

土 木 研 究 所 資 料

改良地盤の振動特性に関する調査

昭和54年 3 月

建設省土木研究所
動土質研究室

ま え が き

軟弱地盤改良を行なうことによって一般に地盤の静的強度が増大することはよく知られているが、地盤の動的性質がどのように変化するかということについては不明の点が多い。

今回、鳥取県の国道予定地においてケミコパイルによる軟弱地盤改良を行ない、地盤改良前後に起振機および重錘落下による振動実験を実施した。以下に実験結果について述べ、地盤改良による地盤の動的性質の変化、地盤振動の軽減効果等について考察を加える。

なおこの振動実験は建設省中国技術事務所が担当し、建設省中国地方建設局および鳥取工事事務所から多大の御協力をいただいた。中国技術事務所の福永典次所長、三好覚副所長、植野進専門官、岸本哲郎係長をはじめとする関係者各位に対し深く感謝の意を表する。

昭和 5 4 年 3 月

動土質研究室

佐々木 康

谷 口 栄 一

小 笠 原 久

館 山 悟

目 次

まえがき

1. 調査地点概要	1
2. 調査目的	2
3. 地盤改良工法	2
4. 調査方法	6
4.1 概説	6
4.2 地盤の土質調査	6
4.3 地盤振動調査	9
4.3.1 振動源	9
4.3.2 測定計器	9
4.3.3 加振条件	12
4.3.4 実験ケースおよび地盤振動測定位置	12
4.3.5 地盤振動測定方法	15
4.4 解析方法	21
5. 調査結果	22
5.1 土質調査結果	22
5.2 地盤振動調査結果	57
5.2.1 地盤改良による振動軽減効果	57
5.2.2 卓越振動数	60
5.2.3 距離減衰	60
6. 結論	67
参考文献	68

1. 調査地点概要

○ 調査地点

鳥取県鳥取市覚寺（一般国道9号（鳥取バイパス予定地））。図1-1に調査地点位置図を、図1-2に平面図を示す。

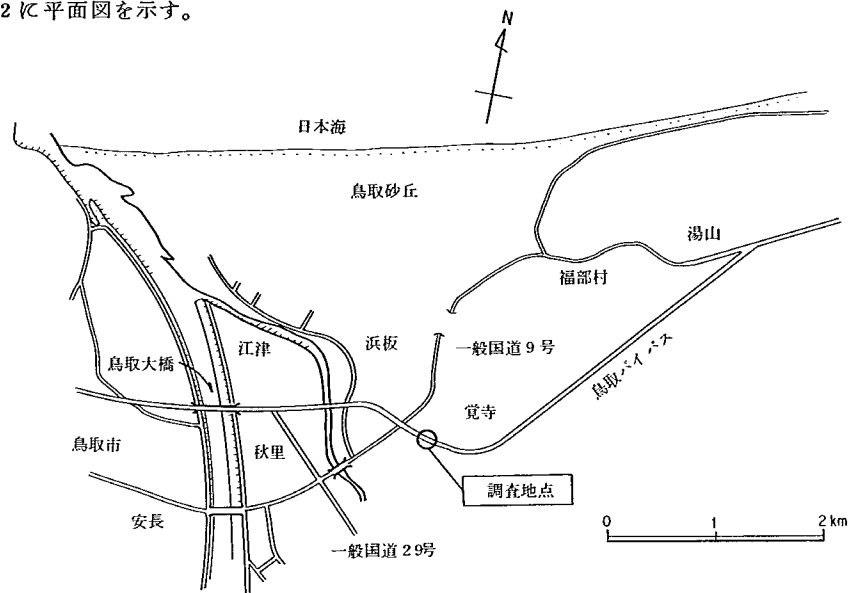


図1-1 調査地点位置図

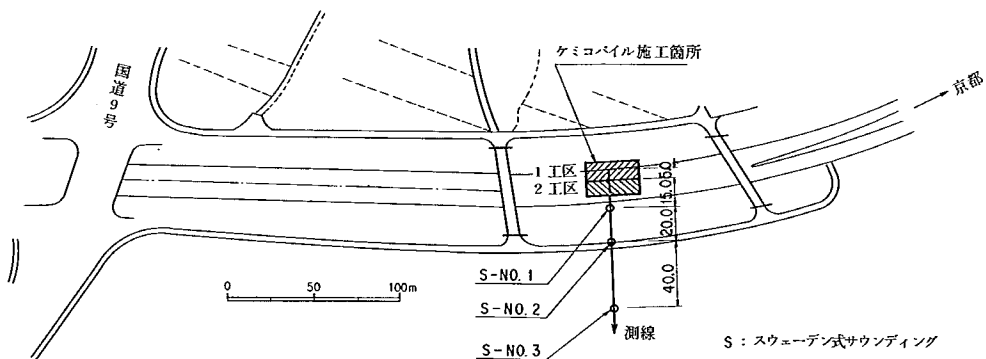


図1-2 平面図

。 調査地点の地質

調査地点は鳥取平野の東端に位置し、東西に流れる円護川に沿った開折低地にある。新第3紀の鳥取層群に属する角礫凝灰岩を基盤としてその上に洪積礫層、軟弱な海成シルト層、湖沼積成有機質土層が厚く堆積している。地層の層序および厚さを以下に示す。

厚さ (m)	
1. 盛土層	0.5
2. 湖沼積成有機質土層	7 ~ 8
3. 海成シルト層	6 ~ 7
4. 洪積礫層	26 ~ 28

。 実験時の地表面の状態

道路用地として買収後、高さ約1mの盛土が施工されている。

。 道路外の状況

周囲は水田が広がっており、実験地から約150mの地点に標高200~300mの山がある。

2. 調査目的

本調査の目的を以下に示す。

- ① ケミコパイルによる軟弱地盤改良によって地盤振動がどの程度減少するかを知ること。
- ② 地盤改良の面積の相違による振動軽減効果の違いを知ること。

3. 地盤改良工法

現場ではケミコパイル工法による、軟弱地盤改良を行なっている。本工法は生石灰を粘土地盤中にパイル状に打設し、生石灰の消化吸収と、続いて起る水和物生成と毛細管吸水作用により、粘性土中の含水量低下をはかり、ひいては地盤の強度増加、および沈下量の低減を期待するものである。本調査地点においては、高さ8mの盛土が施工できるようにケミコパイルの設計がされている。図3-1にケミコパイル打設工区、および諸元を、図3-2に詳細図を示す。ケミコパイルの直径は40cm、長さは12m、打設ピッチは0.9m、配置は正方形配置である。打設本数は道路走行方向に34本、道路直角方向に23本の、計782本である。なお、ケミコパイル1本当たりのケミコライム重量は約1,960Kgである。ケミコパイル打設は第1期工事



写真 1 - 1 調査地点概観

(第1工区)、および第2期工事(第2工区)の2期にわたって行なった。第1期工事の打設期間は52年12月2日より12月17日まで、第2期工事は53年5月18日から5月31日までである。ケミコパイル打設工事の対象面積は600 m^2 であり、道路走行方向に30 m 、道路直角方向に20 m の範囲である。これを道路走行方向に2分し第1期工事、第2期工事を行なった。

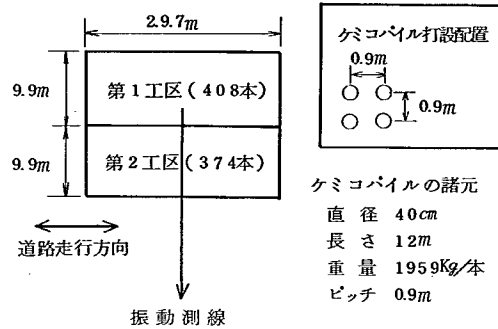


図3-1 ケミコパイル打設工区
(平面図)および諸元

ケミコパイル打設工事について出来形観察として打設後にケミコライムの消化反応、杭芯偏心量、杭径等の調査も行なった。

なお第1工区では表層の約50 cm の厚さの部分についてケミコライザー工法による安定を行なっている。これは地表面が雨水のために非常に軟弱でケミコパイルの打設機械を現場に搬入することが不可能であったために行なったものである。

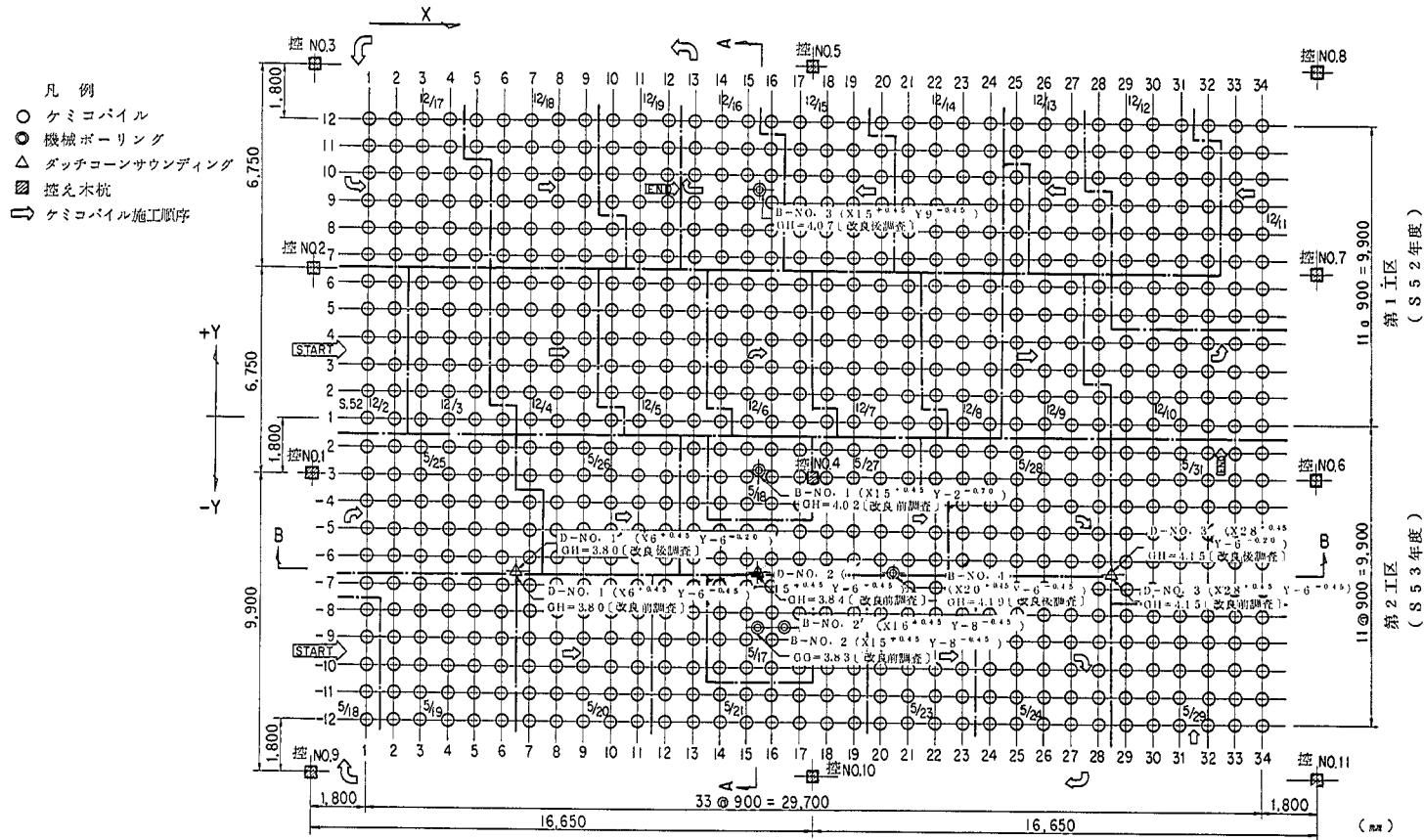


図3-2 ケミコパイル打設位置およびボーリング、ダッチコーンサウンディングの位置

4. 調査方法

4.1 概説

今回実施した調査項目を以下に示す。

i) 地盤の土質調査

- ボーリング
- 不攪乱試料採取
- サウンディング
- PS 検層
- 室内土質試験（物理試験、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験（UU）、圧密試験）

ii) 地盤振動実験

- 起振機による振動実験
- 重錘落下による振動実験

図4-1にケミコパイル施工および振動実験のフローチャートを、表4-1に調査日程を示す。地盤改良前のボーリング調査は第1工区のケミコパイル施工前に実施できなかったため、やむを得ず第1工区のケミコパイル施工後に第2工区において実施した。第2工区の改良前のボーリング（No. 2）位置は、第1工区端のケミコパイルより5m離れているので地盤改良の影響はほとんどないと考えられる。

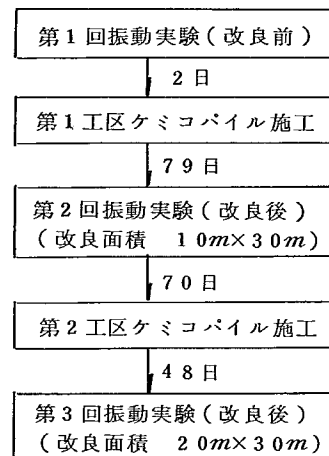


図4-1 調査フローチャート

4.2 地盤の土質調査

4.2.1 ボーリング、不攪乱試料採取、標準

貫入試験

図3-2に示す地点において5本のボーリングを実施した。ボーリングの直径は86mm、深さは15～21mである。またボーリングと同時にシンウォールサンプラーを用いて不攪乱粘性土の試料採取を行なった。不攪乱試料を採取できない砂質土、礫質土層においては標準貫入試験を実施した。

表4-1 調査日程

年 月 日	実 施 内 容
昭和52年11月30日	第1回振動実験(改良前)(実験1)
昭和52年12月2日～12月19日	第1工区ケミコパイル施工
昭和53年2月9日～2月20日	第2工区ボーリング(№1)(改良前)
昭和53年3月8日～3月9日	第2回振動実験(改良後)(実験2, 実験3)
昭和53年4月14日～4月17日	第2工区ボーリング(№2)(改良前)
昭和53年4月19日～4月21日	第1工区ボーリング(№3)(改良後)
昭和53年4月18日～4月19日	スウェーデン式サウンディング(改良区域外)
昭和53年4月20日～4月21日	第2工区ダッチコーンサウンディング(改良前)
昭和53年5月9日	第2工区PS検層(№1)(改良前)
昭和53年5月10日	第2工区PS検層(№2)(改良前)
昭和53年5月18日～5月31日	第2工区ケミコパイル施工
昭和53年6月23日～6月26日	第2工区ボーリング(№2')(改良後)
昭和53年6月27日～7月3日	第2工区ボーリング(№4)(改良後)
昭和53年7月7日	第2工区PS検層(№2')(改良後)
昭和53年7月8日	第1工区PS検層(№3)(改良後)
昭和53年7月8日	第2工区PS検層(№4)(改良後)
昭和53年7月11日～7月13日	第2工区ダッチコーンサウンディング(改良後)
昭和53年7月18日～7月19日	第3回振動実験(改良後)(実験4, 実験5)

注) №2のボーリング孔がケミコパイルの施工によって壊れたので

№2に隣接して№2'のボーリングを行なった。

ボーリングは地盤改良前および改良後に行なったが、改良後においては図3-2に示すように、ケミコパイルにあたらないように行なった。

4.2.2 サウンディング

第2工区において地盤改良前および地盤改良後にダッチコーンによるサウンディングを行なった。サウンディングの位置を図3-2に示す。また振動測線における地層の変化を調べるために図1-2に示す位置においてスウェーデン式サウンディングを行なった。

4.2.3 PS検層

地盤改良前および改良後にボーリング孔を利用してPS検層を行なった。PS検層の位置はボーリング $\#1$ 、 $\#2$ 、 $\#2'$ 、 $\#3$ 、 $\#4$ の5地点である。

4.2.4 室内土質試験

ボーリングにより得られた不攪乱粘性土を用いて物理試験（比重，粒度，含水比，液性限界，塑性限界試験），一軸圧縮試験，三軸圧縮試験（UU），圧密試験）を実施した。

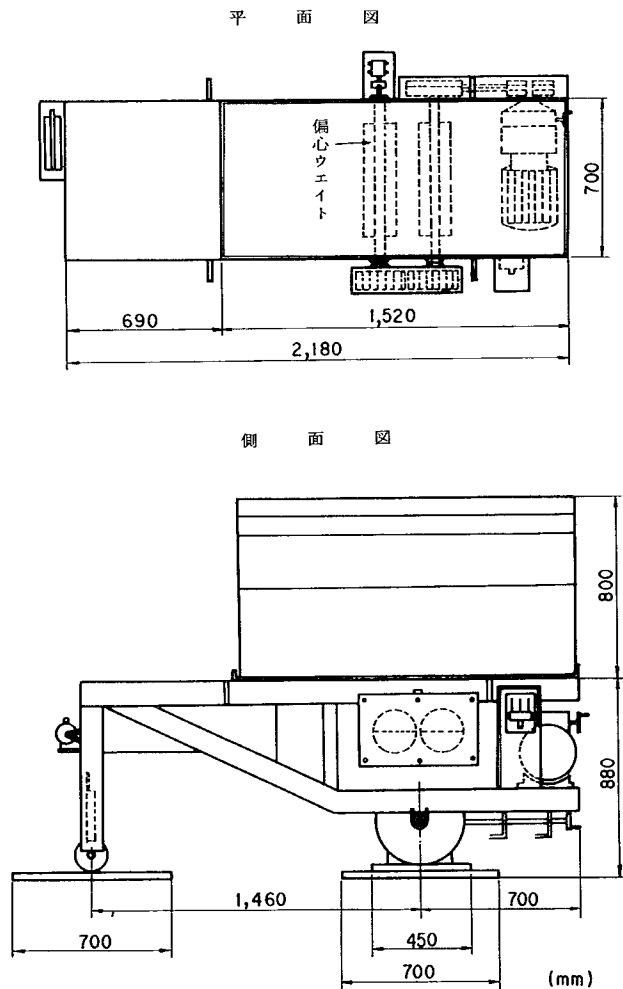


図4-2 起振機外観図

4.3 地盤振動調査

4.3.1 振動源

振動源として起振機（写真4-1）および重錘落下を用いた。起振機の諸元を表4-2，図4-2に示す。なお加振力は図4-3に示す偏心ウェイトを変えることにより変えられる。重錘落下に用いた重錘は標準貫入試験用の63.5 Kgの重錘，および特に本実験を行なうために製作した150 Kgの鉄塊（図4-4）である。重錘落下試験の状況を写真4-2に示す。

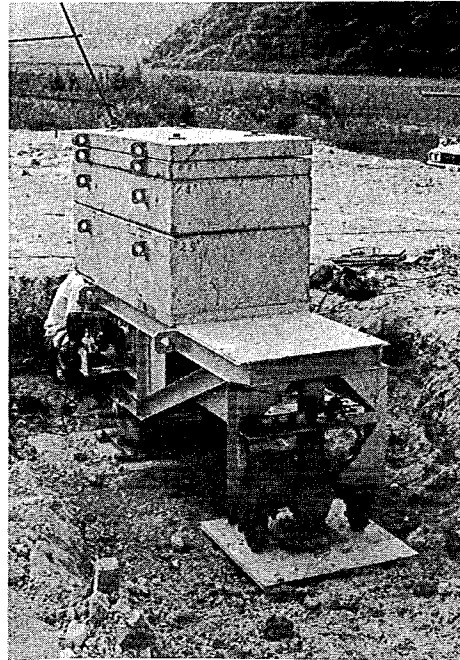


写真4-1 起振機

4.3.2 測定計器

測定はサーボ型加速度計を用いて地表面の振動を測定し，増幅器を介してデータレコーダに記録した。さらにオシログラフでモニターした。

表4-3に測定器の諸元を示す。

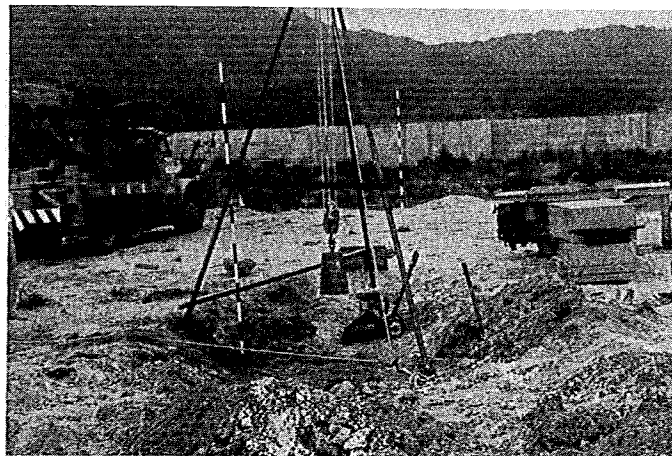
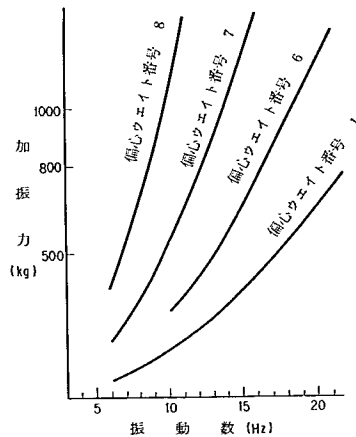


写真4-2 重錘落下試験

表 4 - 2 実験用起振機の主要諸元

起振方式	2 軸 偏 心 式
振動伝達方式	1 軸 2 輪 (鉄輪径 400 ㎜)
寸法 (長 × 幅 × 高)	2210 ㎜ × 700 ㎜ × 1680 ㎜
総重量	960 kg
原動機	電動機 (200 V, 2.2 Kw)

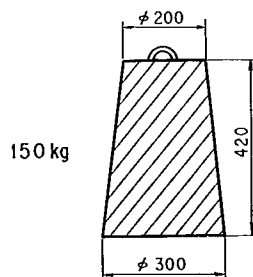


(a) 偏心ウェイトと加振力

偏心ウェイト番号	形状寸法 (mm)	枚数	総重量kg
1		1	5.89
6		2	9.41
7		1	14.48
8		3	24.77

(b) 起振機 偏心ウェイト一覧

図 4 - 3 偏心ウェイト



単位 mm

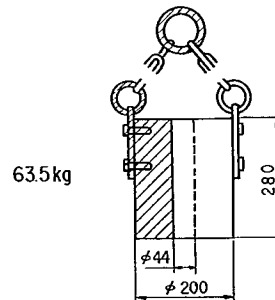


図 4 - 4 重錘寸法

表 4 - 3 測 定 器 の 諸 元

名 称	型 式	製造会社	仕 様
サーボ型振動形 ピックアップ	V401 BR	明石製作所	サーボ型加速度計，固有振動数：約 450 Hz 感度： $3\frac{V}{g}$ ，振動数範囲：DC～450 Hz 寸法：50 (W)×50 (H)×95 (L)mm 重量：約 500 g
増 幅 器	AVL-25R	明石製作所	振動数範囲：0.7～250 Hz (フィルタOFF) 0.7～30 Hz (フィルタON 30 Hz 以上は 12 dB/oct にて減衰) 測定範囲：0.001～1 g 測定レンジ：1/3/10/30/100 mmPP (5レンジ) 測定精度：各レンジ定格値の±5 %以内 寸法：290 (W)×192 (H)×250 (L)mm 重量：約 7 Kg
データレコーダ	DFR-31415	SONY	オープンリール方式，記録再成方式：FM， DR方式 チャンネル数：14チャンネル テープ速度：38.10，19.05，9.52 cm/sec 周波数特性：DC～1.25 KHz (FM, 9.52 cm/sec) DC～15 KHz (DR, 9.52 cm/sec)
出力ブースター アンプ	VCA-5800	SONY	入力レベル：±1 V 入力インピーダンス：10 K Ω 不平衡 周波数特性：DC～100 KHz (−3 dB) 歪率：1 %以下 利得：1，2，5，10 V/V 最大出力：±10 V，適合負荷：600 Ω 以上
オシログラフ	5L-32	三栄測器	チャンネル数：12チャンネル 記録紙送り速度：6段切換 ガルバノメーター：3308-B3 (P-1000) 周波数範囲：DC～650 Hz

4.3.3 加振条件

起振機の加振条件を表4-4に示す。実験においては起振機の回転数、および偏心ウェイトを変えることにより加振力、および振動数を調整した。

4.3.4 実験ケースおよび地盤振動測定位置

振動実験は地盤改良前に1回、第1工区改良後に1回、第2工区改良後に1回の計3回実施した。図4-5に各実験ケースにおける振動源、および振動計の設置位置を示す。図中の斜線部はケミコパイルを打設し、地盤改良がなされていることを示す。振動実験は表4-5に示すように全部で5ケースあり、それぞれ実験1～5と称する。振動の測定点は図4-5に示すように、振動源から1m、5m、10m、15m、20m、40m、80mの7地点（あるいは80mを除いた6地点）である。写真4-3にピックアップの設置状況を示す。なお起振機は地表面を幅約4m、長さ約6m、深さ50cmに渡って削っ

表4-4 加 振 条 件

加振力 (kg)	起 振 機		重 錘 落 下	
	用いた偏心 ウェイト番号	振動数 (Hz)	落下高 (m)	重 量 (kg)
500	8	6.9	2	63.5
	7	9.9	2	150
	6	13.3		
	1	17.8		
800	8	8.6		
	7	12.2		
	6	16.0		
650	1	19.8		

表4-5 実 験 条 件

実 験 ケース		実験実施 年 月 日	加 振 点	工 区 区 分	
				第1工区	第2工区
第1回	1	52.11.30	第1工区の中心	×	×
	2	53.3.8	“ 1 ”	○	×
第2回	3	53.3.9	“ 2 ”	○	×
	4	53.7.18	“ 1 ”	○	○
第3回	5	53.7.19	“ 2 ”	○	○

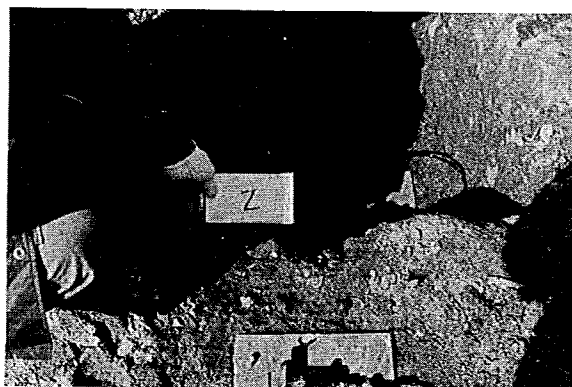
×：ケミコパイル打設前

○：“ ” 後

(a) № 1



(b) № 2



(c) № 3

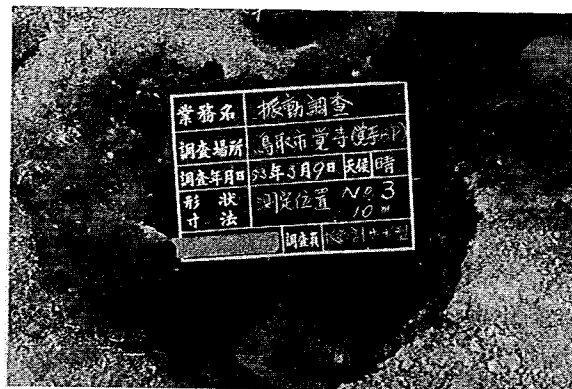
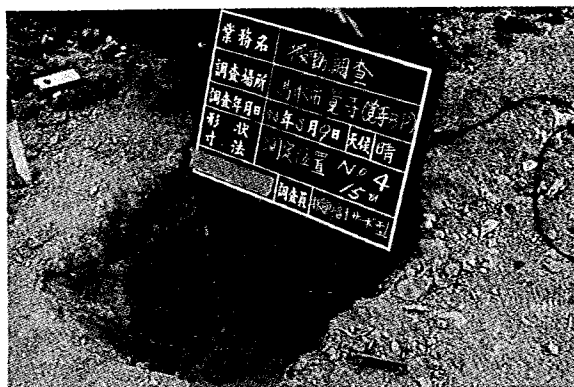
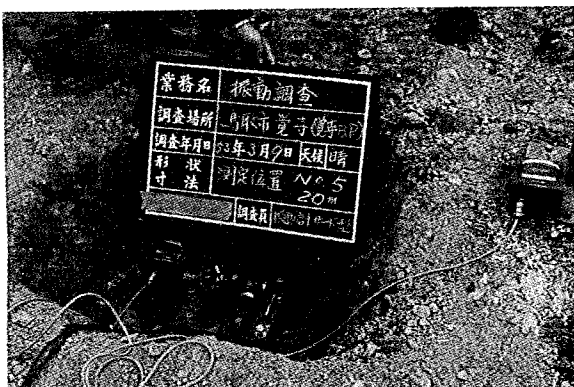


写真4-3 加速度計設置状況

(d) №. 4



(e) №. 5



(f) №. 6



写真 4 - 3

(g) 46.7



写真 4 - 3

て設置し、加速度計は地表面を幅 50 cm、長さ 50 cm、深さ 50 cm の大きさに削って設置した。起振機、および加速度計を地表より 50 cm 下げた理由は、地表より 50 cm の深さまで石灰安定処理が施工されていたので、この影響を取り除くためである。

4.3.5 地盤振動測定方法

図 4 - 5 に示す位置にサーボ型加速度計を設置し、振動加速度を測定した。加速度計は振動源から 1 m 及び 20 m 地点では、大きさ 20 cm × 24 cm の鉄板にボルトで固定し、さらにその下に 47 cm × 50 cm × 1.6 cm、重量約 30 kg の鉄板をベースとして地盤上に設置した。その他の測定点では、25 cm × 25 cm × 0.9 cm、重量 4.4 kg の鉄板に加速度計を固定し、地盤に設置した。振動の測定成分は X、Y、Z の 3 成分であるが X は水平測線方向、Y は水平測線直角方向、Z は鉛直方向であることを示す (図 4 - 6)。振動源より 20 m 地点においては 3 個の加速度計を用いて 3 成分を同時に測定し、それ以外の測定地点では起振機の加振力および振動数を一定に維持しながら 1 個の加速度計の方向を 3 回変えて、3 成分の測定を行なった。重錘落下試験では 1 つの加振条件、1 方向の振動測定成分の状態では 6 回重錘を落下させその平均を振動加速度とした。

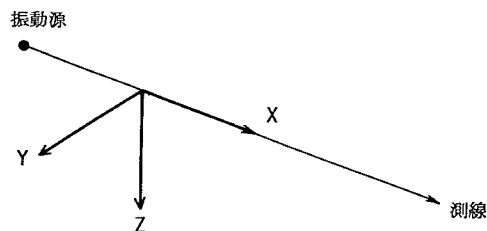


図 4 - 6 振 動 測 定 成 分

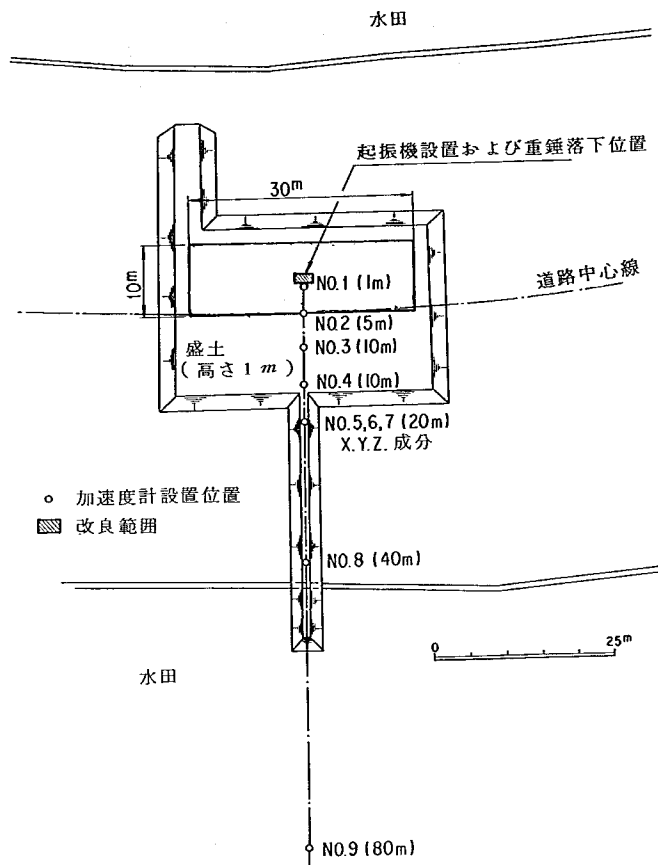


図 4-5(a) 振動源および加速度計設置位置 (平面図、実験 1、改良前)

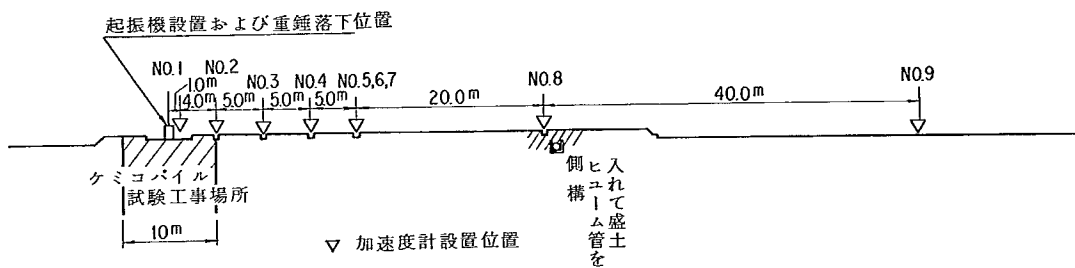


図 4-5(b) 振動源および加速度計設置位置
(断面図、実験 1、改良前)

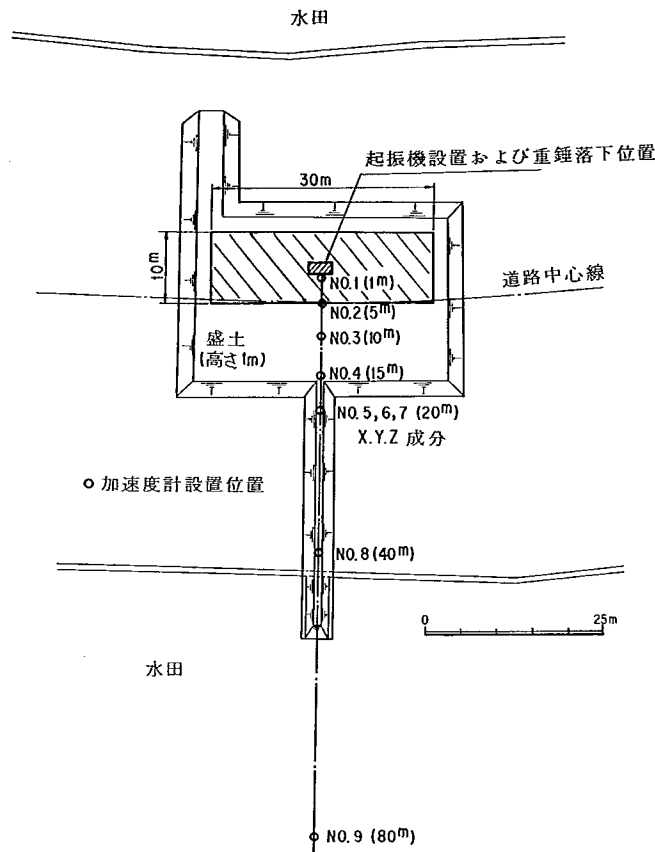


図4-5(c) 振動源および加速度計設置位置
(平面図、実験2、第1工区改良後)

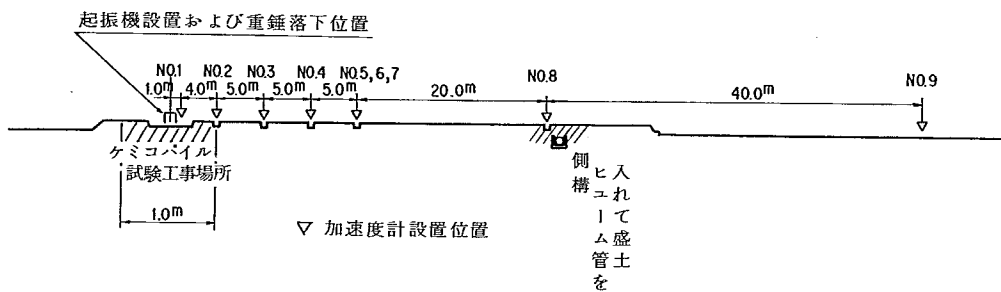


図4-5(d) 振動源および加速度計設置位置
(断面図、実験2、第1工区改良後)

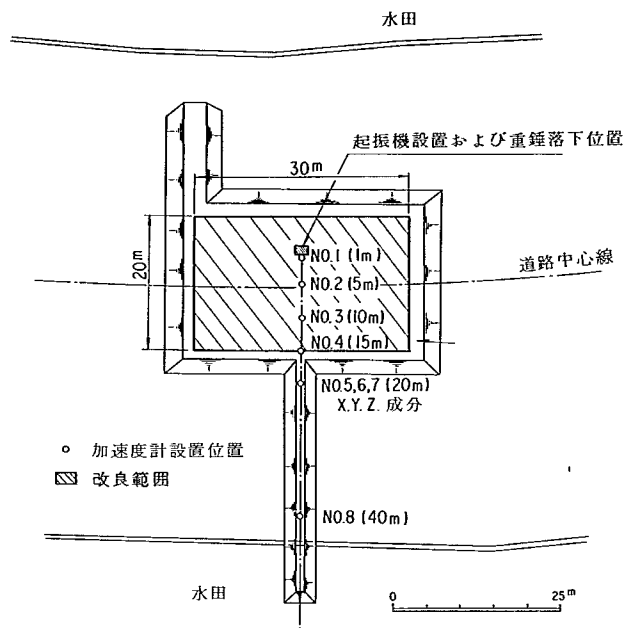


図 4-5 (g) 振動源および加速度計設置位置
(平面図、実験 4、第 2 工区改良後)

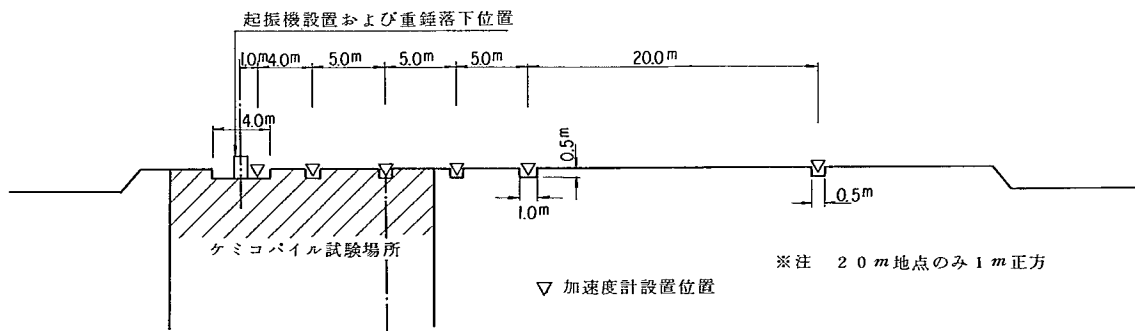


図 4-5 (h) 振動源および加速度計設置位置
(断面図、実験 4、第 2 工区改良後)

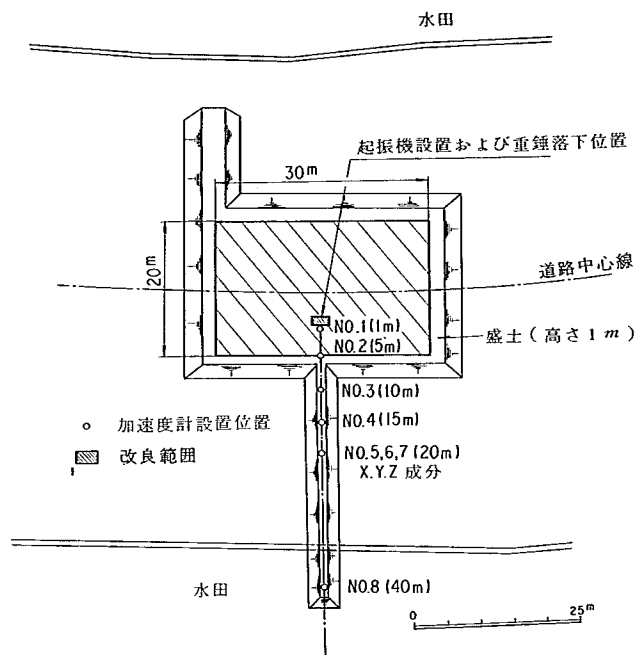


図 4-5 (i) 振動源および加速度計設置位置
(平面図、実験 5、第 2 工区改良後)

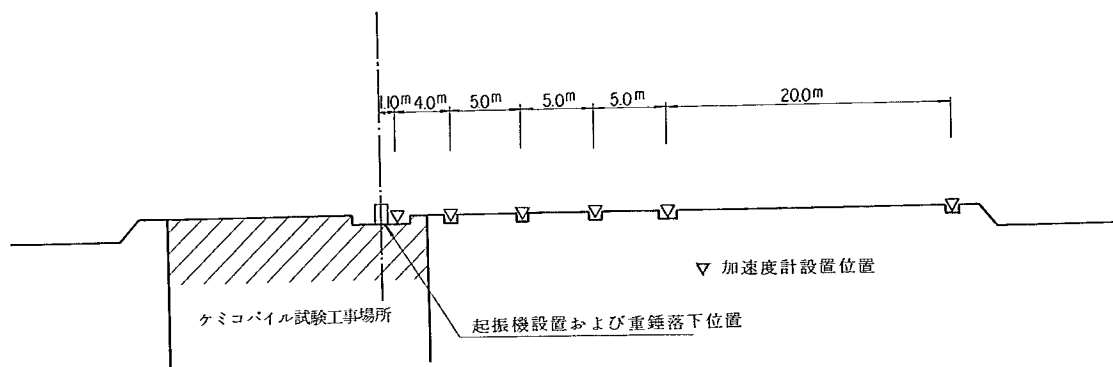


図 4-5 (j) 振動源および加速度計設置位置
(断面図、実験 5、第 2 工区改良後)

4.4 解析方法

データレコーダに記録された加速度波形をオシログラフに出力させ、振動加速度を求めると共に、 $\frac{1}{3}$ オクターブ分析器を用いて周波数分析を行なった。さらに振動加速度の距離減衰を次式で近似し、最小自乗法により距離減衰係数 α を計算した。

$$A = A_1 \left(\frac{r_1}{r} \right)^n \exp \{ -\alpha (r - r_1) \} \quad (4-1)$$

ここに A : 振動源より距離 r の点の加速度

A_1 : " " r_1 "

n : 定数

α : 距離減衰係数

卓越振動数は $\frac{1}{3}$ オクターブ分析器、および高速度レベルレコーダを用いて求めた。解析に用いた計器の規格を表4-6に示す。

表4-6 解析に用いた計器の諸元

名 称	型 式	製造会社	仕 様
$\frac{1}{3}$ オクターブ実時間分析器	SA-23	リオン	- フィルタ: 25~20,000Hz $\frac{1}{3}$オクターブ系列10バンド及びオールパス, A特性レベル/オクターブ系列40バンドおよびオールパス, A特性レベル - 減衰特性: 中心周波数から$\frac{1}{3}$オクターブはなれて約18dB 中心周波数から1オクターブはなれて約48dB
レベルレコーダ	LR-04 型	リオン	- 自動平衡型 - レベル範囲 10, 25, 50 dB 切換 - 周波数範囲 1~100,000 Hz - 記録ペン動特性 FAST, SLOW, VL

5. 調査結果

5.1 土質調査結果

図5-1に、図3-2に示すA-A断面の土質断面図を、また図5-2にB-B断面の土質断面図を示す。スウェーデン式サウンディングの結果によると、深さ12mまでの地盤は荷重100kgで自沈する程度の軟らかさである。図5-1、図5-2に見られるように、本調査地点においては、地層はほぼ水平に堆積している。図5-3にボーリングNo.1～4の土質柱状図、N値、一軸圧縮強度、弾性波速度を示す。ボーリングNo.1および2は地盤改良前の結果であり、No.3は第1工区、No.4は第2工区の地盤改良後の結果を示している。現場の土質は深さ13.5m～14.5mまではシルト質土であり、約15m以深でレキ混りシルト、レキ混り砂、砂レキ等の土質となっている。ボーリングNo.4では深さ11.0m～14mの付近にケミコパイルの石灰が見られ、ケミコパイルが必ずしも垂直に入っていないことを示している。深さ14mまでのシルト質土ではN値はほとんど零で、非常に軟弱である。しかしレキ質土になるとN値は増加し強固な土質となる。図5-4に改良前後の一軸圧縮強度 q_u 、弾性波速度を示す。ケミコパイル打設前の値が0.2 kg/cm²前後であったものが、ケミコパイル打設によって0.3～0.5 kg/cm²になっており、150～250%増加している。また深さ4mから13mまでの範囲においてS波速度は改良によって約1.8～3.7倍に増加しており、かなりの改良効果が見られる。図5-5にケミコパイル打設前と打設後のダッチコーンサウンディングにより得られたコーン指数 q_c の比較図を示す。

これらの結果を見ると地盤改良前の q_c は約4 kg/cm²で標高0mから-10mの範囲においては深さ方向に関係なくほぼ一定値であったものがケミコパイル打設により若干の強度増加が見られる。図5-5(a)及び図5-5(b)では標高-2m付近において急激に q_c 値が大きくなっているが、これはコーン先端がケミコパイルに当たったためと考えられる。表5-1に地盤改良前後の地盤の土質諸定数の変化を示す。表5-1によると改良前の地盤の自然含水比 W_n は液性限界 W_L に近く、高含水比の粘性土であると言える。ケミコパイル打設による地盤改良効果は、含水比に明確に現われ、25%～45%の低下が見られる。表5-1によると、ケミコパイル打設により、湿潤密度 γ_t は5～15%増加し、乾燥密度 γ_d は20～50%増加が見られる。また一軸圧縮強度 q_u も1.3～3.4倍増し、粘着力 C_u についても60～160%の増加が見られる。内部摩擦角 ϕ_u についてはほとんど地盤改良による増加は見られないが、これは土質がシルト質であり、内部摩擦角がほとんど零に近いと思われる。次に圧密特性であるが、表5-1に示すように、先に述べた改良効果による密度増加と同様に間隙比が減少している。また、ケミコパイル打設により圧密降伏応力 P_y の増加、圧密係数 C_y の増加が見られたことは明らかに圧密沈下の低減に寄与しているものと思われる。

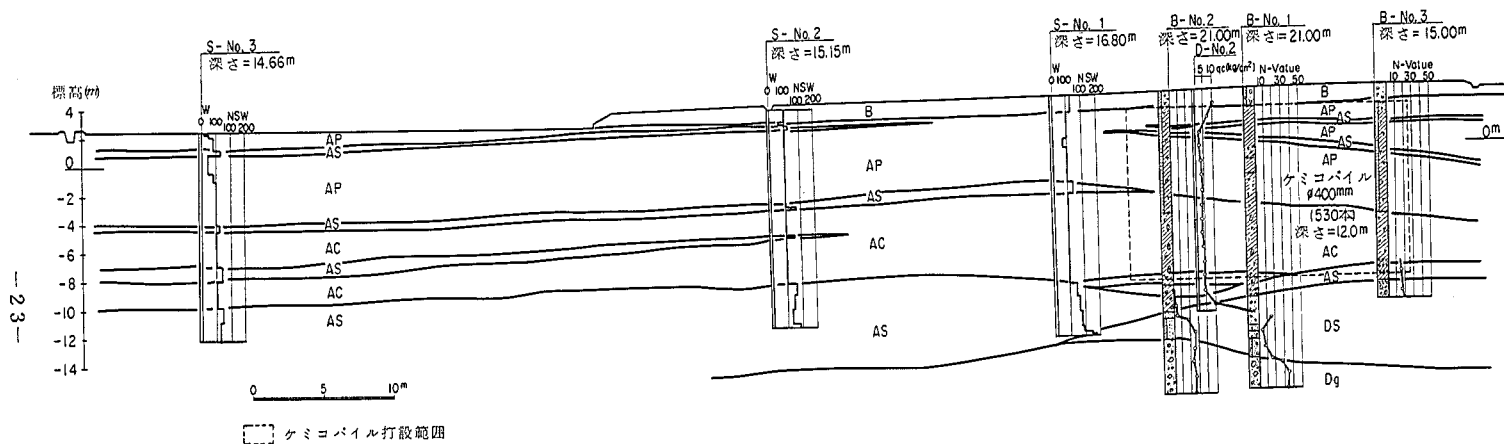


図 5 - 1 土質断面図 (A - A 断面)

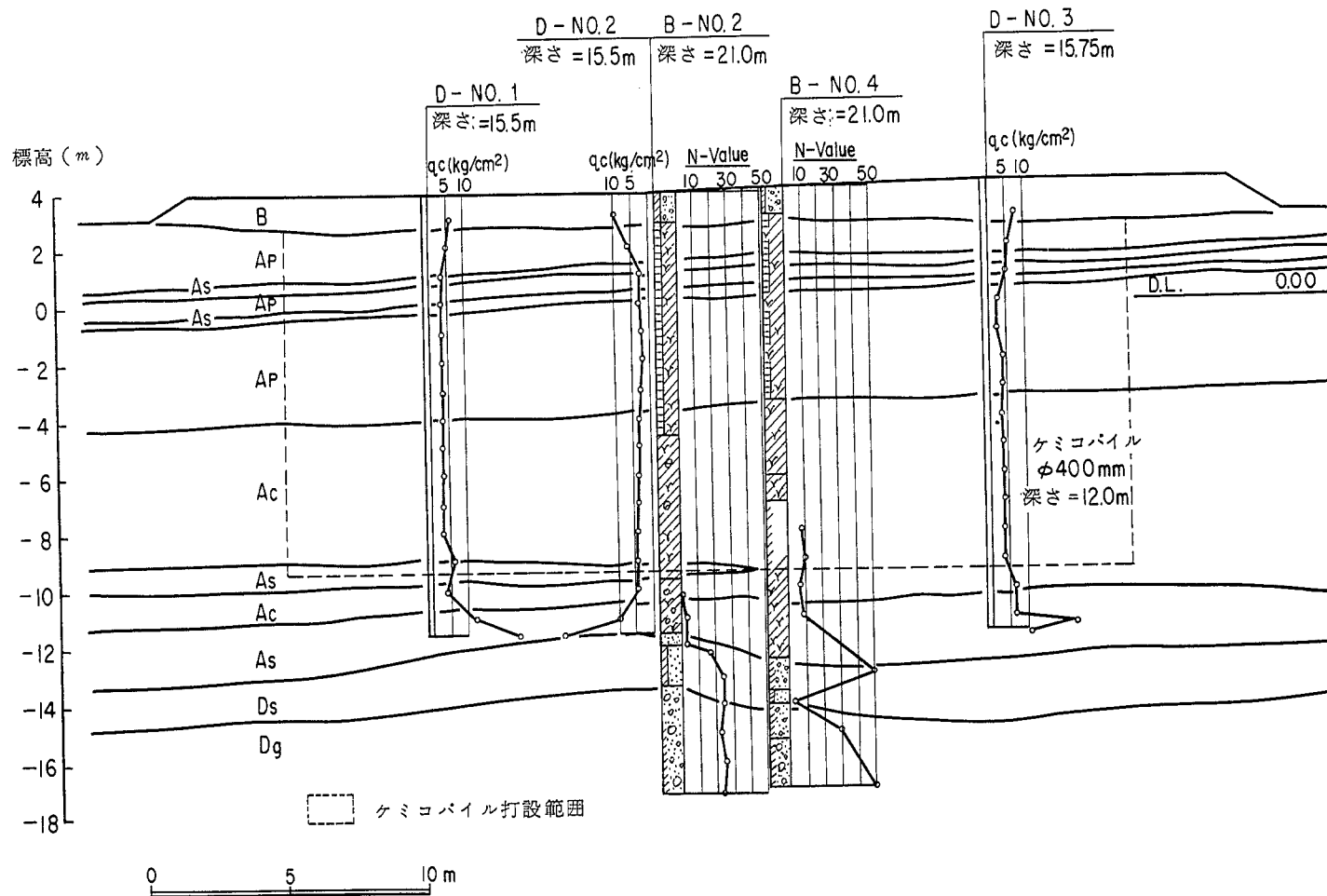


図 5 - 2 土質断面図 (B - B 断面)

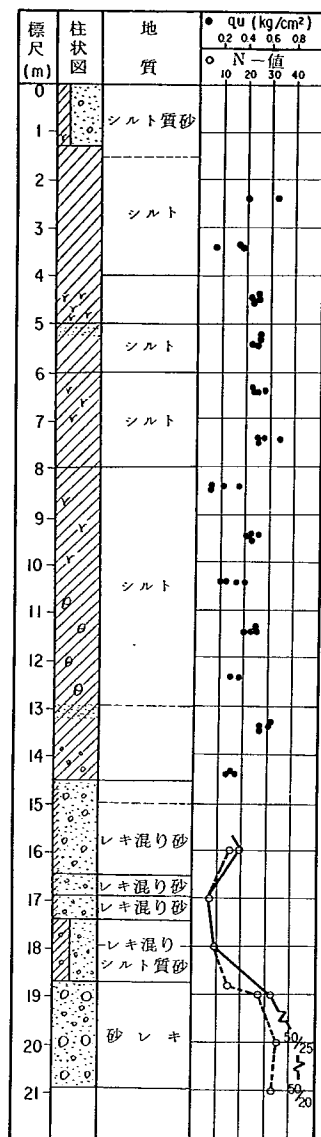


図5-3(a) 土質柱状図
(ボーリングNo.1、改良前)

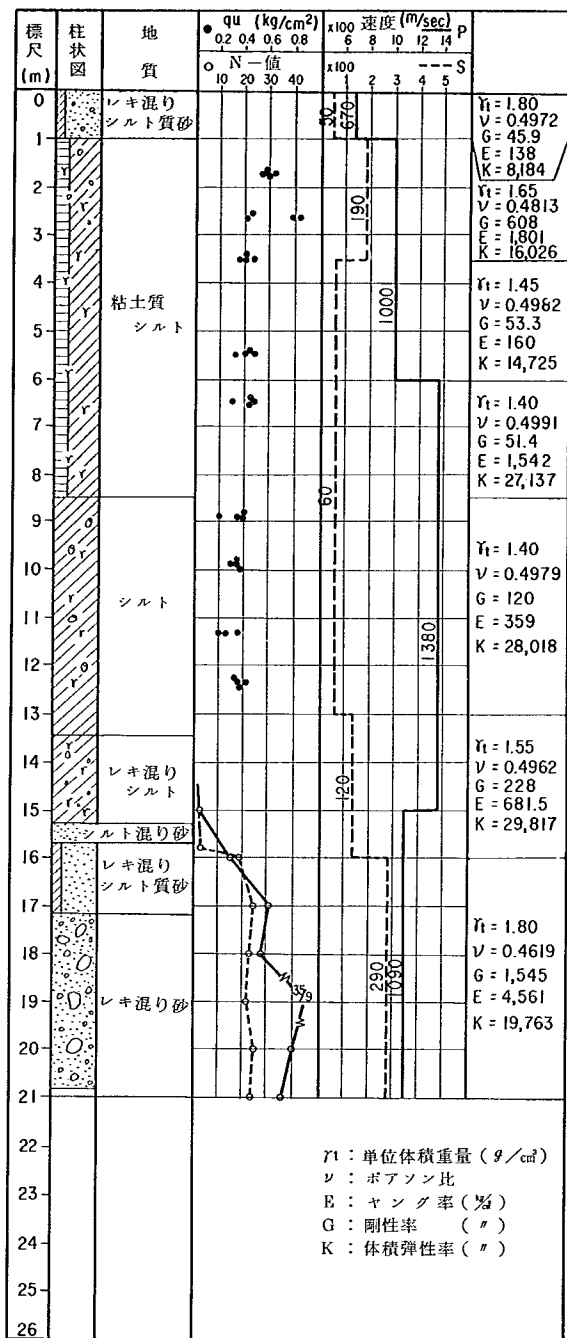


図5-3(b) 土質柱状図 (ボーリングNo.2、改良前)

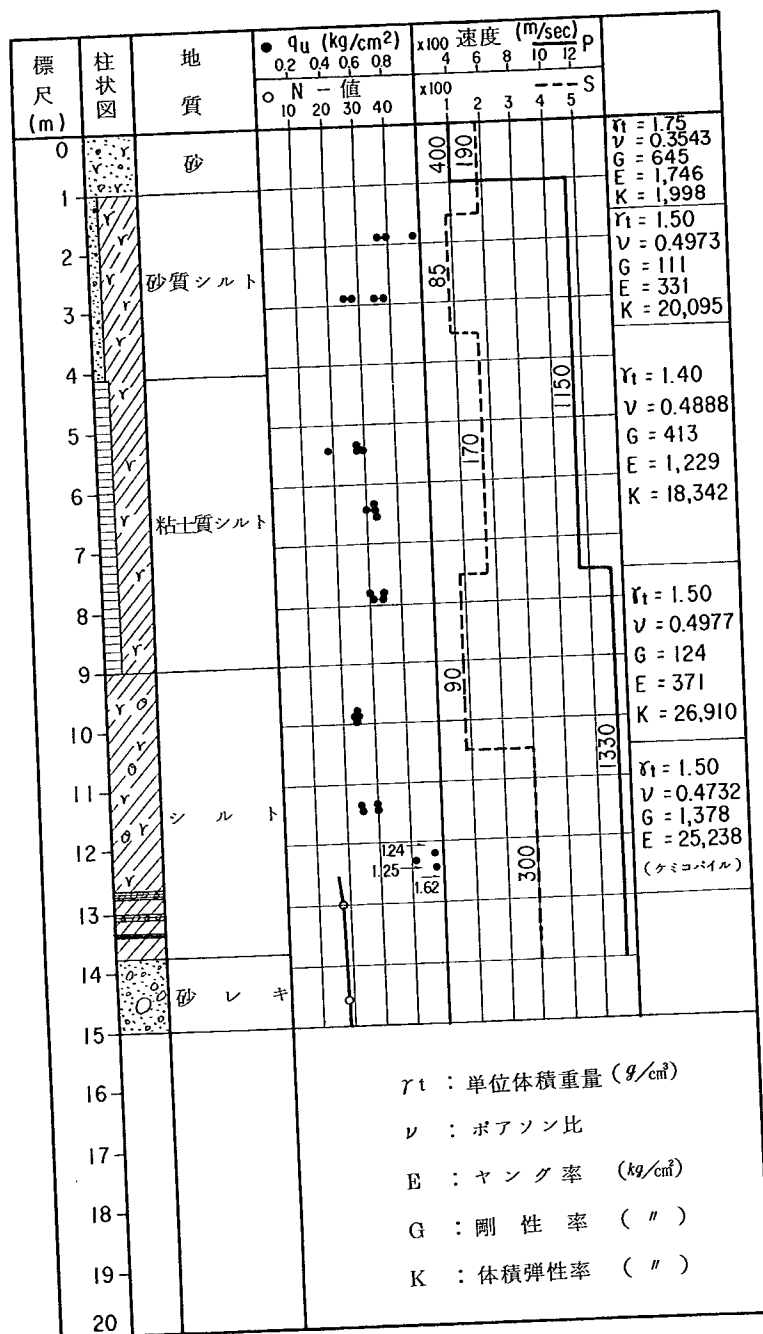


図5-3(c) 土質柱状図 (ボーリングNo 3、改良後)

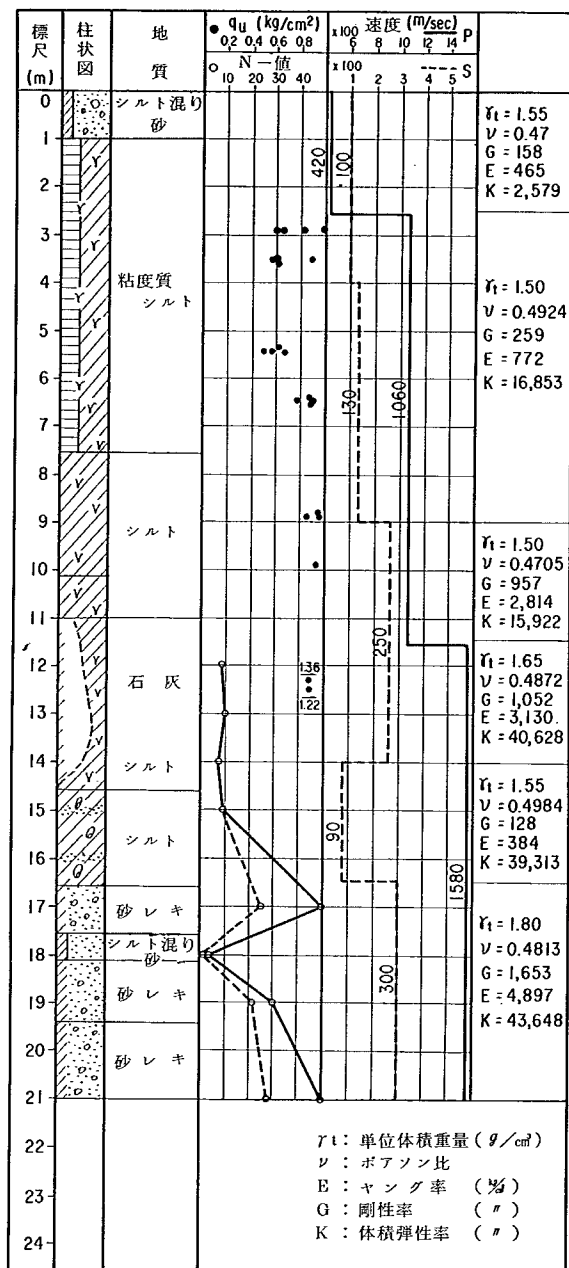


図5-3(d) 土質柱状図 (ボーリングNo.4、改良後)

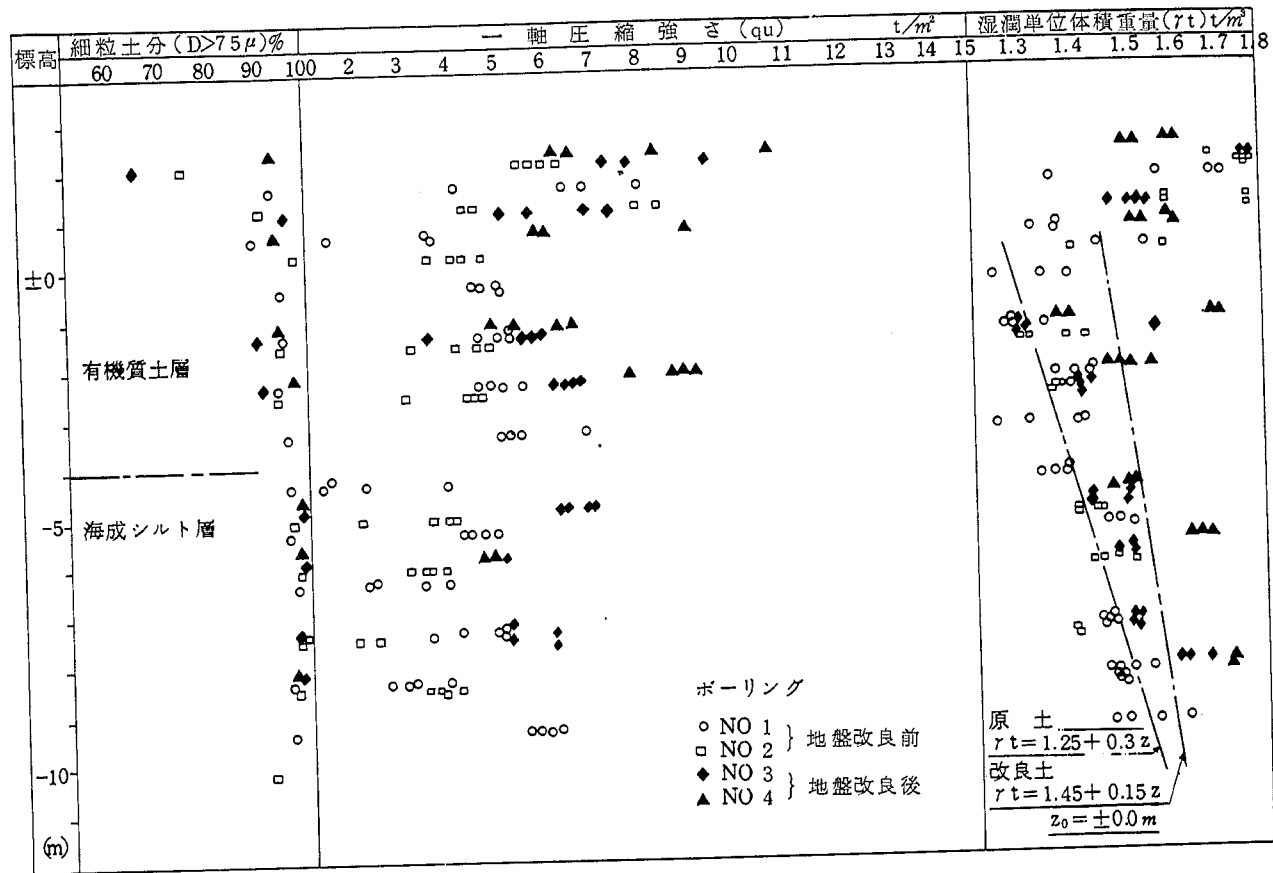


図5-4(a) 地盤改良前後の土質定数の変化

表 5-1 にはまた土の動特性値を示したが、これらの値は次式より求めた。

$$\nu = \frac{1 - 2(V_s/V_p)^2}{2 - 2(V_s/V_p)^2} \quad (5-1)$$

$$G = \frac{1}{g} \cdot r_t \cdot V_s^2 \quad (5-2)$$

$$E = 2(1 + \nu) \cdot G \quad (5-3)$$

$$K = \frac{2(1 + \nu)}{3(1 - 2\nu)} G \quad (5-4)$$

ただし

ν : ポアソン比

G : 動的せん断弾性係数 (kg/cm^2)

E : ヤング率 (kg/cm^2)

K : 体積弾性率 (kg/cm^2)

V_p : P波速度 (m/sec)

V_s : S波速度 (m/sec)

r_t : 湿潤密度 (kg/cm^3)

g : 重力加速度 (cm/sec^2)

ケミコパイル打設により、P波速度 V_p は 7.6 ~ 10.5 倍になっており、S波速度 V_s は打設前に比較して 1.8 ~ 3.7 倍に大きくなっている。 V_s 、および湿潤密度 r_t が増加することは式 (5-1) ~ (5-4) より明らかなようにヤング率 E 、動的せん断弾性係数 G 、体積弾性率 K が、ケミコパイル打設により増加することを意味する。実際に G の値は 3.5 ~ 6.6 倍に増加している。 G が増加することは地盤が堅くなったことを意味し、ケ

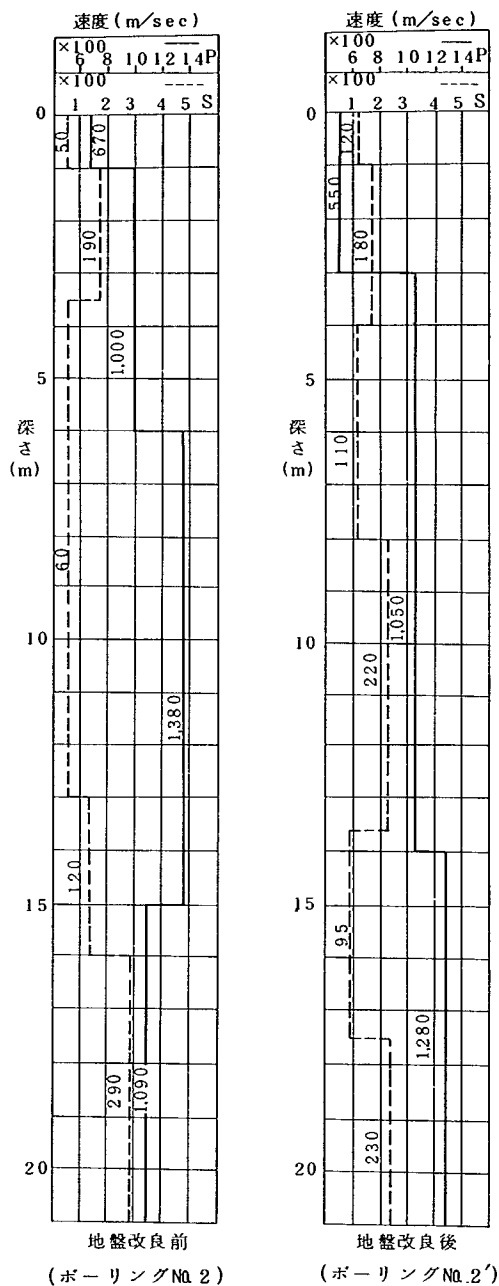


図 5-4 (b) P S 検層結果

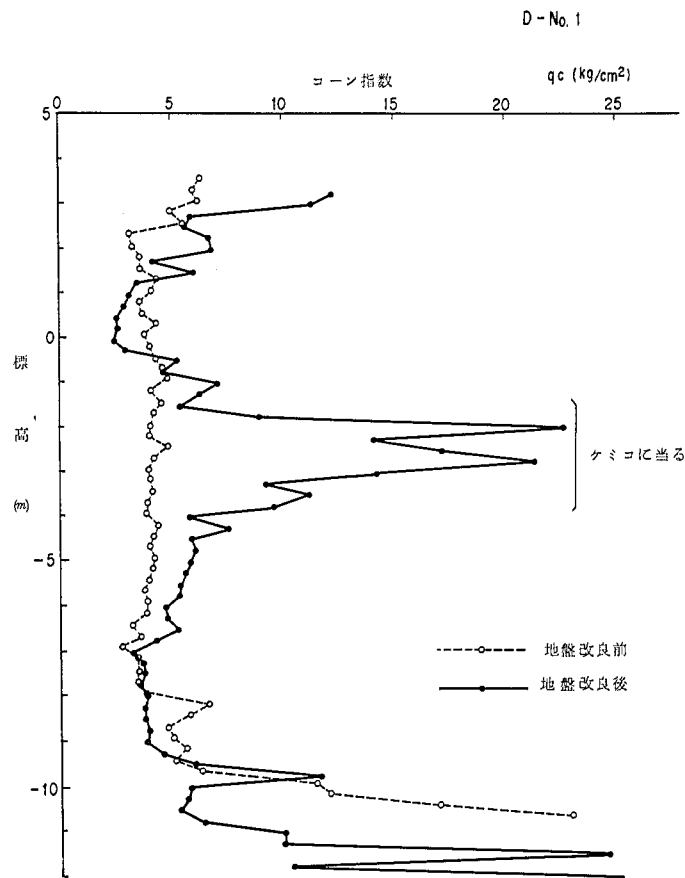


図 5-5(a) 地盤改良によるコーン指数 qc の変化 (D-No.1)

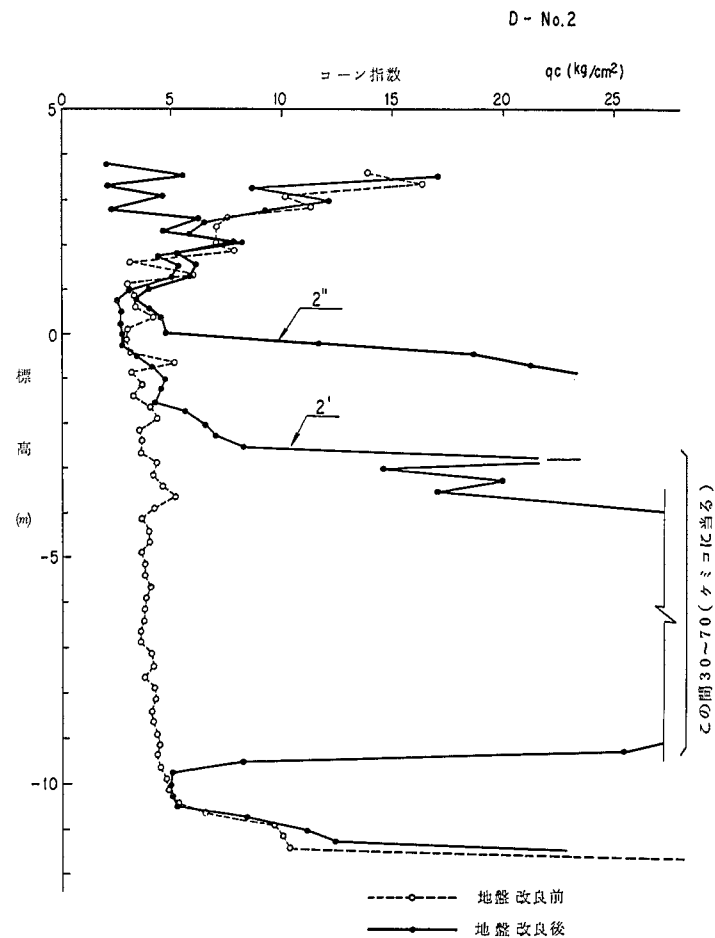


図 5-5(b) 地盤改良によるコーン指数 qc の変化 (D-No.2)

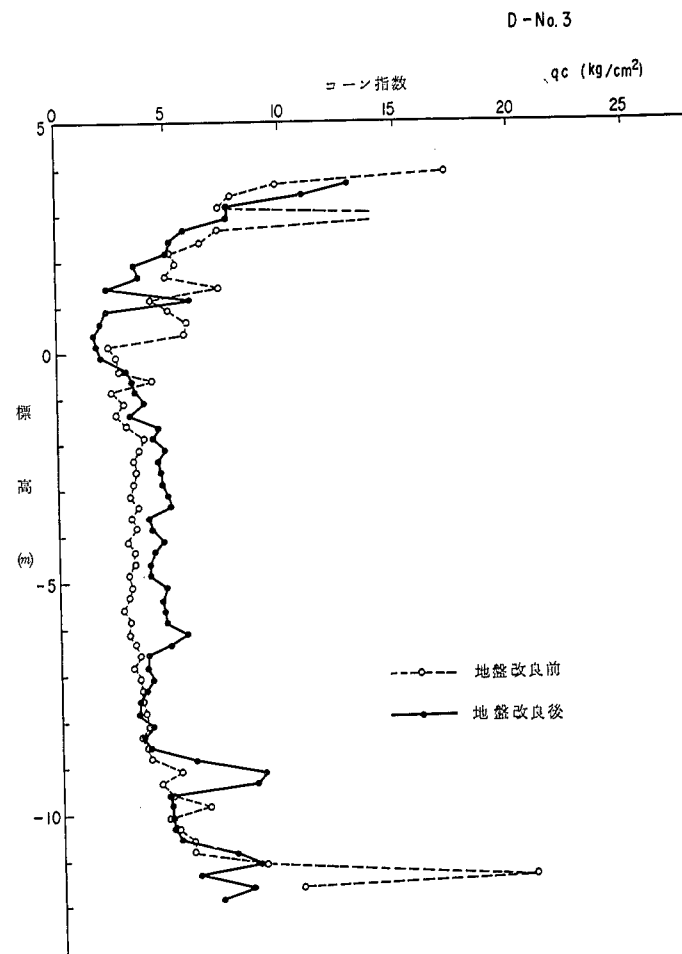


図 5-5(c) 地盤改良によるコーン指数 q_c の変化 (D-No. 3)

表5-1 地盤改良による土質諸定数の変化
(a)

深さ (m)	含水比 (%)			単位体積重量 $t(g/cm^3)$			間隙比 e		
	① 改良前	② 改良後	② ① (%)	③ 改良前	④ 改良後	④ ③ (%)	⑤ 改良前	⑥ 改良後	⑥ ⑤ (%)
31-39	93.99	64.29	68.4	1.434	1.559	108.7	2.267	1.553	68.5
50-58	136.03	78.80	57.9	1.336	1.523	114.0	3.392	1.968	58.0
60-68	104.09	74.54	71.6	1.358	1.496	110.2	2.717	1.902	70.0
85-93	104.41	77.51	74.2	1.413	1.495	105.8	2.662	2.006	75.4
95-103	79.99	56.24	70.3	1.462	1.634	111.8	2.161	1.453	67.2
122-125	88.57	48.10	54.3	1.476	1.713	116.1	2.280	1.254	55.0

① 改良前はボーリングNo.2の値, 改良後は②まではボーリングNo.4の値,
②以降はボーリングNo.2の値である。

表5-1 (b)

深さ (m)	乾燥密度 $\gamma_d(g/cm^3)$			液性限界 $W_L(\%)$			塑性限界 $W_p(\%)$		
	⑦ 改良前	⑧ 改良後	⑧ ⑦ (%)	⑨ 改良前	⑩ 改良後	⑩ ⑨ (%)	⑪ 改良前	⑫ 改良後	⑫ ⑪ (%)
31-39	0.739	0.949	128.4	109.20	86.71	79.4	7.771	4.192	53.9
50-58	0.566	0.851	150.4	146.23	94.52	64.6	7.197	4.215	58.6
60-68	0.665	0.857	128.9	107.30	104.30	97.2	5.432	4.944	91.0
85-93	0.691	0.842	121.9	103.60	94.30	91.0	4.827	4.842	100.3
95-103	0.812	1.046	128.8	86.16	67.15	77.9	3.906	4.067	104.1
122-125	0.782	1.157	148.0	87.90	76.63	87.2	3.420	3.726	108.9

表5-1 (c)

深さ (m)	塑性指数 I_p			一軸圧密強度 $q_u(kg/cm^2)$			内部摩擦角 ϕ (度)		
	⑬ 改良前	⑭ 改良後	⑭ ⑬ (%)	⑮ 改良前	⑯ 改良後	⑯ ⑮ (%)	⑰ 改良前	⑱ 改良後	⑱ ⑰ (%)
31-39	31.49	44.79	142.2	0.416	0.671	161.3	2.60	2.1	80.8
50-58	74.26	52.37	70.5	0.419	0.576	137.5	—	—	—
60-68	52.98	54.86	103.5	0.414	0.861	208.0	2.60	2.4	92.3
85-93	55.33	45.88	82.9	0.340	0.967	284.4	—	—	—
95-103	47.10	26.45	56.2	0.347	1.086	313.0	2.90	2.8	96.6
122-125	53.70	39.37	73.3	0.378	1.291	341.5	4.00	—	—

表5-1(d)

深さ (m)	粘着力 C (kg/cm^2)			圧密降伏応力 P_y (kg/cm^2)			圧密係数 C_v (cm^2/min)		
	① 改良前	② 改良後	$\frac{②}{①}$ (%)	② 改良前	② 改良後	$\frac{②}{①}$ (%)	② 改良前	② 改良後	$\frac{②}{①}$ (%)
3.1-3.9	0.18	0.30	166.7	—	—	—	—	—	—
5.0-5.8	—	—	—	0.49	0.91	185.7	0.34×10^{-1}	0.49×10^{-1}	144.1
6.0-6.8	0.24	0.44	188.3	—	—	—	—	—	—
8.5-9.3	—	—	—	0.55	1.24	225.5	0.31×10^{-1}	0.42×10^{-1}	135.5
9.5-10.3	0.21	0.55	261.9	—	—	—	—	—	—
12.2-12.5	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—

表5-1(e)

深さ (m)	透水係数 k (cm/sec)								
	② 改良前	② 改良後	$\frac{②}{①}$ (%)						
3.1-3.9	—	—	—						
5.0-5.8	1.10×10^{-7}	0.60×10^{-7}	54.5						
6.0-6.8	—	—	—						
8.5-9.3	1.81×10^{-7}	0.42×10^{-7}	23.2						
9.5-10.3	—	—	—						
12.2-12.5	—	—	—						

表5-1(f)

深さ (m)	せん断弾性係数 G (kg/cm^2)			ヤング率 E (kg/cm^2)			体積弾性率 K (kg/cm^2)		
	② 改良前	② 改良後	$\frac{②}{①}$ (%)	② 改良前	② 改良後	$\frac{②}{①}$ (%)	② 改良前	② 改良後	$\frac{②}{①}$ (%)
3.0-6.0	53.3	185.0	347.1	160.0	554.0	346.3	14725	16628	112.9
6.0-8.5	51.4	185.0	359.9	154.20	554.0	35.9	27137	16628	61.3
8.5-13.0	120.0	790.0	658.3	359.0	2334.0	650.1	28018	16946	60.5

表5-1(g)

深さ (m)	P波速度 (m/sec)			S波速度 (m/sec)			ポアソン比 ν		
	③ 改良前	③ 改良後	$\frac{③}{①}$ (%)	③ 改良前	③ 改良後	$\frac{③}{①}$ (%)	③ 改良前	③ 改良後	$\frac{③}{①}$ (%)
3.0-6.0	1000.0	1050	105.0	60	110	183.3	0.4982	0.4945	99.3
6.0-8.5	1380	1050	76.1	60	110	183.3	0.4991	0.4945	99.1
8.5-13.0	1380	1050	76.1	60	220	366.7	0.4979	0.4770	95.8

表5-2(a) 土質試験結果 (改良前)

ボーリング 点1			地盤高 +4.019 m 地下水位 GL+0.60m												
試験 種類	試験 項目	試験 方法	試験 結果												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
試験 種類	試験 項目	試験 方法	試料の種類	見たい 見した	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
			深	G L	m・より	0.00	200	235	300	400	425	500	600	700	800
			深	G L	m・まで	1.30	280	255	380	425	480	580	680	780	880
			平均位置	m	1.00										
試験 種類	試験 項目	試験 方法	自然含水比(平均値)	W (%)	28.04	90.178	48.939	113.342	128.01	202.723	162.764	106.664	139.095	116.119	
			単位体積重量(平均値)	γ_t (g/cm ³)		1.446	1.683	1.328		1.247	1.263	1.389	1.323	1.345	
			土粒子の比重	G _s	264	258	253	250	251	249	253	256	239	259	
			空隙率	e		2.395	1.239	3.015		5.042	4.261	2.806	3.317	3.159	
試験 種類	試験 項目	試験 方法	飽和度	S _r (%)		97.144	99.932	93.952		100.00	96.632	97.284	100.212	95.175	
			乾燥密度	γ_d (g/cm ³)		0.760	1.130	0.622		0.412	0.480	0.672	0.553	0.622	
			液性限界	W _L (%)	49.70	82.10	16.13	145.77		188.30	232.30	125.50	120.41	163.05	
			塑性限界	W _p (%)	20.18	43.34	31.84	58.83		64.73	90.13	59.45	47.33	61.71	
試験 種類	試験 項目	試験 方法	塑性指数	I _p (%)	29.52	38.76	29.29	86.94		123.57	142.17	66.05	73.08	101.34	
			液性指数	IL (%)	26.63	120.84	41.31	62.70		111.67	51.09	71.48	64.43	53.69	
			相対稠度	I _c (%)	73.37	20.84	5.859	37.30		-11.67	4.891	28.52	-25.57	46.31	
			粒状組成												
試験 種類	試験 項目	試験 方法	砂	Sand (%)	34	5	7	10	3	0	0	0	0	0	
			シルト	Silt (%)	26	79	66	72	74	76	75	71	70	72	
			粘土	Clay (%)	11	14	25	17	19	19	20	23	26	24	
			60 μm 以下		0.70	0.022	1.034	0.013	0.0115	0.0102	0.0119	0.017	0.0095	0.0083	
試験 種類	試験 項目	試験 方法	10 μm 以下		0.0044	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			分級												
			三角座標												
			シルト質砂												
試験 種類	試験 項目	試験 方法	圧縮強さ	q _u (MPa)		0.416		0.149		0.510	0.500	0.512	0.519	0.132	
			破壊ヒズミ	ε (%)		8.90		4.70		10.80	10.30	9.50	10.50	15.00	
			圧縮強さ	q _u (MPa)		0.645		0.362		0.501	0.523	0.462	0.500	0.134	
			破壊ヒズミ	ε (%)		10.90		10.10		9.00	11.00	6.20	10.50	15.00	
試験 種類	試験 項目	試験 方法	圧縮強さ	q _u (MPa)			0.683	0.355		0.470	0.523	0.548	0.679	0.220	
			破壊ヒズミ	ε (%)			10.30	8.00		7.80	10.20	6.80	9.40	5.90	
			圧縮強さ	q _u (MPa)			0.800			0.451	0.461	0.480	0.545	0.338	
			破壊ヒズミ	ε (%)			15.00			10.00	8.50	6.90	6.20	8.50	
試験 種類	試験 項目	試験 方法	散比	S _t 平均			7.49	—		—	8.50	6.90	6.20	8.50	
			三軸圧	内部摩擦角 φ (°)								5.69	8.37	—	
			粘着力	C (MPa)		7.3				2.9		3.4	0.6		
			一面剪	内部摩擦角 φ (°)		5.18				0.18		0.20	0.32		
試験 種類	試験 項目	試験 方法	断試験	粘着力 C (MPa)											
			圧密降伏応力	P _y (MPa)				0.48							
			圧縮指数	O _c				1.31						0.57	
			圧密係数	C _v (cm ² /s)				2.50×10 ⁻²						0.76	
試験 種類	試験 項目	試験 方法	体積係数	M _v = P _y /P _c				2.05×10 ⁻¹					2.95×10 ⁻²		
			圧縮係数	α ₂₄₀ = P _y /P _c				1.75×10 ⁻¹					1.22×10 ⁻¹		
			透水係数	k (cm/s)				0.88×10 ⁻⁵					1.08×10 ⁻¹		
			透水性係数	k ₂₀ = P _y /P _c				1.65×10 ⁻⁵					4.0 ×10 ⁻⁶		
試験 種類	試験 項目	試験 方法	土質重量	P _o (MPa)		0.185		0.215	0.245		0.275	0.305	0.335	0.365	
			標準貫入試験	N 値											

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
○	○	○	○	○	○	○	○						
900	1000	1100	1200	1240	1300	1400	1500	1460	1660	1750	1880	1880	1880
980	1085	1180	1280	1255	1380	1480	1540	1660	1700	1880	2100	2100	2100
								1600	1700	1800	1900	2000	2100
87617	82930	95610	88333	74040	69826	37304	4527	2917	2835	3292	2636	1098	1694
1479	1482	1453	1460	1524	1529	1768							
264	265	264	264	275	267	267	272	268	268	266	268	267	267
2347	2270	2553	2406	2139	1964	1073							
98538	96778	98848	96924	95189	94898	92782							
0788	0810	0742	0775	0876	0900	1287							
8785	1967	9425	8560	5556	6803	3324	4872	3617	3504	3300	3224		
4242	3697	4290	4155	3001	3675	2300	3552	2578	2504	2535	2265		
4543	3270	5135	4405	2555	3128	1024	1320	1069	1000	765	959		
9949	14055	10265	10620	17233	10574	13969	7386	3171	3310	9895	3869		
051	-4055	-265	-120	-7233	-574	-3959	2614	6829	6690	105	6131		
0	0	0	0	0	0	23	17	40	24	19	4	75	62
4	3	1	4	1	4	49	15	41	47	51	36	24	36
80	80	81	81	18	82	20	34	17	20	24	36	1	2
16	17	18	15	31	14	8	1	2	9	6	24	—	—
00123	00099	0013	00107	00080	0013	090	045	200	069	047	0076	109	670
00027	00011	00023	00026	—	—	00086	00089	0013	00061	00079	00017	076	040
シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト	シ ル ト
0.422	0.240	0.512	0.384		0.598	0.338							
1045	1500	780	875		845	880							
0.495	0.202	0.509		0.298	0.623	0.281							
1255	1500	856		900	710	610							
0.463	0.391	0.488		0.262	0.568	0.292							
1080	1165	620		650	1005	640							
0.441	0.338	0.417	0.314		0.555								
1380	1340	555	575		900								
—	—	—	—	—	—	—							
26		46				17							
0.18		0.14				0.34							
	0.55				0.78								
	0.56				0.77								
	8.7 ×10 ⁻²				355×10 ⁻²								
	1.03×10 ⁻¹				8.8 ×10 ⁻²								
	1.11×10 ⁻¹				8.8 ×10 ⁻²								
	0.95×10 ⁻³				39 ×10 ⁻⁶								
	1.05×10 ⁻³				475×10 ⁻⁶								
0.415	0.465	0.515	0.565		0.615	0.680							

表5-2(b) 土質試験結果 (改良前)

ボーリング 底 2		地盤高 +3.83 m 地下水位 GL-1.20 m														
試験	試料番号	底	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
試験	試料の種類	乱さない	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	深	乱した	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Q L	m・より	0.00	1.50	2.20	3.10	5.00	6.00	8.50	9.50	11.00	12.00	13.50	15.80	17.30	17.30
試験	Q L	m・まで	1.00	2.00	3.00	4.00	5.80	6.80	9.30	10.30	11.65	12.60	15.40	17.30	21.00	21.00
	平均位	m		シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール	シンクホール
	自然含水比(平均値)	W (%)	2354	43636	52515	93987	136031	104090	104405	79389	98646	88569	7379	1457	1269	1760
分	単位体積重量(平均値)	γ_t (g/cm ³)		1.709	1.663	1.434	1.336	1.358	1.413	1.462	1.403	1.476				
	土粒子の比重	G _s	2639	2544	2625	2417	2482	2474	2532	2569	2546	2568	2609	2653	2659	2681
	間隙比	e		1.138	1.406	2.267	3.382	2.717	2.662	2.161	2.602	2.280				
判	飽和度	S _r (%)		97.543	98.044	100.000	99.815	94.751	99.283	95.055	96.489	99.744				
	乾燥密度	γ_d (g/cm ³)		1.189	1.091	0.739	0.566	0.665	0.691	0.812	0.706	0.782				
	液性限界	W _L (%)	42.02	65.42	70.20	100.20	146.23	107.30	103.60	86.16	106.25	87.90	114.19	74.05		4840
別	塑性限界	W _p (%)	20.69	33.98	37.70	77.71	71.97	54.32	48.27	39.06	47.40	34.20	47.26	37.07		3059
	塑性指数	I _p	21.33	31.44	32.50	31.49	74.26	52.98	55.33	47.10	58.85	53.70	66.93	36.97		18.80
	液性指数	I _L (%)	13.36	30.78	45.60	51.67	86.26	93.84	100.74	86.80	87.09	101.25	39.64	-60.84		-6900
試	相対湿度	I _c (%)	26.64	69.22	54.40	49.33	1374	6.56	-0.74	13.10	12.91	-1.25	60.36	160.84		16900
	標準	Gravel (%)	29	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	56	69	59
	砂	Sand (%)	39	24	9	2	5	5	3	2	2	3	6	31	27	26
験	シルト	Silt (%)	19	40	63	42	76	67	76	75	79	80	83	8	4	9
	粘土	Clay (%)	13	35	28	56	19	27	21	23	19	17	11	5	—	6
	60	多径	1.05	0.025	0.025	0.006	0.0125	0.0125	0.011	0.0115	0.0125	0.025	4.00	10.0		6.00
分	10	多径	0.0031	—	—	—	—	—	—	0.0015	0.0015	0.045	0.031	0.37		0.015
	三角座標		シヤ流りシルト質砂	シルト質粘土	粘土質シルト	粘土	砂質シルト	粘土質シルト	粘土質シルト	粘土質シルト	砂質シルト	シルト	シルト	シヤ流りシルト質砂	シヤ流りシルト質砂	シヤ流りシルト質砂
	圧縮強さ	q _u (kgf/cm ²)	0.631	0.428	0.356	0.322	0.303	0.361	0.314	0.200	0.370					
軸	破壊ヒズミ	e (%)	7.40	5.55	9.00	6.58	9.25	9.50	8.05	15.00	5.23					
	圧縮強さ	q _u (kgf/cm ²)	0.545	0.450	0.406	0.413	0.463	0.208	0.343	0.357	0.345					
	破壊ヒズミ	e (%)	8.30	5.92	8.05	9.70	6.70	5.10	5.80	6.85						
圧	圧縮強さ	q _u (kgf/cm ²)	0.572	0.796	0.472	0.483	0.450	0.390	0.352	0.238	0.415					
	破壊ヒズミ	e (%)	6.00	13.30	10.15	9.70	7.60	6.92	7.35	4.55	5.45					
	圧縮強さ	q _u (kgf/cm ²)	0.597	0.838	0.428	0.458	0.440	0.402	0.378	0.381						
力	破壊ヒズミ	e (%)	5.30	13.10	9.05	7.45	7.17	9.00	10.00	5.35						
	縦断比	St	2.49	3.64	—	7.10	8.28	—	—	—						
	三軸圧	内部摩擦角 φ (度)			2.6		2.6		2.9	4.0						
試	粘着	力 C (kgf/cm ²)			0.18		0.24		0.21	0.14						
	一面剪	内部摩擦角 φ (度)														
	断試験	粘着 力 C (kgf/cm ²)														
験	圧密	圧密降伏応力 P _y (kgf/cm ²)			1.60		0.49		0.55	0.57						
	圧縮	指数 C _c			0.55		2.06		1.23	0.97						
	圧密	係数 C _v (m ² /min)			0.8×10 ⁻¹		0.34×10 ⁻¹		0.31×10 ⁻¹	0.28×10 ⁻¹						
密	横断	M _v (kgf/cm ²)			4.0×10 ⁻²		20.3×10 ⁻²		15.2×10 ⁻²	13.9×10 ⁻²						
	圧縮	係数 k (kgf/cm ²)			—		—		—	—						
	透水	係数 k (cm/sec)			0.47×10 ⁻⁷		1.10×10 ⁻⁷		0.81×10 ⁻⁷	0.64×10 ⁻⁷						
土	液性	指数 I _L			—		—		—	—						
	液性	指数 I _L			—		—		—	—						
	液性	指数 I _L			—		—		—	—						
質	標準	貫入試験 N (kgf/cm ²)														
	標準	貫入試験 N (kgf/cm ²)														
	標準	貫入試験 N (kgf/cm ²)														

表5-2(c) 土 質 試 験 結 果 (改良後)

		地 盤 高 + 4.069 m									
		ボーリング 63									
		地下水位 GL - 0.70 m									
試 験 試 料	試 料 番 号	63	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9
	試 料 の 種 類	乱さな	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	深 度	乱し									
分 類	G L	m・より	1.50	2.50	5.00	6.00	8.50	9.50	11.00	12.00	
	G L	m・まで	2.30	3.35	5.85	6.85	9.35	10.30	11.85	12.40	
	平均位置	m	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール
判 別	自然含水比(平均値)	W (%)	43.377	73.531	138.396	92.908	91.053	72.345	79.315	59.760	
	単位体積重量(平均値)	γ_t (g/cm ³)	1.724	1.505	1.345	1.403	1.467	1.499	1.506	1.622	
	土 粒 子 の 比 重	G _s	2.545	2.438	2.493	2.472	2.529	2.577	2.546	2.596	
試 験	間 隙 比	e	1.115	1.810	3.416	2.397	2.308	1.962	2.029	1.556	
	飽 和 度	S _r (%)	98.921	99.003	100.000	95.779	99.741	95.012	99.478	99.675	
	乾 燥 密 度	γ_d (g/cm ³)	1.202	0.867	0.564	0.727	0.764	0.869	0.840	1.015	
学 試	液 性 限 界	W _L (%)	70.90	116.10	180.06	113.80	108.00	74.60	93.40	91.40	
	塑 性 限 界	W _p (%)	33.40	40.17	82.21	45.22	46.68	37.66	45.95	40.71	
	塑 性 指 数	I _p	37.50	75.93	98.39	68.52	61.32	36.94	47.45	50.69	
力 学 試 験	液 性 指 数	IL (%)	6.250	24.07	1.61	31.42	38.68	63.06	52.55	49.31	
	相 対 稠 度	I _c (%)	7.339	56.06	4.289	30.46	27.64	6.09	30.64	62.42	
	粒 度 組 成										
学 試 験	60 号 篩	Gravel (%)	3	0	0	0	0	0	0	0	
	10 号 篩	Sand (%)	32	4	10	9	1	1	2	2	
	分 類	Silt (%)	51	79	55	71	47	83	77	84	
学 試 験	60 号 篩	Clay (%)	14	17	35	20	52	16	21	14	
	10 号 篩		0.051	0.011	0.021	0.016	0.0066	0.011	0.012	0.017	
	分 類		0.0041	0.004	0.0024	0.0024	0.0012	0.0037	0.0015	0.0043	
学 試 験	圧 縮 強 度	三角座標	砂質シルト	砂質シルト	シルト質粘土	粘土質シルト	粘 土	シルト	粘土質シルト	シルト	
	1	q _u	0.730	0.691	0.561	0.617	0.638	0.470	0.518	1.240	
	破壊ヒズミ	ϵ	12.00	11.10	7.30	10.00	10.05	10.30	9.50	15.00	
学 試 験	2	q _u	0.943	0.741	0.356	0.658	0.624	0.512	0.518	1.255	
	破壊ヒズミ	ϵ	15.00	15.00	5.35	9.00	10.00	10.70	9.50	10.10	
	3	q _u	0.780	0.565	0.569	0.646	0.685	0.490	0.610	1.620	
学 試 験	破壊ヒズミ	ϵ	11.80	15.00	10.60	8.30	10.35	10.50	9.00	8.80	
	4	q _u	—	0.512	0.590	0.670	0.698	0.487	0.610	—	
	破壊ヒズミ	ϵ	—	15.00	12.20	7.50	9.65	11.70	8.80	—	
学 試 験	鋭 敏 比	St 平均	3.72	5.55	6.65	7.20	—	—	—	7.62	
	三軸圧縮試験	内部摩擦角 ϕ		2.0		2.0		3.4	3.7		
	一面剪断試験	粘 着 力 C		0.22		0.63		0.23	0.18		
学 試 験	圧密試験	内部摩擦角 ϕ									
	粘 着 力 C										
	圧密降伏応力	Py	1.45		0.66		0.90		0.80		
学 試 験	圧 縮 指 数	Cc	0.38		1.75		1.20		0.68		
	圧 密 係 数	G _v (cm ² /min)	0.96×10 ⁻¹		0.24×10 ⁻¹		0.42×10 ⁻¹		0.30×10 ⁻¹		
	体 積 係 数	Mv	3.80×10 ⁻²		15.00×10 ⁻²		9.40×10 ⁻²		8.20×10 ⁻²		
学 試 験	圧 縮 係 数	$\frac{dV}{V} = \frac{dP}{P}$	—		—		—		—		
	透 水 係 数	k	0.61×10 ⁻⁷		0.60×10 ⁻⁷		0.67×10 ⁻⁷		0.41×10 ⁻⁷		
	透 水 係 数	$\frac{Q}{A} = \frac{P}{P_0}$	—		—		—		—		
学 試 験	土 被 り 重 量	Po									
	標準貫入試験	N 値									

表5-2(d) 土質試験結果 (改良後)

ボーリング 64 地盤高 4.19 m
地下水位 GL-1.10 m

試験 試料	試料番号		底								
	試料の種類		乱さない	○	○	○	○	○	○	○	
試験 試料	深 度	G L	m・より	1.50	3.10	5.00	6.00	8.50	9.50	12.20	
		G L	m・まで	2.30	3.90	5.80	6.80	9.30	10.30	12.50	
		平均位置	m	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	シンウォール	
分類	自然含水比(平均値)		W (%)	67.77	64.26	78.80	74.54	77.51	56.24	48.10	
	単位体積重量(平均値)		γ_t (g/cm ³)	1.548	1.559	1.523	1.496	1.495	1.634	1.713	
	土粒子の比重		G _s	2.485	2.424	2.529	2.488	2.523	2.567	2.609	
	間隙比		e	1.691	1.553	1.968	1.902	2.006	1.453	1.254	
	飽和度		S _r (%)	99.55	100.00	100.00	97.48	97.82	99.31	100.00	
	乾燥密度		γ_d (g/cm ³)	0.923	0.949	0.851	0.857	0.842	1.046	1.157	
	試験 別	コ ン シ ス ト	液性限界	W _L (%)	125.30	86.71	94.52	104.30	94.30	67.10	76.63
			塑性限界	W _p (%)	53.14	41.92	42.15	49.44	48.42	40.67	37.26
			塑性指数	I _p (%)	72.16	44.79	52.37	54.86	45.88	26.45	39.37
			液性指数	I _L (%)	20.27	49.88	69.98	45.75	63.40	58.87	27.53
試験	相 対 稠 度	I _c (%)	79.73	50.12	30.02	54.25	36.60	41.13	72.47		
		粒 度 組 成	礫	Gravel (%)	1	0	0	0	0	0	0
			砂	Sand (%)	6	6	6	3	1	2	2
			シルト	Silt (%)	64	77	81	84	82	86	86
	分 類	粘土	Clay (%)	29	17	13	13	17	12	11	
		60 号 篩	—	0.021	0.023	0.016	0.024	0.014	0.017	0.017	
		10 号 篩	—	—	0.0038	0.0043	0.0034	0.0029	0.0043	0.0040	
		三角座標	粘土質シルト	砂質シルト	シルト	シルト	シルト	シルト	シルト	シルト	
	力 学 試 験	一 軸 圧 縮 試 験	圧縮強さ	q _u (kgf/cm ²)	0.658	0.600	0.490	0.779	0.940	0.937	1.362
			破壊ヒズミ	ϵ (%)	9.70	6.20	6.20	6.70	9.10	13.60	6.20
圧縮強さ			q _u (kgf/cm ²)	1.071	0.602	0.658	0.910	0.942	1.100	1.220	
破壊ヒズミ			ϵ (%)	9.60	9.25	7.35	9.50	9.70	12.10	12.70	
圧縮強さ			q _u (kgf/cm ²)	0.832	0.585	0.625	0.885	1.122	1.127	—	
破壊ヒズミ			ϵ (%)	5.50	5.70	15.00	9.20	8.85	14.30	—	
圧縮強さ			q _u (kgf/cm ²)	0.620	0.898	0.530	0.870	0.862	1.179	—	
破壊ヒズミ			ϵ (%)	5.60	5.85	11.35	9.90	7.50	14.00	—	
鋭 敏 比		St	3.42	4.25	5.10	7.06	8.79	7.10	4.70		
		三 軸 圧 縮 試 験	内部摩擦角	ϕ (度)	—	2.1	—	2.4	—	2.8	—
粘着力	C (kgf/cm ²)		—	0.30	—	0.44	—	0.55	—		
内部摩擦角	ϕ (度)		—	—	—	—	—	—	—		
粘着力	C (kgf/cm ²)		—	—	—	—	—	—	—		
圧 密 試 験	圧密降伏応力	P _y (kgf/cm ²)	1.25	—	0.91	—	1.24	—	—		
	圧縮指数	C _c	0.56	—	0.78	—	0.91	—	—		
	圧密係数	C _v (cm ² /min)	0.41×10 ⁻¹	—	0.49×10 ⁻¹	—	0.42×10 ⁻¹	—	—		
	体 積 係 数	M _v	$\bar{P}=P_y$	4.90×10 ⁻²	—	7.20×10 ⁻²	—	5.90×10 ⁻²	—		
		$\frac{e}{P}$	$\bar{P}=P_c$	—	—	—	—	—	—		
	透 水 係 数	k	$\bar{P}=P_y$	0.33×10 ⁻⁷	—	0.60×10 ⁻⁷	—	0.42×10 ⁻⁷	—		
土 被 り 重 量	$\frac{cm}{sec}$	$\bar{P}=P_o$	—	—	—	—	—	—	—		
	P _o (kgf/cm ²) <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td>	—	—	—	—	—	—	—	—		
標 準 貫 入 試 験	N 値	—	—	—	—	—	—	—	—		

表5-3(a) 地盤振動の加速度及び周期(第1回目実験(改良前), 昭和52年11月30日, 実験1, 起振機, 振動源位置-第1工区中心)

加振力	振動数(Hz) (回転数(rpm))	成分	No.1 (1m)		No.2 (5m)		No.3 (10m)		No.4 (15m)		No.5 6.7 (20m)						No.8 (40m)		No.9 (80m)	
			加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)
500 kg	6.9 (416)	X	4.62	0.1450	0.44	0.1425	0.21	—	0.22	0.1425	0.88	0.1550	0.98	0.1337	0.88	0.1375	0.20	0.0375	0.28	0.1500
		Y	3.65	0.1475	0.57	0.1450	0.29	0.1412	0.27	0.1412	0.24	0.0182 0.0287	0.27	0.1087 0.0537	0.32	0.1325 0.1012	0.51	0.1337	0.36	—
		Z	6.15	0.1387	2.54	0.1437	1.50	0.1450	0.94	0.1450	0.65	0.0143	0.69	0.0143	0.69	0.0141	0.65	0.0362	0.34	0.1400
	9.9 (594)	X	8.08	0.1000	1.23	0.1025	0.57	0.1012	0.16	0.0987	0.56	0.1025	0.62	0.1012 0.0512	0.62	0.0962 0.0437	0.36	0.0262	0.34	0.1000
		Y	9.62	0.1025	0.92	0.1012	0.72	0.1012	0.70	0.1012	0.25	0.0925	0.35	0.1025	0.28	0.0950	0.65	0.0950	0.26	0.1500
		Z	13.93	0.1000	6.67	0.1000	3.15	0.1012	1.45	0.1012	1.30	0.1012	1.30	0.1025	1.30	0.1012	1.60	0.1000	0.34	0.1000
	13.3 (795)	X	12.12	0.0750	0.88	0.0750	0.39	0.0750	0.22	0.0750	1.47	0.0750	1.44	0.0787	1.34	0.0775	0.72	0.0725	0.24	0.0800
		Y	16.36	0.0750	0.92	0.0350	1.11	0.0750	0.32	0.0762	0.66	0.0775	0.60	0.0775	0.73	0.0700	0.25	0.0750	0.34	0.0700
		Z	18.78	0.0750	6.39	0.0750	3.15	0.0750	1.40	0.0775	1.09	0.0750	1.09	0.0750	1.09	0.0750	1.63	0.0750	0.64	0.0700
	17.8 (1068)	X	6.54	0.0550	1.14	0.0562	0.64	0.0562	0.32	0.0562	0.75	0.0525	0.74	0.0625	0.65	0.0512	0.25	0.0525	0.38	0.0612
		Y	7.69	0.0550	1.14	0.0550	0.72	0.0537	0.65	0.0562	0.49	0.0575	0.38	0.0562	0.35	0.0562	0.33	0.0550	0.36	—
		Z	10.77	0.0550	2.41	0.0562	1.36	0.0562	0.65	0.0562	0.43	0.0562	0.43	0.0550	0.43	0.0562	0.59	0.0537	0.30	0.0550
800 kg	8.6 (514)	X	11.15	0.1162	1.14	0.1175	0.57	0.1175	0.27	0.1175	1.06	0.1175	0.98	0.1100	1.42	0.1625	0.82	0.1162	0.64	0.1137
		Y	8.46	0.1175	1.23	0.1175	0.57	0.1162	0.65	0.1150	0.25	0.1162	0.28	0.0550	0.27	0.1075	0.98	0.1137	0.26	0.1150
		Z	15.14	0.1162	7.36	0.1100	3.44	0.1125	1.85	0.1125	1.12	0.1125	1.12	0.1150	1.20	0.1162	1.96	0.1125	0.45	0.1350
	12.2 (733)	X	16.54	0.0825	1.40	0.0812	0.43	0.0825	0.32	0.0775	1.24	0.0812	1.27	0.0800	1.19	0.0812	0.78	0.0800	0.60	0.0775
		Y	20.60	0.0787	1.58	0.0812	1.90	0.0787	0.48	0.0800	0.32	0.0812	0.47	0.0787	0.28	0.0812	0.42	0.0812	0.64	0.0800
		Z	29.68	0.0825	8.89	0.0825	4.77	0.0837	2.26	0.0825	1.34	0.0825	1.38	0.0812	1.34	0.0825	1.88	0.0800	0.53	0.0850
	16.0 (981)	X	10.30	0.0625	0.70	0.0625	0.75	0.0612	0.43	0.0625	0.47	0.0650	0.51	0.0612	0.46	0.0600	0.23	0.0600	0.26	0.0700
		Y	14.54	0.0625	0.92	0.0600	1.22	0.0600	0.48	0.0600	0.35	0.0600	0.32	0.0575	0.57	0.0587	0.20	0.0600	0.37	0.0600
		Z	16.36	0.0637	4.44	0.0612	2.18	0.0600	1.02	0.0587	0.58	0.0625	0.58	0.0625	0.58	0.0612	0.62	0.0600	0.49	0.0637
950 kg	19.8 (1188)	X	7.31	0.0500	1.40	0.0512	0.57	0.0500	0.19	0.0525	0.51	0.0525	0.59	0.0500	0.49	0.0375	0.18	0.0275	0.34	0.0512
		Y	8.27	0.0525	0.70	0.0512	0.43	0.0512	0.22	0.0512	0.32	0.0462	0.25	0.0512	0.28	0.0450	0.15	0.0500	0.23	0.0500
		Z	9.23	0.0500	1.88	0.0512	0.75	0.0512	0.54	0.0500	0.40	0.0500	0.40	0.0512	0.43	0.0500	0.23	0.0550	0.26	0.0500

表5-3(b) 地盤振動の加速度及び周期(第2回目実験(改良後), 昭和53年3月8日, 実験2, 起振機, 振動源位置-第1工区中心)

加 振 力	振動数(Hz) (回転数(1/min))	成 分	No.1 (1m)		No.2 (5m)		No.3 (10m)		No.4 (15m)		No.5, 6, 7 (20m)						No.8 (40m)		No.9 (80m)	
			加速度 (gal)		周期(sec)		加速度 (gal)		周期(sec)		加速度 (gal)		周期(sec)		加速度 (gal)		周期(sec)		加速度 (gal)	
			加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)
500 kg	6.9 (416)	X	2.6	0.1350	0.2	0.1400	0.2	0.1400	0.2	0.1450	0.1	0.1400	0.1	0.1300	0.1	0.1450	0.1	0.0150	0.1	0.0150
		Y	4.0	0.1350	0.3	0.1400	0.2	0.1500	0.1	0.1400	0.1	0.0150	0.1	0.0150	0.1	0.0200	0.1	0.1400	0.1	0.0125
		Z	4.1	0.1450	1.0	0.1450	0.7	0.1450	0.4	0.1450	0.4	0.1450	0.4	0.1450	0.4	0.1450	0.1	0.1450	0.1	0.0125
	9.9 (594)	X	4.5	0.1000	0.8	0.1000	0.3	0.1000	0.4	0.1000	0.1	0.0950	0.1	0.1000	0.1	0.1000	0.1	0.0950	0.1	0.0125
		Y	5.0	0.1000	0.5	0.1000	0.3	0.1000	0.1	0.1000	0.1	0.1000	0.1	0.0950	0.1	0.1000	0.1	0.0150	0.1	0.0100
		Z	4.2	0.1000	1.7	0.1000	1.3	0.1000	0.9	0.1000	0.8	0.1000	0.7	0.1000	0.7	0.1000	0.1	0.1000	0.1	0.0175
	13.3 (795)	X	25.5	0.0750	2.8	0.0750	0.6	0.0400	1.3	0.0750	0.3	0.0800	0.3	0.0800	0.3	0.0800	0.2	0.0750	0.1	0.0150
		Y	28.2	0.0750	2.7	0.0750	1.1	0.0750	0.4	0.0750	0.2	0.0800	0.2	0.0800	0.2	0.0750	0.2	0.0750	0.1	0.0275
		Z	35.3	0.0750	5.4	0.0800	3.6	0.0750	2.1	0.0750	1.3	0.0750	1.3	0.0750	1.3	0.0750	0.4	0.0750	0.1	0.0750
	17.8 (1068)	X	19.4	0.0550	1.13	0.0550	0.6	0.0550	0.4	0.0550	0.2	0.0300	0.2	0.0550	0.2	0.0600	-	-	0.1	0.0150
		Y	14.1	0.0550	0.9	0.0550	0.5	0.0550	0.2	0.0600	0.1	0.0075	0.1	0.0150	0.1	0.0200	-	-	0.2	0.0275
		Z	13.2	0.0550	1.8	0.0600	1.4	0.0550	0.5	0.0550	-	-	-	-	0.1	0.0050	0.1	0.0550	0.1	0.0100
800 kg	8.6 (514)	X	3.8	0.1100	0.8	0.1150	0.4	0.1150	0.2	0.1150	0.3	0.1200	0.3	0.1200	0.3	0.1150	0.1	0.1150	0.1	0.1125
		Y	5.3	0.1150	0.5	0.1150	0.3	0.1150	0.1	0.1125	0.1	0.1100	0.1	0.1150	0.1	0.1150	0.1	0.1200	0.1	0.1125
		Z	7.4	0.1150	2.2	0.1150	1.5	0.1150	1.1	0.1150	0.6	0.1150	0.6	0.1150	0.6	0.1150	0.2	0.1150	0.2	0.1100
	12.2 (733)	X	31.8	0.0800	3.5	0.0800	1.4	0.0800	1.9	0.0800	0.3	0.0800	0.3	0.0850	0.3	0.0800	0.4	0.0850	0.1	0.0125
		Y	33.0	0.0800	2.4	0.0800	1.6	0.0800	0.6	0.0800	0.1	0.0850	0.1	0.0800	0.1	0.0800	0.1	0.0800	0.1	0.0100
		Z	50.0	0.0800	6.8	0.0850	5.5	0.0800	1.1	0.0800	0.9	0.0850	1.0	0.0800	1.0	0.0800	0.3	0.0800	0.2	0.0850
	16.0 (981)	X	24.5	0.0600	3.2	0.0600	1.5	0.0600	0.8	0.0600	0.5	0.0600	0.4	0.0600	0.4	0.0600	0.1	0.0600	0.1	0.0100
		Y	13.2	0.0625	2.0	0.0625	0.5	0.0600	0.2	0.0625	0.1	0.0150	0.1	0.0150	0.1	0.0200	0.1	0.0600	0.1	0.0125
		Z	23.6	0.0600	5.9	0.0600	2.8	0.0600	1.2	0.0600	0.6	0.0625	0.6	0.0600	0.6	0.0650	0.1	0.0550	0.1	0.0650
650 kg	19.8 (1188)	X	20.3	0.0550	0.9	0.0550	0.6	0.0500	0.3	0.0350	0.2	0.0500	0.2	0.0500	0.2	0.0500	-	-	0.1	0.0225
		Y	12.4	0.0500	0.8	0.0500	0.5	0.0500	3.0	0.0500	0.1	0.0500	0.1	0.0500	0.1	0.0500	-	-	0.1	0.0275
		Z	15.9	0.0500	1.7	0.0500	1.2	0.0500	0.7	0.0500	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0100	0.1	0.0075

表 5-3(c) 地盤振動の加速度及び周期 (第 2 回目実験 (改良後), 昭和 53 年 3 月 9 日, 実験 3, 起振機, 振動源位置-第 2 工区中心)

加 振 力	振動数(Hz) (回転数 (rpm))	成 分	No.1 (1 m)		No.2 (5 m)		No.3 (10 m)		No.4 (15 m)		No.5-6-7 (20 m)						No.8 (40 m)		No.9 (80 m)	
			加 速 度 (gal)	周 期 (sec)	加 速 度 (gal)	周 期 (sec)	加 速 度 (gal)	周 期 (sec)	加 速 度 (gal)	周 期 (sec)	加 速 度 (gal)	周 期 (sec)	加 速 度 (gal)	周 期 (sec)	加 速 度 (gal)	周 期 (sec)	加 速 度 (gal)	周 期 (sec)	加 速 度 (gal)	周 期 (sec)
500 kg	6.9 (416)	X	3.2	0.1375	0.8	0.1450	0.3	0.1425	0.3	0.1450	0.1	0.1450	0.1	0.1500	0.1	0.1500	0.1	0.1400	0.1	—
		Y	2.0	0.1475	0.3	0.0550	0.2	0.1450	0.1	0.1475	0.1	0.1475	0.1	0.1575	0.1	0.1325	0.1	—	0.1	—
		Z	8.5	0.1475	2.0	0.1400	1.5	0.1425	0.8	0.1425	0.4	0.1500	0.4	0.1450	0.4	0.1450	0.3	0.1450	0.1	—
	9.9 (594)	X	7.1	0.1000	2.7	0.1000	0.4	0.1000	0.8	0.1000	0.1	0.1050	0.1	0.1150	0.1	0.1000	0.2	0.1050	0.1	0.1050
		Y	12.1	0.1000	0.9	0.0450	0.4	0.0725	0.2	0.1100	0.1	0.1100	0.1	0.1000	0.1	0.0950	0.2	0.1075	0.1	0.0950
		Z	19.5	0.0975	5.8	0.0975	2.9	0.0975	1.4	0.1025	0.6	0.0975	0.6	0.1050	0.6	0.1000	0.4	0.1050	0.1	0.1000
	13.3 (795)	X	10.0	0.0750	3.8	0.0750	0.9	0.0750	0.8	0.0750	0.1	0.0700	0.1	0.0750	0.1	0.0700	0.3	0.0750	—	—
		Y	6.8	0.0750	0.7	0.0775	0.5	0.0750	0.1	0.0850	0.2	0.0750	0.2	0.0750	0.1	0.0750	0.1	0.0750	0.1	0.0750
		Z	22.2	0.0725	5.7	0.0750	3.0	0.0750	1.2	0.0750	0.6	0.0750	0.6	0.0750	0.6	0.0750	0.3	0.0750	0.1	0.0750
	17.8 (1068)	X	8.4	0.0575	2.1	0.0575	0.7	0.0550	0.2	0.0550	0.1	0.0600	0.1	0.0600	0.1	0.0625	0.1	0.0650	—	—
		Y	5.4	0.0500	0.4	0.0550	0.1	0.0550	0.1	0.0550	0.1	0.0575	0.1	0.0550	0.1	0.0600	0.1	0.0500	—	—
		Z	15.1	0.0575	6.7	0.0575	1.3	0.0575	0.6	0.0525	0.1	0.0550	0.1	0.0600	0.2	0.0550	0.2	0.0550	—	—
800 kg	8.6 (514)	X	6.7	0.1250	3.2	0.1025	0.5	0.0450	0.9	0.1150	0.2	0.0850	0.2	0.0850	0.2	0.0800	0.1	0.1150	0.1	0.1150
		Y	12.5	0.0450	1.3	0.0090	0.5	0.1150	0.3	0.2325	0.2	0.1175	0.2	0.1200	0.2	0.1150	0.2	0.1450	0.1	0.1175
		Z	20.0	0.1175	7.1	0.1125	3.8	0.1125	2.4	0.1125	1.0	0.1150	1.5	0.1200	1.1	0.1175	0.5	0.1150	0.2	0.1100
	12.2 (733)	X	17.9	0.0800	5.5	0.0825	1.2	0.0825	1.6	0.0825	0.3	0.0800	0.4	0.0825	0.3	0.0825	0.3	0.0825	0.1	0.0825
		Y	15.4	0.0825	1.1	0.0800	0.7	0.0825	0.3	0.0825	0.1	0.0450	0.1	0.0400	0.1	0.0400	0.1	0.0825	0.1	0.0800
		Z	36.1	0.0850	8.4	0.0825	3.9	0.0800	1.4	0.0825	0.7	0.0850	0.7	0.0800	0.7	0.0825	0.4	0.0825	0.1	0.0850
	16.0 (981)	X	10.4	0.0575	2.9	0.0625	0.7	0.0600	0.1	0.0700	0.1	0.0600	0.1	0.0650	0.1	0.0600	0.1	0.0625	—	—
		Y	10.2	0.0600	0.8	0.0600	0.4	0.0600	0.2	0.0600	0.1	0.0650	0.2	0.0625	0.1	0.0650	0.1	0.0600	—	—
		Z	23.6	0.0625	4.1	0.0600	1.9	0.0600	0.6	0.0625	0.3	0.0625	0.4	0.0625	0.4	0.0600	0.2	0.0600	—	—
650 kg	19.8 (1188)	X	6.5	0.0475	3.6	0.0500	1.2	0.0475	0.4	0.0475	0.1	0.0500	0.1	0.0550	0.1	0.0450	0.1	0.0475	—	—
		Y	4.3	0.0500	0.3	0.0475	0.2	0.0500	0.2	0.0500	0.1	0.0500	0.2	0.0500	0.1	0.0550	0.1	0.0500	—	—
		Z	17.0	0.0500	3.5	0.0500	1.8	0.0500	0.7	0.0525	0.4	0.0525	0.3	0.0500	0.4	0.0500	0.1	0.0550	—	—

表 5-3 (d) 地盤振動の加速度及び周期 (第 3 回目実験 (改良後), 昭和 53 年 7 月 18 日, 実験 4, 起振機, 振動源位置-第 1 工区中心)

加 振 力	振動数(Hz) (回転数(rpm))	成 分	No 1 (1 m)		No 2 (5 m)		No 3 (10 m)		No 4 (15 m)		No 5, 6, 7 (20 m)						No 8 (40 m)	
			加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)
500kg	6.9 (416)	X	2.69	0.1450	0.20	0.1408	0.13	0.1415	0.12	0.1408	0.11	0.1585	0.10	0.1433	0.12	0.1410	0.08	0.1380
		Y	2.81	0.1445	0.23	0.1468	0.13	0.1375	0.11	0.1420	0.11	0.1425	0.13	0.1423	0.12	0.1480	0.08	0.1400
		Z	4.33	0.1373	0.92	0.1450	0.44	0.1423	0.54	0.1445	0.44	0.1438	0.44	0.1425	0.46	0.1413	0.11	0.1320
	9.9 (594)	X	5.06	0.1013	0.50	0.1008	0.58	0.1015	0.35	0.0963	0.13	0.1000	0.16	0.2075	0.16	0.2055	0.08	0.0230
		Y	13.27	0.1018	0.67	0.2025	0.55	0.2013	0.26	0.2020	—	—	0.31	0.2020	0.32	0.2058	0.12	0.0830
		Z	13.27	0.2028	3.21	0.2028	2.06	0.2013	1.25	0.2003	0.86	0.0995	0.01	0.0945	1.03	0.2025	0.11	0.2020
	13.3 (795)	X	3.404	0.0748	0.93	0.0755	0.70	0.0753	0.49	0.0750	0.39	0.0788	0.45	0.0755	0.44	0.0790	0.17	0.0768
		Y	2.885	0.0760	1.42	0.0768	0.76	0.0745	0.47	0.0775	0.35	0.0738	0.35	0.0750	0.35	0.0743	0.11	0.0800
		Z	2.885	0.0755	4.92	0.0760	2.29	0.0760	0.64	0.0745	0.68	0.0788	0.68	0.0788	0.70	0.0795	0.21	0.0738
	17.8 (1068)	X	1.449	0.0550	1.24	0.0550	0.50	0.0550	0.36	0.0570	0.20	0.0600	0.21	0.0645	0.21	0.0500	0.07	0.0650
		Y	19.71	0.0555	0.71	0.0563	0.41	0.0570	0.10	0.0570	0.10	0.0625	0.12	0.0625	0.10	0.0485	0.07	0.0630
		Z	1.423	0.0570	2.57	0.0558	0.69	0.0570	0.26	0.0583	0.43	0.0513	0.42	0.0575	0.45	0.0508	0.07	0.0533
800kg	8.6 (514)	X	6.03	0.1185	0.32	0.1160	0.57	0.1198	0.21	0.1198	0.11	0.1108	0.11	0.1113	0.13	0.1100	0.15	0.1180
		Y	7.15	0.1168	0.47	0.1153	0.21	0.1153	0.14	0.1113	0.21	0.1125	0.21	0.1105	0.21	0.1158	0.10	0.1180
		Z	10.99	0.1175	2.69	0.1185	2.56	0.1168	1.15	0.1160	0.71	0.1270	0.70	0.1100	0.72	0.1170	0.23	0.1150
	12.2 (733)	X	2.750	0.0838	1.50	0.0800	1.03	0.0820	0.62	0.0823	0.32	0.0795	0.28	0.0803	0.31	0.0800	0.14	0.0830
		Y	2.298	0.0825	2.23	0.0820	0.75	0.0828	0.55	0.0855	0.52	0.0795	0.53	0.0798	0.55	0.0798	0.09	0.0695
		Z	3.029	0.0785	7.87	0.0815	3.47	0.0823	0.91	0.0820	0.10	0.0795	1.09	0.0795	1.11	0.0800	0.16	0.0805
	16.0 (981)	X	1.673	0.0623	1.23	0.0615	0.48	0.0623	0.29	0.0630	0.16	0.0628	0.20	0.0638	0.21	0.0625	0.11	0.0595
		Y	1.471	0.0618	0.85	0.0600	0.60	0.0620	0.37	0.0613	0.27	0.0635	0.27	0.0638	0.28	0.0633	0.12	0.0638
		Z	2.221	0.0600	4.47	0.0583	1.56	0.0643	0.66	0.0600	0.79	0.0628	0.82	0.0638	0.83	0.0583	0.18	0.0595
650kg	19.8 (1188)	X	8.16	0.0500	0.43	0.0523	0.29	0.0523	0.21	0.0503	0.24	0.0470	0.15	0.0530	0.21	0.0485	0.03	0.0533
		Y	19.23	0.0500	1.03	0.0500	0.38	0.0500	0.42	0.0518	0.24	0.0465	0.23	0.0485	0.22	0.0483	0.07	0.0570
		Z	2.106	0.0513	2.81	0.0503	1.07	0.0500	0.46	0.0588	0.45	0.0485	0.47	0.0488	0.45	0.0528	0.07	—

表5-3(e) 地盤振動の加速度及び周期(第3回目実験(改良後), 昭和53年7月19日, 実験5, 起振機, 振動源位置-第2工区中心)

加 振 力	振動数(Hz) (回転数(1/min))	成 分	No 1 (1m)		No 2 (5m)		No 3 (10m)		No 4 (15m)		No 5, 6, 7 (20m)						No 8 (40m)	
			加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)
500kg	6.9 (416)	X	7.79	0.1163	0.30	0.1438	0.14	0.1450	0.11	0.1550	0.13	0.1530	0.14	0.1650	0.14	0.1550	0.12	0.1400
		Y	3.17	0.1438	0.25	0.1448	0.11	0.1420	0.07	0.1450	0.11	0.1500	0.10	0.1350	0.09	0.1400	0.07	0.1400
		Z	7.50	0.1463	1.03	0.1463	0.78	0.1440	0.45	0.1463	0.22	0.1475	0.19	0.1445	0.17	0.1350	0.20	0.1388
	9.9 (594)	X	2.433	0.1013	2.55	0.0998	0.93	0.1013	0.58	0.1013	0.25	0.1000	0.25	0.1025	0.17	0.1000	0.28	0.1020
		Y	1.471	0.0998	0.84	0.1023	0.28	0.1025	0.24	0.1058	0.17	0.1045	0.18	0.0938	0.15	0.0920	0.13	0.1030
		Z	1.827	0.0980	2.90	0.1005	1.88	0.1023	1.00	0.0975	0.36	0.1025	0.37	0.1013	0.29	0.0925	0.23	0.0958
	13.3 (795)	X	1.711	0.0750	1.53	0.0725	0.45	0.0745	0.48	0.0683	0.16	0.0775	0.17	0.0750	0.16	0.0763	0.12	0.0783
		Y	8.31	0.0775	0.61	0.0750	0.31	0.0745	0.16	0.0758	0.17	0.0763	0.16	0.0683	0.14	0.0725	0.08	0.0800
		Z	2.192	0.0748	2.98	0.0755	2.18	0.0720	1.05	0.0720	0.32	0.0795	0.32	0.0783	0.32	0.0750	0.15	0.0733
	17.8 (1068)	X	1.154	0.0575	1.38	0.0570	0.75	0.0550	0.27	0.0558	0.14	0.0475	0.13	0.0488	0.15	0.0550	0.08	0.0600
		Y	6.64	0.0450	0.46	0.0563	0.31	0.0545	0.20	0.0620	0.08	0.0625	0.08	0.0603	0.07	0.0498	0.07	0.0450
		Z	1.135	0.0558	1.35	0.0558	0.93	0.0583	0.48	0.0575	0.16	0.0558	0.18	0.0575	0.15	0.0600	0.05	0.0580
800kg	8.6 (514)	X	1.327	0.1163	1.75	0.1163	0.58	0.1188	0.47	0.1128	0.38	0.1108	0.30	0.1188	0.29	0.1213	0.10	0.1100
		Y	1.856	0.1173	0.48	0.1158	0.24	0.1175	0.15	0.1138	0.21	0.1183	0.17	0.1220	0.17	0.1245	0.07	0.1060
		Z	1.096	0.1150	2.69	0.1180	1.65	0.1175	1.15	0.1150	0.60	0.1188	0.45	0.1150	0.43	0.1163	0.23	0.1083
	12.2 (733)	X	2.702	0.0825	3.78	0.0823	1.33	0.0823	1.04	0.0813	0.45	0.0813	0.43	0.0800	0.46	0.0800	0.33	0.0875
		Y	2.404	0.0828	1.11	0.0820	0.55	0.0813	0.38	0.0808	0.46	0.0825	0.45	0.0775	0.47	0.0783	-	-
		Z	3.086	0.0700	0.48	0.0823	3.76	0.0818	2.11	0.0813	0.55	0.0783	0.56	0.0808	0.58	0.0813	0.22	0.0825
	16.0 (981)	X	1.519	0.0613	2.10	0.0640	0.76	0.0608	0.14	0.0600	0.14	0.0600	0.11	-0.0633	0.11	0.0625	0.08	0.0620
		Y	1.721	0.0618	0.44	0.0588	0.18	0.0613	0.14	0.0620	0.13	0.0625	0.12	0.0613	0.15	0.0620	0.09	0.0600
		Z	1.856	0.0600	2.27	0.0608	1.10	0.0620	0.47	0.0633	0.19	0.0600	0.18	0.0595	0.20	0.0650	0.12	0.0633
650kg	19.8 (1188)	X	8.91	0.0513	0.90	0.0558	0.39	0.0595	0.20	0.0488	0.10	0.0500	0.11	0.0470	0.11	0.0500	-	-
		Y	7.07	0.0425	0.75	0.0500	0.22	0.0481	0.11	0.0513	0.10	0.0458	0.10	0.0500	0.09	0.0450	0.05	0.0475
		Z	16.15	0.0545	1.37	0.0550	0.56	0.0500	0.29	0.0508	0.11	0.0545	0.12	0.0488	0.11	0.0475	0.09	0.0630

表5-4(a) 地盤振動の加速度及び周期(第1回目実験(改良前),昭和52年11月30日,実験1,重錘落下,振動源位置-第1工区中心)

重錘重量	成分	測定回数	№1 (1 m)		№2 (5 m)		№3 (10 m)		№4 (15 m)		№5, 6, 7 (20 m)						№8 (40 m)		№9 (80 m)	
			減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)	減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)	減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)	減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)	減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)	減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)	減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)	減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)	減速度 ($\mu\text{m/s}^2$)	周期 (sec)
63.5kg	X	1	98.8	0.0125	4.2	0.0156	1.3	0.0138	0.2	0.0131	0.2	0.0156	0.2	0.0144	0.2	0.0238	0.1			
		2	83.8	0.0094	3.0	0.0163	1.1	0.0138	0.2	0.0113	0.2	0.0131	0.2	0.0231	0.2	0.0238	0.1			
		3	83.8	0.0094	3.4	0.0163	1.1	0.0138	0.2	0.0131	0.1	0.0156	0.1	0.0225	0.2	0.0219	0.1			
		4	99.7	0.0138	8.0	0.0156	1.3	0.0131	0.3	0.0131	0.2	0.0150	0.2	0.0225	0.2	0.0238	0.1			
		5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2	0.0225	0.2	0.0225	—		
		6	91.8	0.0163	3.6	0.0156	1.3	0.0138	0.2	0.0138	0.2	0.0156	0.2	0.0231	0.2	0.0238	0.1			
		平均	91.6	0.0123	4.4	0.0159	1.2	0.0137	0.2	0.0129	0.2	0.0150	0.2	0.0214	0.2	0.0233	0.1			
	Y	1	101.0	0.0231	5.6	0.0100	3.1	0.0125	0.6	0.0125	0.1			0.1		0.1		0.1		
		2	101.0	0.0238	4.7	0.0113	2.9	0.0125	0.7	0.0138	0.1			0.1		0.1		0.1		
		3	101.5	0.0231	5.3	0.0100	2.9	0.0125	0.7	0.0150	0.1			0.1		0.1		0.1		
		4	101.0	0.0238	5.3	0.0100	3.3	0.0119	0.7	0.0138	0.1			0.1		0.1		0.1		
		5	101.5	0.0238	5.0	0.0113	2.9	0.0131	0.7	0.0144	—			0.1		0.1		0.1		
		6	101.5	0.0231	5.3	0.0113	3.3	0.0131	0.8	0.0150	0.1			0.1		0.1		0.1		
		平均	101.3	0.0235	5.2	0.0107	3.1	0.0126	0.7	0.0141	0.1			0.1		0.1		0.1		
	Z	1	101.5	0.0138	8.9	0.0163	2.9	0.0213	1.0	0.0200	0.8	0.0269	0.8	0.0263	1.0	0.0275	0.2	0.0106	0.1	
		2	101.5	0.0138	7.5	0.0156	2.6	0.0194	0.8	0.0200	0.6	0.0288	0.8	0.0288	0.9	0.0269	0.2	0.0100	0.1	
		3	101.5	0.0100	7.7	0.0163	2.6	0.0188	0.9	0.0206	0.6	0.0256	0.8	0.0275	0.9	0.0263	0.2	0.0131	0.1	
		4	101.5	0.0138	8.9	0.0163	2.8	0.0188	0.9	0.0181	0.8	0.0288	0.8	0.0300	1.0	0.0263	0.2	0.0131	0.1	
		5	101.5	0.0138	8.6	0.0175	2.9	0.0200	0.9	0.0188	—	—	0.8	0.0275	0.9	0.0256	0.2	0.0138	0.1	
		6	101.5	0.0138	9.4	0.0175	2.8	0.0194	0.9	0.0200	0.6	0.0281	1.0	0.0256	0.9	0.0263	0.2	0.0144	0.1	
		平均	101.5	0.0132	8.5	0.0166	2.8	0.0196	0.9	0.0196	0.7	0.0276	0.8	0.0276	0.9	0.0265	0.2	0.0125	0.1	
150.0kg	X	1	95.0	0.0219	11.1	0.0188	2.0	0.0150	0.5	0.0156	0.3	0.0138	0.3	0.0194	0.3	0.0206	0.1	0.0156		
		2	80.0	0.0169	11.4	0.0213	1.8	0.0169	0.4	0.0156	0.2	0.0213	0.3	0.0219	0.3	0.0200	0.1	0.0162		
		3	87.5	0.0050	13.0	0.0194	2.0	0.0156	0.5	0.0154	0.3	0.0216	0.3	0.0206	0.3	0.0200	0.1	0.0188		
		4	72.5	0.0238	13.0	0.0200	2.0	0.0175	0.4	0.0150	0.2	0.0246	0.3	0.0225	—	—	0.1	0.0156		
		5	77.5	0.0269	12.5	0.0198	2.0	0.0163	0.5	0.0154	0.3	0.0238	0.2	0.0219	0.2	0.0213	0.1	0.0181		
		6	81.3	0.0138	11.9	0.0194	2.2	0.0169	0.4	0.0154	0.3	0.0231	0.3	0.0219	0.2	0.0231	0.1	0.0175		
		平均	82.3	0.0181	12.1	0.0198	2.0	0.0164	0.5	0.0154	0.3	0.0214	0.3	0.0214	0.3	0.0210	0.1	0.0170		
	Y	1	97.3	0.0369	19.6	0.0094	4.2	0.0144	0.6	0.0131							0.2	0.0125		
		2	95.0	0.0388	22.0	0.0094	4.3	0.0150	0.9	0.0162							0.2	0.0138		
		3	93.8	0.0381	23.4	0.0094	4.7	0.0138	0.9	0.0156							0.2	0.0156		
		4	95.0	0.0388	25.7	0.0094	4.7	0.0125	0.9	0.0150							0.2	0.0138		
		5	95.0	0.0388	24.8	0.0094	4.7	0.0138	0.9	0.0150							0.2	0.0125		
		6	95.0	0.0375	26.3	0.0094	4.7	0.0175	0.9	0.0144							0.2	0.0138		
		平均	95.2	0.0382	23.6	0.0094	4.6	0.0145	0.8	0.0149							0.2	0.0137		
	Z	1	95.0	0.0119	12.8	0.0200	4.5	0.0213	1.6	0.0188	1.7	0.0300	1.7	0.0275	1.6	0.0266	0.3	0.0194		
		2	95.0	0.0113	14.7	0.0213	5.0	0.0213	1.7	0.0188	1.7	0.0294	1.7	0.0294	1.6	0.0281	0.3	0.0200		
		3	93.8	0.0125	14.2	0.0213	4.6	0.0213	1.8	0.0225	1.8	0.0288	1.8	0.0275	1.3	0.0275	0.3	0.0175		
		4	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	0.0288	1.8	0.0288	—	—	—	—		
		5	95.0	0.0113	9.4	0.0200	3.8	0.0213	1.5	0.0206	1.9	0.0294	1.8	0.0288	1.3	0.0288	0.2	0.0150		
		6	95.0	0.0100	11.6	0.0206	4.0	0.0213	1.5	0.0219	1.8	0.0306	1.9	0.0288	1.4	0.0288	0.3	0.0219		
		平均	94.8	0.0114	12.5	0.0206	4.4	0.0213	1.6	0.0205	1.8	0.0295	1.8	0.0285	1.4	0.0280	0.3	0.0188		

表 5-4 (b) 地盤振動の加速度及び周期 (第 2 回目実験 (改良後), 昭和 53 年 3 月 9 日, 実験 2, 重錘落下, 振動源位置-第 1 工区中心)

重錘重量	成分	測定回数	No. 1 (1m)		No. 2 (5m)		No. 3 (10m)		No. 4 (15m)		No. 5, 6, 7 (20m)						No. 8 (40m)		No. 9 (80m)	
			加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)	加速度 (gal)	周期(sec)
63.5kg	X	1									0.6	0.0475	0.8	0.0450	0.4	0.0525			0.1	0.0025
		2	415.1	0.0175	8.2	0.0100	2.5	0.0438	1.5	0.0525	0.5	0.0575	0.5	0.0550	0.8	0.0475			0.1	0.0025
		3	396.2	0.0125	10.5	0.0100	2.5	0.0375	1.4	0.0525	0.5	0.0400	0.4	0.0500	0.8	0.0525			0.1	0.0025
		4	396.2	0.0175	10.8	0.0150	2.7	0.0425	1.2	0.0400	0.5	0.0525	1.0	0.0525	0.4	0.0450			0.1	0.0025
		平均	402.5	0.0158	9.8	0.0116	2.5	0.0412	1.3	0.0483	0.5	0.0493	0.6	0.0506	0.6	0.0493			0.1	0.0025
	Y	1	94.3	0.0100	7.1	0.0100	0.8	0.0225	0.3	0.0225	0.1	0.0400	0.1	0.0475	0.1	0.0375			0.1	0.0025
		2	99.1	0.0100	5.9	0.0175	0.5	0.0200	0.3	0.0200	0.1	0.0375	0.2	0.0400	0.1	0.0325			0.1	0.0025
		3									0.1	0.0400	0.1	0.0375	0.2	0.0475			0.1	0.0025
		4	75.5	0.0100	8.5	0.0100	0.5	0.0225	0.2	0.0225	0.1	0.0375	0.1	0.0350	0.1	0.0375			0.1	0.0025
		平均	89.6	0.0100	7.1	0.0125	0.6	0.0216	0.3	0.0216	0.1	0.0387	0.1	0.0400	0.1	0.0387			0.1	0.0025
	Z	1									0.9	0.0450	0.9	0.0450	0.8	0.0425			0.1	0.0025
		2	226.4	0.0150	7.4	0.0475	3.3	0.0475	1.3	0.0550	0.9	0.0575	0.9	0.0425	0.9	0.0600			0.1	0.0025
		3	245.3	0.0150	7.4	0.0475	3.3	0.0500	1.5	0.0575	0.9	0.0550	0.9	0.0425	0.9	0.0450			0.1	0.0025
		4	320.8	0.0150	6.8	0.0500	3.5	0.0500	1.4	0.0550	0.8	0.0575	0.9	0.0600	0.9	0.0575			0.1	0.0025
		平均	246.1	0.0150	7.2	0.0483	3.3	0.0491	1.4	0.0558	0.8	0.0537	0.9	0.0475	0.9	0.0512			0.1	0.0025
150.0kg	X	1	49.0	0.0600	13.9	0.0200	3.6	0.0225	3.3	0.0300	0.8	0.0450	1.2	0.0025	1.2	0.0500	0.1	0.0075	0.1	0.0050
		2	57.5	0.0600	9.4	0.0225	3.1	0.0225	1.8	0.0350	0.8	0.0575	1.7	0.0500			0.1	0.0500	0.1	0.0075
		3									0.8	0.0575	1.6	0.0500	1.7	0.0475	0.1	0.0075	0.1	0.0100
		4	876.5	0.0350	12.7	0.0200	3.3	0.0200	1.7	0.0300	1.3	0.0550			1.5	0.0475	0.1	0.0450	0.1	0.0088
		平均	580.5	0.0516	12	0.0208	3.3	0.0216	2.2	0.0316	0.9	0.0537	1.5	0.0341	1.4	0.0483	0.1	0.0275	0.1	0.0078
	Y	1									0.3	0.0400	0.2	0.0475	0.2	0.0525	0.1	0.0075	0.1	0.0088
		2	358.4	0.0037	13.2	0.0100	1.3	0.0100	0.5	0.0500	0.2	0.0575	0.3	0.0425			0.1	0.0075	0.1	0.0088
		3	235.8	0.0025	9.4	0.0100	0.5	0.0100	0.5	0.0375	0.2	0.0400	0.3	0.0475	0.3	0.0475	0.1	0.0075	0.1	0.0075
		4									0.3	0.0425			0.3	0.0575				
		平均	297.1	0.0031	11.3	0.0100	0.9	0.0100	0.5	0.0437	0.25	0.0450	0.3	0.0458	0.3	0.0525	0.1	0.0075	0.1	0.0083
	Z	1											2	0.0425	2	0.0550	0.1	0.0450	0.1	0.0025
		2	43.4	0.0037	18.9	0.0250	7.4	0.0500	3.4	0.0500			2	0.0550					0.1	0.0100
		3	36.8	0.0100	18.9	0.0500	7.1	0.0500	3.4	0.0500			2	0.0525	2	0.0550	0.1	0.0825	0.1	0.0050
		4	33.0	0.0125	17.9	0.0500	6.8	0.0500	3.2	0.0675					2	0.0425	0.1	0.0925	0.1	0.0050
		平均	37.7	0.0087	18.5	0.0416	7.1	0.0500	3.3	0.0558			2	0.0500	2	0.0508	0.1	0.0733	0.1	0.0056

表 5-4(c) 地盤振動の加速度及び周期(第2回目実験(改良後)、昭和53年3月9日、実験3、重錘落下、振動源位置-第2工区中心)

重錘重量	成分	測定回数	点1 (1m)		点2 (5m)		点3 (10m)		点4 (15m)		点5,6,7 (20m)				点8 (40m)		点9 (80m)	
			加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)
635 Kg	X	1	7220	0.0225	18.1	0.0113	4.2	0.0325	1.3	0.0488	0.2	0.0250	0.3	0.0250	0.2	0.0300	0.2	0.1550
		2	5000	0.0200	8.4	0.0325	3.1	0.0325	1.1	0.0475	0.1	0.0775	0.2	0.0275	0.2	0.0250	0.2	0.1400
		3	6800	0.0200	13.4	0.0125	3.8	0.0325	1.2	0.0463	0.1	0.0225	0.3	0.0250	0.2	0.0250	0.2	0.1450
		4	3710	0.0338	2.2	0.0200	3.9	0.0450	1.3	0.0475	0.2	0.0275	0.1	0.0650	0.2	0.0325	0.2	0.1550
		平均	5683	0.0241	10.5	0.0191	3.8	0.0356	1.2	0.0475	0.2	0.0244	0.2	0.0356	0.7	0.0281	0.2	0.1488
	Y	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0200	0.3	0.0150	0.3	0.0350	0.2	0.0175
		2	4060	0.0075	4.6	0.0075	1.1	0.0338	0.2	0.0138	0.2	0.0400	0.2	0.0275	0.3	0.0400	0.1	0.0350
		3	5000	0.0075	3.9	0.0075	1.0	0.0363	0.3	0.0325	0.2	0.0425	0.3	0.0200	0.2	0.0425	0.1	0.0325
		4	1560	0.0038	2.7	0.0275	0.9	0.0350	0.3	0.0325	0.3	0.0450	0.2	0.0650	0.3	0.0325	-	-
		平均	3540	0.0063	3.7	0.0117	1.0	0.0350	0.3	0.0263	0.3	0.0369	0.3	0.0319	0.3	0.0375	0.1	0.0283
	Z	1	6660	0.0003	19.8	0.0188	7.4	0.0288	2.3	0.0350	0.7	0.1125	1.5	0.0075	0.6	0.0075	0.3	0.1000
		2	6390	0.0003	19.8	0.0200	7.7	0.0288	2.4	0.0338	0.6	0.1050	0.7	0.0075	0.8	0.0550	0.2	0.0400
		3	5420	0.0003	21.7	0.0375	8.2	0.0288	2.5	0.0325	0.5	0.1200	1.3	0.0075	0.8	0.0550	0.1	0.0350
		4	6700	0.0038	20.8	0.0388	7.9	0.0300	2.4	0.0363	0.6	0.1200	0.7	0.0550	0.9	0.0075	0.4	0.1100
		平均	6293	0.0012	20.5	0.0753	7.8	0.0291	2.4	0.0344	0.6	0.1144	1.4	0.0194	0.8	0.0313	0.3	0.0713
1500 Kg	X	1	9440	0.0200	33.0	0.0088	6.8	0.0525	1.9	0.0450	0.3	0.0250	0.3	0.0250	0.3	0.0250	0.1	0.0550
		2	10000	0.0225	44.4	0.0100	7.4	0.0525	1.9	0.0375	0.4	0.0275	0.4	0.0250	0.4	0.0250	0.4	0.1500
		3	5000	0.0113	31.2	0.0100	6.3	0.0525	1.8	0.0475	0.2	0.0450	0.4	0.0250	0.4	0.0250	0.4	0.1625
		4	7550	0.0225	35.8	0.0100	7.6	0.0525	1.9	0.0475	0.4	0.0250	0.4	0.0250	0.7	0.0300	0.1	0.0600
		平均	7998	0.0191	36.1	0.0097	7.0	0.0525	1.9	0.0431	0.3	0.0306	0.4	0.0250	0.3	0.0263	0.3	0.1069
	Y	1	3200	0.0125	6.7	0.0075	0.9	0.0275	0.4	0.0638	0.5	0.0450	0.4	0.0450	0.2	0.1100	0.1	0.0300
		2	4150	0.0050	7.2	0.0088	1.1	0.0363	0.4	0.0713	0.6	0.0275	0.5	0.0450	0.3	0.1050	0.1	0.0300
		3	5660	0.0025	7.4	0.0075	1.1	0.0350	0.4	0.0638	0.4	0.0475	0.5	0.0300	0.3	0.1300	0.1	0.0325
		4	4340	0.0050	7.6	0.0075	1.0	0.0175	0.5	0.0300	0.5	0.0275	0.3	0.1050	0.5	0.0450	0.1	0.0325
		平均	4338	0.0063	7.2	0.0078	1.0	0.0291	0.4	0.0572	0.5	0.0369	0.4	0.0563	0.3	0.0975	0.1	0.0313
	Z	1	7450	0.0200	20.8	0.0075	9.2	0.0325	3.2	0.0525	1.2	0.1300	1.2	0.0125	1.1	0.1750	0.3	0.1250
		2	8750	0.0238	23.6	0.0475	10.0	0.0338	3.4	0.0538	1.9	0.0075	1.3	0.0125	1.2	0.1750	0.1	0.0750
		3	8330	0.0250	24.5	0.0475	10.0	0.0338	1.5	0.0550	1.3	0.1250	1.3	0.0050	1.2	0.0850	0.3	0.0150
		4									1.4	0.0100	3.1	0.0305	1.5	0.0075	0.3	0.0775
		平均	8177	0.0229	23.0	0.0342	9.7	0.0334	2.7	0.0534	1.5	0.0681	1.7	0.0151	1.3	0.0856	0.3	0.0731
		1															0.1	0.0850
		2															0.1	0.0800
		3															0.1	0.0875
		4															0.1	0.0850
		平均															0.1	0.0844

表 5-4 (d) 地盤振動の加速度及び周期 (第 3 回目実験 (改良後)、昭和 53 年 7 月 18 日、実験 4、重錘落下、振動源位置—第 1 工区中心)

重錘重量	成分	測定回数	点 1 (1 m)		点 2 (5 m)		点 3 (10 m)		点 4 (15 m)		点 5, 6, 7 (20 m)				点 8 (40 m)	
			加速度 (m/s ²)	周期 (sec)	加速度 (m/s ²)	周期 (sec)	加速度 (m/s ²)	周期 (sec)	加速度 (m/s ²)	周期 (sec)	加速度 (m/s ²)	周期 (sec)	加速度 (m/s ²)	周期 (sec)	加速度 (m/s ²)	周期 (sec)
0.35 Kg	X	1	37255	0.0250	2288	0.0225	491	0.0288	200	0.0300	0.30	0.0488	0.29	0.0488	0.24	0.0433
		2	42451	0.0275	2385	0.0225	649	0.0288	200	0.0300	0.31	0.0450	0.32	0.0483	0.24	0.0470
		3	41961	0.0283	2356	0.0225	608	0.0283	201	0.0300	0.28	0.0463	0.29	0.0495	0.23	0.0458
		4	37059	0.0275	2481	0.0225	649	0.0275	203	0.0288	0.28	0.0483	0.31	0.0458	0.30	0.0475
		5	23235	0.0263	2240	0.0220	601	0.0275	191	0.0288	0.30	0.0495	0.33	0.0450	0.29	0.0495
		平均	36392	0.0270	2350	0.0224	600	0.0282	199	0.0295	0.29	0.0476	0.31	0.0475	0.26	0.0466
	Y	1	18137	0.0175	289	0.0170	243	0.0133	0.67	0.0370	0.10	0.0275	0.09	0.0300	0.05	0.0200
		2	23824	0.0188	326	0.0188	248	0.0133	0.72	0.0370	0.17	0.0288	0.09	0.0325	0.03	0.0225
		3	16961	0.0183	355	0.0175	235	0.0125	0.62	0.0363	0.12	0.0288	0.09	0.0350	0.03	0.0188
		4	21079	0.0195	398	0.0175	298	0.0125	0.70	0.0370	0.10	0.0275	0.09	0.0325	0.05	0.0200
		5	25000	0.0188	389	0.0175	327	0.0125	0.77	0.0363	0.14	0.0288	0.14	0.0313	0.09	0.0200
		平均	21000	0.0186	351	0.0177	270	0.0128	0.70	0.0367	0.13	0.0283	0.10	0.0323	0.05	0.0203
	Z	1	90491	0.0045	1538	0.0333	586	0.0420	1.78	0.0413	1.20	0.0388	1.25	0.0400	1.18	0.0413
		2	98432	0.0033	1683	0.0333	594	0.0420	1.80	0.0413	1.30	0.0395	1.32	0.0375	1.18	0.0408
		3	91471	0.0033	1635	0.0325	608	0.0425	1.87	0.0408	1.25	0.0388	1.28	0.0388	1.15	0.0413
		4	86275	0.0033	1827	0.0333	676	0.0408	2.06	0.0400	1.23	0.0375	1.32	0.0395	1.28	0.0408
		5	77256	0.0045	1823	0.0325	682	0.0413	2.09	0.0408	1.28	0.0375	1.30	0.0395	1.30	0.0388
		平均	88785	0.0038	1721	0.0333	629	0.0417	1.92	0.0408	1.25	0.0384	1.29	0.0391	1.22	0.0406
1500 Kg	X	1	25981	0.0025	4038	0.0308	1182	0.0300	4.06	0.0325	0.55	0.0488	0.57	0.0470	0.55	0.0475
		2	34118	0.0025	4327	0.0300	1254	0.0300	4.22	0.0320	0.60	0.0475	0.55	0.0475	0.57	0.0475
		3	21569	0.0025	3894	0.0300	1164	0.0295	3.80	0.0320	0.57	0.0488	0.55	0.0475	0.59	0.0433
		4	47353	0.0025	4327	0.0300	1118	0.0300	4.22	0.0320	0.53	0.0238	0.51	0.0475	0.57	0.0408
		5	24510	0.0025	4125	0.0300	1136	0.0283	4.01	0.0330	0.51	0.0475	0.48	0.0470	0.59	0.0425
		平均	30706	0.0025	4142	0.0300	1171	0.0296	4.06	0.0323	0.55	0.0433	0.53	0.0473	0.57	0.0443
	Y	1	13235	0.0025	1058	0.0183	390	0.0100	0.82	0.0295	2.43	0.0420	2.52	0.0438	2.28	0.0425
		2	39216	0.0045	1202	0.0183	436	0.0100	0.82	0.0300	2.45	0.0420	2.52	0.0425	2.52	0.0425
		3	10294	0.0045	962	0.0195	403	0.0100	0.80	0.0433	2.28	0.0438	2.61	0.0438	2.68	0.0433
		4	17647	0.0025	942	0.0183	403	0.0100	0.86	0.0438	2.48	0.0425	2.58	0.0425	2.54	0.0425
		5	22353	0.0025	942	0.0188	409	0.0100	0.84	0.0295	2.39	0.0425	2.58	0.0433	2.52	0.0433
		平均	20549	0.0033	1021	0.0186	408	0.0100	0.83	0.0352	2.41	0.0426	2.56	0.0432	2.49	0.0428
	Z	1	93432	0.0288	3029	0.0338	1091	0.0425	3.26	0.0433	2.11	0.0400	2.11	0.0400	2.24	0.0400
		2	95883	0.0288	3029	0.0350	1182	0.0433	3.32	0.0433	2.16	0.0413	2.11	0.0408	2.14	0.0400
		3	100001	0.0270	3259	0.0358	1209	0.0425	3.55	0.0425	2.09	0.0395	2.19	0.0408	2.24	0.0388
		4	97844	0.0283	3317	0.0350	1227	0.0420	3.55	0.0420	2.11	0.0400	2.19	0.0408	2.24	0.0388
		5	96864	0.0288	3259	0.0350	1182	0.0420	3.40	0.0413	2.04	0.0408	2.14	0.0400	2.16	0.0375
		平均	96805	0.0283	3179	0.0349	1179	0.0425	3.42	0.0425	2.10	0.0403	2.15	0.0405	2.20	0.0390

表5-4(e) 地盤振動の加速度及び周期(第3回目実験(改良後)、昭和53年7月19日、実験5、重錘落下、振動源位置-第2工区中心)

重錘重量	成分	測定回数	点1 (1 m)		点2 (5 m)		点3 (10 m)		点4 (15 m)		点5,6,7 (20 m)								点8 (40 m)	
			加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)	加速度(m/s ²)	周期(sec)
63.5 Kg	X	1	250.00	0.0038	4.471	0.0113	5.18	0.0150	3.40	0.0225	2.48	0.0175	2.64	0.0158	2.23	0.0150	0.06	0.0325		
		2	200.98	0.0038	4.327	0.0113	5.18	0.0150	3.40	0.0233	2.46	0.0163	2.62	0.0150	2.44	0.0150	0.06	0.0320		
		3	287.26	0.0038	5.134	0.0113	5.86	0.0150	3.75	0.0233	2.68	0.0170	2.87	0.0150	2.46	0.0150	0.06	0.0345		
		4	215.69	0.0045	4.471	0.0113	5.45	0.0145	3.69	0.0225	2.58	0.0170	2.73	0.0170	2.23	0.0145	0.06	0.0313		
		5	200.98	0.0045	4.846	0.0113	5.67	0.0145	3.69	0.0233	2.58	0.0163	2.55	0.0158	2.64	0.0158	0.07	0.0325		
		平均	230.98	0.0041	4.650	0.0113	5.47	0.0148	3.59	0.0230	2.56	0.0168	2.68	0.0157	2.40	0.0151	0.06	0.0326		
	Y	1	245.10	0.0038	1.635	0.0070	6.35	0.0108	0.60	0.0120	2.01	0.0120	1.97	0.0120	1.40	0.0125	0.09	0.0438		
		2	151.96	0.0033	1.567	0.0070	6.35	0.0108	0.58	0.0125	1.97	0.0120	1.91	0.0120	1.62	0.0120	0.07	0.0400		
		3	343.14	0.0033	1.731	0.0063	7.02	0.0113	0.65	0.0120	2.26	0.0120	2.17	0.0120	1.73	0.0125	0.07	0.0420		
		4	225.49	0.0038	1.415	0.0075	6.76	0.0108	0.62	0.0125	2.13	0.0120	2.10	0.0120	1.60	0.0120	0.08	0.0425		
		5	194.44	0.0045	1.538	0.0075	6.21	0.0100	0.58	0.0125	2.26	0.0125	1.95	0.0125	1.93	0.0113	0.08	0.0395		
		平均	232.03	0.0037	1.617	0.0071	6.54	0.0107	0.61	0.0123	2.13	0.0121	2.02	0.0121	1.66	0.0121	0.08	0.0416		
	Z	1	779.42	0.0075	2.404	0.0195	6.95	0.0200	2.81	0.0195	0.86	0.0200	0.91	0.0208	0.86	0.0200	0.14	0.0350		
		2	895.11	0.0083	2.625	0.0200	7.63	0.0200	3.02	0.0200	0.89	0.0195	0.86	0.0213	0.91	0.0220	0.17	0.0325		
		3	872.56	0.0083	2.596	0.0195	7.71	0.0195	3.02	0.0195	0.86	0.0200	0.96	0.0220	0.94	0.0200	0.17	0.0325		
		4	689.22	0.0088	2.385	0.0195	7.03	0.0188	2.72	0.0195	0.89	0.0200	0.89	0.0200	0.86	0.0200	0.13	0.0320		
		5	897.07	0.0075	2.788	0.0213	8.12	0.0195	3.12	0.0195	0.91	0.0195	0.84	0.0208	0.96	0.0208	0.15	0.0350		
		平均	826.68	0.0081	2.560	0.0200	7.49	0.0196	2.94	0.0196	0.88	0.0198	0.89	0.0210	0.91	0.0206	0.15	0.0334		
150.0 Kg	X	1	234.32	0.0220	4.808	0.0273	6.27	0.0238	1.63	0.0300	2.78	0.0383	3.08	0.0238	3.27	0.0238	0.12	0.0370		
		2	198.04	0.0225	5.577	0.0275	6.54	0.0238	1.71	0.0300	3.03	0.0383	3.00	0.0238	3.27	0.0238	0.14	0.0400		
		3	292.16	0.0208	5.865	0.0270	6.81	0.0225	1.76	0.0300	3.12	0.0375	3.13	0.0238	3.27	0.0233	0.12	0.0400		
		4	279.41	0.0213	6.057	0.0283	7.09	0.0238	1.80	0.0300	3.23	0.0388	3.27	0.0245	3.27	0.0238	0.10	0.0383		
		5	276.47	0.0218	6.057	0.0275	7.09	0.0238	1.82	0.0300	3.32	0.0388	3.27	0.0238	3.41	0.0245	0.10	0.0383		
		平均	256.08	0.0217	5.673	0.0275	6.76	0.0235	1.74	0.0300	3.10	0.0383	3.15	0.0239	3.30	0.0238	0.12	0.0387		
	Y	1	243.14	0.0050	3.365	0.0073	9.40	0.0105	2.86	0.0120	1.47	0.0120	1.66	0.0113	1.75	0.0120	0.14	0.0383		
		2	262.75	0.0050	3.461	0.0075	10.08	0.0100	2.98	0.0120	1.58	0.0120	1.73	0.0120	1.95	0.0113	0.16	0.0413		
		3	539.22	0.0045	3.461	0.0075	10.08	0.0100	2.98	0.0113	1.56	0.0113	1.73	0.0113	1.84	0.0120	0.16	0.0400		
		4	458.83	0.0050	3.394	0.0075	10.44	0.0100	3.07	0.0108	1.62	0.0120	1.75	0.0120	1.97	0.0120	0.16	0.0383		
		5	434.32	0.0058	3.634	0.0075	10.98	0.0100	3.17	0.0113	1.66	0.0120	1.86	0.0113	2.13	0.0120	0.14	0.0420		
		平均	387.05	0.0051	3.463	0.0075	10.20	0.0101	3.01	0.0115	1.58	0.0110	1.75	0.0116	1.93	0.0119	0.15	0.0400		
	Z	1	122.223	0.0038	3.384	0.0145	12.27	0.0200	5.05	0.0213	1.01	0.0220	1.34	0.0225	1.39	0.0238	0.24	0.0320		
		2	121.668	0.0045	3.634	0.0145	13.00	0.0213	5.19	0.0220	1.16	0.0233	1.34	0.0233	1.44	0.0238	0.25	0.0325		
		3	125.834	0.0045	3.750	0.0150	13.00	0.0200	5.14	0.0213	1.20	0.0233	1.42	0.0245	1.47	0.0238	0.24	0.0345		
		4	123.612	0.0045	3.606	0.0138	12.73	0.0200	5.05	0.0225	1.23	0.0233	1.44	0.0245	1.44	0.0230	0.25	0.0345		
		5	129.834	0.0045	3.558	0.0150	13.00	0.0208	5.05	0.0225	1.30	0.0225	1.42	0.0245	1.44	0.0225	0.26	0.0350		
		平均	123.834	0.0044	3.588	0.0146	12.80	0.0204	5.10	0.0219	1.18	0.0229	1.39	0.0239	1.44	0.0234	0.25	0.0337		

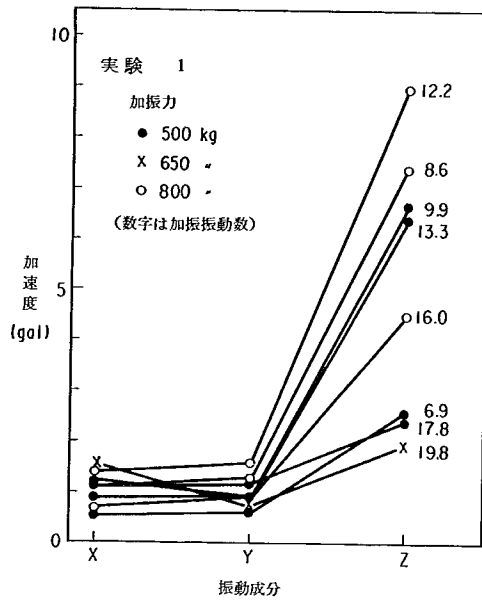


図 5 - 6 (a)

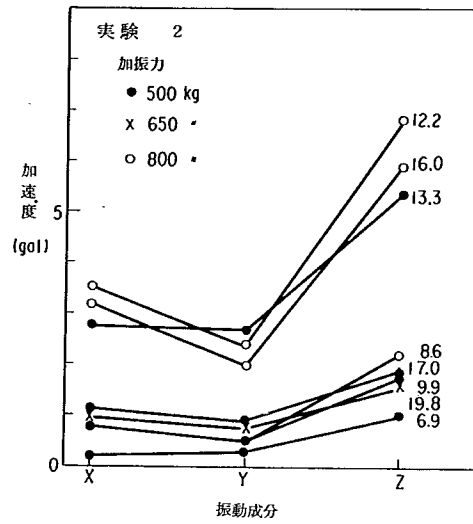


図 5 - 6 (b)

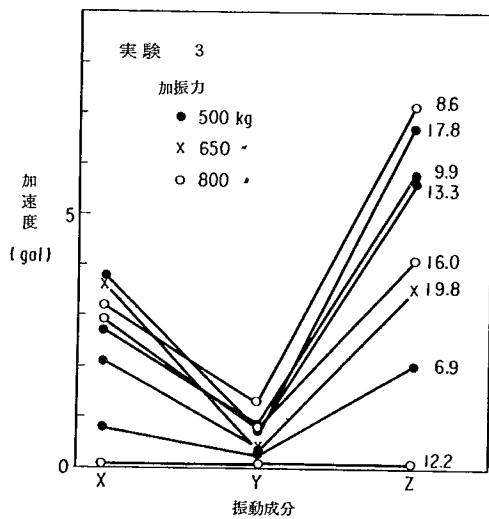


図 5 - 6 (c)

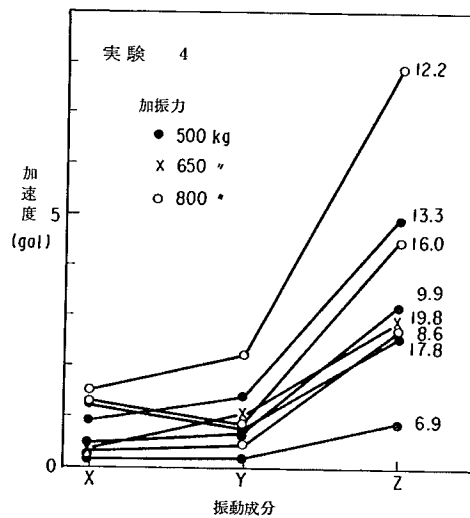


図 5 - 6 (d)

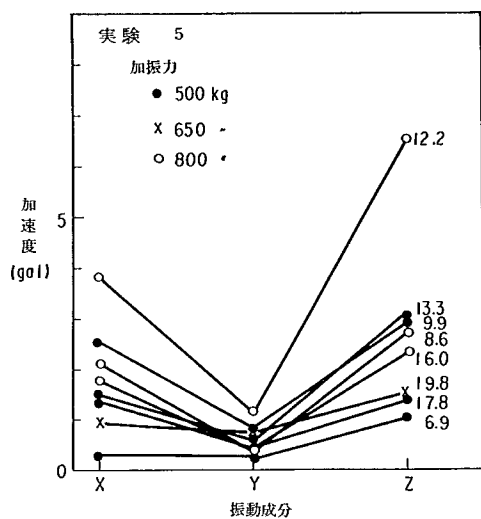


図 5 - 6 (c)

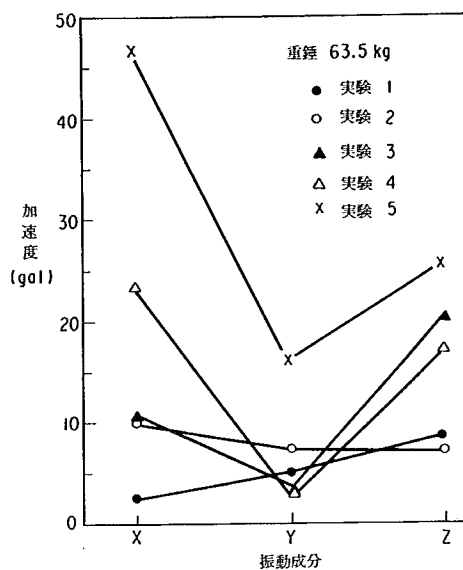


図 5 - 6 (f)

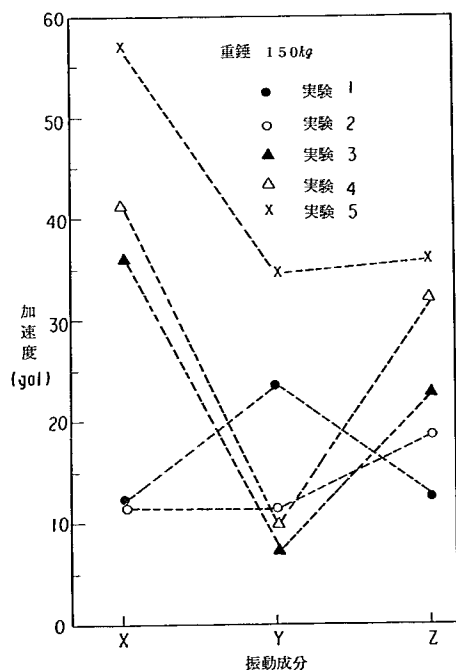


図 5 - 6 (g)

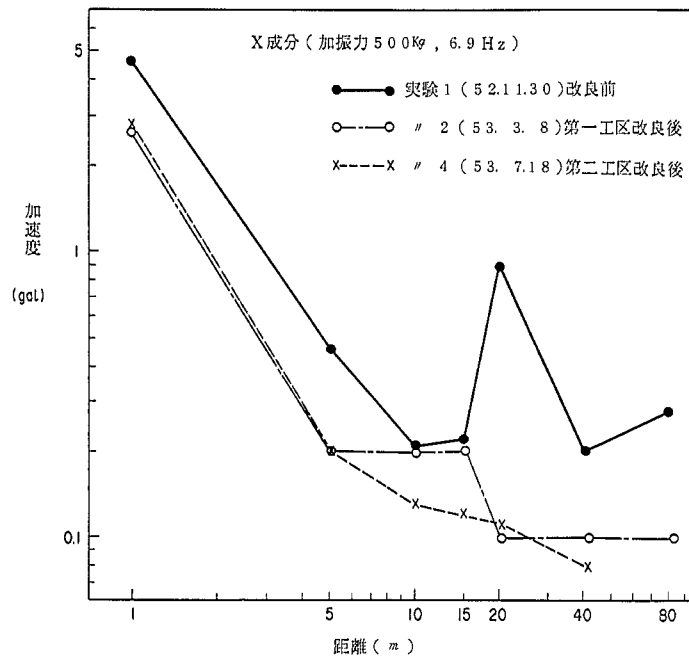


図 5 - 7 (a) 地盤改良による振動軽減効果

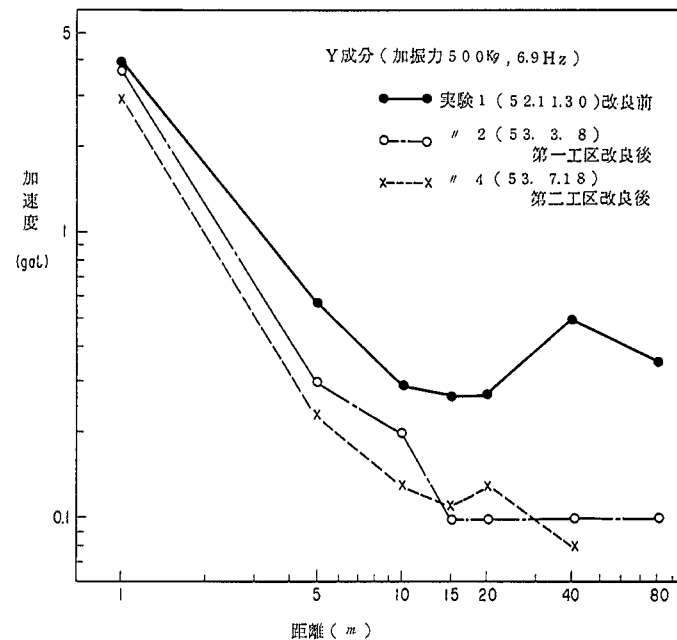


図 5 - 7 (b) 地盤改良による振動軽減効果

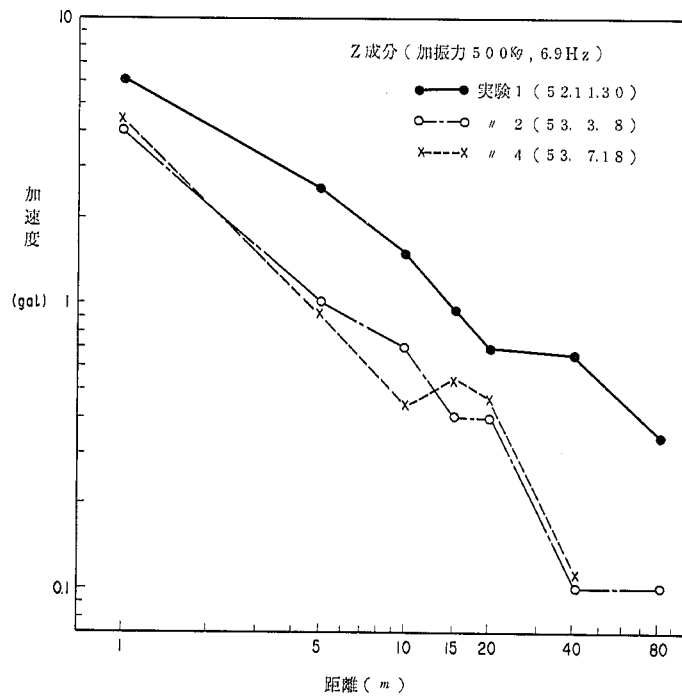


図 5 - 7 (c) 地盤改良による振動軽減効果

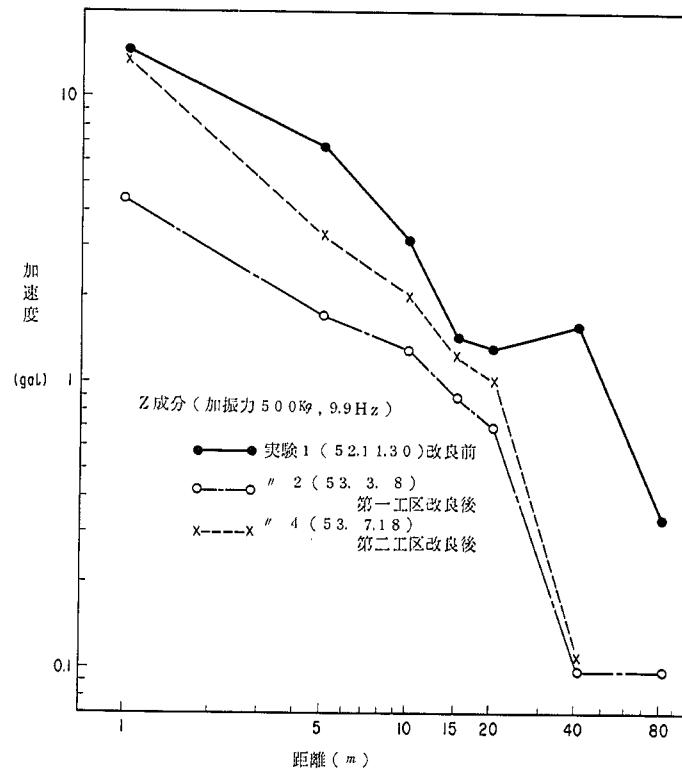


図 5 - 7 (d) 地盤改良による振動軽減効果

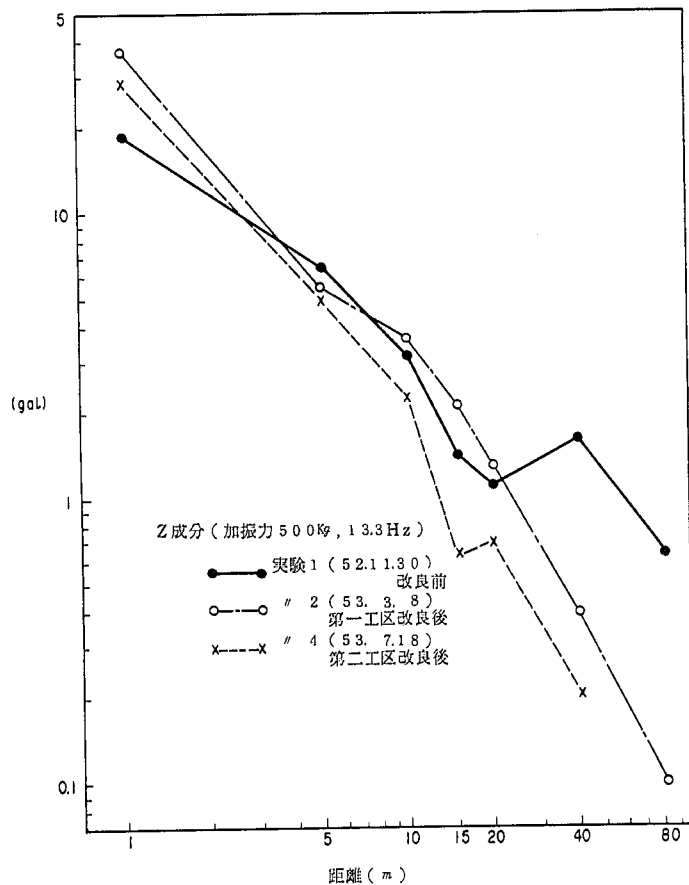


図 5 - 7 (e) 地盤改良による振動軽減効果

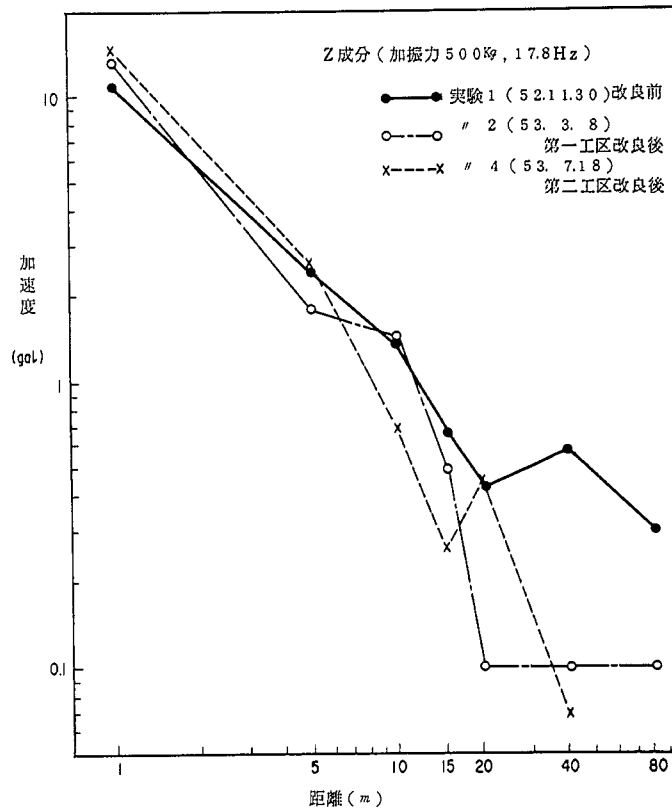


図 5 - 7 (f) 地盤改良による振動軽減効果

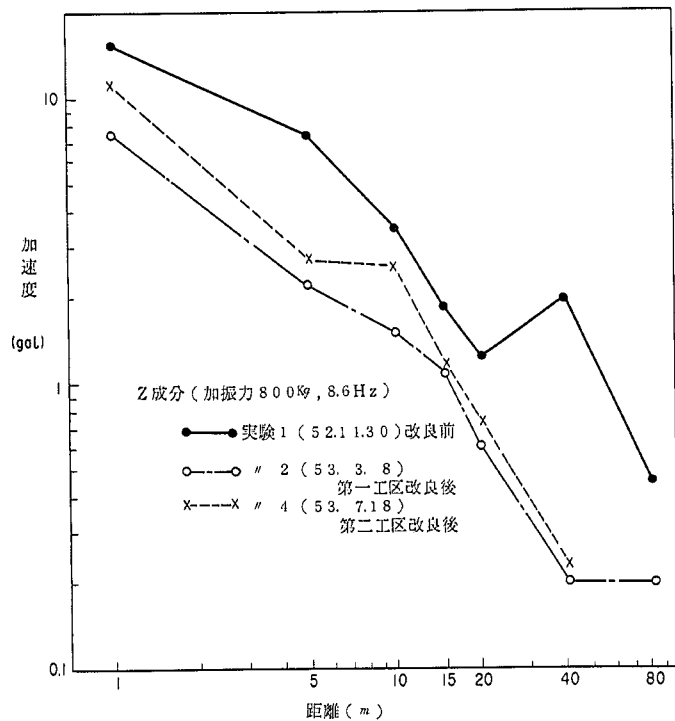


図 5 - 7 (g) 地盤改良による振動軽減効果

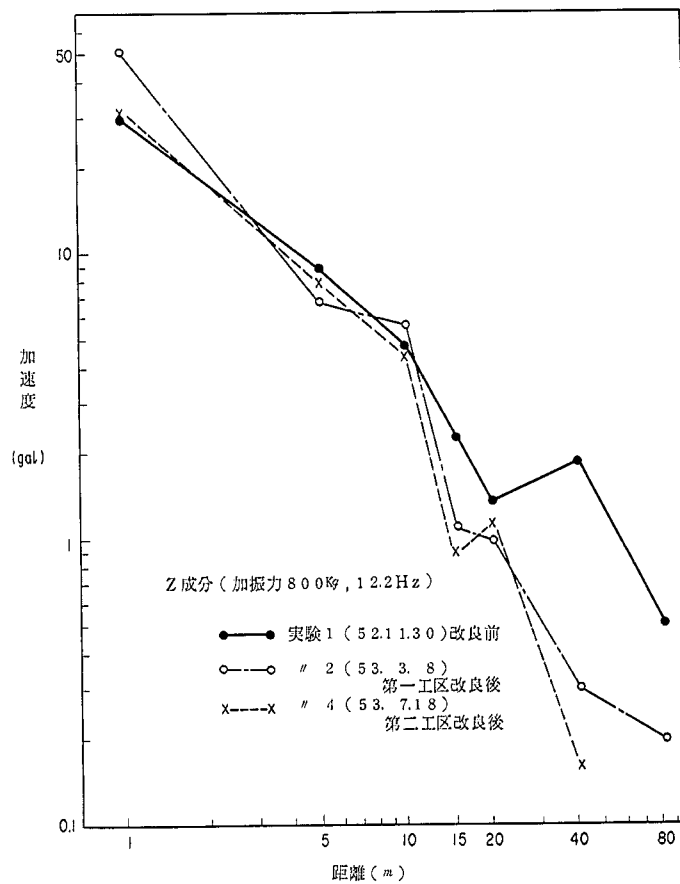


図 5 - 7 (h) 地盤改良による振動軽減効果

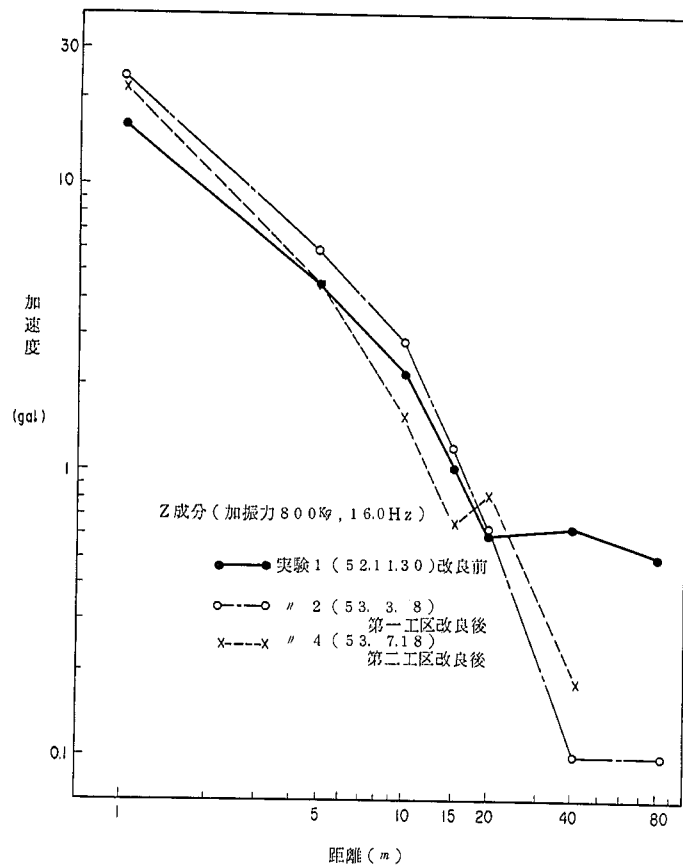


図5-7(i) 地盤改良による振動軽減効果

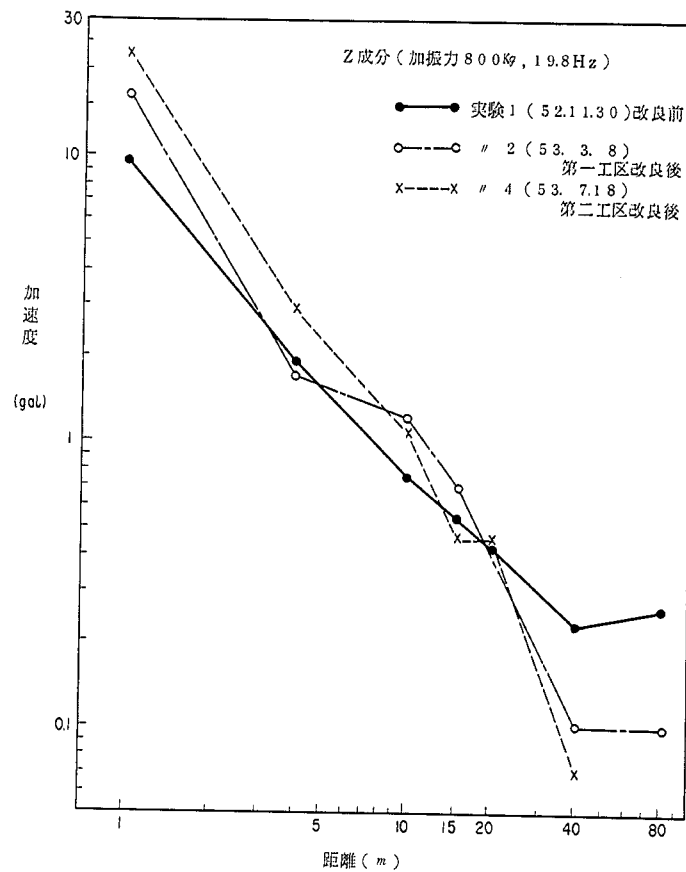


図5-7(j) 地盤改良による振動軽減効果

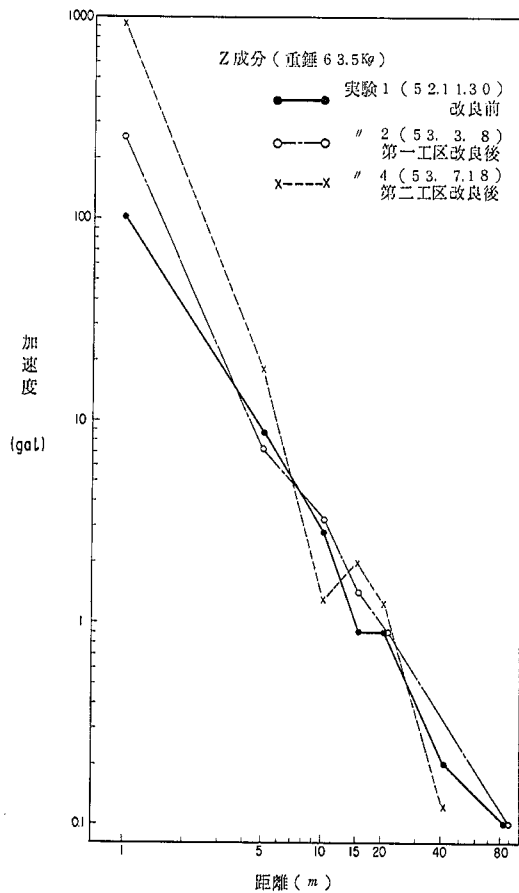


図 5 - 7 (k) 地盤改良による振動軽減効果

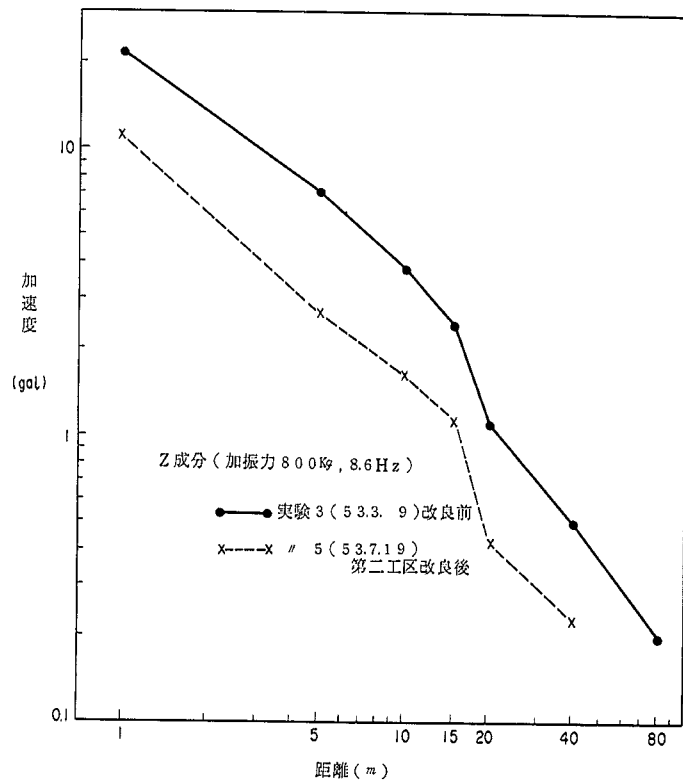


図 5 - 7 (l) 地盤改良による振動軽減効果

ミコパイル打設により，明瞭に改良効果が現われている。

今回のサンプリングにより得られた不攪乱試料の土質試験結果を表5-2に示す。

5.2 地盤振動調査結果

5.2.1 地盤改良による振動軽減効果

表5-3に起振機による地盤振動実験における各測定点の振動加速度，片振幅，周期を示す。周期はオシログラフに再生した波形より読みとった。

また表5-4に重錘落下による地盤振動実験における各測定点の振動加速度（片振幅），周期を示す。周期はオシログラフに再生した波形において最も加速度が大きい部分の一波長分を読んだ。

図5-6は振動源より5m地点の加速度の各成分を比較したものであり，起振機実験における地盤振動加速度はZ成分が最も大きくなっているが，重錘落下実験においてはX成分が最も大きくなる場合が多い。このことは起振機により発生する波動と重錘落下により発生する波動では若干その特性が異なっていることを示している。

図5-7に地盤改良前後の振動加速度の比較図を示す。

図5-7に示されるように低い振動数（6.9 Hz～9.9 Hz）の場合には地盤改良による振動軽減効果が顕著に現われているが，高い振動数（12.2～19.8 Hz）の場合にはあまり振動軽減効果が見られない。例えば加振振動数が6.9 Hzの場合には地盤改

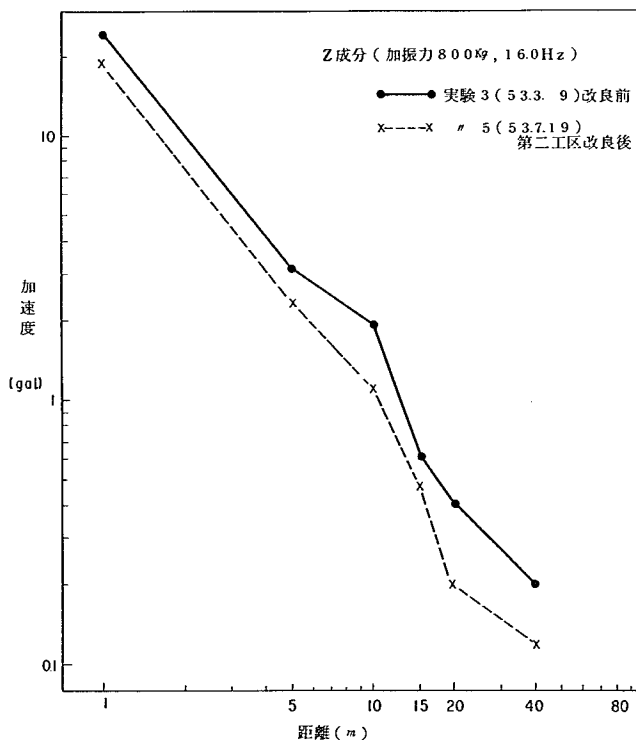


図5-7 (n) 地盤改良による振動軽減効果

良後の各測定点のZ成分の加速度は地盤改良前に比べて15～60%に減少しており、8.6 Hzの場合においても10～50%に減少しており、8.6 Hzの場合においても10～50%に減少している。このように低振動数領域においてのみ振動軽減効果が現われた原因は次のように考えることができる。地表面の振動源より発生する波動においてはRayleigh波が卓越すると考えられるが、^{注)}低振動数のRayleigh波は地盤の深い地点まで振動させながら伝播する性質を持っている。一方図5-4(b)のPS検層結果に見られるように、地表面より深さ4 mまでのS波速度(S波速度が大きい程堅い地盤であると考えられる。)は改良前後においてあまり変化がないが、深さ4 m～13 mの深い範囲においてはS波速度は180～370%に増加しており、この範囲の地盤がかなり堅くなっていることを示している。このことが深い地点まで振動させる低周波振動に顕著に振動軽減効果が現われた原因であると考えられる。

地盤の堅さと振動の大きさについての理論解としてはH. Lamb⁴⁾の解がある。半無限弾性体の1点に正弦波的に変動する鉛直荷重が作用する場合、振源からの距離rの大きい所ではRayleigh波が卓越し、鉛直振動の振幅Aは鉛直荷重、 $\text{Re}^{i\omega t}$ (R: 荷重振幅, $i = \sqrt{-1}$, ω : 振動数, t: 時間) が作用する場合次のように表わされる。

$$A = \frac{RK \sqrt{\omega}}{G \sqrt{2\pi} V_R r} \exp \left[i \left(\omega t - \frac{\omega r}{V_R} - \frac{\pi}{4} \right) \right] \quad (5-5)$$

ただし

$$K = \frac{(V_R/V_S)^2 (1+h^2)^2}{16h \{ 2+2h^2-2hk-(h^2+k^2)/hk \}}$$

$$h = \sqrt{1 - (V_R/V_S)^2}$$

$$k = \sqrt{1 - (V_R/V_P)^2}$$

V_S , V_P , V_R : S波, P波, Rayleigh波の速度

半無限弾性体では、ポアソン比 ν が一定であれば、Gが大きくなると V_R も大きくなる。従ってポアソン比が一定ならば入力 $\text{Re}^{i\omega t}$ に対してはGが大きい程、同一距離rの点の振動振幅は小さいことになる。今回のケミコパイルによる地盤改良によって深さ5～8 mでは3.5倍、8～13 mでは6.6倍に増大しており、このために地盤振動が小さくなったと考えられる。

次に地盤改良範囲と振動軽減効果の関係について見ると、地盤改良の幅を10 mから20

注) Woods¹⁾によれば円形フーティングを介して半無限均一地盤の地表面を加振した場合に発生する地盤振動の67%がRayleigh波となる。

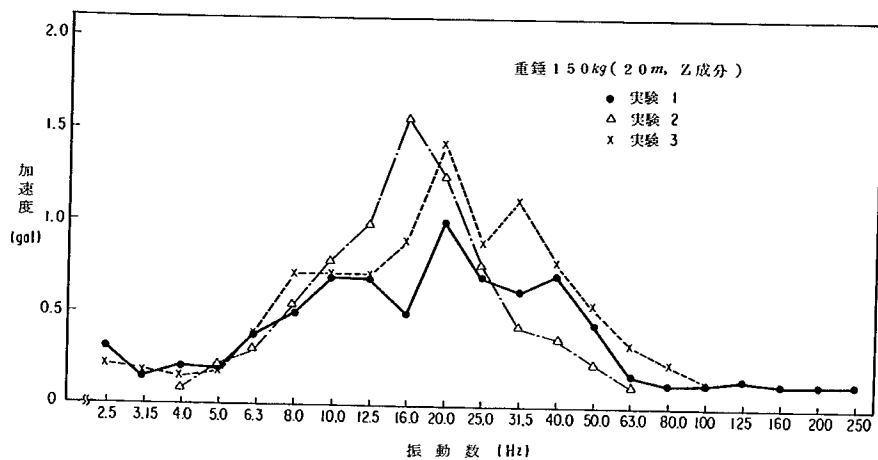


図 5 - 8 (a) 周波数分析結果 (重錘落下)

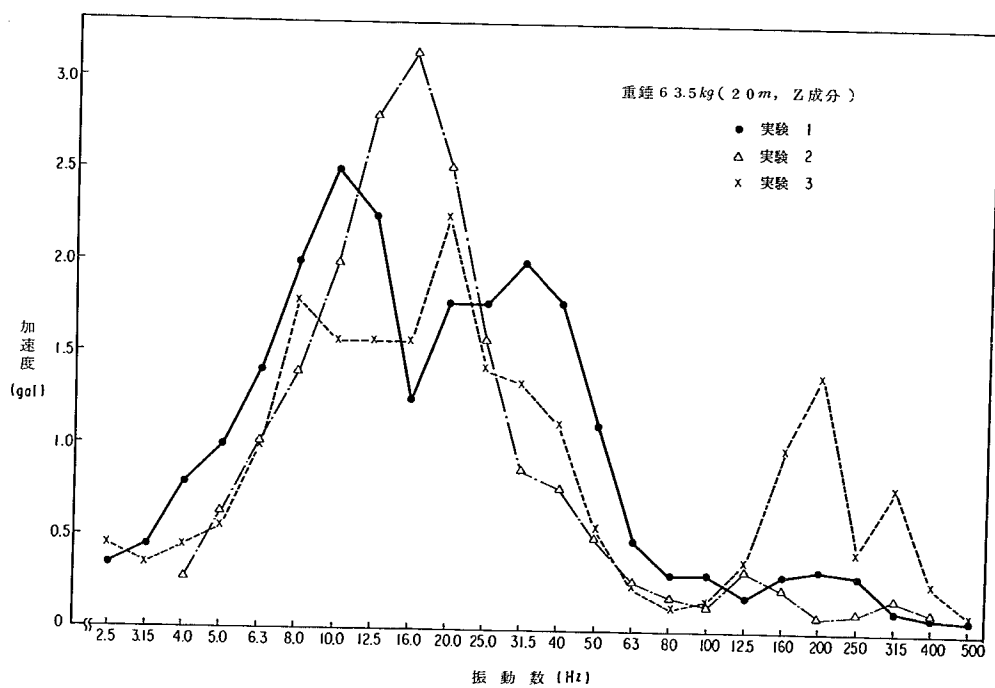


図 5 - 8 (b) 周波数分析結果 (重錘落下)

m に上げた場合に地盤振動の加速度の大きさはほとんど変化していない。有限要素法による振動解析においても³⁾、改良の幅より深さを増した方が振動軽減効果が大きいという結果が示されており、今回の現場実験の結果と一致する。この結果は軟弱地盤における道路交通振動の軽減対策を考える場合に有利な条件を示しており、道路敷地外にまで改良範囲を広げる必要はなく、道路直下の地盤をある程度の深さまで改良すれば地盤振動を軽減できるということになる。

5.2.2 卓越振動数

図5-8に重錘落下実験における振動源より20m地点の鉛直方向加速度の周波数分析結果を示す。図5-8によると地盤改良による卓越振動数の変化はあまり見られない。重錘落下実験における卓越振動数は63.5kgの場合に16~20Hz、150kgの場合には10~20となっている

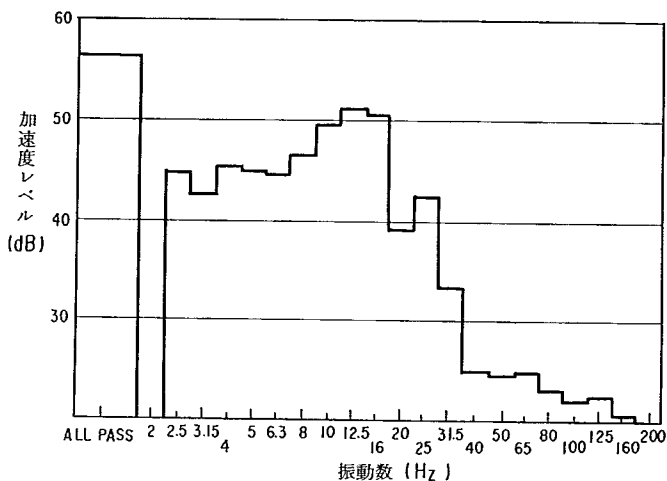


図5-9 周波数分析結果（実験現場より約300m離れた国道9号線における大型車走行による地盤振動）

が、これは必ずしも道路交通振動数とは一致しない。図5-9は実験現場より約300m離れた国道9号線の外側車線中央より8mの距離の地点で測定した鉛直方向振動レベル(VL)の周波数分析結果である。図5-9によると12.5Hzのところに最大のピークがあり、低周波成分もかなり含んでいる。従って前節で述べた実験結果（低周波成分の振動軽減効果が著しいこと）と合わせて考えると本調査地点において深さ12mのケミコパイルを施工することにより交通振動をかなり軽減できると考えられる。

5.2.3 距離減衰

地盤振動の距離減衰を前述の式(4-1)で近似し、距離減衰係数 α を計算した。(図5-10)

$$A = A_1 \left(\frac{r_1}{r} \right)^n \exp \{ -\alpha (r - r_1) \} \quad (4-1)$$

表5-5 α の計算値 ($\frac{1}{m}$)

加振力(kg)	振動数(Hz)	成 分	実 験 1	実 験 2	実 験 3	実 験 4	実 験 5
500	6.9	Y	-0.0158	-0.011	0.0751	-0.0033	0.0112
		Z	-0.0136	0.0065	0.0065	0.0048	0.0341
			0.0275	0.0225	0.0314	0.0167	0.0278
	9.9	X	0.0269	0.0568	0.1848	0.0045	0.1114
		Y	-0.0065	0.0571	0.0884	0.0129	0.0854
		Z	0.0708	0.0173	0.0831	0.038	0.0532
	13.3	X	-0.0112	0.0921	0.1686	0.0101	0.1072
		Y	-0.0048	0.1206	0.0467	0.0513	0.0568
		Z	0.0699	0.0381	0.0843	0.1031	0.0488
	17.8	X	0.0051	0.0573	0.1591	0.0817	0.0844
		Y	0.0030	0.0788	0.1011	0.0797	0.0353
		Z	0.0521	0.0558	0.24	0.1645	0.0511
800	8.6	X	-0.0125	0.0450	0.1805	-0.0137	0.0964
		Y	-0.0022	0.0571	0.0943	0.0324	0.0390
		Z	0.0700	0.0261	0.0587	0.0223	0.0424
	12.2	X	-0.0072	0.0550	0.1453	0.0369	0.0999
		Y	0.0017	0.0701	0.0633	0.0917	0.0362
		Z	0.0637	0.0570	0.1044	0.1114	0.0661
	16.0	X	-0.0065	0.0837	0.2237	0.0944	0.1551
		Y	-0.0025	0.1944	0.0722	0.0245	0.0513
		Z	0.0798	0.0948	0.1072	0.1198	0.0938
	19.8	X	0.0723		0.1582	0.0189	0.0960
		Y	0.0136	(62721)	0.0015	0.0614	0.1456
		Z	0.0726	0.0294	0.0883	0.1114	0.1069
63.5 kg		X	0.2004	0.1800	0.1493	0.2024	0.3256
		Y	0.0963	0.4086	0.1850	0.068	0.1400
		Z	0.1509	0.0966	0.1394	0.1412	0.172
150 kg		X	0.2846	0.1476	0.2555	0.1837	0.3448
		Y	0.2615	0.4182	0.3055	0.1124	0.1766
		Z	0.1313	0.1164	0.1259	0.1413	0.1418

Λ : 振源からの距離

r_2 の点の加速度

Λ_1 : 振源からの距離

r_1 の点の加速度

n : 定数

α : 距離減衰係数

ここで $(r_1/r)^n$ の項が

幾何減衰, $\exp[-\alpha$

$(r - r_1)]$ の項が内部

減衰を表わす。今回の

計算では波動を Ray-

leigh 波と仮定し,

$n=1/2$ とした。また

$r_1 = 5m$ とし, 加振点か

ら $1m$ 地点の振動加速

度の値はデータとして

用いていない。

表 5-5 に α の計算値

を示す。

図 5-11 地盤改良

による距離減衰係数 α

の変化を示すが, 地盤

改良と α の関係につい

ては明瞭な関係を見出

すことは困難である。

図 5-12, 5-13 に加振力が $500kg$ 及び $800kg$ の場合の振動数の相違による距離減衰の変化を示す。これは実験 2 の場合である。同一の加振力においては加振振動数が大きくなる程, α が大きくなる傾向が見られる。このことは理論的, 実験的に既に確かめられている。⁵⁾

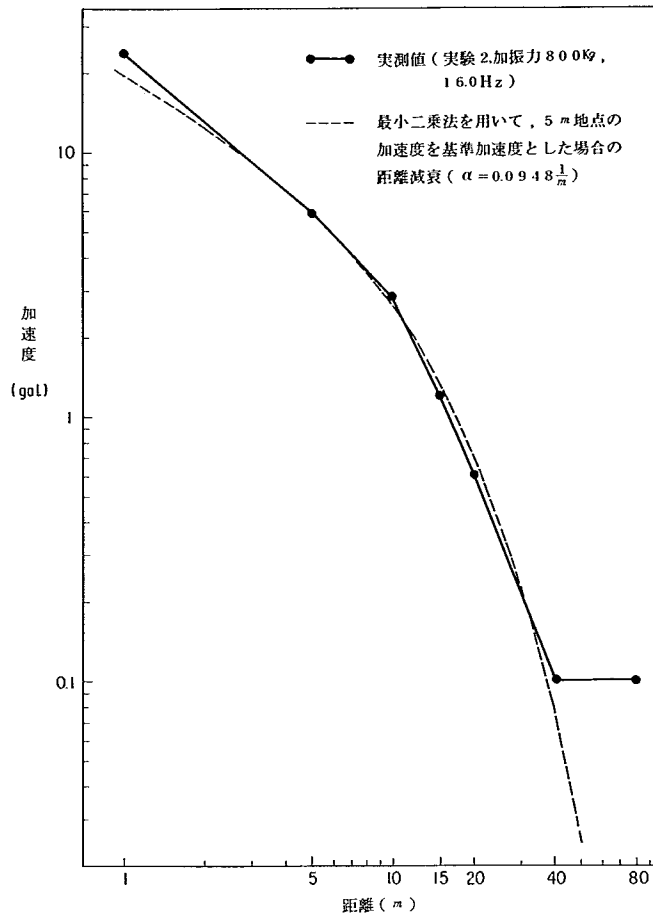


図 5-10 距離減衰の近似

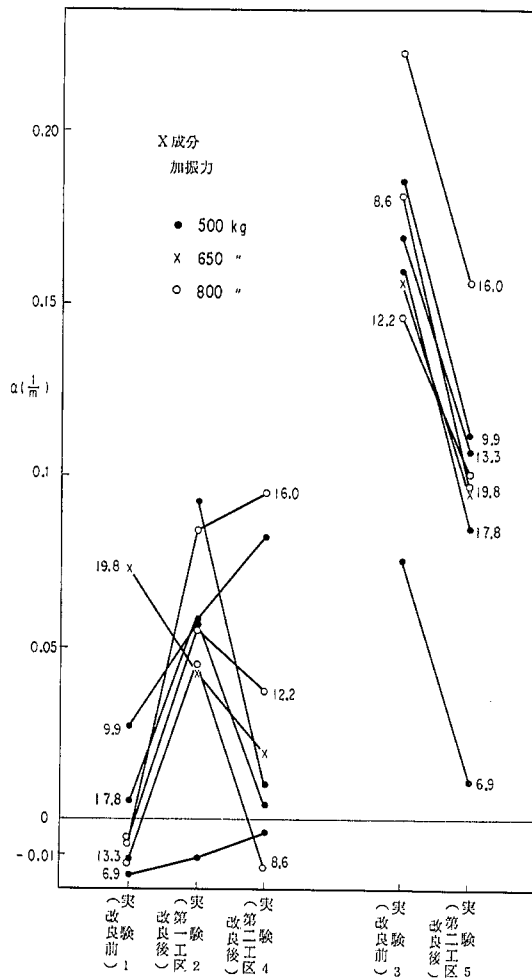


図 5 - 1 1 (a) 地盤改良による α の変化 (X 成分)

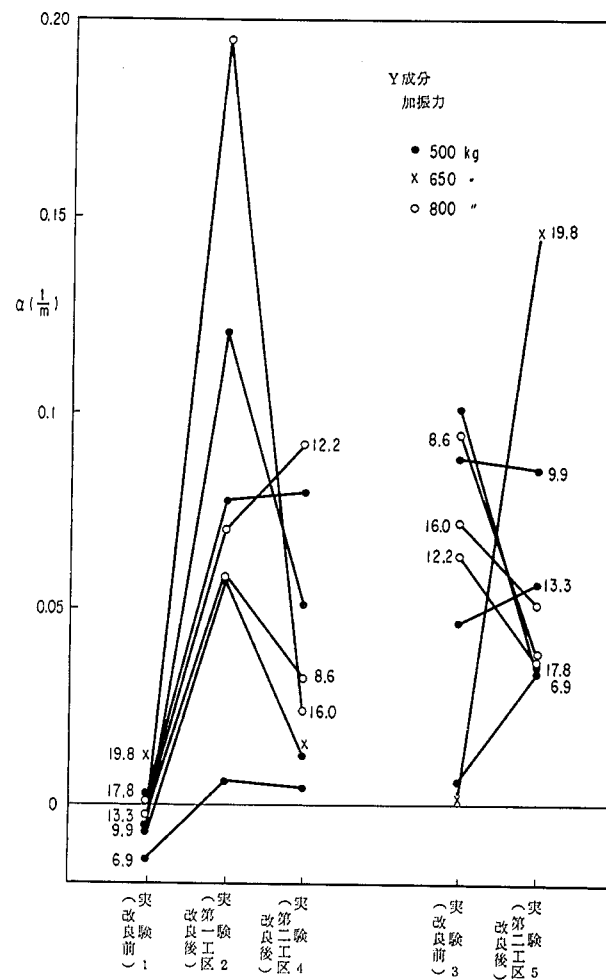


図 5 - 1 1 (b) 地盤改良による α の変化 (Y 成分)

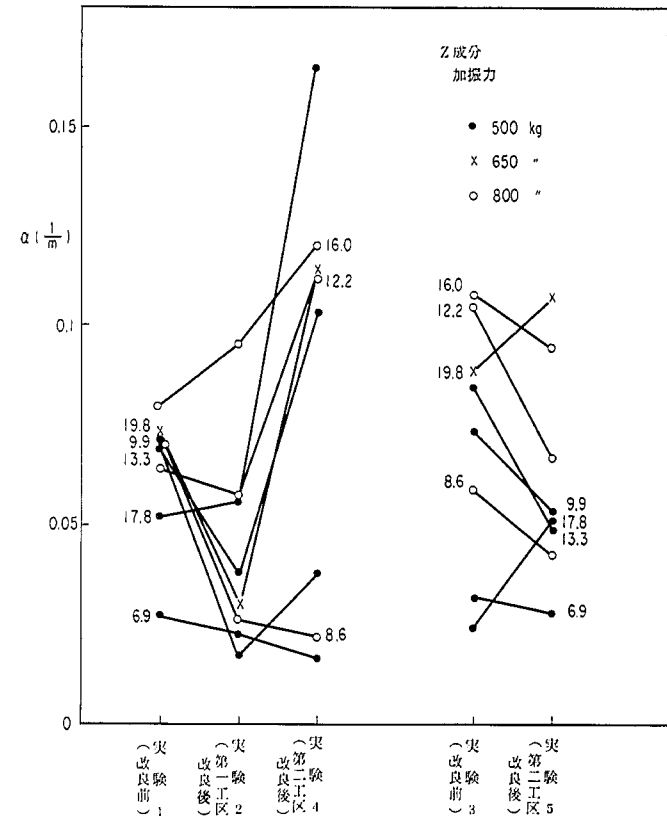


図5-11(c) 地盤改良による α の変化 (Z成分)

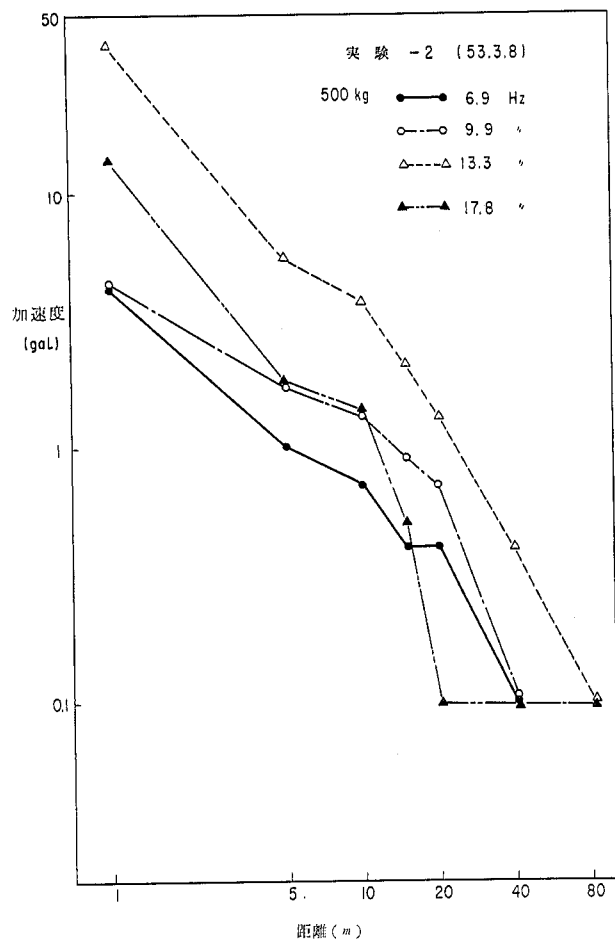


図 5 - 1 2 (a) 振動数による距離減衰の変化

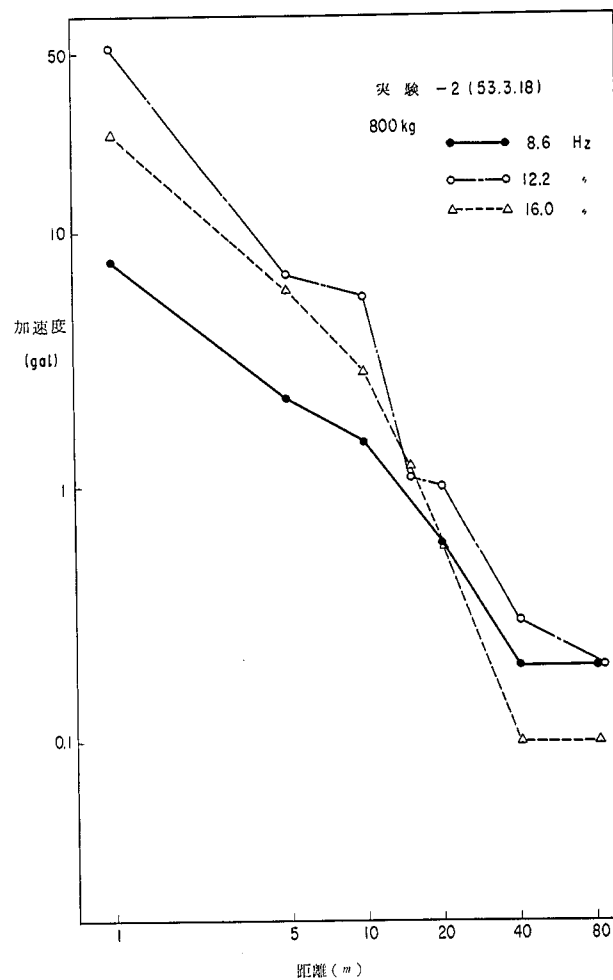


図 5 - 1 2 (b) 振動数による距離減衰の変化

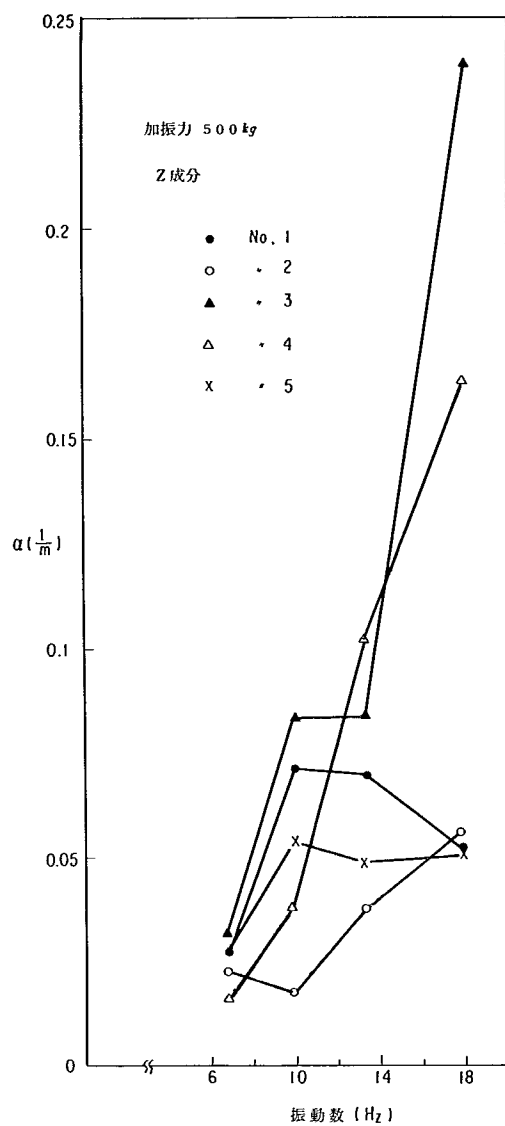


図 5-13(a) 振動数による α の変化

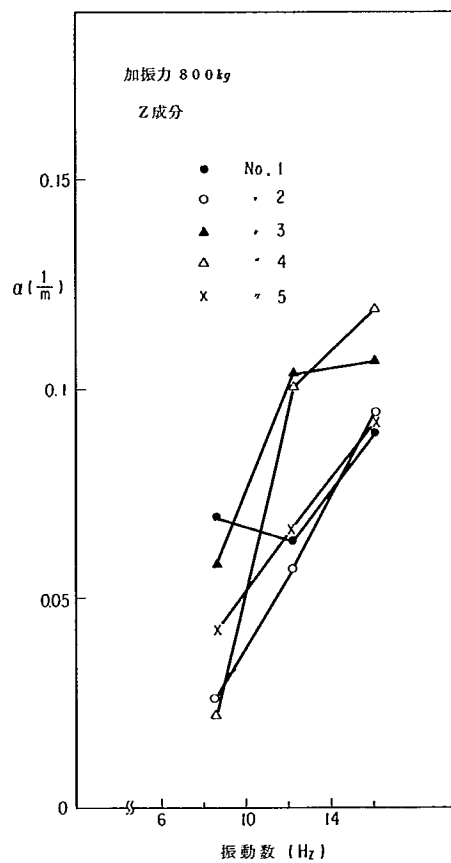


図 5-13(b) 振動数による α の変化

6. 結 論

今回の実験により得られた結論を以下に記す。

- ① 上記のケミコパイルを厚さ約10mの沖積粘土層に打設した結果、打設1ヶ月後においてかなりの地盤改良効果が見られた。表6-1に深さ3m~13mの軟弱シルト質土の地盤改良による土質諸定数の変化を示す。
- ② 直径40cm、深さ12m、打設ピッチ90cmのケミコパイルを幅10m、長さ30mの面積に打設することにより、地表を加振した場合の地表面加速度が7~10Hzの低周波領域において10~60%に減少した。10~20Hzの高周波振動については振動源より20m以内においてはあまり振動軽減効果が見られなかったが、20m以遠においてはかなりの振動軽減効果が認められた。
- ③ 低周波振動に軽減効果が現われた理由は、低周波のRayleigh波は地盤の比較的深い部分まで振動させるが、今回の地盤改良では3.5mより浅い部分では地盤改良効果はほとんどなく、それより深い部分で地盤改良効果があったためと考えられる。
- ④ 地盤改良の幅を10mから20mに増加させてもあまり振動軽減効果が見られなかった。
- ⑤ 重錘落下による地盤振動の卓越振動数は地盤改良によってほとんど変化がなかった。

表6-1 地盤改良による軟弱シルト質土
(深さ3~13m)の土質諸定数の変化

土 質 諸 定 数	$\frac{\text{(改良後の値)}}{\text{(改良前の値)}} (\%)$	土 質 諸 定 数	$\frac{\text{(改良後の値)}}{\text{(改良前の値)}} (\%)$
含 水 比	54 ~ 74	圧 密 降 伏 応 力	186 ~ 226
単 位 体 積 重 量	106 ~ 116	圧 密 係 数	136 ~ 144
間 隙 比	55 ~ 75	透 水 係 数	23 ~ 55
乾 燥 密 度	122 ~ 150	せん断弾性係数	347 ~ 659
液 性 限 界	65 ~ 97	ヤ ン グ 率	36 ~ 650
塑 性 限 界	54 ~ 109	体 積 弾 性 率	61 ~ 113
塑 性 指 数	56 ~ 142	P 波 速 度	76 ~ 105
一 軸 圧 縮 強 度	138 ~ 342	S 波 速 度	183 ~ 367
内 部 摩 擦 角	81 ~ 97	ポ ア ソ ン 比	96 ~ 99
粘 着 力	167 ~ 262		

参考文献

- 1) F. E. Richart, Jr., J. R. Hall, Jr., R. D. Woods, "Vibrations of Soils and Foundations," Prentice-Hall, 1970
- 2) 沢田健吉, 谷口栄一, 小笠原久, 館山悟, "改良地盤における地盤振動調査," 土木研究所資料 第1302号, 1978
- 3) 沢田健吉, 谷口栄一, "2次元有限要素法による地盤を伝播する振動の解析," 土木技術資料 Vol. 20, №9, 1978
- 4) H. Lamb, "On the Propagation of Tremore over the Surface of an Elastic Solid," Phil. Trans. Roy. Soc. London, Series A203, 1904
- 5) 沢田健吉, 谷口栄一, "地盤を伝播する振動の距離減衰に関する一考察," 土木技術資料 Vol. 19, №12, 1977