

熊本市庁舎新築工事に伴う

敷地地盤の常時微動および弾性波速度調査

報 告 書

昭和53年10月

早稲田大学理工学研究所



目 次

ま え が き

そのⅠ 地盤および地下水調査

Ⅰ 調 査 概 要

Ⅱ 調 査 内 容

Ⅲ 地 盤 概 要

Ⅳ 調 査 結 結

そのⅡ 弾性波速度検層および常時微動調査

Ⅰ 調 査 概 要

Ⅱ 測 定 方 法

Ⅲ 測定に使用した計器類

Ⅳ 測定結果と考察

付 調 査 記 録 写 真

ま え が き

この調査は、熊本市庁舎新築計画に際し、建物の耐震設計および基礎構造の設計ならびに施工性の検討に資するために行なわれたものである。

本報告書は大別して2部から成っており、そのⅠでは、深さ約50 mまでの地層分布および土質、また地下水などについての調査結果を、そのⅡでは同様に、深さ約50 mまでの弾性波速度検層および地表ならびに地中（深さ14 mおよび28 m地点）での地盤の常時微動の調査結果について報告する。

その I 地盤および地下水調査

I 調査概要

調査件名 熊本市庁舎新築工事に伴う地盤調査
及び常時微動、弾性波測定孔掘削

調査場所 熊本県熊本市手取本町1-1他

調査期日 昭和53年8月2日～昭和53年8月23日

調査目的

調査地において予定される建築物の建設に先立ち、地下の地質及びその工学的特性を明らかにし、設計、施工の基礎資料とする事を目的として実施したものである。

II 調査内容

1. 地質調査ボーリング 3ヶ所

孔 番	№ 1	№ 2	№ 3	合 計
試 錐 深 度 (m)	2 8.0 0	1 4.0 0	5 0.0 0	9 2.0 0
標準貫入試験 (回)	0	0	4 7	4 7

2. 横方向地盤載荷試験 合計4点

試 験 孔	試 験 方 法	試 験 深 度 (G L - m)	試 験 点 数
№ 3	L L T 法	3.0 0	1
		1 2.0 0	1
		1 6.0 0	1
		2 0.5 0	1

3. 現場透水試験

合計 2 回

試験孔	試験方法		試験深度 (GL-m)	試験点数
No 3	チューブ法	注入	17.00	1
		回復		1

4. 室内土質試験

合計 4 点

試験内容	採取深度 (GL-m)	試験点数
一軸圧縮試験	19.00	1
	19.00	1
	20.00	1
	40.00	1

Ⅱ 地盤概要

1. 地形及び地質

調査地は、熊本市手取本町 1-1 付近に位置している。

熊本市は沖積土からなる低地部と洪積土からなる台地部とがある。その地盤構成は、低地部においては熊本市の中心部を流れる白川と、南部の緑川の両河川によつて運搬された礫、砂、シルト等が主となり、処によつては泥土等を含む軟弱層が厚く分布する。又、台地部においては、地表付近に阿蘇火山噴出物からなる降下火山灰が堆積しており、黒ぼく、赤ぼくと呼ばれる特殊土層を形成している。

調査地は上記地形区分のうち低地部に相当し、その地表下の地質は、

低地部の地質層序に相当するものと判断される。

尚、熊本市周辺の地質層序は、過去の調査結果より「地質断面図」・「地質層序表」に示すようなものと考えられている。

IV 調査結果

1. ボーリング調査

調査地点位置図に示す通りの地点において、設計に必要な地盤の資料を得るため、孔径 65 ~ 150 mm、深度延べ 92.00 m のロータリー式ボーリングを行つて、地盤の構成を調べるとともに、 ϕ 3 孔においては JIS A 1219 に規定する処の標準貫入試験を指定された深度毎に行い、スプリットサンプラーが 30 cm 貫入する打撃回数 N を求め、地盤の緊硬度を調査した。

但し、打撃回数 N は 50 をもつて打ち切りとし、その時の貫入量が 30 cm に達しない場合は、 $N = 50$ として、N 値曲線を点線で結び、N 値と貫入量との関係は $N / \text{貫入量 (cm)}$ のように記録した。

又、標準貫入試験時にスプリットサンプラーによつて採取されたコアサンプルのうち、各地層を代表するものを選んで所定のビンに封入し、土質標本として報告書に添付した。

これらの結果は「土質柱状図」に示す通りであり、以下、簡単に当敷地地下に分布する地層について説明を加えるものとする。



(熊本平野—託麻原台地—白水塔岩台地，東西方向)

圖-13 地層斷面圖

表-5 熊本平野地盤地質層序

時代	層名	層厚 m	記号	柱状図	層相	その他
沖積世	上部沖積層 (砂礫層)	10 1	A ₁		表土1m内外、この下は砂、シルトよりなり、ところにより配炭・レキを挟む。 下部は砂・レキを主とす。 全体に海棲貝殻を含まれる。	一縄文晩期～弥生中期 (BC 1000～AD 100) の海面上昇 縄文中期 (BC 4000年) の海退
	下部沖積層 (泥)	0 1 30	A ₁		青灰色シルト、泥よりなり砂、火山灰層を挟む。 基底部に泥炭層あり (パフィン層)	←縄文早期頃の海面停止 ←天然ガス母層
洪積世	上部洪積層 (花崗岩層)	10 30	D ₁		角礫の著しい砂レキ層 しばしば安山岩巨レキないし玉石を含む。	第4氷期の低位海面時の扇状地レキ層で、東部地の花崗レキ層がこれにあたる。本層は西方に傾斜し海岸ではその上面は40～50mの深度にある。
	中部洪積層 (含軽石砂礫層)	20	D ₂			東方には阿蘇熔結凝灰岩 (D ₁₁ -D ₁₂) に漸移する。
	洪積世火山岩 (阿蘇コンパクトラバ) (阿蘇熔結凝灰岩)	1 40	D ₁₁ D ₁₂		軽石を多く含む砂レキ層よりなり、シルト、砂を不規則に挟み海棲貝殻を含む。	阿蘇コンパクトラバ (輝石安山岩) が市内地下に不規則に分布している。例えば大学病院・二本木温泉旅館コアにみられるものがこれである。
	下部洪積層 (砂・礫・シルト層)	50	D ₁		砂、レキ、シルトよりなり1～4回の堆積小輪廻がみとめられる。 本層には軽石、海棲貝化石が含まれ、またその上部には暗灰色多孔質の輝石安山岩熔岩が挟まれることがある。	
鮮しいは古期洪積世ある	新第三紀層? (砂・礫・シルト岩層)	50+	T		雲母片を含む黄褐色シルト岩、砂岩、レキ岩よりなり、膠結度は進んでいる。 植物化石を含む。	新第三紀層(?) は海岸平地部で地下130mの深度にある。
	新第三紀火山岩 (含角閃石輝石安山岩)		T ₁		本層と同期およびその下位に含角閃石輝石安山岩岩質熔岩・魚塊岩があり、立田山等に露出している。	火山岩は立田山、本妙寺山、その他西山地区および宇土半島地区に分布する。

注)「熊本地盤図」増補改訂版より抜粋

(1) 地盤構成

調査地のボーリング結果によれば次の様な地盤構成を示す事が明らかとなつた

時 代	土 層 区 分*	記 号	土 性	分 布 深 度 (G L - m)	平均N値
現 世	埋 上 層	F	土 砂 礫	0.0 0 ~ 3.0 0	—
沖 積 世	第 1 礫 層	Ag ₁	砂 礫	3.8 0 ~ 6.7 0	3 0
	第 1 砂 層	As	細 砂 ~ 中 砂	6.7 0 ~ 11.5 0	2 0
	第 2 礫 層	Ag ₂	砂 礫	11.5 0 ~ 14.5 0	4 5
	第 1 粘性土層	Ac	砂 混 り シ ル ト	14.5 0 ~ 18.0 0	6
洪 積 世	第 3 礫 層	Dg ₁	玉石 混 り 砂 礫	18.0 0 ~ 20.7 0	5 0
	第 4 礫 層	Dg ₂	粘 土 質 砂 礫	20.7 0 ~ 25.7 0	1 6
	第 5 礫 層	Dg ₃	砂 礫	25.7 0 ~ 32.0 0	5 0
	風 化 岩	Dv	凝 灰 角 礫 岩 ~ 安 山 岩 質 溶 岩 流	32.0 0 ~ 50.0 7	5 0 以上

F : 埋土層

地表下 3.0 m 付近迄は玉石等を混入する土砂で、雑多な土質構成のためN値もかなりバラツキを示すが、一般に2~3程度と考えられる。いずれにしても本層は、不均質かつ不安定な地盤と判断される。

A : 沖積層

GL - 3.0 0 ~ - 18.0 0 m 付近に挟在される土層は、白川によつて運搬堆積された沖積層で、表部は粘土層及び砂層を挟在するが、No 3 地点では上部礫層に始まり、3 枚の礫層と1 枚の砂層、1 枚の粘性土層により構成される。

Ag₁ : GL - 3.80 ~ - 6.70 m に挟在される砂礫層で、黒灰色を呈する粗砂礫よりなり、そのN値は30内外を示す土層である。

As : GL - 6.70 ~ - 11.50 m 付近に挟在される砂層で、暗灰色を呈する中砂～細砂からなり、そのN値は細砂では6～15、中砂で20～30内外を示す土層となつている。

Ag₂ : GL - 11.50 ~ - 14.50 m 付近に挟在される砂礫層で、暗灰色を呈する礫と砂の互層をなし、時に玉石を混じえる。本層のN値は40～50内外を示すものと判断される。

Ac : GL - 14.50 ~ - 18.00 m 付近に挟在される粘性土層で、暗灰～黒灰色を呈する砂混りシルトからなり、そのN値は5内外となつている。

D : 洪積層

GL - 18.00 m 以深に分布する地層は、上部より託麻礫層に対比される玉石混り砂礫層、粘土質砂礫層、砂礫層、阿蘇溶結凝灰岩に対比される凝灰角礫岩～安山岩質溶岩流と一連の洪積層がGL - 50.00 m 付近迄確認されているが、粘土質火山灰層（風化岩Ⅰ）以深に分布する凝灰角礫岩～安山岩質溶岩（風化岩Ⅱ）に関しては、前回報告書において第三紀鮮新世のものとされており、今回調査のみにおいてその時代的背景は速断し難く、以下、各層の土質と工学的特性について略記するものとする。

Dg₁ : GL - 18.00 ~ - 20.70 m 付近に挟在される砂礫で暗灰色を呈し、そのN値は50内外となつている。

Dg₂ : GL - 20.70 ~ - 25.70 m 付近に挟在される粘土質砂礫で、黄褐灰色（酸化色）を呈し、下位地層風化部とも考えられる土層で、そのN値は10～20となつている。

Dg₃ : GL - 2 5.7 0 ~ - 3 2.0 0 m 付近に挟在される砂礫で暗灰色を呈し、そのN値は50内外となつている。

Dv : GL - 3 2.0 0 ~ - 5 0.0 0 m 付近迄確認されている凝灰角礫岩~安山岩質溶岩は、全般にN値50以上を示すが、凝灰質の部分では40内外となつている。

以上、各地層区分については、今回の調査では調査孔が一点に集中したため、前にも述べたようにその堆積時代区分については確たる証拠がないため、上記地層区分記号は地盤区分を表わすものとして以下に使用する。

尚、調査地における地下水位は、No 3 孔及びNo 1 孔において、GL - 4.3 0 m に確認された。

2. 横方向地盤載荷試験

今回行つた試験は、山止め壁及び杭体、地下躯体等にかかわる水平反力を求めるための資料を得る事を目的として実施したものであり、測定装置はOYO - Model 4120 LLT を使用して行つた。

これらの結果は、横方向地盤載荷試験報告書に示す通りであり次表のようにまとめられる。

孔番	試験深度 (GL-m)	地盤記号	N値(回)	静止土圧 Po(Kg/cm ²)	降伏圧 Py(Kg/cm ²)	破壊圧 Pl(Kg/cm ²)	地盤係数 K(Kg/cm ²)	弾性係数 E(Kg/cm ²)
No 3	3.0 0	F	22	1.2 5	1.3 1	—	13.1 0	75.2 7
No 3	12.0 0	Ag ₂	50	1.0 2	7.08以上	—	28.3 2	177.4 5
No 3	16.0 0	Ac	6	0.5 3	2.1 6	—	5.4 0	38.6 1
No 3	20.5 0	Dg ₁	50	0.6 2	13.18以上	—	31.2 6	201.1 6

3. 現場透水試験及び間隙水圧の測定

(1) 現場透水試験

現場においてボーリング孔を利用した簡易的な方法であるチューブ法を用いて透水試験を行った。

試験方法は、試験深度迄ボーリングにより掘削し、チューブを挿入し、孔内の水を汲み揚げて回復する水位と時間又は孔内に水を注入し、透水する水位と時間の図形から透水係数を求めたものである。

これ等の結果は、現場透水試験報告書に示す通りであり次のようにまとめられる。

孔 番		№ 3
試験深度 (GL-m)		1 7.0 0
地 盤 区 分		Dg ₁ (玉石混り砂礫)
透水係数 k (cm/sec)	注入	1.380×10^{-4}
	回復	1.331×10^{-3}

(2) 間隙水圧の測定

現場において、第3礫層 (GL-16.90 ~ -20.60 m) 中に滞水する地下水の水圧を知るため、現場透水試験に使用した観測孔を使用してその水頭の観測を実施した。これ等の結果より、第3礫層に滞水する被圧地下水の水圧は次表に示すような値となる。

測 定 次 数	1	2
被 圧 水 頭 (GL-m)	1 0.8 0	1 1.1 8
滞水層上限 (GL-m)	1 7.0 0	1 7.0 0
水 頭 差 (m)	6.2 0	5.8 2
被 圧 力 (kg/cm ²)	0.6 2	0.5 8

以上より、 Dg_1 （第3礫層）中に滞水する被圧水の圧力は 0.6 Kg/cm^2 内外と予想される。

4. 室内土質試験結果

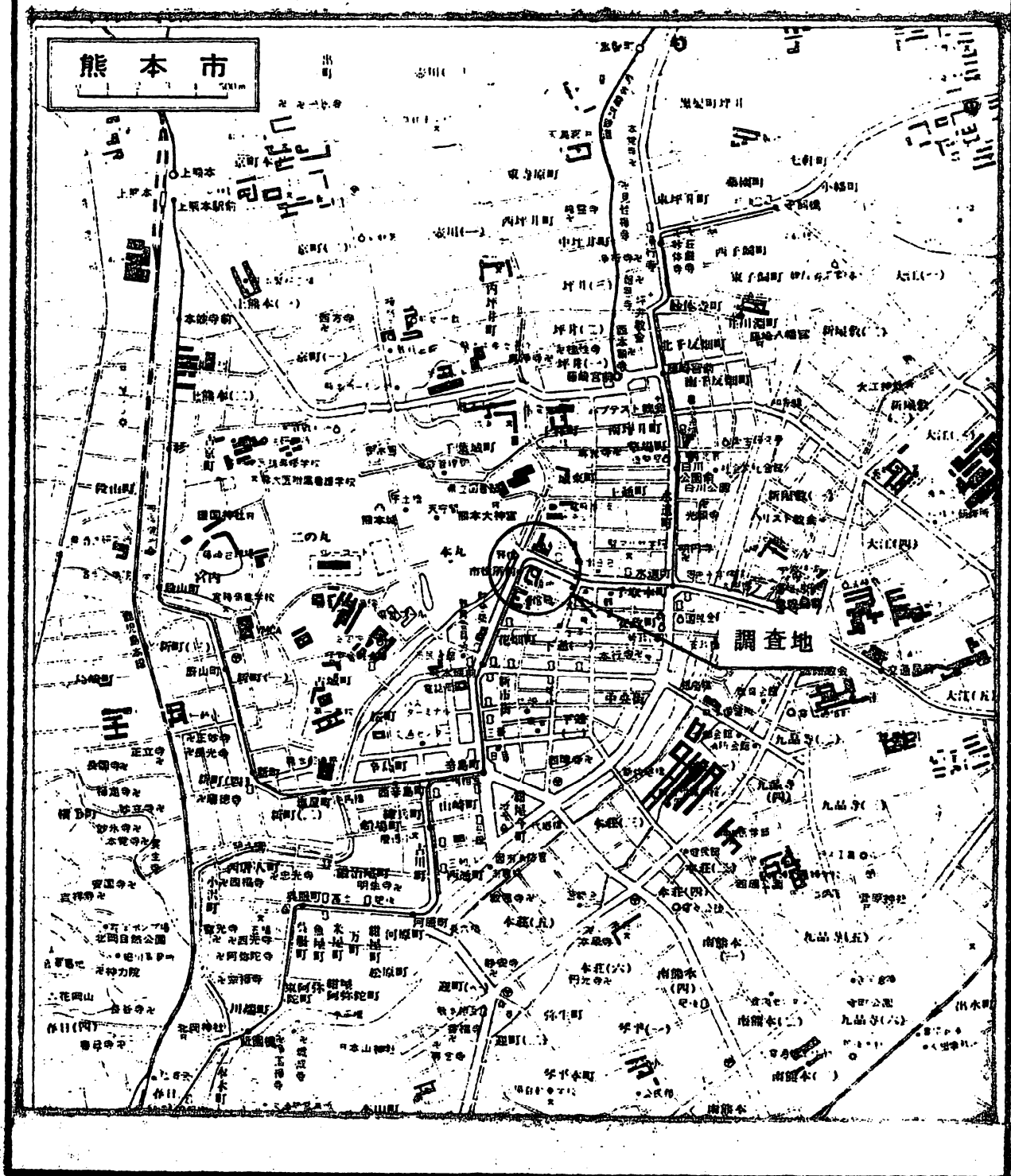
調査敷地における第3礫層（ Dg_1 ）中の安山岩礫凝灰角礫岩中の安山岩礫及び安山岩質溶岩のコア試料にもとづく室内土質試験結果は、後載の「土質試験報告書」に示す通りであり、その力学特性は次のようにまとめられる。

孔 番	採取深度 (GL-m)	地盤記号	単位体積重量 $r_t \text{ (g/cm}^3\text{)}$	一軸圧縮強度 $q_u \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	備 考
No. 3	19.00	Dg_1	2.126	638.39	四角柱に成形
	19.00	Dg_1	2.162	434.40	
	20.00	Dg_1	2.310	980.49	
	40.00	Dv	2.329	462.26	

尚、上記した値は安山岩礫～溶岩自体の有する強度であり、地層としてみた場合は、その強度は遙かに小さいものと判断される。

— 以 上 —

案内図



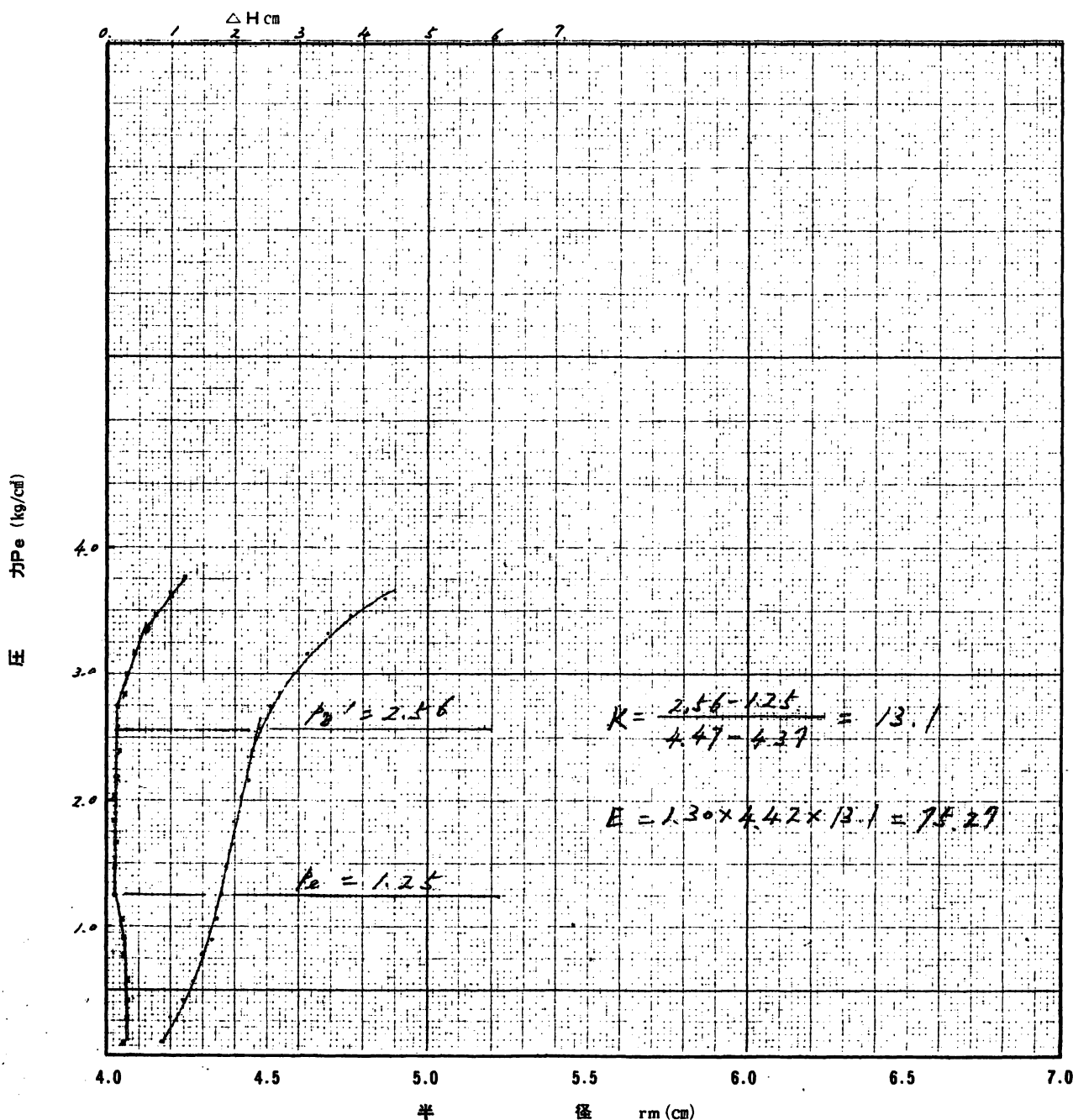
横方向地盤載荷試験報告書

第 図 L L T 試験結果図

調査件名	熊本県庁舎地盤調査
測定No.	3
深 度	GL-3.0 m
地 質 名	礫混り砂
N 値	22/30

試験地の地質状況 並びに試験時の状況

静止土圧 P_0 (kg/cm ²)	降 状 圧 P_y (kg/cm ²)	破 壊 圧 P_l (kg/cm ²)	地盤係数 K (kg/cm ²)	弾性係数 E (kg/cm ²)	K 値を求めた 中 間 半 径 rm (cm)
1.25	1.31	—	13.1	75.27	4.42



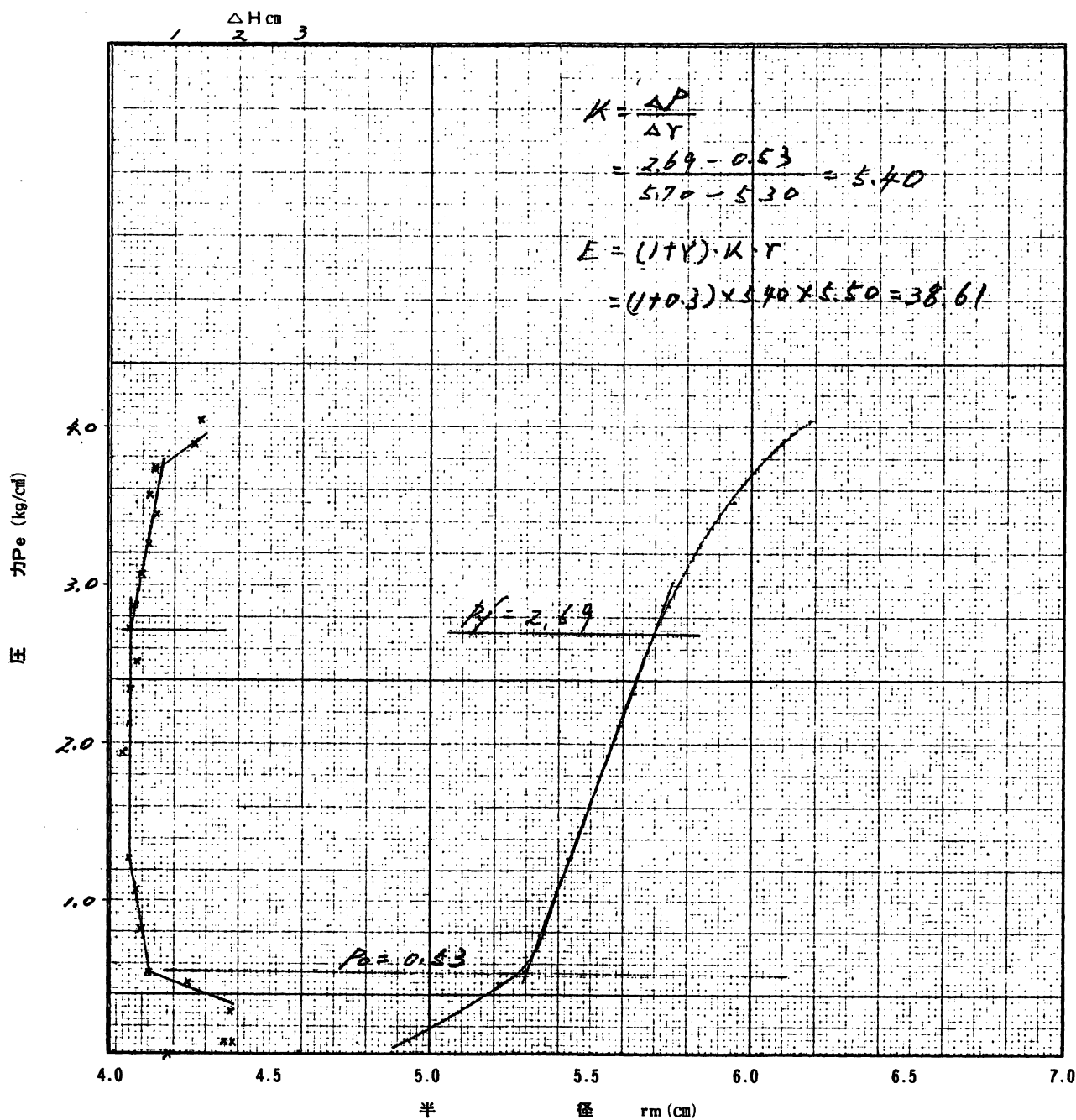
第 図 L L T 試験結果図

調査件名	熊本所北地盤調査
測定No.	3
深 度	GL- 16 m
地 質 名	6/30
N 値	砂泥、シルト

試験地の地質状況

並びに試験時の状況

静止土圧 P_0 (kg/cm ²)	降 状 圧 P_y (kg/cm ²)	破 壊 圧 P_l (kg/cm ²)	地盤係数 K (kg/cm ²)	弾性係数 E (kg/cm ²)	K 値を求めた 中 間 半 径 rm (cm)
0.53	2.16	—	5.40	38.61	5.50

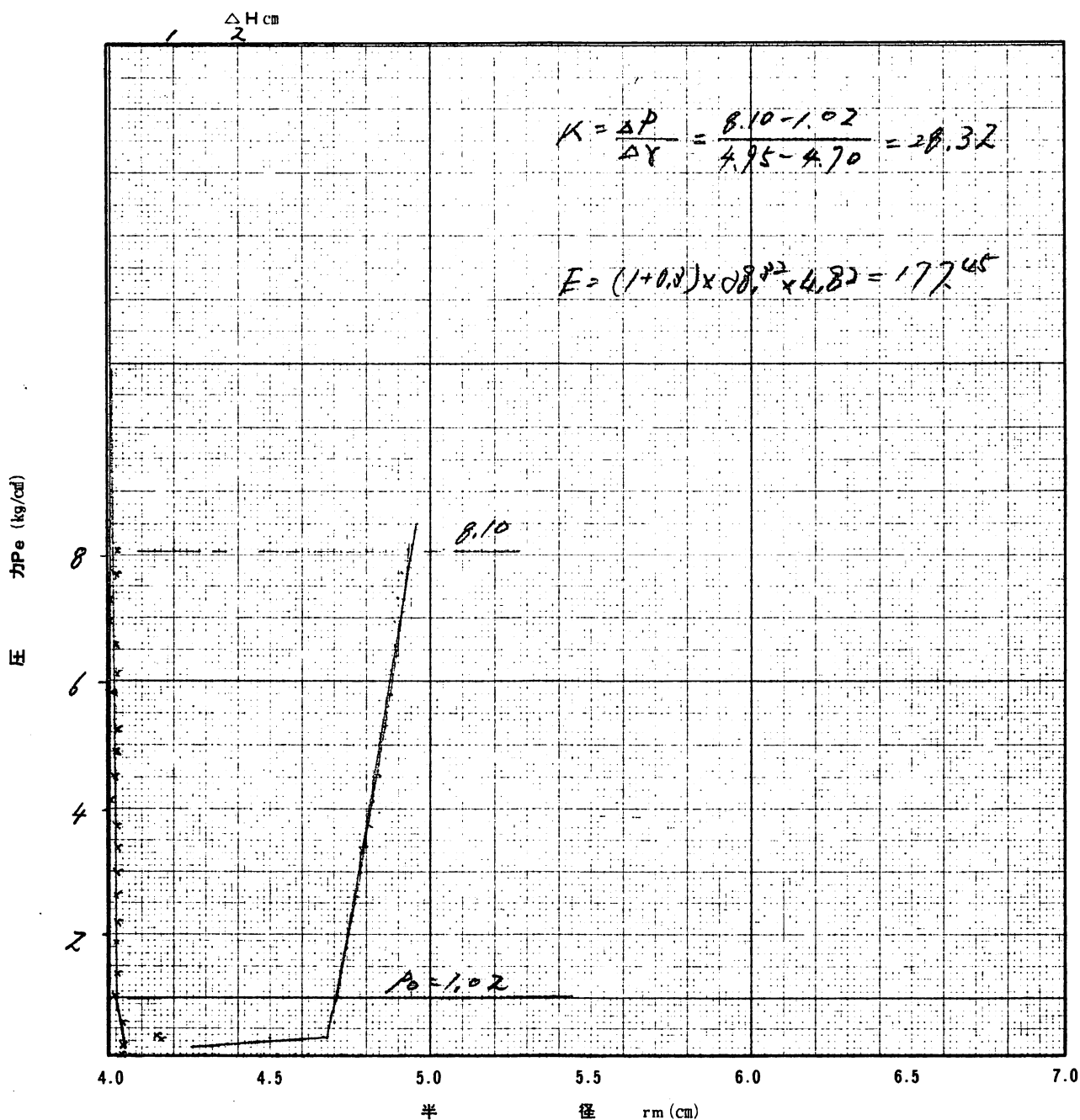


第 図 L L T 試験結果図

調査件名	熊本市庁舎地盤調査
測定No.	3
深 度	GL-12.00 m
地 質 名	砂 礫
N 値	50/5

試験地の地質状況
並びに試験時の状況

静止土圧 P_0 (kg/cm ²)	降 状 圧 P_y (kg/cm ²)	破 壊 圧 P_l (kg/cm ²)	地盤係数 K (kg/cm ²)	弾性係数 E (kg/cm ²)	K 値を求めた 中 間 半 径 rm (cm)
1.02	7.08+	—	28.32	177.45	4.82

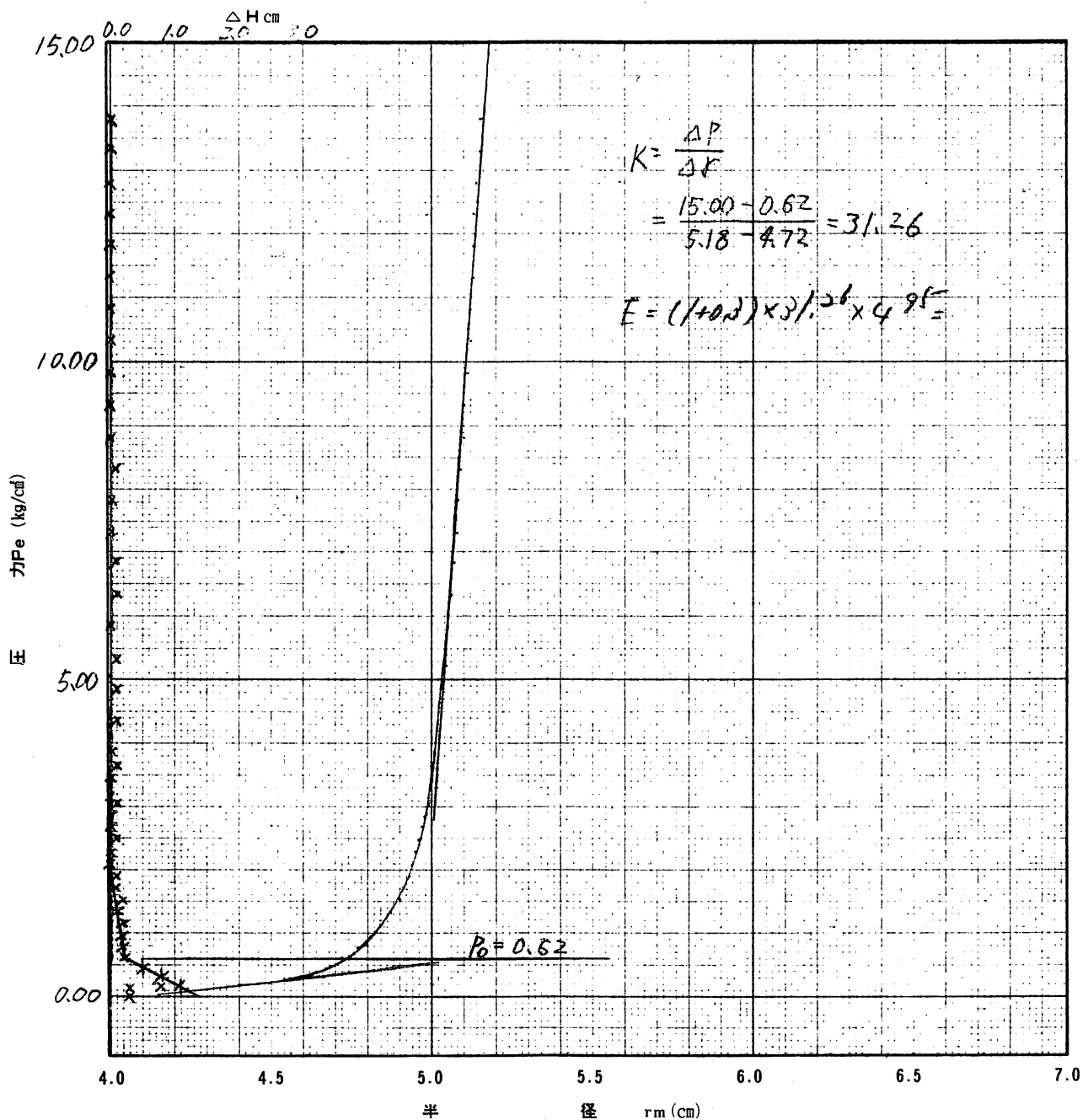


第 図 L L T 試験結果図

調査件名	熊本県全地盤調査
測定 No.	3
深 度	GL- 20.50 m
地 質 名	玉百混り砂礫
N 値	50

試験地の地質状況
並びに試験時の状況

静止土圧 P_0 (kg/cm ²)	降 状 圧 P_y (kg/cm ²)	破 壊 圧 P_I (kg/cm ²)	地盤係数 K (kg/cm ²)	弾性係数 E (kg/cm ²)	K 値を求めた 中 間 半 径 rm (cm)
0.62	13.18+	—	31.26	201.16	4.95



LLT測定データシート

調査件名	熊本市片舎地盤調査		
測定 No.	3	深 度	GL-12.0m
測定月日	8月28日	時 間	
地 質 名	砂 礫	N 値	50/5
使用ゴム筒の材質 (内筒 ア×ゴム 外筒 ラバー)			

測定者		自然水位	GL - m
記録者		孔内水位	GL - m
使用器械	1 LT No 333	タンク高さ	GL + m

① 初期スタンドパイプの水位	3.0	cm
② 挿入後スタンドパイプの水位	2.8	cm

註) 1) P_G は使用ゴムに応じてあらかじめ定めた $H-P_G$ 曲線より求める。

2) P_s は $(P_G - P)$ を求めその最大値とする。 P_s 0.2 / kg/cm²

3) P_e は次式から求める。 $P_e = P + P_s - P_c$

[illegible][illegible]

測定時の状況

LLT測定データシート

調査件名	熊本府倉地盤調査 地盤微動弾性波測定		
測定 No.	3	深度	GL-16 m
測定月日	8月28日	時間	
地質名	砂泥シルト	N 値	6/30
使用ゴム筒の材質 (内筒 アクリル 外筒 ラバー)			

測定者	自然水位	GL - m
記録者	孔内水位	GL - m
使用器械	タンク高さ	GL + m

④ 初期スタンドパイプの水位	4.7 cm
⑤ 挿入後スタンドパイプの水位	6.3 cm

註) 1) P_G は使用ゴムに応じてあらかじめ定めた $H-P_G$ 曲線より求める。

2) P_s は $(P_G - P)$ を求めその最大値とする。 P_s 0.49 kg/cm²

3) P_e は次式から求める。 $P_e = P + P_s - P_G$

[illegible][illegible]

測定時の状況

LLT測定データシート

調査件名	熊本県立総合研究機構 水資源部 水質調査課		
測定 No.	3	深度	GL-2050m
測定月日	8月28日	時間	---
地質名	珪石砂層	N 値	
使用ゴム筒の材質 (内筒 アメゴム 外筒 ラバー)			

測定者		自然水位	GL- m
記録者		孔内水位	GL- m
使用器械	LLT No. 33	タンク高さ	GL+ m

① 初期スタンドパイプの水位	5.0 cm
② 挿入後スタンドパイプの水位	7.0 cm

- 註) 1) P_g は使用ゴムに応じてあらかじめ定めた $H-P_g$ 曲線より求める。
 2) P_s は $(P_g - P)$ を求めその最大値とする。 P_s 0.01 kg/cm²
 3) P_e は次式から求める。 $P_e = P + P_s - P_g$

セル水圧 P (kg/cm ²)	ガス圧 P (kg/cm ²)	スタンドパイプよみH' (cm)				ΔH (cm) H' 120' - H 30'	H (cm) H' 120' - ①	P_g (kg/cm ²)	$P_g - P$ (kg/cm ²)	P_e (kg/cm ²)	r (cm)
		15'	30'	60'	120'						
0.4	0.4	7.3	7.4	7.6	7.7	0.3	2.7	0.41	0.01	0.00	4.19
0.4	0.6	7.9	8.1	8.4	8.4	0.3	3.4	0.48	-0.12	0.13	4.24
0.4	0.8	8.9	9.4	9.8	10.2	0.8	5.2	0.65	-0.15	0.16	4.36
0.5	1.0	10.7	11.1	11.7	12.2	1.1	7.2	0.80	-0.20	0.21	4.49
0.6	1.2	12.6	13.0	13.4	13.8	0.8	8.8	0.89	-0.31	0.32	4.59
1.0	1.4	14.2	14.5	14.8	15.0	0.5	10.0	0.95	-0.45	0.46	4.67
1.2	1.6	15.3	15.6	15.8	15.8	0.2	10.8	0.99	-0.61	0.62	4.72
1.4	1.8	16.2	16.5	16.7	16.7	0.2	11.7	1.03	-0.77	0.78	4.77
1.6	2.0	16.9	17.2	17.3	17.4	0.2	12.4	1.05	-0.95	0.96	4.81
1.8	2.2	17.6	17.7	17.8	17.9	0.2	12.9	1.07	-1.13	1.14	4.84
2.0	2.4	18.1	18.2	18.3	18.3	0.1	13.3	1.08	-1.32	1.33	4.87
2.2	2.6	18.5	18.6	18.7	18.8	0.2	13.8	1.10	-1.50	1.51	4.90
2.4	2.8	18.9	18.9	19.0	19.0	0.1	14.0	1.10	-1.70	1.71	4.91
2.6	3.0	19.1	19.2	19.2	19.3	0.1	14.3	1.11	-1.89	1.90	4.93
2.8	3.2	19.4	19.5	19.5	19.5	0.0	14.5	1.12	-2.08	2.09	4.94
3.0	3.4	19.6	19.7	19.7	19.7	0.0	14.7	1.12	-2.28	2.29	4.95
3.2	3.6	19.8	19.8	19.8	19.9	0.1	14.9	1.13	-2.47	2.48	4.96
3.4	3.8	20.0	20.0	20.0	20.0	0.0	15.0	1.13	-2.67	2.68	4.97
3.8	4.0	20.1	20.2	20.2	20.2	0.0	15.2	1.14	-2.86	2.87	4.98
4.0	4.2	20.3	20.3	20.3	20.4	0.1	15.4	1.14	-3.06	3.07	4.99
4.2	4.4	20.5	20.5	20.5	20.5	0.0	15.5	1.14	-3.16	3.17	4.99
4.4	4.6	20.6	20.6	20.6	20.6	0.0	15.6	1.15	-3.45	3.46	5.00
4.6	4.8	20.6	20.6	20.6	20.7	0.1	15.7	1.15	-3.65	3.66	5.00
4.8	5.0	20.7	20.8	20.8	20.8	0.0	15.8	1.15	-3.85	3.86	5.01
5.2	5.5	20.9	20.9	20.9	21.0	0.1	16.0	1.16	-4.34	4.35	5.02
5.8	6.0	21.1	21.1	21.1	21.2	0.1	16.2	1.16	-4.84	4.85	5.03
6.2	6.6	21.3	21.3	21.3	21.4	0.1	16.4	1.17	-5.33	5.34	5.04
6.8	7.0	21.5	21.5	21.5	21.5	0.0	16.5	1.17	-5.83	5.84	5.05
7.2	7.5	21.6	21.6	21.7	21.7	0.1	16.7	1.18	-6.32	6.33	5.06
7.8	8.0	21.8	21.8	21.8	21.9	0.1	16.9	1.18	-6.82	6.83	5.07
8.2	8.5	22.0	22.0	22.0	22.0	0.0	17.0	1.18	-7.32	7.33	5.08
8.8	9.0	22.1	22.1	22.1	22.1	0.0	17.1	1.18	-7.82	7.83	5.08
9.2	9.5	22.2	22.2	22.2	22.3	0.1	17.3	1.19	-8.31	8.32	5.09
9.8	10.0	22.4	22.4	22.4	22.4	0.0	17.4	1.19	-8.81	8.82	5.10
10.2	10.5	22.5	22.5	22.5	22.5	0.0	17.5	1.19	-9.31	9.32	5.10

測定時の状況

現場透水試験報告書

現場透水試験記録用紙

調査名 熊本県庁舎新築工事に伴う地盤調査
反常時微動傾斜計による地盤調査

調査年月日 昭和53年8月19日

No. 3 標高 11.434 m

試験開始時間 9時20分

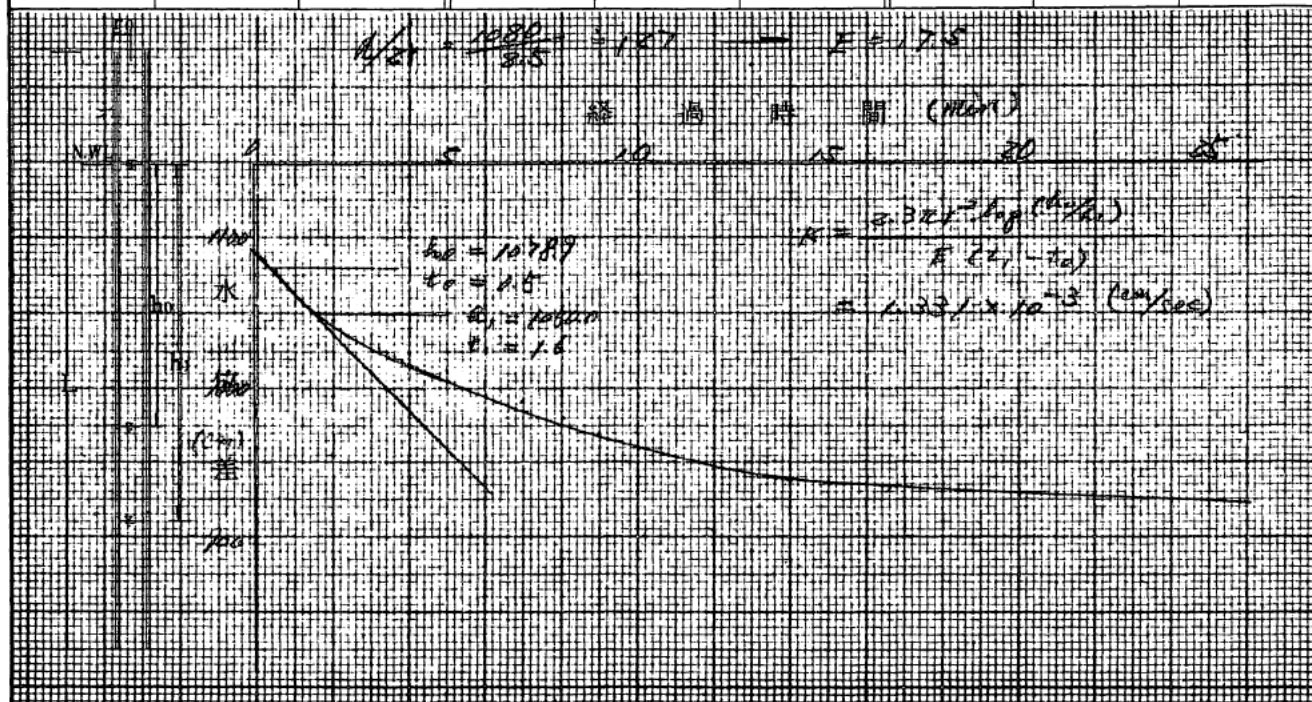
自然水位 10.80 m 管頭高さ GL+0.06 m

土層の種類 砂 礫

試験孔の半径 4.25 cm 深さ 17 m 00 m

試験者

累加時間 (min)	地下水面 の深さ H(m)	水位差 h(cm)	累加時間 (min)	地下水面 の深さ H(m)	水位差 h(cm)	累加時間 (min)	地下水面 の深さ H(m)	水位差 h(cm)
0.5	0.011	1078.9	1390	10.800	0	53/8/20	AM 8:30	
1	0.225	1057.5						
2	0.345	1045.5						
3	0.440	1036.0						
4	0.555	1024.5						
5	0.675	1012.5						
6	0.790	1001.0						
7	0.880	992.0						
8	1.000	980.0						
9	1.105	969.5						
10	1.200	960.0						
12	1.385	941.5						
14	1.420	938.0						
16	1.450	935.0						
18	1.485	931.5						
20	1.505	929.5						
22	1.525	927.5						
24	1.550	925.0						
26	1.580	922.0						



現場透水試験記録用紙

調査名 熊本市立中央公園に併設の地盤調査
及 常時観測井液面観測孔

調査年月日 昭和53年8月18日

No. 3 標高 11.434 m

試験開始時間 13時00分

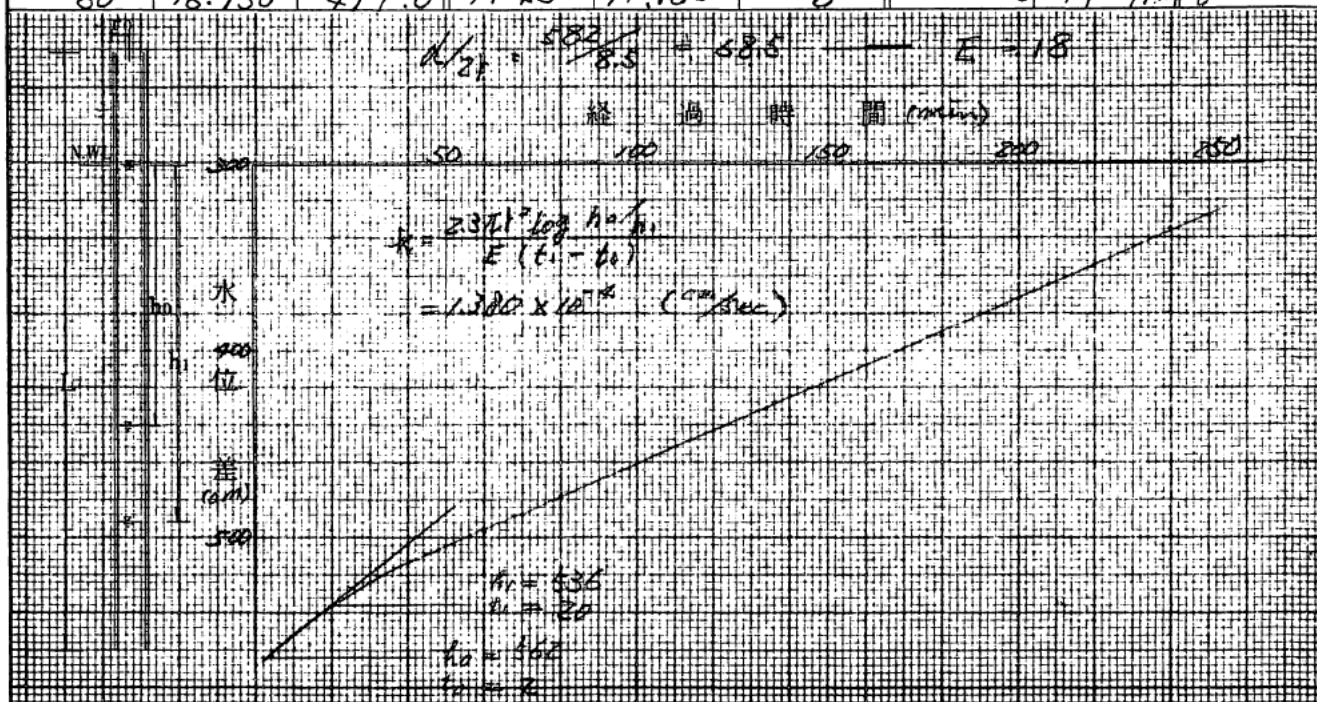
自然水位 11.18 m 管頭高さ GL + 0.06 m

土層の種類 砂 礫

試験孔の半径 4.25 cm 深さ 17 m 00 m

試験者

累加時間 (min)	地下水面 の深さ H(m)	水位差 h(cm)	累加時間 (min)	地下水面 の深さ H(m)	水位差 h(cm)	累加時間 (min)	地下水面 の深さ H(m)	水位差 h(cm)
2	16.825	564.5	70	16.060	488.0			
4	16.815	563.5	80	15.975	479.5			
6	16.800	562.0	90	15.875	469.5			
8	16.785	560.5	100	15.785	460.5			
10	16.775	559.5	110	15.690	451.0			
12	16.755	557.5	120	15.605	442.5			
14	16.745	556.5	130	15.515	433.5			
16	16.725	554.5	140	15.425	424.5			
18	16.705	552.5	150	15.358	417.8			
20	16.685	550.5	160	15.260	408.0			
24	16.440	526.0	170	15.184	400.4			
28	16.405	522.5	180	15.095	391.5			
32	16.380	520.0	190	15.005	382.5			
36	16.347	516.7	200	14.905	372.5			
40	16.305	512.5	210	14.820	364.0			
44	16.271	509.1	220	14.725	354.5			
48	16.247	506.7	230	14.624	344.4			
52	16.219	503.9	240	14.535	335.5			
56	16.185	500.5						
60	16.150	497.0	1140	11.180	0	- 53/8/19 AM 8:10		

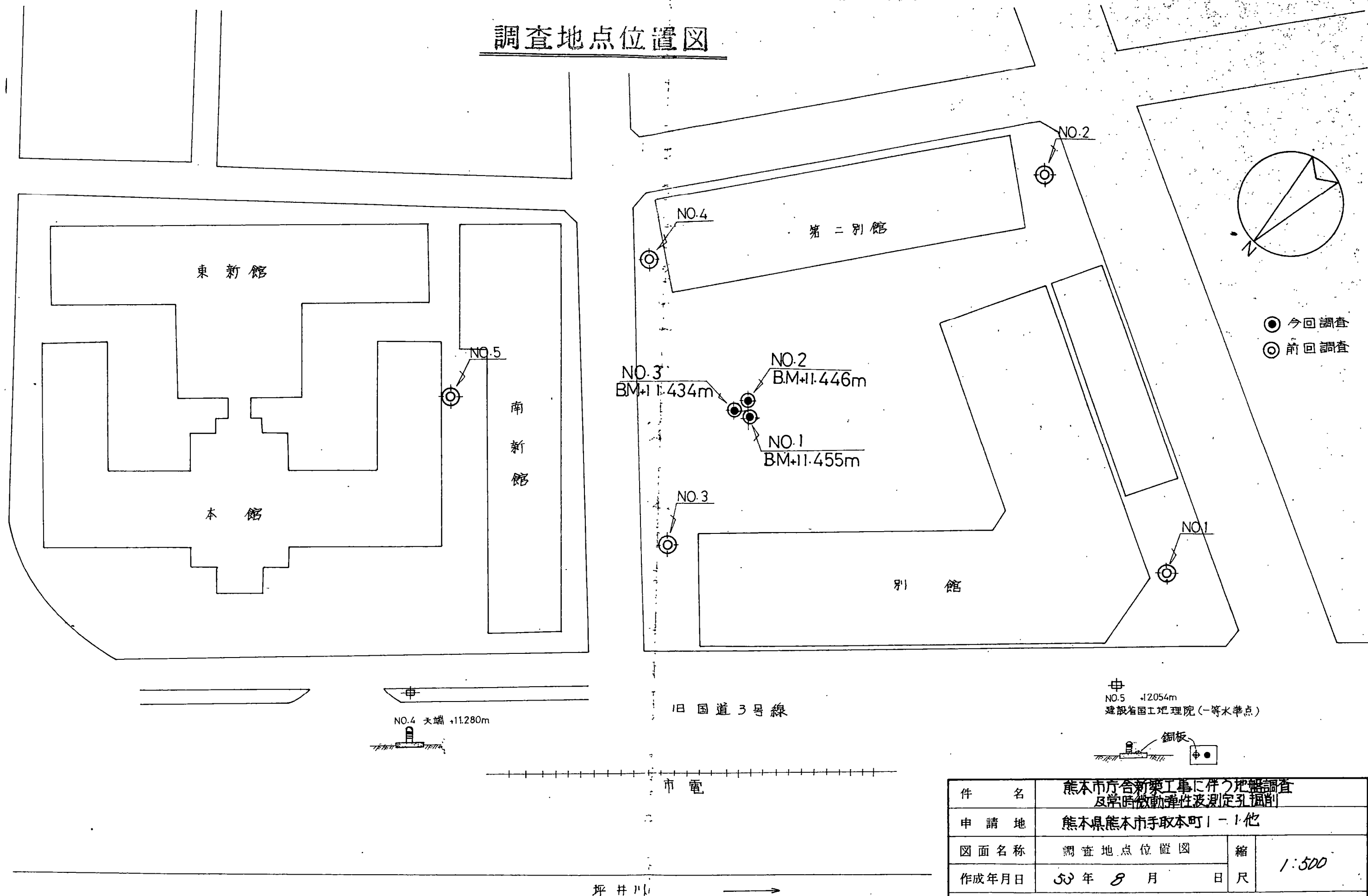


室内土質試験報告書

熊本市役所

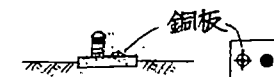
NO.	γ_t (g/cm ³)	γ_u (kg/cm ²)	備考
N050 19.00 号1	2.126	638.39	四角柱に 成形
N050 19.00 号2	2.162	434.40	"
N050 20.00	2.310	980.49	"
N050 40.00	2.329	462.26	"

調査地点位置図



● 今回調査
○ 前回調査

中 +12054m
建設省国地理院(一等水準点)



件名	熊本市庁舎新築工事に伴う地盤調査 及常時微動弾性波測定孔掘削		
申請地	熊本県熊本市手取本町1-1他		
図面名称	調査地点位置図	縮尺	1:500
作成年月日	30年8月	日	

土質柱状図

熊本市庁舎新築工事に伴う
調査件名 地盤調査及準時微動弾性波測定孔掘削
調査場所 熊本県熊本市手取本町1-1 他
地点-No. 1

調査年月日 昭和33年8月2日~8月10日
標 高 11.455 m
孔内水位 4.00 m
調査員

標尺 m	標高 m	深さ m	層厚 m	土質記号	土質名	色調	記事	相対 密度	標準貫入試験						試料採取		現位置試験		
									深さ m	打撃回数 10cm毎の 打撃回数	N 値 (回)							深さ m	採取方法 試料番号
											10 cm	20 cm	30 cm	10	20	30			
0	11.005	0.15	0.15		アスファルト	黒 灰													
	8.655	2.80	2.65		埋土	黒 褐													
	8.135	3.00	0.20		粘土	灰													
	7.755	3.70	0.70		シルト	暗 褐 灰													
5	6.455	5.00	1.30		砂 礫	黒 褐													
	3.255	8.20	3.20		腐泥	細砂	黒 褐												
	2.135	9.30	1.10		微細砂	暗 褐 灰													
10	0.045	11.50	2.20		中 砂	黒 灰													
	3.045	14.50	3.00		玉石混り	腐泥	暗 灰												
15	4.845	16.30	1.80		シルト	暗 灰													
	6.045	17.80	1.50		砂混り	シルト	黒 灰												
	7.445	18.90	1.10		砂質	シルト	暗 褐 灰												
20	9.305	20.76	1.86		玉石混り	砂 礫	暗 灰												
25																			
	16.545	28.00	7.24		風化岩	暗 灰													
30																			

土質柱状図

熊本市庁舎新築工事に伴う
調査件名 地盤調査及常時微動弾性波測定孔掘削
調査場所 熊本県熊本市手取本町1-1 他
地点-No. 2

調査年月日 昭和53年8月9日~8月10日
標高 11.446 m
孔内水位 m
調査員

標尺 m	標高 m	深さ m	層厚 m	土質記号	土質名	色調	記事	相対 密度 稠度	標準貫入試験										試料採取		現位置試験																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
									深さ m	打撃回数 貫入量 cm	10cm毎の 打撃回数			N 値 (回)						深さ m		採取方法 試料番号																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
											10 cm	20 cm	30 cm	10	20	30	40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
0		0.15	0.15		アスファルト	黒	灰																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

そのⅡ 弾性波速度検層
および常時微動調査

目 次

I 調 査 概 要

II 測 定 方 法

III 測定に使用した計器類

IV 測定結果と考察

V ま と め

I 調査概要

- (1) 調査場所 熊本県熊本市手取本町 1 - 1

(測定位置は Fig. 1 参照)

- (2) 調査期日 昭和 53 年 8 月 26 日 ~ 28 日

- (3) 調査項目

A. 弾性波速度検層

GL - 6.8 m ~ GL - 50 m

B. 常時微動測定

GL - 28 m、GL - 10 m および地表面における変位の同時測定

II 測定方法

A. 弾性波速度検層

Fig. 2 に示すように、地表面で発生された振動を測定孔を用いて地中の深さ方向の各点で観測するという方法によつた。S 波の発生源は小林直太博士の方法（いわゆる板たたき法）により、P 波に対しては主に地表面を木槌でたたく方法を用いた。観測に用いた換振器は、測定孔中の任意の深さ地点に設置できる構造になつており、今回は GL - 6.8 m より深さ方向に 2 m 間隔で順次移動し、最大深さ GL - 50 m まで測定した。

B. 常時微動測定

所定の深さの測定孔底および地表面にそれぞれ専用の換振器（1 成分）をセットし（Fig. 3）、水平動変位の同時測定を行なつた。測定は 2 回に分けて、それぞれ X 方向、Y 方向について約 30 分間行なつた。また、建設予定建物の固有周期の長さを考慮して、この

測定では換振器および増巾器を3秒計として使用した。

Ⅲ 測定に使用した計器類

A. 弾性波速度検層

換振器 (動コイル型速度計、 $f_0 = 28 \text{ Hz}$)

ボアホールピック MODEL 3320 (応用地質)

増巾器・記録器

ハンディ・サイスマグラフ PS-5 (応用地質)

B. 常時微動測定

換振器 (動コイル型速度計)

地表用 MTKH-1C型 ($f_0 = 1.0 \text{ Hz}$) (振動技研)

地中用 TUS S型 ($f_0 = 3.0 \text{ Hz}$)

増巾器 (積分回路内蔵直流増巾器)

地表用 特注品 (三栄測器)

地中用 TA-404型 (振動技研)

データ・レコーダ (DR/FM方式)

R-200型 (TEAC)

インク書きオシログラフ

レクチグラフ 8S-13A型 (三栄測器)

Ⅳ 測定結果と考察

A. 弾性波速度検層

各深度における観測波形より、それぞれP波 (縦波) およびS波 (横波) の初動を読みとり、インパクトの瞬間からの経過時間をプロットすると Fig.4 に示す走時曲線が得られる。

これらの曲線はそれぞれいくつかの直線より構成されており、この直線の傾きが、その深さの地盤を伝わる波動の速度を表わす（同図右）。

この結果によると、とくに表層地盤のS波速度の分布は、地層の構成をよく反映していて複雑であるが、本建物の支持層に予定されているGL-25 m以深の岩盤のS波速度は520 m/sec さらに1000 m/sec であつて、極めて強固な岩盤とみられる。

B. 常時微動測定

Fig.5 (a)、(b)は、それぞれ地表面、GL-14 m および GL-28 m におけるXおよびY方向の測定結果の一例であり、測定地周辺が、測定時間内では静かな時に測定したものである。

両図をみると、地表面で顕著な10 Hz前後の短周期成分の振動はGL-14 m になると相当小さくなつており、さらにGL-28 m では極端に小さくなっている。すなわち、これらの波動は、GL-28 m より浅い部分の地盤固有のものであることが想像される。

Fig.6 (a)および(b)は、約10分間の測定波形に対して周期—頻度曲線を求めた結果である。これらの図は、いずれも右下りの形状を呈しており、周期0.3 sec ~ 0.5 sec (2~3 Hz) にかすかなピークがあるほか、明らかな卓越周期は認められない。

そこで、フーリエ・スペクトルを求めた結果がFig.7 (a)および(b)である。いずれのスペクトルも、当地盤の状況からすれば当然予想されるように非常に複雑である。

しかしながら、前項で求めたS波速度の結果に基づいて求めた地中各点における応答曲線 (Fig.8) を参考にして、再びスペクトルを眺めると、細い線で示したようにみることができると思う。

これより、各測定深度における卓越周期は下記の如くであろう。

測 定	卓 越 周 期 (Hz)
地 表 面	0.3~0.35, 1.3, 2.5~3.0, 4.3, 6.0~6.5, 9~9.5
GL-14m	0.3~0.35, 1.3, 2.5~3.0, 4.3, 6.0~6.5
GL-28m	0.3~0.35, 1.3

これらの各周期について若干の考察を行なうと、

- i) 0.3~0.35 Hzは東京でもよく観測される。東京の場合、この周期はGL-2.3 km付近より上位層の固有振動であるとされていることから推定して、今回の場合も同程度の深さからの振動であると思われる。
- ii) 1.3 Hzは地下数100 m程度より浅い地盤の振動であろう。
- iii) 2.5~3.0 HzはGL-32 mより浅い地盤の1次周期であり、6.0~6.5 Hzは周2次、9.0~9.5 Hzは3次固有周期であると考えることができる。
- iv) 4.3 Hzは今回の弾性波速度より得られた結果に基づく計算からは解釈できない。これは敷地内の地盤が一様でなく、各層の厚さ、深度等が局所的に異なつていたり、あるいは傾斜しているため、このような周期を生ずると思われる。

V ま と め

一般に、今回のような複雑な構造を有する地盤では、短周期領域において多くの周期が現われるのが通常であり、いわゆる周期選択度の低い地盤である。このことは地震時にも十分考えられる。

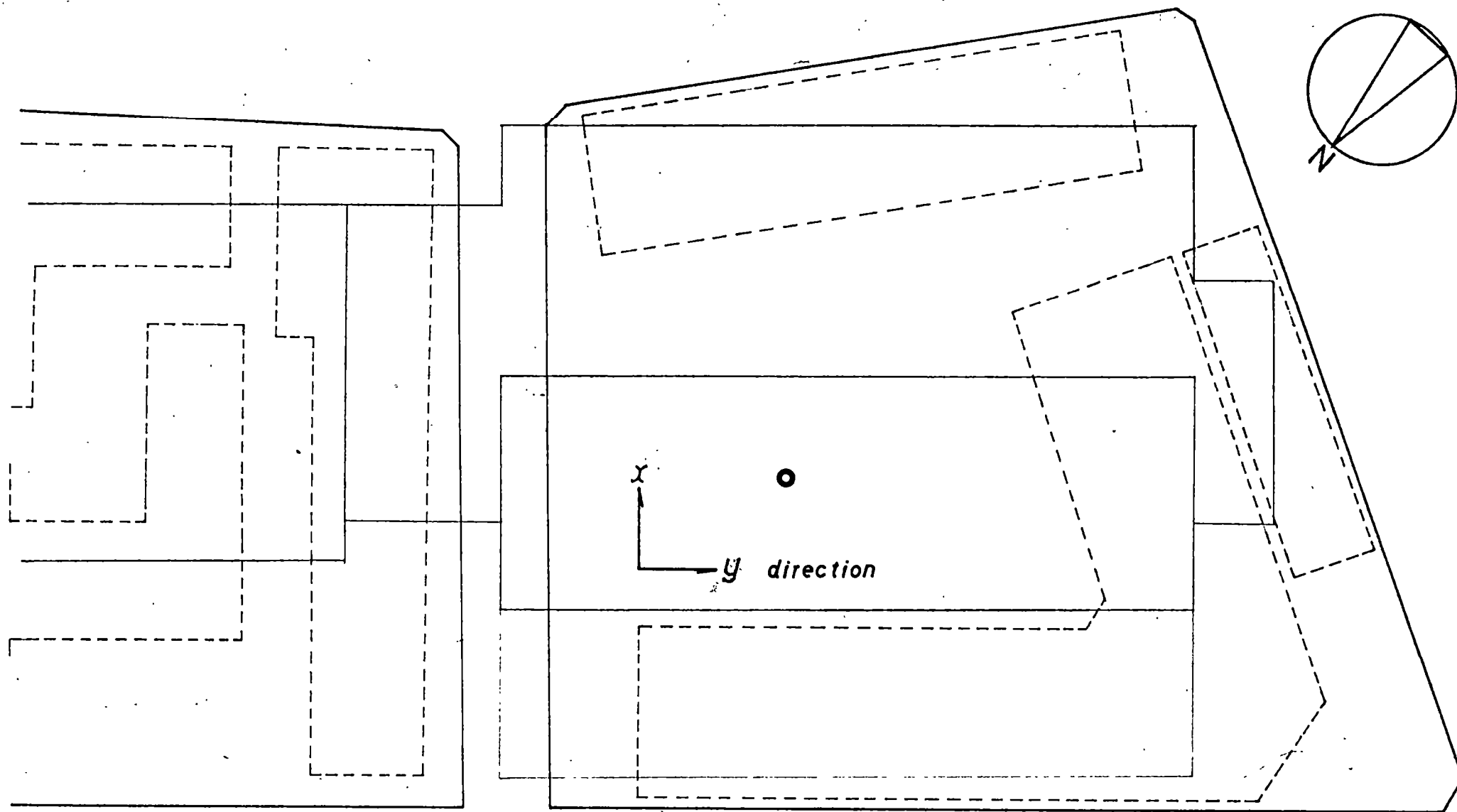


Fig.1

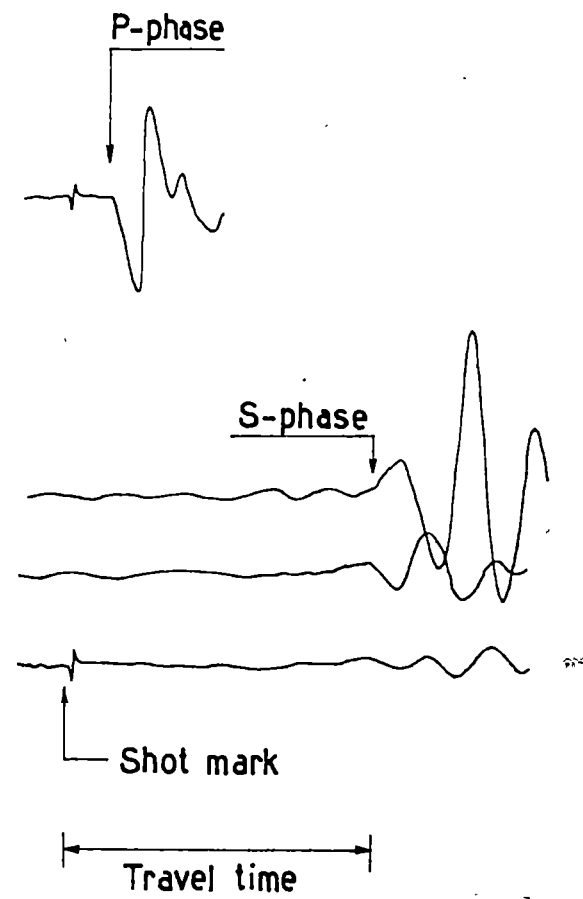
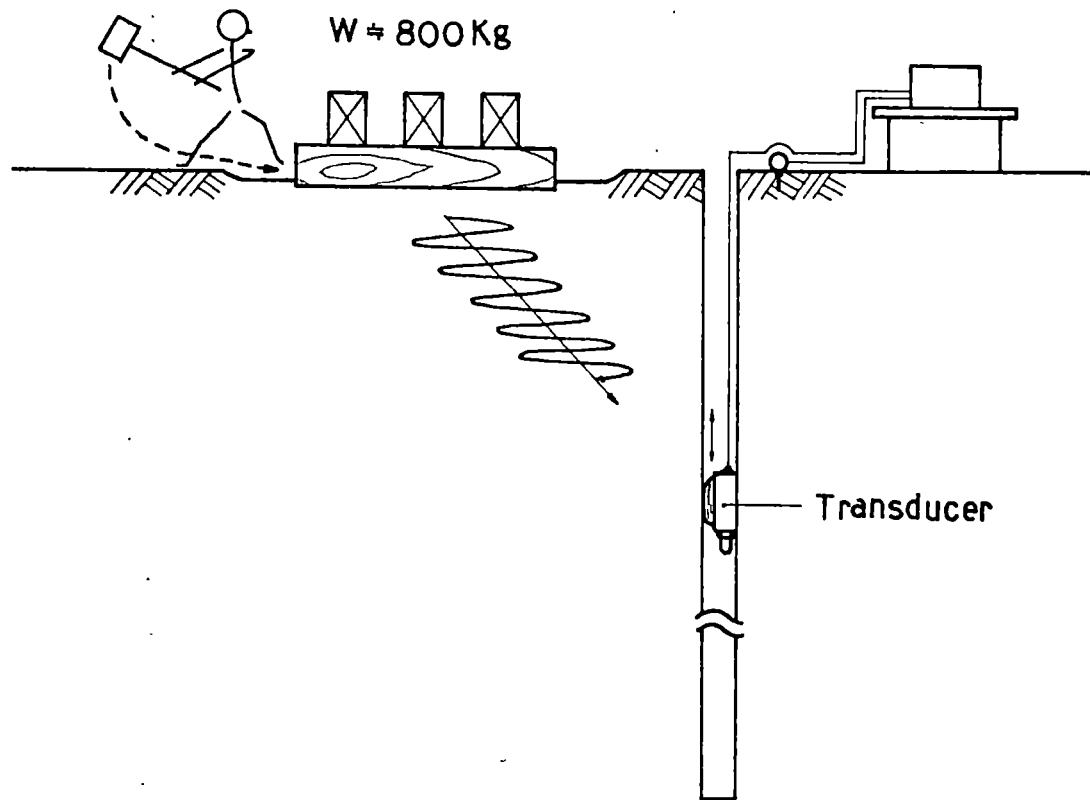


Fig. 2

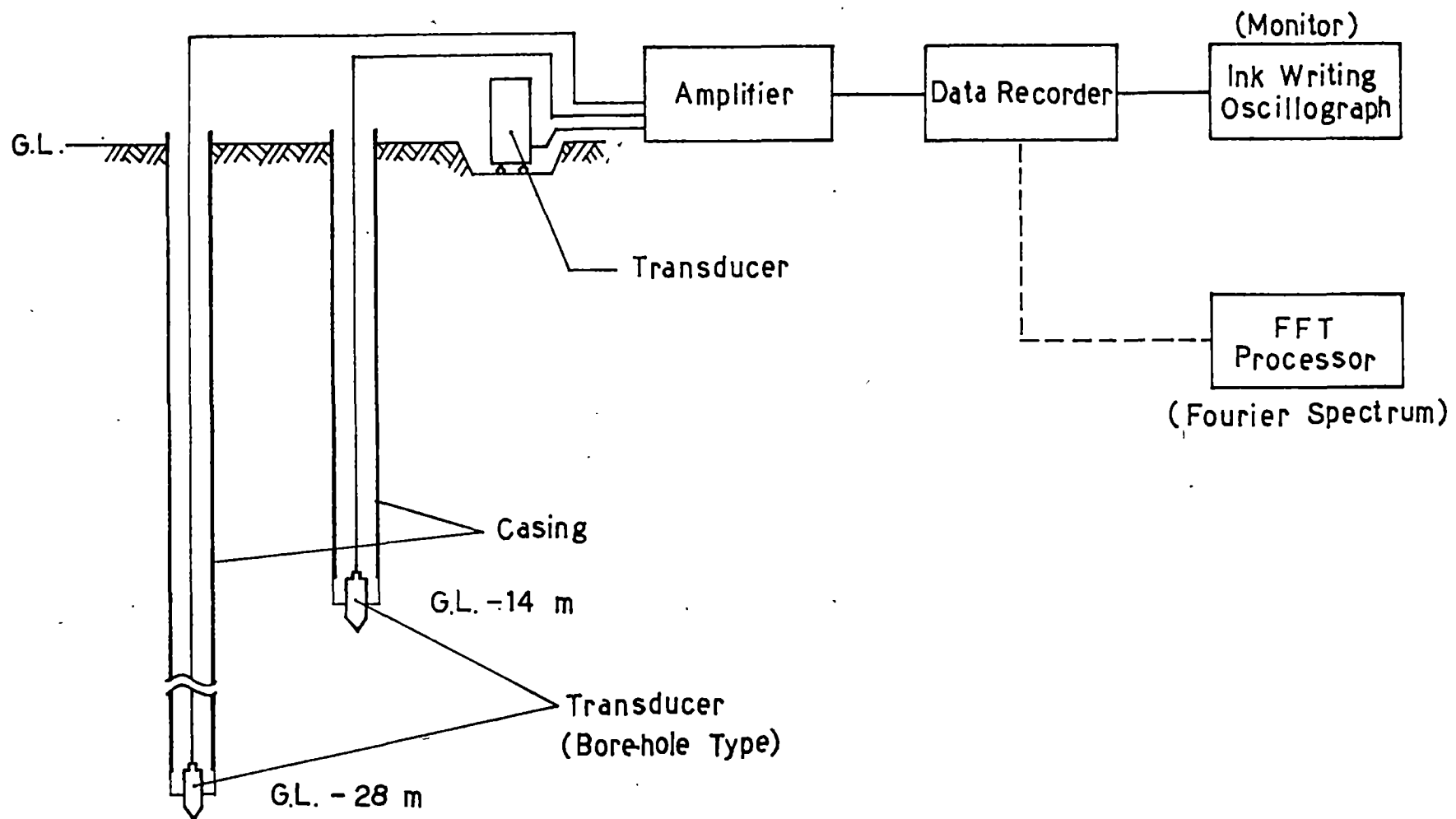
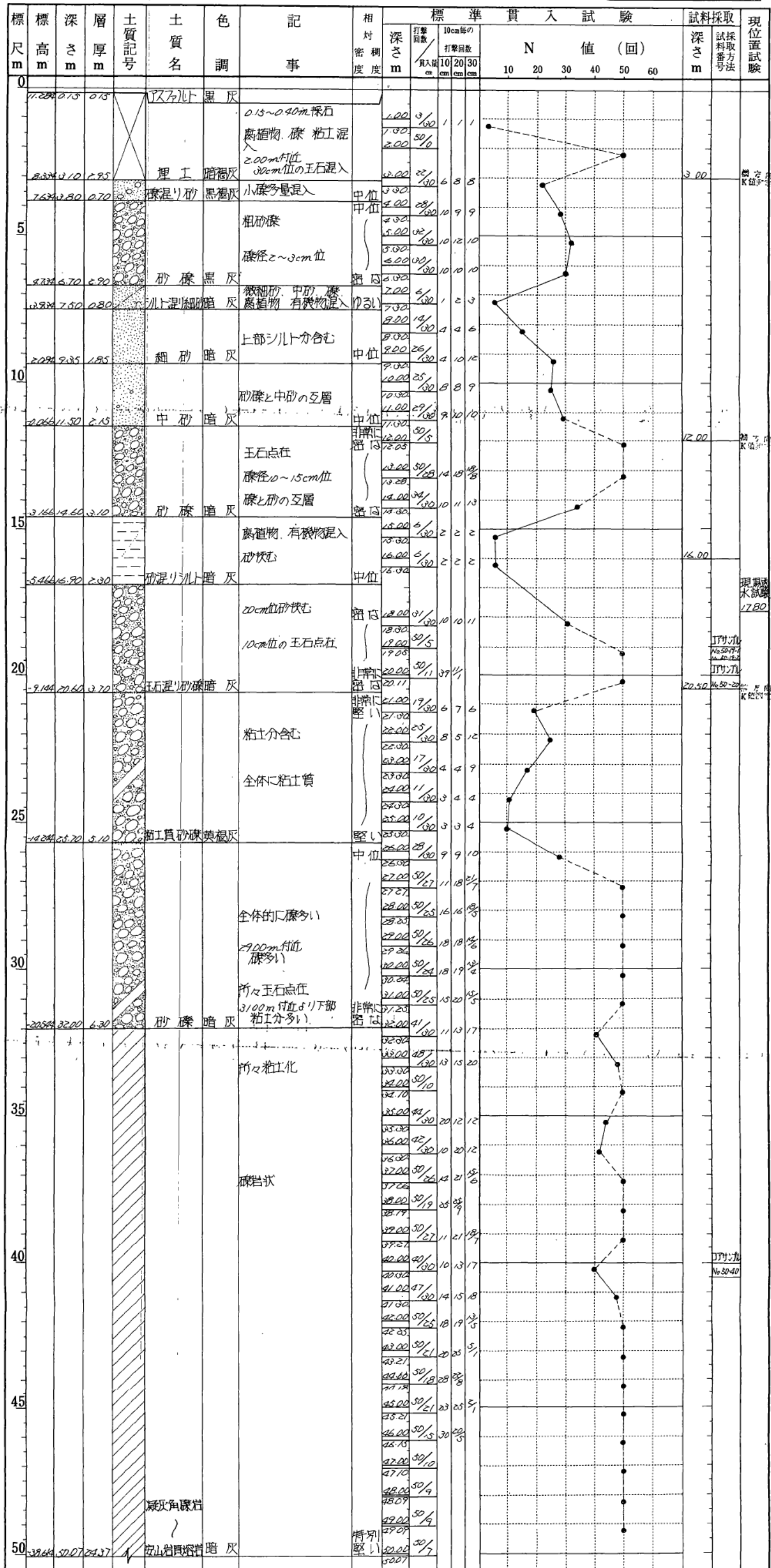


Fig.3

土質柱状図

能本市庁舎新築工事に伴う
調査件名 地盤調査及常時微動弾性波測定孔掘削
調査場所 能本市能本市取本町1-1他
地点No. 3

調査年月日 昭和53年8月16日~8月23日
標高 11.434 m
孔内水位 4.90 m
調査員



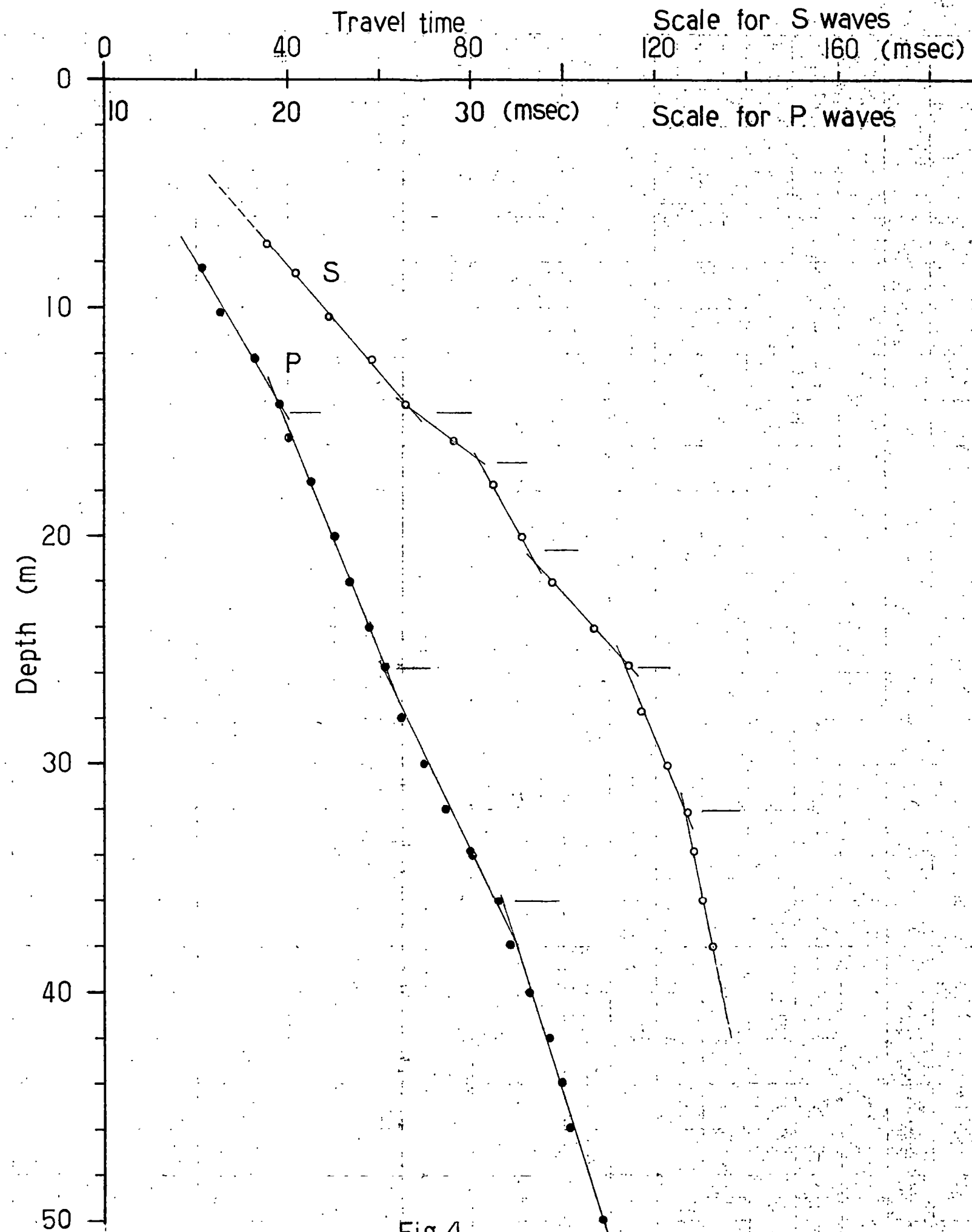
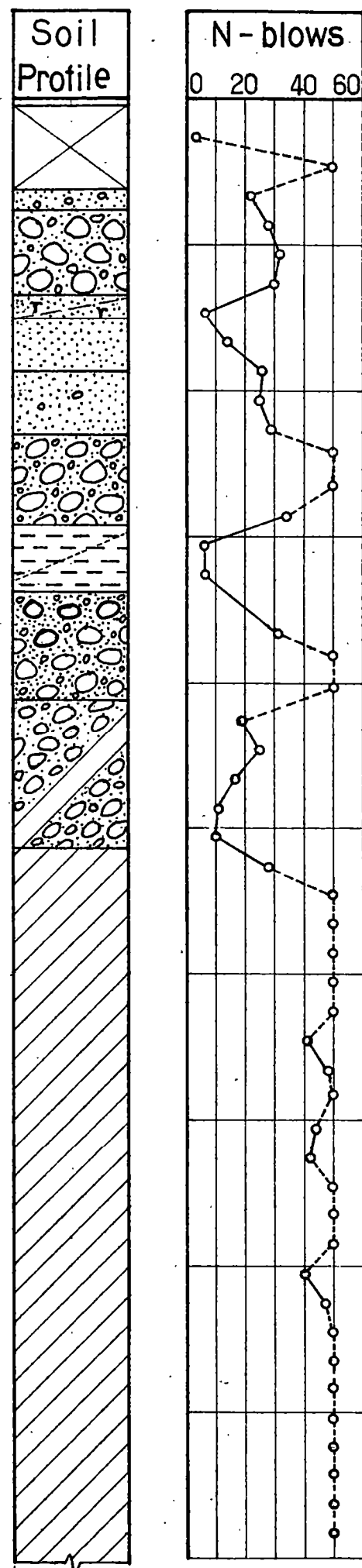


Fig.4

Vs m/sec	Vp m/sec
230	1150
150	146
380	16.9
220	20.6
520	25.7
1000	32
	1650
	2500

14.6

25.7

36

1 sec
┌───┐

GL y direct.

GL x

GL-14m x

GL-28m x

SAH-EI INSTRUMENT CO., LTD.

Fig.5 (a)

1sec
|-----|

GL y direct.

GL x

GL-14m y

GL-28m y

SAE SAN-EI INSTRUMENT CO. LTD.

CHART NO. L-006

1-420

Fig. 5(b)

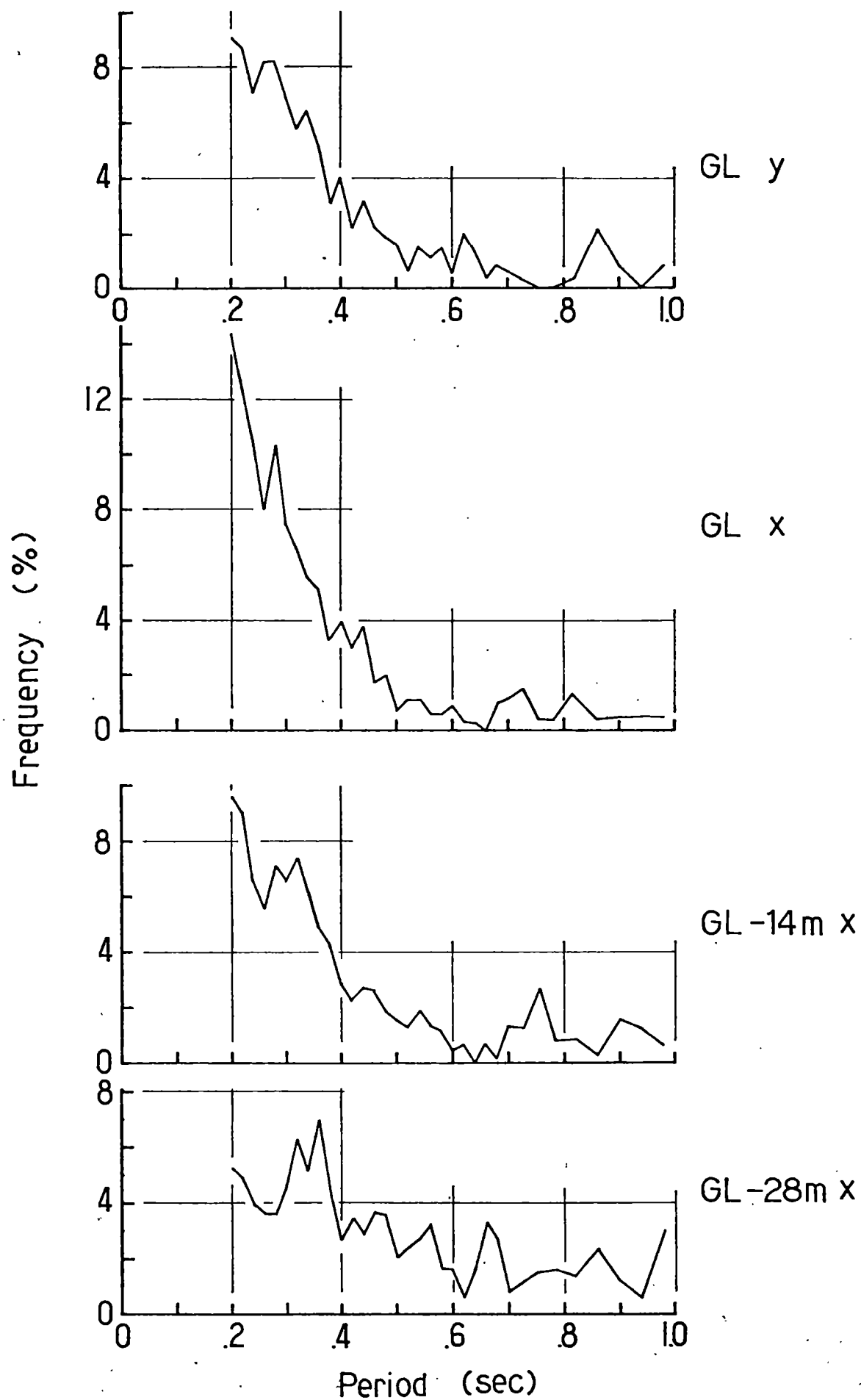


Fig. 6 (a)

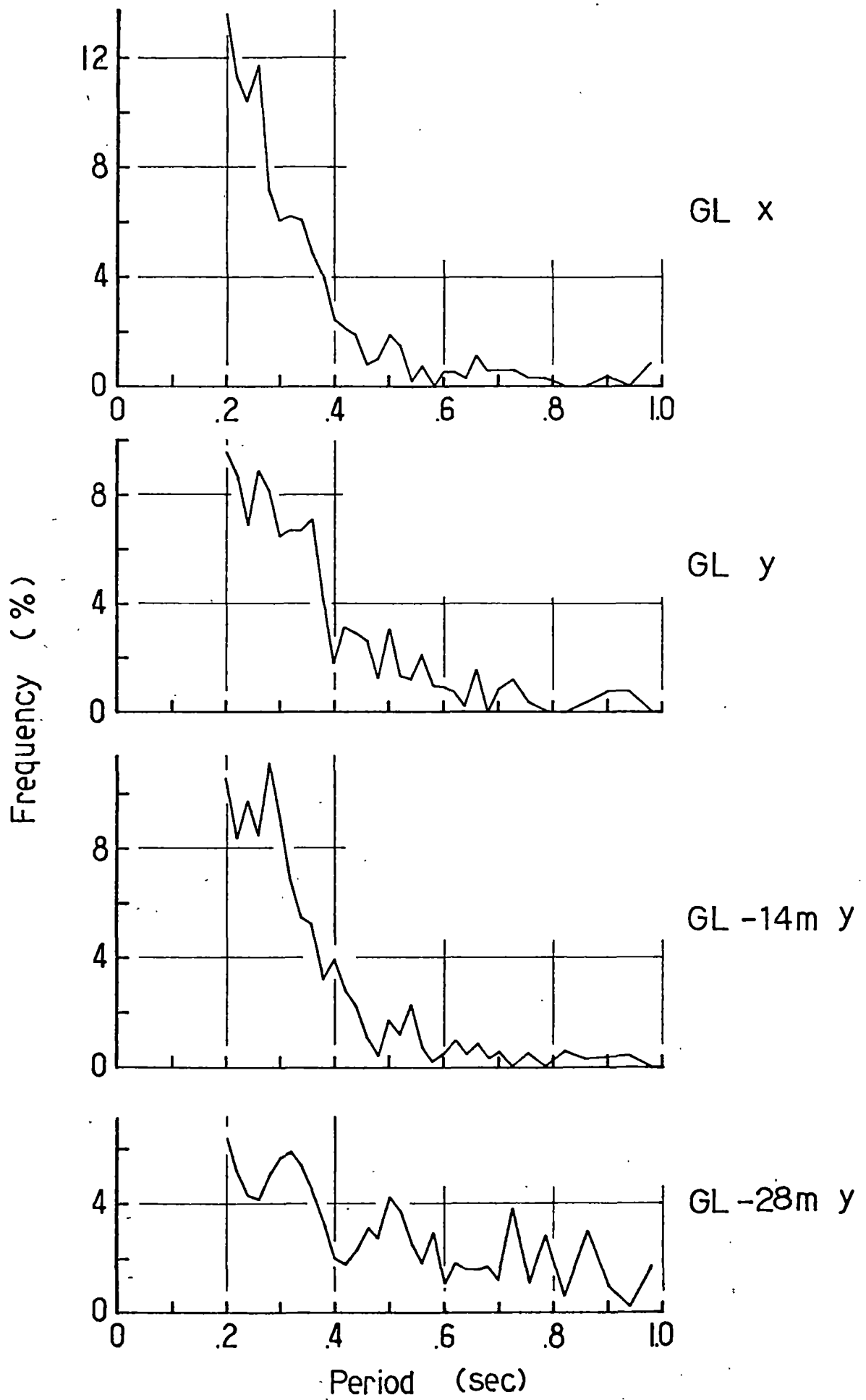
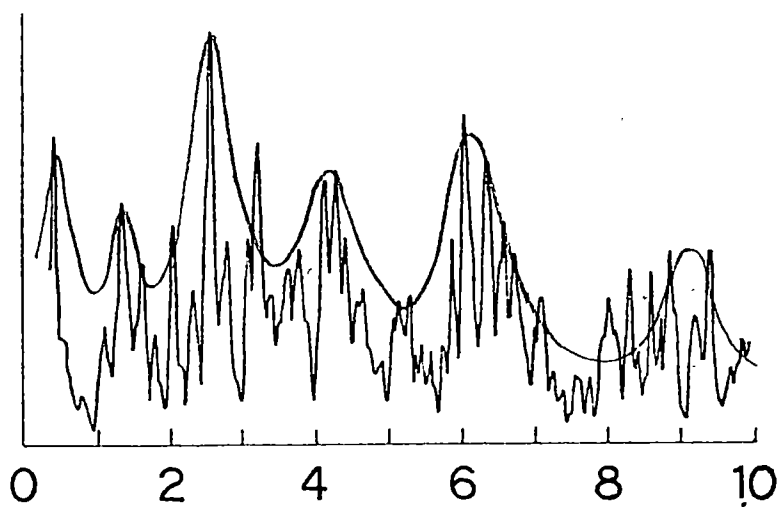
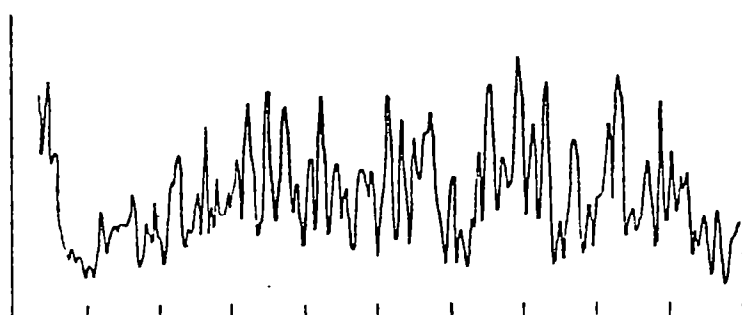


Fig. 6 (b)

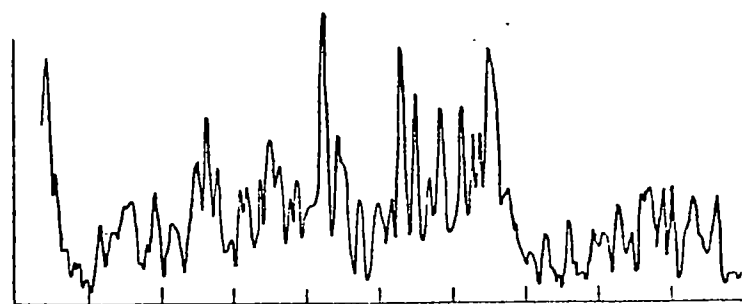
Fourier Amplitude



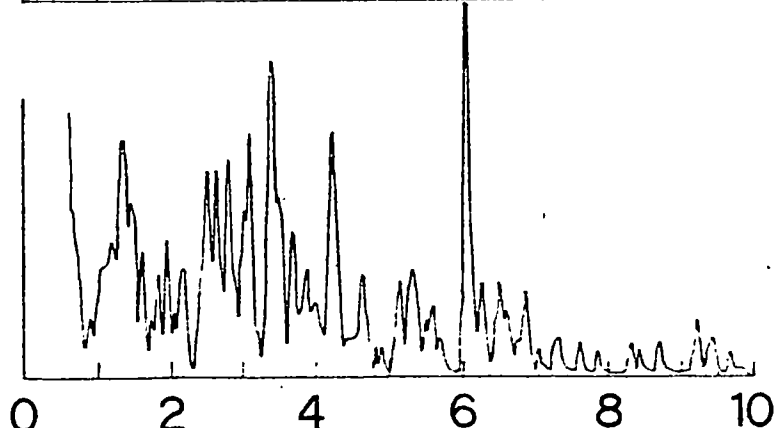
GL x



GL y



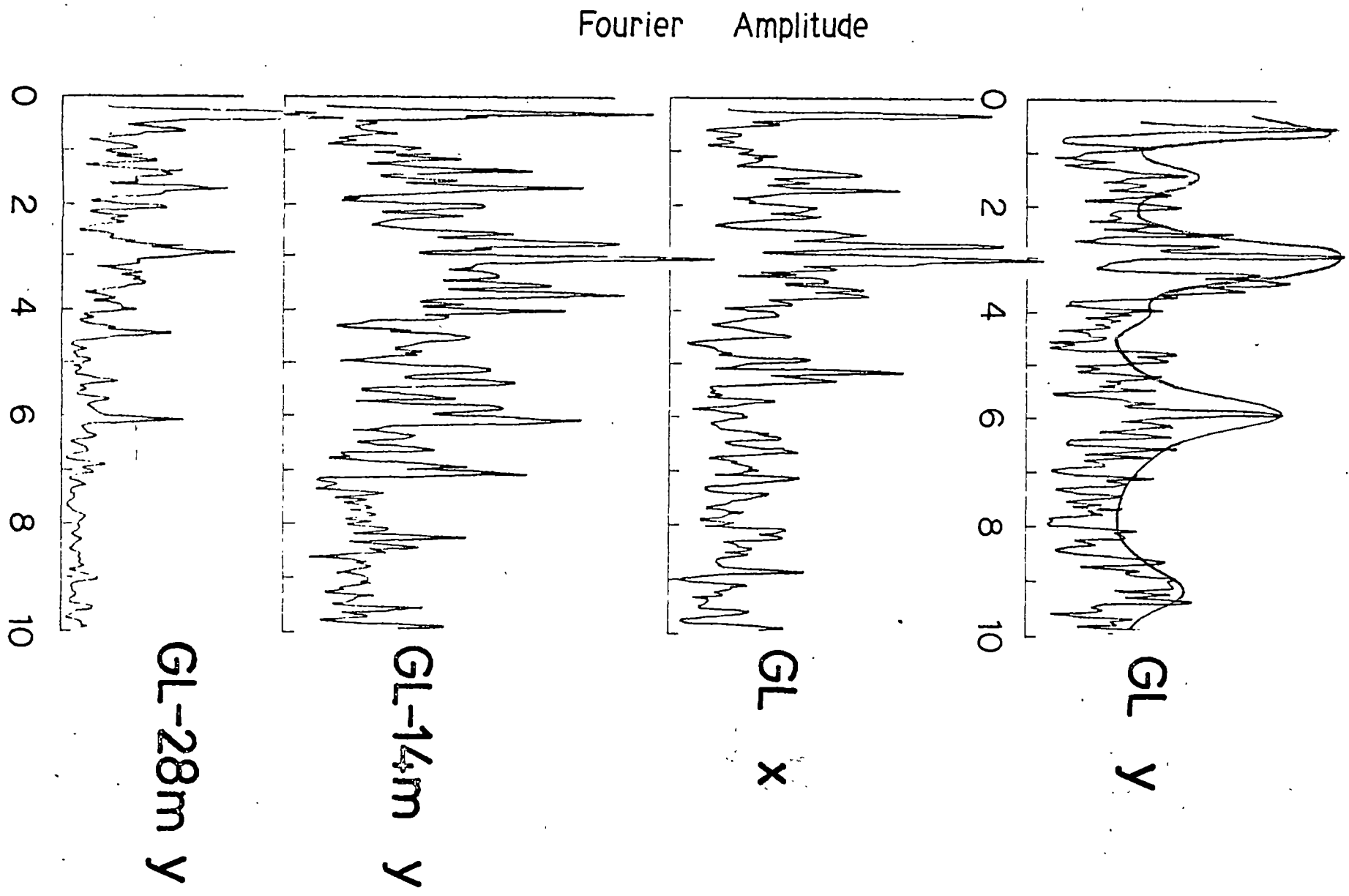
GL-14m x

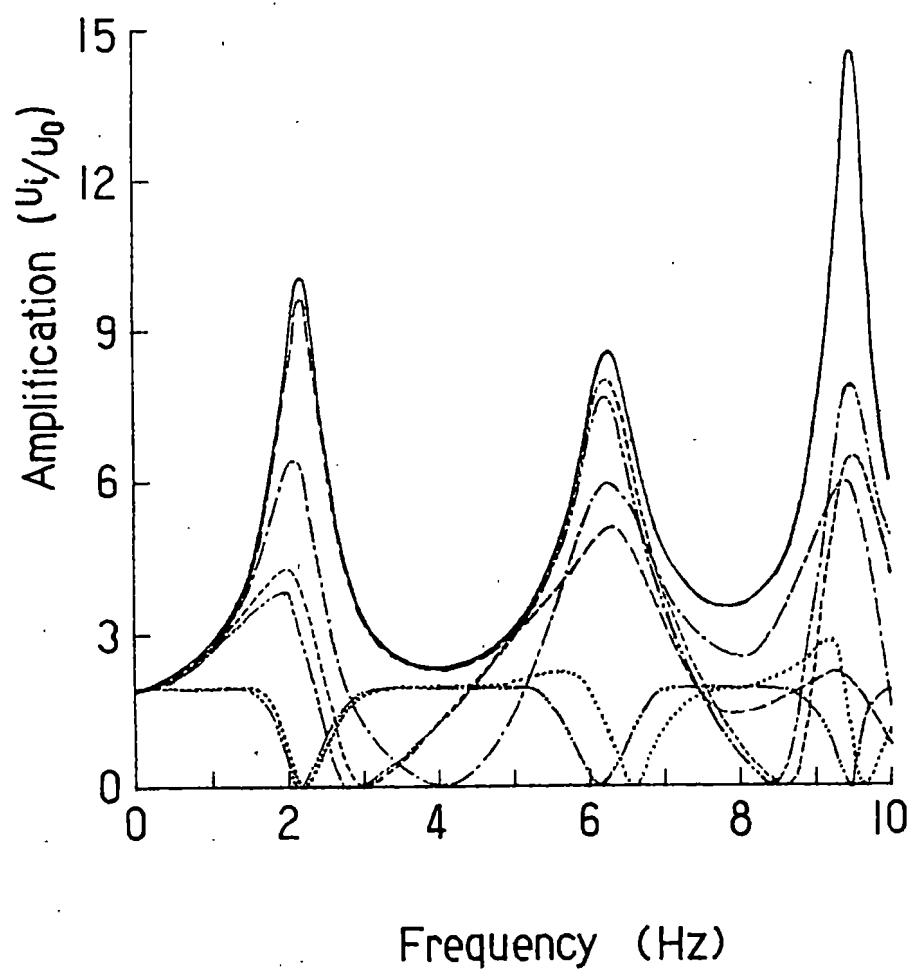


GL-28m x

Frequency (Hz)

Fig.7(a)





U_1 — GL.
 $(V_1 = 170 \text{ m/s})$
 U_2 — - 4 m

$V_2 = 230 \text{ m/s}$

U_3 — - 14.6 m
 $V_3 = 150 \text{ m/s}$
 U_4 — - 16.9 m

$V_4 = 380 \text{ m/s}$

U_5 — - 20.6 m

$V_5 = 220 \text{ m/s}$

U_6 — - 25.7 m

$V_6 = 520 \text{ m/s}$

U_7 — - 32 m

$U_0 = 1.0$

$V_7 = 1000 \text{ m/s}$

Fig.8