

論 說 報 告

第 27 卷 第 2 號 昭和 16 年 2 月

擁壁に作用する地震時土壓の分布状態に関する實驗的研究

(昭和 15 年 4 月 4 日第 4 回工學會大會講演會に於て一部講演)

會 員 松 尾 春 雄*

要 約 地震時壁面に作用する土壓の分布状態を明にする爲、寸法 40×43×110 cm 及び 183×190×734 cm の 2 種の振動函に乾燥せる砂を満し之に水平振動を與へて鉛直壁面に於て各深さの壓力の強さを測定した試驗結果である。之に依れば振動中に土壓が振動周期と共に變化する量は土の深さに比例して増大せず却つて表面附近に於て大である。従つて地震時土壓の計算には左來とは全然考へ方を變へなければならぬ事が明になつた。

目 次

- | | |
|---------------|--------------|
| 1. 緒言 | 3. 大型振動函試験 |
| 2. 小型振動函試験 | 1. 試験の装置及び方法 |
| 1. 試験装置及び試験方法 | 2. 試験の種類及び結果 |
| 2. 試験の種類及び結果 | 4. 結言 |

1. 緒 言

土木試験所報告第 22 號(昭和 7 年 5 月)及び本誌 18 卷 8 號(昭和 7 年 8 月)に地震時土壓の實驗的研究として報告したものは乾燥した砂を詰めた小型振動函に水平振動を與へた場合振動に直角な壁面に作用する全土壓力をピエゾ電氣壓力計によつて測定した結果であつた。之に依れば壁面に作用する全土壓力は地震時土壓公式として物部博士及び岡部博士が提案された計算式に近い値が得られ、尙主として次の事柄が明にされた。

1. 擁壁が地震を受けた場合、最大震度に達した初期に於て土壓力は最大である。
2. 裏込土砂のゆり込みに依る影響の爲、振動後に於ける静止土壓力は理論上の正土壓よりも大なる値を示す。
3. 土砂ゆり込みの影響は震度が小なる時に比較的大であつて、この爲に計算値より大なる値を示す事がある。
4. 裏込土砂の突固めを十分にすることは振動初期の増加壓力を小にする効果がある。

以上の結果は壁に作用する壓力を水平 2 支點にて支へた場合の全壓力の測定結果に基いて論じたのであつて、壓力の分布状態に就ては殆んど検討を試みる事が出来なかつた。

但し實驗中に震動による増加壓力は割合に壁上方に於て大である事を認めたが(同報告 54 頁参照)之は壁に彈性支點を用ひた爲と解釋した。しかして壁全體に作用する土壓力は物部、岡部兩博士によつて示された計算法による値に近いものが觀測されたので擁壁の地震時安定計算には、更に異つた寸法の種々の試験結果によつて地震時土壓の量が定量的に決定される迄は近似的に上記の算定法に依るを適當と結論したのであつた。

本報告は前報告に疑問として殘されてゐた壓力の分布状態に就て試験を行つた結果である。

即ち前報告に於ては主として壁面全體に作用する土壓の係數及び底面の周りの力率に就て論じたのであるが、本報告に於ては主として各深さに於ける壓力の強さを測定した結果を報告する。

砂の深さ 43 cm. 及び 190 cm. の 2 種の振動函を用ひ各函に於て砂の深さを數種に變へた場合に乾燥砂が壁面に及ぼす壓力の強さの變化を實驗的に求めた、小型試験では壁を固定した場合及び彈性變位を許した場合の比較をも行つた。

* 内務技師 工學士 内務省土木試験所

2. 小型振動函試験

1. 試験装置及び試験方法

一般装置及び振動函 振動函は前報告に述べたものと同様のものを使用した。即ち幅 40 cm, 高 43 cm, 長 110 cm の内法寸法の側面硝子の鋼製函であつて、長さの方向の端に於て最大 40×40 cm の面に作用する壓力を測定し得る。振動は函を釣る 4 枚の鐵板（本報告のものは厚 0.85 cm, 幅 7.75 cm, 長 110 cm のものを使用す）により壓力測定面に直角の方向に振動を與へた。振動は特別の振動装置を用ひず人力に依つた。即ち豫め振動周期を測定し、この周期より最大水平加速度と重力の加速度との比即ち震度が 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 等に相當する振幅を算定しおき、振幅が之に相當する時に壓力の記録の中に之を記録するやうにした。

振動周期は函の中の測定壁に於ける砂の深さが 40, 30, 15 cm の 3 種の場合夫々 0.90, 0.84, 0.75 秒であり各震度に相當する振幅 r は次の通りである。

表-1. 各震度に相當する振幅 r (cm)

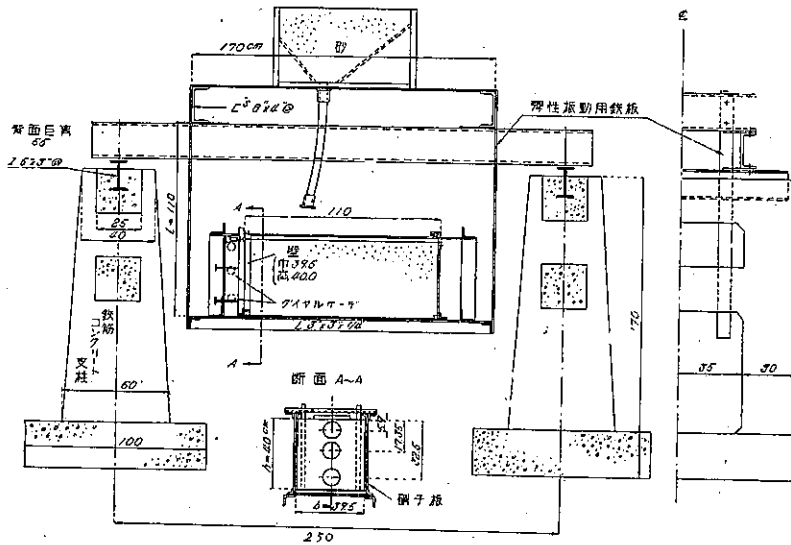
周 期	0.90 秒	0.84 秒	0.75 秒
震度 $k = \alpha_n/g$ 0.1	$r = 2.02$ cm	$r = 1.75$ cm	$r = 1.40$ cm
〃 0.2	4.04	3.50	2.80
〃 0.3	6.06	5.25	4.20
〃 0.4	8.08	7.00	5.60

振動中に於ける振幅は本報告のものは固定指示器が示す振動函の目盛を讀んだ爲に振幅に於て最大 0.2 cm 程度の誤差が入つてゐると思ふ。

この装置では水平振動と共に上下方向の加速度を伴ふ譯であるが之は水平の加速度に比し極めて小であるから計算には省略した。

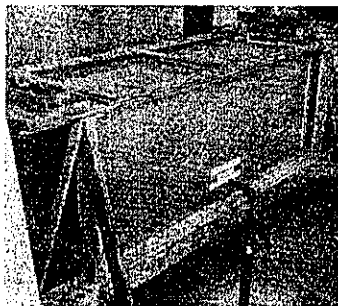
圖-1. 小型振動函及び振動装置

(a) 側面圖



(b) 振動函寫眞

(c) 測定装置



壓力測定壁面 壓力測定壁面は圖-1 の断面 A-A に示す通りであつて、幅 39.5 cm、高さ 40 cm、厚さ 2.8 cm の檜板の壁を振動函の一端に固定し、この壁面の中心線に沿つて 3 個の受壓器を取付け得る様装置した。但し受壓器の寸法の爲同時には 2 個だけしか取付ける事が出来なかつたから上中下の 3 個の中、上と下、中と下といふ組合はせに就いて測定を行つた。

函の中に詰める砂の深さは測定壁面上 40 cm、30 cm 及び 15 cm の 3 種とし測點の中心の砂表面からの深さは夫々 $h=5.9, 17.35, 32.5$ cm; $h=7.35, 22.5$ cm; $h=7.5$ cm である。壁は外側に縦に取付けた 2.6×3.0 cm の 2 本の角材により振動函に固定する。壁に 2 個の各、重量 1.15 kg の受壓器を取付けた状態での重量は 6.045 kg であつた。

弾性支點の場合には三角形の断面（底幅 1.5 cm、高 1.0 cm、長さ 1.0 cm）を有する 2 個の眞鍮製金具を壁の下端に中心間隔 27 cm に取付け壁全體がその三角形の頂點の周りに動き得る様装置した、壁の外側の水平支點には壁の上端中央に 2×2 cm 厚さ 0.6 cm の弾性ゴム ($E=141$ kg/cm²) を取付けた上に同じ寸法の眞鍮角板を取付け之を支柱にて支へた。振動中の壁の函に對する動きを観測する爲に中心より約 6 cm の線上 3 ヶ所の高さに於て壁外側に 1/100 mm 讀みのダイヤルゲージを取付け振動中の函に對する動きを讀み取つた。肉眼によつた爲振動中の讀みは最大 2/100 mm 程度の誤差があり得る。

壓力測定装置 圖-2 左に示した如き受壓器を壁に「ねち」を以て取付けた。厚さ 0.1 mm 直径 6.3 cm の磷青銅板の膜面に作用する壓力により受壓膜面と固定眞鍮板との間隙に變化を生じ、之を電氣的に記録する装置であつて圖-2 右の配線圖に示した發振回路中に受壓器コンデンサーを入れ、この容量の變化により眞空管のプレート回路中に生ずる電流の變化をオシログラフ振動子にて記録する。

試験開始に先立ち受壓器を水壓検定器に取付けて受壓器コンデンサーに加はる壓力と容量の變化との關係を別に上記コンデンサーと

並列につないだ標準コンデンサーによつて明にした。検定の後受壓器を振動函の土壓測定箇所に取付け函内に靜に砂を満し表面を均した後靜土壓を受壓器コンデンサーの容量の變化により測定する。

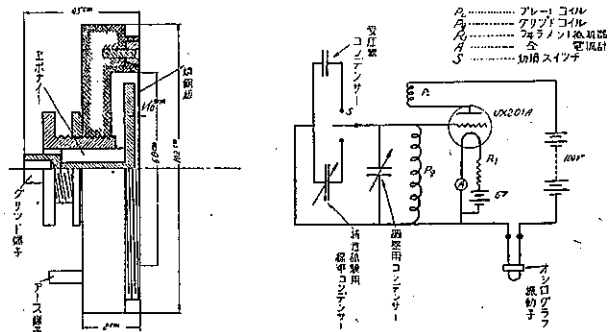
次にこの靜土壓に相當する位置よりの振動子の振れと容量の變化を標準コンデンサーにて讀み取つた後に振動土壓の測定を開始する。検定より試験開始までの時間は最長 30 分であつて此の時間の経過による電源の蓄電池の電壓低下の影響がない事は豫め之を確めた、又振動中導線の位置の變化によつて容量の變化を生ずる虞れがあるが、空の状態にて試験した結果この影響は殆どない事を確めた。

受壓器膜面の歪は壓力が 16 gr/cm² の場合に $1.6/100$ mm であつた。

試験方法 受壓器を検定した後之を函壁面に取付け振動函を固定し靜に砂を満す。砂は豫め振動函砂表面上約 90 cm の高さに底面を有する大きさ 74×60 cm 深さ 45 cm の高置貯槽に入れておき、その底面から内徑 2.3 cm のゴムホースにより振動函中に落とし込む。之は砂詰め状態を常に同一にせん爲めである。常に表面が成る可く水平になつてゐる様に満す。満し終つて後表面を靜に均し靜土壓を測定して後振動試験を行ふ。

砂詰めに必要な時間は深さ 40 cm の場合に 15~17 分、30 cm の時約 10 分、15 cm の場合に約 7 分である。各試験毎に砂を出し入れする手数を少くする爲に試験結果に影響を及ぼさないと考えられる部分の砂は残す事にした。即ち壁に接した底面幅約 20 cm を残し之から砂の自然勾配約 30° に上方に廣がつた部分の砂を常に入換へた。

圖-2. 壓力測定用受壓器(左)及び發振回路



振動試験は普通次の順序を標準とした。即ち

第1回、静止状態から次第に振幅を大にし約30秒の間に震度0.4に相当する振幅まで到らしめる。その同一振幅の振動を約30秒継続した後振幅を次第に小にして約30秒の間に静止の状態に到らしめる。此の間の壓力の時間的變化を長さ約33cm幅9cmのオツシログラフプロマイド紙上に記録し、各震度毎に記號を入れる。

第2回、第1回の振動の終つた後静土壓を読み取り(約1分間を要す)次に第1回と同様の記録をとる。

第3回、同様の事を更に反復する。

第4回、壓力の變化を詳細に検討する爲普通震度0.4の状態の壓力波を記録圓筒の回轉を早くして記録する。

以上で1組の試験を終るのであるが試験中の壁面の動きは各震度毎に普通3個のダイヤルゲージにて読み取つた。又實驗の各1回の終りに於ては砂表面の沈下量を見た。

砂 砂は前報告の試験に用ひたと略同じものである。即ち荒川の水門下流にて採取した平均粒徑0.225mmのものである。採取の後充分に水洗ひして泥を除き日光にて乾燥したもので直徑10cmの圓形剪斷面を有する簡単な剪斷器による試験の結果 $\gamma = 0.56 \text{ g} + 0.0016 (\text{kg/cm}^3)$; $\varphi = 29^{\circ}20'$;

砂と壁面との間の摩擦角は $\varphi_0 = 29^{\circ}$ であつた。砂粒の比重は2.70であるが單位容積の重量は既記の方法にて計めた場合函底面に於て $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$ の内法の小箱をおき3回測定の結果は平均 $w = 1.358$ 函上端附近に於て1.324である。振動後に於ては之より稍重くなる。上記小箱の側面をたゞいた時 $w = 1.48$ までに到るが、試験中は此の如く密にはならない。計算には $w = 1.33 \text{ gr/cm}^3$ を採つた。

2 試験の種類及び結果

試験の種類は表-2に示す通りである。即ち砂の深さ $H = 40 \text{ cm}$ の場合は深さの異なる3點、30cmでは2點、15cmでは1點の壓力の變化を調べた。深さ40cmのものみに就ては彈性支點の状態での試験をも行つた。之では支點の状態が常に變化するらしく結果は常に一樣なものが得られなかつた。

表-2. 試験の種類

試験番號	砂の深さ H (cm)	支 點	測點の地表面よりの深さ h (cm)	連続振動回数	振動周期(秒)
A-1	40	固 定	5.9 32.5	3	0.90
2	"	"	17.35 32.5	2	"
3	"	"	" "	"	"
B-1	30	"	7.35 22.50	3	0.84
2	"	"	" "	4	"
C-1	15	"	7.5 "	"	0.75
2	"	"	" "	"	"
A'-1	40	上, 彈性 下, 固定	17.35 32.5	3	0.90
2	"	"	" "	3	"
3	"	"	5.9 32.5	"	"
4	"	"	" "	"	"
5	"	"	7.35 32.5	"	"
6	"	"	" "	"	"

固定支點による試験結果 振動中の壓力の記録は本文終りの寫真に示す通りであつて、之等を整理して圖-3~5の結果を得た。その中深さ40cmの場合は試験の初めに測定した周期に誤があつた爲0.4の震度までの結果が得られなかつた。

圖は各震度での壓力の振幅を示したものであるが、之によれば第1回の振動による壓力の振幅がその後の同一震度の振幅に比し著しく大である。振り初めには砂のゆり込みの影響の爲壓力の變化が大となるがその後は落付いて一定の状態になる爲と思ふ。壓力は第2回の振動以後は殆ど一定となる。依つて今第1回の振幅を次第に大

図-3. 固定支點による $H=40$ cm 試験結果

圧力の変化及び壁の變位, 左圖は試験 A-1 の結果で $h=32.5$ cm 及び 5.9 cm (下, 上) の組合せ, 右圖は A-2 及び A-3 の2回の結果で $h=32.5$ cm 及び 17.35 cm (下, 中) の組合せ。左圖上には $h=17.35$ cm に於ける壁の振動試験中の變位を示した。

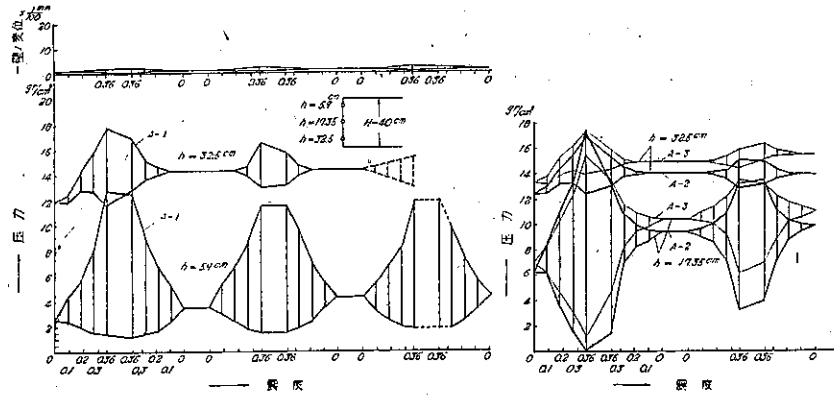


圖-4. 固定支點 $H=30$ cm

壁の變位測點の上, 中, 下は壓力測定と同じ高さである。
B-1 及び B-2

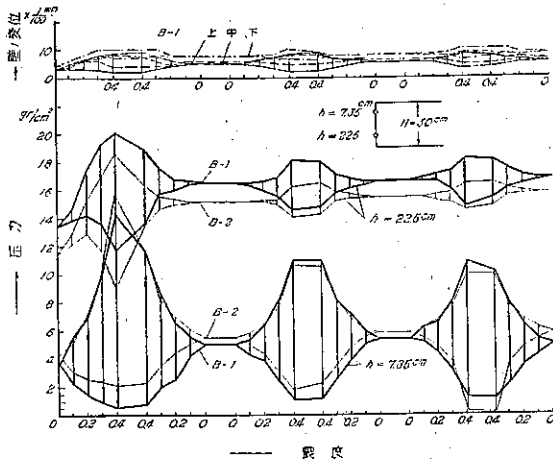


圖-5. 固定支點 $H=15$ cm
C-1 及び C-2

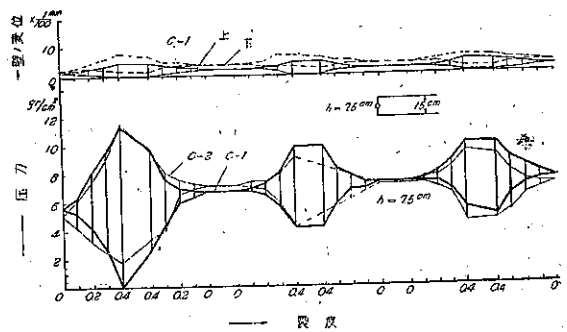


圖-6. 壓力の分布状態固定支點 $H=40$ cm 第 1 回最初の振動の場合

左圖は高さによる壓力の變化; ●○等は震度 $k=0, 0.1$ 等の観測値を示す。右圖は観測平均値 p を土壓係數 $C_h (=p/wh)$ に換算した値を示す。同圖右下太線は壓力の重心の高さを示す。細線は $k=0$ より増加壓力のみに就ての重心の位置。試験 A-1 乃至 A-3

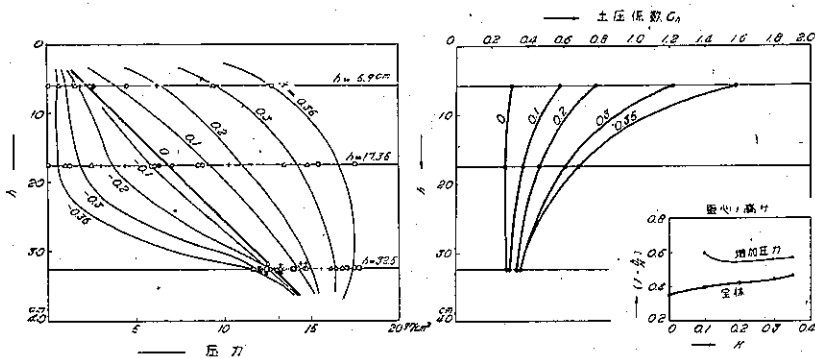


圖-7. 同上第2回目の振動

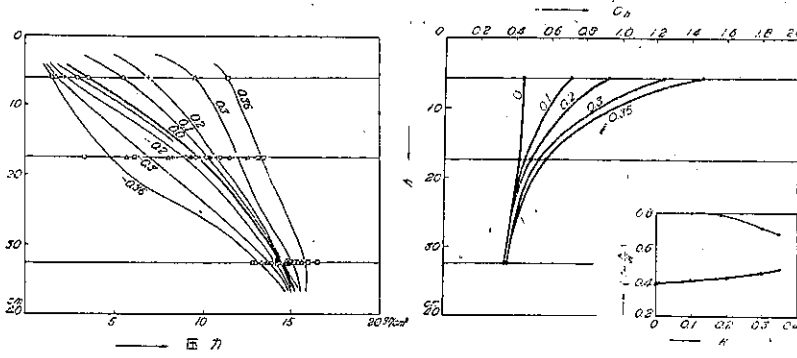


圖-8. 固定支點 $H=30$ cm の第1回最初の振動

B-1 及び B-2

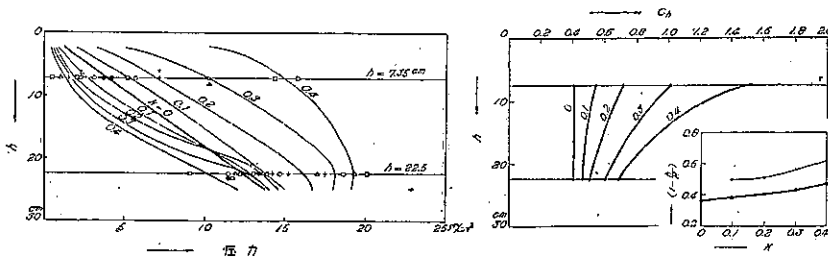


圖-9. 同上第2回目の振動

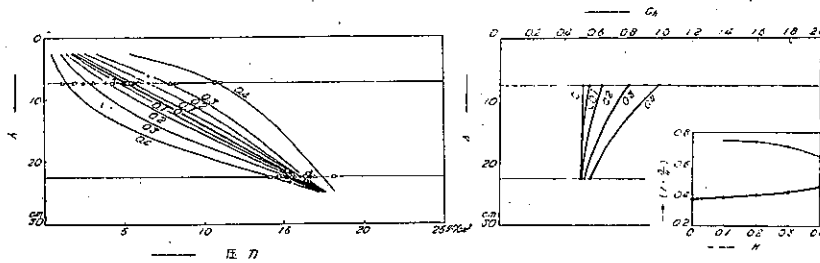
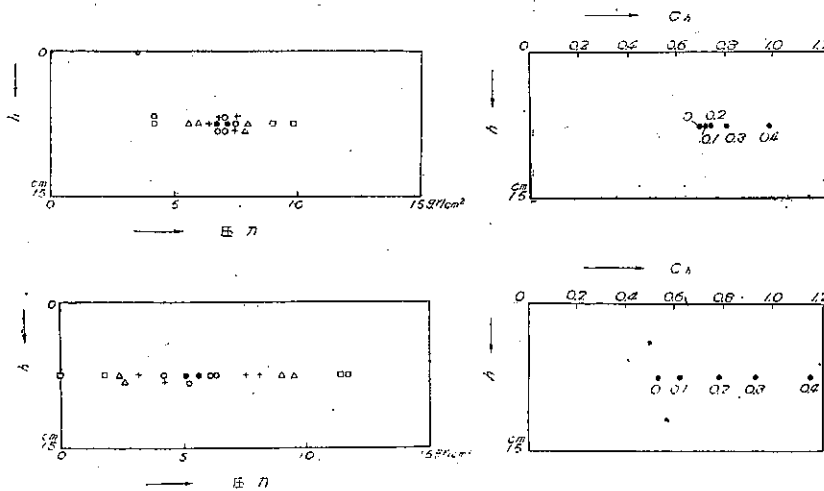


圖-10. 固定支點 $H=15$ cm の試験結果及び土圧係數

上は第1回最初の振動, 下は第2回目の振動。C-1 及び C-2



にする振動時に於ける壓力と、第2回目の同じ時の壓力の最大最小の値を各高さの壁毎に換算圖-6以下に示した。

之に依れば地震時に増加する力は砂の表面附近で大であつて底に至るに従ひ稍小となる。今此等を土壓係數に換算して圖の右に示した。 h を砂の表面よりの深さとすれば最大壓力 p を wh にて除した値である。

各震度毎の最大壓力の變化及びその重心の位置は圖-6以下の右に示した通りである。重心の高さは全體の壓力及静止土壓を差引いた増加壓力のみの場合との兩者に就て算定した。簡單の爲一つの壓力測點を中心として、その隣の測點の中央までは同じ壓力分布状態にあるものと假定して計算した。従つて高15cmの場合には測點が1個である爲この計算を行ふ事が出来なかつた。

之によれば全體の重心即ち各震度に於ける最大壓力の合力の高さ $(1-h/H)$ は静止の状態では0.4より小であるが、震度の増大に伴ひ次第に大となる。増加壓力のみの重心の位置は第1回と第2回との間に著しい差があるが何れの場合も0.5より大である。

彈性支點による試験結果 彈性支點の場合は圖-11に示す如く反復した結果が同一のものを得られなかつた。之は振動1回毎に支點の状態が異つて來る爲と思ふ。依つて數回反復した平均値を圖-12, 13に示した。之に依れば固定支點の場合に比し力の重心の位置が低い。上の支點が動く爲壁上方に作用する力に比し下方に作用す

圖-11. 彈性支點; $H=40$ cm 壓力變化及び壁の變位
壁は下端固定, 上端を彈性支點にて支へたもの。試験 A'-1 乃至 A'-6 の結果

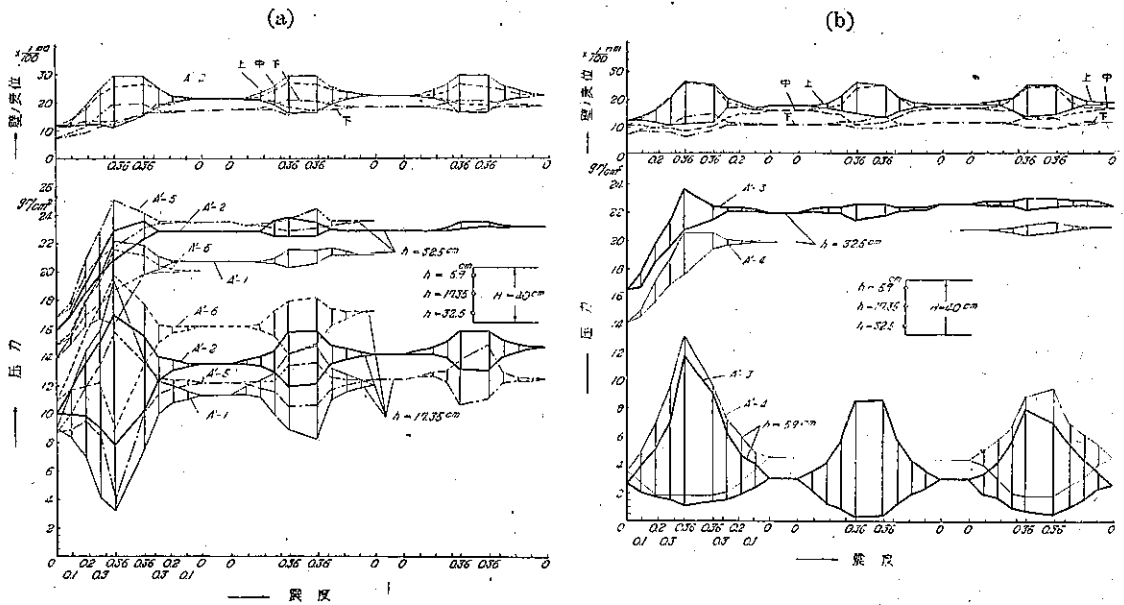


圖-12. 壓力の分布状態彈性支點 $H=40$ cm 第1回目の振動
A'-1 乃至 A'-6

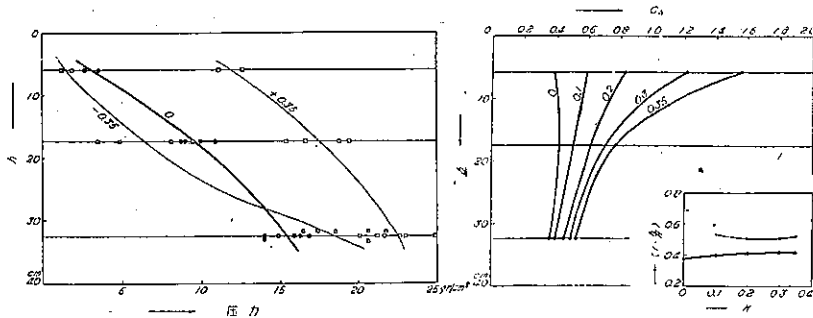
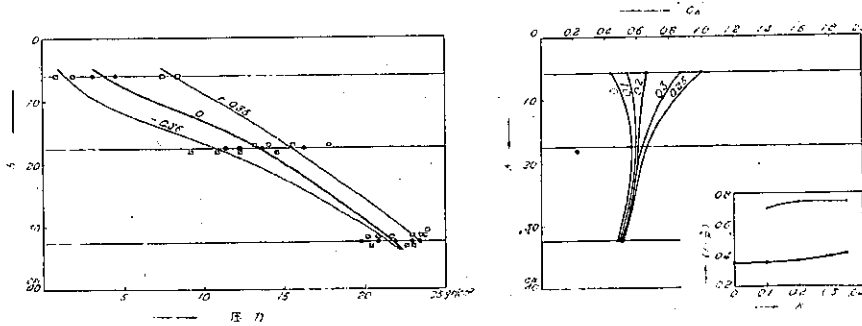


圖-13. 同上第 2 回目の振動



る力が大になる爲と思ふ、固定支點の時に比し増加壓力が上の支點では稍小、下の支點で稍大になり、従つて重心が稍下つて來る程度の相違であつて、根本的な違ひは生じない、試験所報告 22 號に於て彈性支點では増加水平力の重心の高さ h_c/H が 0.4~0.5 に於て固定支點の場合よりも小なる値となつてゐる事と一致する。

壁の水平方向の變位は圖-11 の上方に示した通りであるが靜止時に於ける變位を初めの砂詰め以前の壁の位置を 0 とし各高さに就て示せば表-3 の通りである。第 1 回振動以後に於ては著しい變化はない。

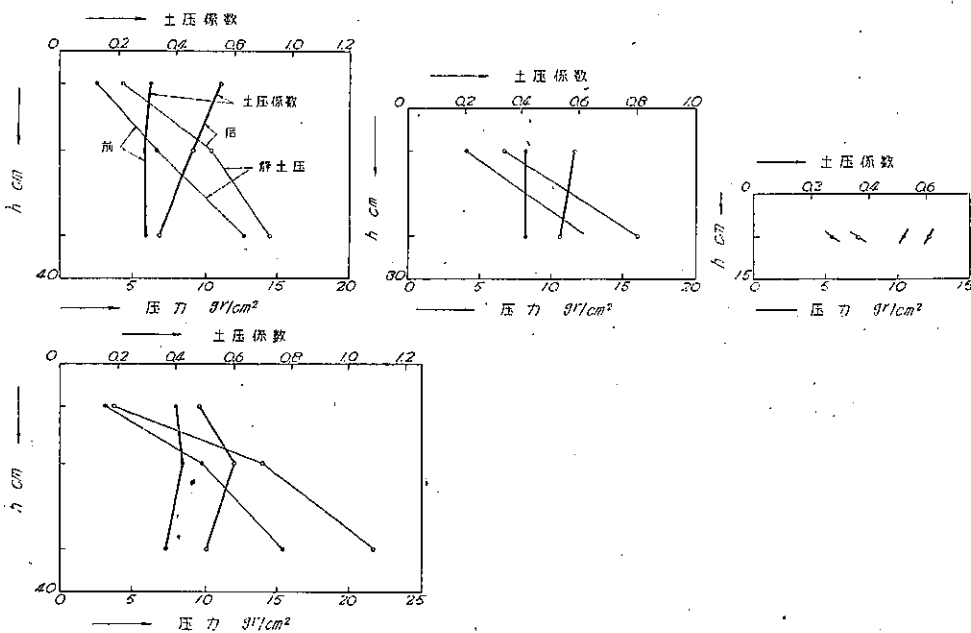
表-3. 壁の靜止位置の變位 砂詰め直前の位置を 0 とする (單位 1/100 mm)

試験番號		A'-1	A'-2	A'-3	A'-5	A'-6
測點	1. 砂詰め直後	12	12	12	14	14.5
	2. 第 1 回振動後	19	21	17	20	22
$h=17.35$	1.	9	11	10	14.5	13
	2.	15	21	15	22	22
$h=32.5$	1.	7	7	7	5	5
	2.	13	17	10	11.5	11

圖-14. 靜止土壓力の増大

各圖共左の細線は振動前、右は振動後の壓力。太線は之を土壓係數に換算した値。

上の 3 圖は固定支點の砂の深さ 40, 30 及び 15 cm の場合、下圖は彈性支點の砂の深さ 40 cm の場合。



之に依れば砂詰めにより壁上方は稍、前方に到れる傾向があり、振動後に於てはその儘平行に前方に移動する傾向が認められる。

静止土圧力の増大 静に砂を満した後と振動を興へた後とでは静止土圧力が異なる。各測點の此等の平均値及び之を土壓係數に換算した値は圖-14 に示す如く固定支點に於ては表面から約 20 cm の深さに於て壓力の増し高が最大となる傾向が見える。しかし之を土壓係數に換算した値は表面近くに於て最大であつて深さと共に減少する。砂の深さ $H=30$ 及び 15 cm の場合には最初の正土壓が大であるが表面附近での壓力の増し高は H の大なるもの程大である。

彈性支點に於ては増し高は深さと共に大となり土壓係數も $h=20$ cm 附近に於て最大となる傾向が認められる。彈性支點の場合には振動中の壁の變位の爲砂が壁に沿つてゆり込む可能性が多くその爲に固定支點の時よりも深い處に於て大なる抵抗土壓が生ずるものと思ふ。

前報告との比較 前試験に於ては壁に作用する全壓力を測定し本試験に於ては壓力の強さを直接測定した爲、兩者の比較は困難であるが本報告に於ける壓力の強さが同じ深さに於ては壁の幅全體に對し同一であると假定し、且つ隣の測點との中央迄の高さに一様にこの壓力が作用するものと考えて壁に作用する全土壓力を算定し、之を土壓係數に換算した値及び之から計算した合力の高さと前報告の全壓力を土壓係數に換算した値及び兩支點から算出した合力の高さとを比較する。兩者では壁の變位が同一でない爲同じ結果を期待する事は困難であるが各固定及び彈性支點の場合に區別して比較を試みる。

正土壓 静に砂を満した場合及び振動試験を行つた後の土壓係數は固定支點の時表-4 の通りである。

表-4.

		砂詰め直後		試験後	
		C_h	h_c/H	C_h	h_c/H
固定支點 $H=40$ cm	前報告 ¹⁾	0.276	0.397	0.363	0.294
	本報告	0.289	0.360	0.367	0.385
彈性支點 $H=30$ cm.	前報告 ¹⁾	0.249	0.357	0.346	0.374
	本報告	0.370	0.374	0.515	0.370

即ち固定支點では兩者土壓係數の測定値が殆ど同じであるが、彈性支點は變位の狀態が異なる爲、上記の如く異つた値を得た事と思ふ。重心の位置は振動後に於ては著しく異つて出たが、之は振動中の壁の狀態の僅かの變位の相異によつて生ずる様と思ふ。

振動初期の壓力變化 振動の周期は兩者殆ど同じであるから同一加速度に於て初めの静土壓よりの壓力の増し高を上記と同様土壓係數に換算して比較すれば表-5 の通りである。振動中の壁の變位は一般に前報告のものゝ方が大であると推定するゝに拘らず、割合に近似的の値を得てゐるのは振動の初期に於ては粒體の變位が割合に自由であつて壁の變位の影響が少ないからであると思ふ。

表-5.

		$k=0.1$	$k=0.2$	$k=0.3$
		固定支點 ($H=30$ cm)	前報告 ²⁾	0.087
	本報告	0.066	0.175	0.300
彈性支點	前報告 ²⁾	0.085	0.180	0.285
	($H=30$ cm) 本報告 ($H=40$ cm)	0.070	0.160	0.250

1) 土木試験所報告 23 號 18 頁参照 (各回の平均値を示した)

2) 同上報告 23~30 頁 試験 No. 43, 44, 45 (固定支點) 及び試験 No. 41, 42, 50 及び 46 (彈性支點) 平均値

安定状態に達して後の壓力變化 前報告に於ては 安定状態の試験を行ふ 場合には豫め最大 $k=0.3$ に相當する振動を約 4 分間與へた後に 觀測を行つたのであるが本報告に於ては $k=0.35\sim 0.4$ の振動を約 30 秒宛 2 回與へた後の値である。

表-6.

		$k=0.1$	$k=0.2$	$k=0.3$
固定支點 $H=40\text{ cm}$	前報告 ³⁾	0.032	0.090	0.172
	本報告	0.025	0.048	0.105
固定支點 $H=30\text{ cm}$	前報告 ⁴⁾	0.040	0.075	0.200
	本報告	0.010	0.030	0.070
彈性支點 $H=40\text{ cm}$	前報告 ⁵⁾ (上支點彈性 下支點固定)	0.020	0.056	0.130
	前報告 ⁶⁾ (上下支點とも彈性支點)	0.013	0.040	0.098
	本報告	—	0.021	0.050

壁の變位は固定支點では前報告では壁の厚さにより $H=40\text{ cm}$ では $k=0.3$ の場合に 最大變位 $\epsilon=0.01\sim 0.06\text{ mm}$, $H=30\text{ cm}$ では $\epsilon=0.04\text{ mm}$ であるに對し, 本報告のものは $H=40\text{ cm}$ では 0.01 mm , $H=30\text{ cm}$ では 0.08 mm , 彈性支點の場合は前報告上彈性下固定支點及び彈性 2 支點何れの場合も $\epsilon=0.12\sim 0.40\text{ mm}$ であるに對し本報告では常に 0.20 mm である。増加全壓力の重心の位置 h_c/H は前報告に於ては固定支點 $H=40$ が平均 0.520 , $H=30$ が 0.453 , 上彈性下固定支點の場合が 0.20 , 彈性 2 支點が 0.223 なるに對し本試験では 固定支點 $H=40$ では 0.6 , $H=30$ では 0.65 , 彈性支點では 0.45 となり何れも本試験の方が高い位置にある。

固定支點 $H=30\text{ cm}$ は前報告は深さ 40 cm の上層 30 cm の壓力を測定したものであるが本報告は底面よりの深さが 30 cm である爲著しい差を生じた事と思ふ。尙結果に影響を與ふる原因として本報告のものでは壁面の一部に膜を設けた爲周囲の壁面に對し上記測定の範圍では最大 $2/100\text{ mm}$ 程度の歪を生じこの附近だけ應力の分布状態が異なる事を考へ得る。テルザギー氏の静止状態による試験報告⁷⁾によれば壁の變位が壓力に及ぼす影響は密裝砂に於ては 輕裝砂よりも大であるが静止壓力に於ては $2/100\text{ mm}$ 程度の變位では土壓係數の變化は最大 14% 程度である。

從つて静止土壓に關する限り上に得た如き差を之によつて説明する事は困難である。然し振動中の状態に於ては僅かの壁の特に局部的の歪によつて著しく壓力に差を生ずる事は考へ得る處である。又砂が安定した状態に於ては膜面の歪の影響が振動初めの不安定の時よりも大である事も當然考へ得られる。今迄の試験では之を充分に説明するに至つてゐないが更に膜面の厚さ從つて歪の異なる場合に就て試験してこの點を明にしたいと思ふ。

3. 大型振動函試験

1. 試験の裝置及び方法

振動函 圖-15 に示す如き寸法を有する函であつて内法高さ 1.9 m , 幅 1.83 cm , 長さ 7.32 m の中一方の端に近く端から約 1.90 m の箇所に隔壁を設け、之に作用する壓力を測定した。函は鋼板及び形鋼より成り、空の状態にて重量約 8 t 試験の状態にては壁 I の場合 29.75 t , 壁 II の場合 28.5 t である。函全體が水平軌條の上に置いたローラーの上にあつて、之に 30 HP 捲揚機を使用して水平振動を與へる。圖-16 の如く捲揚機によつて圖

3) 土木試験所報告頁 33 試験 No. 1, 2, 3 平均

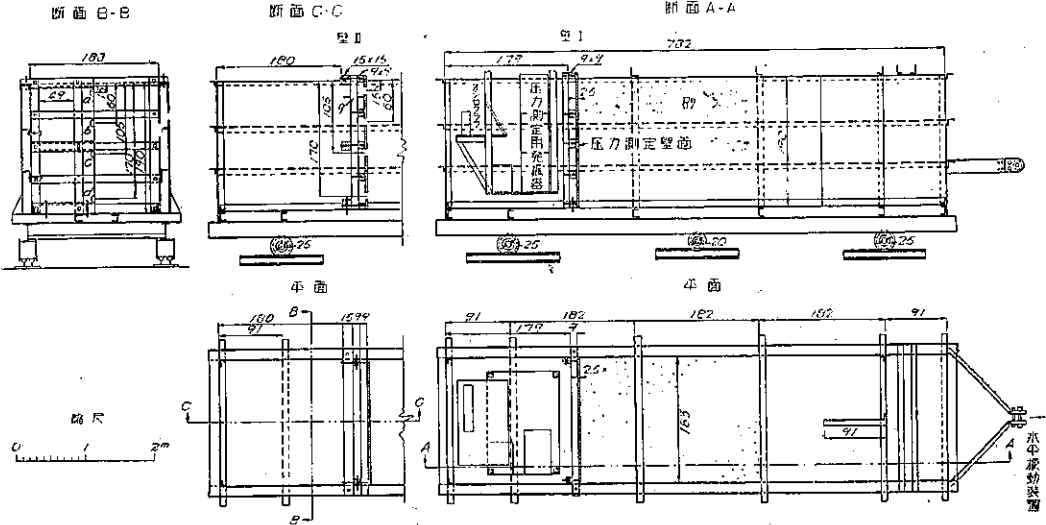
4) " 頁 33~34 試験 No. 4 及び 5 平均

5) " 頁 34~35 試験 No. 7~12 平均

6) " 頁 36~38 及び 24 試験 No. 14~26 及び No. 41, 42 平均

7) Engineering News Record Feb. 1, 1934 以下

圖-15. 大型 振動 函



錐胴に豫め捲きつけたワイヤーを捲き取り、之によつて圓錐胴の一端にある偏心軸に回轉を與へ、之に取付けたクランク軸により振動函に水平振動を與へる。圓錐胴を用ひた場合には振動中周期が次第に大となる。然し必要の場合には圓錐胴に加工して圓筒胴となし回轉初めより終りまで常に一樣な振動を與へるやうにする。かくして周期は約 0.9 秒及び 1.8 秒の一樣の振動及び 1.8~0.9 秒の間次第に變化する振動を與へ得る。振幅は各振動中は略一樣であり、本試験に於ては $r=13, 19, 25, 3$ 及び 31 mm のものを用ひた。圖-17 は函の振動状態を記録したものである (振幅 27.0 mm, 周期 1.40~1.23 秒)。

壓力測定壁面及壓力測定裝置 圖-15 に示す如く壓力測定壁面は函の幅一杯に張つた米松板厚さ 2.5 mm, 幅 30 cm のものを縦に用ひたもので幅の中央に函天端より深さ 15, 60, 105 及び 170 cm に 4 箇所 (順次測點 a, b, c, d と稱へる) 壓力測定用受壓器を取付け得るやうにした。土と接する面に於ては測定壁と平らになるやうにした。

圖-16. 振動装置及び振動函

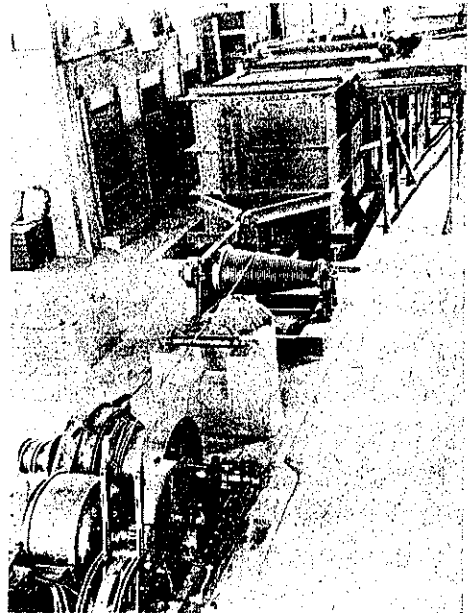


圖-17. 振動 記 録



壓力測定受壓器は小型試験に用ひたものと同一であつて受壓部分の直徑 6.8 cm を有する。同時には 3 個を用ひ得るのみであつたから反復して各深さの壓力を比較する事とした。

試験方法 小型試験に於けると同一の砂を用ひた。即ち平均粒徑 0.225 mm を有する乾燥砂である。測定結果は砂の詰め方に影響される事大であるから常に一樣な状態を得る様に心掛けた。即ち函の天端に幅約 30 cm の足場板 3 枚を間隙約 5 cm をあけて敷き並べ、スコップにてこの板の上に砂を載せ、間隙から落ちて函中に入るや

らにした。この詰め方による砂の單位容積重量は 1.4 kg/l であつた。深さ 190 cm の試験を行ふ場合に砂詰めに必要な時間は約 4 時間である。各試験毎に砂は大部分函から取り出し入換を行ふ。試験中砂が沈下する場合には壁の前面附近の沈下量は靜に之を補充した。

試験の順序は豫め受壓器の感度を調整した後測定點に取付ける。4 個の中 1 個は受壓器と同徑の鐵板を壁面と平らになる様にねじ込む。その後靜かに上記の方法により砂を満す。終つて受壓器の電氣容量を讀む事により之に働く靜土壓を讀みとる。次に函に水平振動を與へる普通 1 回の振動時間は約 30 秒、この振動中はオツシログラフにより感光紙に壓力を記録する。第一回の振動を終つた後の靜かな状態に於て更に靜土壓を讀みとる。普通これを 3 回反復する。振動試験を終つた後、受壓器を取外し、水壓による檢定装置に取付け受壓器の檢定を行ふ。即ち壓力と電氣容量との關係を明にするのである。長い時間の間には之は變化するから試験毎に必ず檢定を行つた。

壁の歪は $1/100 \text{ mm}$ 讀みツァイスダイヤルゲージに依り測定したが、取付に困難を感じ之は充分正確を期する事が出来なかつた。

2. 試験の種類及び結果

試験の種類 表-7 に示す通りであるが之を總括すれば次の通りである。

E-1~10	に於ては砂の深さは 190 cm	周期 0.9 秒, 振幅 $r=31$ 及び 19 mm
12~15	145	" $r=19 \text{ mm}$
16~18	100	" "
19~22	35.2	" "
F-1~4	190	周期 1.8 秒, 振幅 $r=25.3 \text{ mm}$
G-1~4	"	$1.45\sim 0.94$ 秒, 振幅 $r=27\sim 31.5 \text{ mm}$
H-1~6	"	" "

測定壁面は E~G は常に圖-15 断面 A-A に示した壁 I であり H は断面 C-C に示した壁 II である。即ち壁 II は I を更に補強したものである。

E-1~6 に於ては砂を損充した後十分に振動を與へ砂が沈定した後の状態のみに就て測定を行つたのであるが E-7 以後に於ては靜に砂を損充した後の振動の初めから壓力を記録した。砂詰め直後約 30 秒間振動を與へて靜止せしめるその一群の連續振動を「第 1 回の(連續)振動」その次に砂はその儘にして同様の振動を與へたものを「第 2 回(連續)振動」と呼ぶ事とする。

装置の不完全な爲に振動中著しい衝撃があり、之が壓力に影響を與へた。主としてクランク軸の連結點の接合不完全が直接の原因ではあるが、全體として原動装置が振動函に比べて小である事も大きな原因である。圖-17 は函の振動の記録である。波の形が正弦曲線より多少歪んでゐる外に著しい事は認められない。然るに壁面に於ける壓力の記録には衝撃が著しく出てる(寫眞-2, 3 参照)。圖-18 は寫眞記録を壓力に換算して書いたものである。加速度計(自己周期 0.1 秒)によつて函の振動を記録せしめた處各回の連續振動の初めには特に著しい衝撃が認められ尙振動中常に不規則な加速度を示してゐた。

大型試験の最初の頃は函に砂を満して數回連續振動を與へて十分に沈定した後の壓力の記録をとつた。圖-18 はその振動中の一記録である。函が單弦運動をしてゐる時は壓力變化も滑らかな曲線であるべき筈であるから——小型試験では此の如き結果を得てゐる。圖-18 から函の單位運動に相當する壓力變化を破線で連ねた如く推定して之とその時の單弦運動による加速度とを比較して見たいと思ふ。勿論衝撃による影響を記録から圖の如く勝手に除く事は極めて亂暴な取扱ひ方で實驗的には許され難

圖-18. 振動中の壓力の記録

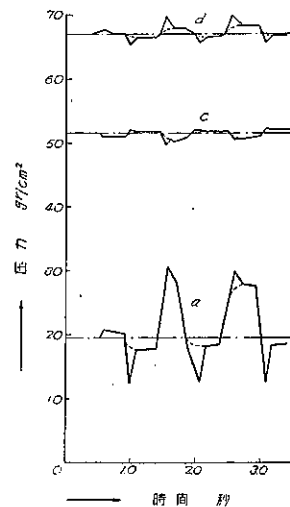


表-7. 大型試験の種類

実験 番號	砂の 深さ (cm)	壁	測 點 +-は振動中の壓力の正負 ()内は第1回振動中の壓 力の正負, ○印は正負不明				振動 周期 (秒)	振幅 r (mm)	最 大 震 度 計算値〔及び測柱 による値〕	記 録
			a	b	c	d				
E-1	190	I	○		○	○ ^{0.2)}	0.9	31	0.16 [0.3~0.35]	準備試験
2	"	"	○		○	○ ^{0.2)}	"	"	"	"
3	"	"	+		-	+ ^{0.2)}	"	"	"	振動第7回及び9回に記録 をとる
4	"	"	+	○	- ^{0.2)}		"	"	"	第5, 7, 8回記録
5	"	"	+	○	- ^{0.2)}		"	"	"	第4及び6回
6	"	"	+	-	- ^{0.2)}		"	19及び 31	0.094[0.15~0.20] 0.16[0.3~0.35]	第2及び4回 第5, 7, 9回
7	"	"		-	-	+ ^{0.2)}	"	19	0.094 [0.15~0.20]	第1, 5, 6回
8	"	"		(+ -)	(- ○)	(+ ^{0.2)} +	"	"	"	第1, 2, 4, 5回
9	"	"	{(+ +)	{+ -}	{+ ^{0.2)} ○}	{+ +}	"	"	"	第1, 2, 3回
10	"	"	{(+ +)	{+ -}	{+ ^{0.2)} ○}	{+ +}	"	"	"	第1, 2, 3回
11	空	"	{+ +}	{+ +}	{+ ^{0.2)} ○}	{+ +}	"	"	"	"
12	145	"		(+ +)	(+ -)	(+ ^{0.1)} +	"	"	"	第1, 2, 3回
13	"	"					"	"	"	"
14	"	"					"	"	"	"
15	"	"					"	"	"	"
16	100	"			(+ +)	(+ +)	0.9	19	0.094 [0.15~0.20]	第1, 2, 3回
17	"	"			{(+ +)	{+ -}	"	"	"	" (壁の變位測定)
18	"	"			{+ +}	{+ +}	"	"	"	" (この試験の後空の状態 にて振動して記録をと る變位測定)
19	35.2	"				+	"	"	"	第1, 2, 3回
20	"	"				+	"	"	"	"
21	"	"				+	"	"	"	"
22	"	"				+	"	"	"	"
F-1	190	"	+	○	+ ^{0.2)}		1.8	25.3	0.031 [0.08~0.10]	"
2	"	"	+	+		+ ^{0.2)}	"	"	"	"
3	"	"	+	+		+ ^{0.2)}	"	"	"	"
4	"	"	+	+	+ ^{0.2)}		"	"	"	"
G-1	"	"	+	+		+ ^{0.2)}	1.45~ 0.94	27~ 31.5	0.05~0.15 [0.1~0.3]	"
2	"	"	+	+	+ ^{0.2)}		"	"	"	第1, 2, 3, 4回
3	"	"	+	-		+ ^{0.2)}	"	"	"	"
G-4	"	I	+	+	+ ^{0.2)}		1.45~ 0.94	27~ 31.5	0.05~0.15 [0.1~0.3]	第1, 2, 3, 5, 6回
H-1	"	II	+ ^{0.2)}		+	+	"	"	"	第1, 2, 3回
2	"	"	+	+	+ ^{0.2)}		"	"	"	"
3	"	"	+	+	+ ^{0.2)}		"	"	"	第1, 2, 3, 4回
4	"	"		+	+	+ ^{0.2)}	"	"	"	第1, 2, 3回
5	"	"		+	+	+ ^{0.2)}	"	"	"	"
6	"	"	+		+	+ ^{0.2)}	"	"	"	"

0.2) は受壓器膜面厚さ 0.2 mm のものを使用した場合, 他はすべて 0.1 mm のもの使用

い事であるが、この装置を急に改造する事は時局柄出来難いので止むを得ずかゝる方法を採用した。

以下この方法によつて整理した結果を試験の順序に従つて説明する。試験は初めに壁 I に於て砂の沈定後の状態に於て、砂の深さを變へた場合及び加速度を變へた場合に就て行ひ、次に一回の連続振動中次第に周期を小にした場合に就て試験し、次に壁の影響を見る爲に I よりも更に剛なる壁 II に就て次第に周期を小にした場合に就て試験したのである。

振動中に時々壁の變位を測定した。函の側壁天端から 3' 山形鋼の腕木を水平に函の長さの方向に幅の中央に出し、之の壓力測定壁前面と函の内側底面隅とを同じ山形鋼で繼ぎ、之で上端を支へた鉛直の桁に取付けたダイヤルゲージによつて壁の振動中の變位を觀測した。桁の下端は函底面で支へた。振動中肉眼でよみとつた爲に 2/100 mm 程度の誤差があり得る外に、前述の衝撃によつて瞬間的に針が振れる場合その最大を採用したから、之は大體の見當を示すに止まる。表-8 の値は何れも砂が沈定した後に於ける値であるが觀測の場合によつて異なるからその範圍を記した。

圖-19 は震度 k (衝撃のない単弦運動としての水平震度、以下 k は常に之を表はす) = 0.16 の場合で土砂沈定後の壓力の波の振幅である。圖の右にある + の記入は函の加速度が正の方向に最大の場合に壓力の波が平均より大なる場合を + とし反對に函の負の加速度が最大の時壓力が小ならば - とした。但し圖-15 に於て右を正とする。圖-19 に於て測點 a, b, d は c に對して符號が反對である。之に就て試験 F 及び H 等にて慥めた結果、壁の歪が原因の様に思はれる。F 及び H の如く壁の歪が小である時には全部が + に出るからである。振動中の内部土壓力の變化よりも壁の變位による影響が

圖-19. 試験結果 E-3 及び 4

黒丸は砂入直後の正土壓、横に細長い矩形は壓力の振幅、白丸はその振動の始まる以前の靜土壓、同一試験の値を同じ水平線上に記入した。同じ水平線上に相當する値が記入されてゐないものは測定値を得られなかつたものである。 振動 $r=31$ mm $T=0.9$ 秒

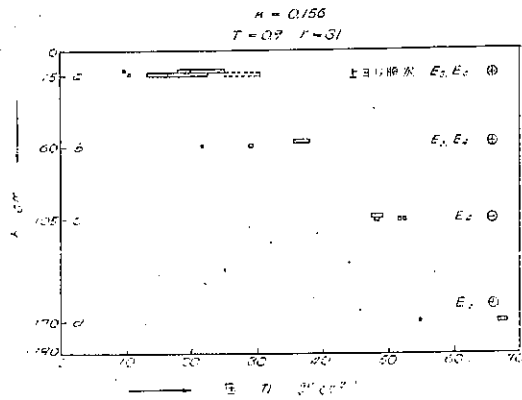


表-8. 振動中の壁の歪の振幅 (單位 mm)

試 験	震 度 (單弦運動 としての)	測 點				備 考
		a	b	c	d	
$E_0 \sim E_{10}$	$k=0.094$	0.2~0.4 mm	0.1~0.27 mm	0.05~0.07 mm		空の状態から砂を満した時の壁の變位は壁 II にて測定の結果は
F	0.03	0.10	0.075	0.03	0.02	
G(壁 I)	0.05	0.12~0.14	0.07~0.10	0.04~0.07	0.01	
"	0.10	0.30~0.35	0.18~0.60	0.12~0.15	0.015	
"	0.15	1.00	0.60~0.70	0.37~0.40	0.010	a, 0.49 mm b, 1.10 c, 1.30 d, 0.85
H(壁 II)	0.05	0.12~0.15	0.06~0.08	0.06~0.08	0.02	
"	0.10	0.25~0.28	0.10~0.16	0.10~0.15	0.03~0.06	
"	0.15	0.32~0.40	0.32~0.40	0.30~0.35	0.06~0.10	であつた。

大なる場合には - となり、然らざる場合は + となる、c が前者 a, b 及び d は後者である、a b の變位が割合に大であるに拘らず + であるのは表面附近では内部土壓力の變化が大である爲と思ふ。

圖-20 は何れも $k=0.094$ に相當する振動であつて圖-19 に比し振幅が小なる場合であるが、深さ H が 190, 145, 100 及び 35 cm の場合を比較するに、表面から同じ深さ特に 15 cm では略々同じ壓力の振幅を示してゐる。H=35 cm の場合には稍々小に出てゐるのは底面の影響と思ふ、小型試験では H=40 cm から砂の深さが次第に小になるに従つて表面から同じ深さの壓力の振幅が次第に小になつてゐる事と合せ考へるに、この砂の場合は深さが 40 cm 以上では底面の影響が表面附近にはあらはれない様になるものと思はれる。

圖-20. 試験結果 E-6~22

$r=19, T=0.9$

$K=0.07$
 $T=0.9, r=19$

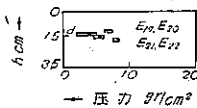
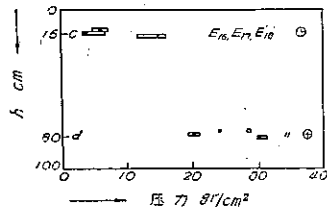
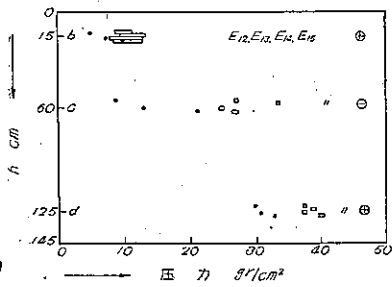
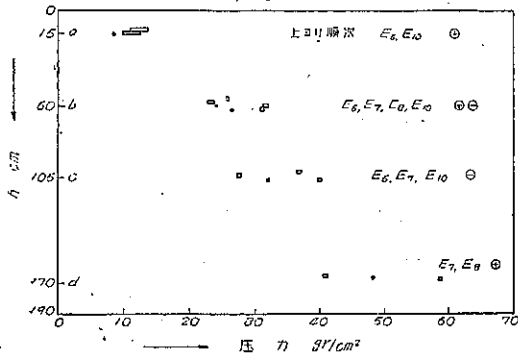


圖-21 は試験 F の結果で $k=0.03$ に相當する。之は振動中の壓力變化は小であるが(寫眞-2 の最下の記録参照)各測點の壓力の正負は常に平行してゐる。

圖-19, 20, 21 を比較するに何れも $H=190$ cm の場合に於て地表面から 15 cm の場所に於て砂の安定した状態に於ける壓力の振幅は表-9 の如くである。

表-9.

	振動の振幅 mm.	周期 秒	最 大 震 度	壓力の波の振幅 (平均) gf/cm^2
E_3, E_4 (圖-19)	31	0.9	0.156	7.3
$E_6 \sim E_{10}$ (圖-20)	19	0.9	0.09	2.7
$F_1 \sim F_4$ (圖-21)	25.3	1.8	0.03	0.5

即ち震度の割合よりも壓力の振幅の増す割合の方が大である。

圖-21. 試験結果 F

$r=25.3, T=1.8$

振動中の壓力の振幅は極めて小(寫眞-2 参照)であるがら振動後の靜土壓力を白丸で示した。

$K=0.03$

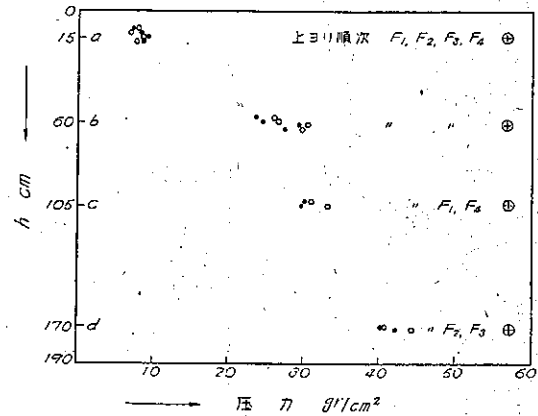


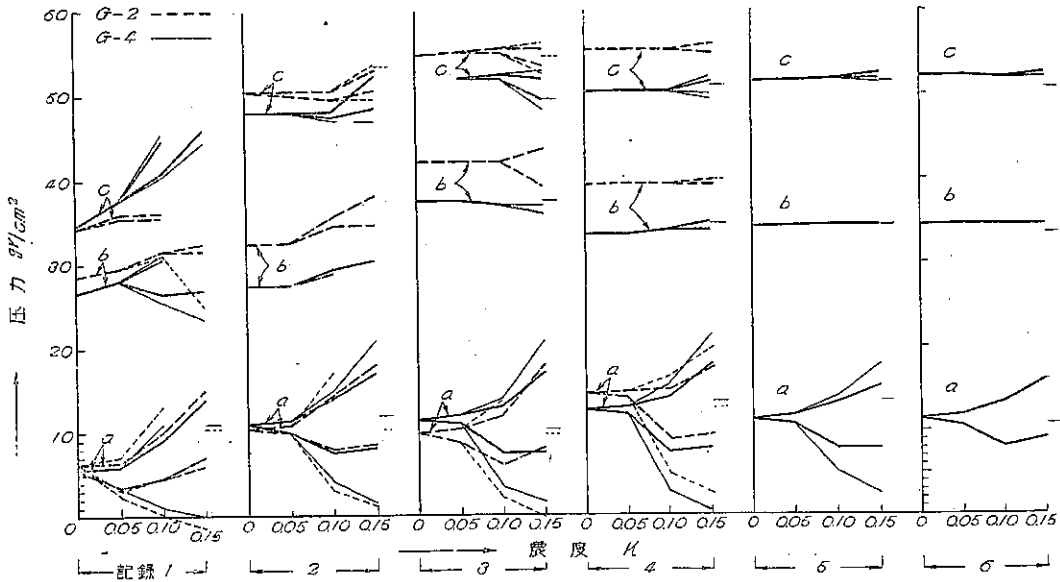
圖-22, 23 は壁 I 及び II による $H=190$ cm, $T=1.45 \sim 0.94$ 秒の間次第に變化する振動を與へた結果であつて, r は振動中略一定である。振動中の周期と振幅から震度 0.05, 0.10 及び 0.15 に相當する時の壓力を記録から拾つてその間を直線で結んだものである。實際は此等の震度の場所で急に變化するのではない。圖の細線は振動中の衝撃の爲に瞬間的にはね上つた値であつて, 太線が圖-19~21 を扱つた同じ方法による値である。圖-22 a) には測點 a, b, c を組合はせた場合の 2 組の試験 G_2 及び G_4 を重ねて書いた, $G-2$ は圖の下に記録 1 と記した第 1 回の連続振動を行つた後更に 2~6 回振動を與へ $G-3$ は 1 回から 4 回まで振動を與へたが圖-22 b) 及び 圖-22 c) の G_1 及び G_3 では各 3 回宛に止めた。振動中壓力が不規則に變化した場合には光が記録紙から外れる事が多く, かゝる場合は圖の中の折線は途中で切れた儘になつてゐる。振動を止める場合の衝撃の爲に光が記録紙から外れた時には終りの靜土壓の測定は出来なかつた。 $H_1 \sim H_6$ では各 3 回宛連続振動を與へ測點の同一組合はせのものを 2 回宛試験した(圖-23 及び 寫眞-3 参照)。

G 及び H は何れも同一試験に於て結果が相當に開いてゐるものが多い。最初の砂の詰め方の相違のみでなく振動中特に振動を止める時の僅の状態の相違によつて違つて來る様に思ふ。又測點 a では細線と太線との關係即ち壓力に及ぼす衝撃の影響の考へ方に考慮の餘地がある様であるが今はこの太線のみで就て考へる事とする。

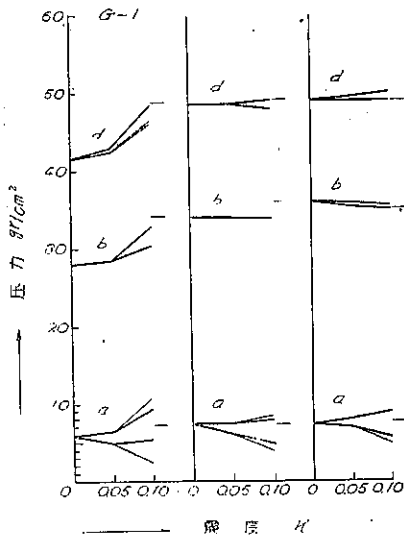
圖-22. 試驗 G 加速度と壓力の振幅

$k=0.05, 0.10, 0.15$ のみをとりにこの間を直線で結ぶ。太線は單弦振動による壓力變化と推定される値、細線は瞬間的にはね上つた壓力、 $k=0.15$ 後の短い細い水平線は振動後の靜土壓。

(a)



(b)



(c)

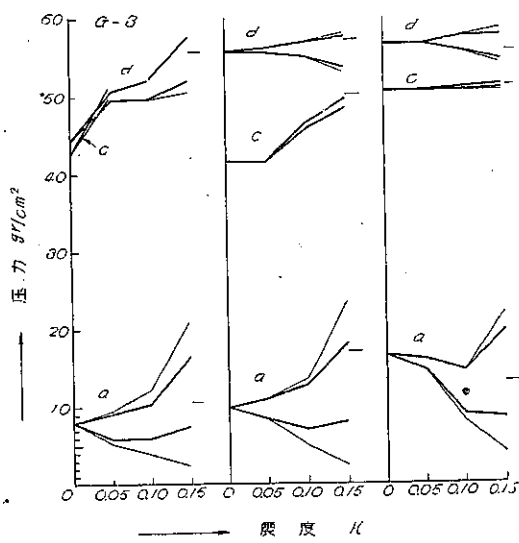
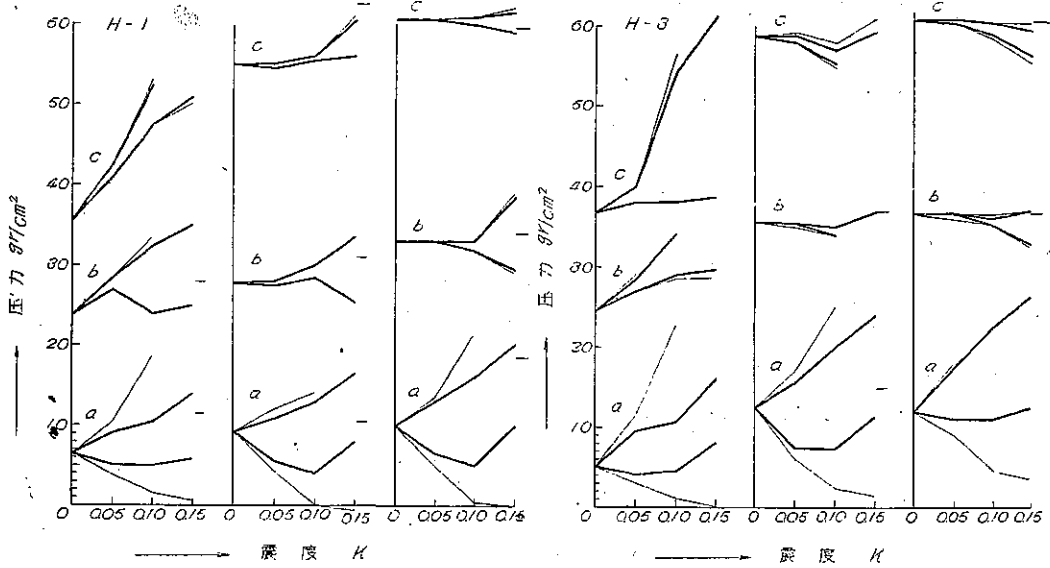


圖-24, 25 は上の 2 つの場合に就て第 1 回の連続振動及び第 3 回の連続振動中の $k=0.05, 0.01$ 及び 0.15 の壓力と壁の高さとの關係を示したものである。圖中の黒丸は砂詰め直後の正土壓である。試驗 G (圖-24) と H (圖-25) と著しく異なる事は G に於ては測點 b に於て壓力の正負が他の測點と逆になる事があるが H に於ては常にすべてが平行である事である。之は既に述べた如く壁の變位の影響であると思ふ。一般に壓力の波の振幅は 試驗 H に於ては G よりも大であつて、壁の變位が著しく影響する事を示してゐる。G 及び H 共に大體に於て深さと共に壓力の振幅が減少する事⁵⁾ 震度が大なる時に壓力の振幅も大なる事は同様である。G に於て

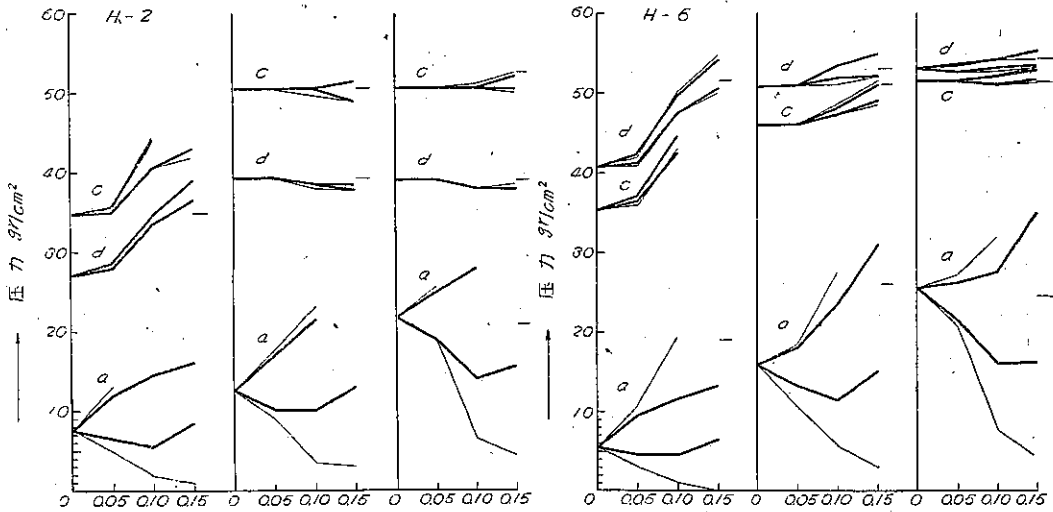
5) 試驗 H に於ては第 1 回振動の測點 b 及び c の壓力の振幅が a よりも稍大なる場合がある。振動初めの砂の沈定の影響がこの深さにまで及ぶ爲と思ふ。

圖-23. 試験 H,

(a)



(b)



は第 3 回の振動に於ては第 1 回よりも一般に壓力の振幅が小であるが測點 a では却つて大である原因が明らかでないが測點 a に於ける衝撃による影響の考へ方に疑問が残されてゐる事は前述の通りであるから、更に良好な振動装置を得て試験を行つた後に検討する事にしたい。

G 及び H に於て表面から 15 cm の深さ測點 a に於ける壓力の變化は表-10 の通りである。

表-10.

	$k=0.05$	$k=0.10$	$k=0.15$
G ₁ 第 1 回	2.5 gr/cm ²	4.5 gr/cm ²	8.4 gr/cm ²
第 3 回	1.5	5.8	10.2
H 第 1 回	4.9	7.0	7.5
第 3 回	6.0	12.0	14.2

圖-23. (c)

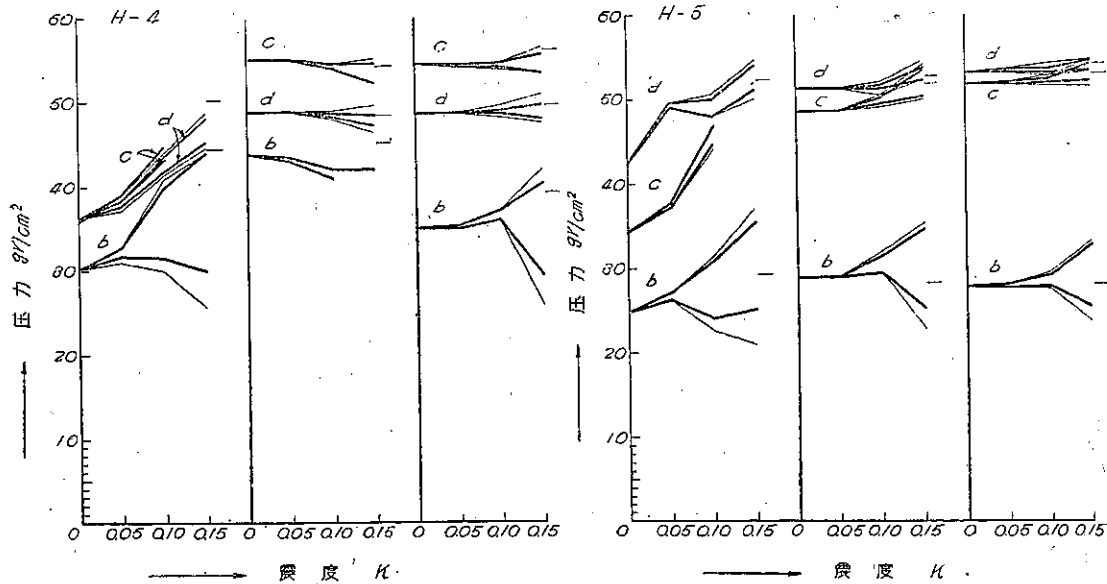


圖-24. 試驗 G 各加速度と壓力の振幅との關係

黒丸は振動前即砂入れ直後の正土壓, 水平に長い矩形の長さが振動中の壓力の變化 (面の單弦振動に相當する値), 黒丸は同一水平線上の矩形に對應する。

(a) 第1回の振動

(b) 第3回の振動

第一回振動 $K=0.05$

第三回振動 $K=0.05$

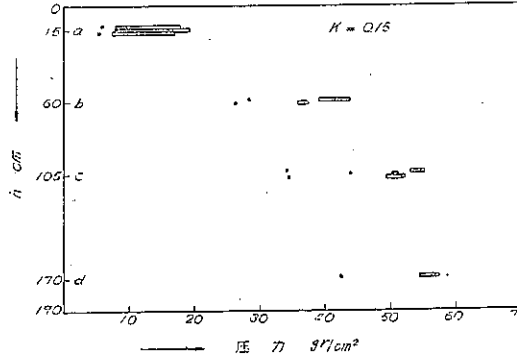
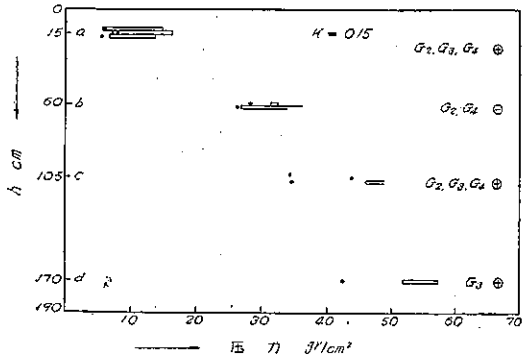
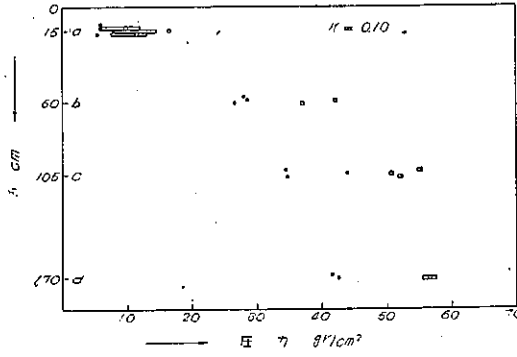
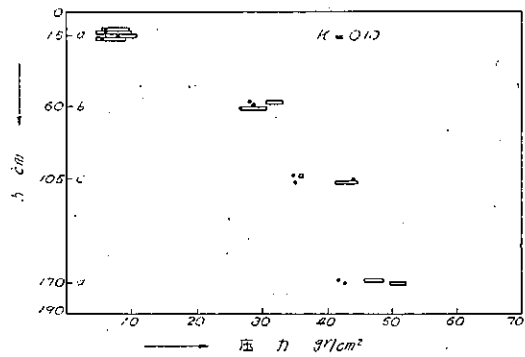
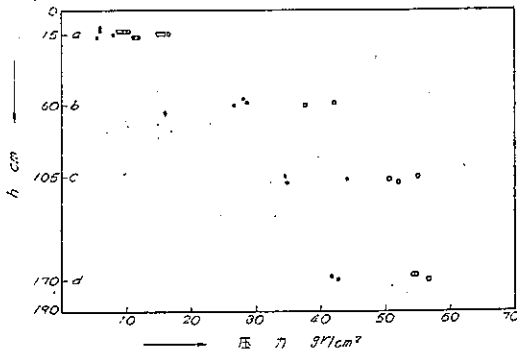
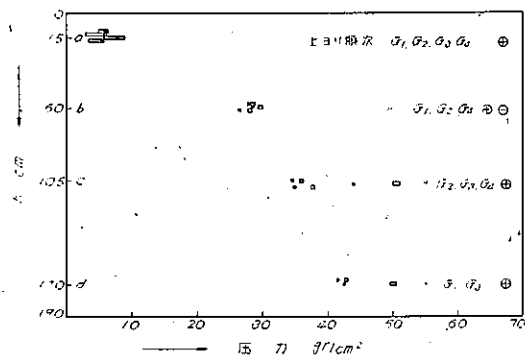
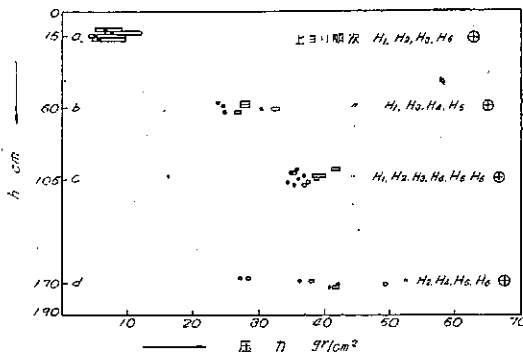


圖-25. 試験 H

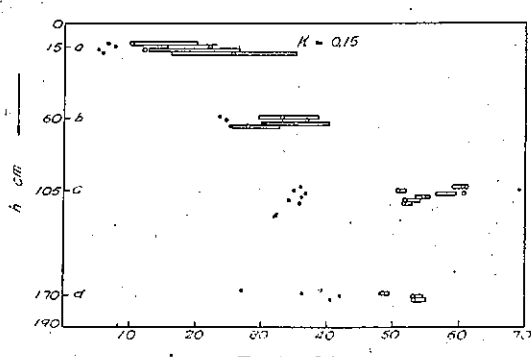
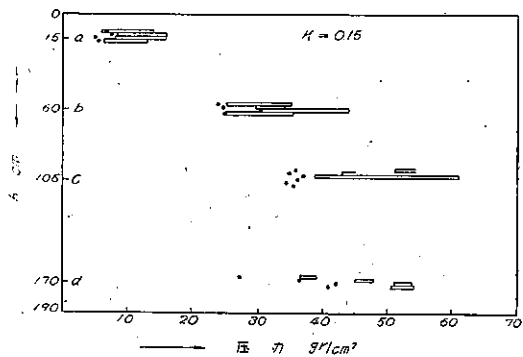
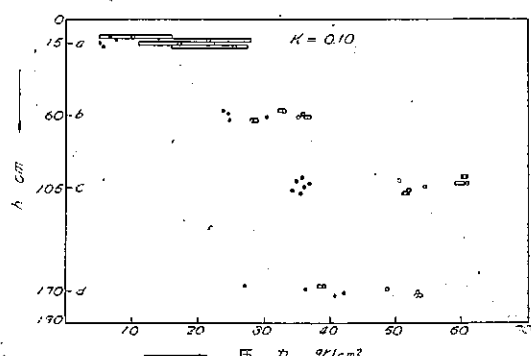
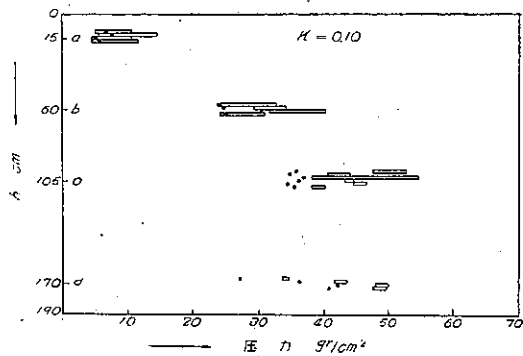
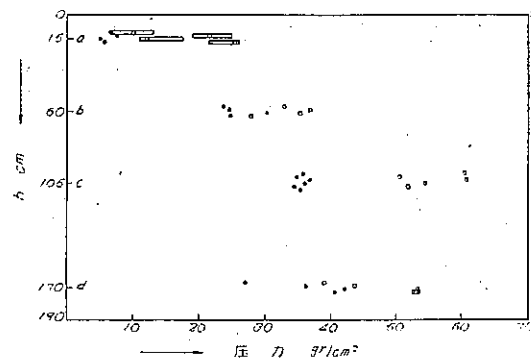
(a) 第1回の振動

第一回振動 $K = 0.05$



(b) 第3回の振動

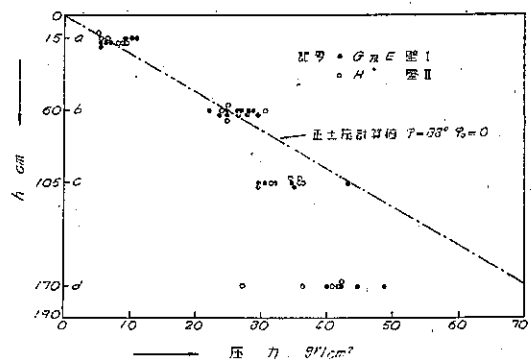
第三回振動 $K = 0.05$



静土圧の變化 振動後に函を静止せしめた時の静土圧力の大きさは振動前よりも一般に大である。特に砂を詰め直後の第1回の振動に於ては震度が次第に大になると共に平均圧力も次第に増大する。

圖-26 は砂詰め直後の圧力であつて、所謂正土壓に相當すべきものである。小型試験の場合には計算値とよく一致したがこの試験では測點 c 及び d に於て著しく小である。砂を詰め直後の壁の變位が表-8 の備考欄に示した如く測點 c, b, d, a の順に次第に小となつてゐる。之は前記計算値の基をなすクーロム土壓

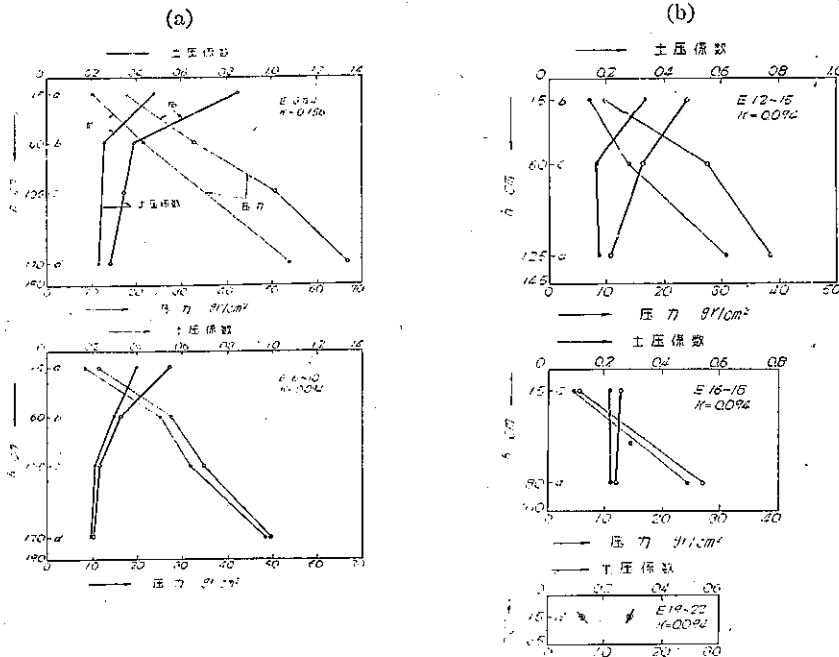
圖-26. 深さ 190 cm の場合の砂入直後の正土壓



論の假定とは異なる變位である爲、壓力分布も計算とは異つて來たと思ふ。此の事は既に Terzaghi 氏等によつて認められた處である⁹⁾。d に於ける測定値が著しく不整である事は底面の爲に壁の變位の影響が特に大である爲と思ふ。

圖-27 は試験 E の砂詰め直後の正土壓及び數回振動後の靜土壓(平均値)と之等を土壓係數に換算した値とを

圖-27. 振動による靜土壓の増加 (試験 E-3~22)

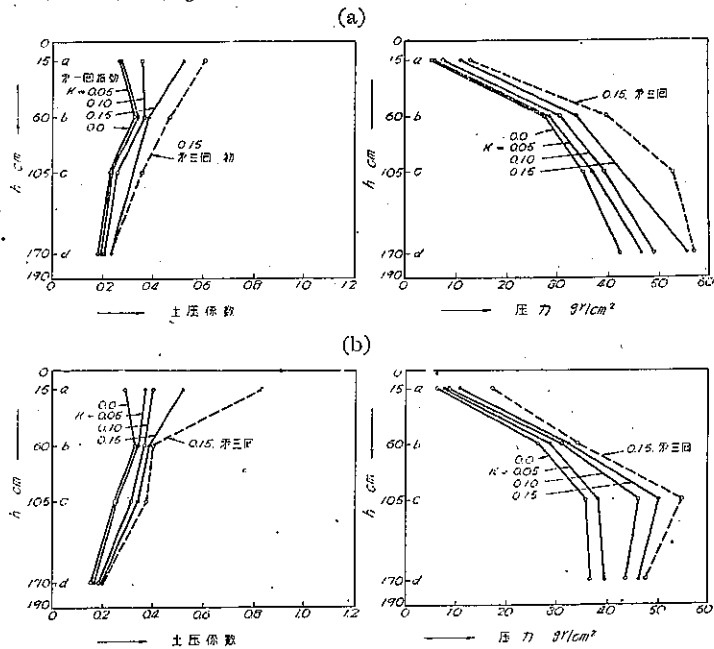


示した。振動後に於ては震度が異なる程靜土壓が大である事は明に認められるが深さの異つた場合の相互の間には秩序立つた關係を認め難い。壁の變位と初めの砂詰めの状態が異なる爲と思ふ。

圖-28 は G 及び H に於ける第 I 回連續振動中の各震度に於ける平均土壓及び第 3 回振動の $k=0.15$ の平均土壓及び夫等を土壓係數に換算したものである。何れも各測點で得た觀測値全體の平均である。測點 a の値が試験 H に於ては G に比し大であるに反し d では G が大である。壁の變位の影響と思ふ。壁の變位が大なる時には深い所までゆり込みの影響が及ぶ爲であらう。圖-14 の結果と比較するに前者は振動によ

圖-28. 振動による平均土壓の増加 (試験 G 及 H)

各 $G_1 \sim G_4, H_1 \sim H_6$ 試験の平均値。但し測點 c に於ける G_3 のみは除いて整理した。



9) Large Scale Earth Pressure Tests. E. N. R., 1934.

る静土圧の増加は $k=0.35\sim 0.4$ に於て表面より 15 cm 下附近に於ける土圧係数の増加は 0.2 より稍小であるが圖-28 のものは $k=0.15$ に於て同じ深さに於ける増加は 0.4~0.6 であつて前者よりも遙に大である。深さが大なる事の他に衝撃の影響もあるであらう。之に就ては更に別の試験を計畫してゐるから之によつて確めたいと思ふ。

4. 結 言

以上の試験に於て

1. 振動中の壓力の變化は壁面の變位の影響が大である事
2. 最大震度に達した初期に於て土壓力は最大である事
3. 振動後に於ては前に於けるよりも大なる静土壓力を示す事
4. 増加壓力の合力は高さの $1/3$ よりも高い事

は前報告の結果と全く一致する。

又壁面全體に作用する土壓力に就て本報告の小型振動函による結果と前報告とを比較するに兩者割合に近似した値を得てゐる。しかして本試験によつて前試験では明らかでなかつた壓力の分布状態が明にされた。即ち増加壓力は振動初期に於ては高さに割合に一樣に分布してゐるのが土砂の沈定と共に深い場所での壓力變化が次第に小となる事が明にされた。

大型試験によつて振動函の深さの影響を考ふるに、砂表面附近の壓力の振幅は函の深さの増大と共に多小増大する傾向は認められるが、1 m 以上では函の深さの増大は表面附近の壓力振幅の増大を伴はない。即ち、夫以上では深さに無關係である。従つて實際の岸壁等に於ける地震時の土壓振幅も略茲に得たものに近い様に思はれる。

しかし上記は乾燥した砂のみについて試験した結果であり、大型函に於ける振動は不完全であつたから、之によつて得た土壓係数を直ちに實際の設計に用ふるのは尙早計であつて夫には更に種々の振動周期、土質就中水を含んだ土に就て試験し、又理論的な研究と相俟つて決定しなければならぬ。しかし以上の結果によつて在來の地震時土壓計算法とは全然異なる壓力分布を示す事は明言してよいと思ふ。偶々深さ $H=40$ cm の試験に於ける増加壓力總量は在來計算式と略近似してゐる¹⁰⁾爲前報告には誤つた判對を下したのであつた。

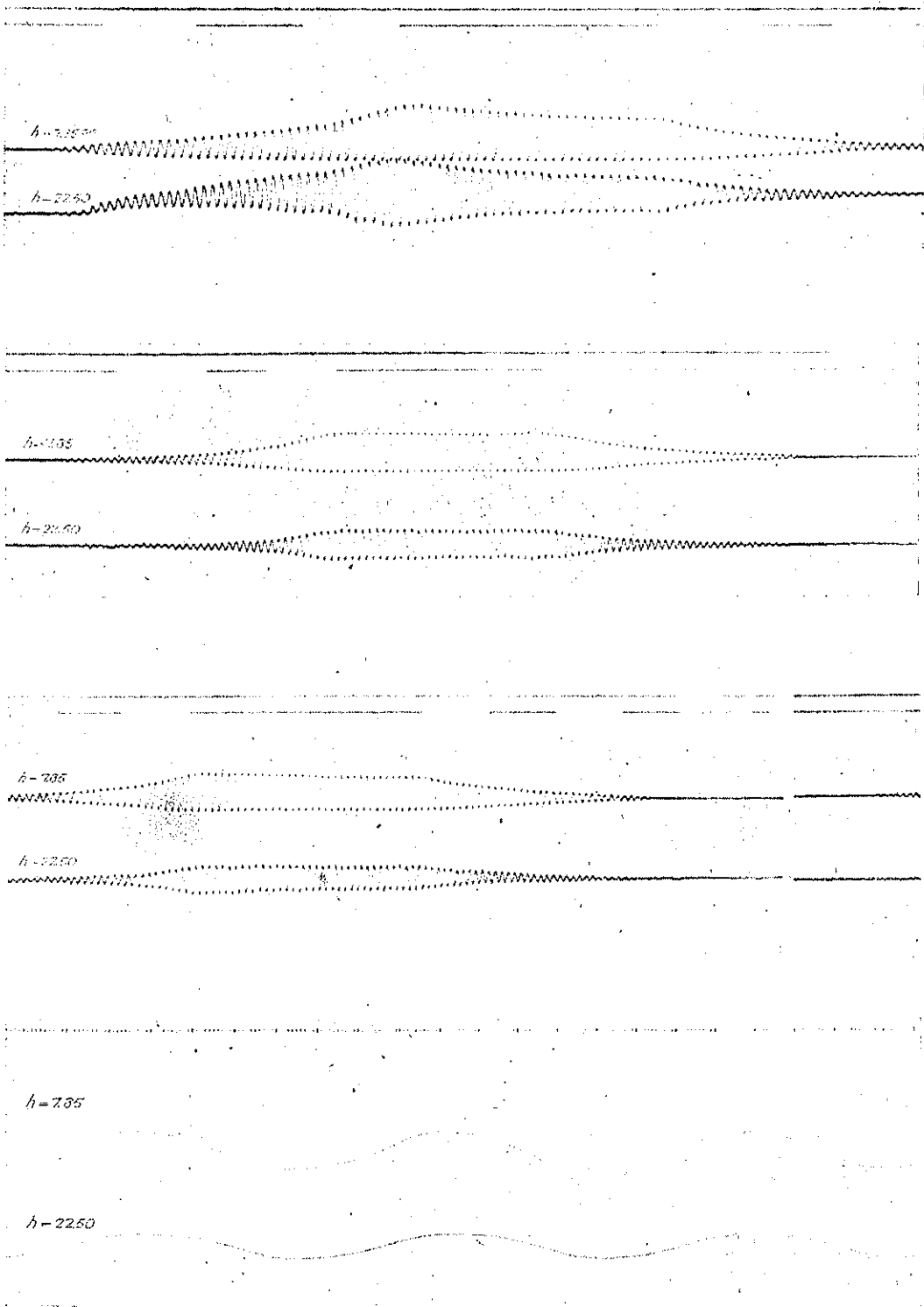
著者は地震時に増大する土壓は土砂沈定の影響を除けば壁の變位が一樣の場合には、極めて表面に近い部分を除き各深さに於て略一樣と考へてよいやうに思ふ。即ち鉛直壁面に作用する海の重複波の壓力¹¹⁾と相似の壓力分布を示すやうに思ふ。計畫に堪能の土に依つて之が闡明され、上記の結果が理論的に體系づけられる日のある事を期待する。

¹⁰⁾ 前報告に於て當分の間近似的に前記計算法を採用して差支なしと結論したのはこの結果によつたのであるが大型試験の結果之の誤りである事が明らかとなつたから茲に訂正する。

¹¹⁾ Annales des Ponts et Chaussées 1928-IV.

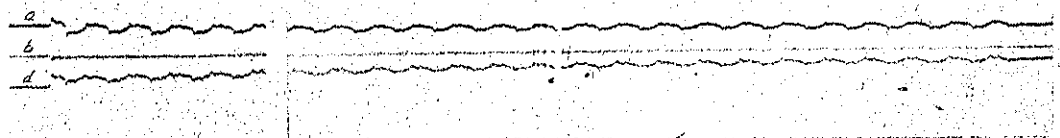
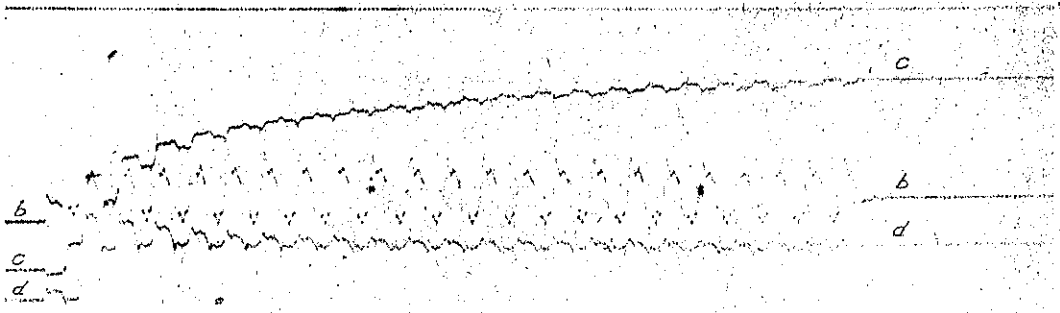
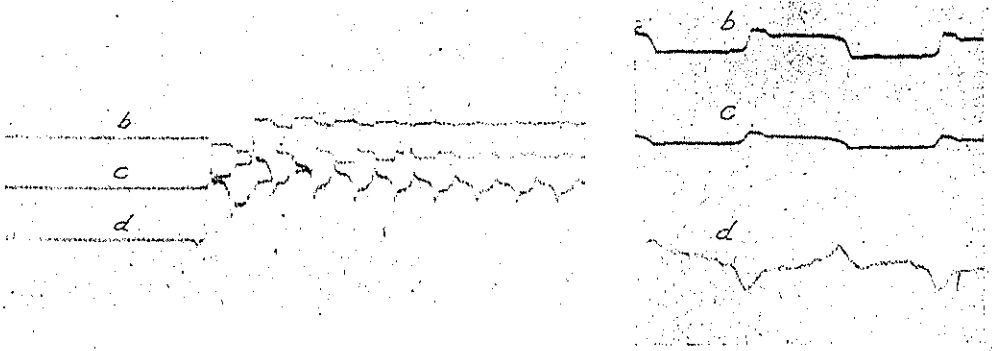
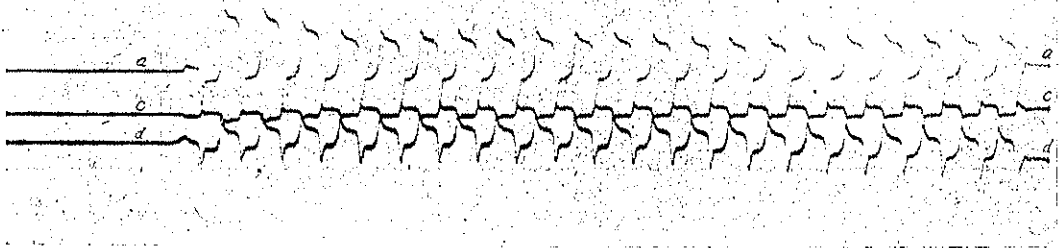
写真-1. 小型振動函試験

記録, 試験 B-1 (表-2) 上より順次第1回, 第2回, 第3回及び第4回振動, 第4回目は震度 0.4 の短い時間の記録である。



寫眞-2. 大型振動函試験記録

上より順次 E-3 (表-7) E-7, (左は振動の初め, 右は振動中の短い時間), E-12 及び F-2
 E-3 は $r=31$ mm, $T=0.9$ 秒, $k=0.155$, E-7 及び E-12 (砂の深さ 145 cm) は $r=19$ mm,
 $T=0.9$ 秒, $k=0.094$, F-1 は $r=25.3$ mm, $T=1.8$ 秒, $k=0.031$ の何れも一様な振動。



寫眞-3. 大型試験

H-6 上より順次第 1, 2, 3 回振動記録

