ii) 2 層の存在する場合, 上記の $h_{A.1(B.1)}$ の外下式で $h_{A.2(B.2)}$ を得.

$$h_{A.2}=\frac{\Delta_{A.2.3}}{2}\cdot\frac{\frac{1}{v_{A.2}}-\frac{1}{v_{A.3}}}{\cos\omega_3\sqrt{\frac{1}{v_2^2}-\frac{1}{v_3^2}}}-\frac{h_{A.1}}{2}\cdot\frac{\sqrt{\frac{1}{v_1^2}-\frac{1}{v_{B2}^2}}+\sqrt{\frac{1}{v_1^2}-\frac{1}{v_{A3}^2}}-2\sqrt{\frac{1}{v_1^2}-\frac{1}{v_2^2}}\cdot\cos\omega_2}{\cos\omega_3\sqrt{\frac{1}{v_2^2}-\frac{1}{v_3^2}}}$$

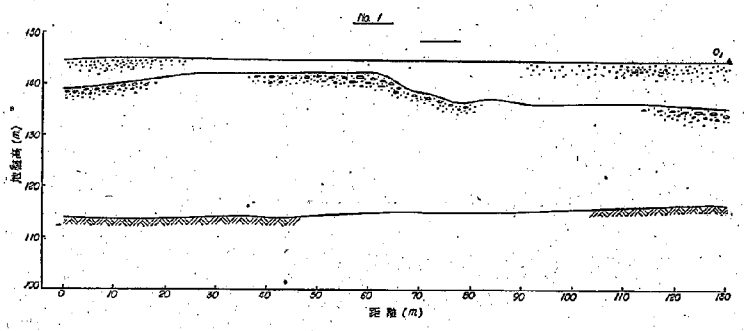
$h_{B.2}$ には上式の A, B 記號を入換えればよい.

註に示した一般の手法を使用し丹念に計算せしが記錄の不明瞭の爲め, 滿足せる精度高き結果を得ざりしを遺憾とするも 圖—4 より地下構造斷面を 圖—6 に No. 1 乃至 No. 33 の如く得た.

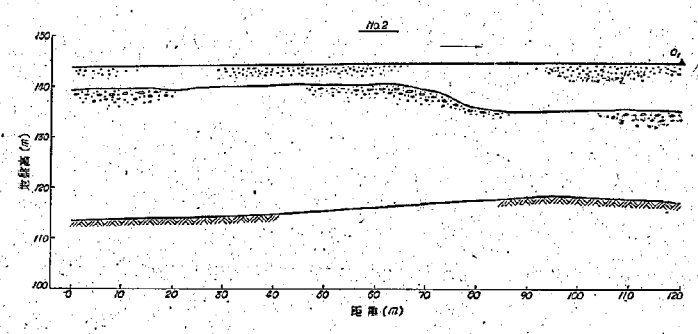
圖—6 には各測定線の斷面の A, B, C 層の構造を總て記入したが, 中には其の測定線よりの結果のみにては判斷困難にて他の測定線の結果を考慮し推測したものもある. 例へば測定線の結果に ——— 線にて圖示せるものゝ如し. ———— 線で示したものは該測定線では値を求め得ざりしも, 他の測定線に於ける結果を平均したものを假りに引用圖示したものである. 又 Δ~t 曲線に於て甚しい凹凸度を平均し一直線を假定し其れを基準とし計算した場合には ———— 線で示した, No. 15 測定線に其の 1 例がある. 屢々述べし如く, 走行距離 Δ=80, 90 m 以上は記錄不明瞭にて此等の結果より C 層面の立體的傾斜 (φ, ϕ 角) を考察する事を止め,

圖—6　各測定線に於ける地下構造斷面を示す

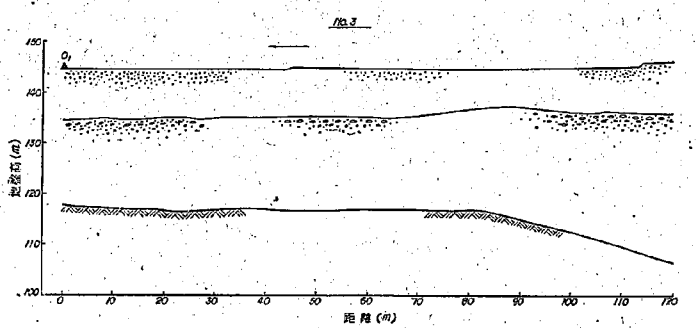
（1）　O_1～1 測定線



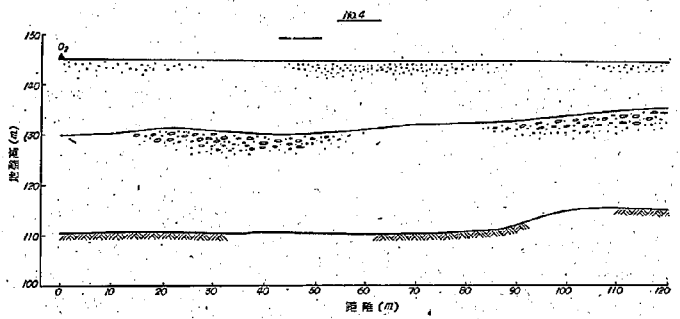
（2）　O_1～2 測定線



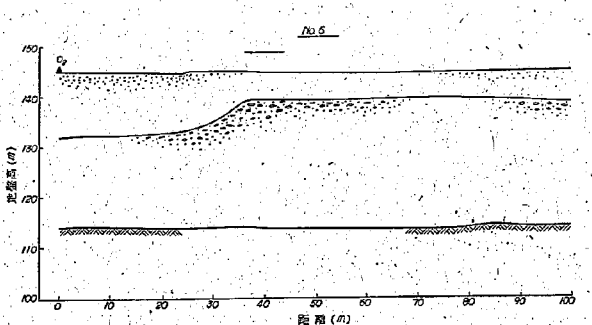
（3）　O_1～3 測定線



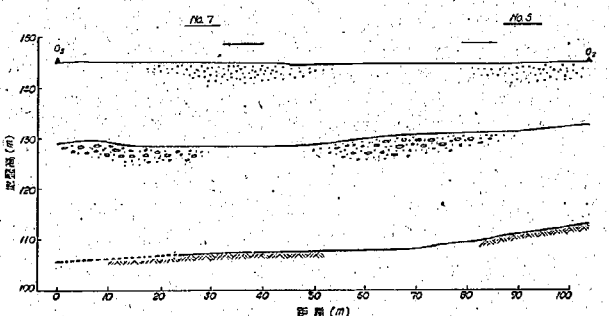
（4） O_2～4 測定線



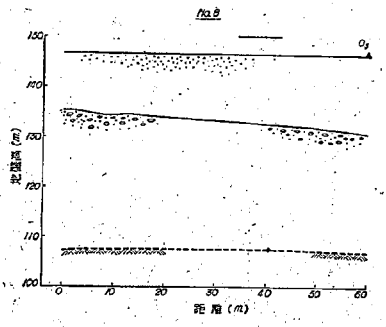
（5） O_2～6 測定線



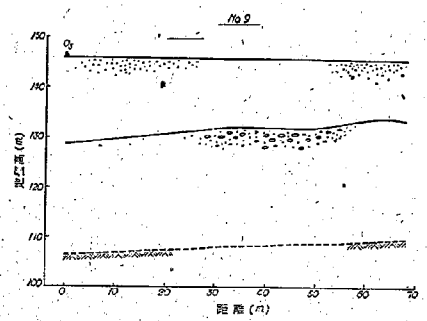
（6） O_3～7 測定線 O_2～5 測定線



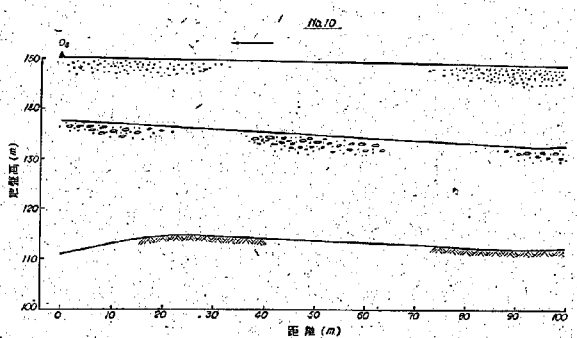
（7） O_3～8 測定線



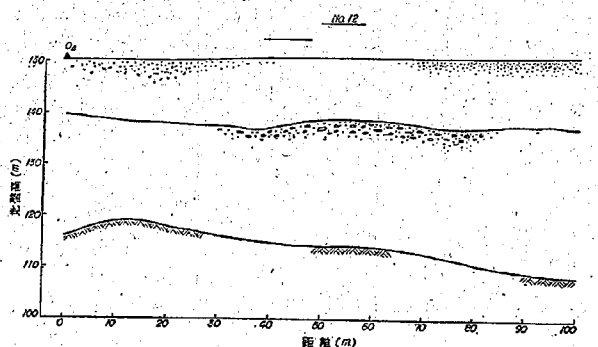
（8） O_8～9 測定線



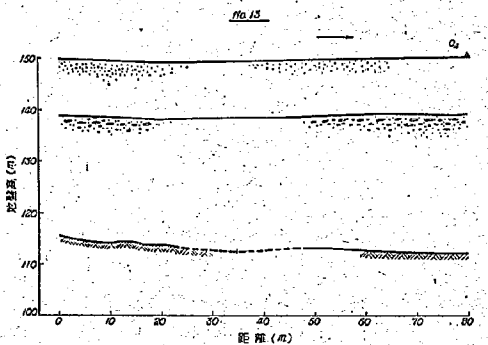
（9） O_4～10 測定線



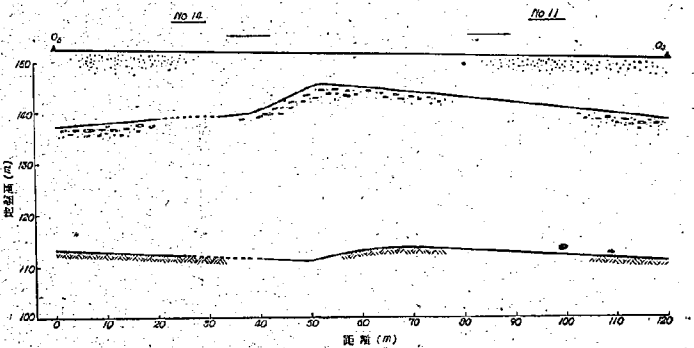
(10) O_4～12 測定線



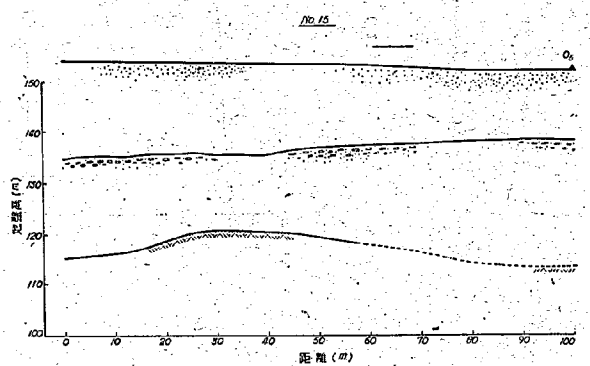
(11) O_4～13 測定線



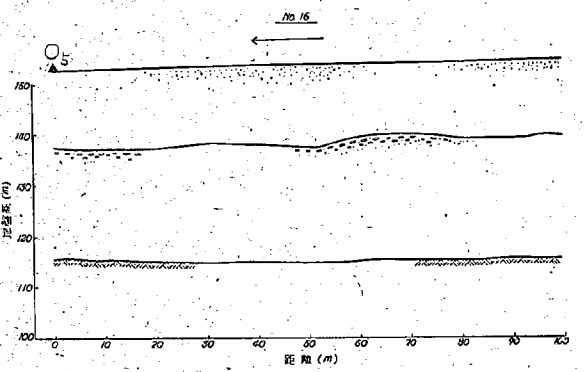
(12) O_4～14 測定線 O_4～11 測定線



(13) O_5～15 測定線



(14) O_5～16 測定線



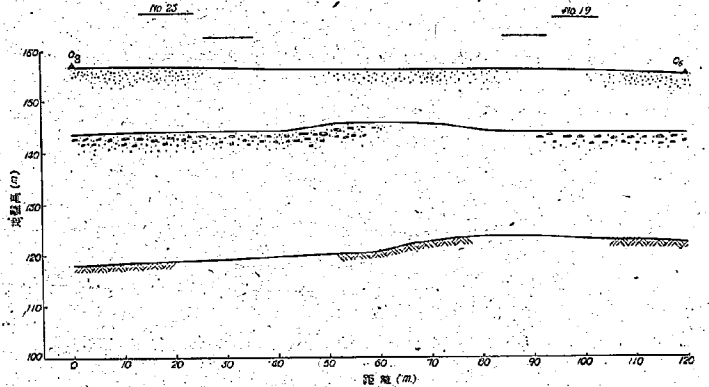
(15)　O_6～17 測定線

(16)　O_6～20 測定線

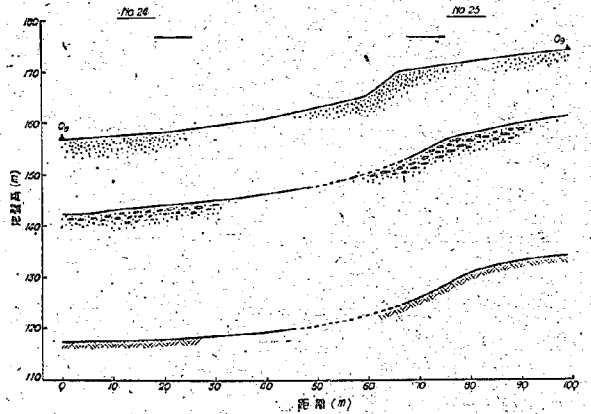
(17)　O_6～18 測定線　O_7～21 測定線

(18)　O_7～22 測定線

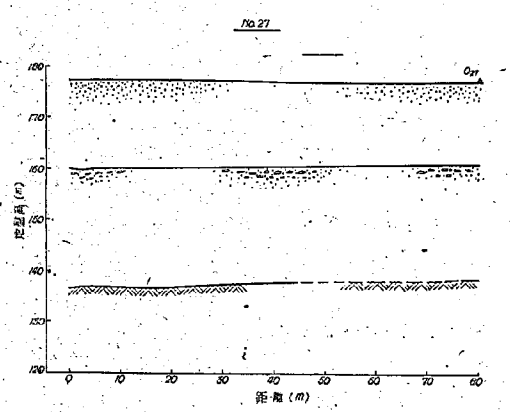
(19) O_8～23 測定線　O_6～19 測定線



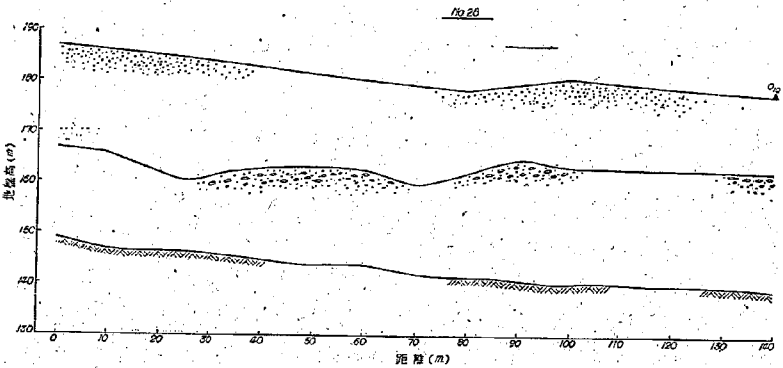
(20) O_8～24 測定線　O_9～25 測定線



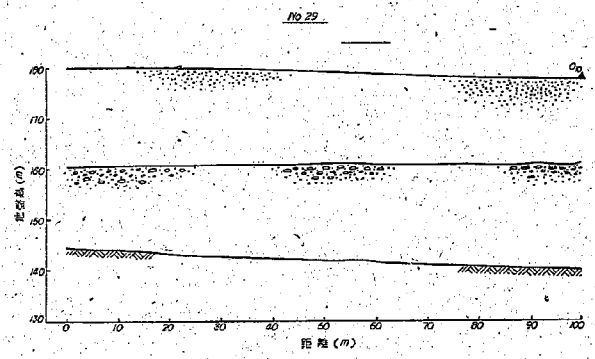
(21) O_{10}～27 測定線



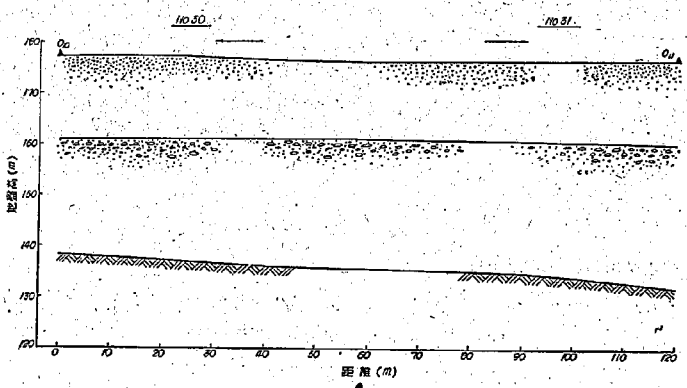
(22)　O_{10}～28 測定線



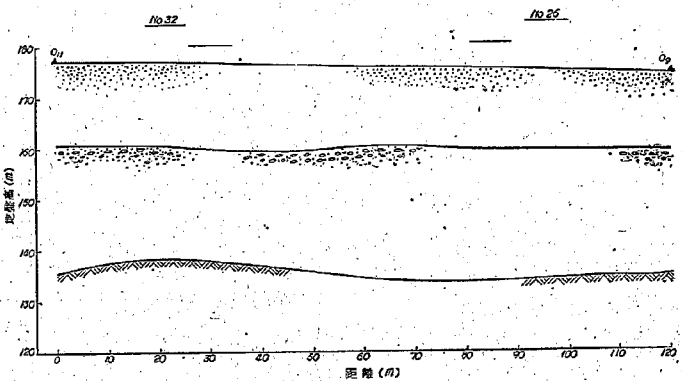
(23)　O_{10}～29 測定線



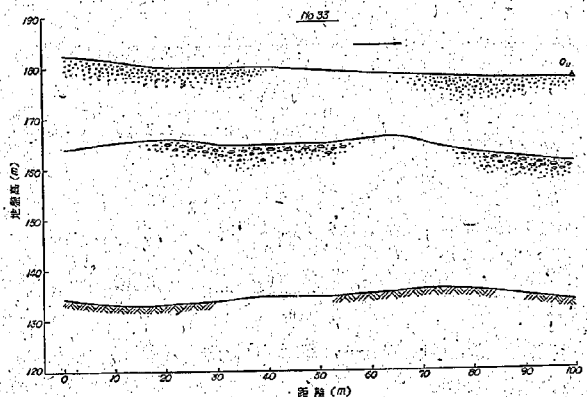
(24)　O_{10}～30 測定線　O_{11}～31 測定線



(25) O_{11}～32 測定線 O_9～26 測定線



(26) O_{11}～33 測定線

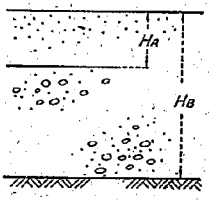


上記の如く總て二次元的に取扱つた．反射法による解析も試みたが加速度計設置下の岩盤深さが一様ならず區々の値を與へた其の速度に關しても說明困難なりし爲め省略する事にした．測定線は導水路隧道豫定線に沿つて總て定めんとしたが地形の關係上 2, 3 個所可成り縺した場所があるが，加速度計位置 O_6, O_8, O_7 は斯の如きものであるが其の地域にて實施した往復測定線 No. 21～No. 18 等より隧道豫定地附近の構造を推定した．表—5 に各測定線に沿ふ斷面に於ける A, B 層の深さを示す．

[3] 電氣抵抗式による實驗結果

本實驗の操作及び見掛電氣比抵抗 ρ_a の計算に關しては特別に記述する必要なきも，本實驗中電極の位置が充分輾壓され緊つた土砂道の路面上になつた事がある．斯かる場合通常の折込み式電極を使用する事は不可能で無成極電極 (Unpolarised electiode) の一種である壺狀電極 (Topfel-Elektiode) を用ひ少しも不都合なく實驗を

表—5　各加速度計設置下に於ける地表より各層に至る深さ H_A (m), H_B (m)



O_1 測定線	H_A	H_B
O_1～1	9	28.5
O_1～2	9.7	27.5
O_1～3	10	27
平　均	9.6	27.4

O_2 測定線	H_A	H_B
O_2～4	15	35.5
O_2～5	13.5	33.5
O_2～6	13.5	33.5
平　均	14	34

O_3 測定線	H_A	H_B
O_3～7	15.8	39
O_3～8	15.5	(39)
O_3～9	16	(39)
平　均	15.8	39

O_4 測定線	H_A	H_B
O_4～10	12.5	35.5
O_4～12	11.5	35
O_4～13	11.5	39.5
O_4～11	12.5	41.5
平　均	12	38

O_5 測定線	H_A	H_B
O_5～14	14.5	39
O_5～15	15	40
O_5～16	14	37.5
O_5～17	15	35.5
平　均	14.5	38

O_6 測定線	H_A	H_B
O_6～20	11	32
O_6～18	10.6	32
O_6～19	11	33
平　均	11	32.5

O_7 測定線	H_A	H_B
O_7～22	10	(28.2)
O_7～21	10.5	28.2
平　均	10	28

O_8 測定線	H_A	H_B
O_8～24*	14.5	39.5
O_8～23	13.6	38.5
平　均	13	39

O_9 測定線	H_A	H_B
O_9～25	11.5	39
O_9～26	15	38.5
平　均	13.5	39

O_{10} 測定線	H_A	H_B
O_{10}～30	16.2	38.8
O_{10}～27	15	38.5
O_{10}～29	16.2	37.7
O_{10}～28	15.6	38.6
平　均	15.7	38.4

O_{11} 測定線	H_A	H_B
O_{11}～33	16.2	44
O_{11}～32	16	42.5
O_{11}～31	16.2	44.2
平　均	16	43

* 失敗す

但し括弧は測定不可能なりしものを示す.

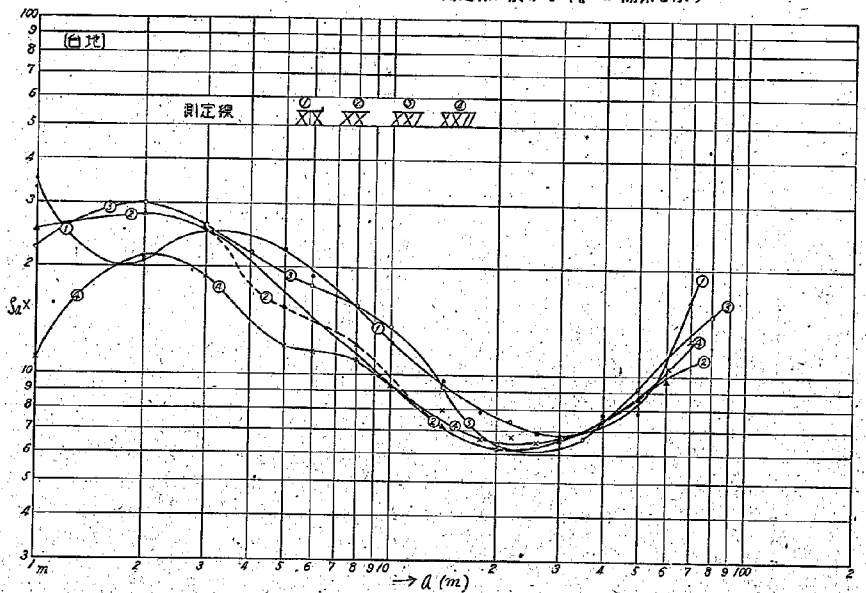
遂行する事が出来た.

測定線の位置は彈性波式の場合に於ける加速度計位置を連結する線に沿ひ，電極中心位置を定めた．中心線連結線に直角に 4 極を移動し電極距離 a を變じた．既に 圖—3 に ⚠, ⚠……⚠ の如く此等を示した同圖内の×記號は中心線位置を示すものである．特に V, VI, VII の 3 線では中心を一定し互に 60 度にて交叉する様撰定し實驗した．總て見掛電氣比抵抗 ρ_a*—電極距離 a の關係を求めたものであるが，其の結果を通覽するに I 地域の臺地部の內下流部川尻村と上流部中澤村では，可成り ρ_a～a 分布傾向を異にせるものである．兩地域の地下の構造を推定する有力な資料を提供するもので，今記述の順序を變するも上流中澤臺地に於ける結果より述べる.

上流部中澤臺地　此地域では測定線は僅か XIX, XX, XXI, $XXII$ の 4 本である．大地供給電流は總て 20～30 m.A 程度，電極距離は a=1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80 m……と變じ P_1, P_2 極間の電位差は約 1,000 mV……10 mV～5 mV に變つた．時に應じ實驗の信頼度を高めんため簡易なる H 器をも併用した．ρ_a～a 關係を見るに上記 4 測定線に於ては a=10 m 以上の電極距離 a に對しては ρ_a の絕對値も，a に對し變化する傾向も全く類似せるものなる事を示してゐる．a の小なる値に對しては地上附近の特種の部分的影響例へば表土が刈なるか草木密生せる部分なるかによるも ρ_a は甚しく異るものである.

* $\rho_a=2\pi a(m)\dfrac{V(\text{volt})}{I(\text{Amp.})}100=200\pi a(m)R(\Omega)$, [$\Omega$. cm]

圖—7 *XIX, XX, XXI, XXII* 測定線に於ける ρ_a～a 關係を示す



特に No. *XXI*, *XXII* は同一中心位置に互に直角にとれる測定線であり，絕對値は異るも ρ_a～a の傾向は地表近き所より類似してゐる．圖—7 は ρ_a～a 關係を兩軸對數で目盛せる圖表にて示すものである．

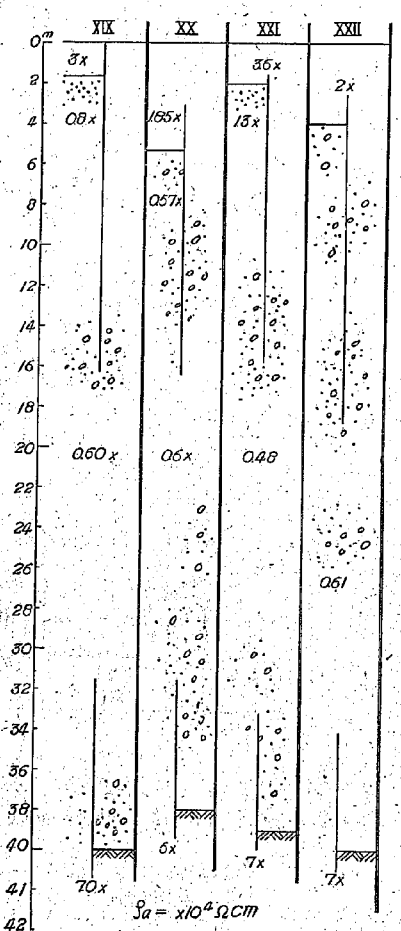
同圖によるに地表に近き部分 ρ_a の値は稍々大なる範圍に變つてゐる．即ち最上層部に $\rho_a=5$～3～$2\times10^4\,\Omega$cm の部分あり，其の下部に $\rho_a=0.6\times10^4\,\Omega$ cm……程度の層が相當深く續き其の後，$\rho_a=7$～$5\times10^4\,\Omega$ cm……程度の層が存在してゐる．彈性波式の實驗とも對照するに比抵抗 $\rho_a=7$～$5\times10^4\,\Omega$ cm に相當する部分が岩盤層であると解るものである．ρ_a～a 曲線より判別されたる層構造は［I］に述べた *A*, *B*, *C* 層の關係とは異るもので，電氣比抵抗の變化を示すもので ρ_a～a 關係より ρ_a と地表面よりの深さとの關係を求め圖表的に示すと 圖—8 の如きものとなる．之によるも表層の比抵抗 ρ_a の大なる部分は所謂土壤部に屬するもゝ値で，其れに續く ρ_a の低き部分が礫層及び砂礫堆積層の値を示すもので最後の $\rho_a=7$～$5\times10^4\,\Omega$cm の部分との境界が *B*, *C* 層境に相當するものである．彈性波式に於て得た結果とよく一致してゐる．表—6 に其の結果を示す．

下流部川尻村臺地 此地域で實驗した測定線は No. *I* より No. *XVIII* まで供給電流 *I* は 4 mA～20 mA 前後である．P_1, P_2 極間の電位差も上流部の場合と同程度のもので各測定線での *I*, *V* 値を列擧する事は省略する．*I*, *V* 値より換算した比抵抗値 ρ_a の a に對する變化の狀況を考察するに著しき變化なく，即ち明瞭なる電氣的に比抵抗の異る層の存在を判別する事は頗る困難である．先づ ρ_a と電極距離 a との關係を直角座標で圖示するも大なる信賴度の下に層的構造を判別する事は不可能であつたが，ρ_a は a の增加に伴ひ一旦減少し更に增加する傾向をとる事は一般的の結果である．斯かる傾向も量的には頗る僅少なものである．玆に述べる *I*, *II*, *V*, *VII* 測定線に於ては ρ_a の一旦減少する地點は *B* 層の一部分に相當し實地踏査の際に調査せし時期水部が

表—6　電氣抵抗式による岩盤位置
(地表よりの深さ m)

	岩盤位置	
No. *XIX*	40m	主要層の ρ_a
No. *XX*	38	i. $5\sim3\sim2\times10^4\ \Omega$ cm
No. *XXI*	39	ii. $0.6\times10^4\ \Omega$ cm
No. *XXII*	40	iii. $7\sim5\times10^4\ \Omega$ cm

圖—8　ρ_a～ と地表よりの深さとの關係を示す



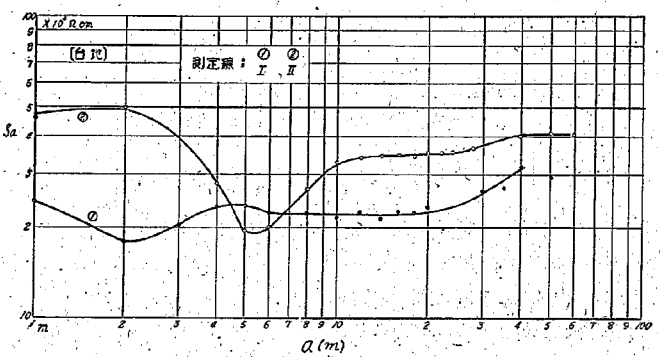
あり相當水の滲透せる部分の存在せる事認めしが，減少度が著しく無いが他のものにては減少度甚しく透滲水の存在を示す傾である．更に接續せる下部に岩盤が存在してゐるが ρ_a は特に增大した値を示さない．即ち砂礫堆積層と岩盤部は電氣比抵抗値 ρ_a より考察すれば略ぼ類似せる値を有するものである．上流臺地に於ける如く 1 單位程度の差異は無い．ρ_a～a の關係を兩對數座標で圖示したものが 圖—9 (*a*), (*b*) である．

本實驗には *H* 器をも使用したが全く同じ傾向の結果を與へた．圖—10 は ρ_a の地表よりの深さによる分布を示したものである，*I*, *II*, *V*, *VII* 測定線の外多數あるも ρ_a～a 曲線は凹凸甚しく ρ_a の深さに關する變化を解析するに相當困難にて的確に層的構造を判別し得ず記載する事を差控えた．先つ地表附近の土壤の ρ_a 値と見做し得るものは;—

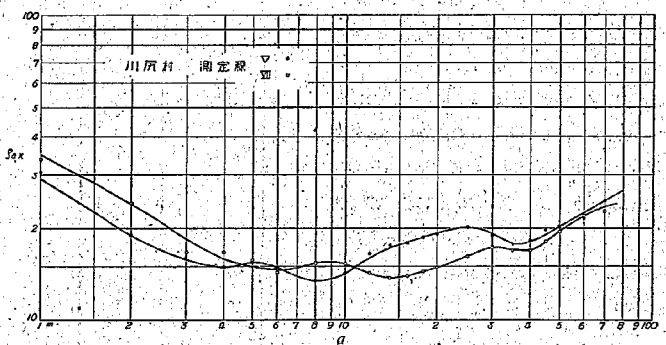
$$\rho_a = 3.5\sim5.2\times10^4\ [\Omega\ \mathrm{cm}]$$

の範圍にて測定線により著しい差異が無い．其れに續く下層は各測定線により稍々異るもので例へば地下 4～6 m 附近のものを含む平均値は接近せる測定線 *I*, *II* に於ても 1.8×10^4 [Ω cm], 8.1×10^4 [Ωcm] と著しく相違してゐるが更に深き部分に至れば 70～20 m の程度にては平均 ρ_a は $2.4\sim3.5\times10^4$ [Ωcm] 程度の値を示す．*I*, *II* 測定線に於ては斯かる値の ρ_a の下部に直ちに岩盤部と見做し得る，$\rho_a = 8\sim6.3\times10^4$ [Ωcm]…… の地層の存在を示す結果を得てゐるが，*V*, *VII* 測定線に於ては更に平均 $\rho_a = 1.1\sim1.3\times10^4$ [Ωcm]……程度の低抵抗部を經て $6.3\sim7.3\times10^4$ [Ωcm] の部分に到達してゐる．*V*, *VI*, *VII* 測定線は中心點を共有せるものである．*VI* は失敗に終つた．其の他測定線番號の高きものゝ結果は *V*, *VII* の場合の如き傾向を現してゐる．即ち岩盤と堆積層の間に透滲水の影響の現れる地域に近づきつゝある事を暗示するものゝ樣である．先きに說明上部中澤窪地の場合には $\rho_a = 0.6\times10^4$ [Ωcm] の層帶が存在せるも，相當の厚みに亙り一樣な値を示し *V*, *VII* の場

圖—9 (a) *I*, *II* 測定後に於ける ρ_a～a 關係を示す



圖—9 (b) *V*, *VII* 測定後に於ける ρ_a～a 關係を示す



合のものと分布を全く異にするものである．中澤臺地の場合は堆積層其のものが低き ρ_a 値を示すものより構成されてゐると解釋し，*V*, *VII* の場合は上記の如き解釋を下した．工事の進捗に伴ひ其の可否を實證し得ば幸と考へる．

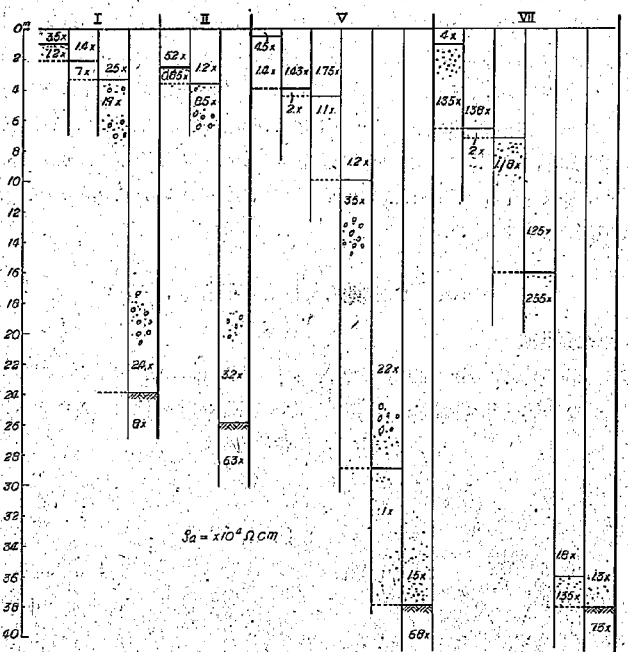
表—7 電氣抵抗式にする岩盤位置
(地表よりの深さ m)

	岩盤位置	主要層の ρ_a；
No. *I*	24 m	i) 3.5～5.2×10⁴ [Ωcm]
No. *II*	26	ii) 差異あり
No. *V*	38	iii) 2.4～3.5×10⁴ [Ωcm]
No. *VII*	38	iv) 差異あり，無きものもある．
		v) 6.3～8×10⁴ [Ωcm]

一般的に考察するに本地域に於ける電氣抵抗式による調査は上記の如く稍々明快を缺くも岩盤位置推定値として表—7に示す結果を得．

以上の如く I 地域に於ける ρ_a の深さに關する分布を考察し，其の結果により地下構造を判定せるもので No. *XIX*～No. *XXII* 測定線に於ては明瞭に層的構造を判別し得たが No. *I*～No. *XVIII* に於ては ρ_a～a の變動頗る複雜であつた．從つて層的構造の判別には可成り不確實を含むも岩盤位置と見做し得べき層を認め得た．然れども兩群の結果を對照すれば自ら特異ある傾向を示してをり頗る興味あるも

圖—10　ρ_a～ と地表よりの深さとの關係を示す

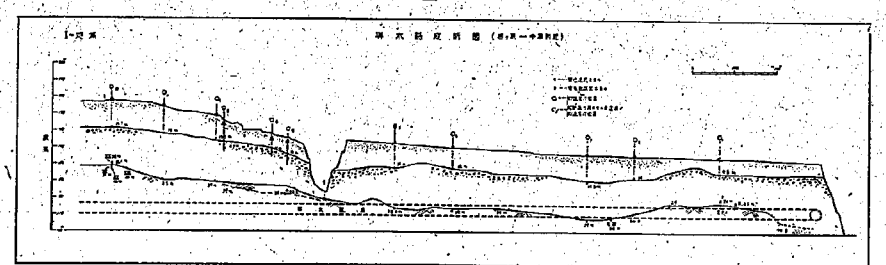


のである，2，3 箇所試錐を試みる機會を得れば更に一層有意義なる資料となるものと信ず．

［4］要　約

各節に詳細記述せし如く，彈性波式竝に電氣抵抗式物理地下探査法を使用し I 地域に於ける導水路隧道豫定線に沿ひての地下構造を明かにしたもので，上記せる 3 層 A, B, C が如何なる深度を有し分布せるかを調査した．殊に B, C 兩層の境界は地下より 30～40 m の深さにあり判別に困難を感ぜしも，其の全般的傾向は之を明かにし得た．特に電氣抵抗式による結果が I 地域の 2 區劃上流部と下流部に於て特異ある對比を示した事によ

圖—11



り岩盤附近に於ける構造判定に1資料を提供したものと思惟す．圖—11 は兩法によりし結果を取纏め記入した縱斷面圖にて，同圖中 ● 記號は彈性波式實驗結果より得しもので各測定後の結果より採る．□記號は電氣抵抗式による實驗結果中 B, C 層境界の判別明確と認め得しもの>値を示すもので，I 地域の中央部峽谷部にある唯一試錐の結果をも B にて示した．同圖內 ——— で示した B, C 境界線は測定線下に於ける地下構造を示すものである．▲ O_1…… の加速度計位置，▲ O_8…… は圖示の縱斷面より偏した場合の位置を示す．●□ に示された各地層の位置竝に各測定線に沿ひし實驗結果を參酌し，A, B, C 3 層の位置想定線を記入する事を得た．

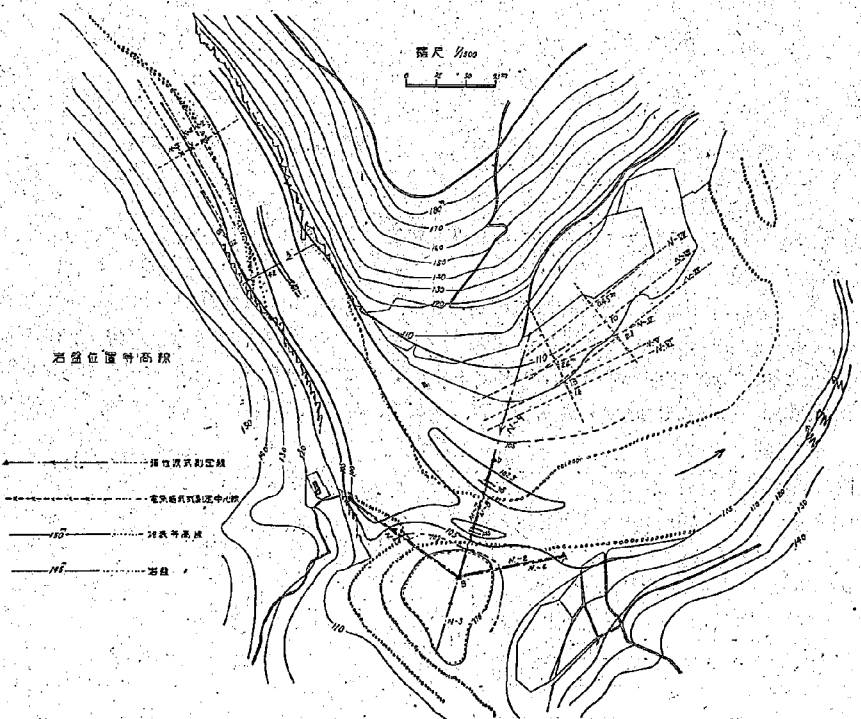
即ち上表部壞塌層，砂礫堆積層，岩盤が縱斷に沿ひ分布せる傾向を明かにし，且つ臺地の2部分に於て地下構造上著しき差異の存在せる事をも認めた．

III. II 地域に於ける實驗結果

[1] 測定線竝に實驗概要

II 地域は緒言にて記述せる如く相模川道志川合流點に於ける川床上に堆積せる砂礫層の岩盤に至る深さを推定するのが目的である．且つ，此の合流地點より稍々上流地域に沼本堰堤が建設される豫定で既に試錐が餘多試

圖—12. 第 II 地域平面圖



みられ堰堤地帯附近の川床に於ては岩盤までの深さが横断的に調査されてゐる．從つて縦断的に岩盤位置を調査する事が必要である．本實驗は沼本堰堤豫定地域と合流地點附近の2箇所で行つたもので，該地域の地質は緒言に述べた如く岩盤は砂岩よりなるもゝ如く川床には現世期の砂礫が堆積せるのみでⅠの地域の場合の如く礫層に相當する第1上層（A 層）無く，單に B, C の2層のみより構成されてゐる．其の外實驗に關聯せる一般的事項はⅠ地域の場合と全く同じなれば省略す．圖—12 は兩地域に於ける彈性波式及び電氣抵抗式調査の測定線位置を示すもので ◀—·←·— は前者，---×--- は後者を示す．▲ は加速度計設置位置，× は電氣抵抗式の場合の中心位置を示す．

沼本堰堤地域に於ける測定線下記（表—8）の如し．

相模川道志川合流地點には右岸寄りに可成り大なる洲あり，常水面より 1～2m も丘陵形に砂礫が堆積してゐる．又左岸は稍々平坦に相當大なる面積の淺瀬が露れてゐる．從つて實驗當時は河水面は川幅の 1/4 程度以下を占めてゐるに過ぎなかつた．加速度計設置位置は圖—12 にて明かなる如く，先づ砂礫堆積部上に B 點を定め，B 點を基準とせる如く他の地點 A, C, D を定めた．電氣抵抗式の場合も時日と人數の關係より左岸砂礫露出部に於てN. IV, 乃至 N. IX と 8 測定線を撰定した．測定線は表—9 に取纏めた．

表—8

彈性波式の場合	A 測定線 B 測定線	左岸より右岸へ 横断 上流より下流へ（右岸）
電氣抵抗式の場合	N-1 測定線	右岸（最右側）
	N-2 測定線	右岸（ 中 ）
	N-3 測定線	右岸（最左側）

表—9

彈性式の場合	測定線 N-1, N-2, …… N-8 の 8 線	
電氣抵抗式の場合	N-IV, V, VI	左岸より河の中心へ（本流下流）
	N-VII, VIII, IX	左岸より河の中心へ（上記より下流）

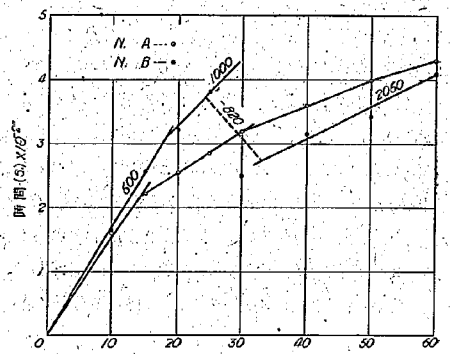
合流點地域の岩盤位置を調査するに上述せる測定線にては不充分と思惟するも，種種の關係上此程度で實驗を行つた．後節に述べる機會あるも河川急流にて水中爆發にはダイナマイト裝塡に關し頗る苦心をした．

［2］ 沼本堰堤豫定地域に於ける實驗結果

本實驗中特に彈性波式のものは本實施期間とは別個に行つたものである．圖—12 に示す測定線に從つて實驗す．彈性波式 A 測定線の場合は相模川を横斷し爆發點を移動したもので水中の場合が多い．急流の爲め通常行はれてゐる如く亜鉛鍍8番の鐵線を2本兩岸に並行に結び爆發點の位置を豫定點に定めんと試みたが，數回失敗し從事人員に相當練習を必要とした．將來斯かる場合には別に2人の測量掛をゝき爆發點を其の都度簡易に實測してをく事が必要である．特に急流の彎曲部に於ては絶對に必要な事である．

記錄より走時曲線を求めると，圖—13 に示す如くである．

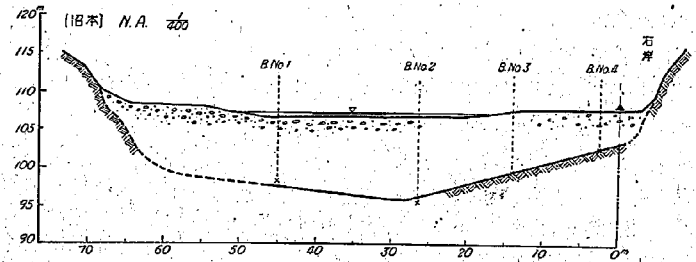
圖—13. 彈性波式實驗の走時曲線（A～t 曲線）



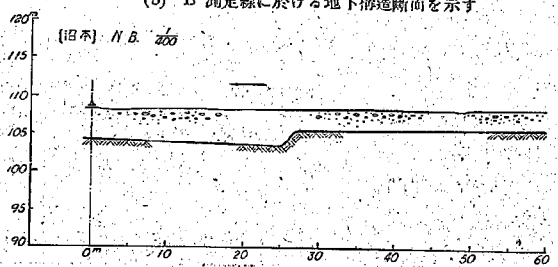
共に直線の組合せよりなるもので，第1直線部より第1層部の傳播速度 600 m/sec を得．之は川床に堆積せる砂利層層内のもので，其の下部に接續せる岩盤部に於けるものは *A* 測定線の往復路を試みる事能はざりし故，假りに I 地域に於て採用した岩盤部の速度 2,400 m/sec をとり，*A* 測定線に沿ふ横斷面を求めた．圖—14 (a) は斯して得たものである．同圖中 B. No. 1 乃至 B. No. 4 とあるは試錐位置を示すもので × は岩盤と判定さ

圖—14

(a) A 測定線に於ける地下構造斷面を示す



(b) B 測定線に於ける地下構造斷面を示す



れし位置を示す．斯かる一致のみで速度 2,400 m/sec ととつた事の眞なる證明とは必ずしもならないが，今更に此値を用ひて *B* 測定線に於ける岩盤位置を圖—14 (b) の如く推定した．即ち右岸に沿ひて岩盤は上流に進むに從ひ稍々降傾斜の傾向を示してゐるが加速度計設置地點より 25 m 附近で急遽に段階的に隆起し，更に上流の方向に稍々傾斜してゐる．此傾向は電氣抵抗式による *N*-1, *N*-2, *N*-3 の結果と對比するも全く同樣なるを知る．

電氣抵抗式による結果は全く同樣の取扱により電流 *I*, P_1 P_2 極間電位差 *V* より平均 ρ_a を換算し，ρ_a～*a* 曲線を求めた，ρ_a～*a* 曲線は後に述べる合流地點附近のもの、結果と取纏め圖示した（圖—18）が 3 測定線の示す結果は全く 2 層の場合と同じ傾向を示してゐる．本地域は地表砂地なるを以て電極としては特種な銅金鋼より成る極を使用した．ρ_a の地表よりの深さに關する分布を求めるに地表にては

$$\rho_a = 17.7 \sim 17.2 \sim 19.9 \times 10^4 \ [\Omega \text{ cm}]$$

と高抵抗にて値も區々別々なれども其の下層に

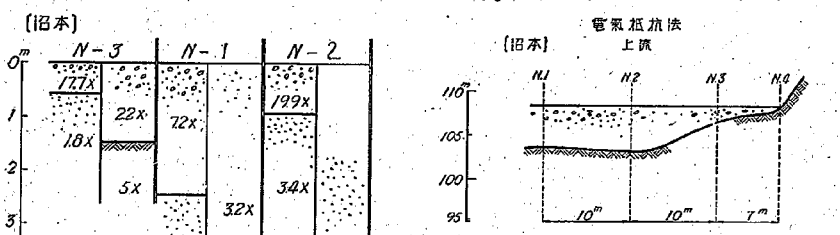
$$\rho_a = 1.8 \sim 2.1 \sim 3.4 \times 10^4 \ [\Omega \text{ cm}]$$

程度の稍低抵抗部分あり全く同じ分布の後

$$\rho_a = 5 \sim 6.0 \sim 5.5 \times 10^4 \ [\Omega \text{ cm}]$$

圖—15

(a) ρ_a と地表よりの深さとの關係を示す　(b) N-1, N-2, N-3による岩盤位置を示す



表—10. 電氣抵抗式による岩盤位置
(地表よりの深さ m)

	岩盤位置	主要層の ρ_a
N-1	5.0 m	i) 7.2～17.7～19.9×10⁴ [Ω cm]
N-2	5.4 m	ii) 2.1～1.8～3.4
N-3	1.7 m	iii) 6.0～5.0～5.5×10⁴ [Ω cm]

程度の岩盤と見做し得る層に達してゐる．斯かる層的に ρ_a の變化する狀況は地質的にも明確に說明し得るものである．

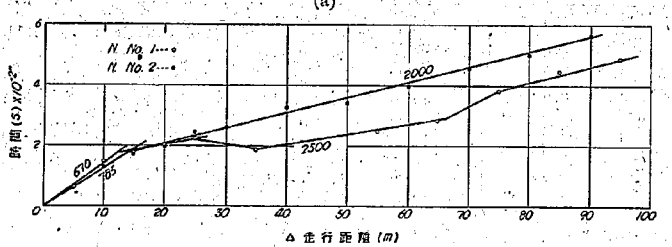
圖—15 (a) は ρ_a と深さの關係を示すもので層的構造を了解するに頗る便である．圖—15 (b) は岩盤位置を示したもので先きに得た A, B 兩測定線に於ける彈性波式實驗による結果と矛盾せざるものである．表—10 に其の結果を示す．

[3] 合流地點に於ける彈性波式による實驗結果

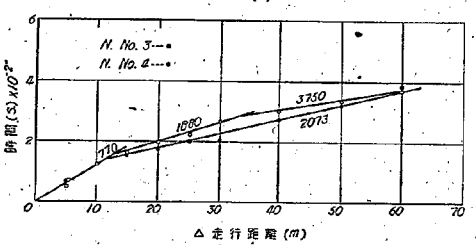
本實驗も相模川の急流然も道志川との合流地點にて彎曲部に當れば N-9 測定線の如き場合は頗る難澁を來し實驗に從事した人員數も從來の者の外爆發水中裝塡に船頭も2名とし3名を增員し，爆發點位置決定も［2］に準べし如く陸上より都度觀測する爲めの技術員增員不可能なりし爲め走行距離測定精度は低下せるものである．圖—16 (a)(b)(c)(d) は各測定線に沿ひての走時曲線 (Δ～t) で總て屈折縱波を觀測してゐる．直線の組合せより成り殊に第1直線は川床上砂利層内の傳播速度を與ふるもので略ぼ一定の値を，岩盤内の速度は各測定線中の往復

圖—16. 各測定線に於ける走時曲線 (Δ～t 曲線)

(a)



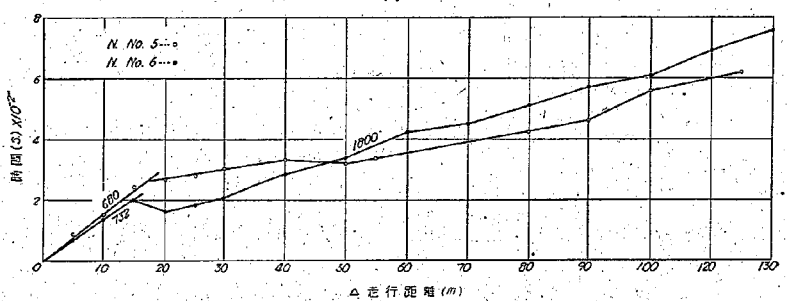
(b)



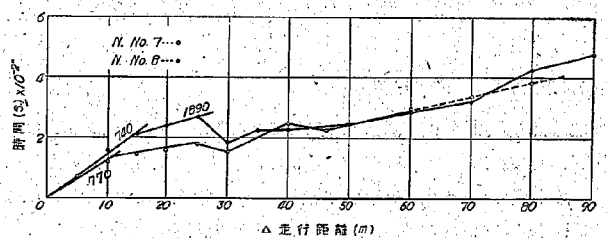
路の組合せより求め得るものである.

例へば *N*-2, *N*-4 は 1 往復測定線をなすもので兩者共に直線形の最も單純な組合せよりなるもので屈折波の走時關係よりなり岩盤內の傳播速度が 2,000 m/sec と求め得る. 其の他 *N*-1 及び *N*-5 の組合せよりも 2,400 m/sec の速度が出て來た. *N*-6, 7, 8 の 3 測定線は同一直線上に定めたもので地下構造

(c)



(d)



表—11. 各測定線に於ける各層內傳播速度

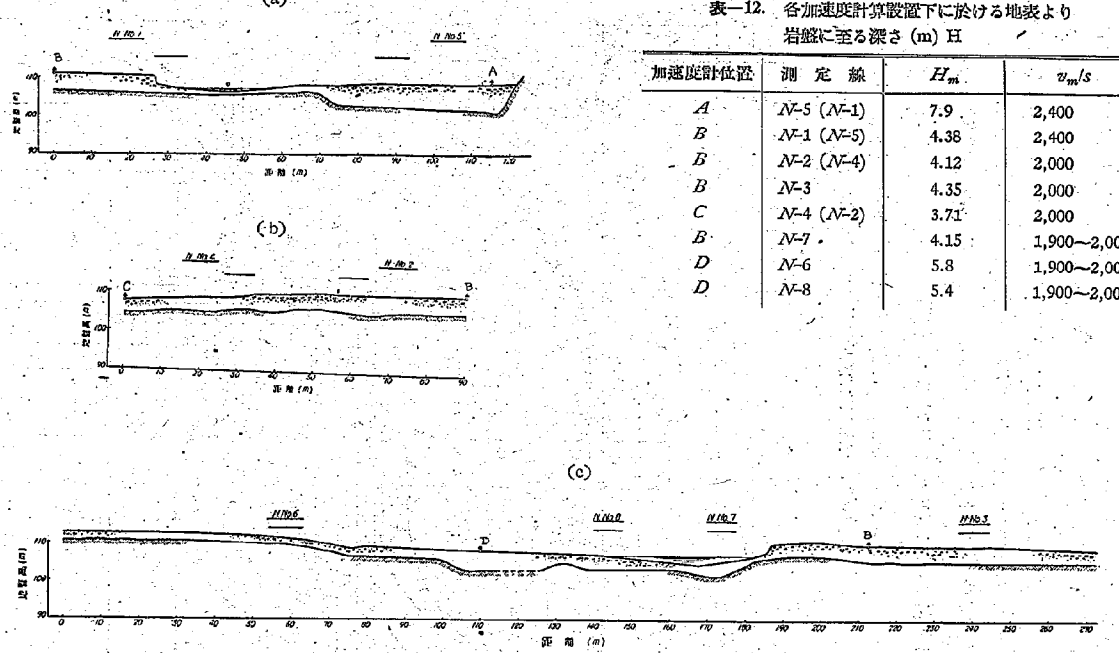
測 定 線	砂利層 m/s	岩 盤 m/sec	
N-1	670	2,400	●
N-2	785	2,000	○
N-3	770	2,000	△
N-4	770	2,000	○
N-5	680	2,400	●
N-6	732	1,800	△
N-7	740	1,890	△
N-8	770	1,890	△

但 ●,○ は同一往復徑路, △ は同一直線上に配置されしもの.

竝に眞速度をも求め得. 卽ち岩盤內速度は本實驗地域全部に亙り同一の値のものを得ざりしも 2,000 m/sec 程度のものなる事は動かない事實である. 表—11 に取纏めて表示す.

表—11 の眞速度を參酌し, 必要に應じ少し速度の增加を爲し縱斷面に沿ふ地下構造を求めた, 總て 2 層式 (*B*, *C* 兩層のみ) のもので岩盤上に砂利礫の堆積のものである. 圖—17 (a) (b) (c) は各測定線に沿ふ結

圖—17. 各測定線に於ける地下構造斷面を示す



表—12. 各加速度計算設置下に於ける地表より岩盤に至る深さ (m) H

加速度計位置	測 定 線	H_m	v_m/s
A	*N*-5 (*N*-1)	7.9	2,400
B	*N*-1 (*N*-5)	4.38	2,400
B	*N*-2 (*N*-4)	4.12	2,000
B	*N*-3	4.35	2,000
C	*N*-4 (*N*-2)	3.71	2,000
B	*N*-7	4.15	1,900～2,000
D	*N*-6	5.8	1,900～2,000
D	*N*-8	5.4	1,900～2,000

果を示すもので，同圖の ▲，←— 等の記號は既に說明せるものと同じ．

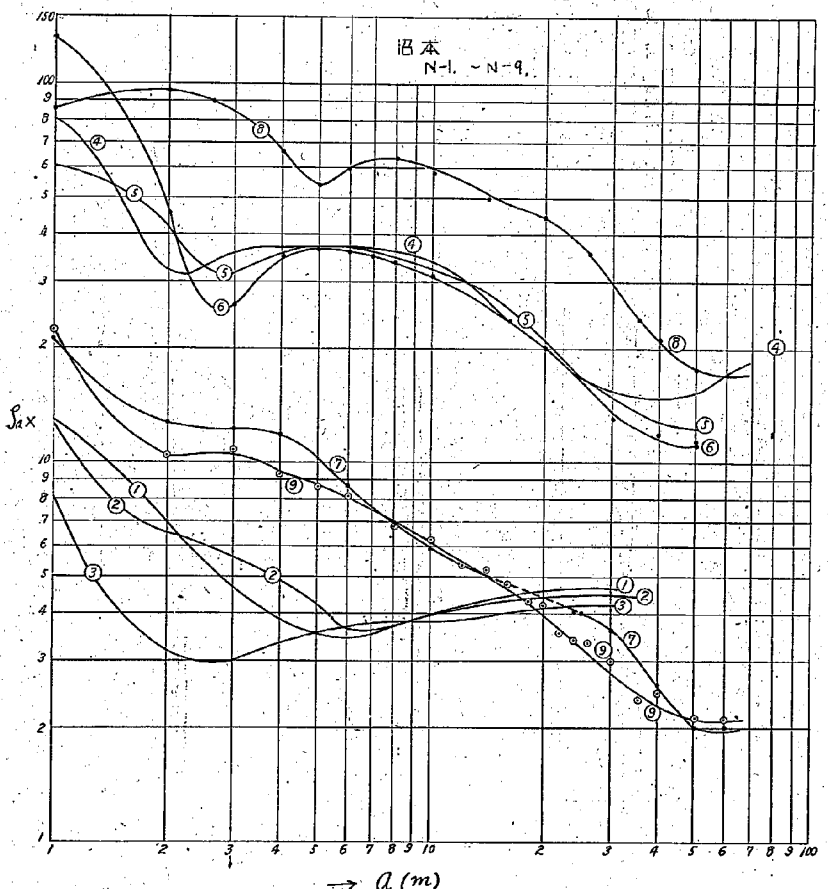
同圖 (a)(b) に示した N-1～N-5，N-2～N-4 の各測定線に於ける岩盤位置は地表より 10 m 前後に存在せるもので結果に對する精度も頗る高い．唯相澤川の本流を横斷して實測した N-6, 8, 7 の 3 測定線に對するものは精度低く，殊に加速度計位置 D の右側即ち (b) 圖に於て --- 曲線にて示す箇所は記錄不明瞭にて，一應の整理をなし岩盤位置として記載せしも試錐の施行されん事を希望するものである．

以上の如くして得たる加速計設置點の岩盤に至る深さは表—12 に示す如き程度である．

[4] 合流地點に於ける電氣抵抗式による實驗結果

本實驗より得た圖—18 の ρ_a～a 曲線より地下構造を判別せんに非常なる困難に遭遇した．即ち測定線の 2 群

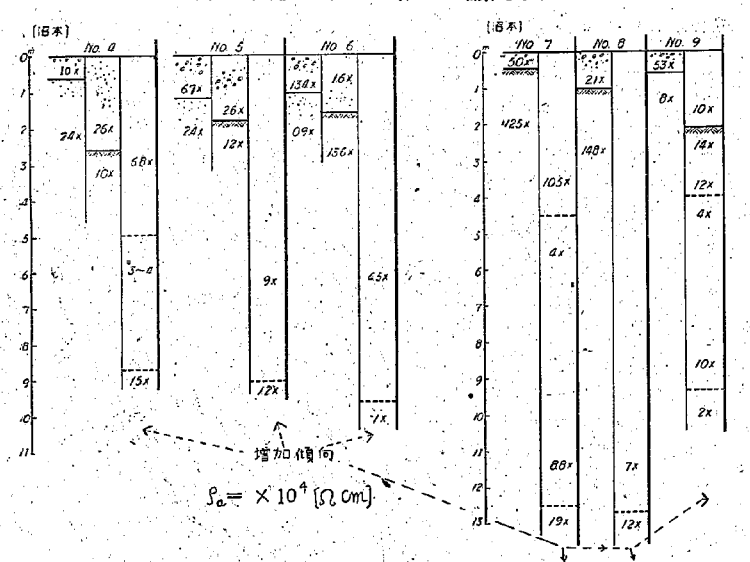
圖—18. 電氣抵抗式實驗に於ける各實測線の ρ_a～a 曲線



N-4, *N*-5, *N*-6 及び *N*-7, *N*-8, *N*-9 の組は類似的の ρ_a～a 曲線を示し，深さに對する分布より岩盤位置を判別せんとするに先づ地質學的觀察又は彈性波による實驗も無き場合を假定すれば *N*-1, *N*-2, *N*-3 の場合の如く單純に層的構造を歸納する事不可能にて，ρ_a の異る層が互層なしたるもので，下流部の岩盤が工事上重要なるものなれば相當深くまで突進み試錐を施行する必要があると思推す．ρ_a～a 曲線の傾向の4より構造論的決定を下すには注意を要す．

電極間の電流値 I, P_1 P_2 極間電位差等に關しては特に記述する事なし，沼本堰堤地域の場合と同樣銅金鋼極を使用した．圖—18 の ρ_a～a より ρ_a ～深さの分布狀況を吟味した．先づ *N*-4, *N*-5, *N*-6 を考察するに地表部は略々同一値の比抵抗 10, 7, 13, 4×10^4 [Ω cm] を有するもので其の次層に ρ_a の比較的小なる層あり．斯かる場合には砂利層と解釋される事が多い．其に續いて 10～, 12～, 13.6×10^4 [Ω cm] 程度の ρ_a を有する層がある．若し此一旦 ρ_a の上昇せる時にて實驗を中止すれば當然岩盤と判斷する所であるが，更に電極距離 a を增大し，實驗を繼續せるに ρ_a は徐々に減少する傾向を示し，a=40 m に至るまで ρ_a は減少を示すのみで a=50 m ～60 m に至り增加の範圍に入らんとするもの丶樣である．測定線 N-7, N-8, N-9 に於ける結果も全く同じ傾向を示すのみで唯絕對値が異るのみである．圖—19 は 圖—18 より歸納した ρ_a～深さに對する分布圖である．

圖—19. ρ_a と地表よりの深さとの關係を示す



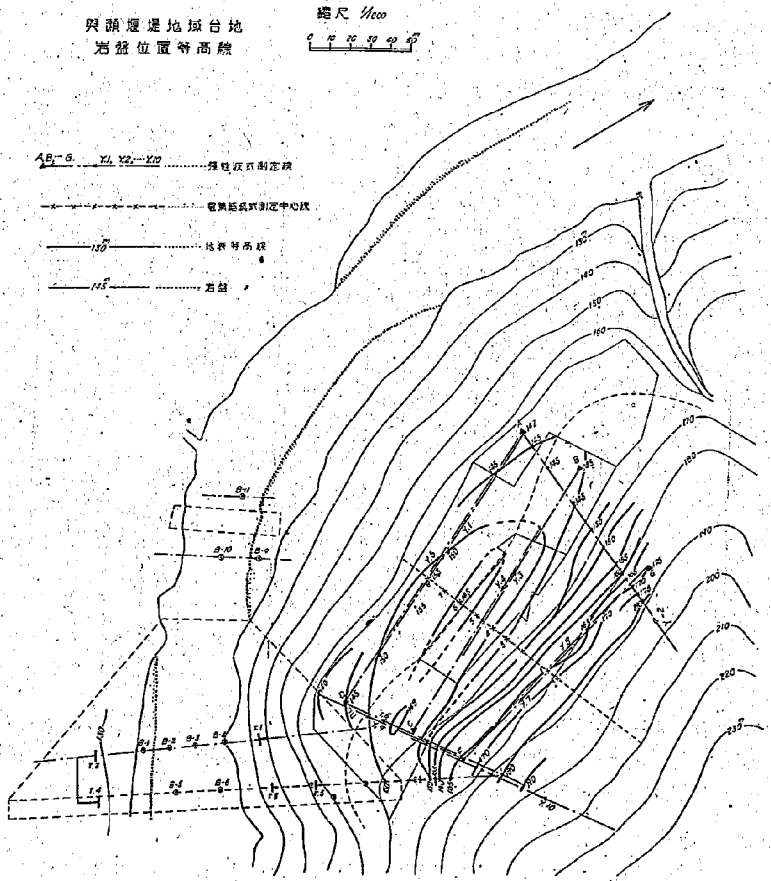
既に述べた如く ρ_a の分布を完全に解釋し得ざりしも彈性波式の結果を參酌し最初觀測された ρ_a=10～14.8 $\times10^4$ [Ω cm] 程度の層に至り一應岩盤に達したと假定せるも，大なる塊狀の礫層であり，其の下部水の滲透せる砂利層等の存在せるものか此點最も大なる分岐點にて本實驗の結果を根本的に左右するものである．

[5] 要　約

本實驗は 2 ケ所の地域卽ち沼本堰堤地帶並に相模川道志川合流の地點に於て行れしもので前者に於ては彈性波

式，電氣抵抗式兩方法により結果も共に明瞭な且つ一致せるもので地下構造解釋に疑義無く，一方試錐も施行されをるを以て一層信頼度高く全般的に岩盤位置を判別し得た．然るに後者合流點に於ける結果は測定線の位置により種々議論を必要とする結果に到達した．最も概括的な構造は岩盤上に川床砂礫の堆積せるものゝ様であり，彈性波式實驗によるも砂礫層の厚みは 10 m 前後のものゝ如く，右岸にとりし測定線 N-2～N-4，N-1～N-5 の結果は可成り明確な結果を與へたが相模川本流を横斷せる測定線に沿ひしものは 2，3 地下構造判別に不備を感ぜし地域の存在せる事を指摘したが，一方電氣抵抗式による調査を試みるにより下流部に於て殊に其の感を深くした．即ち岩盤部と判別せるものが大塊礫に非らざるかの懸念が電氣比抵抗の深さに對する分布により暗示されてゐる．2，3 ケ所試錐を絶對に必要とするものである．斯かる考察を度外視し最も素朴的の考察を基準とし岩盤

圖—20.　第 III 地域平面圖



位置の等高線を圖示した．圖—12 内に圖示したもので上流部分は岩盤と見做し得るものであるが下流部は解釋に意を要し議論の餘地がある．

IV. III 地域に於ける實驗結果

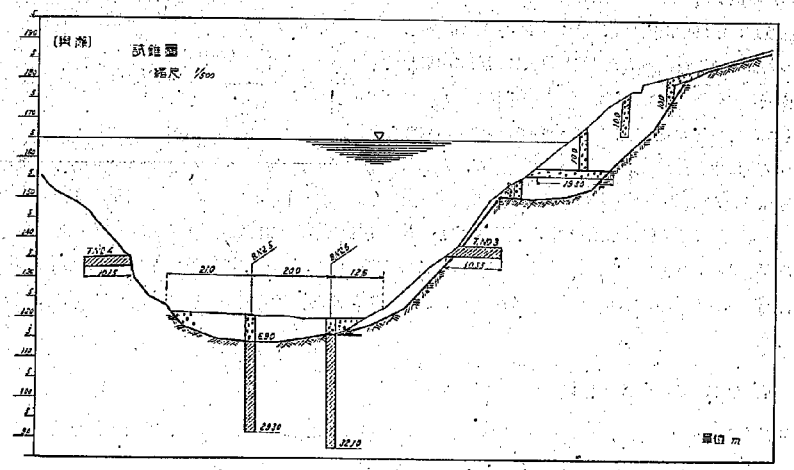
[1] 測定線竝に實驗概要

與瀬堰堤建設豫定地域に於ては既に多數の試錐及び地質調査用隧道が掘鑿され基礎をなす岩盤の位置竝に岩質は調査されてゐる．該地域の岩盤を構成する岩石は第3期層の砂岩であり，緻細硬質のものである．本試地は本地域に接續し下流の右岸に當り與畑村に至る．相模川に臨める絕崖と山部との間にある長さ 200 m，幅 70～80 m の平坦な臺地である．地表は全部土壤にて覆れ中央部は雜草繁茂し，樹木無きも周圍及び附近一帶には樹木が茂つてゐる．本實驗の目的は土壤部の厚みは勿論其の下層に存在せる砂利，砂礫の堆積層の厚みを測定し岩盤に至る地表よりの深さを全地域に亙り明かにせんとするものである．

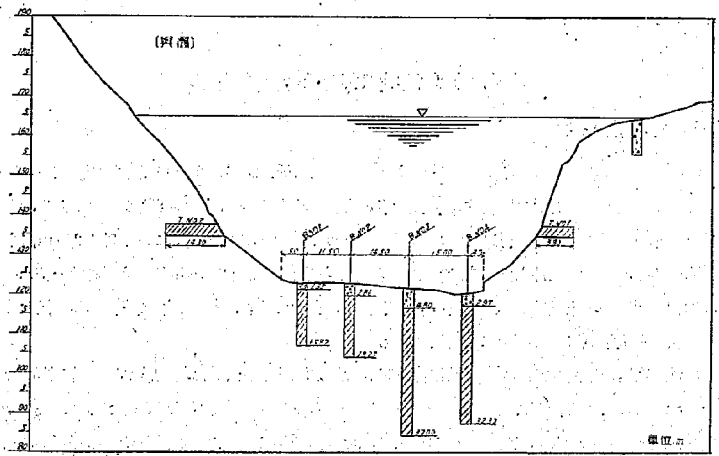
圖—20 は III 地域の平面圖にて與瀬堰堤豫定地其の他試錐地點をも示した．試錐は相模川を橫斷し3重要地點にて施行されたもので，上流部より B_5B_6, $B_1B_2B_3B_4$, B_9, B_{10}, B_{11} の順序に3群があり，夫々の位置を示す．同圖中 T_1 乃至 T_5 は地質調査用隧道位置を示す．此等の結果によるに試錐にあつては川底部に於ける岩盤位置は明確に求められしも右岸に於ては隧道 T_1 乃至 T_5 により最上流部の B_5, B_6 の線に沿ひてのみ其の岩盤位置の全貌を明かにする事が出來たが，連る下流側の $B_1B_2B_3B_4$, …… に於ては臺地地域の岩盤位置は不明である．其の詳細に關しては本工事關係方面に於て發表される事と思惟するも玆に單に岩盤位置に關する全貌的圖のみを揭ぐ．本圖面の利用を許されし關係方面の御厚意に深く感謝する次第である．圖—21 (a)(b)(c) は其の一部を示す．

圖—21. 與瀬堰堤豫定地域試錐による岩盤位置

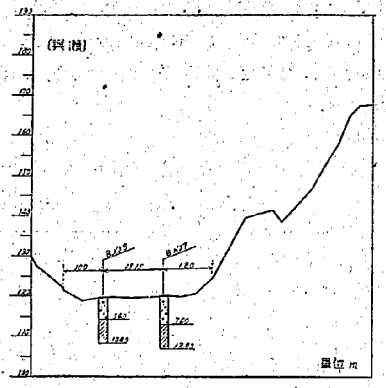
(a) B_5, B_6 試錐橫斷線



(b) B_1, B_2, B_3, B_4 試錐斷線



(c) B_7, B_8 試錐斷線



表—13.

	測　定　線	加速度計位置
彈性波式の場合	Y-1 より Y-10 まで	$\{A, B, C, D, (E), F, G$
電氣抵抗式の場合	Y-1 より Y-8 まで	

同圖 (a)(b)(c) を通觀するに岩盤位置に關しては既に說明した狀況を示してゐる．說明省略す．

彈性波式，電氣抵抗式の兩法に於ける測定線の推定は前章の場合と同樣特に兩法の結果を緊密に判別に適用し得る樣交互の配置を定めた．圖—20 に總て此等のものを圖示した．即ち彈性波式に於て加速度計設置位置は臺地を廻り又臺地中央部等に定めた．A, B, C, D, (E), F, G と圖示す．E は D と同一地點なるも實驗の順序上記名したものである．測定線は Y-1 乃至 Y-10 と 10 線推定し，電氣抵抗測定線は圖示の如く橫斷的に中心點 X を配置し該基線に直角に Y-1 より Y-8 測定線までとつた．X_1, X_3 の中間に番號無き X 點あるも此處は臺地に山部急斜面が接する境界に當り，且つ丈餘の雜草茂り操作困難なりし爲めと本實驗の如き場合差程重要視するに及ばずと判斷し中止した．表—13 に取纏めて表示す．

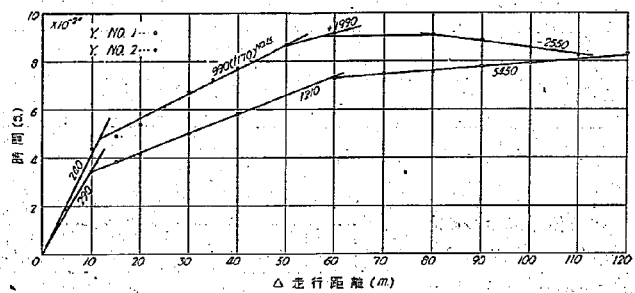
［2］ 彈性波式による實驗結果

測定結果の處理方針取扱は全く前章の場合と同樣で，總て縱屈折波の走時を求め所謂走時曲線 (d~t) を各測定線に就き求めた．圖—22 (a)~(e) は此等のものを圖示す．

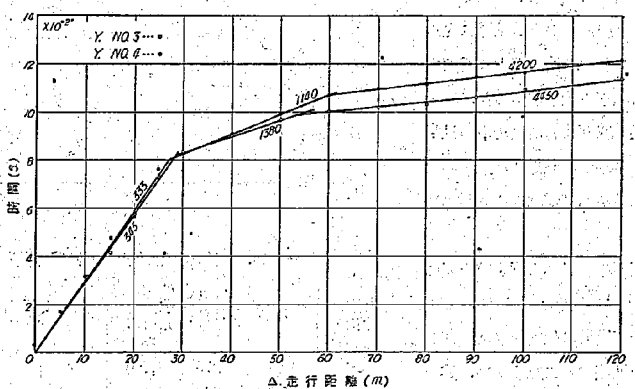
本地域は測定線に沿ひ可なり劇しく，岩盤は上下彎曲せるもので並行層の場合の如く簡單では無い．然れども大體は直線の組合せより成立つもので，特に第1直線部は表層に土壌の存在せる事を示し，傳播速度も低い．第

圖—22．各測定線に於ける走時曲線（Δ～t）を示す

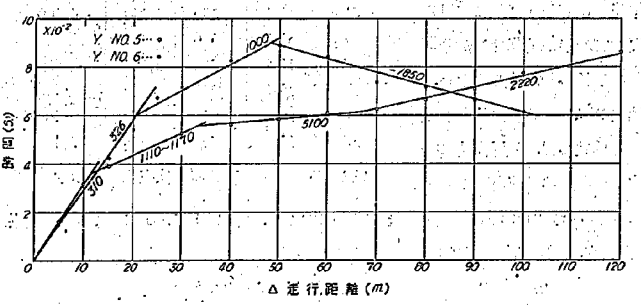
(a)



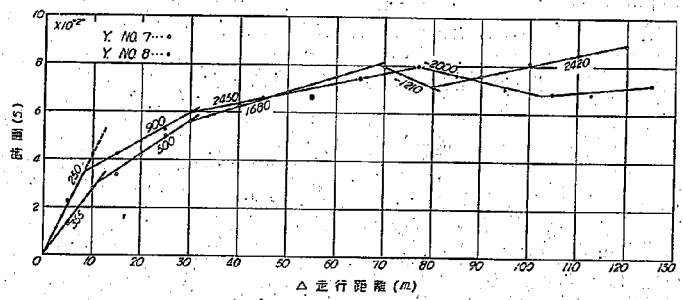
(b)



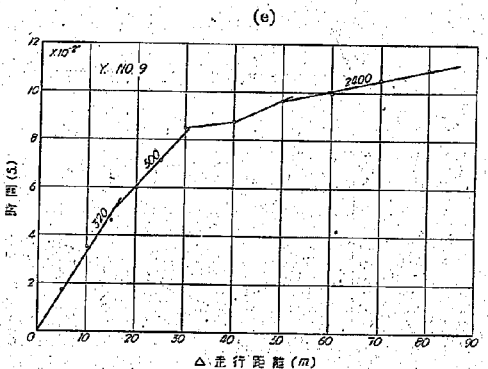
(c)



(d)



(e)



2 層及び其以下のものを傳播せるものは見掛速度は Δ~t 曲線を直線型の組合せと見做すも可成り廣範圍に變動してゐる．解析に當つては實地踏査露頭試錐の結果を基礎とするも 3 層より成るものとの見界に立ち往復徑路をとれる各組の測定線より眞速度を求めつゝ一方地下構造を推定した．表—14に此等の結果を取纏める．左表中の見掛け速度は Δ~t 曲線の直線部より推定したもので Δ~t 曲線に凹凸變動するものは平均値をとる．

勿論同一往復徑路と云ふも測定線全長に亙り重り合へるもので無い．表—14 によるも本地域の地下構造の傾斜凹凸度の甚しきものなる事を推測するに難くない．第 1 直線階部は土壤部の縱波傳播速度なれども樹木又は草の繁茂せる部分と草類にて異るものである．概して樹木の繁茂せる部分は地表に根が張りをる爲めか，速度は少い．第 2 層は I 地域の場合にあつた砂礫堆積如き構造のものと見做し得．3 層構造に於ける B, C 層内の眞速度は各往復路のものより求めつゝ Cut & try method で斷面構造も同時に求めた．殊に Y-3, Y-4 測定線の結果が最も簡明な結果を與へた．卽ち B, C 兩層内の速度を

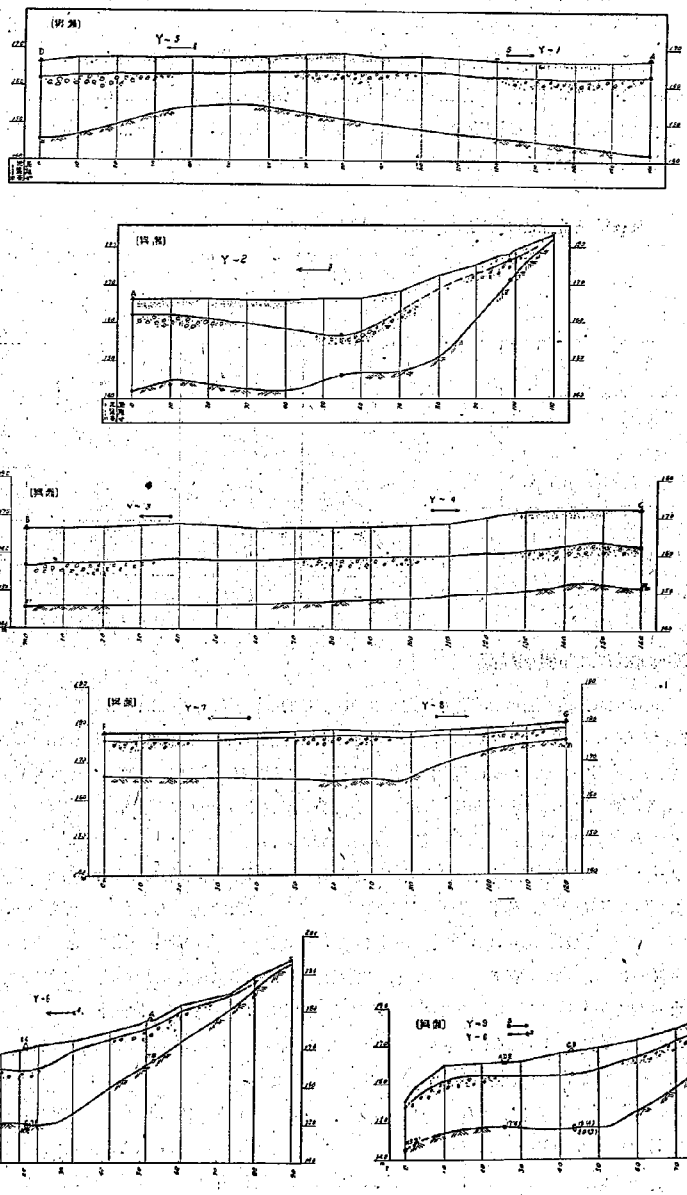
v_B=1,260 m/sec　　v_C=(4,350) 3,000 m/sec

表—14. 各測定線に於ける各層内傳播速度

加速度計位置	測定線	土壤層眞速度 m/s	砂利，礫堆積層見掛速度 m/s	岩盤見掛速度 m/s	
A	Y-1	273	1,210	5,450	●
A	Y-2	240	1,170	−2,550	
B	Y-3	345	1,380	4,450	○
C	Y-4	330	1,140	4,200	○
D	Y-5	310	1,170	5,100 2,220	●
E	Y-6	326	1,100	−1,850	⊙
F	Y-7	335	500	1,680, −2,000 2,420	□
G	Y-8	250	900	2,450, −1,210	□
F	Y-9	320	500	2,400	⊙

但し ● ○ ⊙ □ は同一往復徑路を示す

図—23.　各測定線に於ける地下構造断面を示す

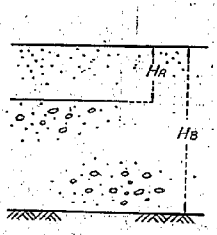


の範圍のものとして計算した．岩盤内の速度を見るも沼本地域に於けるものより硬質である．其の他種々の條件を考慮に入れ $v_C=3{,}000$ m/sec をとる．念の爲め必要に應じ 4,350 m/sec の値をも代入し一應の計算をした．

斯の如くして各測定線に沿ふ斷面を推定したものが 圖—23 である．

同圖内の ▲,●——→等記號は前章の場合と同じ本實驗の精度を知る上にも有効と思惟し，各測定線より求めし加速度計設置點下の土壤，B 層，C 層境界の地表より深さを取盡め 表示してをく．稍々一致せざるものあるも各測定線に於て一回の試驗にて更に一段の努力を要すべきものである (表—15).

表—15. 各加速度計設置下に於ける地表より各層に至る深さ H_A (m), H_B (m)



加速度計	測定線	H_A	H_B
A	Y–1 Y–2	4 4	25 24
B	Y–3 (Y–2)	10 9.5	21 20.5
C	Y–4 (Y–6) (Y–9)	10 6.5 稍上流 6.5 同上	20 20 20.5
D (E) 稍上流	Y–5 Y–6	4.0 2.8	20.5 17
F	Y–9 Y–7	2.8 2.3	11.3 11.8
G	Y–8	1.8	5

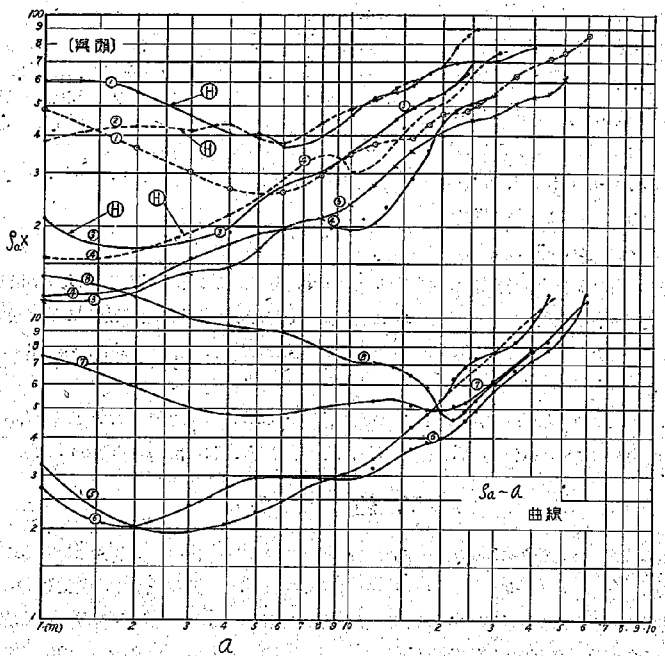
[3] 電氣抵抗式による實驗結果

本實驗の電極は大部分最も簡單な棒狀挿入式のものにて目的を達した．測定線に關しては既に〔1〕に述べた．供給電流値 I, P_1 P_2 電極間電位差も I, II 地域と異なる事無し．測定機としては電位差計式のものと先きに述べた H 型とを使用す．兩者の値は絶對値に於ては稍異るも傾向は全く同じもので ρ_a～a の曲線にて此等兩者の關係が分る．圖—24…は Y–1 乃至 Y–8 の 8 測定線に於ける ρ_a～a 曲線を示すもので Y–1, Y–2, Y–3, Y–4 に於ては H 機による結果をも θ の記號を添附し記入した．

總ての ρ_a～a 曲線にては地表の ρ_a は土壤の條件，例へば雜草，樹木の繁茂せる所と可なり異る値を示してゐるが内部に進むに從ひ砂利，礫堆積層と見做し得べき殆ど同一の値の ρ_a の層が存在，即ち $3\sim\times10^4$ [Ω cm] の部分がある．然して遂に，$\rho_a=20\times10^4$ [Ω cm] 程度の層に達してゐる．此點が岩盤と解釋される部分である．ρ_a～a 曲線の傾向は凹凸に變動せるもので地表より岩盤部までは電氣抵抗的に見るも單一な層では無く $\rho_a=5\times10^4$ [Ω cm] 程度を境として上下の値を有するもの五層を形成するものである．同圖中 Y–6, Y–7, Y–8 は一桁少なき様記入したが總て同じ桁の値である．斯かる五層的構造は電氣抵抗式試驗に於て常に現れるものである．其の深さに對する分布狀況を一目に表現せん爲め圖—25 を作成す．

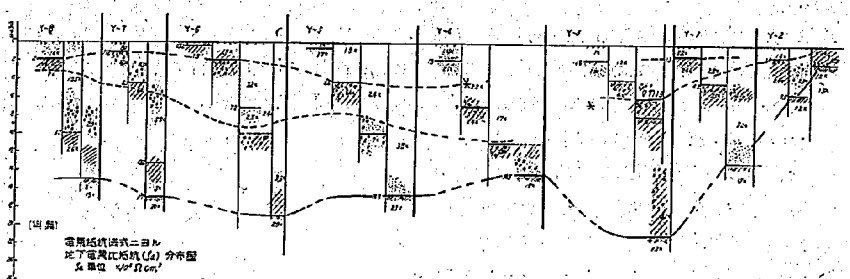
同圖によるに岩盤位置を與ふ層の $\rho_a=20\sim13\times10^4$ [Ω cm] のもので，山側に近いものの値が少い．其の原因が岩盤面の傾斜の爲めか岩其のもの、値が異る爲か一應吟味を必要とするもので，此點は別の機會に述べる．兎に角にも斯かる高抵抗部を連ねたるものは彈性波式實驗で得た，岩盤位置とよく一致してゐるもので，其の上層

圖—24. 各測定線に於ける ρ_a～a 曲線を示す



に來る砂利，砂，粘土等の互層の狀況が分る．ρ_a=3.2～6×10⁴ [Ω cm] の範圍である．最も上表部は ρ_a=14～7×10⁴ [Ω cm] 程度を有する樹木繁茂部の土壤と ρ_a=1.9～1×10⁴ [Ω cm] 程度の雜草密生の土壤部とがある．同圖中に 4×10⁴ [Ω cm] 程度の ρ_a を有する層を豫想した點線と 6×10⁴ [Ω cm] 程度の ρ_a を有する層を豫想した點線を劃してみた．Y-3，Y-1，Y-2 は斜面部に屬するもので，此場合は 1～2×10⁴ [Ω cm] と 4×10⁴ [Ω cm] 程度のもの>層を劃してみた．表—16 に主要數字を揭ぐ．

圖—25. 各測定線に於ける ρ_a と深さとの關係を示す



[4] 要　約

本地域に於ける彈性波式及び電氣抵抗式による地下構造調査結果は實用上よく一致せるもので，上流部堰堤建設豫定地域に於て施行された試錐の結果とも矛盾しない．殊に彈性波式に於ても岩盤內縱波傳播速度は 3,000 m/sec 以上のもので I, II の場合より可成り大なる値を示し，一方電氣比抵抗 ρ_a も 20×10^4 [Ω cm] に及び此亦著しく大である．斯かる結果は岩石の緻密强靱なる事を示す．各測定線に於ける橫斷面は夫々圖示した如きもので，電氣抵抗式の結果をも參酌し，平面 圖—20 に岩盤深さを記入し，平滑な曲線で岩盤の等高線を求め得．斯くして得たものを同圖中に記入した．岩盤等高線と地表等高線とより其の間にある砂利，礫，土壤の全體積は容易に推定し得．

表—16. 電氣抵抗式による岩盤に至る深さ (m)

測定線	深さ m	主要 ρ_a 値
Y-2	5.5	i) 地表壤部
Y-1	13	14～5～1×10^4 [Ω cm]
Y-3	21.5	ii) 砂利，砂其他の互層部
Y-4	14.5	$3\sim6\times10^4$ [Ω cm]
Y-5	16.8	iii) 岩盤部
Y-6	19	$\rho=20\sim13\times10^4$ [Ω cm]
Y-7	17	
Y-8	15.5	

電氣抵抗式に於ては勿論互層的 ρ_a の分布は現れたが II 地域の如き不明な點は無く一般に解析に從ひ得た．卽ち本地域の實驗結果は比較的明瞭に地下構造を判別せしめたもので其の岩盤位置を明かにし得たものである．

V. 結　言

本物理地下探査法による岩盤位置調査は緒言並に各地域毎に詳細記述せし如く，廣大なる地域に亙り且つ岩盤位置も地表より種々なる深さに存在せる場合を取扱つたものである．加速度計（石本，荻原式煤書×200）を使用せる彈性波式並に 4 極法による電氣抵抗式による實驗を常に併用し，兩者の特長を發揮せしむる樣實驗の實施其の結果の解析を行つた．實驗地は相模川流域の 3 地域にて導水路隧道豫定地の 1 部なる I 地域，相模川道志川合流地點なる II 地域並に與瀨堰堤附近臺地なる III 地域である．3 者共に實測に當り特有なる困難と結果の解析に際しても各々特長ある取扱ひをした．此等の關係は彈性波式に於ても現れ電氣抵抗式に於ては特に著しい差異を示した．其の詳細は各章に於て記載したが今大要を 2, 3 列記すれば下記の如きものがある．以下實驗地名は略し，本編に於けると同樣 I, II, III 地域と稱ぶ．

I 地域に於ける測定線全延長は 4,000 m にも亙るものであつた．岩盤深さ大なる爲め記錄の判別に特に苦心をした．

1) I 地域に於ては臺地の全般に亙り井戶の調査をなす．

2) 彈性波式實驗に際しては加速度計位置に於て直角に近く交る 4 測定線を事情の許す限り撰定す．

3) I 地域の彈性波屈折縱波による結果は總て該地域の地下構造が概括的に壤埴層，砂礫堆積層，岩盤層（*A*, *B*, *C* と稱ぶ）より成る走時曲線を與ふ．

4) 同地域の彈性縱波眞速度として下記の値をとる．

壤埴層：　$v_A=350\sim320$ m/sec

砂礫堆積層：　$v_B=1,200$ m/sec

岩盤層：　$v_C=2,400$ (3,000) m/sec

但し岩盤層は本實驗使用器の性能に對しては可成り深所にあり，v_C の精度低し，値は粘板岩，砂岩として周知のものに近い．

5) 電氣抵抗式による實驗結果は I 地域の各部即ち相模川上流部の中澤臺地と下流部川尻村臺地に於て求めた電氣比抵抗 ρ_a，電極距離 a の關係は兩者に於て全く異る興味ある傾向を示し，彈性波式に於ては觀察する事の出來ない地下構造の解析を與ふ．即ち

6) 中澤臺地に於ける ρ_a～a 關係は最も簡明な傾向を示すものである．

最上表層部：　$\rho_a=5\sim3\sim2\times10^4$ [Ω cm]

次　　層：　$\rho_a=0.6\times10^4$ [Ω cm] の一樣な堆積層

岩　　盤：　$\rho_a=7\sim5\times10^4$ [Ω cm] … の値を示してをり，岩盤位置として地表より 40 m 前後のものを得．

7) 然るに川尻村臺地に於ては全く傾向を異にし，上層部以下は ρ_a の値を異にするもの>互層より成り，遂に $\rho_a=6.3\sim8\times10^4$ [Ω cm] 程度を有する岩盤層に至るもの>如く深さとしては 24～38 m のものを得．

II 地域に於ても全く同樣なるも，沼本堰堤豫定地並に相模川，道志川合流點地域に於て各々特長ある結果を得た．

8) 各測定線に沿ふ橫斷面地下構造を求め得，從つて所要導水路隧道位置の岩盤位を推定し，上表壤堆層の厚みをも明かにす．電氣抵抗式探査によれる結果をも同時に記入し，其の一致せる事を示した．1 ケ所試錐施行結果と比較し得た事は幸であつた．

9) 沼本堰堤地域の彈性波電氣抵抗式實驗結果共に特に一般の場合と異る事なし．

彈性縱波傳播速度　上層砂利砂層：　600 m/sec

岩　　盤：　2,400 m/sec

にとり試錐結果と一致せる結果を得．

電氣抵抗式の場合は電氣抵抗的に 3 層より成るとし，岩盤位を定めた．

表層，乾燥せる砂利等：　$\rho_a=7.2\sim19.9\times10^4$ [Ω cm]

一旦減少し　　$\rho_a=1.8\sim3.4\times10^4$ [Ω cm] に達し

岩　　盤　　$\rho_a=6\sim5\times10^4$ [Ω cm] に至る．

10) 合流地點附近に於ては河川急流變曲せる爲め測距に精度を缺きし事あるも，彈性波式による結果は川床岩盤の上に砂，砂利，礫等の堆積せるもの>如き構造を示した．眞速度を可なり實驗 $\Delta\sim t$ 曲線より正確に求めた．

彈性縱波傳播速度　上層，砂，砂利，礫層：　670～770 m/sec

岩盤：　1,900～2,400 m/sec

にて測定線の位置にて多少の變動がある．試錐を必要とする地域をも指摘した．

11) 然るに電氣抵抗式による ρ_a～a 曲線は電極距離小なる地點に $\rho_a=10\sim13.6\times10^4$ [Ω cm] を有する層の存在を示すが，距離 a の增加に伴ひ $a=50$ m 程度までは ρ_a 減少を繼續するものである．斯かる結果より地下構造を判斷するに，少くとも 2 つの解析がある．即ち一旦 $10\sim13.6\times10^4$ [Ω cm] の比抵抗を示す岩盤部に至るも其の下部に ρ_a の小なる層が存在し，複雜な互層をなすとの見界に立つものあるも ρ_a の減少は可なり著しきものなれば互層が果して岩の互層なるや疑問となる．又別の見界としては最初 $10\sim13.6\times10^4$ [Ω cm] の現れしは

岩盤に非らずして大塊を有する礫の堆積部にて其の下層に水の滲透せる砂利其の他の層があつても，本實驗結果のみよりは解釋し得．其の附近にて行われた彈性波による結果も斯かる見地より論ずべしとの議論も成立つ．即ち合流地點の下流部は若し工事上重要部を爲すなれば是非數本の試錐を必要とするとの結論に到達した．

III 地域に於ける結果は比較的標準型に近いもので彈性波式電氣抵抗式共に議論を必要としない．但し岩盤層の彈性縱波傳播速度は他の場合より大にて岩石の緻密强靱なる事を示した．岩盤等高線を推定した．

12) 地下構造は 3 層より成り最表面に土壤（腐植）部あり，次層として砂利，礫等の堆積層あり，岩盤に至つてゐる．

彈性縱波傳播速度	（上表）土壤層：	240～330 m/sec
	砂利，礫等堆積層：	1,260 m/sec
	岩　　盤：	3,000 m/sec～(4,500) m/sec

13) 電氣抵抗式による結果も全く同じ傾向を示し，前者と一致せる岩盤の位置を明瞭に示すものである．

（表層）土壤部，草木密生す：		$\rho_a = 14 \sim 5 \sim 1 \times 10^4$ [Ω cm]
砂利，其の他の互層部	：	$\rho_a = 3 \sim 6 \times 10^4$ [Ω cm]
岩　　盤	：	$\rho_a = 30 \sim 13 \times 10^4$ [Ω cm]

14) 實驗結果の外

實驗に使用せし器械に關しては其の名稱を揭げしのみで其れ以上は省略したが，此度初めて使用せし電氣抵抗式探査用の電位計式のものに就きては構造性能使用法に關し將來の爲め一通の說明を加へた．

彈性式に於て實測走時曲線（d～t）より地下構造を解析する一般の方法も特に記述する必要なかりしも，判讀理解の便を思ひ脚註として附記した．

以上本論竝に 2，3 列擧した項別の示す如く本實驗に於ては所期の目的なる岩盤に至る深さに關し或る程度まで信賴し得る結果を得しは勿論，電氣抵抗式による結果と彈性波式によるものとを比較對照する事により地下構造判定に必要なる資料を得たもので，兩者の關係緊密なる實例に就き論じ，試錐を必要とする地域をも指摘し得た．

最後に本實驗施行に當り特に大なる便宜と援助努力を賜はりし，神奈川縣土木部竝に同相模川河水統制事業建設所職員諸氏に萬腔の謝意を表す次第である．

1　島田八郎：　物理地下探査法に依る橋梁架設地點の岩盤の深さに關する試驗調査．土木試驗所報 45 號 (1939)

2　千谷好之助：　相模川貯水池堰堤豫定地地質調査報文；相模川を水源とする東京市第 2 水道擴張計畫參考書．
東木龍七：　桂川，相模川，段丘と地塊運動，地學雜誌．昭和 4 年 10 月．41 年 488 號．
商工省調査所地質圖．

3　波江野清蔵：　中央線の彈性波式地質調査報告，鐵道省土質調査委員會報告，第 3 輯 (19)
渡邊　貫：
那須信次：　彈性波式物理地下探査法．
其の外，內外書，報告多數あり．

振動コンクリートの強度竝に之と普通コンクリートとの比較に關する試驗

一木保夫
木村與四松

目　次

I. 試驗目的……(1)
II. 試驗體及試驗方法……(1)
III. 試驗結果と之に關する考察……(4)
IV. 要約……(7)

I. 試驗目的

本試驗は異る配合及水セメント比のコンクリートにつき，標準突固方法と振動突固方法とを採用せるもの丶壓縮及曲げ强さを比較し，標準突固方法に比して振動突固方法による强度增大の割合を求め，更に水比を異にするものにつき，振動方法を用ひた場合の最適値を求め，振動方法によるコンクリート設計施工上の資料を得んとしたもので，內務省東京土木出張所新京濱國道鋪裝コンクリート材料につき之を行つた．

II. 試驗體及試驗方法

(1) 試驗體

表—1 の如く配合は 1:2:4, 1:3:6, 1:3.5:7, 1:4:8 及 1:3:6 に對する 1:3:7, 1:3:8 の 6 種と定め，標準突固によるものは中練，振動突固によるものは硬練コンクリートを主とした．振動の有效性に及ぼす水セメント比の影響を測定せんがため，1:2:4 コンクリートについては表—1 の外水セメント比 30 及 60 %の壓縮試驗體を作成した．

表—1 コンクリートの配合及水セメント比

配合	細組骨材比	水セメント比 %	
		標準突固方法	振動突固方法
1 : 2 : 4	1 : 2	40, 50, 60	35, 40, 45, 50
1 : 3 : 6	〃	60, 70, 80, 90	50, 55, 60, 65
1 : 3.5 : 7	〃	〃	60, 65, 70, 75
1 : 4 : 8	〃	70, 80, 90, 100	65, 70, 75, 80
1 : 3 : 7	1 : 2.3-3	60, 70, 80, 90	50,55,60,65,70
1 : 3 : 8	1 : 2.66	〃	55,60,65,70,75

壓縮試驗體は標準型，曲げ試驗體には 15cm×15cm×75cm の角型を用ひた．

混合にはアイリッヒ式試驗用混合機を用ひ，混合時間は計 7 分とした．

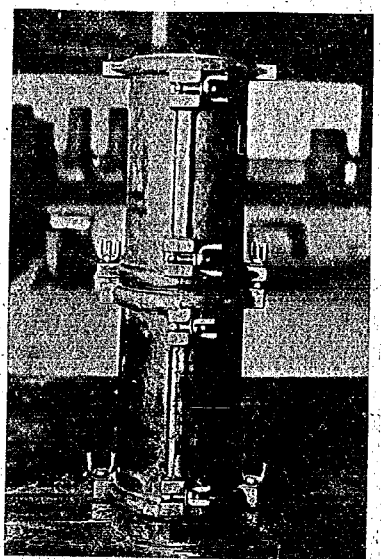
試驗體は 3 個を 1 組となし，壓縮試驗體は同一バッチより 3 個，曲げ試驗體はバッチ毎に 1 個作成し，作成後壓縮試驗體は 48 時間，曲げ試驗體は 72 時間を經て脫型し水中養生を行つた．養生溫度は試驗がかなり長期

(昭和13年9月～昭和14年2月) に亙りたるため幾分の差があり，壓縮試驗體では15～25°C，曲げ試驗體では10～20°C であつた.

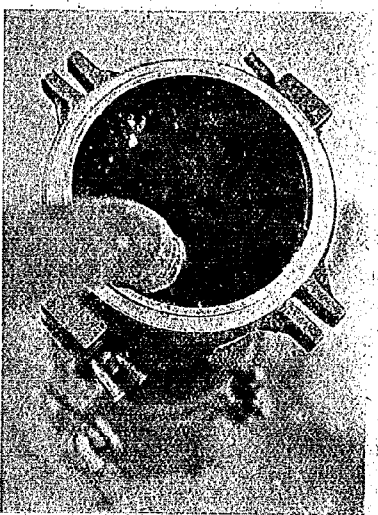
標準突固による曲げ試驗體の作成は2層に分ちて填充し，徑 30mm，長 50cm，重量 1.16 kg の鐵棒の一端を鈍く尖したもので各層 50 回宛突きて裝入し上面を鏝で仕上げた.

振動突固による壓縮試驗體の作成は，圖—1 の如く圓筒型を金具にて結着し，コンクリートを填充せる後起動せる振動棒を圖—2 の如く圓筒型中央に 50 秒間挿入して振動を與へ，然る後上部の型を取外し上面を均しおき凝結後上面仕上げを行つた.

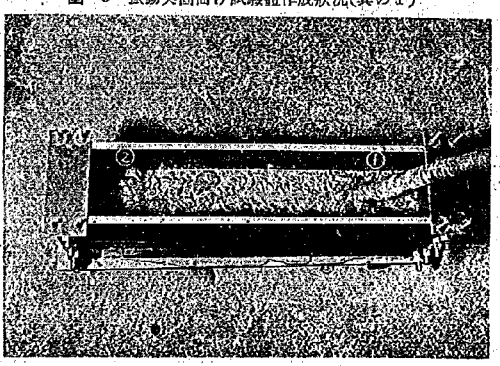
圖—1 振動突固壓縮試驗體型枠



圖—2 振動突固壓縮試驗體作成狀況



圖—3 振動突固曲げ試驗體作成狀況(其の1)

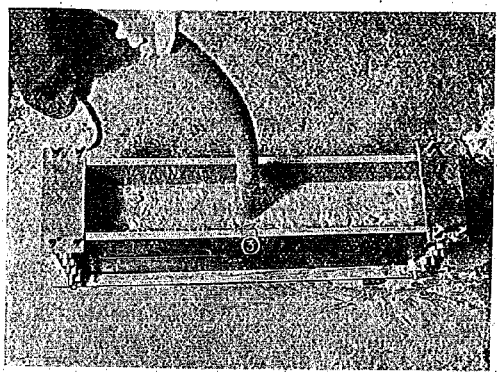


又曲げ試驗體は角筒型を重ね金具にて結着し，コンクリートを填充したる後起動せる振動棒を圖—3 及 4 の如く各 50 秒宛 3 個所に挿入して振動を與へ，然る後上部の型を取外し鏝にて表面を均した.

試驗體は凡て脫型迄上面を硝子板にて覆ふた.

使用せる振動機は Los Angeles の Viber Co. 製 Electric Viber Model 15 (電動式可撓型振動機) にして，その寸法その他は表—2 の如く，形態は圖—5 の如くである.

圖—4　振動突固曲げ試驗體作成狀況（其の2）



圖—5　振動機の形態

表—2 振動機の寸法その他

振動棒	直徑　2″　(51mm) 長　12″　(305mm)
フレキシブルシャフト	直徑 $1^3/_4$″　(44mm) 長　〃 12″　(305cm)
電動機	馬力　$^1/_2$ 電源　交直流 電壓　110 ボルト 廻轉數　8,000 回/分
全重量	50 ポンド以下

（表中の廻轉數は公稱廻轉數であつて，實際に測定した結果は空氣中で9,600回/分であつた．併しこの廻轉數はコンクリート中ではかなりの差があり，1:2:4（水比50%），1:3:6(水比 50%）及 1:4:8（水比65%）コンクリート中に於ける廻轉數は夫々 9,400 9,200 及 9,300回/分であつた．）

（2）試驗方法

試驗機は壓縮試驗に對しては 200 ton アムスラー試驗機，曲げ試驗には 5 ton 手動油壓式曲げ試驗機を用ひ，試驗は材齡 28 日にて水中より取出し表面の水分を拭き取り直ちに行つた．

曲げ試驗に於ては試驗體の加壓面によりその强度を異にする故，適切なる加壓方向を決定するため 1:2:4（水比55%）及 1:3:6(水比70%）コンクリートにつき8cm×8cm×40cmの曲げ試驗體を作成し，材齡 28 日にて豫備試驗を行つた．その結果 1:2:4 及 1:3:6 コンクリートに於て試驗體作成時の側面を加壓面とする場合の曲げ强さを 100 とすれば，底面を加壓面とする場合の曲げ强さは夫々 109.3, 115.5，仕上面を加壓面とする場合の曲げ强さは夫々 92.3，93.3 となり，側面を加壓面とする曲げ强さは大略他の 2 面を加壓面とする曲げ强さの平均値を與ふる故，本試驗に於ては側面を加壓面とすることゝした．

上述の理由より曲げ試驗は支間 60 cm とし試驗體作成時の側面中央に單一荷重を作用せしめ，摩擦を少くするため支點及載荷點に 5cm×5mm×15cm の鐵板をおいた．圖—6 は試驗機及裝置を示す．

曲げ强さは破壞荷重より次式にて求めた．

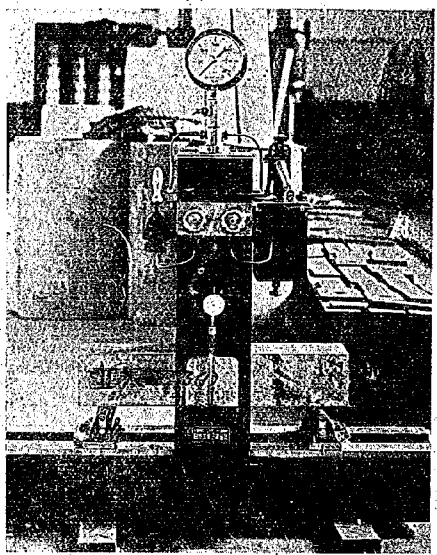
$$\sigma=\frac{3}{4}\frac{l}{bh^2}(2P+Wl)$$

玆に　σ=曲げ强さ (kg/cm²)　　h=試驗體高 (cm)

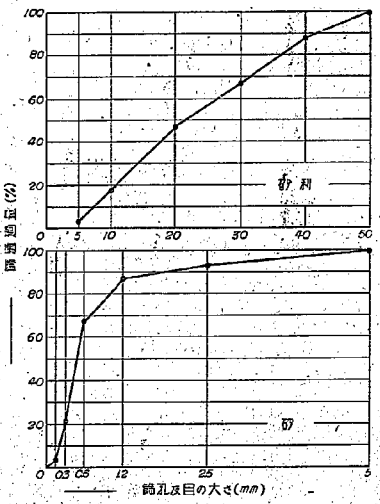
P=破壞荷重 (kg)　　l=支間 (cm)

b=試驗體幅 (cm)　　W=單位長の試驗體重量 (kg/lin cm)

圖—6　曲げ試驗機及裝置



圖—7　砂利・砂の粒度



表—3 砂利・砂の性狀品質

		砂　利	砂
比　重		2.62	2.66
單位重量 kg/m³	標　準	1,776	1,641
	中位裝	1,720	1,571
	輕　裝	1,666	1,510
空隙率%	標　準	32.2	38.3
	中位裝	34.4	40.9
	輕　裝	36.4	43.2
粗粒率		7.44	2.30
吸水率%		0.9	
泥　分%		0.2	1.1
有機物			標準色の約 1/25

(3)　使用材料

セメントは磐城ポルトランド・セメントにして，細粗骨材は何れも多摩川産のものを採りその性狀品質，粒度の結果は表—3 及圖—7 の如くである．

(砂利は灰黒色を帶び稍々丸味を有する多面體を成し，少量の扁平又は細長のものを雜へ，主として砂岩，硅岩，硬砂岩より成り，少量の粘板岩を混じ，硅岩中には龜裂又は孔隙に富むものもあつたが石質一般に堅硬であつた．

砂は淡黒灰色を帶びたる中粒砂にして概ね稜角に富む多面體を成し，石英，硅岩，長石，砂岩及少量の粘板岩，雲母等より成り，其質堅硬なるものが多かつた．)

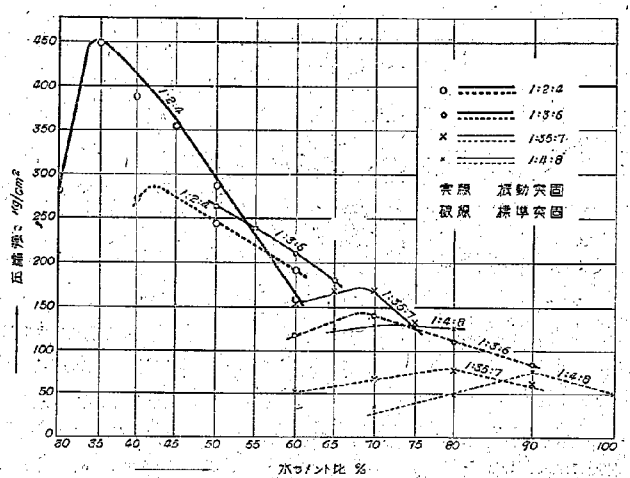
III.　試驗結果と之に關する考察

試驗結果は試驗體 3 個の平均より得られた圖を以て示すことゝする．

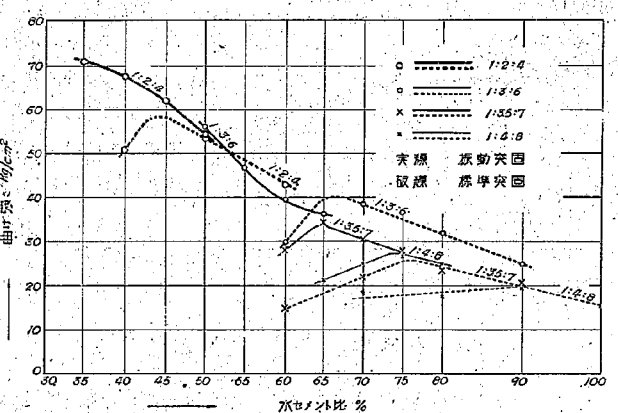
(1)　突固方法が水セメント比と強度との關係に及ぼす影響

(1)　細粗骨材比 1:2 にしてセメント量を異にするものについて，水セメント比と壓縮強さとの關係は圖—8 の如く，振動方法によるものは標準方法によるものに比して，最高強度を與ふる水比少くして而も強度大である．而して振動方法の影響は水比の大なるに從ひて減少し，一定水比以上のものについては振動方法によるもの却て強度小となる傾向を示した．同じく細粗骨材比 1:2 なるものゝ水セメント比と曲げ強さとの關係は圖—9 に示す

圖—8　水セメント比と壓縮强さとの關係(細粗骨材比 1:2)



圖—9　水セメント比と曲げ强さとの關係(細粗骨材比1:2)



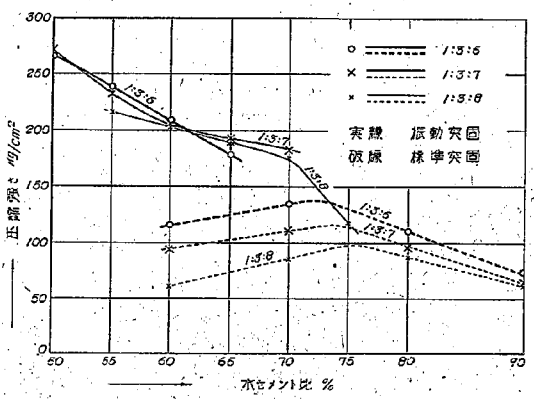
如く，壓縮强さに於けると同樣な關係を示してゐる．

（2）　細粗骨材比 1:2.33, 1:2.66 にしてセメント量を異にするものについて，水セメント比と壓縮强さとの關係は圖—10 の如く，又水セメント比と曲げ强さとの關係は圖—11 の如く，振動方法によるものは標準方法によるものに比して，最高强度を與ふる水セメント比小にして水セメント比小なる範圍に於て强度大である．又之に於ては振動突固によるものは配合による强度の差が小である．

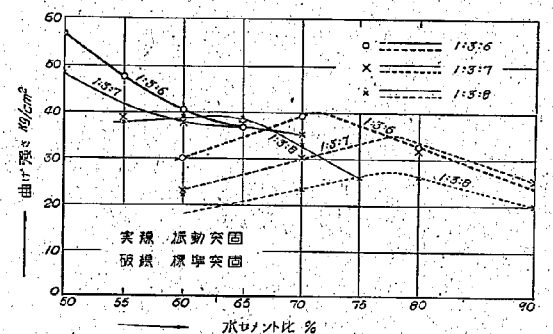
（2）　振動突固による强度の增加率並に振動法適用の範圍

前述の如く，振動突固によるものは最高强度を與ふる水セメント比小にして，强度の增大を示してゐる．本試

圖—10 水セメント比と壓縮强さとの關係（細粗骨材比 1:2.33, 1:2.66）



圖—11 水セメント比と曲げ强さとの關係（細粗骨材比 1:2.33, 1:2.66）



驗の範圍内にて强度の增加率を求むれば表—4 の如くである.

振動突固を使用することは表の如く，甚だ有效であり，殊に富配合のものよりも貧配合に於て有效であり，一定限度内に於て細粗骨材比の大なるものに於て一層有效である．又振動突固による强度の增加率は，曲げ强さに於けるよりも壓縮强さに於て遙に大なることが分る.

(3) 壓縮强さと曲げ强さとの關係

壓縮强さと曲げ强さとの關係は圖—12に示すが如く，之を直線と假定して最小自乘法により實驗式を導けば次の如くなる.

標準突固 $\sigma_b = 0.18\sigma_c + 8$

振動突固 $\sigma_{vb} = 0.16\sigma_{vc} + 6$

但し σ_b, σ_{vb} = 曲げ强さ (kg/cm²)

σ_c, σ_{vc} = 壓縮强さ (kg/cm²)

振動突固による强度の增加率は曲げ强さに於けるよりも壓縮强さに於て大なることが圖—12 からも明かに分る.

表—4 振動突固による强度の增加

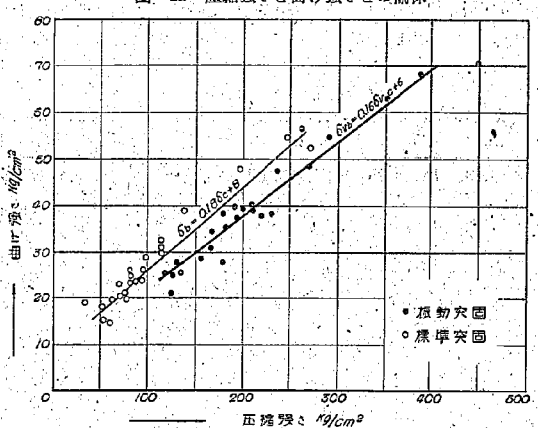
壓縮强さの增加率

配合	細粗骨材比	標準突固方法 水セメント比 %	標準突固方法 壓縮强さ kg/cm²	振動突固方法 水セメント比 %	振動突固方法 壓縮强さ kg/cm²	壓縮强さ增加率 %
1 : 2 : 4	1 : 2	40	268	35	450	(68)
1 : 3 : 6		70	139	50	263	(90)
1 : 3.5 : 7		80	80	70	168	(111)
1 : 4 : 8		90	72	75	133	(86)
1 : 3 : (7)	1 : 2.33	70	111	50	270	(143)
1 : 3 : 8	1 : 2.66	80	95	55	217	(128)

曲げ強さの増加率

配合	細粗骨材比	標準突固方法 水セメント比 %	標準突固方法 曲げ強さ kg/cm²	振動突固方法 水セメント比 %	振動突固方法 曲げ強さ kg/cm²	曲げ強さ増加率 %
1：2：4	1：2	50	54	35	71	31
1：3：6		70	39	50	56	44
1：3.5：7		80	24	65	35	47
1：4：8		90	20	75	28	41
1：3：7	1：2.33	80	32	50	48	51
1：3：8	1：2.66	80	26	60	40	53

圖—12　壓縮强さと曲げ强さとの關係



IV. 要　約

材齢 28 日にて行へる試驗結果を要約すれば次の如くなる.

（1）　コンクリートの壓縮及曲げ强さは，標準突固によるものも，振動突固によるものも一定水比以上に於ては水セメント比の增加と共に强度減少する.

（2）　コンクリートの突固に振動方法を使用する時は，最高强度を與ふる水セメント比小となり，水セメント比の小なる範圍に於て壓縮强さは 100 %內外，曲げ强さは 50 %內外增加する．併し水比をある程度以上大にする時は，振動突固による强度の增加を期待し得ない.

（3）　振動方法は富配合のものより貧配合のものに於て有效であり，殊に一定限度內に於て細粗骨材比の大なるものが一層有效である.

（4）　加壓面を異にする曲げ强さは側面の場合を 100 とすれば，1:2:4 及 1:3:6 コンクリートに於て底面の場合は夫々 109.3，115.5，仕上面の場合は夫々 92.3，93.3 となり，從て側面を加壓面とすれば大略他の 2 面を加壓面とする場合の平均値を得る.

（5） 曲げ強さと壓縮強さとは略相關的關係を示し，而して曲げ強さと壓縮強さとの比は振動方法によるものが標準方法によるものに比し却て小であり，振動作用の影響は曲げ強さよりも壓縮強さに特に影響著しきものと認めた．試驗結果より壓縮強さと曲げ強さに關する實驗式を導けば次の如し．

標準突固　　$\sigma_b=0.18\,\sigma_c+8$

振動突固　　$\sigma_{vb}=0.16\,\sigma_{vc}+6$

（6） 強度を標準としての鋪裝用コンクリートの配合，水比の最適値並にそれに對する基準強度は次の如くである．

基層用コンクリート

配合	振動突固			標準突固		
	水セメント比	曲げ強さ	壓縮強さ	水セメント比	曲げ強さ	壓縮強さ
1：3：6	50 %	56 kg/cm²	263 kg/cm²	70 %	39 kg/cm²	139 kg/cm²

表層用コンクリート

配合	振動突固			標準突固		
	水セメント比	曲げ強さ	壓縮強さ	水セメント比	曲げ強さ	壓縮強さ
1：2：4	35 %	71 kg/cm²	450 kg/cm²	50 %	54 kg/cm²	247 kg/cm²

各種安定材混和による土壌安定法に關する
實驗室試驗報告（第1報）

福島彌六
内務技手　眞崎季隆

梗概

目的・方法

本試驗の目的は，或る土壌試料 23 種（No. 1～No. 23）に就き之を極めて短期間に强化安定（Stabilise）せしむる方法を先づ實驗室的試驗により見出さんが爲め行つたものである．本試驗は此れが1手段として，主に從來土壌安定劑（Soil Stabiliser）として土木工事に實用化されて居る各種の化學製品なる道路材料（1. 壓化石灰，2. 珪酸曹達，3. 食鹽，4. セメント，5. アスファルト乳劑）を直接土壌に混和し之を硬化し其强度を增加せんとする方法に據つた1室內試驗である．

試　驗

本試驗は其內容より第I部，第II部，第III部に分つた．第I部は先づ土壌試料自體に就いて化學分析及び物理試驗を行ひ，此兩試驗結果より其化學成分及び物理性を確め，其結果より總ての土壌試料を次の3種に大別した．卽ち，A類（砂質土壌），B類（ローム質土壌），C類（粘土質土壌）．

（表－3參照）　（圖－2參照）

第 II 部は各土壌試料に先づ一定の水分を與へ壓縮して供試體を造り，之を放置し自然乾燥せしめ，各材齡に於ける含水量と壓縮强さとを比較し，次に各化學安定劑を混和したものに就ても同樣なる强度試驗を行ひ其結果を水の場合と對照比較して水の場合に對する强度增進率を求め强度增進の優劣或は有效性を比較した．此場合，各土壌の安定度は壓縮强さ（kg/cm²）の强弱を以つて之を表し，安定度の比較は水のみを混和したものに對する强度增强率の大小を以つてなし，材齡は7日及び14日を標準とした．試料の量は強め制限されて居たので試驗を充分に遂行する事が出來なかつた．

（表－4，表－5及び圖－3，圖－4，圖－5參照）

第 III 部は第I～II部の各試驗結果より考察して，各土壌試料に化學安定劑を混和し之を强化安定する場合の强度增進の優劣或は其有效性に關する總括的事項を記述して結論としたものである．

結論の大要

此試驗より考察し得た結論の大要を次に列記する．

（第 III 部　試驗結果の總括……參照）

1. 普通土木工事に用ひられてゐる土壌安定劑を直接に混和し，土壌を安定化する場合は，之が作用して强度（Strength）を出すに或養生期間或は混和材の反應時間を必要とし，從つて此法のみに賴り土壌を簡單に然も短時間に敏速に安定化する事は技術的に相當の至難事たるを免れない．

2. 然れども一般に砂質土壌及び砂質ローム質を除き，含水粘土質及びローム粘土質土壌は其儘壓縮し，然る

後乾燥する事により其れ自身で硬化し強度を増進する事が出來る.

一般に含水粘土質土壌を或程度まで先づ脱水し壓縮成型をなし，次に乾燥する事が此れを安定化する第1歩の手段と考へられる.

(圖—3參照)

3. 比較的乾燥せる粘土質土壌に鹽化石灰2%（重量，以下同樣）を混和した場合は一般的に壓縮强さを增大する傾向があり，其最大なるものは水のみを混和した場合の約2,5倍に達した.

一般に乾燥粘土質土壌に對し鹽化石灰2%程度の混和は安定度增進に有效である.

(圖—5(2)參照)

4. 砂質土壌に對して一般にセメント8%の混和，或は1部のものに對し珪酸曹達の8%（重量）の混合は有效にして其最大は水のみの場合に較べて約4倍の强度を出した.

セメントを使用する場合，早期强度の發生を主眼とするには早强ポルトランド・セメント或はアルミナ・セメント類を用ふるを得策とする．特に早强ポルトランド・セメント及び鹽化石灰の混用は最も得策と推測せられる.

(圖—5(2)，(4)參照)

5. アスファルト乳劑及び食鹽の混和は一般に效果がなく却つて壓縮强さを低下せしめ惡效果のあるを認めた．然しアスファルト質の混和は防水性を賦與する意味に於ては他の安定劑に比して特に重要なものと考へられる．一般に此試驗範圍中にて混和による强度發生のみを主眼として見ると，無機質材料（水，セメント，鹽化石灰，

(圖—5(3)，(5)參照)

珪酸曹達）は有效なるも有機質材料（アスファルト乳劑）は全く無效果であつた.

6. 最後に，此第1回試驗結果より推測して本題解決の1資料として，比較的有效にして確實な方針と考へられる2個の案を示した.

(圖—6參照)

卽ち，案—1は粘土質土壌は水或は2%鹽化石灰の混和したる後壓縮，乾燥により强化安定するものであり，案—2は砂質土壌にはセメント8～10%を混和し壓縮養生して强化安定するものである.

要するに，本試驗は限られた土壌試料及び安定劑を使用し然も小規模の實驗室內試驗により，之による强化安定の程度を比較した第1歩のものに過ぎない．從つて，其結果を實際の工事に利用するには多量の試料に就て同樣な室內試驗を行ひ其結果を檢討するの要があり，且つ同時に實際の現場試驗又は中間試驗を經る必要のある事勿論である.

第I部　土壌試料の化學分析及び物理試驗

[1] 化學分析　(表—1，圖—1參照)

土壌試料23種に就ては農藝化學分析法に據り化學分析を行つた.

卽ち風乾土壌に就ては先づ篩により大型の石礫を分け，最後に30番篩（0.5粍篩）にて篩分け細徵土を得，之を化學分析用試料とした.

乾燥細徵土壌に就ては先づ水分を求め，次に有機物＋化合水含量，熱鹽酸不溶成分及び熱鹽酸可溶珪酸を分離定量し，又熱鹽酸可溶成分より礬土，酸化鐵，酸化石灰，酸化苦土……等を夫々定量し，最後に珪酸物質總量（熱鹽酸不溶成分＋熱鹽酸可溶珪酸，$MSiO_2$）に對する（礬土＋酸化鐵，R_2O_3）の比（$MSiO_2/R_2O_3$）を算出し，

珪酸物質の多寡を表した．各鹽類の含有量(%)は試料細燉土より吸濕水分を除いた乾燥物に對する百分率で表した．

此分析結果は表—1に纒めて表し，又分析試料なる乾燥細燉土壌の吸濕水分及び各成分の含量は圖—1に示した．

此分析結果より見た各土壌の性質の相違は，次の〔2〕物理的試驗結果と共に〔3〕土壌の分類の項で總括して述べる．

〔2〕物理的試驗　(表—2，圖—2參照)

各試料の物理的性狀を求むる爲め次の試驗をなした．

(a) 含　水　率

送付せられた試料中には相當時日を經過して自然狀態以上に乾燥せるものも認めたるも參考に資する爲，試料入手當時の含水量を求めた．

(b) 機　械　分　析

土壌の粒の大さを求むる爲，ビーカー中に適量の試料を秤取し一定の高さに到る迄水を入れ，よく攪拌して一定時間靜置して其の粒徑と沈降速度との關係より粘土，沙泥，砂の3者を區別した．

(c) 比　重

ルシヤテリーフラスコを使用して眞比重を求めたものである．

(d) 可塑性限界及び液性限界

其の容積を變化せずに形狀を任意に變ぜしむるに必要な最小限度の水量を求めて之を可塑性限界とし，次に土壌が液性狀態を呈する最小限度の水量，即ち可塑性狀態より液性狀態に變化せんとする時の水量を液性限界とし，此液性限界と可塑性限界の差を可塑性指數となした．此指數の大小は土壌の可塑性狀態に保持せらるゝ含水量の範圍の大小を示し，砂質土壌は一般に小，粘土質のものは大である．

(e) 收縮限界及び收縮比

試料に水を加へて充分捏ね混ぜたる後，之が含水量を蒸發せしめる時は試料は次第に其の收縮を增し，やがて含水量が或一定の値に達すれば其の收縮を止む．其の收縮の終れる時の最大含水量を收縮限界とする．收縮比は乾燥後の供試體の重量と其の時の容積の比を云ひ略々其試料の見掛比重に等しい．

(f) 遠心力含水當量

試料を充分濕潤せしめたる後坩堝内に入れ遠心分離器で遠心力を重力の1,000倍に等しからしめたる速さをもつて1時間作用せしめる時に保持する水量を土壌の乾燥重量に對する百分率で表はしたものであり，此試驗の結果は其試料の透水性の判別に役立つものにして一般に砂質のもの程其値は小にして即ち透水性が大である．

以上の試驗結果を一括すれば表—2及び圖—2の如くなる．

(備考　機械分析以外の試驗用試料は大さ2粍以上の小砂利部分を除去せるもの)

此試驗結果は各土壌試料の間に明に相互關係のある事を示した．

然し之等の關係は必ずしも常に一定なりとは限らず砂，沙泥部分の構成比或は土壌粒子分の化學的成分の相違により幾分其値を異にしてゐる．

〔3〕土壌の分類　(表—3參照)

土壌試料23種に關する化學及び物理試驗の結果より3類に分類し其性質に就て論ずる．

先づ機械分析より求めた粘土含有量を主眼として暫定的に總土壌試料23個を次記の3類に分類した．(圖—

2，表－3）

A類（砂土，砂質ローム，泥質砂土，砂質泥土）

粘土含有量 25% 以下のもの　（砂質土壌）

（No. 4, 7, 8, 10, 11, 13, 20, 21, 22, 23……10個）

B類（ローム質，粘土質ローム，泥質ローム）

粘土含有量 25～50% のもの　（ローム質土壌）

（No. 1, 2, 6, 12, 14, 15, 18, 19……8個）

C類（泥質粘土，粘土質ローム）

粘土含有量 50% 以上のもの　（粘土質土壌）

（No. 3, 5, 9, 16, 17……5個）

以上3種類（A，B，C）の分類による各類の化學試驗（各成分の含有割合）及び物理試驗（液性限界，可塑性指數，遠心力含水當量）との關係を總括して表－3に示した．

1 「A類」は大體砂質ローム，泥質砂土，砂土を包含し之に屬する試料としては No. 4, 7, 8, 10, 11, 13, 20, 21, 22, 23 の10個である．

此類の性質としては，粘土含有量が 25% 以下にして粘土を含む事最も少く，液性限界及び可塑性指數も夫々 50% 及び 25 以下（No. 4, 及び 21 を除く）にして少量の水量により可塑性となり容易に液性狀態に變化し易く遠心力含水當量も小（20%以下）にして透水性の大なると見做し得るものである．次に，化學性質に就て見ると腐蝕有機物の含量が少く（約 0.2～13.0 %），礬土＋酸化鐵（R_2O_3）の含量も少く（約 1.2～7.0 %），反對に總珪酸質物質の含量が最も多く（約 74.0～96.0 %），從つて $MSiO/R_2O_3$ の比（82.0～12.0）が大にして珪酸性物質に富み砂質としての性質を表してゐる．斯くてA類の土壌は砂質土壌と見做し得るものである．此れが代表的試料としては No. 8 である．

2 「C類」は大體粘土質ローム或は泥質粘土を包含し之に屬する試料として No. 3, 5, 9, 16, 17 の5個である．

此の類のものは粘土含有量 50% 以上のものでA類とは全く反對に最微粒子なる粘土を最も多量に含む土壌である．從つて表－3より明なる如く，液性限界及び可塑性指數が 50～100 以上及び 50 以上にして可塑となすに多量の水量を要し，又液性狀態に最も變化し難いものであり，又遠心力含水當量も大（30%以上，No. 3 を除く）にして不透水性の強いものであり，粘土質の特徴を最も良く表して居るものである．

化學性質もA類とは全く反對である．即ち腐蝕性有機物の含量が最も多く（約 10.0～23.0 %），礬土＋酸化鐵（R_2O_3）の含量も多く（約 7.0～17.0 %），反對に總珪酸質物質の含量が最も少く（約 61～70 %）$MSiO_3/R_2O_3$ の比（4.0～9.0）が小にして珪酸物質以外に礬土，酸化鐵の鹽類を多く含んで居る．

斯くてC類の土壌は粘土なる最微粒子に富む事及び有機物＋化合水の含量が多く又熱鹽酸可溶性なる礬土及び酸化鐵の鹽類を多く含む事等より水と作用して乾燥後自身にても硬化し得る粘土の特質を有する土壌と見做し得る．此れが代表的試料としては No. 9 である．

3 「B類」は大體前2者に較べて泥質を含みA及びC類の中間に位するものにしてローム質土壌を包含し之に屬する試料としては No. 1, 2, 6, 12, 14, 15, 18, 19 の8個である．

此の類のものは粘土含量 25～50% 範圍であり，物理試驗及び化學試驗より見た性質も略前2者の中間にある．

此の代表的のものとして No. 15 がある.

表一3は斯くして總試料を暫定的に3類に分類したものの總括的の性質を示す表である.

第II部　安定劑混和による强度試驗

[1] 安定劑の種類

現在土壌安定劑として實際的に有效として用ひられて居るものは,

1) 鹽 (Sodium Chloride)
2) 鹽化カルシウム (Calcium Chloride)
3) 珪酸ソーダ (Sodium Silicate)
4) 鹽化マグネシウム (Magnesium Chloride)
5) 石灰 (Lime water)
6) アスファルト乳劑 (Asphalt Emulsion)
7) タール乳劑 (Tar Emulsion)
8) 亜硫酸鹽溶液 (Lignin Road Binder (Sulphite liquor))
(亜硫酸石灰法によるパルプ製造工場より出るリグニン質廢液)
9) ポルトランド・セメント (Portland Cement)
10) 糖蜜 (Molasses)

等であるが此等の總てに就て試驗するには原土壌試料不足の爲, 效果の程度, 處理又は入手の難易を考慮して以上の中より主に次の5種を選定した.

1) 鹽化カルシウム
2) 珪酸ソーダ
3) 食鹽
4) 普通ポルトランド・セメント
5) 混合用アスファルト乳劑

[2] 供試體の製作

試料は室内乾燥せしめたる後, 砂粒を破碎せざる樣注意しつゝ壓碎し試料中に混在せる草根及び大さ 2mm 以上 (10番篩止) の小砂利部分 (各試料に少量含む) を除去して試驗用とし, これより 200g を秤取して之に安定劑を重量比にて試料の2%又は8%を加へてよく混和したる後, 供試體製作用型 (内徑 5cm, 高 15cm を有する眞鍮製圓筒) 内に填充し, 楔材の端に眞鍮板を張れる圓柱を通して「松村式5噸萬能試驗機」を用ひて加壓し, 所定の壓力に達せしめて供試體を成形した.

成型所要壓力は 30kg/cm^2, 材齡は7日, 14日とし, 尙試料に餘裕あるものに就いては參考の爲材齡 28 日及び乾燥器中に入れ 100°C 以下の溫度にて充分乾燥せしめたるものゝ壓縮强さをも求めた.

次に安定劑の混合方法を詳述すれば鹽化カルシウム, 珪酸ソーダ, 鹽 (2%) は其の濃度を異にする3種の溶液として作り, 其の熟れを與ふるも重量比にて安定劑の量を試料の2%及び8%となる樣にした. 此の混加溶液量の異なるは各試料の性狀相違する爲成形に必要なる最も適當なる水量 (加壓成形後, 供試體の周圍に少しく水の滲出する程度, 豫測し置く) を與へて成形直後の狀態を同一條件に置ける爲である.

混合比（重量%）	供試體（200g）中に含まるゝ安定劑の量（g）	溶液濃度（g/l）		
		溶液量を試料の15%與へたるもの	溶液量を試料の20%與へたるもの	溶液量を試料の25%與へたるもの
2	4	133	100	80
8	16	533	400	320

セメント及び鹽（8%混加の場合）は重量比にて試料の2%及び8%を秤取し其まゝ試料と良く混合したる後，適量の水を加へて供試體を作製し，又アスファルト乳劑（瀝青量 50%のもの）は試料に對し重量比にて 20% 混加して供試體中に殘留する瀝青の含有量を 10% たらしめたるものと（但此場合は其まゝにては試料との混合困難なる爲稍め試料に其の 10～25%の水を與へて濕潤にして置く），乳劑を稀釋して瀝青量を 33%，27%，22% の3種となせるものを重量比にて各々 30%，35%，45% の孰れかを試料に混加して瀝青殘留物の量を同じく供試體中に 10% 含有せしめたるものとの2方法を採り，2種の供試體を成形した．以上の安定劑として使用せるものは工業用の粗製品である．

以上の安定劑混加のものと比較せんが爲同一條件にて水のみにて成形したるものを求め，且其の含水量と壓縮強さとの關係を知る爲材齡を供試體製作直後，3日，7日，14日，28日，完全乾燥の6種とした．

［3］強度試験

供試體の高さは土壤の性狀に依つて相違し約5～8cm であるが之を條件外とし單に上下面の歪を補正し「松村式5噸萬能試驗機」に依つて壓縮強さを求めた．試驗結果は總て次に記載せる表及び圖に表した．

表—4及び圖—3，圖—4……「水」のみを混和した場合の含水量と壓縮強さ及び壓縮強さと材齡（7日及び14日）との關係

表—5(1)及び圖—5(1)……「鹽化石灰」を混和（2%及び8%）せる場合の壓縮強さと材齡（7日及び14日）との關係並びに水の場合に對する增强率

表—5(2)及び圖—5(2)……「珪酸曹達」を混和（2%及び8%）せる場合の壓縮強さと材齡（7日及び14日）との關係並びに水の場合に對する增强率

表—5(3)及び圖—5(3)……「食鹽」を混和（2%及び8%）せる場合の壓縮強さと材齡（7日及び14日）との關係並びに水の場合に對する增强率

表—5(4)及び圖—5(4)……「普通ポルトランド・セメント」を混和（2%及び8%）せる場合の壓縮強さと材齡（7日及び14日）との關係並びに水の場合に對する增强率

表—5(5)及び圖—5(5)……「混合用アスファルト乳劑」を混和（2%及び8%）せる場合の壓縮強さと材齡（7日及び14日）との關係並びに水の場合に對する增强率

次に以上の試驗の他に，次記5種の安定劑に就ては材齡 28 日及び絕對乾燥時に於ける强度及び其或ものを混用した場合の强度等を測定し夫々强度增進を比較した．表—6及び表—7は其結果を表す．

表—6(1),(2),(3),(4),(5)……「鹽化石灰」(1)，「珪酸曹達」(2)，「食鹽」(3)，「セメント」(4)，及びアスファルト乳劑(5)を混加した場合の材齡28日及び絕對乾燥時に於ける强度並びに增强率

［4］强度試驗結果

1. 水のみを混和した場合（表—4，圖—3，圖—4參照）

各土壌試料に一定量の水分を與へ之を壓縮成型して供試體を造り，製作直後，3日，7日，14日，28日，充分乾燥後に於ける含水量と壓縮强さとの關係を試驗した結果である．

a. 砂質土壌を除く他の試料に就ては，乾燥狀態に於ては壓縮强さが大であるが含水量が增加するに從ひ强さが次第に減少する一般的傾向がある．卽ち壓縮成型後材齡が大になるに從ひ次第に乾燥固化して土壌自身にて强さを增大する．(圖—3)

b. 特に粘土質土壌 (No. 9, 16, 17) は此傾向が最も强く最高の强さを表し，試料 No. 9 は各材齡 (7日，14日) に於て最高の壓縮强さを表した．反對に砂質土壌 (No. 7, 8, 10, 11, 13, 20, 23) は此傾向も最も弱く乾燥による强さの增加は殆ど認められず粘土質とは極端なる對照をなす．ローム質試料 (No. 2, 6, 12, 15, 16, 19) は其中間にあるも或るものは粘土質の性質を表す．(圖—4)

c. 粘土質或は粘土ローム質土壌を簡單に强化するには之に適當なる水分を與へ然る後充分に壓縮したる後充分乾燥する事が必要な1手段である．

次に述ぶる各安定劑を混和した場合の强さの比較は水の場合に對する增强率を以て比較の單位とする．卽ち

$$\text{增强率}=\frac{\text{各安定材を混和して造れる供試體の材齡 7 日及び 14 日に於ける壓縮强さ (kg/cm}^2\text{)}}{\text{水のみを混和して造れる供試體の同材齡に於ける壓縮强さ (kg/cm}^2\text{)}}$$

である．

2. 鹽化石灰を混和した場合 (表—5(1) 及び 圖—5(1) 參照)

a. 鹽化石灰2% (試料土壌の重量に對して2%の鹽化石灰混和の意，以下之に準ず) を混和した場合は，8%の場合及び其の他の場合に較べて總ての試料 (No. 21, 22 を除く)に 就て增强率 (14日) 1.0 以上，或ものは 2.0 以上にして强度增進の傾向が最も顯著である．

卽ち，2%混和の場合は比較的總ての土壌に對して有效にして安定度の增進に役立つものと認められる．

b. 殊に粘土質土壌の全部 (No. 3, 5, 9, 16, 17) に有效にして特に試料 No. 16 に最も有效である．

c. 材齡は7日の場合より 14 日の場合の方が一般に强度が大である．

d. 鹽化石灰は水に極めて良く溶解するものなる故に乾燥狀態にのみ安定と考へられ之により安定化した土壌或は地盤には敵質タール或はアスファルトによる防水層の必要があると考へられる．

3. 珪酸曹達を混和した場合 (表—5(1) 及び 圖—5(2) 參照)

a. 珪酸曹達2%混和の場合は殆んど有效ならざるも，8%混和の場合は一部の砂質土壌 (No. 10, 11, 20) に有效である．從つて，珪酸曹達は粘土質及びローム質土壌に殆ど效果なく，砂質土壌の一部に就て8%程度の混和が有效と認めた．

b. 珪酸曹達は水に溶解し易く其の硬化は乾燥脫水による分解の爲行はれると考へられる故に土壌と其の溶液とを均等に混和した後良く之を乾燥壓縮して硬化せしむる事が必要と思はれる．

c. 可溶性珪酸は石灰と結合して硬化する性がある故に富石灰質骨材或は石灰を多く含む土壌には有效性があるものと考へられる．

4. ポルトランド・セメントを混和した場合 (表—5(4) 及び 圖—5(4) 參照)

a. セメント2%を混和した場合は一般に有效な結果を認めなかつたが，8%混和の場合は大部分の砂質土壌 (No. 4, 8, 10, 11, 13, 20, 21, 22) に著しい效果を認めた．特に試料 No. 4, 8, 10, 11, 13, 20 に於ては增强率 2.0 以上にして，No. 11 に於て最大の增强率 (約 4.0) を示し水の場合の約4倍の强度を現した．

b. セメント8%混和の場合は鹽化石灰2%混和の場合と共に全試驗中最良の成績を現したものであり，後者が特に粘土質及び粘土質ローム土壤に有效なるに反し，前者は大部分の砂質土壤に有效であつた.

c. セメントは硬化に水分を要し鹽化石灰は自身にて吸水性が强くセメントと混用すれば早期强度を示す性質がある故に此2者の混合は相當に有效ならんと考慮したが試料不足の爲試驗は行はず.

5. 食鹽或はアスファルト乳劑を混合した場合. (表—5(3), 表—5(5) 及び 圖—5(3), 圖—5(5) 參照)

a. 此の2者の場合は殆ど效果なく却つて壓縮强さを低下せしめ增强率 1.0 以下にして水のみの場合に較べて惡效果が認められた.

b. 特に食鹽8%の混和は土壤自身の粘結性を妨げ最も惡影響を及ぼす事が認められた.

c. 乳劑による硬化は水分の蒸發に依るものにして長期間を必要となし，從つて短期日の强度增進には役立ない樣である. 然し强度を考へず防水性のみを賦與する爲には一般にアスファルト質の混和は有效と思はれる.

6. 材齡 28 日及び絕對乾燥時に於ける各混和物混和の影響. (表—6(1)～(5) 參照)

前記の成績は材齡7日，14日に限つて行つた試驗結果であるが更に長期間の成績を見る爲材齡 28 日或は絕對乾燥狀態に於ける各混和物 (鹽化石灰2%，珪酸曹達2%，鹽8%，セメント8%，乳劑10%) 混和の影響を試驗した. 此成績を要約すると，

a. セメントを混和した場合以外は殆ど效果を認めない.

即ち，砂質試料 (No. 10, 11, 20, 21) にセメントを混和したものは增加率が大にして特に No. 11 に於て最高の增强率 4.6 を現した.

b. アスファルト乳劑の混和は乾燥時に於ても水のみを加へ之を乾燥させた場合に較べて殆ど强度增進に役立たない樣である.

第 III 部 試驗結果の總括

[A] 效果ありと認めたる場合 (圖—6參照)

〔1〕 水のみを混和せる場合 一般に粘土質土壤特に No. 9, 10, 17 に適當に水を混じ壓縮した後乾燥せしむれば其れ自身にて固く硬化し著しく强度を增進する.

〔2〕 鹽化石灰混和の場合 2%程度の混和は粘土質及びローム質土壤に效果を認める. 特に粘土質土壤の全部 (No. 3, 5, 9, 16, 17) に單に水による乾燥の場合よりも一層有效である.

〔3〕 セメント混和の場合 8%程度の混和はローム質の1部及び大部の砂質土壤 (No. 4, 8, 10, 11, 13, 20, 21, 22, 23) の强度增進に極めて有效である. 增强率は砂含有量に比例し最大の增强率は4倍 (No. 11) に達した.

〔4〕 珪酸曹達混和の場合 此は鹽化石灰，セメントに比し一般的には有效ならざるも唯砂含有量の特に多い砂質土壤 (NO. 10. 11. 20) に對し8%程度の混和が有效である. (No. 8 は試料の不足により行はざりしも略同樣と思はれる).

〔5〕 要するに，粘土質及び粘土質ローム土壤には水の添加による壓縮及び乾燥，或は鹽化石灰2%程度の添加が最も有效であり，(圖—6，案—1參照)，砂質土壤にはセメント8%程度の添加が有效と認められた. (圖—6，案—2參照)

[B] 效果なしと認めた場合

〔1〕 水のみを混和した場合　一般に砂質土壌及び砂質ローム土壌には全く效果を認めず.

〔2〕 鹽化石灰混和の場合　多量(8%)の混和は潮解性を增し,土壌の乾燥を妨ぐ事になり總て壓縮强さを減退せしめた.

〔3〕 セメント混和の場合　セメントの2%混和は其量不足にして概して效果を認めず,8%混和のものも有機物を多く含む粘土質土壌及びローム質土壌の一部には殆んど效果が認められない.

〔4〕 珪酸曹達混和の場合　2%混和の結果は殆ど效果を認めず,8%混和のものも2～3の試料に少しく有效なる他特に著しい效果を認めない.

〔5〕 食鹽混和の場合　鹽は潮解性强く乾燥を妨げ殊に多量(8%)混和のものは更に土壌の粘結性をも失はせ甚しく壓縮强さを低下せしめ總ての壌土試料に最も惡效果のものであつた.

〔6〕 アスファルト乳劑混和の場合　壓縮强さの增進に關して特別な效果を認めない.强め水にて濕潤せしめた土壌に混じた場合と稀釋せる乳劑を混じた場合とに於て結果に殆んど差異を認めない.

表—1 化學分

試驗項目 / 土壤試料番號	(1) 有機物＋化合水 %	(2) 珪酸物質 % A熱鹽酸不溶解	(2) 珪酸物質 % B熱鹽酸溶解	(3) 黏土 %	(4) 酸化鐵 %	(5) 酸化マンガン %
1 號	11.47	70.30	0.52	4.58	6.78	0.44
2 〃	7.88	78.93	0.38	3.15	4.76	0.29
3 〃	12.85	69.37	0.28	7.74	5.25	0.14
4 〃	13.38	74.13	0.24	1.17	4.23	0.05
5 〃	22.91	62.75	0.23	2.93	4.36	0.17
6 〃	18.30	68.27	0.24	2.90	4.55	0.22
7 〃	1.11	92.98	0.18	0.68	1.40	0.11
8 〃	0.21	96.14	—	0.56	0.62	0.08
9 〃	20.04	60.72	0.14	8.38	8.30	—
10 〃	3.65	98.79	0.10	3.33	1.06	—
11 〃	2.14	94.57	0.31	1.25	0.62	—
12 〃	7.60	80.40	0.14	4.88	3.46	—
13 〃	7.16	82.87	0.33	3.96	2.96	—
14 〃	7.27	84.52	0.83	3.73	2.41	—
15 〃	5.74	76.75	0.56	7.56	5.30	—
16 〃	10.05	70.09	0.33	9.40	6.58	—
17 〃	13.85	69.70	0.48	8.93	5.36	—
18 〃	11.05	71.19	0.60	7.47	6.92	—
19 〃	15.59	71.01	1.45	6.21	3.16	—
20 〃	4.63	90.39	0.21	1.68	1.35	—
21 〃	4.74	87.53	0.20	5.07	1.78	—
22 〃	3.66	91.68	—	1.53	1.95	—
23 〃	6.60	87.11	0.14	1.85	1.85	—

註 1. 土壤試料は先づ風乾土壤となし 30 番篩により細粒土を得，之に就て農藝化學分析法（東大農學部）
2. 試驗項目(1)は灼熱減量より吸濕水分含量を減じたものにして，腐植有機質＋化合水の量を表す．試驗
3. 試驗項目(2)Aは熱鹽類に不溶解成分の總量を表し，Bは熱鹽類に溶解せる無水珪酸（SiO_2）の量を表
4. 試驗項目(8)～(10)は熱鹽酸に可溶成分に就て定量した値である．SiO_2/R_2O_3は(2) 珪酸物質/(黏土＋酸

析　試　驗　結　果

(6) 石灰 %	(7) 苦土 %	(8) 燐酸 %	(9) 無水硫酸 %	(10) アルカリ及び其他 %	(11) $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	(12) 吸濕水分 %
0.35	2.49	0.20	0.04	2.83	6.23	4.37
0.34	2.27	0.08	0.06	1.86	10.03	2.89
0.31	2.35	0.09	0.04	1.58	5.36	6.26
0.47	2.20	0.22	0.11	2.80	13.45	4.53
0.64	2.59	0.39	0.12	2.91	8.64	17.34
0.51	2.82	0.23	0.10	1.86	9.20	13.79
0.22	2.16	0.07	0.03	1.07	44.79	1.20
0.26	0.76	0.12	0.03	0.52	81.48	0.48
1.12	0.97	—	0.08	0.25	3.65	6.11
0.15	0.26	—	0.04	1.62	20.48	0.61
0.30	0.18	—	0.02	0.61	50.74	0.26
0.56	0.86	—	0.02	2.08	9.60	0.30
0.22	0.77	—	0.01	1.74	12.02	0.93
0.51	0.68	—	0.03	0.02	13.90	1.40
0.21	1.06	—	0.03	2.79	5.98	2.82
0.53	0.82	—	0.04	2.16	4.41	3.74
0.53	0.73	—	0.07	0.35	4.91	3.69
0.16	0.27	—	0.03	2.31	4.99	4.33
0.78	0.74	—	0.11	0.98	7.73	2.59
0.66	0.27	—	0.04	1.37	29.90	—
0.04	0.17	—	0.04	0.43	12.81	2.16
0.03	0.25	—	0.04	0.78	26.35	1.11
1.19	0.53	—	0.05	0.68	22.37	0.96

により化學分析を行つた.
項目(1)～(10)の%は吸濕水分を除きたる無水物に對する百分率を表し,(11)は風乾土壌に對する百分率を表す.
す.
化綠) の比を表したものである.

表—2 物 理 的

試料番號	機械分析										
	砂										
	10mm以上	10～5mm	5～2mm	2～0.85mm	0.85～0.60mm	0.60～0.42mm	0.42～0.30mm	0.30～0.18mm	0.18～0.15mm	0.15～0.074mm	計
1			1.15	2.86	1.71	1.28	2.41	3.67	1.58	5.98	20.64
2			2.93	1.45	2.53	1.38	1.59	2.13	1.01	2.76	15.69
3				0.12	0.14	0.17	0.39	0.79	0.56	2.54	4.71
4		8.38	9.81	9.56	6.86	3.69	5.54	6.84	1.90	5.23	57.81
5			0.20	0.25	0.28	0.30	0.68	1.39	0.91	4.07	8.08
6				0.10	0.50	0.62	1.67	2.91	0.95	4.35	11.10
7				0.07	0.17	0.24	1.20	3.47	2.85	27.92	35.97
8				0.06	0.50	2.08	17.62	38.31	9.67	11.29	79.43
9				0.26	0.52	0.46	0.68	1.28	0.77	4.74	8.71
10			1.19	9.28	25.58	16.17	10.66	11.42	4.20	5.42	84.02
11			0.30	1.08	2.12	3.86	21.79	34.65	7.06	10.63	81.49
12	1.97	2.45	3.33	3.04	1.53	0.82	0.91	1.25	0.60	1.99	17.89
13	2.66	14.25	11.20	10.25	3.12	1.15	1.39	1.51	0.58	1.59	47.70
14	3.33	6.79	6.08	4.18	1.88	0.68	0.77	0.89	0.45	1.81	26.86
15				0.22	0.22	0.12	0.20	0.44	0.64	10.75	12.59
16			2.70	2.04	1.10	0.58	0.73	0.86	0.47	1.99	10.47
17			0.10	1.81	4.10	1.83	1.54	1.24	0.59	1.89	13.10
18		2.72	1.48	1.43	2.02	1.58	2.04	3.08	1.84	6.55	22.71
19			6.10	3.81	2.76	2.13	3.81	4.28	1.88	5.22	30.04
20		6.01	10.30	13.06	14.28	7.94	8.73	8.90	3.60	7.83	80.65
21			6.61	12.85	9.08	2.91	2.41	2.70	1.68	10.51	48.75
22				0.10	1.31	2.49	7.79	19.33	11.19	19.93	62.14
23				0.09	0.63	1.42	3.82	5.27	2.68	26.70	40.61

試　驗　結　果

%			含水量 (%)	比　重	液性限界 (%)	可塑性限界 (%)	可塑性指数	遠心力含水當量 (%)	收縮限界 (%)	收縮比
淤　泥 0.074～0.005mm	粘　土 0.005mm以下	合　計								
34.92	44.44	100.00	25.53	2.57	76.7	20.6	56.1	20.1	11.1	1.93
35.74	48.57	〃	17.04	2.62	64.2	17.9	46.3	17.4	12.5	1.93
43.97	51.32	〃	40.85	2.53	105.1	26.2	78.9	24.7	8.4	1.97
29.95	12.24	〃	11.17	2.54	55.0	15.0	40.0	19.0	21.7	1.51
41.81	50.11	〃	26.24	2.32	99.5	43.8	55.7	30.3	24.7	1.51
59.34	29.56	〃	63.66	2.59	85.9	38.0	47.9	37.9	18.9	1.65
49.02	15.06	〃	19.74	2.38	26.4	18.2	8.2	6.5	20.3	1.66
15.06	5.51	〃	4.16	2.61	18.1	14.3	3.8	2.7	(收縮セズ)	—
35.17	56.12	〃	36.53	2.44	109.7	34.2	75.5	45.9	11.1	1.88
6.74	9.24	〃	5.95	2.62	18.8	12.4	6.4	6.0	(收縮セズ)	—
10.59	7.92	〃	8.29	2.63	21.9	18.4	3.5	3.7	(同　上)	—
41.74	40.37	〃	19.87	2.58	42.9	25.3	17.6	14.6	26.3	1.58
29.77	22.53	〃	10.67	2.60	38.0	18.3	19.7	12.8	24.9	1.64
41.98	31.16	〃	17.68	2.52	52.4	30.3	22.1	18.2	29.3	1.47
45.40	42.01	〃	22.98	2.63	66.7	19.4	47.3	21.1	11.7	1.98
36.53	53.00	〃	30.84	2.60	86.4	23.0	63.4	36.8	8.5	2.07
33.95	52.95	〃	34.74	2.45	92.5	31.8	60.7	38.7	15.1	1.75
35.95	41.31	〃	21.37	2.57	75.4	25.2	50.2	24.5	11.4	1.97
42.92	27.04	〃	38.00	2.43	63.8	32.2	31.6	26.8	20.4	1.65
13.04	6.31	〃	7.01	2.55	33.3	18.6	14.7	18.7	20.1	1.68
32.67	18.58	〃	13.53	2.61	45.3	16.9	28.4	17.5	15.9	1.80
29.67	8.10	〃	3.59	2.59	23.6	11.7	11.9	6.0	15.3	1.86
48.89	10.50	〃	42.45	2.50	44.3	23.5	20.8	12.7	27.4	1.49

表−3 土壌試料の分類

試料分類	物理試験												化学試験(分析)					
	機械分析(粘土含量)%			液性限界 %			可塑性指類			遠心力含水當量 %			有機物化合水 %	總珪酸質物質 %	礫土 %	酸化鐵 %	R_2O_3 礫土+酸化鐵	SiO_2 / R_2O_3
	<25	25〜50	>50	<50	50〜100	>100	>25	25〜50	<50	<20	20〜30	>30						
A類(砂質)	No. 4				No. 4			No. 4		No. 4			13.4	74.4	1.2	4.2	5.4	13.5
	7			No. 7			No. 7			7			1.1	93.2	0.7	1.4	2.1	44.8
	8			8			8			8			0.2	96.1	0.6	0.6	1.2	81.5
	10			10			10			10			3.7	89.9	3.3	1.1	4.4	20.5
	11			11			11			11			2.1	94.9	1.3	0.6	1.9	50.7
	13			13			13			13			7.2	83.2	4.0	3.0	7.0	12.0
	20			20			20			20			4.6	90.6	1.7	1.4	3.0	29.9
	21			21				21		21			4.7	87.7	5.1	1.8	6.2	12.8
	22			22			22			22			3.7	91.7	1.5	2.0	3.5	26.4
	23			23			23			23			6.6	87.3	1.9	1.9	3.7	22.4
B類(ローム)		No. 1			No. 1				No. 1		No. 1		11.5	70.8	4.6	6.8	11.4	6.2
		2			2			No. 2		2			7.9	79.3	3.2	4.8	7.9	10.0
		6			6			6				6	18.3	68.5	2.9	4.6	7.5	9.2
		12		12			12			12			7.6	80.5	4.9	3.5	8.3	9.6
		14			14		14			14			7.3	85.4	3.7	2.4	6.1	13.9
		15			15			15			15		5.7	77.3	7.6	5.3	12.9	6.0
		18			18			18			18		11.1	71.8	7.5	6.9	14.4	5.0
		19			19			19			19		15.6	72.5	6.2	3.2	9.4	7.7
C類(粘土質)			No. 3			No. 3			No. 3		No. 3		12.9	96.7	7.7	5.3	13.0	5.4
			5			5			5			No. 5	22.9	63.0	2.9	4.4	7.3	8.6
			9			9			9			9	20.0	60.9	8.4	8.3	16.7	3.7
			16		16				16			16	10.1	70.4	9.4	6.6	16.0	4.4
			17		17				17			17	13.9	70.2	8.9	5.4	14.3	4.9

表—4　壓縮強さと含水量との關係

試料番號	材齡(日)	含水率(%)	壓縮強さ(kg/cm²)	試料番號	材齡(日)	含水率(%)	壓縮強さ(kg/cm²)
No. 1～1	供試體製作直後	23.4	0.8	No. 7～1	直後	20.1	0.4
〃 2	3	15.3	24.5	〃 2	3	5.0	10.6
〃 3	7	8.9	57.1	〃 3	7	1.9	20.5
〃 4	14	7.2	58.2	〃 4	14	1.8	20.2
〃 5	28	5.6	59.0	〃 5	28	1.8	16.3
〃 6	充分乾燥後	0.0	67.4	〃 6	乾燥	0.0	22.8
No. 2～1	直後	22.8	1.1	No. 8～1	直後	11.2	—
〃 2	3	6.7	25.3	〃 2	3	2.4	10.1
〃 3	7	3.7	43.5	〃 3	7	1.2	13.0
〃 4	14	2.6	53.2	〃 4	14	1.1	12.2
〃 5	28	2.3	54.6	〃 5	28	1.0	14.9
〃 6	乾燥	0.0	60.7	〃 6	乾燥	0.0	16.8
No. 3～1	直後	35.6	3.6	No. 9～1	直後	40.8	2.3
〃 2	3	14.8	28.7	〃 2	3	19.8	41.9
〃 3	7	9.5	47.0	〃 3	7	10.8	100.3
〃 4	14	7.0	52.8	〃 4	14	9.3	85.4
〃 5	28	4.1	49.9	〃 5	28	6.6	130.6
〃 6	乾燥	0.0	57.1	〃 6	乾燥	0.0	148.0
No. 4～1	直後	23.5	0.4	No. 10～1	直後	10.1	0.6
〃 2	3	6.6	20.1	〃 2	3	1.4	19.6
〃 3	7	3.5	23.5	〃 3	7	1.0	10.5
〃 4	14	2.9	19.0	〃 4	14	0.8	22.1
〃 5	28	2.5	23.3	〃 5	28	0.4	32.6
〃 6	乾燥	0.0	28.2	〃 6	乾燥	0.0	25.0
No. 5～1	直後	32.9	3.1	No. 11～1	直後	10.1	—
〃 2	3	14.0	27.0	〃 2	3	1.7	6.8
〃 3	7	8.0	51.7	〃 3	7	0.3	6.3
〃 4	14	5.5	53.0	〃 4	14	0.7	7.4
〃 5	28	3.5	60.6	〃 5	28	0.6	7.9
〃 6	乾燥	0.0	66.6	〃 6	乾燥	0.0	14.5
No. 6～1	直後	41.1	2.3	No. 12～1	直後	23.0	3.4
〃 2	3	20.6	16.0	〃 2	3	6.8	18.3
〃 3	7	11.9	49.4	〃 3	7	3.2	39.0
〃 4	14	8.5	54.4	〃 4	14		41.7
〃 5	28	6.5	71.3	〃 5	28	1.4	48.1
〃 6	乾燥	0.0	55.7	〃 6	乾燥	0.0	57.0

表—4

試料番號	材齢（日）	含水率（%）	壓縮强さ（kg/cm²）
No. 13—1	直後	18.1	3.1
〃 2	3	6.4	10.9
〃 3	7	3.0	12.8
〃 4	14	2.5	18.3
〃 5	28	1.5	22.2
〃 6	乾燥	0.0	16.5
No. 14—1	直後	25.6	3.2
〃 2	3	6.2	5.6
〃 3	7	2.7	18.5
〃 4	14	2.5	20.2
〃 5	28	2.0	21.3
〃 6	乾燥	0.0	21.8
No. 15—1	直後	26.9	1.0
〃 2	3	8.1	54.9
〃 3	7	6.3	43.5
〃 4	14	5.2	66.0
〃 5	28	4.4	53.9
〃 6	乾燥	0.0	111.3
No. 16—1	直後	32.4	1.0
〃 2	3	12.0	70.7
〃 3	7	10.2	53.9
〃 4	14	6.7	59.3
〃 5	28	4.7	49.8
〃 6	乾燥	0.0	102.0
No. 17—1	直後	34.6	4.0
〃 2	3	12.7	58.1
〃 3	7	10.8	68.6
〃 4	14	7.3	69.5
〃 5	28	5.3	87.6
〃 6	乾燥	0.0	74.9
No. 18—1	直後	31.3	1.9
〃 2	3	11.0	34.0
〃 3	7	7.8	48.8
〃 4	14	6.8	75.4
〃 5	28	4.8	79.7
〃 6	乾燥	0.0	97.9

試料番號	材齢（日）	含水率（%）	壓縮强さ（kg/cm²）
No. 19—1	直後	26.5	4.1
〃 2	3	12.5	32.8
〃 3	7	7.6	50.8
〃 4	14	6.6	44.1
〃 5	28	4.5	49.6
〃 6	乾燥	0.0	47.3
No. 20—1	直後	15.9	1.2
〃 2	3	4.2	9.5
〃 3	7	2.4	16.1
〃 4	14	2.3	14.2
〃 5	28	1.4	16.1
〃 6	乾燥	0.0	15.8
No. 21—1	直後	23.7	1.7
〃 2	3	8.9	19.0
〃 3	7	4.9	36.9
〃 4	14	3.4	36.5
〃 5	28	3.4	36.4
〃 6	乾燥	0.0	83.8
No. 22—1	直後	12.2	1.0
〃 2	3	2.8	22.6
〃 3	7		25.1
〃 4	14	1.7	29.1
〃 5	28	1.5	33.6
〃 6	乾燥	0.0	31.9
No. 23—1	直後	16.5	1.2
〃 2	3	4.7	8.4
〃 3	7	2.2	17.5
〃 4	14	1.3	12.8
〃 5	28	1.3	13.0
〃 6	乾燥	0.0	18.6

表—5(1)

「塩化カルシウム」を混加せるもの

試料番號	試料に對する締合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡 7日	水の場合に對する增强率	材齡 14日	水の場合に對する增强率
1	(水)	57.1		59.2	
	2	74.4	1.3	91.3	1.6
	8	31.5	0.6	48.9	0.8
2	(水)	23.5		53.2	
	2	34.7	0.8	51.5	1.0
	8	12.4	0.3	14.7	0.3
3	(水)	47.0		52.8	
	2	55.4	1.2	76.2	1.4
	8	28.6	0.6	47.8	0.9
4	(水)	23.5		19.0	
	2	32.6	1.4	40.6	2.1
	8	6.9	0.3	10.4	0.5
5	(水)	51.7		53.0	
	2	63.0	1.2	80.2	1.5
	8	26.2	0.5	35.1	0.7
6	(水)	49.4		54.4	
	2	46.4	0.9	76.4	1.4
	8	27.0	0.5	38.1	0.7
7	(水)	20.5		20.2	
	2	10.3	0.5	21.1	1.0
	8	3.3	0.2	3.0	0.1
8	(水)	13.0		12.2	
	2	6.9	0.5	13.2	1.1
	8	0.7	0.1	1.1	0.1
9	(水)	100.3		85.4	
	2	79.4	0.8	101.9	1.2
	8	44.7	0.4	59.6	0.7
10	(水)	10.5		22.1	
	2	25.7	2.4	32.8	1.5
	8	0.8	0.1	1.1	0.0
11	(水)	6.3		7.4	
	2	4.8	0.8	7.7	1.0
	8				
12	(水)	39.0		41.4	
	2	29.2	0.7	47.3	1.1
	8	13.2	0.3	14.2	0.3
13	(水)	12.8		18.3	
	2	11.7	0.9	21.9	1.2
	8	6.7	0.5	6.1	0.3
14	(水)	18.5		20.2	
	2	14.5	0.8	24.2	1.2
	8	8.4	0.5	7.3	0.4
15	(水)	43.5		66.0	
	2	54.0	1.2	74.5	1.1
	8	14.0	0.3	19.2	0.3
16	(水)	53.9		59.3	
	2	117.9	2.2	124.3	2.1
	8	27.8	0.5	39.3	0.7
17	(水)	68.6		69.5	
	2	101.2	1.5	113.7	1.6
	8	40.4	0.6	48.1	0.7
18	(水)	48.8		75.4	
	2	72.7	1.5	82.3	1.1
	8	16.1	0.3	28.8	0.4
19	(水)	50.8		44.1	
	2	57.4	1.1	57.1	1.3
	8	17.1	0.3	26.4	0.6
20	(水)	16.1		14.2	
	2	14.8	0.9	17.4	1.2
	8	3.9	0.2	5.4	0.4
21	(水)	36.9		36.5	
	2	26.3	0.7	31.5	0.9
	8	4.0	0.1	5.7	0.2
22	(水)	25.1		29.1	
	2	21.2	0.8	23.0	0.8
	8	1.7	0.1	2.6	0.1
23	(水)	17.5		12.8	
	2	14.8	0.8	15.6	1.2
	8	2.3	0.1	2.4	0.2

表—5(2)

「珪酸ソーダ」混加

試料番號	試料に對する結合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡 7日	水の場合に對する増強率	材齡 14日	水の場合に對する増強率
1	(水)	57.1		58.2	
	2	28.0	0.5	35.1	0.6
	8	21.1	0.4	14.5	0.2
2	(水)	43.5		53.2	
	2	18.3	0.4	30.1	0.6
	8	26.6	0.6	21.1	0.4
3	(水)	47.0		52.8	
	2	34.9	0.7	38.6	0.7
	8	24.4	0.5	22.7	0.4
4	(水)	23.5		19.0	
	2	16.4	0.7	17.3	0.9
	8	13.9	0.6	14.0	0.7
5	(水)	51.7		53.0	
	2	32.4	0.6	37.8	0.7
	8	21.2	0.4	17.4	0.3
6	(水)	49.4		54.4	
	2	26.6	0.5	43.1	0.8
	8	33.4	0.7	25.6	0.5
7	(水)	20.5		20.2	
	2	8.8	0.4	9.1	0.5
	8	12.1	0.6	11.8	0.6
8		(試料不足)			
9	(水)	100.3		85.4	
	2	43.3	0.4	49.1	0.6
	8	23.8	0.2	19.0	0.2
10	(水)	10.5		22.1	
	2	6.1	0.6	7.1	0.3
	8	22.2	2.1	30.6	1.4
11	(水)	6.3		7.4	
	2	3.9	0 6	3.9	0.5
	8	14.3	2.3	17.8	2.4
12	(水)	39.0		41.4	
	2	21.0	0.5	23.0	0.6
	8	19.7	0.5	17.1	0.4
13	(水)	12.8		18.3	
	2	13.7	1.1	15.5	0.8
	8	16.2	1.3	15.7	0.9
14	(水)	18.5		20.2	
	2	12.8	0.7	15.5	0.8
	8	16.4	0.9	15.4	0.8
15	(水)	43.5		66.0	
	2	25.0	0.6	28.0	0.4
	8	19.3	0.4	15.4	0.2
16	(水)	53.9		59.3	
	2	43.5	0.8	45.4	0.8
	8	17.8	0.3	16.4	0.3
17	(水)	68.6		69.5	
	2	40.9	0.6	32.6	0.5
	8	25.3	0.4	22.8	0.3
18	(水)	48.8		75.4	
	2	21.6	0.4	19.5	0.3
	8	15.2	0.3	15.0	0.2
19	(水)	50.8		44.1	
	2	23.6	0.5	20.8	0.5
	8	14.4	0.3	15.8	0.4
20	(水)	16.1		14.2	
	2	8.0	0.5	8.5	0.6
	8	17.1	0.1	28.0	2.0
21	(水)	36.9		36.5	
	2	14.1	0.4	12.1	0.3
	8	8.5	0.2	10.9	0.3
22	(水)	25.1		29.1	
	2	7.7	0.3	6.2	0.2
	8	8.4	0.3	13.0	0.4
23	(水)	17.5		12.8	
	2	11.1	0.6	8.5	0.7
	8	7.0	0.4	7.1	0.6

表—5(3)

「鹽」　混　加

試料番號	試料に對する締合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡7日	水の場合に對する增强率	材齡14日	水の場合に對する增强率	試料番號	試料に對する締合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡7日	水の場合に對する增强率	材齡14日	水の場合に對する增强率
1	(水)	57.1		58.2		13	(水)	12.8		18.3	
	2	26.8	0.5	47.8	0.8		2	6.4	0.5	7.4	0.4
	8	5.2	0.1	1.1	0.0		8	3.8	0.3	3.7	0.2
2	(水)	43.5		53.2		14	(水)	18.5		20.2	
	2	9.5	0.2	21.0	0.4		2	8.1	0.4	6.9	0.3
	8	2.9	0.1	0.8	0.0		8	4.4	0.7	4.2	0.2
3	(水)	47.0		52.8		15	(水)	43.5		66.0	
	2	24.9	0.5	44.1	0.8		2	10.4	0.6	23.3	0.4
	8	9.8	0.2	4.7	0.1		8	2.9	0.1	4.6	0.1
4	(水)	23.5		19.0		16	(水)	53.9		59.3	
	2	7.7	0.3	16.4	0.9		2	31.0	0.6	39.4	0.7
	8	3.7	0.2	4.6	0.2		8	3.2	0.1	7.0	0.1
5	(水)	51.7		53.0		17	(水)	68.6		69.5	
	2	20.4	0.4	41.1	0.8		2	35.5	0.5	34.4	0.5
	8	6.2	0.1	4.7	0.1		8	8.0	0.1	13.1	0.2
6	(水)	49.4		54.4		18	(水)	48.8		75.4	
	2	25.3	0.5	40.5	0.7		2	19.4	0.4	18.8	0.3
	8	5.9	0.1	3.2	0.1		8	2.5	0.1	6.4	0.1
7	(水)	20.5		20.2		19	(水)	50.8		44.1	
	2	3.2	0.2	4.3	0.2		2	17.9	0.4	21.0	0.5
	8	1.5	0.1	0.7	0.0		8	3.2	0.1	7.2	0.2
8	(水)	13.0		12.2		20	(水)	16.1		14.2	
	2	2.0	0.2	1.5	0.2		2	4.8	1.3	3.8	0.3
	8	1.5	0.1	0.2	0.0		8	0.8	0.0	0.8	0.1
9	(水)	100.3		85.4		21	(水)	36.9		36.5	
	2	17.9	0.2	38.7	0.5		2	5.7	0.2	5.5	0.2
	8	10.2	0.1	4.9	0.1		8	0.3	0.0	2.5	0.1
10	(水)	10.5		22.1		22	(水)	25.1		29.1	
	2	3.3	0.3	4.0	0.2		2	3.2	0.1	2.2	0.1
	8	3.2	0.3	0.8	1.0		8	0.7	0.0	3.4	0.1
11	(水)	6.3		7.4		23	(水)	17.5		12.8	
	2	1.0	0.2	0.6	0.1		2	7.0	0.4	4.4	0.3
	8	1.6	0.3	1.0	0.1		8	1.1	0.1	3.3	0.3
12	(水)	39.0		41.4							
	2	9.7	0.2	10.7	0.3						
	8	5.8	0.1	4.9	0.1						

表—5(4)

「ポルトラシド普通セメント」混加

試料番號	試料に對する練合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡 7日	水の場合に對する增强率	材齡 14日	水の場合に對する增强率
1	(水)	57.1		58.2	
	2	45.8	0.8	48.8	0.8
	8	25.4	0.4	29.8	0.5
2	(水)	43.5		53.2	
	2	31.3	0.7	32.6	0.6
	8	40.9	0.9	56.8	1.1
3	(水)	47.0		52.8	
	2	43.1	0.9	42.4	0.8
	8	27.3	0.6	32.8	0.6
4	(水)	23.5		19.0	
	2	23.4	1.0	24.7	1.3
	8	47.1	2.0	55.8	2.9
5	(水)	51.7		53.0	
	2	39.7	0.8	47.5	0.9
	8	38.7	0.7	45.0	0.9
6	(水)	49.4		54.4	
	2	48.6	1.0	48.9	0.9
	8	35.4	0.7	37.5	0.7
7	(水)	20.5		20.2	
	2	7.3	0.4	8.6	0.4
	8	21.9	1.1	22.7	1.1
8	(水)	13.0		12.2	
	2	8.4	0.6	7.8	1.6
	8	23.6	1.8	25.7	2.1
9	(水)	100.3		85.4	
	2	69.2	0.7	86.1	1.0
	8	43.6	0.4	45.6	0.5
10	(水)	10.5		22.1	
	2	11.7	1.1	14.3	0.6
	8	35.1	3.3	35.1	1.6
11	(水)	6.3		7.4	
	2	7.5	1.2	7.8	1.1
	8	25.7	4.1	24.2	3.3
12	(水)	39.0		41.4	
	2	24.0	0.6	23.0	0.6
	8	36.2	0.9	33.1	0.8
13	(水)	12.8		18.3	
	2	12.3	1.0	16.1	0.9
	8	28.8	2.2	36.4	2.0
14	(水)	18.5		20.2	
	2	12.5	0.7	15.0	0.7
	8	26.4	1.4	27.2	1.3
15	(水)	43.3		66.0	
	2	34.9	0.8	41.7	0.6
	8	56.3	1.3	60.5	0.9
16	(水)	53.9		59.3	
	2	58.4	1.1	63.5	1.1
	8	65.3	1.2	65.5	1.1
17	(水)	68.6		69.5	
	2	54.3	0.8	63.1	0.9
	8	24.1	0.5	30.5	0.4
18	(水)	48.8		75.4	
	2	38.6	0.8	40.0	0.5
	8	52.5	1.1	52.1	0.7
19	(水)	50.8		44.1	
	2	30.5	0.6	38.6	0.9
	8	23.5	0.5	23.1	0.5
20	(水)	16.1		14.2	
	2	12.1	0.8	14.2	1.0
	8	32.2	2.0	31.7	2.2
21	(水)	36.9		36.5	
	2	19.5	0.5	26.3	0.7
	8	44.0	1.2	51.2	1.4
22	(水)	25.1		29.1	
	2	19.0	0.8	20.0	1.2
	8	35.7	1.4	36.2	1.2
23	(水)	17.5		12.8	
	2	7.9	0.5	8.5	0.7
	8	22.9	1.3	19.7	1.5

表—5(5)

「混合用アスファルト乳劑」

試料番號	試料に對する締固材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡7日	水の場合に對する增强率	材齡21△28日	水の場合に對する增强率
1	(水)	57.1		58.2	
	10 試料濕潤	12.1	0.2	13.4	0.2
	〃 乳劑稀釋	13.7	0.2	12.9△	0.2
2	(水)	43.5		53.2	
	10 (No.1=同)	9.5	0.2	11.3	0.2
	〃	17.1	0.4	23.1△	0.4
3	(水)	47.0		52.8	
	10 (〃)	11.8	0.3	14.1	0.3
	〃	13.8	0.3	21.8△	0.4
4	(水)	23.5		19.0	
	10 (〃)	6.3	0.3	9.3	0.5
	〃	〃	0.3	△(試料不足)	
5	(水)	51.7		53.0	
	10 (〃)	9.1	0.2	11.2	0.2
	〃	12.8	0.2	26.2△	0.5
6	(水)	49.4		54.4	
	10 (〃)	8.4	0.2	10.0	0.2
	〃	19.0	0.4	25.7△	0.5
7	(水)	20.5		20.2	
	10 (〃)	6.9	0.3	8.8	0.4
	〃	〃	0.3	9.2△	0.5
8	(水)	13.0		12.2	
	10 (〃)	5.1	0.4	8.3	0.7
	〃	〃	0.4	8.8△	0.4
9	(水)	100.3		85.4	
	10 (〃)	6.9	0.1	10.7	0.1
	〃	16.8	0.2	18.1△	0.2
10	(水)	10.5		22.1	
	10 (〃)	8.0	0.8	11.9	0.5
	〃	〃	0.8	10.0△	0.5
11	(水)	6.3		7.4	
	10 (〃)	6.9	1.1	8.7	1.2
	〃	8.9	1.4	8.7△	1.2
12	(水)	39.0		41.4	
	10 (〃)	6.8	0.2	12.2	0.3
	〃	6.9	0.2	10.7△	0.3
13	(水)	12.8		18.3	
	10 試料濕潤	3.4	0.3	8.7	0.5
	〃 乳劑稀釋		0.3	6.7△	0.4
14	(水)	18.5		20.2	
	10 (同上)	5.3	0.3	8.4	0.4
	〃	4.7	0.3	7.4△	0.4
15	(水)	43.5		66.0	
	10 (〃)	9.5	0.2	11.4	0.2
	〃	12.3	0.3	19.1	0.3
16	(水)	53.9		59.3	
	10 (〃)	8.5	0.2	10.3	0.2
	〃	10.1	0.2	23.3△	0.4
17	(水)	68.6		69.5	
	10 (〃)	10.5	0.2	11.4	0.2
	〃	15.9	0.2	18.0△	0.3
18	(水)	48.8		75.4	
	10 (〃)	11.2	0.2	10.3	0.1
	〃	9.4	0.2	14.5△	0.2
19	(水)	50.8		44.1	
	10 (〃)	9.7	0.2	11.8	0.3
	〃	10.1	0.2	8.7△	0.2
20	(水)	16.1		14.2	
	10 (〃)	7.8	0.5	9.8	0.7
	〃	〃	0.5	7.5△	0.5
21	(水)	26.9		36.5	
	10 (〃)	6.8	0.2	14.5	0.4
	〃	〃	0.2	10.2△	0.3
22	(水)	25.1		29.1	
	10 (〃)	9.1	0.4	10.3	0.4
	〃	〃	0.4	6.0△	0.2
23	(水)	17.5		12.8	
	10 (〃)	8.7	0.5	7.0	0.5
	〃	4.7	0.2	5.4△	0.4

表—6(1)

「塩化カルシウム」混加

試料番號	試料に對する締合材の量 (%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡 28 日	水の場合に對する增强率	絕對乾燥	水の場合に對する增强率
1	水	59.0		67.4	
	2	42.4	0.7	87.2	1.3
2	水	54.6		60.7	
	2	23.2	0.4	53.3	0.3
3	水	49.9		57.1	
	2	51.1	1.0	72.9	1.3
4	水			28.2	
	2			35.4	1.3
5	水	60.6		66.6	
	2	41.7	0.7	90.3	1.4
6	水	71.3		55.7	
	2	72.5	1.0	92.7	1.7
7	水	16.3		22.8	
	2	13.1	0.8	24.6	1.1
8	水	(試料不足)		16.8	
	2			13.1	0.8
9	水	(試料不足)			
	2				
10	水	32.6		25.0	
	2	17.4	0.5	32.9	1.3
11	水	7.9		14.5	
	2	6.9	0.9	20.4	1.4
12	水	48.1		52.0	
	2	22.4	0.5	45.8	0.9
13	水	22.2		16.5	
	2	10.9	0.5	12.5	0.8
14	水	21.3		21.8	
	2	11.6	0.5	19.0	0.9
15	水	53.9		111.3	
	2	41.0	0.8	81.3	0.7
16	水	49.8		102.0	
	2	72.2	1.4	100.1	1.0
17	水	87.6		74.9	
	2	54.3	0.6	50.8	0.7
18	水	79.7		97.9	
	2	42.6	0.5	48.8	0.5
19	水	49.6		47.3	
	2	21.7	0.4	20.1	0.4
20	水	16.1		15.8	
	2	5.5	0.3	17.3	1.1
21	水	36.4		83.8	
	2	14.6	0.4	64.9	0.8
22	水	33.6		41.9	
	2	7.2	0.2	17.2	0.4
23	水	13.0		14.6	
	2	10.4	0.8	10.9	0.7

表—6(2)

「硅　酸　ソ　ー　ダ」

試料番號	試料に對する締合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡28日	水の場合に對する增强率	絕對乾燥	水の場合に對する增强率
1	水	59.0		67.4	
	2	19.4	0.3	48.1	0.7
2	水	54.6		60.7	
	2	19.5	0.4	48.7	0.8
3	水	49.9		57.1	
	2	32.3	0.6	47.0	0.8
4	水			28.2	
	2			22.9	0.8
5	水	60.6		66.6	
	2	27.8	0.5	60.2	0.9
6	水	71.3		55.7	
	2	30.9	0.4	78.3	1.4
7	水	16.3		22.8	
	2	8.6	0.5	13.3	0.6
8	水	(試料不足)		16.8	
	2			5.9	0.4
9	水			148.0	
	2			78.1	0.5
10	水	32.6		25.0	
	2	5.6	0.2	5.4	0.2
11	水	7.9		14.5	
	2	4.0	0.5	40.8	2.8
12	水	48.1		52.0	
	2	21.8	0.5	23.7	0.5
13	水	22.2		16.5	
	2	14.0	0.6	30.5	1.8
14	水	21.3		21.8	
	2	17.0	0.8	41.1	1.9
15	水	53.9		111.3	
	2	20.5	0.4	55.1	0.5
16	水	49.8		102.0	
	2	26.3	0.5	77.0	0.5
17	水	87.6		74.9	
	2	30.6	0.3	37.3	0.5
18	水	79.7		(試料不足)	
	2	19.3	0.2		
19	水	49.6		47.3	
	2	23.4	0.5	30.3	0.6
20	水	16.1		15.8	
	2	5.6	0.3	9.3	0.6
21	水	36.4		83.8	
	2	11.1	0.3	32.0	0.4
22	水	33.6		41.9	
	2	7.4	0.2	11.2	0.3
23	水	13.0		14.6	
	2	6.8	0.5	7.9	0.5

表—6(3)

「塩」混加

試料番號	試料に對する練合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡28日	水の場合に對する增强率	絕對乾燥	水の場合に對する增强率
1	水	59.0		67.4	
	8	0.6	0.0	14.5	0.2
2	水	54.6		60.7	
	8	0.4	0.0	7.0	0.1
3	水	49.9		57.1	
	8	2.8	0.1	19.4	0.3
4	水	(試料不足)			
	8				
5	水	60.6		66.6	
	8	1.5	0.0	27.8	0.4
6	水	71.3		55.7	
	8	1.5	0.0	31.9	0.6
7	水	16.3		22.8	
	8	0.1	0.0	1.3	0.1
8	水	(試料不足)		16.8	
	8			0.6	0.0
9	水	(試料不足)		148.0	
	8			18.4	0.1
10	水	32.6		25.0	
	8	0.1	0.0	23.0	0.9
11	水	7.9		(試料不足)	
	8	0.1	0.0		
12	水	48.1		52.0	
	8	0.6	0.0	57.0	1.1

材料番號	試料に對する練合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡28日	水の場合に對する增强率	絕對乾燥	水の場合に對する增强率
13	水	22.2		16.5	
	8	1.4	0.1	6.3	0.4
14	水	(試料不足)		21.8	
	8			3.7	0.2
15	水	53.9		111.3	
	8	0.5	0.0	5.3	0.0
16	水	49.8		102.0	
	8	1.1	0.0	6.5	0.1
17	水	87.6		74.9	
	8	1.9	0.0	6.9	0.1
18	水	79.7		97.9	
	8	0.6	0.0	4.9	0.1
19	水	49.6		47.3	
	8	0.5	0.0	6.1	0.1
20	水	16.1		15.8	
	8	0.4	0.0	3.1	0.2
21	水	36.4		83.8	
	8	1.1	0.0	6.2	0.1
22	水	33.6		41.9	
	8	0.1	0.0	2.3	0.1
23	水	13.0		14.6	
	8	0.6	0.0	3.5	0.2

表—6(4)

「セメント」混加

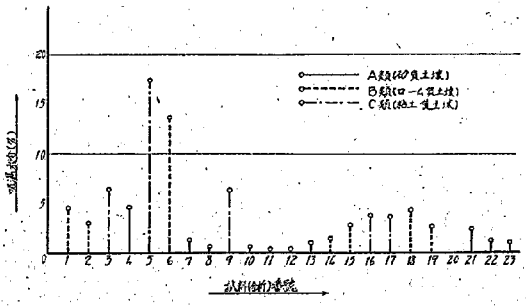
試料番號	試料に對する締合材の量(%)	壓縮強さ (kg/cm²) 材齡28日	水の場合に對する增强率	絕對乾燥	水の場合に對する增强率
1	水	59.0		67.4	
	8	21.1	0.4	43.9	0.7
2	水	54.6		60.7	
	8	38.0	0.7	46.3	0.8
3	水	49.9		57.1	
	8	20.7	0.4	27.5	0.5
4	水	23.3		(試料不足)	
	8	36.8	1.6		
5	水	60.6		66.6	
	8	43.5	0.7	49.8	0.7
6	水	71.3		55.7	
	8	21.5	0.3	32.7	0.6
7	水	16.3		22.8	
	8	20.7	1.3	18.4	0.8
8	水	14.9		(試料不足)	
	8	23.5	1.3		
9	水	130.6		(〃)	
	8	32.6	0.2		
10	水	32.6		25.0	
	8	50.5	1.5	51.4	2.1
11	水	7.9		14.5	
	8	36.1	4.6	42.7	2.9
12	水	48.1		52.0	
	8	30.3	0.6	36.1	0.7
13	水	22.2		16.5	
	8	26.6	1.2	33.4	2.0
14	水	21.3		21.8	
	8	25.2	1.2	30.4	1.4
15	水	53.9		111.3	
	8	46.6	0.9	74.7	0.7
16	水	49.8		120.0	
	8	45.5	0.9	77.9	0.8
17	水	87.6		74.9	
	8	18.3	0.2	25.9	0.3
18	水	29.7		97.9	
	8	42.3	0.5	65.0	0.7
19	水	49.6		47.3	
	8	16.8	0.3	18.5	0.4
20	水	16.1		15.8	
	8	38.9	2.4	33.5	2.1
21	水	36.4		83.8	
	8	50.5	1.4	90.7	1.1
22	水	33.6		41.9	
	8	32.8	1.0	33.6	0.8
23	水	13.0		14.6	
	8	14.7	1.1	15.0	1.0

表—6(5)

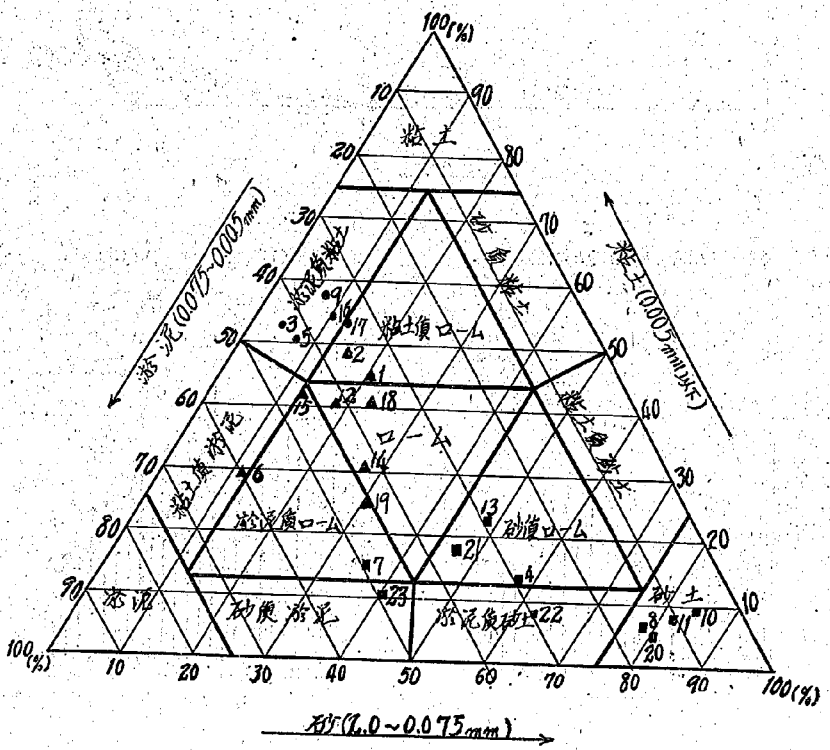
「アスファルト乳剤」

試料番號	試料に對する結合材の量(%)	壓縮強さ 絶對乾燥	壓縮強さ 水の場合に對する增强率
1	水	76.4	
	10	13.5	0.2
2	〃	60.7	
		46.7	0.8
3	〃	57.1	
		9.9	0.2
4	〃	(試料不足)	
5	〃	66.6	
		37.4	0.6
6	〃	55.7	
		31.1	0.6
7	〃	22.8	
		8.8	0.4
8	〃	(試料不足)	
9	〃	(〃)	
10	〃	25.0	
		10.5	0.4
11	〃	14.5	
		12.0	0.8
12	〃	52.0	
		10.1	0.2
13	水	16.5	
	10	8.3	0.5
14	〃	21.8	
		4.6	0.2
15	〃	111.3	
		43.3	0.4
16	〃	102.0	
		39.2	0.4
17	〃	74.9	
		17.2	0.2
18	〃	97.9	
		17.4	0.2
19	〃	47.3	
		7.7	0.2
20	〃	15.8	
		12.4	0.8
21	〃	83.8	
		20.5	0.2
22	〃	41.9	
		6.8	0.2
23	〃	14.6	
		4.9	0.3

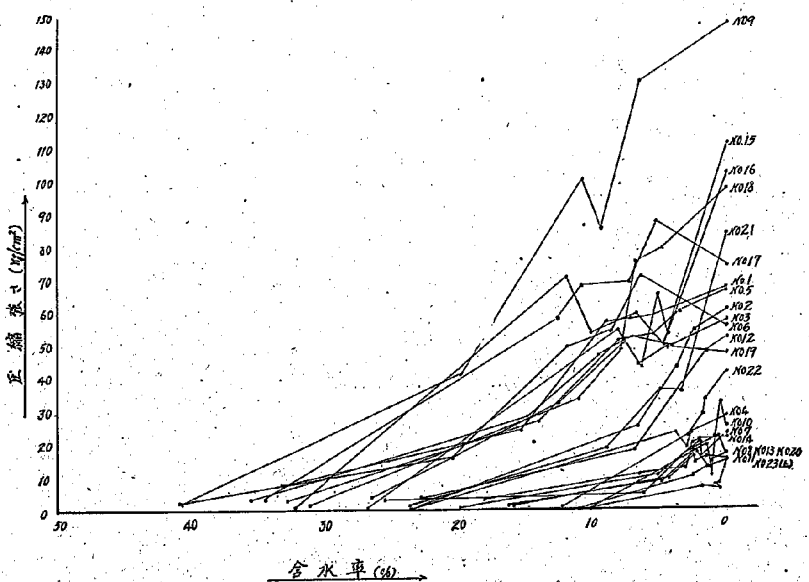
圖—1　風乾細粒土壌吸濕水分



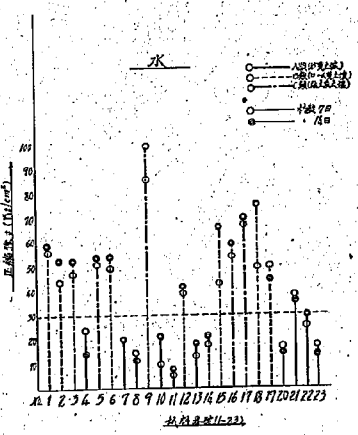
圖—2　機械分析結果



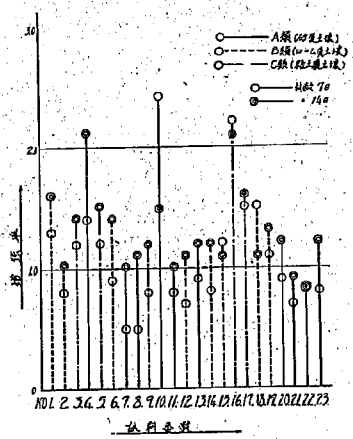
圖—3 含水比と壓縮強さとの關係



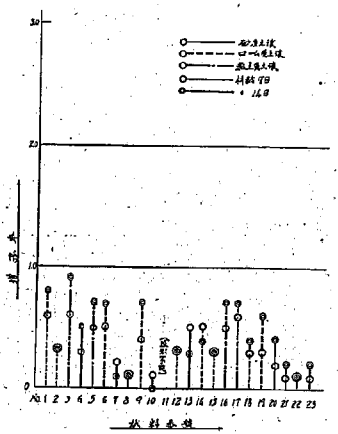
圖—4 壓縮強さと材齡との關係



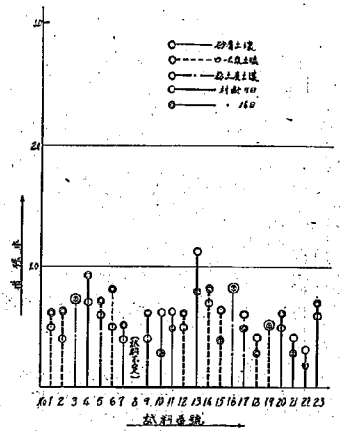
圖—5(1) 塩化カルシウム(2%)



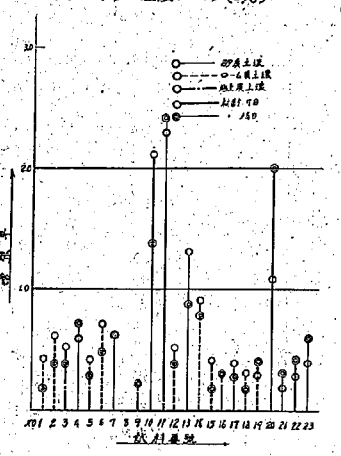
圖—5(1)　鹽化カルシウム(8%)



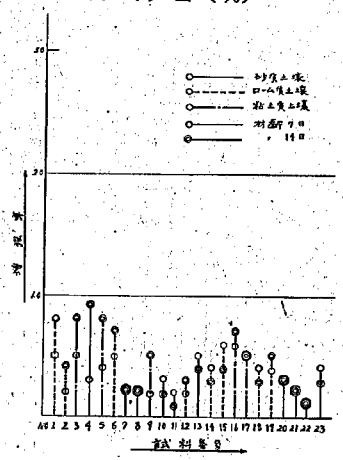
圖—5(2)　珪酸ソーダ(2%)



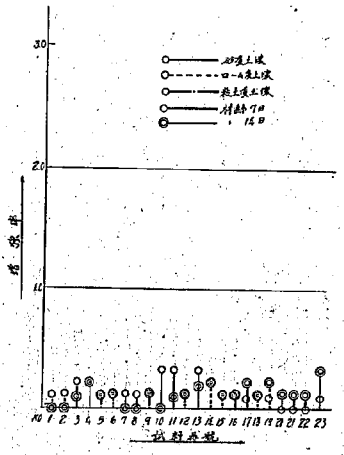
圖—5(2)　珪酸ソーダ(8%)



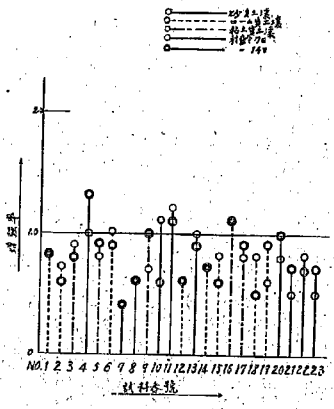
圖—5(3)　瀝　(2%)



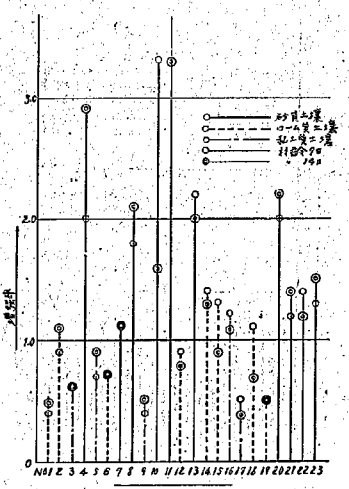
圖—5(3) 礫 (8%)



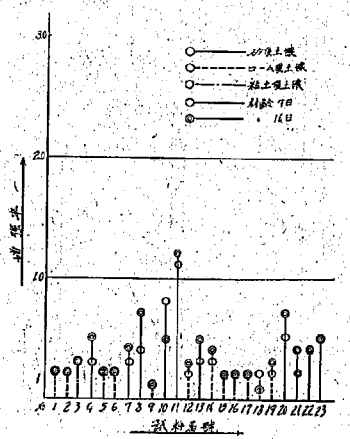
圖—5(4) ポルトランド普通セメント(2%)



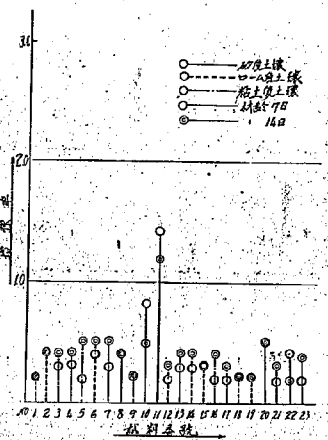
圖—5(4) ポルトランド普通セメント(8%)



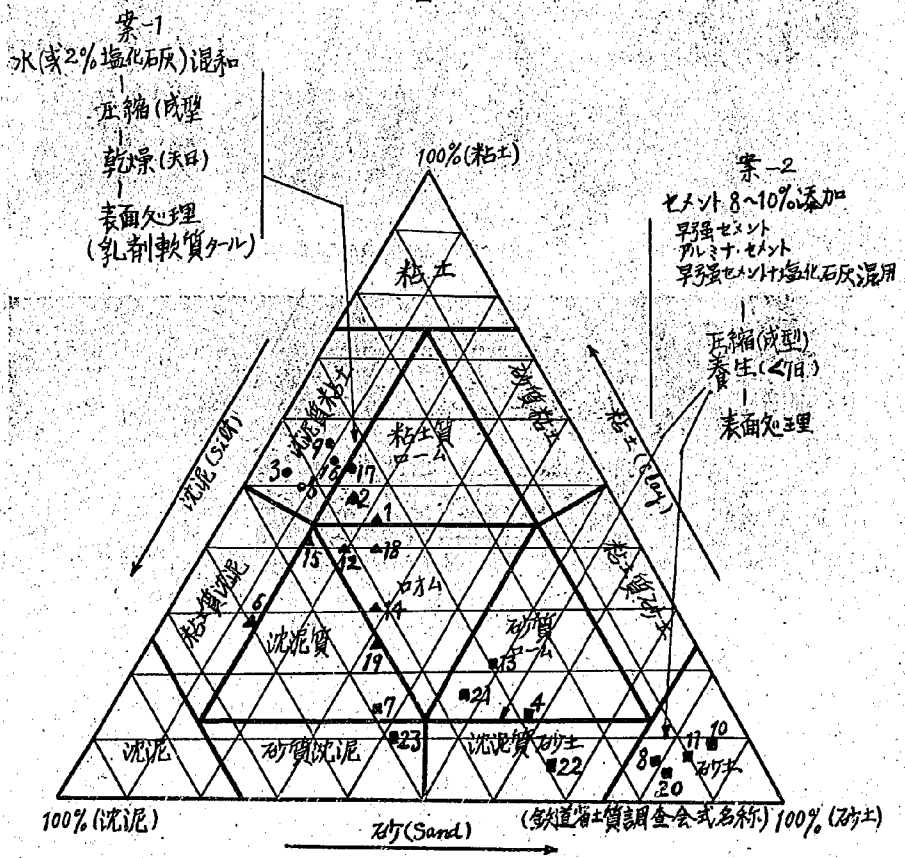
圖—5(5) 混合用アスファルト乳剤(10%)(試料濕潤)

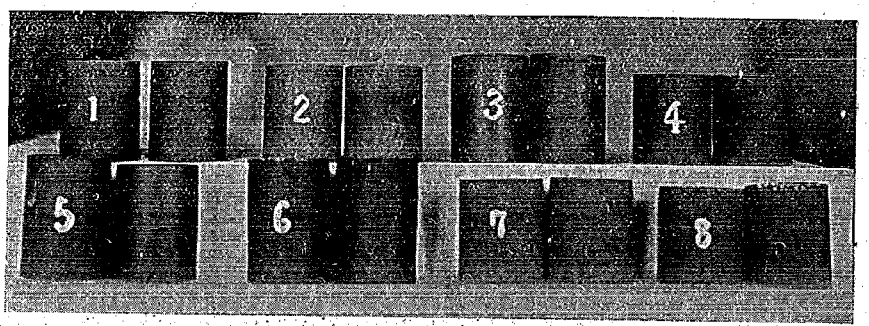


圖—5(5)　混合用アスファルト乳劑(10%)(乳劑稀釋)

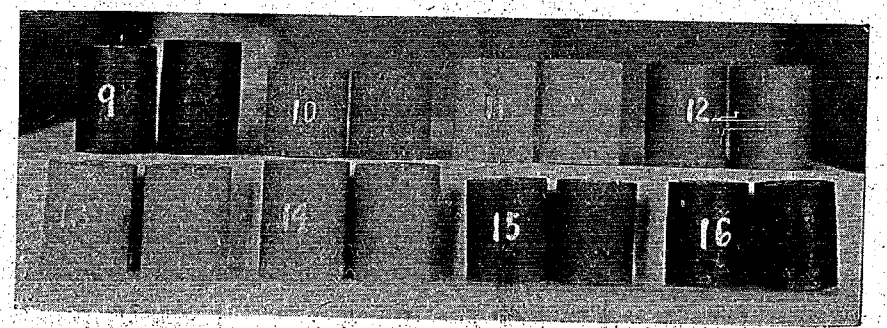


圖—6

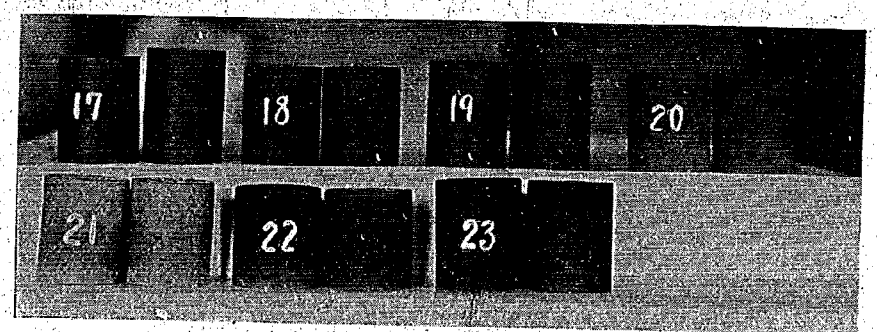




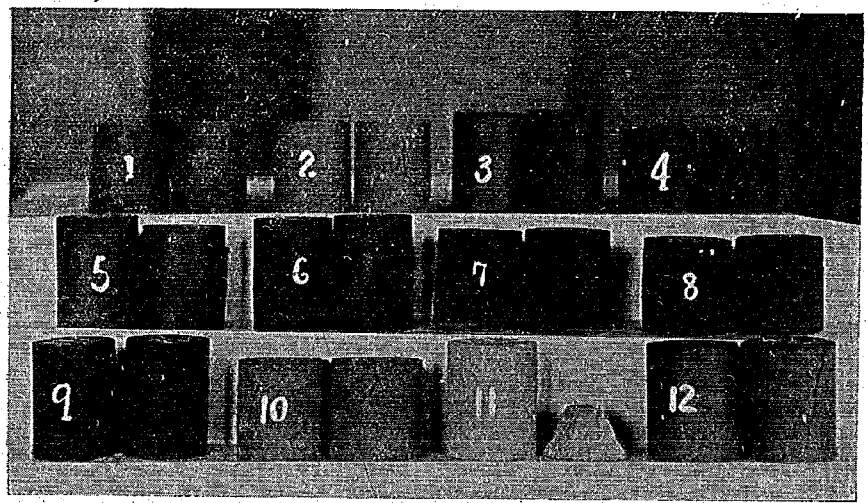
窯屬—1(a) 强度試驗用成型供試體



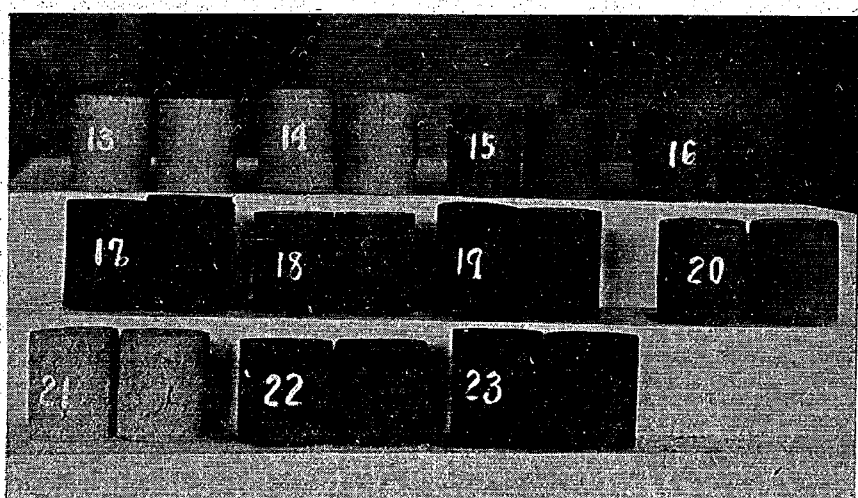
窯屬—1(b) 强度試驗用成型供試體



窯屬—1(c) 强度試驗用成型供試體



寫眞—2(a, b)　强度試驗後破壞供試體



寫眞—2(b, c)　强度試驗後破壞供試體

土木試験所出版圖書

(* 印は殘部なし)

報告

號	件名	發行年月
1	路面及勾配が馬車運云に及ぼす影響に就ての研究中間報告(牧) 瀝青質材料竝瀝青質混合物に關する研究第一報(三木)	(大正)14. 3
2	瀝青質材料針度に就て	15. 1
3	「ヴァイアログ」に依る路面凹凸測定 瀝青混合物に關する研究 「アスファルト」合材混合の際に於ける「アスファルト」の粘度に就て	15. 2
*4	急硬セメントに關する試驗報告	15. 5
*5	簡易鋪裝に關する試驗報告	(昭和)2. 3
*6	混凝土及鐵筋混凝土抗扭力試驗報告(宮本)	2. 5
*7	八幡製鐵所副產部製品,瀝青質材料,瀝青質鋪裝,「セメント」類及揮發油に對する「アスファルト」の可溶率等に關する試驗成績(三木,山田耕,小田)	2. 7
*8	瀝青質材料標準試驗方法 石材類標準試驗方法	2.10
*9	急硬性「セメント」に關する試驗(三木,高田,稻生,小田,大和田) 「ソリデチット」の耐壓强度に關する試驗(高田,細山) 「ブロック」に關する試驗(西川,眞崎,船山) 高知縣黑潮川產砂に關する試驗(高田) 多摩川產砂利及砂に關する調查(高田) 石材類試驗成績(高田,眞崎)	2.11
*10	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て(第一)(藤井,船山) 道路橋振動試驗(宮木)	3. 3
*11	瀝青滲透ブロック試驗成績(三木,小田) 鋪裝工事用サーフエス・ヒーターの碎石に及ぼす影響に關する試驗(高田) 常願寺川產砂に關する試驗(高田,眞崎,細山)	3. 7
*12	アスファルト・ブロック試驗成績(三木,松本) 各種アスファルト・ブロック比較試驗成績(三木,松本) 石油アスファルトとコール・タール・ピッチとの混合物に關する試驗(三木,山田耕)	
*12	瓦斯燈及骸炭爐タール及ピッチに關する試驗成績(三木,山田耕) コール・タール・ピッチ中の純瀝青に就て(三木,山田耕) 大氣中に於けるアスファルト・セメントの變化(永峯) 石炭瓦斯のアスファルト・セメントに及ぼす影響(永峯) 標準砂モルタルの强度に及ぼす火山灰及石粉の影響(高田)	4. 1
13	ポートランドセメント混凝土鋪裝の磨耗試驗(山田,船山) 橋梁用敷板强度試驗(宮木,鈴木) 舊鐵橋鐵材の腐蝕に關する調查(宮木) 鋪裝用鑄鐵ブロック磨耗試驗(高田)	4. 5
*14	瀝青乳劑及ピチユマルス鋪裝に關する試驗(藤井,永峯) 瀝青滲透ブロックに關する試驗(三木) 瀝青質材料の滲透性に關する試驗(三木) 瀝青質材料の粘度及膨脹係數に關する試驗(三木,山田耕)	4.12
*15	北上川陸開式轉動堰模型試驗(物部,宮木,伊藤) 電氣鎔接法による鐵筋の接合(宮木) 現場打混凝土の耐壓試驗報告(高田)	5. 2
*16	路面の構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て(第二)(藤井) 瀝青滲透ブロック鋪裝試驗(三木) 工事用石材試驗成績(高田,眞崎)	5. 5
*17	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響に就て(第三)(藤井)	5. 5
*18	混凝土鋪裝の粗骨材別磨耗比較試驗(山田,船山) 鋪裝混凝土工に及ぼす氣象作用の影響竝に之に應ずる設計及工法に就て(一)(藤井) 鬼怒川上流改修工事用角礫凝灰岩砂利及砂に關する試驗(高田) 鐵筋混凝土道路橋設計資料(大野) 各種土木工事用材料試驗成績(三木)	5.10
*19	路面構造の運輸經濟に及ぼす影響竝に之に基く道路設計の基本に關する研究(第四)(藤井)	5.11
*20	東京山手赤土の彈性的性質に關する試驗(一)(高田) 基礎の沈下量算定法(一)(松村) 岩淵水門に關する水理試驗(宮木,	6. 6

號	件名	發行年月
*20	伊藤) 單鉸拱模型試驗(三浦) 國道鐵筋混凝土丁桁橋標準設計案(大野)	
21	背水曲線の一般的解法(物部, 伊藤) 單鉸拱の振動に關する理論竝に實驗(三浦) 混凝土鋪裝の縱目に關する試驗(山田, 船山) 河水のポルトランド・セメントに及ぼす影響(西川, 川畑) 標準砂モルタルの强度に及ぼす石粉の影響(高田) 瀝靑乳劑試驗成績(西川)	6.12
22	地震時土壓の實驗的研究(松尾) 混凝土鋪裝縱目用ニラスタイト試驗(西川, 松本) 高田馬場試驗鋪裝の路床土質に關する試驗(高田) 基礎の沈下量算定法(第二)(松村) 新土壓計算圖表(本間)	7. 5
23	簡易鋪裝に關する實地比較試驗(山田, 船山) 鋼矢板試驗(背木) 大和川筋龜ノ瀨地辷に關する調査(第一)(高田)	7. 7
24	道路の背向曲線の設計に就て(藤井) 阻柱に關する試驗(本間) 乳劑の粘度に就て(島田) 府縣道鐵筋コンクリート丁桁橋標準設計案(大野) 碎石の磨損率に關する一試驗(高田) 三陸津浪調査報告(松尾) 本邦產鋪裝用石材(附錄)(高山, 眞崎)	8. 6
*25	本邦鋪裝用タールの性質に就て(西川, 山田耕) 横溢流堤流量試驗(伊藤, 本間) 擁壁の安定增大に關する一提案及之に關する試驗(松尾) 砂利層の支持力に關する試驗(第一報)(山田, 船山) 鋼矢板試驗(續)(青木) エタニット・パイプ試驗(青木)	8.11
26	地震に因る動水壓を考慮せる重力堰堤の斷面決定法(物部) 田中村調節池溢流堤に關する水理試驗(本間) 瀝靑鋪裝切取試驗體の性質(西川, 松本) 道路鋪裝用瀝靑乳劑の性狀に關する基本的研究(第一報)(島田, 福島) 自動車の路面に及ぼす衝擊に關する研究(其一)(松村)	9. 3
27	道路用骨材の性質に及ぼす粒子形狀の影響に就て(藤井) 津浪の災害輕減に關する模型試驗(松尾) 津浪の變形の理論(本間) 三陸津浪調査報告(追加)(松尾)	9. 6
27	自動車の路面に及ぼす衝擊に關する研究(其の二)(松村) 瀝靑透入マカダムに關する試驗(第一報)(山田, 船山)	
28	地震動による土堰堤の變形(松村) 斜張鋼引張試驗用小型試驗片(青木, 佐藤) 國產瀝靑乳劑試驗成績(西川) 骨材及び類似材の靱性に關する研究(島田) 鐵筋コンクリート無鉸拱の經濟的並に耐震的設計(1)(大野)	9.10
29	矢板擁壁の控板に作用する力に關する試驗(松尾) 瀝靑纖目材試驗成績(西川, 松本) 南洋材カボール並にターペンタインの物理的諸性質に關する試驗(青木, 石川) 道路鋪裝用瀝靑乳劑の性狀に關する基本的研究(第2報)(島田, 福島) 阪神地方沿岸風水害調査報告(松尾)	9.12
30	道路鋪裝用瀝靑乳劑の性狀に關する基本的研究(第3報)(島田) 鐘口狀河口に於ける水流に就て(本間) 下關海峽の潮流に關する模型試驗(本間) 基礎版の基本的研究(第1報)(松村) 溢流堤下游洗掘防止に關する一試驗(八木) 國道鉄筋鉄桁橋標準設計案(青木, 牧野)	10.4
31	土砂の安定强度試驗(山田, 西川) 本邦鋪裝用タールの性質(其のⅡ)(西川) 道路鋪裝用タール乳劑に關する研究(第1報)(福島, 川畑) 擁壁裏込の土壓輕減の効果に關する試驗(松尾) 浦戸港々口の潮流に關する試驗(第1報)(本間)	10.8
32	本邦道路橋の重量(青木, 佐藤) 道路鋪裝タール乳劑に關する研究(第2報)(島田) 河川灣曲部に於ける水流に就て(本間) タールとアスファルトとの混合物の鋪裝材としての性質(西川) タール鋪裝と水稻の發育との關係(西川) ポートランドセメントの凝結後に於ける溶解物のPHに就て(高田) 王泊堰堤の湯水の溫度及水素イオン濃度(高田)	10.11
33	砂利路面工の配合比に關する試驗(山田, 船山) 鋼橋鋲接審壓縮試驗(青木, 鈴木) 基礎版の基本的研究(第2報)基礎桁(松村) 道路鋪裝用アスファルトの力學的特性に就て(其の1)(島田) 停止波に就て(横田)	11. 3

號	件名	發行年月
34	瓦斯切斷による削殺が鉚接の强度に及ぼす影響(青木) 防波堤の安定に關する一試驗(松尾) 二,三の土木材料の比熱測定結果に就て(島田) 二,三の外國製鋪裝用瀝青乳劑の性狀に就て(福島) 土砂の安定强度に及ぼす加壓回數の影響(山田)	11. 6
	土木工事用金屬材料分析試驗(西川,福島,川畑) 種々の土木工事用材料に關する試驗(西川,福島,川畑) 施工方法による砂利路面工の耐力の比較試驗(山田,船山) 鐵筋コンクリート無鉸拱の經濟的並に耐震的設計(2)(大野)	
35	基礎版の基本的研究(第3報)圓形基礎版(松村,中西) 浦戸港々口の潮流に關する試驗(第2報)(松尾,本間) アスファルト混合タールの鋪裝材としての性質(西川)	11. 8
	鋪裝コンクリートの力學的性質に關する試驗(藤井) 道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究(第4報)(島田)	
36	瀝青透入マカダムに關する試驗(第2報)(山田,船山) 熔接鈑桁突縁鈑衝合接手の接合角度に就て(青木)	11.11
	大阪港附近の津浪の災害輕減に關する模型試驗(松尾) 道路鋪裝用瀝青乳劑の性狀に關する基本的研究(第5報)(島田)	
*37	骨材の最大密度の粒度に就て(藤井) 土の乾燥に伴ふ壓縮强さの變化(山田) アスファルト,タールの性質に及ぼす氣象作用の影響,特にその海岸の場合の性質變化(西川,山田耕)	12. 5
	岸壁裏込の特殊工法がその安定度に及ぼす影響に關する試驗(松尾,高橋) コンクリートの熱的性質に關する試驗(第1報)(島田)	
*38	現場コンクリートの强度並に之に及ぼす施工條件の影響に就て(藤井,大野,佐藤) 現場に於ける瀝青乳劑製造の設備及び裝置並にその乳劑の性質に關する試驗(西川,福島)	12. 9
	重力式岸壁の耐震限度(松尾,大門) 彈性地盤上の圓形水槽(松村,中西)	
*39	電氣熔接法による鐵筋の接合(第2報)(青木) 本邦鋼道路橋衝擊係數に關する一考察(小澤) 路面の光反射に關する試驗並に之に基く道路照明基準に就て(島田)	12.11
	X線反射法によるV形衝合電弧熔接部の內部歪分布試驗(第報)(島田)	

號	件名	發行年月
*40	滿洲產タール,重油,中油及び重油に依るカット・バックタール等の鋪裝材料としての性質(西川,山下) 鐵線蛇籠の防錆塗料に就て(西川)	
	江戶川河水統制水門下流洗掘に關する水理實驗(青木,横田) 江戶川河水統制水門に於ける鹹水の侵入に關する實驗(横田)	12.12
	路面の縱及横滑り摩擦抵抗に及ぼす路面種別と其の性狀との影響に就て(島田)	
41	利根川河口の防波堤,導流堤,航路波浪及び砂洲の消長に關する模型試驗(松尾) 普通,早强,中庸熱,珪酸質混合セメント及び高爐セメントに關する比較試驗(第1報)(川畑,齋藤)	13. 5
	自動車の速度に及ぼす車線幅の影響に關する實驗,並に之に基く鋪裝幅員の決定に就て(金子) 河川工事用蛇籠の强度並に耐久性に關する試驗(青木,鈴木)	
42	上路補剛構桁を有する鉄橋に關する研究(小澤) 杭の水平抵抗力に關する試驗(第1報)(松尾,高橋) 瀝青乳劑の試驗成績より見たる品質の比較,並にその最近の趨勢に就て(西川,松本) 流速計檢定成績(松尾,八木) 金熔接國道橋鶴川橋の設計並に熔接作業に就て(青木)	13. 8
43	路線路面の經濟的價値に關する試驗(1)(藤井) 神崎川分流に關する模型試驗(松尾,栂澤) 砂防堰堤の洗掘防止に關する水理試驗(第1報)(安藝,秋田) 混成ムールの性質に及ぼす氣象作用の影響,特に海岸の場合に於ける性質變化(西川,山田耕) 江戶川河水統制水門附近の河水の鹽分含度試驗(福島) 新京濱國道多摩川架橋地點に於ける河水の水質化學試驗(福島) 鋪裝用アスファルトの温度傳導率に關する試驗(島田)	13.11
44	勢力式に依る變斷面對稱長柱の挫屈荷重を求むる近似計算法(横田) 河川の自然勾配に及ぼす砂礫の性質と掃流力との影響に關する調査並に之に基く河川平衡勾配に關する實驗的研究(第1報)(安藝) 瀝青鋪裝切取供試體の試驗結果より見たるその性質の比較(西川,松本) Q市のアスファルト鋪裝に關する試驗(第1報)(松本)	14. 2
45	境界試驗の成績より見たる瀝青乳劑の品質比較,並に最近の趨勢に就て(西川,松本) 物理地下探査法に依る橋梁架設地點の岩盤の深さに關する試驗調査	14. 4

號	件名	發行年月
	(烏川)	
	鐵筋コンクリート梁に關する壓縮强度試驗(一本)	
	上下弦に任意の慣性モーメントを有せるフィーレンディール梯の應力算定法(1) (佐藤)	
	波による河口附近の砂の移動に關する實驗(本間)	

彙報

號	件名	發行年月
1	試驗調査事務分掌 試驗調査事項の處理方法 現在實施中の主なる試驗調査事項 昭和11年に於ける材料その他の依賴試驗 備付雜誌 附 處務細則	12. 3
2	赤羽分所水理試驗設備	12. 3
*3	獨逸 Oder 河の流量調節の Ottmachau 貯水池建設に就て	12. 8
4	黄河に關する H. Engels の模型實驗に就て	13. 3

號	件名	發行年月
46	河道に設けた貯水池の水理(伊藤) 杭の水平抵抗力に關する試驗(第2報)(松尾) 普通早强ポルトランドセメント及高爐セメント及礦滓セメントに關する比較試驗(第2報)(川畑) 河川合流點の調整に就いて(第1報)(安藝)	14. 7
5	大塊コンクリート用特殊セメントに就て(第1報)	13. 8
6	大塊コンクリート用特殊セメントに就て(第2報)	13.11
7	Mississippi 河の改修計畫 (横川) Vicksburgに於ける國立水理試驗所に於ける模型實驗 (佐藤) Mississippi 河改修工事施行設備並に工法 (安藝) 堤防築設に關する土質力學的理論とその應用 (片平)	14. 9

其他

*本邦道路橋輯覽	14.12	
*本邦道路橋輯覽 第二版	3. 3	
本邦道路橋輯覽(增補)	3. 3	
*第六回國際道路會議に關する報告書	7. 4	
土木工事用材料標準試驗方法	7. 4	
本邦道路橋輯覽 第三輯	10.11	
本邦道路橋輯覽 第四輯	14. 4	
道路用アスファルト乳劑臨時規格(案)(西川)	14. 7	

昭和十四年十一月一日印刷
昭和十四年十一月五日發行

內務省土木試驗所
東京市本鄉區駒込上富士前町二十六番地
電話大塚(86)自3101番至3103番

印刷者　井上源之丞
東京市板橋區志村町五番地

印刷所　凸版印刷株式會社
東京市板橋區志村町五番地