

共通部門一指定課題

第19回建設省技術研究発表会

くい基礎の支持力研究

121

昭和40年11月

建設省土木研究所

目 次

§ 1. ま え が き	2
§ 2. 調表総括表	3
§ 3. 鉛直支持力について	3 2
3-1. 鉛直支持力総括表	3 2
3-2. くい長さと極限支持力	3 9
3-3. 公式から求めた支持力と極限支持力	4 3
§ 4. 単直杭の水平支持力について	5 1
4-1. 単杭の水平支持力総括表	5 1
4-2. 試験担当者の感想	5 7
§ 5. 組杭の水平低抗	6 1
5-1. 杭軸直角方向バネ常数	6 1
5-2. 斜杭の効果	6 2
5-3. 杭軸方向バネ常数	7 1
§ 6. む す び	7 5

資 料

載荷試験データおよび土質柱状図

昭和40年度建設省技術研究会指定課題

くい基礎の支持力研究

§1 まえがき

昭和40年度建設省技術研究会共通部門指定の課題の1つとして、「くい基礎の支持力研究」が取りあげられたが、この課題は前年39年度に継続したものである。

39年度は調査の重点を鋼ぐいの鉛直支持力に置き、40年度は同じく鋼ぐいの水平抵抗について、重点を置いた。その結果 §2.に示す内容の調査、研究を行うことができた。

これらの資料は、そのほとんどが載荷試験による支持力の確認と、それに先立つて行われた地盤調査、すなわち、ボーリング、ボーリング孔での現位置試験、各種室内試験などをもとにした推定値の比較から成り立っている。非常に多数例を収集できたにもかかわらず、施工された地盤の多様性を考えると、今回の結果から、一義的に結論を導き出すことは危険である。

したがって、この意味から、この取りまとめでは、試験結果を紹介するのに重点を置き、いたずらに結論を出すことを避けた。そのため、焦点がぼけるきらいはするが、支持力についての資料集として利用されたい。

なお §5に結論として、総括者の意見をふくめてまとめているが、以上の主旨から考えて、結論が、今回の調査研究の成果と考えずに、生のこのデータ集が、成果であり建設省にとって大きな財産であると考えらるべき性質のものである。

§-2 調査総括表

昭和39年度と40年度2ヶ年の間に、報告されたものを総括した。この
両年度に取りあげられた本数は次表に示すように総計138本に達し、打ち
こみデータだけのもの12本を除いても、なお、載荷試験結果を持つものと
して、126本の多きに達した。

(表-2-1) 試験個数一覧表

	鉛 直	水 平	引 抜	鉛 斜	水 斜	直直組	斜直組	打ち込みのみ	合 計
北海道	6	5			5	2	6		24
東 北	11	7			1		4		23
関 東	10	8			1	2	3		24
北 陸	4	2							6
中 部	5	4							9
近 畿	2	8	1						11
中 国	17	6	1			1	2	4	31
四 国	3	3	2				2		10
九 州		3						8	11

次にこれらの試験の内容を総括表1～7に示す。

試験杭総括表 - 1 - 1

地 名	番 号	工 事 名	試 験	施 工 場 所	杭 種 類	杭 寸 法
北 海 道	1	浜 益 橋	鉛 直 水 平 斜 直 組	浜益郡浜益村	鋼 管 P.C	鋼 φ 500×12×2.0m P.C φ 500×2.0m
	2	岩見沢跨線橋 (C.G.)	鉛直—2 水 平 水 平 斜 直 組	岩見沢市	鋼 管	φ 500×9.0×3.9.0m
	3	岩見沢大橋	鉛 直 水 平 水 平 斜 直 組	空知郡北 村地内	"	φ 500×9.0×2.9.0m 12.0
	4	富 士 見 橋	鉛 直 水 平 水 平 斜 直 組	宗谷郡猿 払村	"	φ 500×9.0×2.2.0m
	5	新石狩大橋	水 平 水 平 斜 直 組	江戸地内 村雁	"	φ 800×9.0×3.6.0m 12.0
	6	南 沢 大 橋	鉛 直			
東 北	1	仙 北 町 橋	水 平	盛岡市仙北町新 山地内	H 型 鋼	15×15×300×3.05 ×2.5.0m
	2	横手第二跨線 橋	鉛 直 水 平	横手市久保の目 地内	鋼 管	φ 457.2×9.5×12.0m
	3	白 沢 跨 線 橋 (2本)	鉛 直 水 平	北秋田郡花矢町 白沢字番屋台	H 型 鋼	300×300×12×12.50
	4	下川沿跨線橋	鉛 直 水 平	秋田県大館市川 口字長里	鋼 管	φ 508×1.395×9.0m
	5	前 山 橋	鉛 直	秋田県北秋田郡 鷹ノ巣町前山	"	φ 508×9.5×12.0m

鉛直は、単杭鉛直試験、水平は、単杭水平試験
水平斜直組は、斜直組杭水平試験 等々。

試験杭総括表-1-2

杭先形状	杭頭形状	継手の状態	槽および高さ	キヤツプ, クッション
鋼製先端	P.S 定着座鋸付 開放 (鋼)	現場溶接 (突合せ溶接)	鋼製フレーム 24.50m	キヤツプクッション $\phi=550\text{mm}$ $L=600\text{mm}$ ヤツトロ 鋼製 $\phi=508\text{mm}$ $L=300\text{mm}$
先端開放	頭部補強	"	E一般鋼製槽 24.60m	キヤツプ鋼製290Kg クッション $\phi=500\text{mm}$ $L=300\text{mm}$ 桧板
"	"	"	日立U-106 クレーン 15.00m	キヤツプ鋼製65Kg クッション $\phi=500\text{mm}$ $L=100\text{mm}$ 桧板
"	"	"	鋼製フレーム 18.0m	キヤツプ $\phi=525\text{mm}$ $L=600\text{mm}$
"	"	"	一般鋼製槽 40 15.00	キヤツプ鋼製1t $L=1\text{m}$ $\phi=1.0\text{m}$ クッション桧板 $L=300\text{mm}$
"				
原形	原形	屈突合せ溶接		
先端開放	リング補強 (巾200mm厚2.0mm)	V型溶接	一般鋼製槽 22.25m	$\phi=500\text{mm}$ $H=150\text{mm}$ 全重量 100Kg
原形	原形	現場溶接	鋼製フレーム 20.0mm	$\phi=500\text{mm}$ $H=300\text{mm}$ 全重量 320Kg
先端開放	補強なし	"	鋼製フレーム 20.0m	$\phi=500\text{mm}$ $H=300\text{mm}$ 全重量 320Kg
"	"	"	二本槽 10.0m	$\phi=500\text{mm}$ $H=300\text{mm}$ 全重量 300Kg

試験杭総括表 1-3

地 建	番 号	杭 打 機 関 係								
		機 種	会 社 名	型 式	ラム重 さ(t)	全重量 (t)	一打のエ ネルギー (Kg・m)	打撃数 (回/分)	ストローク (m)	爆 発 力 (Kg)
北 海 道	1	ジーゼル ハンマー	石川島播 磨重工業	I.D.H -22	2.2	4.714	5,500	50~60	0.5~1.0	72,000
	2	"	"	"	"	"	"	"	2.0	"
	3	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	4	"	"	I.D.H -12-3	1.25	2,559	3,120	50~60	1.0~1.30	42,500
	5	"	"	IDH -40	4.00	9,500	10,000	50~60	2.0m	127,000
	6									
東 北	1	ディーゼル ハンマー	石川島播 磨重工業	IDH -22	2.2	4.714	5,500	50~60	1.0	72,000
	2	"	日本車輛 K.K	D-07型 M-22	2.2	4.43	5,500	50~60	1.8	72,000
	3	"	石川島播 磨重工業	IDH -22	2.2	4.714	5,500	50~60	2.5	72,000
	4	"	神戸製鋼	KH -31B	1.3	2,900	3,380	50~60	1.30	45,000
	5	ドロップ ハンマー			2.0		6.0 t-m	12~15	3.0	

試験杭総括表 1 - 4

土 質 関 係			く い 打 試 験		打ち込み 時応力 測 定	く い 内 土 砂 の 位 置	備 考
調査会社名	杭との距離	土質柱 状 図	リバンド 量 (cm)	貫 入 量 (cm)			
日本特殊土 木工業KK	不明		K=1.4	S=0.075	有	先端閉口の ため土砂層 なし	
基礎地盤コ ンサルタン トKK	約20m		K=1.2 ~1.6	S=0.04 ~0.115	有	頭部より 1.8m下	
北海道ボー リングKK	約90m		K=1.4	S=0.1	無	頭部より 7.0m下	
基礎地盤コ ンサルタン トKK	不明		K=0.6	S=0.02	有	頭部より 1.0m下	
"	不明		K=1.4	S=0.02 ~0.04	有	頭部より 6.0m下	
	約10m			S=0.3		なし	
奥山ボーリ ングKK	約30m		0.7	0.3	無	頭部より 下5.0m	
日本技術開 発KK						なし	
				S=0.6		頭部より 下0.10m	
パンフイツ ク コンサル タント k.k.						地盤より 20~30m 下にあり	

試験杭総括表-2-1

地 場 名	番 号	工 事 名	試 験	施 工 場 所	杭 種 別	杭 寸 法
東 北	6	藤 沢 橋	鉛 直	秋田県北秋田郡 鷹ノ巣町榎字橋 沢下	鋼 管	φ 500×20×11.9 m
	7	仙 北 町 橋	鉛 直	盛岡市神子田地内	H型鋼	350×350×19×12 ×8.0 m
	8	花 巻 沓線橋	鉛 直	岩手県花巻市内 山ノ神地内	"	300×305×15×9.0 m
	9	横手第一跨線 橋	鉛 直 水 平 水平斜	横手市安田原地 内	鋼 管	φ 450×12×18.0 m
	10	大 田 川 橋	鉛直-3 水平-2 水平組-4	一般国道 6号線	"	φ 508×12×18.0 m
関 東	1	利 根 川 橋 (橋台A ₂)	鉛 直 水平-3	茨城県古河市中田 地内	鋼 管	上 16 609.6× 中 12 ×20 m 下 9
	2	利 根 川 橋 (橋脚P ₁₀)	鉛 直 水平連杭	"	"	上杭 16 609.6× 中" 12 ×17 m 下" 9
	3	金町バイパス 矢切高架橋	鉛直-2 水平-2 斜挿組-2	"	"	φ 508×9×35 m
	4	千葉県松戸市 小山地内	鉛 直 水 平	"	"	φ 1016×9.5×10 m
	5	市 川 橋	鉛 直	千葉県市川市市川 町3丁目	"	φ 500×9×11.0 m
	6	" " "	鉛 直 水 平 水平斜 水平組	"	"	"

試験杭総括表-2-2

杭先形状	杭頭形状	継手の状態	槽および高さ	キャップ, クッション
先端開放	頭部補強	現場溶接	一般銅製槽 18.0m	$\phi=500mm$ H=300" 全重量300Kg
原形	打込完了後 H350×350×12 で杭頭で溶接	継手なし	ベテ槽 11.8m	$\phi 300mm$ H150" 全重量140Kg
"	原形	"	ドラッグラインに リーダーを付 15.5m	
先端開放	リング補強	継手なし	一般銅製槽 22.25m	$\phi 500mm$ H150" 重量100Kg
"	原形	継手有		カン 重量約90Kg
先端開放	頭部補強	工場溶接と 現場溶接	一般銅製槽 18.0m	
"	"	"	"	
"				
先端開放		継手なし	銅製フレーム 25.33m	$\phi 1016$ H1000 全重量1.65ton
先端尖頭	頭部補強なし	"	銅製フレーム 22.8m	高さ 4.0m
先端開放	"	"	"	"

試験杭総括表 2 - 3

地 種 名	番 号	杭 打 機 関 係								
		機 種	会 社 名	型 式	ラム重 さ(t)	全重量 (t)	一打エ ネルギー (Kg・m)	打抜き数 回/分	ストローク (m)	爆発力 Kg
東 北	6	ディーゼル ハンマー	三菱重工 業	M-22	2.2	4.77	5,500	42~57	1.8	72000
	7	"	石川島播 磨重工業	IDH- 12-3型	1.25	2.65	3,120	50~60	1.2~2.0	
	8	パイプロ ハンマー	日平産業 KK	NV-30	1.3	1.9	1,000 1,200	3相誘導 型 22KW		
	9	ディーゼル ハンマー	日本車輜	D-07型 M-22	2.2	4.43	5,500	50~60	1.8	72000
	10	ディーゼル ハンマー	デ ル マツク社	D-12	1.25	3086	4,250	50~60	1.7	42000
関 東	1	ディーゼル ハンマー	新三菱重 工業	M-22型	2.2	4.77	3,900	42~60	2.5	72000
	2	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	3									
	4	ディーゼル ハンマー	石川島播 磨重工業	IDH -40	4.0	9,570	10,000	50~60	2.5	127,000
	5	"	"	IDH -22	2.2	4,714	5,500	50~60	1.8	72000
	6	"	"	"	"	"	"	"	"	

試験杭総括表 2 - 4

土 質 関 係			く い 打 試 験		打ち込み 時応力 測 定	く い 打 土 砂 の 位 置	備 考
調査会社名	杭との距離	土質図	リバウンド量 (cm)	貫入量 (cm)			
日本設計測量KK				0.5	無	頭部より 下1.0 m	
奥山ボーリング					無	不明	
日本産業再 建技術協会 KK	約18.0m				無	不明	
東邦技研			0.8	0.5	杭頭より 下 8 m		
奥村組			0.55	0.11 ~ 0.36	有		
応用地質					なし		
"					"		
			C=1.2	S=0.28	"		
梶谷調査工 事	8.0m		C=0.9	S=0.55	なし	不明	
興和開発	不明		1.2	0.059	"	"	
"	"		0.8	0.17	"	約0.8 m下	

試験杭総括表 - 3 - 1

地名	番号	工事名	試験	施工場所	杭種別	杭寸法
関東	7	青山水門	鉛直-2	千葉県東葛郡 我孫町青山地先	鋼管	$\phi 508 \times 12.7 \times 35.0 \text{ m}$
	8	小名木川水門	鉛直 水平	東京都江戸川区 小松川1丁目	"	$\phi 609.6 \times 12.0 \times 30.0 \text{ m}$ $\phi 914 \times 9.5 \times 47.4 \text{ m}$
北陸	1	六日町跨線橋	鉛直 水平	新潟県南魚沼郡 六日町字八幡	"	$\phi 914 \times 9.5 \times 47.4 \text{ m}$
	2	柿崎川	鉛直	新潟県中頸城郡 柿崎町	"	$\phi 500 \times 6.0 \times 30 \text{ m}$
	3	川井橋	"	中頸城郡柿崎町 坂崎山	H鋼	$300 \times 305 \times 15 \times 16 \times 20 \text{ m}$
	4	三条大橋	"	三条市上須頃	鋼管	$\phi 300 \quad \ell = 36.8 \text{ m}$
	5	豊田橋	水平	柏崎市山本	"	$\phi 700 \quad \ell = 36 \text{ m}$
中部	1	新天竜川橋	鉛直	静岡県豊田郡豊田 村小立野天竜川河 原	鋼管	$\phi 508 \times 9 \times 36.0 \text{ m}$
	2	"	鉛直	"	"	$\phi 609.6 \times 9 \times 36.0 \text{ m}$
	3	中川運河橋	鉛直	名古屋市港区中川 本町	"	$\phi 750 \times 10 \times 19.62 \text{ m}$
	4	庄内新川橋	鉛直	名古屋市港区南陽 町	"	$\phi 750 \times 10 \times 22.5 \text{ m}$

試験杭総括表－３－２

杭先形状	杭頭形状	継手の状態	槽および高さ	キヤツプ、クツシヨン
先端開放	頭部補強なし	電気熔接	鋼製フレーム 22.0m	φ 500 H 400 全重量 100Kg
"	頭部補強	工場熔接 15m 現場熔接 15m	鋼製フレーム 24.0m	全重量 290Kg
"	頭部加工 (補強)	現場熔接	くい打用槽 18.0m	
"	"	"	鋼製フレーム 15m	
原形	補強リング	突合せ熔接	" 15m	
先端開放	"	"	" 21m	厚さ 25cm
"	"	"	"	
"	頭部補強	現場熔接	鋼製フレーム 24.0m	
"	"	"	"	
"	"	"	一般鋼製槽 22.50m	
"	"	"	"	

試験杭総括表 3 - 3

地 建 名	番 号	杭 打 機 関 係								
		機 種	会 社 名	型 式	ラム重 さ (t)	全重 量 (t)	一打の エネルギー (Kg・m)	打撃回数	ストローク (m)	爆 発 力 (Kg)
関 東	7	ディーゼル ハンマー	石川島播 磨重工業	IDH22	2.2	4,714	5,500	50~60	1.8	72,000
	8	"	"	"	"	"	"	"	1.0~1.7	"
北 海 道	1	"		IDH-40	4.0	9,57	10,000	50~60		127,000
	2	"			2.2				1.25	
	3	"			"				"	
	4	"		IDH22	"					
	5	"		"	"					
中 部	1	"	新三菱重 工業	MDH-22 水 冷 式	2.2	4,43	5,500	50~60	2.5	
	2	"	"	"	"	"	"	"	"	
	3	"	石川島播 磨重工業	IDH-22	"	4,71	"	"	1.8~2.0	
	4	"	"	"	"	"	"	"		

試験杭総括表 3 - 4

土 質 関 係			く い 打 試 験		打ち込み 時応力 測 定	く い 内 土 砂 の 位 置	備 考
調査会社名	杭との距離	土質状況	リバウンド 量 (cm)	貫入量 (cm)			
島和地下開発	約 10.0 m				有		
応用地質調査			1.0	0.4			
東京コンサル タント	53m		0.13	0.07	無	不 明	
興亜開発KK	ボーリング 地点と同一地点				有	"	
日本豊泉KK	"					不 明	
地質調査所							
基礎地盤コン サルタント	ボーリング 地点と同一地点				なし		
"	"				"		
"	50m				"		
"	25.0m				"		

試験杭総括表-4-1

地建名	番号	工事名	試験	施工場所	杭種別	杭寸法
中部	5	港新橋	鉛直	名古屋市港区東築地町	鉛管	$\phi 750 \times 10 \times 37.0\text{m}$
	6	港栄町高架	水平-4	愛知県名古屋市港区港栄町	P.C	$\phi 350 \times 12\text{m}$
	7	"	鉛直-4	"	"	$\phi 350 \times 11.0\text{m}$
近畿	1	枚方モデル試験	水平-8		"	$\phi 300 \sim \phi 400$ $L=7 \sim 12\text{m}$
	2	八幡大橋	鉛直	京都府綾部市八幡町下奈良	鉛管	$\phi 500 \times 8 \times 16\text{m}$
	3	木津川尻無川橋梁	引抜	大阪府大正区三軒家町	"	$\phi 300 \times 9$
	4	"	鉛直	"	"	$\phi 250 \times 16$
中国	1	広島市仁保町洋	水平組杭		鉛管	(P10) $\phi 09 \times 9.6 \times 29.8\text{m}$
	2	"	鉛直-2		"	(P8) $\phi 09 \times 9.6 \times 29.8\text{m}$ (P9) " $\times 26.5$
	3	船越橋	水平 水平直組 水平斜組	広島市仁保町船越	"	水平P4 上杭 12.7 $\times 24.0\text{m}$ $\phi 09.5 \times$ 下杭 9.5
	4	(大田市静間町)	鉛直 水平		"	$\phi 508 \times 9 \times 39\text{m}$

試験杭総括表 4 - 2

杭先形状	杭頭形状	継手の状態	桁および高さ	キヤップ、クッション
先端開放	頭部補強	現場溶接	1.9 m	
先端開放	頭部補強	なし	クレーン 2.2 m	φ510 ^{mm} H173 ^{mm} 重量550kg
"	補強せず	電電溶接	1 絞索對稱 15.0 m	φ350 ^{mm} H 50 ^{mm}
先端閉メ	"	"	"	"
先端開放	頭部補強	現場溶接	クレーン 24.0 m	φ600 ^{mm} H200 ^{mm} 重量20kg
"	"	"	"	"
"	"	"	"	"
"	"	(押入簡便用)	鑄製フレーム 18.0m	重量100kg

試験杭総括表 4 - 3

試験 番号	機 種	杭 機 関 係							
		会社名	形 式	ラム重さ	全重量	一 打 の エネルギー (kg, m)	打 げ き 数 回/分	ス ト ロ ッ ク (m)	爆 発 力 (kg)
中 部	5	デービル ハンマー	石川島播 磨重工業	IDH-22	2.2	4.71	5500	50~60	1.8~2.0
	6								
	7								
近 畿 機	1								
	2	デービル ハンマー		D - 22	2.2	4.43	5500	2.2	72000
	3	"	神戸製鋼	KH3 1 A	1.3	3.1	3390	50~60	1.8
	4	"	"	"	"	"	"	"	"
中 国	1	"	石川島播 磨重工業	D - 22	2.2	4.0	179	45	1.8
	2	"	"	"	"	"	"	"	"
	3	"	新 三 菱 重 工 業	M - 22	2.2	4.77	5500	42~57	"
	4	"	石川島播 磨重工業	IDH-22	2.2	4.714	5500	50~60	1.2~1.9

試験機総括表 4 - 4

土質係			くい打試験		打 時 間	も 込 力 定	くい内土 砂の位置	備 考
調査会社名	杭の距離	土質柱状図	リバウンド	貫入量				
基礎地盤コン サルタント	ボーリング地 点と同一地点							
応用地質用 査事務所								
中央開発	2 m				なし	GL-65		
基礎地盤 コンサルタント	1.6 m		0.7	0.3	〃			
〃	〃		〃	〃	〃			
荒谷ボーリング					無			
〃					〃			
広島水力 機 KK	同 一 地 点				〃			
原研設 KK	ボーリング地 点と2~3m		1.4	0.8		頭部下 より 6~7 m		

試験杭総括表—5—1

地 址 名	番 号	工 事 名	試 験	施 工 場 所	杭 種 別	杭 寸 法
山	5	新伯大橋	水 平	島根県安来郡 飯島町川尻	鋼 管	$\phi 406 \times 95 \times 37.5\text{m}$
	6	新吉田大橋	鉛 直 水 平	"	"	$\phi 609 \times 95 \times 34.3\text{m}$
	7	安来改良 第3期工事 第6号橋梁	鉛 直 水 平	島根県安来市飯島 町後飯島	"	$\phi 406 \times 95 \times 25.0\text{m}$
	8	安来改良 第3期工事 第4号橋梁	打ち込み のみ	"	"	$\phi 508 \times 95 \times 25.0\text{m}$
	9	新飯梨橋	鉛 直 水 平	島根県安来市坂田 町地内	"	$\phi 508 \times 95 \times 34.0\text{m}$
	10	安来改良 第2期工事 飯梨橋	打ち込み のみ	島根県安来市下安	"	$\phi 508 \times 95 \times 25.0\text{m}$
	11	安来改良 第1期工事 田瀬橋	打ち込み のみ	島根県安来市赤江 町三ツ頭	"	$\phi 406.4 \times 95 \times 27.5\text{m}$
	12	新佐々布橋	打ち込み のみ	島根県八束郡定通 大字佐々布定通	H型鋼	$300 \times 305 \times 15$
	13	神戸橋	鉛 直	出雲市高松町 地内	鋼 管	$\phi 500 \times 9 \times 19.0\text{m}$
	14	船越橋	鉛直—6	安芸郡船越町	"	$\phi 600 \quad \ell=42\text{m}$ 24m
田	15	新住吉橋	鉛 直 引 抜 (撻杭)	広島市河原町	"	$\phi 609.5 \times 95 \times 12\text{m}$

試験総括表 5 - 2

杭先形状	杭頭形状	継手の状態	槽および高さ	キャップ、クッション
先端開放	頭部補強	挿入簡便甲	鋼製フレーム	
"	"	"	一般鋼製槽	
"	"	"	クレーン	
"	"	"	"	
"	"	"	"	
"	"	"	"	
"	"	"	クレーン	
原形	原形	現場溶接	1 般 鋼 製 槽	
先端開放	頭部補強	突合せ溶接	二 本 槽 11.0m	φ450 ^{mm} H200" 全重量150Kg
"	"	"	1 般 鋼 製 槽 18.0m	φ600 ^{mm} 重量500Kg
"	"	電気溶接	"	φ400 ^{mm} H270" 重量500Kg

試験杭総括表 5 - 3

地 籍 名	番 号	杭 打 機 関 係								
		機 種	会 社 名	型 式	ラム重 さ (t)	全重量 (t)	一打のエ ネルギー Kg・m	打 げ き 数 回/分	ストローク (m)	爆 発 力 (Kg)
中	5	ディーゼル ハンマー	新三菱重 工業	IDF -22	2.2	4.7	5,500	50~60	1.2~2.0	72,000
	6	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	7	"	"	M-22	2.2	4.7	5,500	50~60	1.2~2.0	
	8	"	"	"	"	"	"	"	"	
	9	"	"	"	"	"	"	"	"	
	10	"	"	"	"	"	"	"	"	
	11	"			2.2	4.7	5,500	50~60	1.2~2.0	
	12	"	新三菱重 工業	HF-22	2.2	4.7	5,500	"	"	
	13	ドロップ ハンマー			2.4				h=40m	
	14	ディーゼル ハンマー	新三菱重 工業	M-22	2.2	4.64	5,500	50~60		72,000
国	15	"	石川島播 磨重工業	IPH -22	"	4,714	"	"	1.8m	72,000

試験杭総括表 5 - 4

土 質 関 係			く い 打 試 験		打ち込み 時応力 測 定	く い 内 土 砂 の 位 置	備 考
調査会社名	杭との 距離	土質柱 状図	リバンド 量	貫 入 量			
荒谷ボー リング			(cm) 1.2	(cm) 0.21			
"			1.0	0.04			
入雲建設コ ンサルタン ト	ほぼ同 一地点			0.117			
"	"		0.6	0.56			
荒谷ボー リング	約70m			0.127			
"	約4.0m		0.6	1.1			
広島建設コ ンサルタン ト	5.4m		0.8	0.6			
	21.0m						
KK水野組	約20m				せ ず	頭部より 下 2.0 m	
広島水力電 気KK					"		
中国四国復 建	約8.5cm		0.9	0.6			

試験杭総括表 6 - 1

地建名	番号	工事名	試験	施工場所	杭種別	杭寸法
中国	16	百間川水門	鉛直 - 3	岡山市沖元地先	鋼管	
四国	1	徳島県山城町下名	水平	徳島県山城町下名	H 型 鋼	250×235×14×14×5 m
	2	愛媛県温泉郡久谷村大平	水平	愛知県温泉郡久谷村大平	"	588×300×12×16 m
	3	高知橋	鉛直	高知市駅前町	鋼管	φ711.2×9.5×9.0 m
	4	新吉野川橋	斜(8°) の鉛直	徳島市東吉野町	"	φ812.8×12.7×39.0 m
	5	"	斜(8°) の鉛直	"	"	φ1016.0×12.7×39.0 m
	6	杵田川橋	鉛直 引 抜 (控杭)	香川県観音寺市 杵田川橋	H 型 鋼	300×300×12×28 m
	7	津田川橋	鉛直 引 抜 (控杭)	香川県大川郡津田町南羽	鋼管	φ609.6×16×24.0 m
	8	第2 堀井橋	水平			
九州	1	裏田橋	水平	北九州市八幡区山王町	鉄筋コンクリートカルウエルド	φ1200×9.0 m
	2	宝橋	水平		"	φ1000×9.0 m

試験杭総括表 6 - 2

杭先形状	杭頭形状	継手の状態	槽および高さ	キャップ・クッション
先端開放	頭部補強	3 本 継 補強環つき	クレーン 2 1.0 m	$\phi 350$ mm H 60 mm 重量 5 Kg
原 形	原 形	な し	二本子 8.0 m	-
"	"	-	銅製フレーム 1 2.2 m	$\phi 250$ mm 全重量 45 Kg
先端開放	杭頭補強	現場溶接	銅製フレーム 2 4.0 m	"
"	"	突合せ溶接	一般銅製 2 4.0 m	$\phi = 800$ mm H = 500 mm 重量 = 200 Kg
"	"	"	"	"
原 形	原 形	"	銅製フレーム 2 4.0 m	-
先端開放	頭部補強	"	"	-

試験杭総括表 6 - 3

地 建 名	番 号	杭 打 機 関 係								
		機 種	会 社 名	型 式	打撃 力 (t)	全重量 (t)	一打のエネルギー (kg・m)	打撃回数 (回/分)	ストローク (m)	爆 発 力 (kg)
	6	ディーゼル ハンマー	神戸製鋼	K-22	22	4,800	6,150	45~55	1.8~2.2	-
四 国	1	1 ton モンケン 高さ 1 m								
	2	ディーゼル ハンマー	石川島播 磨重工業	IDH22	22	4,714	5,800	50~60	1.6~1.8	72,000
	3	"	"	"	"	"	"	"	max 2.3m	"
	4	"	"	IDH40	4.0	2,570	"	"	-	127,000
	5	"	"	"	"	"	"	"	-	"
	6	"	"	IDH22	22	4,714	5,500	"	2.3m	72,000
	7	"		"	"	"	"	"	"	"
	8	"								
九 州	1									
	2									

試験杭総括表 6 - 4

土質関係			くい打試験		打ち込み 時応力 測定	くい内土砂 の位置 cm	備 考
調査会社名	杭との 距離	土質柱 状図	リバウンド 量(cm)	貫入量 (cm)			
荒谷ポー リング	約20m		(cm) 0.9	(cm) 0.6	せず	-	
堀部建設	川側に 3 m				なし	-	
荒谷建設コ ンサルタント	ポーリン グと同 一点				"	-	
相愛工業	7.8m		0.9	0.21	"		
基礎地盤コ ンサルタン ト	3.80		0.6	0.3	"	-2.76	
"	"		0.55	0.25	"	-3.15	
青葉工業K	-		2.52	0.16	"	-	
"	-		0.3	0.4	"		

試験杭総括表 7 - 1

地建名	番号	工 事 名	試 験	施 工 場 所	杭 種 別	杭 寸 法
九州	3	新水俣橋	水 平	熊本県水俣市内	鋼管杭	$\phi = 400$ $\ell = 16 \text{ m}$
	4	長井高架橋	打ち込み のみ-4	宮崎県旧杵郡 北川村長井	鋼管杭	$\phi = 508$ $\ell = 243 \text{ or } 1145$ $\phi = 609$ $\ell = 315 \text{ or } 287$
	5	光 榮 橋	打ち込み のみ-3	大分県大分市 判田字光永地先	鋼管杭	$\phi = 508$ $t = 9, 12$ $\ell = 24.5 \text{ or } 22$
	6	須 山 橋	打ち込み のみ	宮崎県延岡市 須崎町一中島町		

試験杭括表 7-2

杭先形状	杭頭形状	継の状態	幅および高さ	キャップ, クッション
くい先補強リング 先端開放		突合せ	鋼製フレーム 18m	鋼製キャップ クッション, 径
先端開放		突合せ 電気溶接 2回		
			鋼製フレーム 24m	クッション, 径 φ350×250

試験杭総括表 7-3

地 建	番 号	杭 打 機 関 係								
		機 種	会 社 名	型 式	ラム重さ	全重量	一機の エネルギー	打げき数	ストローク	爆 発 力
	3				(t)	(t)	Kg·m	回/分	(m)	
九 州	4	ディーゼル ハンマー 復 動 式	石川島播 磨重工業	I D H — 2 2	2.2	4.714	5.500	50~60	1.8~2.4	72t
	5	ディーゼル ハンマー 単 動 式	石川島播 磨重工業	T D F 2 2 型	2.22	4.7	5.500	58	2.2	良
	6	ディーゼル ハンマー 単 動 式	石川島播 磨重工業	T D F 2 2 型	2.22	4.7	5.500	65	2.2	良

試験杭総括表 7-4

土 質 関 係			く い 打 試 験		打ち込み 時 応 力 定 測	く い 内 土 砂 の 位 置	備 考
調査会社名	杭との 距 離	土質質 柱状図	リバウン ド 量	貫入量			
基 礎 地 盤 コンサルタント	至近				無		
九 州 建 設 コンサルタント							
九 州 建 設 コンサルタント							

§ 3. 鉛直支持力について

3-1 鉛直支持力総括表

この表に、静力学公式、打ち込み公式による推定値と載荷試験から求めたものを載せた。

それぞれの公式は道路橋下部構造設計指針、くい基礎の設計編 P. 9~P. 15 に掲載のものに従った。なお建築基準の打ち込み公式は、次式のとおり、

$$R_u = \frac{3}{5} \frac{F}{S + 0.1}$$

ここに R_u : くい極限支持力

F : ハンマの打撃エネルギー、($t-m$) ドロップハンマまたは単動くい打ちの場合 $W_H \cdot H$ = ハンマ重量 $\times$ 落下高さ

S : くい最終貫入量 (m)

載荷試験からの降伏支持力および極限支持力は次のようにして求めた。

前年度の中間報告において、極限支持力の求め方について、私見を述べたが、いま、そこでの手法をふくめて、復習してみる。

地盤の破壊について、締つた密な地盤に基礎が置かれたとき、(ぐいが支持層に打ちこまれた場合もおおむね、これに概当する) には、基礎幅すなわち載荷幅の 5% 程度の沈下を起したとき、破壊するといわれている。

極限支持力の推定方法として、この考え方をふくめて次のような方法が提案されている。

1) 沈下量一定 (沈下量と載荷幅の比を一定) にして、それに対応する荷量を求める。

2) $\log P - \log S$ 曲線 (P は荷重、 S は沈下量) を書いて折点を調べ

る。

3) $P = P_{\max} (1 - e^{-ks})$ 法で、直線値を示す $P_{\max}$ を求める。

4) P が一定のときの $S = K \log T$ (T は時間) 曲線を書き K の変化を調べる。

5) P が一定のときの dS/dT を図および計算から求める。

このような考え方に対して、次のような考え方がある。

すなわち、極限支持力は、くいの破壊ということの意味を持つが、実際には設計上許容できない沈下量を生ずるので、沈下量を考慮した降伏支持力が設計上意味を持つてくる。

降伏支持力の規定についても、いろいろ異論のあるところであるが、今回の整理では $\log P - \log S$ 曲線の第 1 折点をもつて降伏値とし、その $3/2$ 倍の値をもつて一義的に極限支持力とした。すでに土木技術資料 7-7 に発表した、クリープ曲線の利用による判定は、個々の資料について、完全な読取り値の報告がないので、中止した。

「鉛直支持力総括表 — 1 」

「 ” — 2 」

「 ” — 3 」

「 ” — 4 」

「 ” — 5 」

鉛直支持力総括表 - 1

地 建 名	橋 梁 名	静 力 学 公 式			打 ち 込 み 公 式		載 荷 試 験		備 考
		Terzaghi	Meyerhof	Dörr	Hiley	建築基準	降 伏	極 限	
北 池 田	南 沢 橋	158	161	103	598	124	160	240	
	浜 益 橋	101	124	127	284	127	207	310	
	岩見沢跨線橋C杭	321	280	266	687	259	187	280	
	岩見沢跨線橋G杭	380	333	319	481	250	227	340	
	岩見沢大橋	377	292	524	550	263	227	340	
	富士見橋	143	246	174	450	97	167	250	
東 北	花巻跨線橋	—	—	—	—	—	90	135	
	深 沢 橋	199	379	120	610	207	200	300	
	前 山 橋	248	353	124	137	95	87	130	
	仙 北 橋	115	174	39.5	—	—	73	110	
	横手第一跨線橋	242	238	119	284 ~340	—	110	120	◎
	横手第二跨線橋	303	641	173	420 ~510	—	150	180	◎
	白沢跨線橋	131	250	57	—	524*	52	78	◎
	" " " " "	115	205	45	—	524*	47	71	◎
	大 田 川 橋	312	568	253	520 ~630	—	130	182	◎

(*)はAASHOの式による。

鉛直支持力総括表 - 2

地 建 名	橋 梁 名	静 力 学 公 式			打 ち 込 み 公 式		載 荷 試 験		備 考
		Terzaghi	Meyerhof	Dörr	Hiley	建築基準	降 伏	極 限	
卓 北	下川沿跨線橋	94	282	22	—	648*	55	83	◎
関 東	市川橋(尖頭)	233	457	54	417	160	240	360	
	市川橋(開放)	233	457	54	483	152	213	320	
	背山水門(1)	700	401	880	587	176	227	340	
	" " " " (2)	688	342	906	420	156	227	340	
	小名木川水門	853	437	831	416	187	300	450	
	利根川橋(A ₂)	323	382	243	377	205*	190	285	◎
	利根川橋(P ₁₀)	250	320	125	466	281*	160	240	◎
	金町バイパス (矢切高架橋)	867	467	952	489	215	240	360	
	" " " " " (" " " " ")	284	274	261	225	175*	200	330	
	千葉県松戸市 小山地区内	228	1066	61	500	1280*	320	480	◎
北 陸	六日町跨線橋	443	341	1288	227	214	133	200	
	柿崎橋	292	320	920	—	—	240	360	
	川井橋	150	78	145	—	—	193	290	

鉛直支持力総括表 — 3

地 建 名	橋 梁 名	静 力 学 公 式			打 ち 込 み 公 式		載 荷 試 験		備 考
		Terzaghi	Meyerhof	Dörr	Hiley	建築基準	降 伏	極 限	
北 陸	三 条 大 橋	314	426	325	342	133	207	310	
中 部	新天竜川橋(D杭)	1015	639	1461	—	—	360	540	
	新天竜川橋(B杭)	1215	864	1752	—	—	347	520	
	中 川 運 河 橋	447	595	378	—	—	200	300	
	庄 内 新 川 橋	878	841	590	—	—	220	330	
	港 新 橋	1386	1055	1561	—	—	320	480	
	港栄町高架橋No1	—	—	—	488	—	—	—	降伏点 ◎
	“ “ “ “ “ “ No2	—	—	—	488	—	—	—	
	“ “ “ “ “ “ No3	—	—	—	488	—	—	—	以下 ◎
	“ “ “ “ “ “ No4	—	—	—	488	—	—	—	◎
									◎
近 畿	八 幡 大 橋	387	482	203	605	242	153	230	
	木津川尻無川橋梁	—	186	—	360	61	38	57	
中 国	神 戸 橋	149	203	203	—	—	167	250	
	船 越 橋 (PA)	1290	596	1650	—	—	253	380	

鉛直支持力総括表 - 4

地 建 名	橋 梁 名	静 力 学 公 式			打 ち 込 み 公 式		載 荷 試 験		備 考
		Terzaghi	Meyerhof	Dörr	Hiley	建築基準	降 伏	極 限	
中 国	船 越 橋 (P _B)	1,270	586	1,600	—	—	200	300	
	" " " (P _C)	694	344	768	—	—	173	260	
	" " " (P _D)	676	344	729	—	—	200	300	
	" " " (P _E)	864	560	782	—	—	253	380	
	" " " (P _F)	607	371	440	—	—	267	400	
	新 住 吉 川	860	595	652	398	193	247	370	
	石間川氷門 橋42	603	434	562	343	186	160	240	
	" " 橋278	839	616	677	462	163	227	340	
	" " 橋486	830	564	662	513	105	253	380	
	黄 金 橋1	914	651	973	518	177	160	240	
	" " "2	706	502	653	542	184	187	280	
	広島市仁保町 津	574	635	416	—	—	210	315	◎
	" "	574	635	416	—	—	205	308	◎
	島根県大田市 静間町地内	270	344	274	264	524*	90	135	◎

鉛直支持力総括表— 5

地 建 名	橋 梁 名	静 力 学 公 式			打 ち 込 み 公 式		載 荷 試 験		備 考
		Terzaghi	Meyerhof	Dorr	Hiley	建築基準	降 伏	極 限	
中 国	安来改良4期 新伯大橋	213.3	206.4	147.2	489	1,195*	—	—	降伏点以下 ◎
	安来改良3期 新吉田橋	443	343.5	142	732	1,900*	108	128	◎
	安来改良3期第6号溝渠	179	195.9	132	133	1,500*	85	128	◎
	安来改良第4号溝渠	185	252.5	129	462	680*	85	—	◎
	新 飯 梨 橋	277.8	290.1	250	—	1,460*	—	—	降伏点以下 ◎
	安来改良2期飯梨池橋	218	313.1	156	282	407*	—	—	◎
	安来改良1期 田瀬橋	193	358.3	150	—	—	—	—	◎
四 国	新吉野川 橋φ=800	645	770	930	1,067	334	234	350	
	“ “ φ=1,000	1,010	1,200	1,270	1,370	384	335	500	
	高 知 橋	589	687	1,086	633	226	335	500	
	炸 田 橋	—	—	—	263	195	94	140	
	津 田 川 橋	312	389	447	696	217	147	220	
九 州	な し								

◎：昭和40年度実施のもの

3-2 くい長さと極限支持力。

比較的データのそろつた径500mmの鋼管ぐいについて、支持ぐいと摩擦ぐいに分けて、図示すると、〔図-3-1〕〔図-3-2〕を得る。また、径600mmの支持ぐいについて示すと〔図-3-3〕を得る。

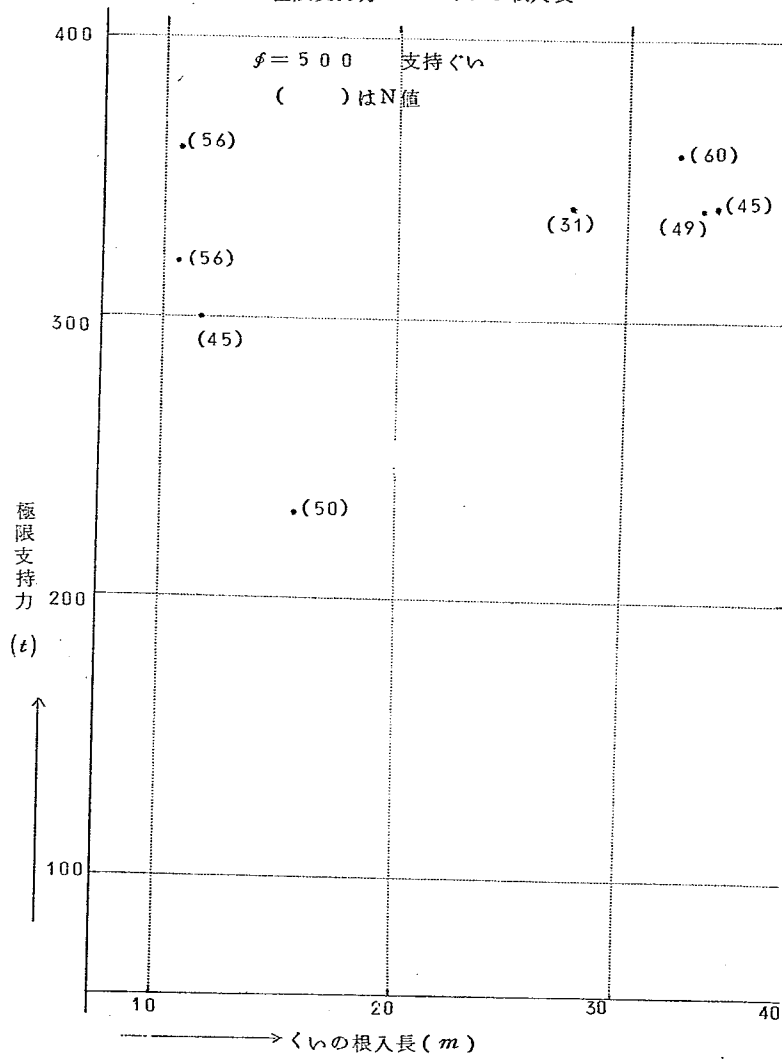
1) 支持ぐいについては根入れ長の影響が少なく、径500mmのぐいで300t-350t、径600mmのぐいで300t-400tの支持力を与えている。この場合N値を支持力とについて、明白な相関は認められない。

2) 摩擦ぐいについては、くい長の影響が、明白に読みとれ、周辺摩擦力として、約 6 t/m^2 のものが働いている。

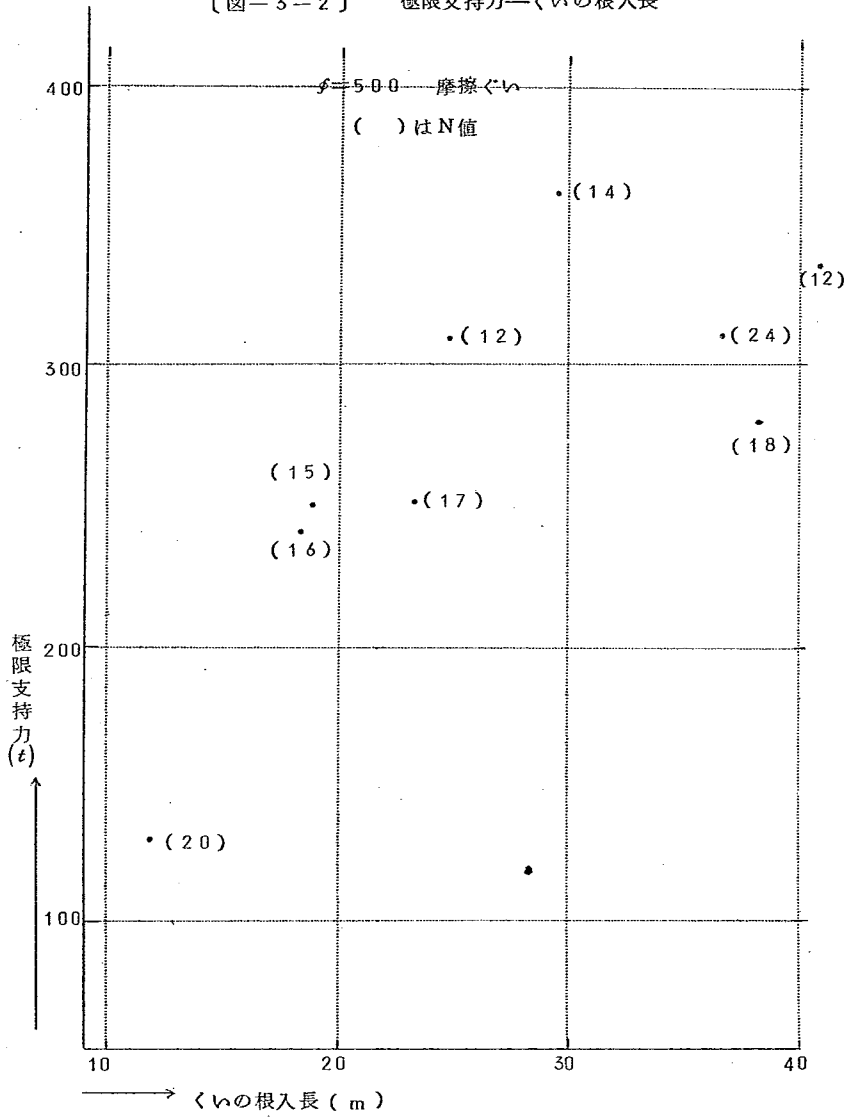
打ちこまれたくいの平均的な値の目安になろう。

〔図—3—1〕

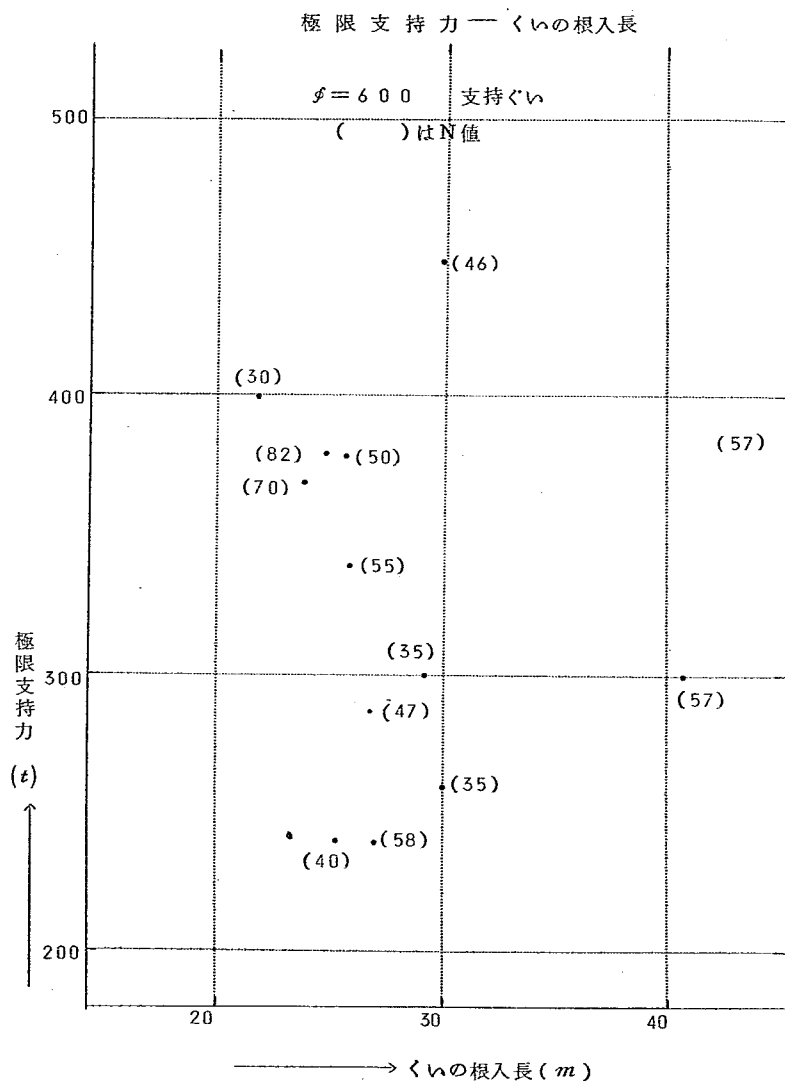
極限支持力——くいの根入長



〔図-3-2〕 極限支持力—くいの根入長



〔図-3-3〕



3-3 公式から求めた支持力と極限支持力。

くいの軸方向許容支持力を求めるには、載荷試験によるほか、静的、動的支持力公式によることができる。

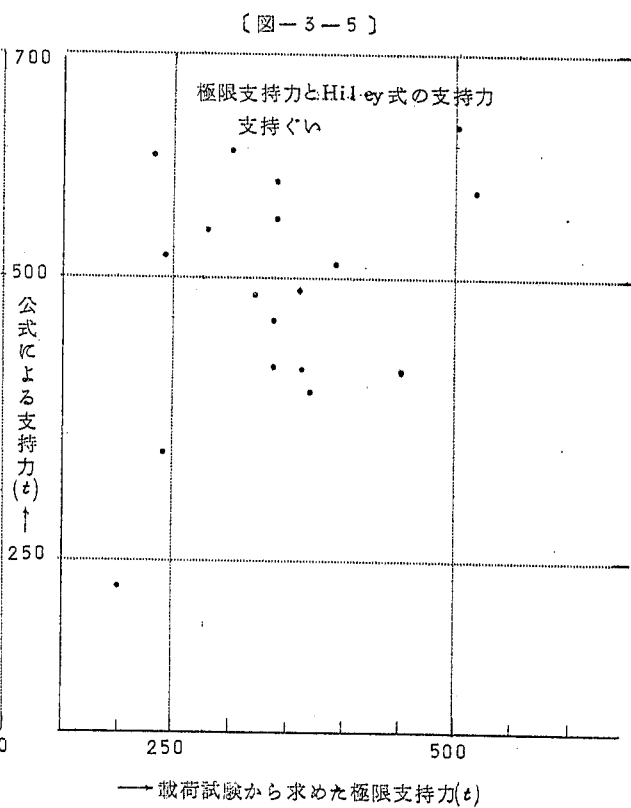
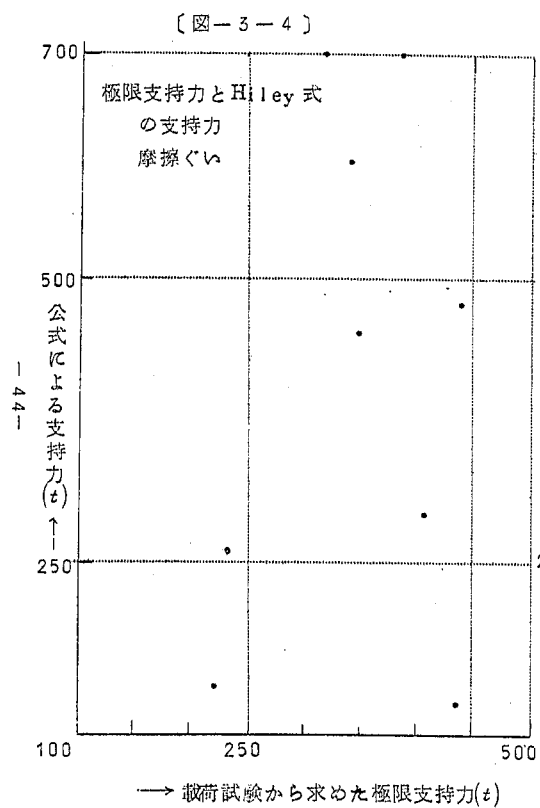
これらの公式を適用するには、くいを打ちこんだ地盤の土質性状を各種現位置試験、室内試験の結果で表示できることが、必要であるが、その場合でも、これらの公式は、すべて仮定した力学モデルのうえて成立しているので、いかに、土質性状を適確に把握できても、真値を求めることはできない。

すなわち、実際の支持機構を解明することと、実用的な要求とが、必ずしも一致していないが、実際のな積み重ねから、経験的な修正により、簡単なもので、しかも正しい値を容易に推定できるようなことをねらっていることになる。

この意味で、実測値と、公式による計算値の対比が意味を持つてくる。したがって、以下に述べるような対比の結果、大き目に出るとか、小さ目に出るとか言うことはあくまで、現状での議論であり、当然、将来において、本質的な究明がなされねばならない内容のものである。

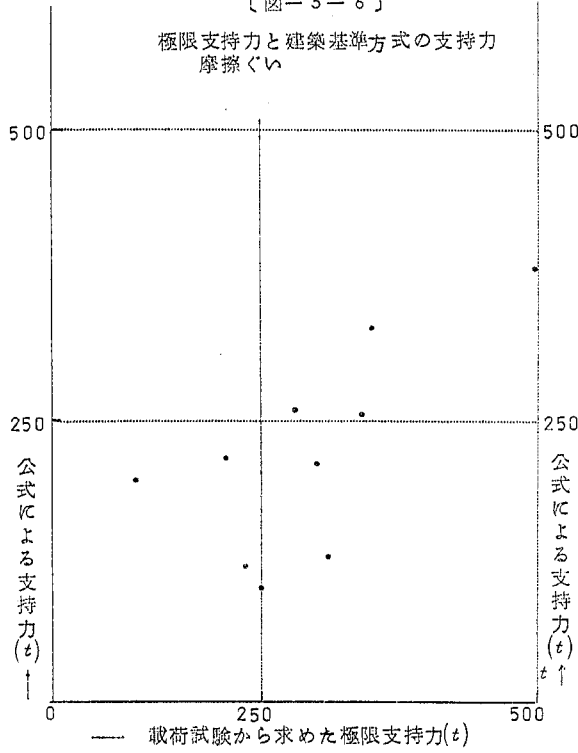
打ちこみ公式と載荷試験により求めた結果を〔図-3-4〕〔図-3-5〕〔図-3-6〕〔図-3-7〕に示す。

次に、Terzaghi, Meyerhof の静力学公式と載荷試験から求めた極限支持力との対比を示すと、〔図-3-8〕〔図-3-9〕〔図-3-10〕〔図-3-11〕を得る。



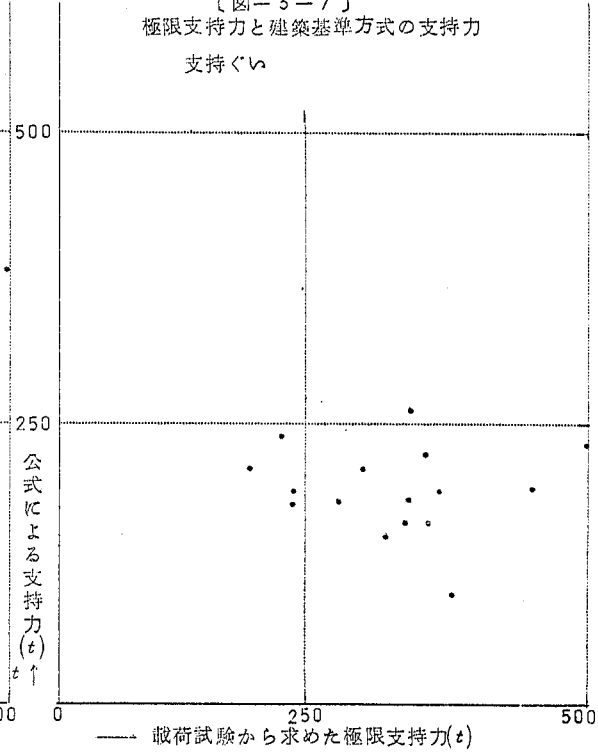
〔図-3-6〕

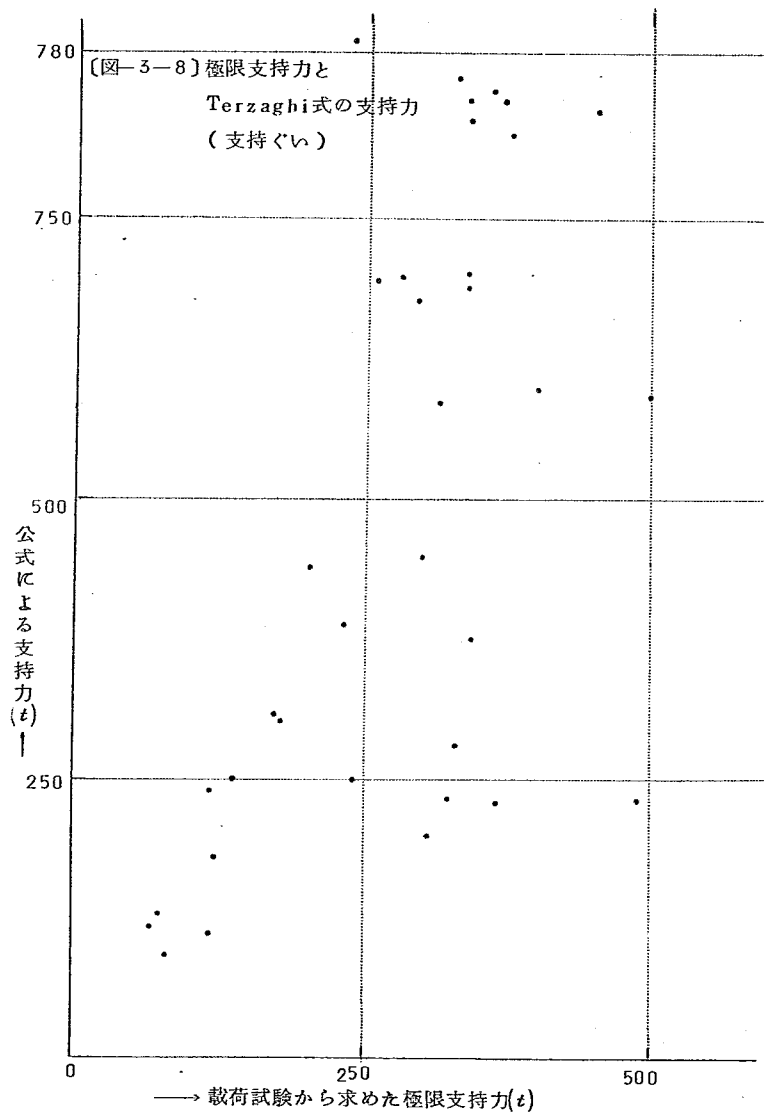
極限支持力と建築基準方式の支持力
摩擦ぐい

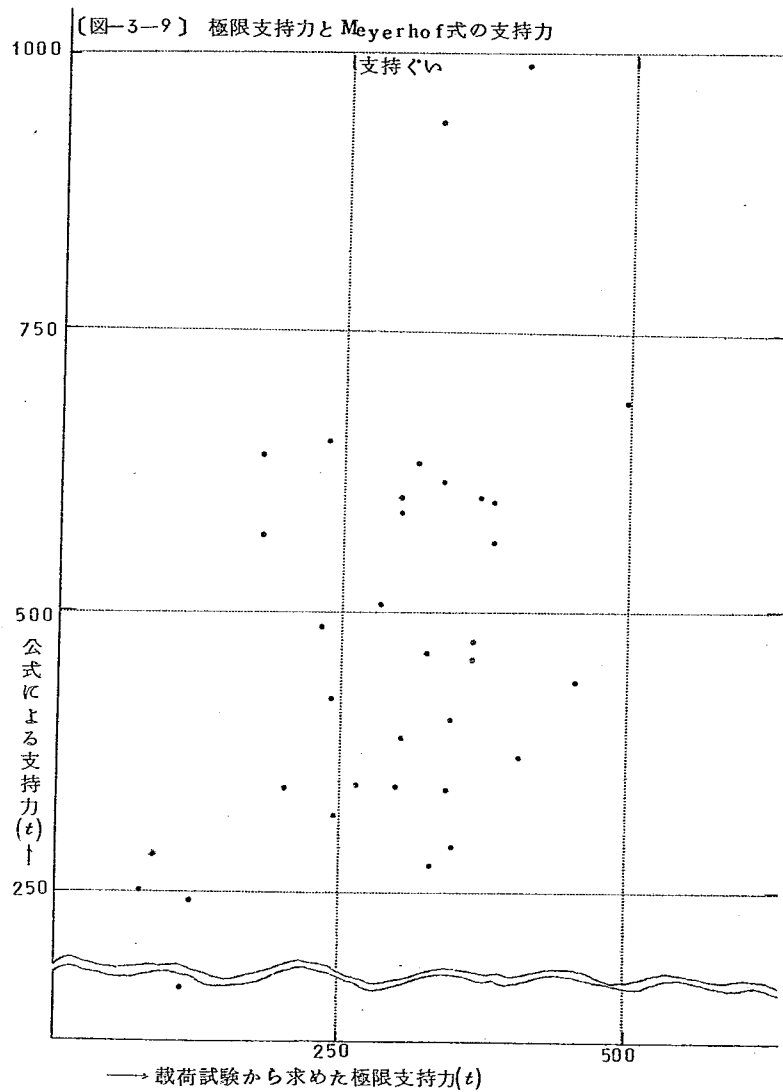


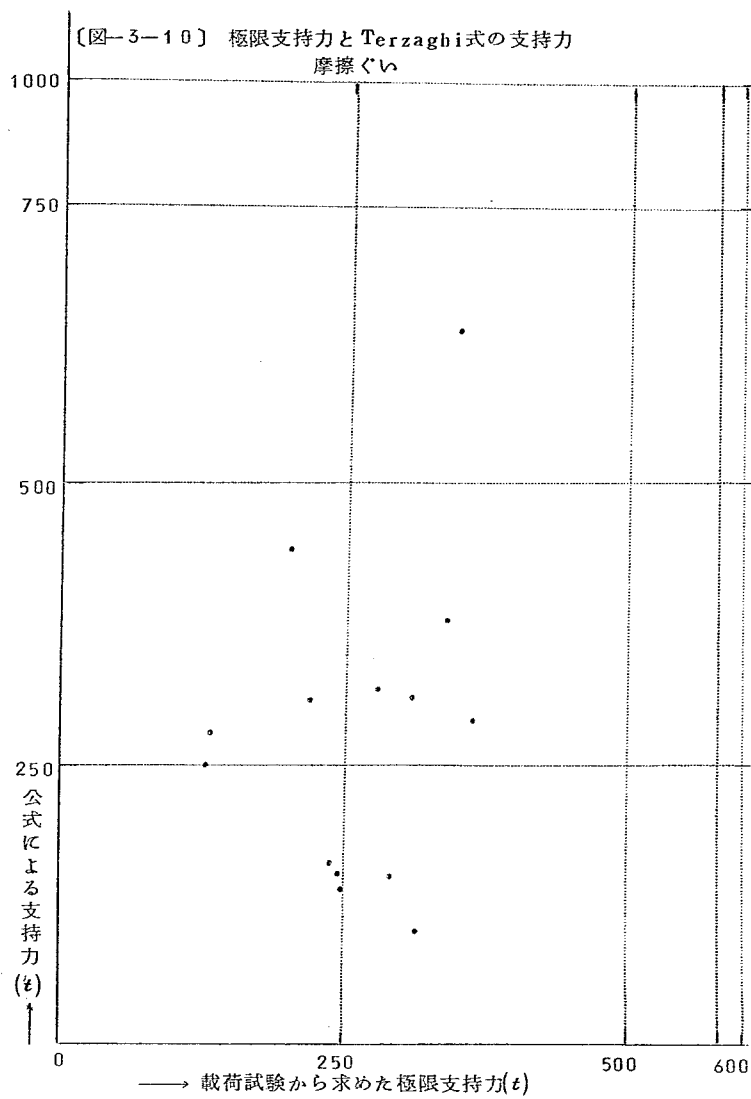
〔図-3-7〕

極限支持力と建築基準方式の支持力
支持ぐい

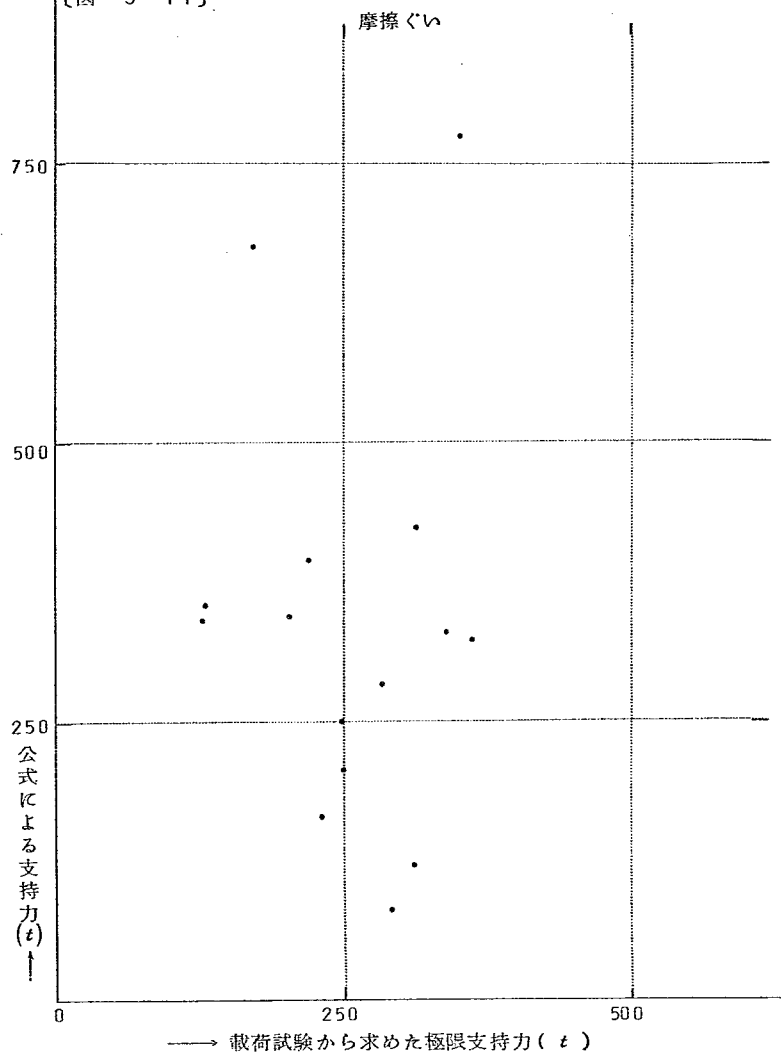








〔図-3-11〕 極限支持力とMeyerhof 式の支持力



以上の取りまとめから、明白な結果を導き出すことはできない。

一般に言われているように、静力学公式で求めたものが載荷試験から求めたものより大き目に出ること。打ちこみ公式から求めたものも、相当大きなバラつきを示すこと、の2点を指摘できよう。前者については、支持機構の究明と土質性状の定量化が望まれるし、後者については、沈下量、リバウンド量の測定そのものの問題と、静的な載荷条件と、動的な状態でのエネルギー平衡として取扱う矛盾の問題と両方をふくんでいると言える。

今後鉛直支持力推定の方法としては、多数の載荷試験結果と、地盤構成の分類から、くい径、くい材料が定まり、地盤構成が、はつきりすると、支持力の範囲が規定できるようになるのではないかと、予想される。

最終的には、現位置試験、室内試験結果と結びつけた、静力学公式が誕生すると思うが。

§ 4. 単直ぐいの水平支持力について

4-1 単ぐいの水平支持力総括表。

地盤反力の測定結果と、載荷試験の結果から、Chang の式による逆算 K —値を示した。「表—4—1」参照。

地盤反力係数の測定値の例が少ないので、設計法として我々が用いようとしている逆算 K —値との間の関係は明白でない。

一方、 K 値の推定については、水平抵抗を支配するのが比較的地表に近い、4 m～5 m の区間の地盤とするとその内の標準貫入試験 N —値と、この逆算 K 値とのグラフを画くと、〔図4—1〕を得る。

単直杭の水平支持力総括表 - 1

地建名	橋 梁 名	地 盤 反 力 係 数 の 測 定					載 荷 試 験		備 考
		プレオメーター	土研式 ゴ・ム テューブ	平盤載荷	一軸又は 三軸圧縮試験	そ の 他	Chang式に よる逆算K値 ($\delta = 1\text{cm}$)	Chang式に よる逆算K値 ($\delta/D = 2\%$)	
北 海 道	浜 益 橋	—	0.4	—	—	—	—	—	
	岩見沢跨線橋	—	—	—	—	—	1.3	1.3	
	岩見沢大橋	—	—	—	—	—	1.6	1.6	
	富 士 見 橋	—	1.7	—	—	—	1.6, 2.6	1.6, 2.6	
東 北	仙 北 町 橋	—	—	—	—	—	17.8	15.5	
	横手才一跨線橋	—	—	3.6	3.1	—	—	—	
	横手才二跨線橋	4.4	—	3.6	—	—	5.7	5.7	
	白沢跨線橋(1)	—	—	—	—	—	—	—	
	" (2)	—	—	—	—	—	—	—	
	大 田 川 橋	—	—	—	—	—	—	—	
関 東	利根川橋(A ₂)	—	1.0	—	—	—	1.3	1.3	
	" "	—	1.0	—	—	—	1.2	1.3	
	" "	—	1.0	—	—	—	1.0	1.0	

単直杭の水平支持力総括表 - 2

地建名	橋 梁 名	地 盤 反 力 係 数 の 測 定					載 荷 試 験		備 考
		プレオメーター	土研式 ゴム チューブ	平板載荷	一軸又は 三軸圧縮試験	その他	Chang式に よる逆算値 ($\delta=1\text{cm}$)	Chang式に よる逆算値 ($\delta/D=2\%$)	
関 東	金町バイパス 矢野高架橋	—	—	—	—	—	3.7	3.7	
	"	—	—	—	—	—	3.0	3.0	
	千葉県松戸市 小川地内	—	2 ~ 3	—	—	2.5 米	—	—	
	背水門	—	—	—	—	—	10.1	10.1	
	小名木川水門	—	—	—	—	—	—	—	
北 陸	六日町跨線橋	—	—	—	—	—	0.4	0.1	
	港栄町高架橋	—	—	—	—	—	1.7	2.3	
中 部	"	—	—	—	—	—	2.5	3.8	
	"	—	—	—	—	—	2.3	2.7	
	"	—	—	—	—	—	3.2	3.6	
近 畿	枚方モデル試験	—	0.7 ~ 2.0	—	1.3	0.3 ~ 1.5 米	8.0	12.0	
	"	—	—	—	1.3	"	5.4	8.0	

米 L.L.T 法による

単直杭の水平支持力総括表 - 3

地建名	橋 梁 名	地 盤 反 力 係 数 の 測 定					載 荷 試 験		備 考
		プレジメーター	土研式 ゴム テープ	平板載荷	一軸又は 三軸圧縮試験	その他	Chang式に よる逆算係 数(δ=1cm)	Chang式に よる逆算係 数(δ/D=2%)	
近畿	枚方モデル試験	—	0.7 ~ 2.0	—	1.3	0.3 ~ 1.5 米	2.5	8.6	
	"	—	"	—	1.3	"	0.6	1.0	
	"	—	"	—	"	"	2.2	1.4	
	"	—	"	—	"	"	1.6	2.5	
	"	—	"	—	"	"	5.2	8.7	
	"	—	"	—	"	"	3.7	5.6	
中 国	船 越 橋	—	—	—	—	—	—	—	
	安来改良4期 新 吉 田 橋	—	—	—	—	—	—	—	
	安来改良3期 才 6 才 梅 渠	—	—	—	—	—	—	—	
	新 飯 梨 橋	—	—	—	—	—	—	—	
四 国	徳島県山城町 下 名	—	—	—	—	—	5.8	7.3	
	愛媛県温泉郡 久 谷 村 大 平	—	—	—	—	—	2.2	2.3	

※ L L T 法による

単直杭の水平支持力総括表 - 4

地 建 名	橋 梁 名	地 盤 反 力 係 数 の 測 定					載 荷 試 験		備 考
		プランゲメーター	土研式ゴム デューブ	平板載荷	一軸又は 三軸圧縮試験	そ の 他	Chang式に よる逆算値 ($\delta=1\text{cm}$)	Chang式に よる逆算値 ($\delta/D=2\%$)	
四 国	愛媛県温泉郡 八谷村大平	—	—	—	—	—	2.4	2.3	
	新 吉 野 川 橋	1.8~2.0	—	—	1.5	—	1.0	—	
九 州	裏 田 橋	—	—	—	—	—	(14.6) [*]	—	カルウエルド杭
	宝 橋	—	—	—	—	—	(22.3) ^{**}	—	カルウエルド杭
	新 六 俣 橋	—	—	—	—	—	4.0	3.4	
	"	—	—	—	—	—	2.8	3.4	

* $\delta = 0.13 \text{ cm}$ に対するもの (30 t)

** $\delta = 0.12 \text{ cm}$ に対するもの (30 t)

4-2 試験担当者の感想

前節の鉛直支持力についての記述もあるが、特に水平支持力についての意見が多かったので、ここに収録する。

関東地建

1) 矢切高架橋(金町バイパス)

i) 静力学的支持力公式

i) N 値の補正を行わない。 ii) ロッドによる弾性変形の補正のみを行う。 iii) 土質の透水性による補正のみ行う場合には Terzaghi, Meyerhof の公式では過大評価され、ii), iii) の補正を行う必要性が確認された。

ii) 動力学的支持力公式

反発係数、ハンマー効率の取り方に問題があるが、道路協会、Delmag の公式に較べて、Hiley の公式が最も信頼性があるように考えられる。オ 12 回道路講習会で提案された吉田巖氏の式は非常に正確であった。

iii) 水平載荷試験

直杭の試験では福岡一字都氏のボーリング孔を利用したK 値、杭の横方向試験結果から逆算したK 値がよく変位に対してあてはまるが、塑性領域になるに従って相違が大きくなってくる。斜杭でも同じようである。

2) 市川県道立体交差

標準貫入試験結果より推定したK 値より杭の水平試験より推定したK 値は大きい。組杭については、組杭を門型ラーメンとして考えると鉛直方向杭反力が過小となつて求まってくる。水平方向杭反力は適正

である。

3) 利根川橋

変位が 1 cm 以上になると K 値は略一定となり、ゴムチューブ法がかなりよい精度を示す。

4) 市川橋

先端開放杭と先端尖頭杭の支持力を比較すると、沈下量と応力で逆の結果となり、優劣を判断しがたかった。

直杭の水平載荷試験より求めた K 値は福岡一字都氏の実験式よりかなり大きい値を示した。

斜杭は直杭より水平曲げ抵抗が小さい。

単杭と組杭と比較すると単一の杭の耐荷力の代数和より大きい荷重を組杭は担う。

東北地建

1) 太田川橋

プレシオメーターによる K 値と標準貫入試験による K 値はよく対応するが、三軸試験によるものは対応しない。杭の水平試験より得られる値はかなりばらつくが、プレシオメーター又は標準貫入試験結果より得られる値を用いても問題はないようである。

2) 仙北町橋

砂礫層地盤（河床）であるため、能率よくする意味で射水杭打試験を行つた。しかし、実際には土圧をやゝ減少した位にすぎず、jet の効果は見られなかった。

試験地点の地質は特別に堅い砂礫より成り、2.0 m位でN値は90位となつてゐる。平均して40位である。

Chang の式による曲げモーメントと実測曲げモーメントは甚しく形が異つていて、Chang の式を適用できない。

3) 横手オ一跨線橋

静的支持力公式は載荷試験の値の0.9~1.6倍となつていて、Dorr の式が一番よく合つてゐる。

動的公式はヤットコ打を行つたため、大きく出ている。

斜単杭の水平試験を行つたが、水平力による杭の降伏点の Check-off がむづかしく、許容移動量により水平力を求めた方がよい。

試験結果は当初の予想よりかなり小さかつたので、施工面より所定の耐力の得る方法を示しておく。

鉛直支持力 1) 杭の本数の増大

2) 確実な層まで継ぎ杭をする。

3) マサツ力を考慮する。

2) が最も合理的であるが、ボーリングによる再調査を要する。

水平支持力 1) 表層地盤の置換

2) 杭の本数の増大

3) 地盤改良(サンドドレイン等)

4) 古雪橋

橋長200mの3径間連続ダブルワーレントラスである。左岸橋台には鋼管杭基礎、右岸橋台ではN値が50以上で基礎地盤が良好なるため、捨コンクリートと渠石を敷いたが、堀削による乱れと湧水のため、地盤改良工法を行つた。薬液注入工法をとつた。橋脚2基には井

筒工法をとつた。

近畿地建

1) 大阪国道工事々務所

土研式ゴムチューブ法を行つたが、載荷速度が、K 値に及ぼす影響を調べるために等速載荷試験（時間—荷重制御法 $0.25 \text{ kg/cm}^2/10\text{min}$ ）と緩速載荷試験を行つた。一般に載荷速度が大きくなるにつれ、見かけの K 値は大きくなると考えられていたが、実験結果によれば逆の傾向を示した。

次に土研式 K 値試験法を改良した L. L. T 法（Lateral Load Tester）を行い、二つの等速載荷試験を行つたが、荷重速度による違いはなかつた（速度 $0.2 \text{ kg/cm}^2/2 \text{ min or } 10 \text{ min}$ ）。

杭の水平載荷試験は杭径（ $\phi 300$ ， $\phi 400$ ）が 2 種、根入れ長さが 2 種（GL—6.5 m，GL—9.5 m）について各 2 本づつ行つた。降伏荷重としては径の大なるもの程、根入れの大なるもの程、大きい。

K 値を算出するため、降伏時の変位の $1/2$ を各杭の基準変位として考えると、杭径が大なる程、K 値は増大して、一般的傾向と逆である。

又、この K 値を用いてオー不動点、モーメント最大点、たわみ角 0 の点を求めると GL—4 m となつた。

更に杭頭のたわみ角の変化より K—値を求めると他の方法より求めた K—値に較べて、極めて大きい値を示している。

L. L. T 法 と土研式ゴムチューブ法の K—値を比較するとほぼ良い一致を示しているが、E については土研式の方が 2 倍となつている。

しかし、K 値の寸法効果については明らかでない。

種々問題点があるため、今後詳しく検討を行いたい。

§5. 組ぐいの水平抵抗

5-1 くいの軸直角方向バネ常数

組ぐいの試験結果についてくいの軸直角方向バネ常数を求めると「表-5-

1」を得る。

5-2 斜ぐいの効果

斜ぐいをふくめて群ぐいの計算を下部構造の指針では慣用法と、変位を考慮した計算法に分けて述べている。

この変位を考慮した計算においては、ぐいをバネに置きかえて計算するが、バネの決定が問題になる。

鉛直ならびに水平の載荷試験を行う一つの目的として、ぐい軸方向バネ定数とぐい軸直角方向バネ定数の決定がある。

ぐいを設計するにあたって、設計結果を左右するものとして、ぐいに生ずる軸力と曲げ（言い換えればぐい頭水平力）とその結果生ずる変位の量である。

たまたま、変位を考慮した計算の電算プログラムができたので、ぐい軸方向バネ定数 K_V とぐい軸直角方向バネ定数 K_H の影響について調べてみた。

図-5-1 くいのく軸方向力

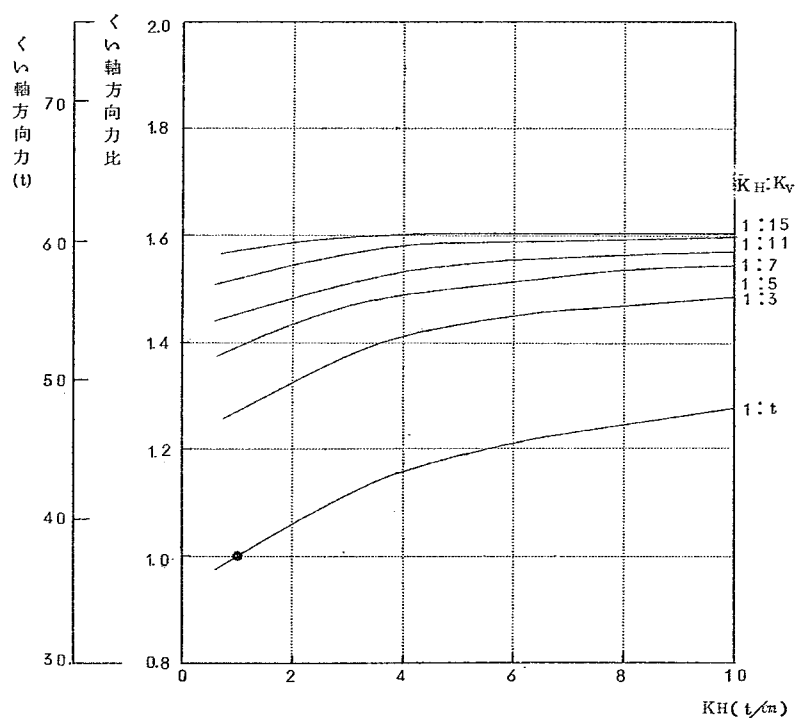


図-5-2 κ の κ の軸方向力

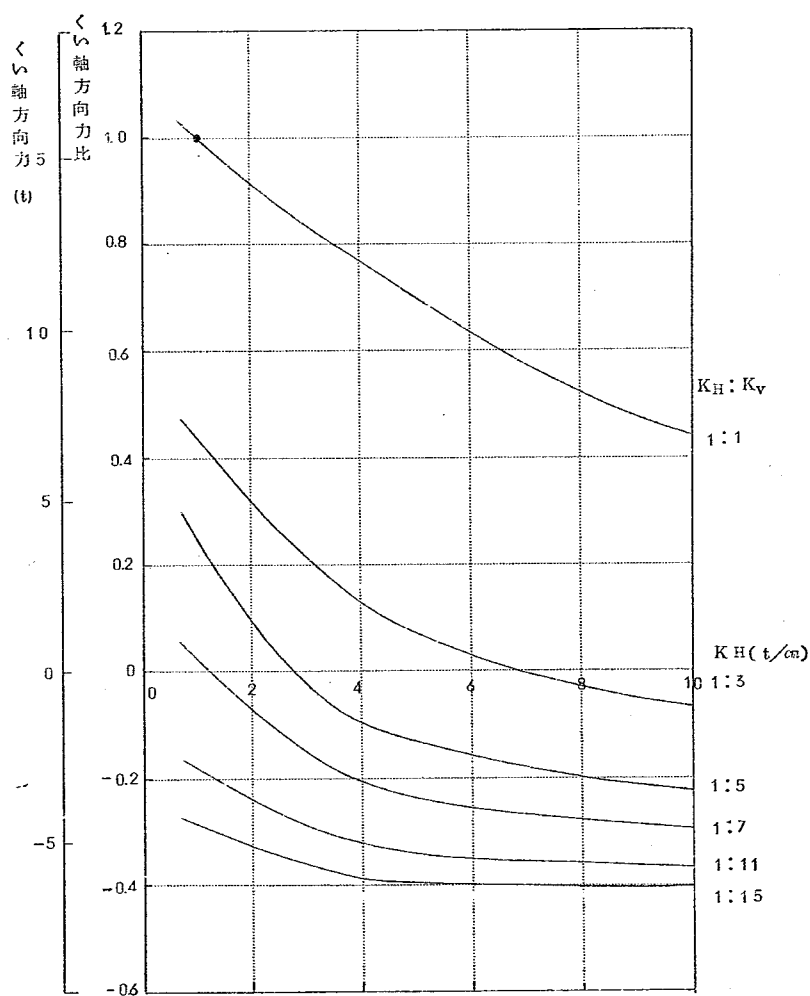


図-5-3 くいの軸直角方向力

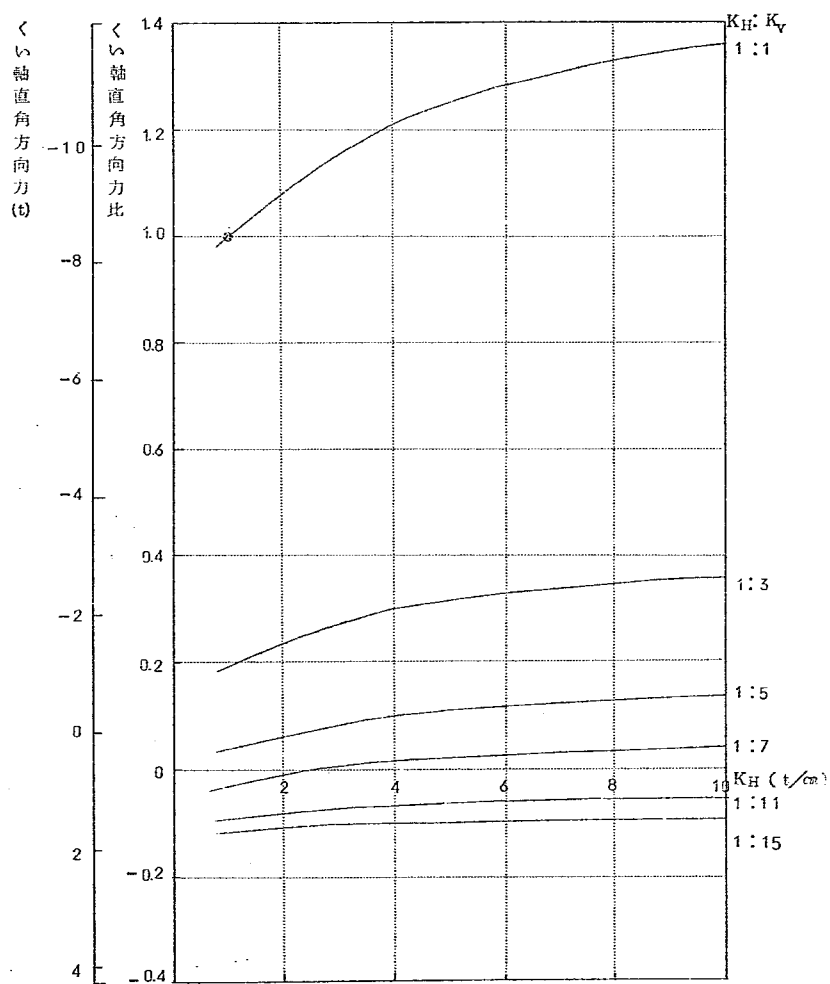


図-5-4 くいの4のくい軸直角方向力

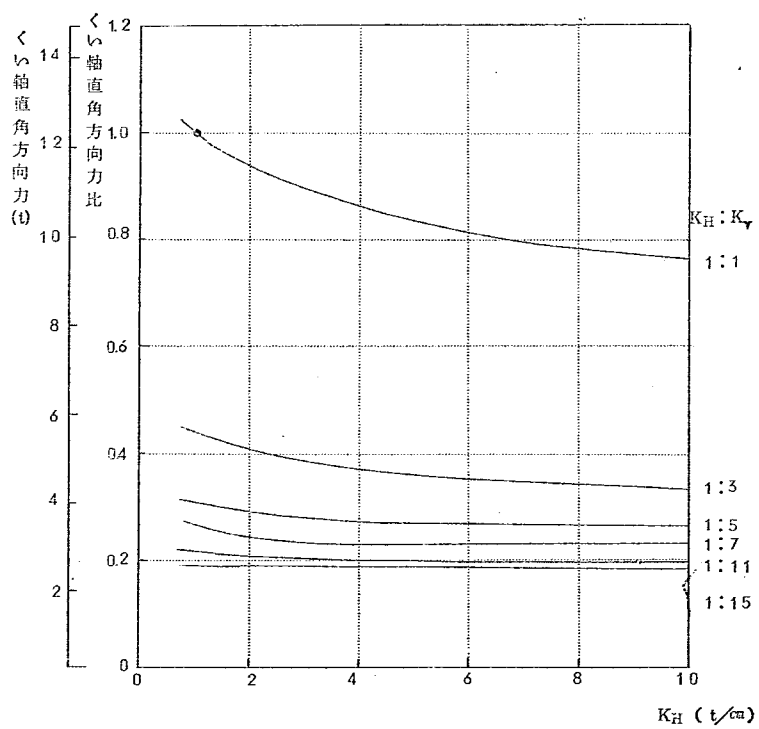


図-5-5 群ぐいの水平変位

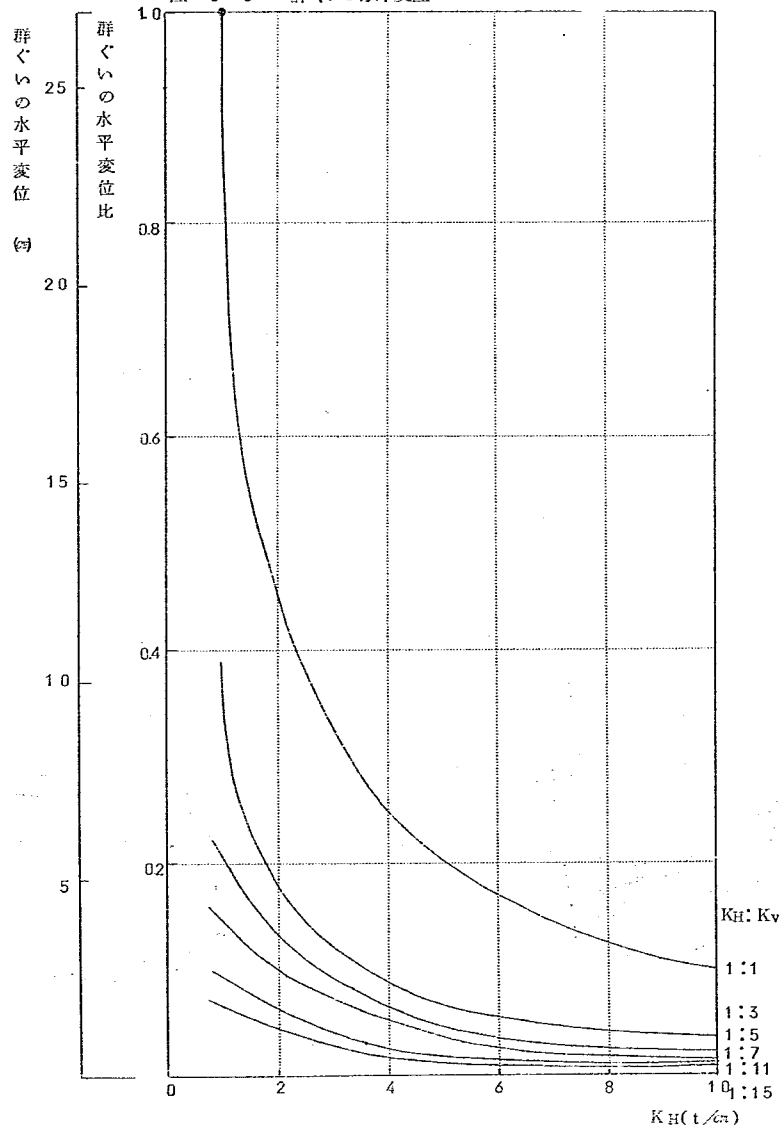
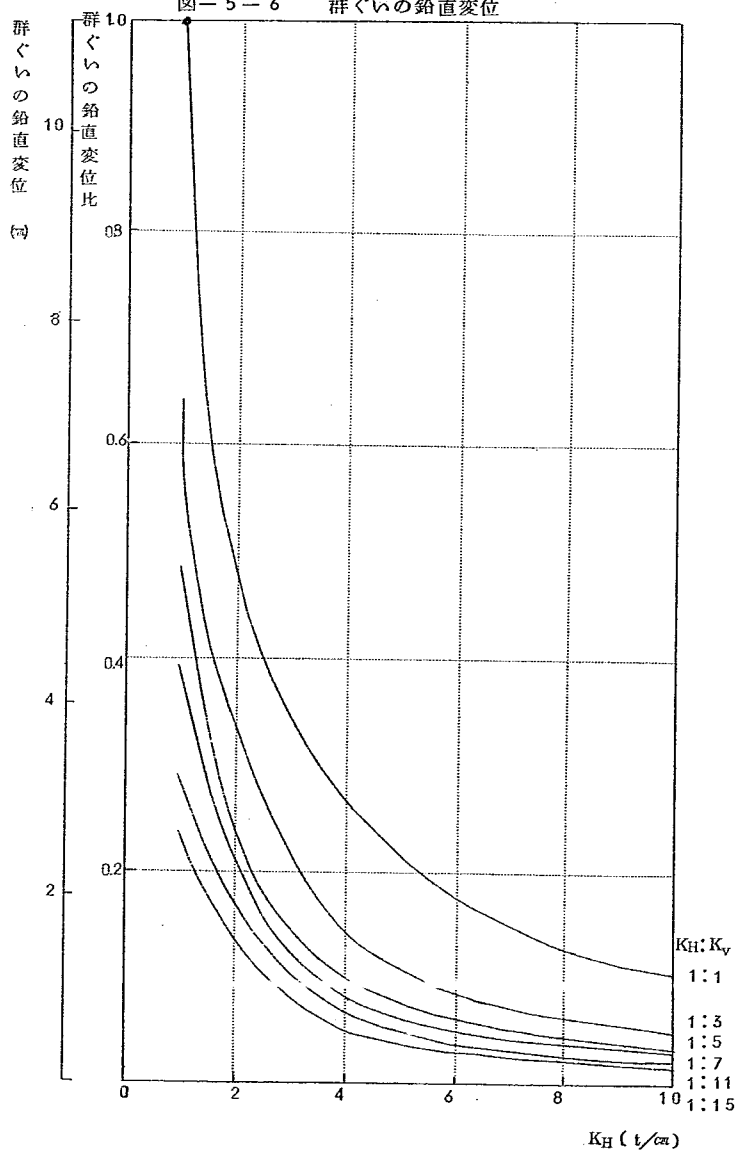
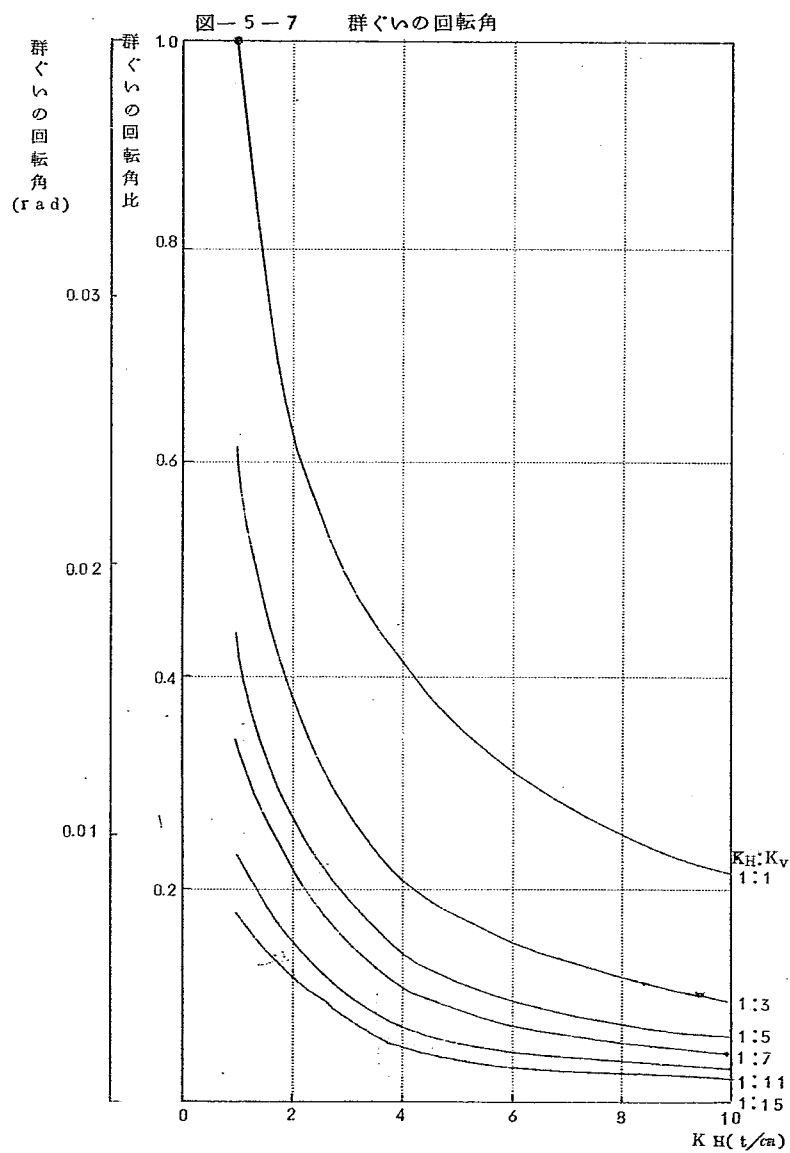
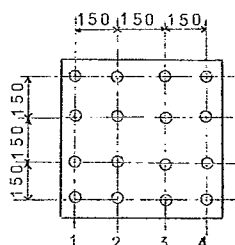
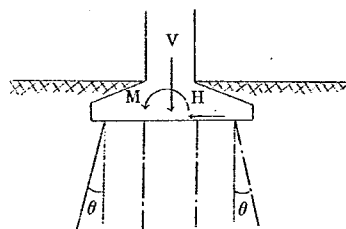


図-5-6 群ぐいの鉛直変位





道路橋下部構造設計指針に基づいて、鉛直ぐいと斜ぐいを混用した群ぐい
と考へ、水平力のみならず、軸力、モーメントも作用させて斜ぐいに生ずる
軸方向力と軸直角方向力を求めたものである。
設計条件は次の通りである。



図—5—8

ぐい頭における荷重

軸 力 $V = 440 \text{ t}$

水平力 $H = 80 \text{ t}$

モーメント $M = 620 \text{ t m}$

ぐいの諸定数(コンクリート杭)

ぐいの直径 $D = 40 \text{ cm}$

ぐいの肉厚 $t = 7 \text{ cm}$

$\tan \theta = 1/5$

これらのグラフは $K_H = 1 \text{ t/cm}$ $K_H/K_V = 1$ を基準として、プロットしたものである。

この計算ではバネ定数の影響の大きいと考えられるバネ定数の弱い範囲を中心計算してみた。

この結果次のようなことを指摘できる。

1) くい基礎を用いる通常の地盤では $K_H = 8 \sim 10 \text{ t/cm}$ 程度で、
 $K_H : K_V = 1 : 10$ 程度と考えられ、その程度では、 K_V が $\pm 20 \sim 30$ %の変動をしても斜ぐいの軸力、変位、回転角などに影響が小さいことが判る。

2) K_H に対する K_V の変動を考えると、 K_H が小さいときには計算結果に比較的大きな影響を与えるので、軟弱地盤に打ちこまれたくいで、 K_H が小さいときには載荷試験などによる K_H の確認が必要になる。

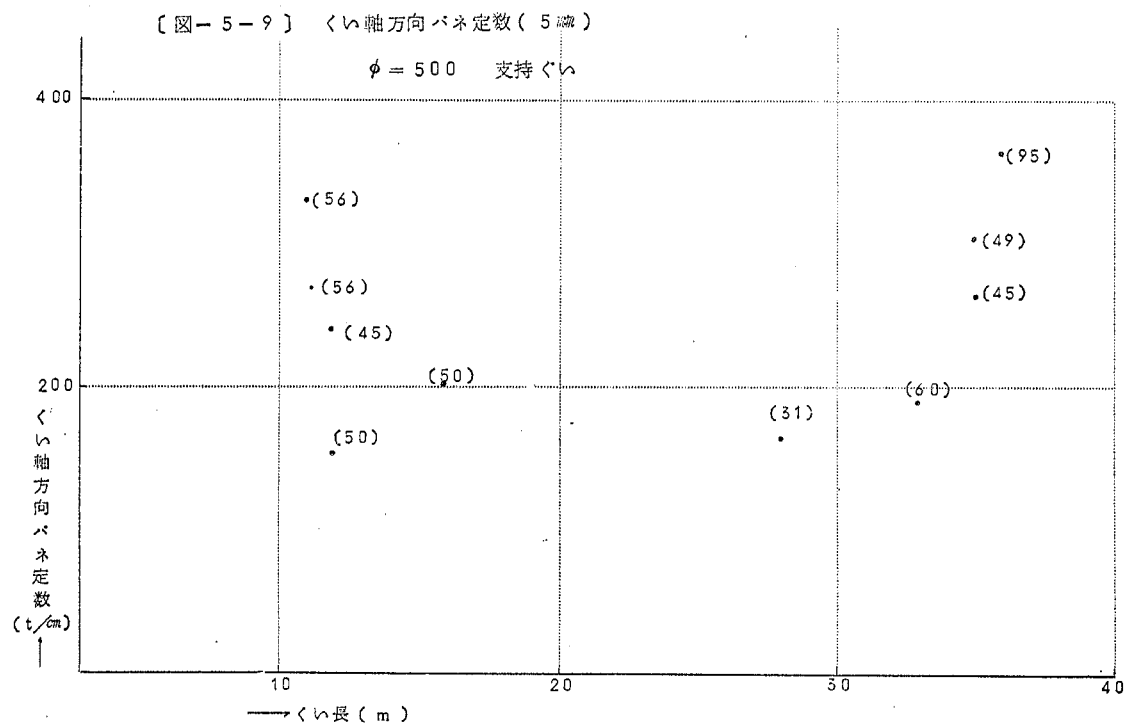
5-3. くい軸方向バネ定数

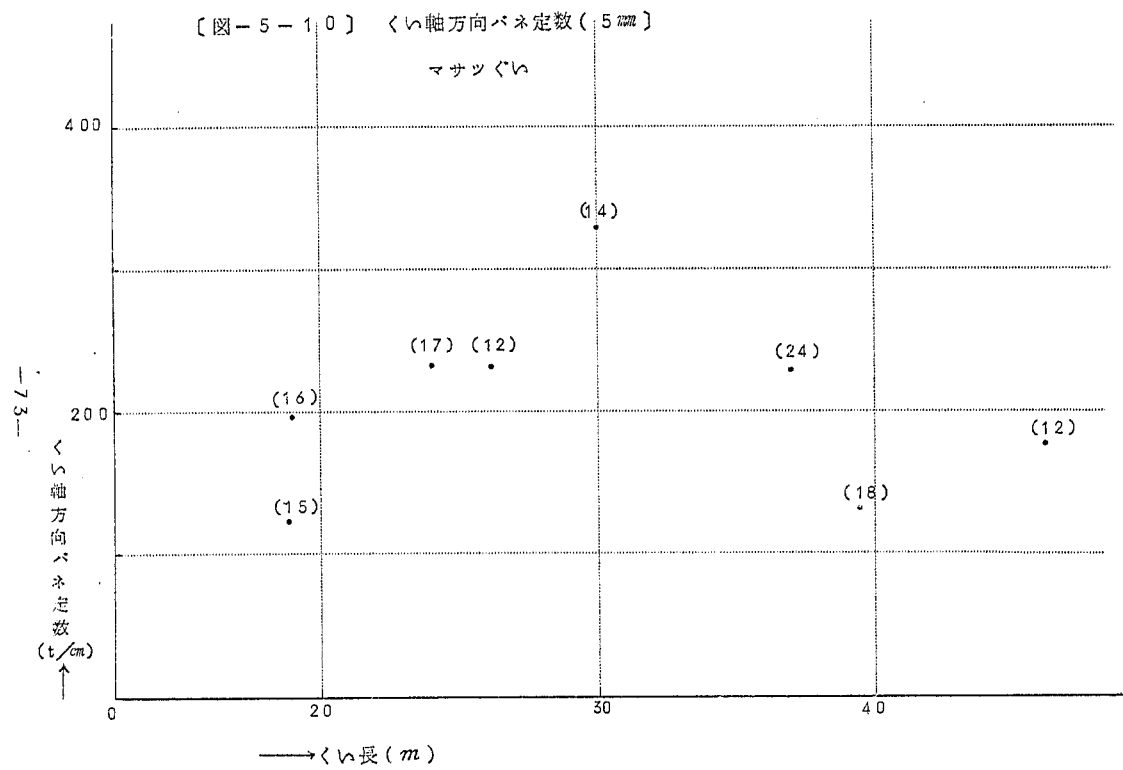
前述の結果からくい軸方向定数バネ定数が $200 \text{ t/cm} \sim 400 \text{ t/cm}$ の鋼ぐいの場合には、 $K_H : K_V = 1 : 10$ 程度の場合が多いので、以下に示す試験結果を利用することが可能であろう。なおこのバネ定数はくい頭沈下量 5 mm のときの、荷重-変位曲線の割線を採用している。

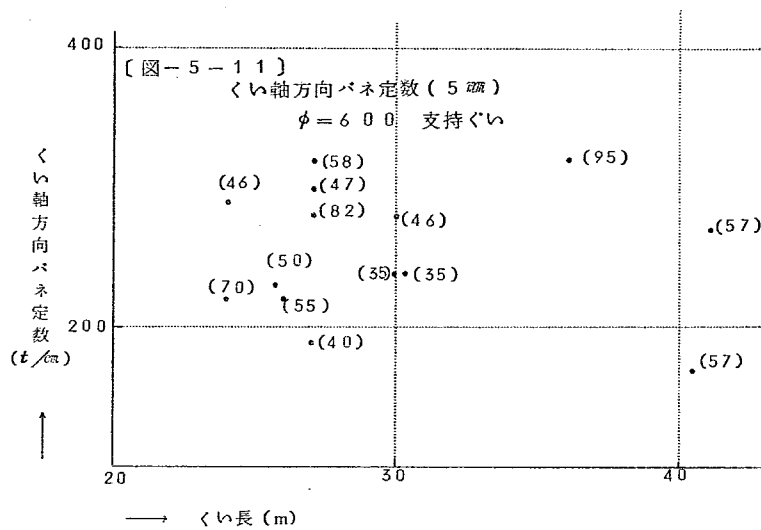
〔図-5-9〕

〔図-5-10〕

〔図-5-11〕







§ 6. む す び

6-1. 今回明かになったこと。

〔1〕 鉛直支持力について

1) 現行静力学公式は載荷試験結果に比べて、大き目に出るが、経験的に修正するものは見出せない。支持機構の解明、土性の定量化など、公式そのものの究明から、出発し直す必要を感じる。

2) くい打ち公式については、公式によるバラつきが大きすぎる。

Hiley 系の公式で、効率と、反撥係数とを取り入れたものが、比較的良い結果を与えるとの報告も見られたが、今回の調査から、まだ、完全に明白でない。

貫入量とリバウンド量の測定を打ち止りにおいて、心がけて行はれることを望むとともに、今回の調査において、その点不完全であつたことが指摘できる。

3) 推定値に比べて、載荷試験の結果が、小さ目に出た事例を、見受けろが、ボーリングの結果によれば、次の2つに大別できる。

イ) 礫をたたいたため、N 値が、実際の地盤密度を表示するより大き目に出たこと。

ロ) 支持層と見なした打ち止り層の下に、軟弱な層をかんでいたこと。

今後、地盤調査の際に十分注意すべきことと言える。

4) クリープの問題

今回のような載荷試験例、打ちこみ記録から、持続荷重に対するクリープの量は不明である。沈下が極めて問題になる個所ではこの問題があることを忘れてはならない。

5) ネガティブフリクション

鉛直支持力に対するネガティブフリクションの影響についての調査研

究はなかつた。

6) 鉛直載荷試験のあり方。

今回の調査研究期間をふくめて、非常に多くの載荷試験が行われているが、鉛直載荷試験は、水平載荷試験に比べて、多額の費用と時間を要するので、特定の重要構造物を除いて、一般には、今回まとめた載荷試験資料、などから、概略の推定を行い、くい打ちにより支持力を確かめて、必要に応じて増しぐいする工法が、推奨されたい。

この点については、総括者の意見なので、発表当日意見を承りたい。

〔2〕 水平支持力について

1) くいの設計K一値について。

今回の調査研究の範囲では明白な結論は求められなかつた。今後、継続した調査、研究が望まれる。

2) 群ぐいの計算におけるバネ定数の影響度がはつきりしたので、設計の精度に応じて、このバネ定数を仮定するなり、試験により求めればよい。

3) 水平載荷試験のあり方。

地盤の非線形性を線形として処理する現在の取扱い、軸直角方向バネ定数の大きさは、変位を問題にすると、群ぐいの場合もふくめて、影響度が大きいこと、試験を比較的手軽に行うことができること、実ぐいでなく、小寸法ぐいの試験でも、相似律が成り立つことなどから、載荷試験の持つ意味は大きい。

地震時の動的な効果については、別の問題として残されるが、現状においては、尙一層の資料の集積が望まれる。この点も総括者の意見なので当日意見を承りたい。

6-2. 今後の問題点

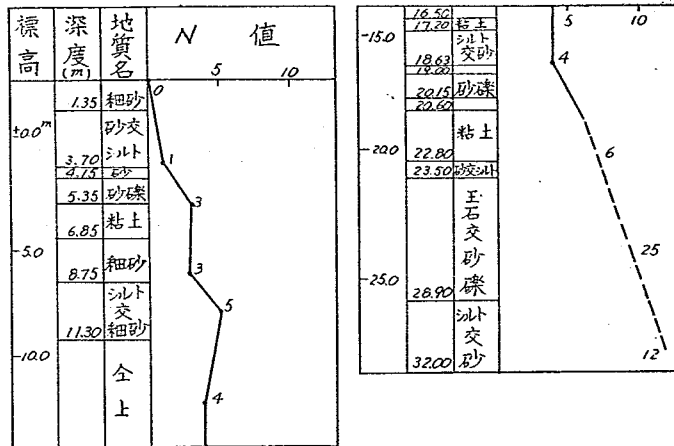
今後の問題点のみを列挙する。

- 1) 地震時のくいの挙動の問題，静的解析と動的解析の結びつけ
- 2) 軟弱地盤での圧密の影響，ネガティブフリクションと曲げ
- 3) くいの材料強度の問題，くいの現場継手，腐蝕
- 4) 1) に関連するが，群ぐい効果の問題，鉛直支持力，水平支持力への影響
- 5) 盛土圧のような持続横荷重に対するくいの挙動
- 6) くいの支持力に対する，フーチングの影響

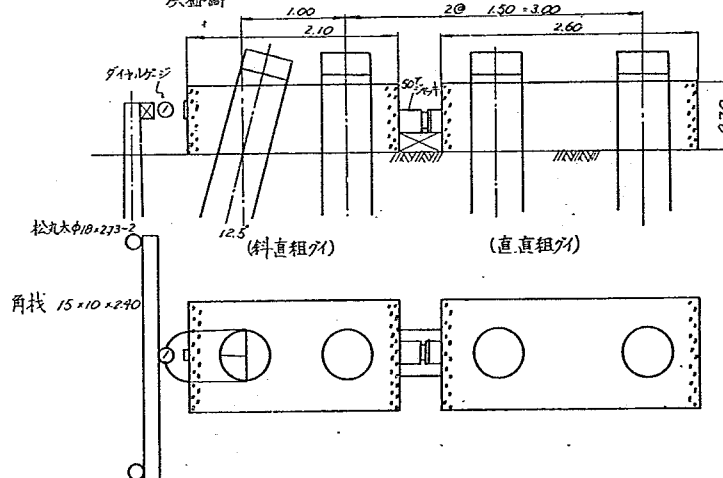
今回の取りまとめは，土木研究所構造橋梁部基礎調査室で行った。

建設専門官	吉 田 巖
"	吉 中 竜之進
研 究 員	駒 田 敬 一
"	足 立 義 雄
研究補助員	吉 岡 繁
"	高 水 尚 英
"	志 賀 博
"	和 泉 孝 位
"	草 山 晃

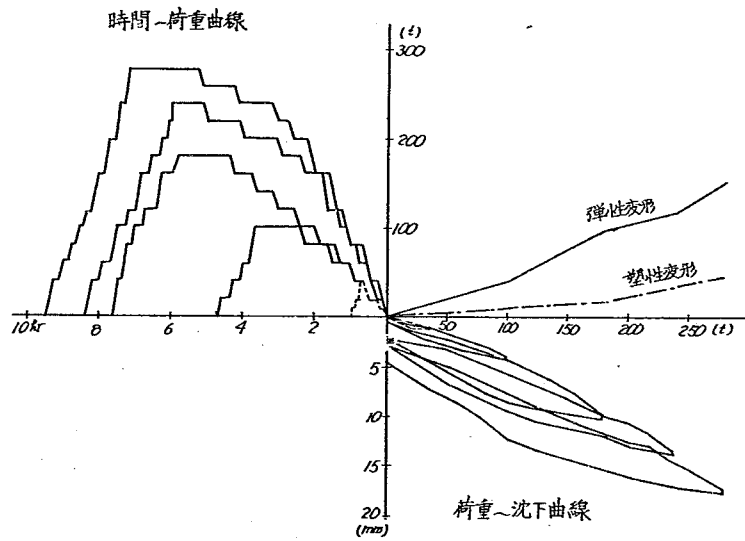
浜益橋土質柱状図 (北海道開発局)



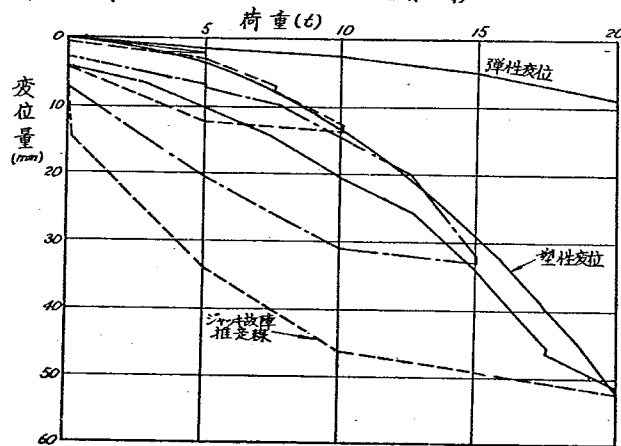
浜益橋 組立荷重試験配置図 単位:m (北海道開発局)



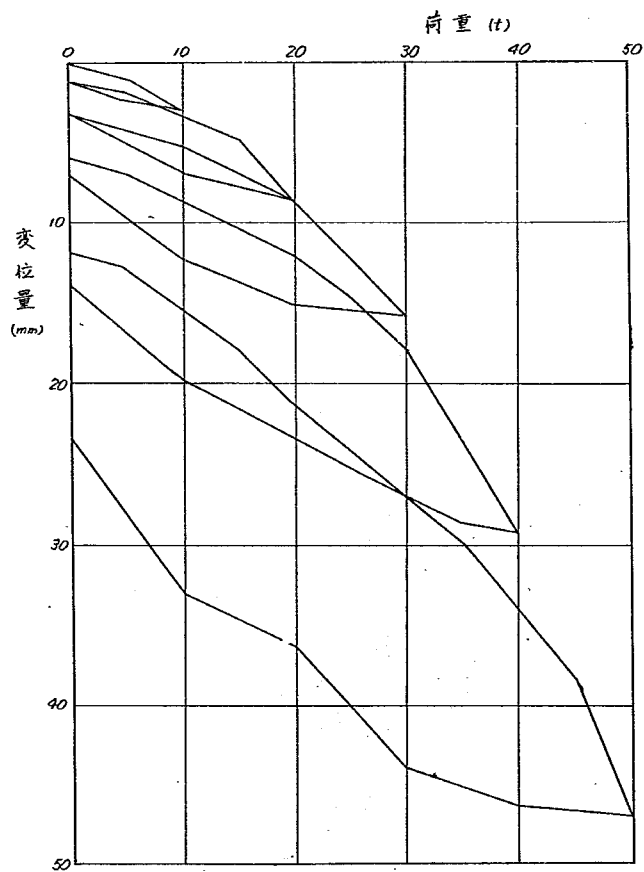
鉛直載荷試験



単直グイ軸直角荷重試験(荷重-変位量) 浜益橋 (北海道開発局)



沢登橋 斜直組ケイ水平荷重試験 (荷重-変位量)
(北海道開発局)

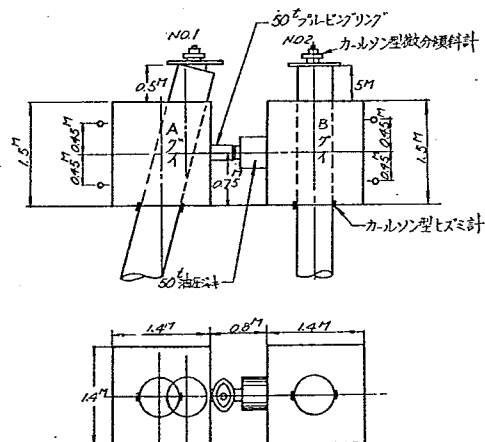


北海道開発局 (岩見沢跨線橋)

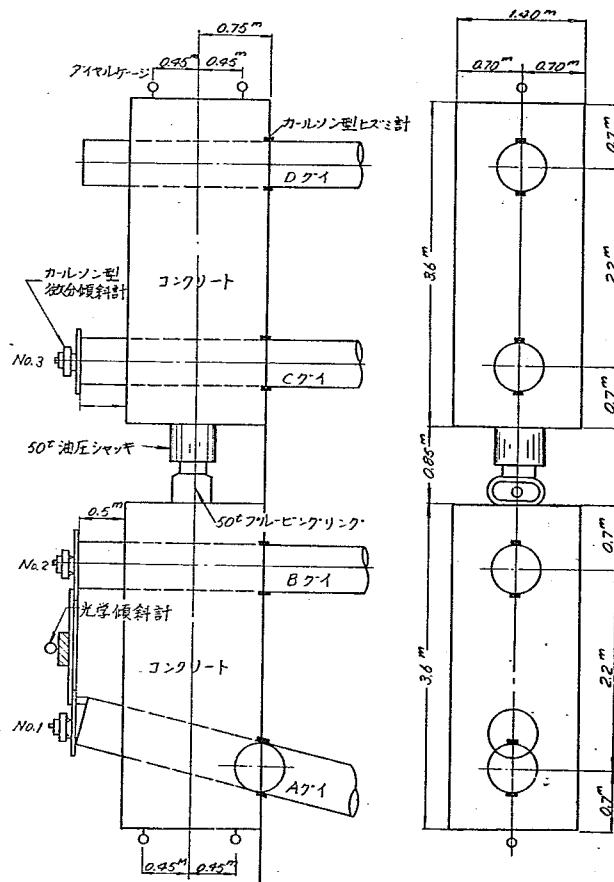
標高(m)	深さ(m)	名称	N 値			
			10	20		
		泥炭			30.0	
		粘土				
	10.0	砂質粘土			40.0	
		粘土				
	20.0	砂質シルト			50.0	
		粘土				

単直グイ軸直角加荷重試験
単料グイ水平荷重試験 } 配置図
(北海道開発局)

岩見沢跨線橋

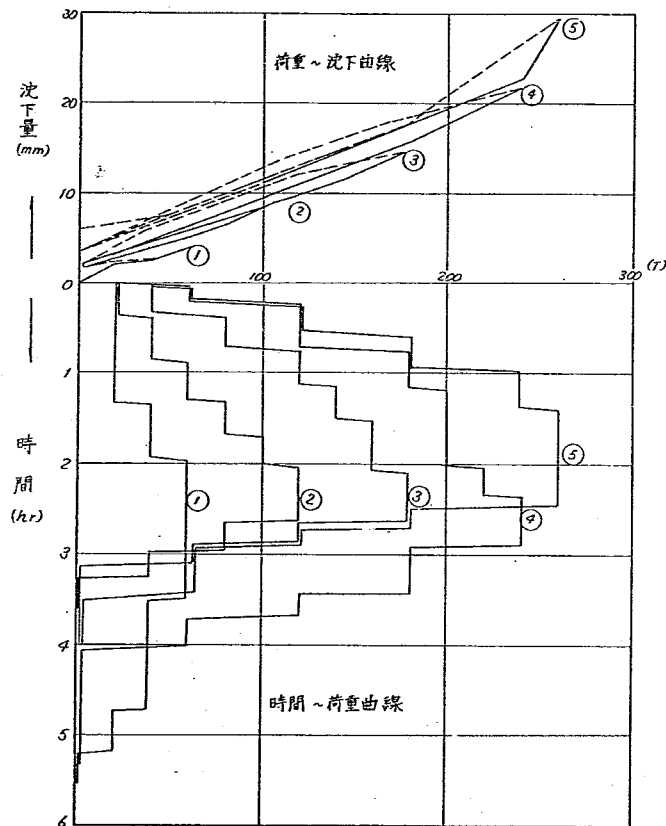


直々組クイ斜直組クイ水平荷重試験配置図
(北海道開発局)



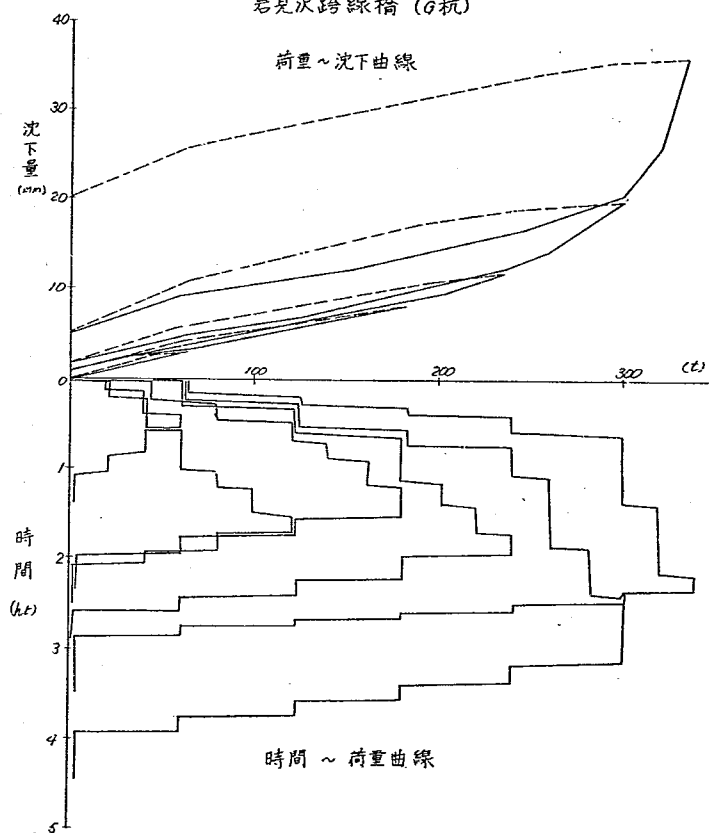
鉛直載荷試験結果 (c 杭)

橋梁名 岩見沢跨線橋 北海道開発局

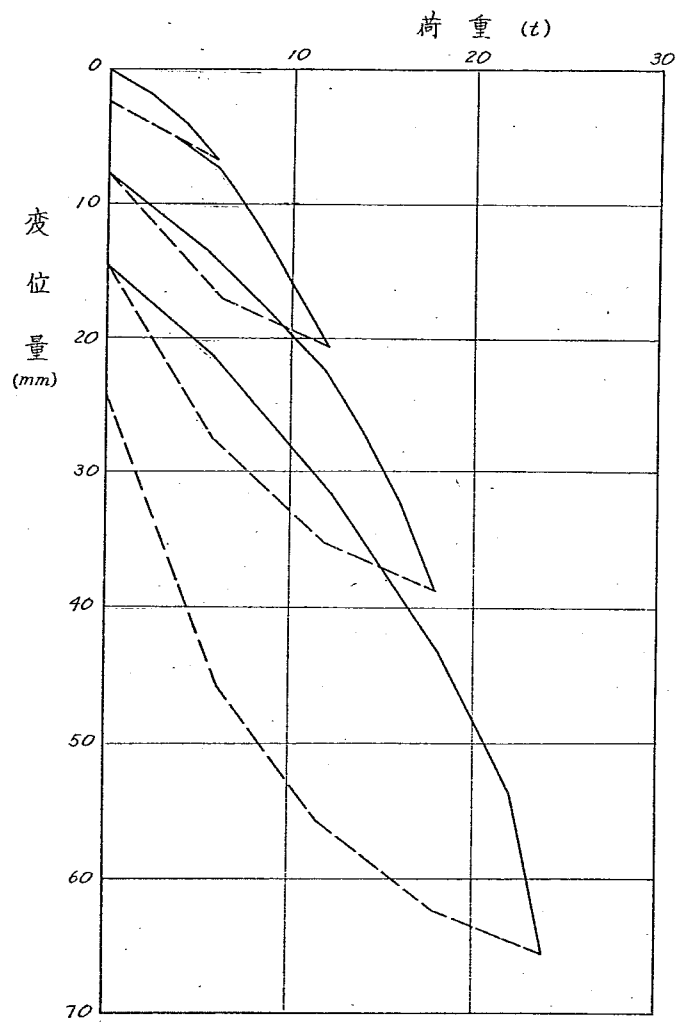


北海道開発局
(鉛直)

岩見沢跨線橋 (G杭)



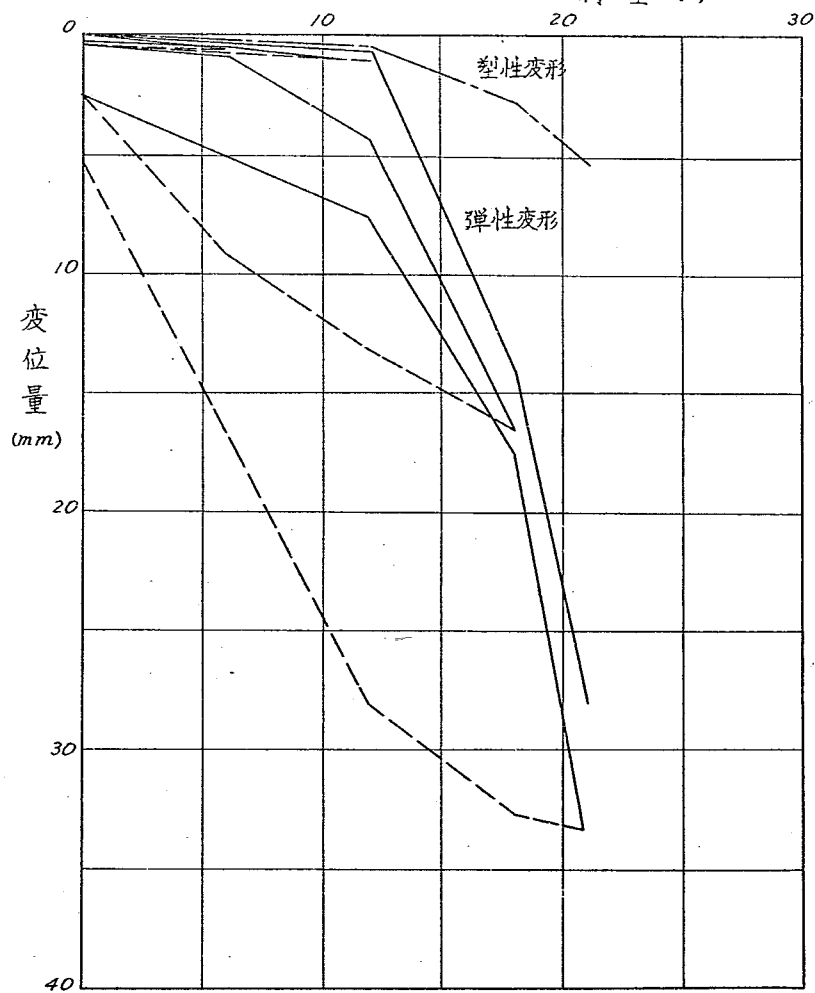
単直グイ軸直角方向荷重試験(荷重-変位量)
 岩見沢跨線橋 (北海道開発局)



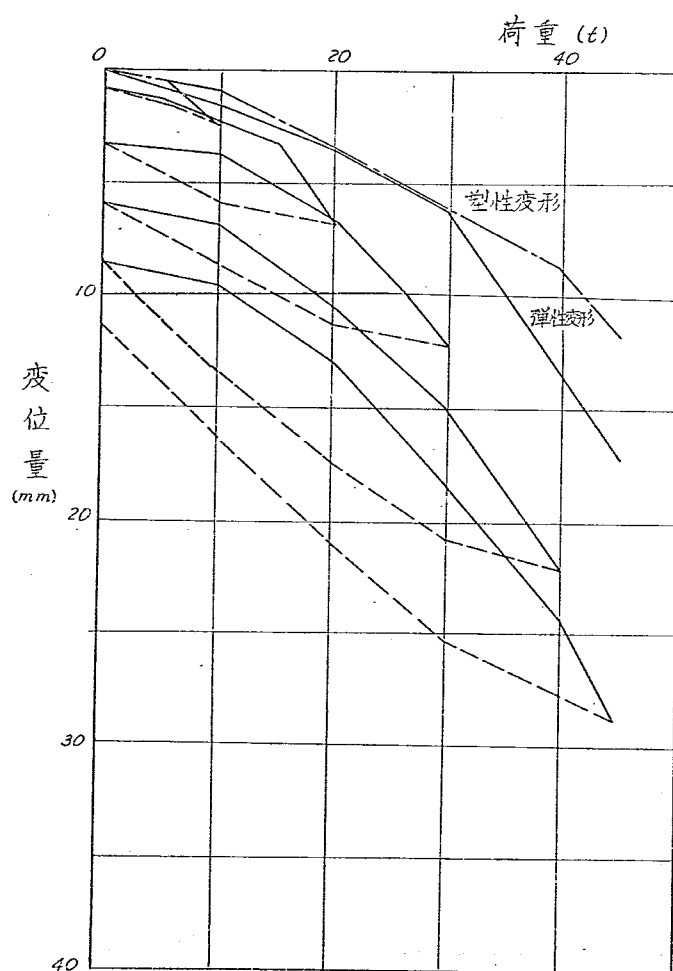
岩見沢跨線橋 単斜材水平荷重試験 (荷重-変位量)

(北海道開発局)

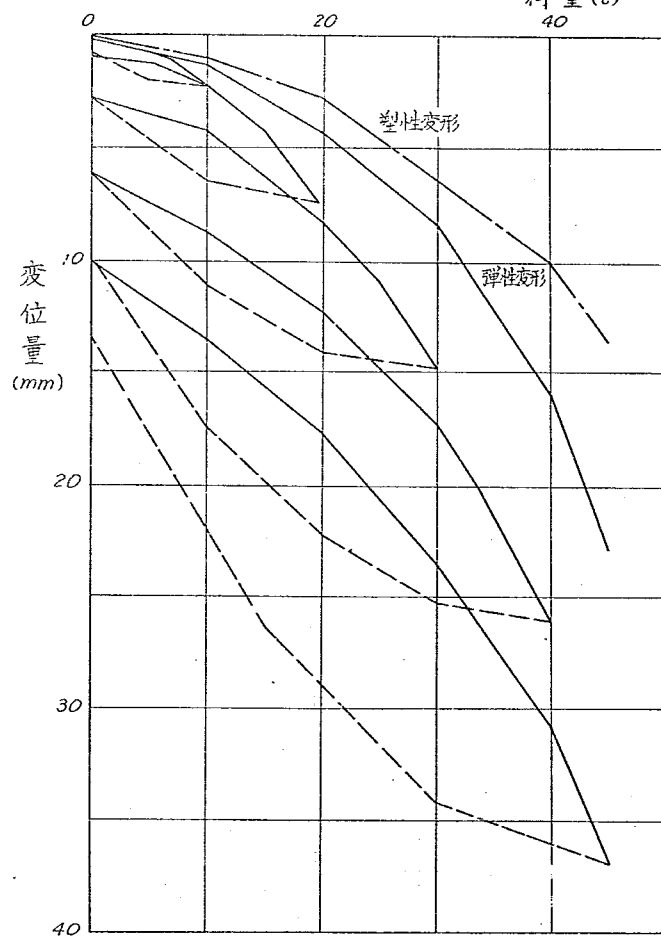
荷重 (t)



岩見沢跨線橋 斜直組水平荷重試験(荷重-変位量)



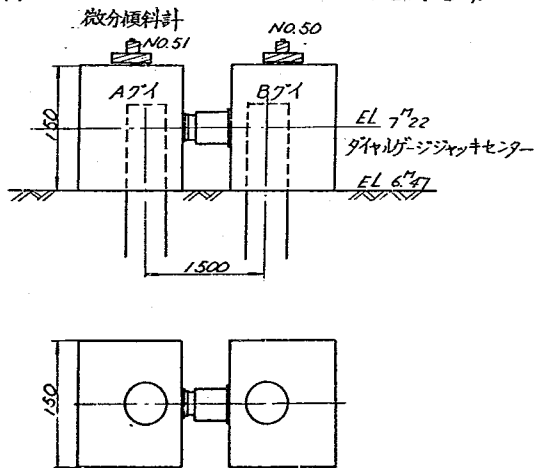
岩見沢跨線橋 直直組の水平荷重試験 (荷重-変位量)
(北海道開発局)



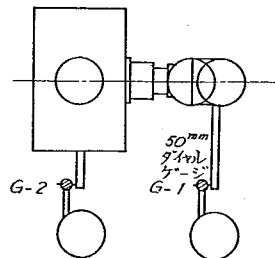
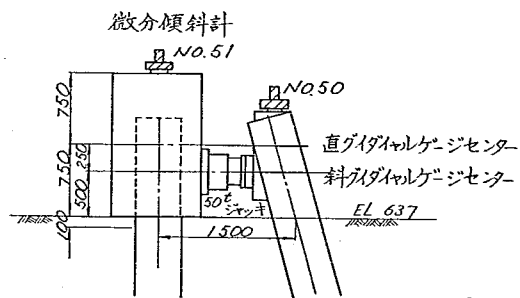
北海道開発局 岩見沢大橋

標高 (m)	深度 (m)	名称	N	値				
			10	20	30	40	50	60
		粘土						
	5	粘土 泥炭						
	10	粘土 砂質粘土 シルト質						

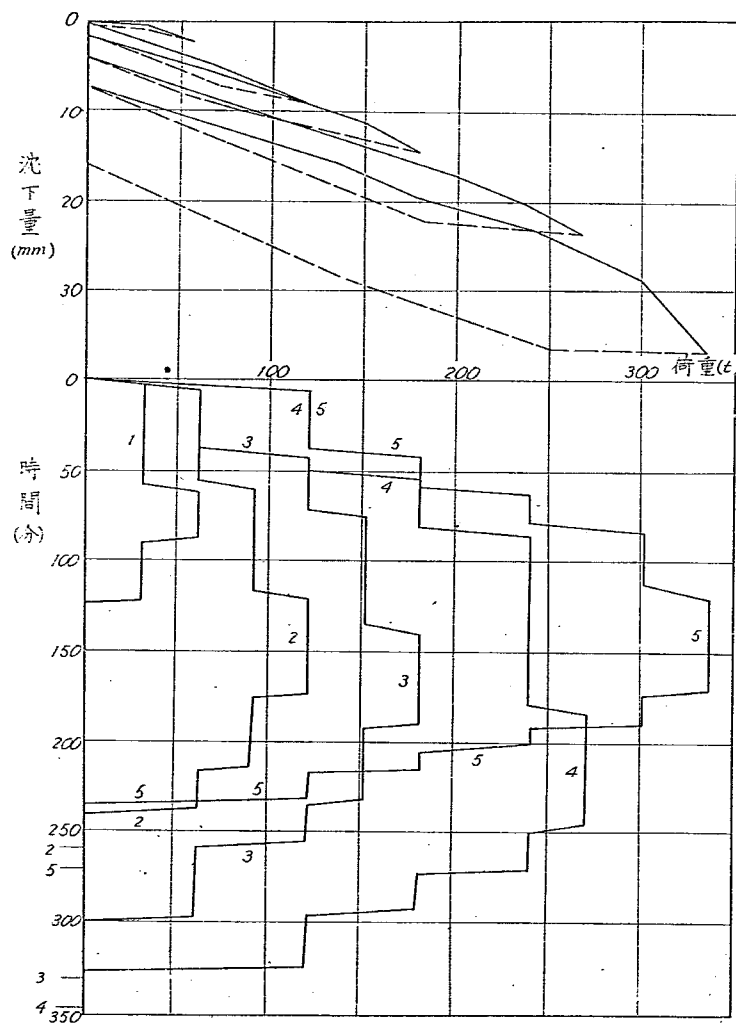
単グイ(直→直)軸直角方向荷重試験配置図
岩見沢大橋 (北海道開発局)



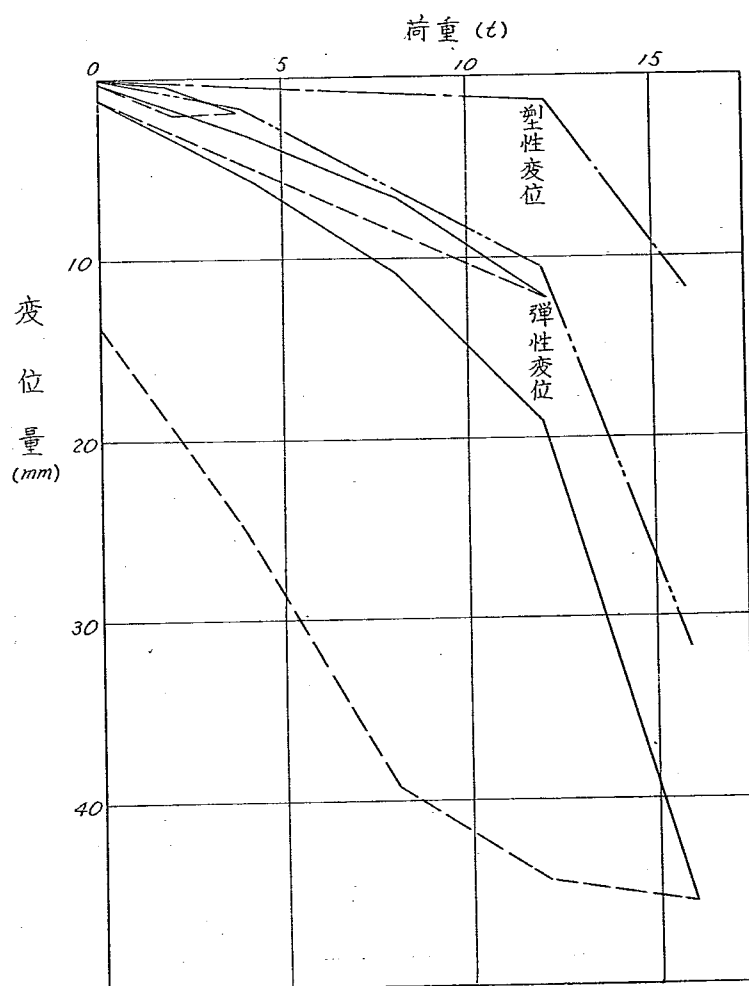
単グイ(直-斜) 水平荷重試験配置図
 岩見沢大橋 (北海道開発局)



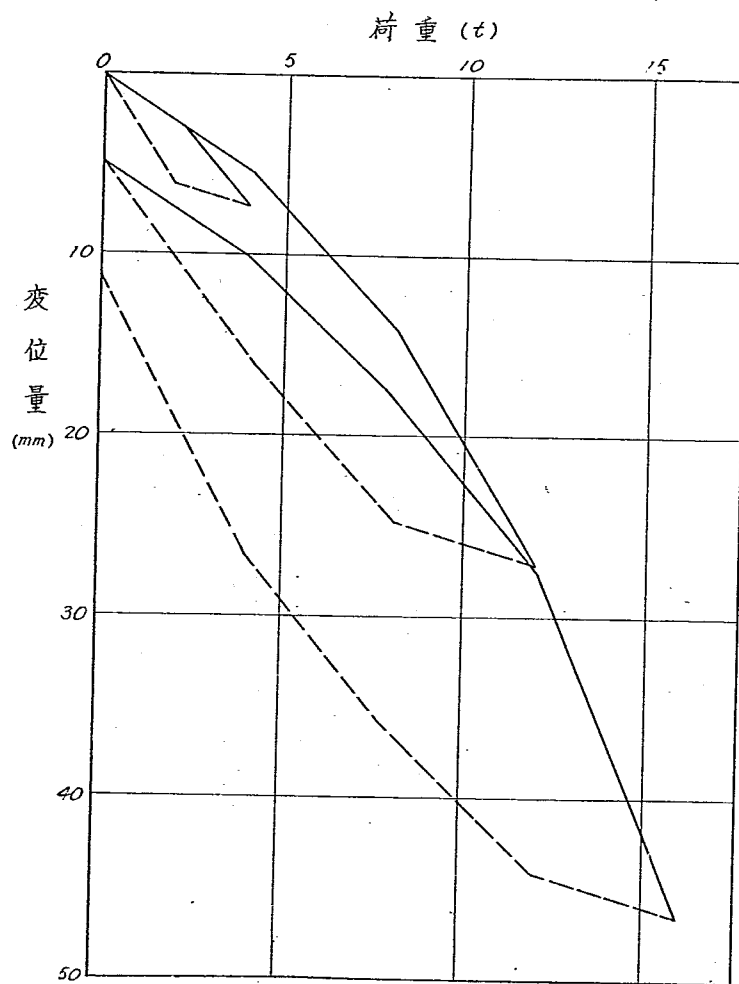
鉛直載荷試験 (北海道開発局)
岩見沢大橋



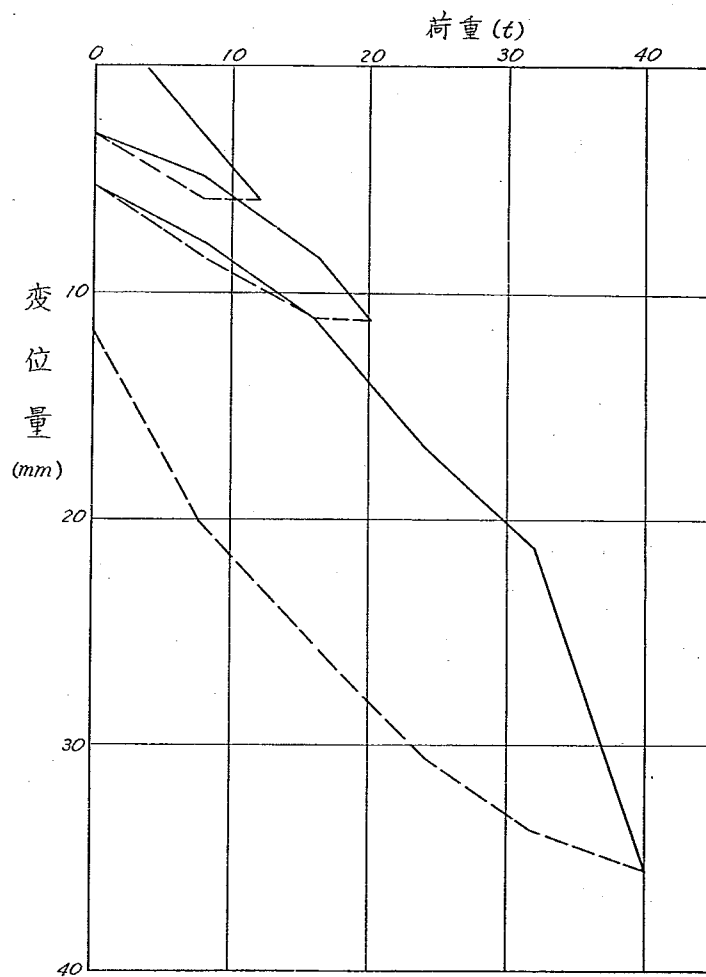
岩見沢橋 単直 γ 軸直角方向荷重試験(荷重-変位量)
(北海道開発局)



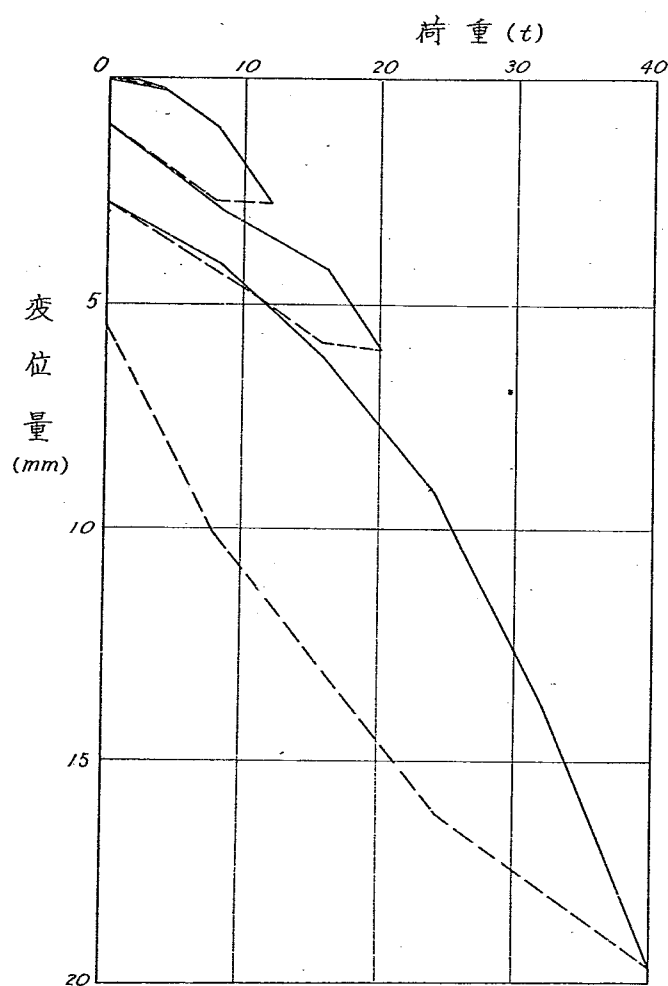
単斜材水平荷重試験(荷重-変位量)
 岩見沢大橋 (北海道開発局)



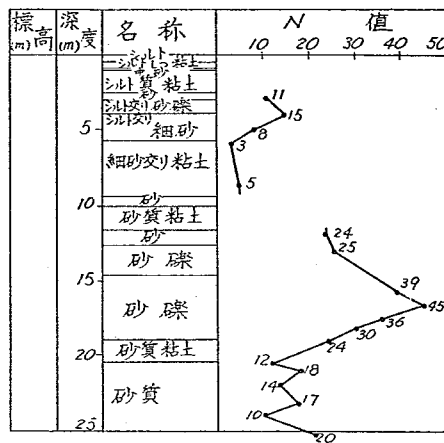
岩見沢大橋 直々組グイ水平荷重試験(荷重-変位置)
(北海道開発局)



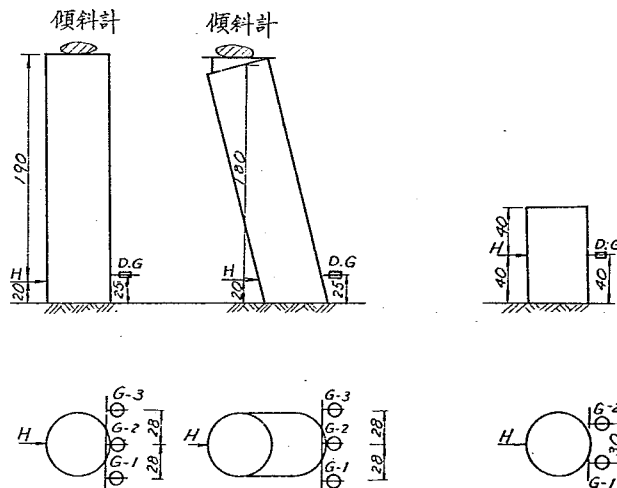
斜直組の水平荷重試験(荷重-変位量)
 岩見沢大橋 (北海道開発局)



富士見橋 北海道開発局



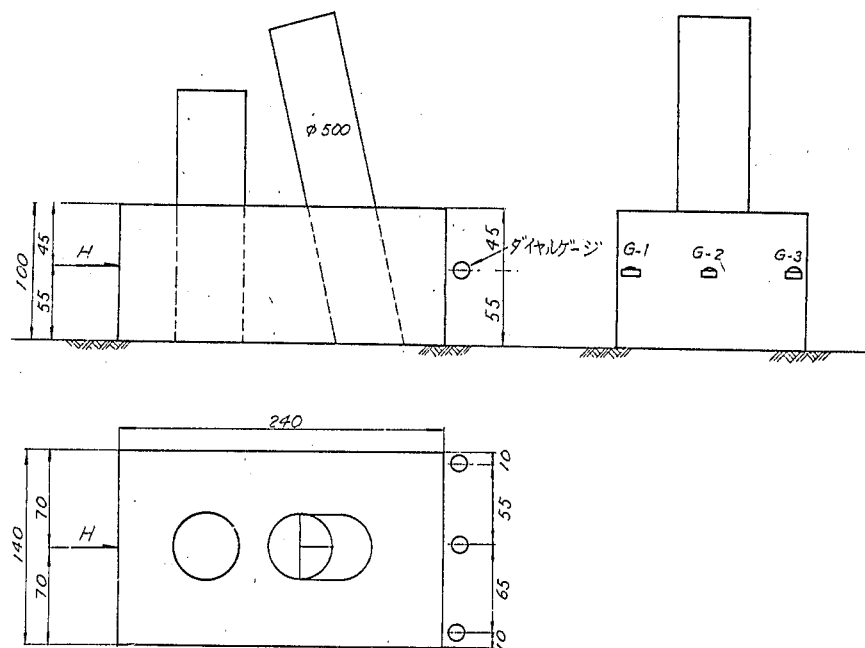
単ゲイ水平荷重試験配置図
富士見橋 (北海道開発局)



粗グイ水平荷重試験配置図

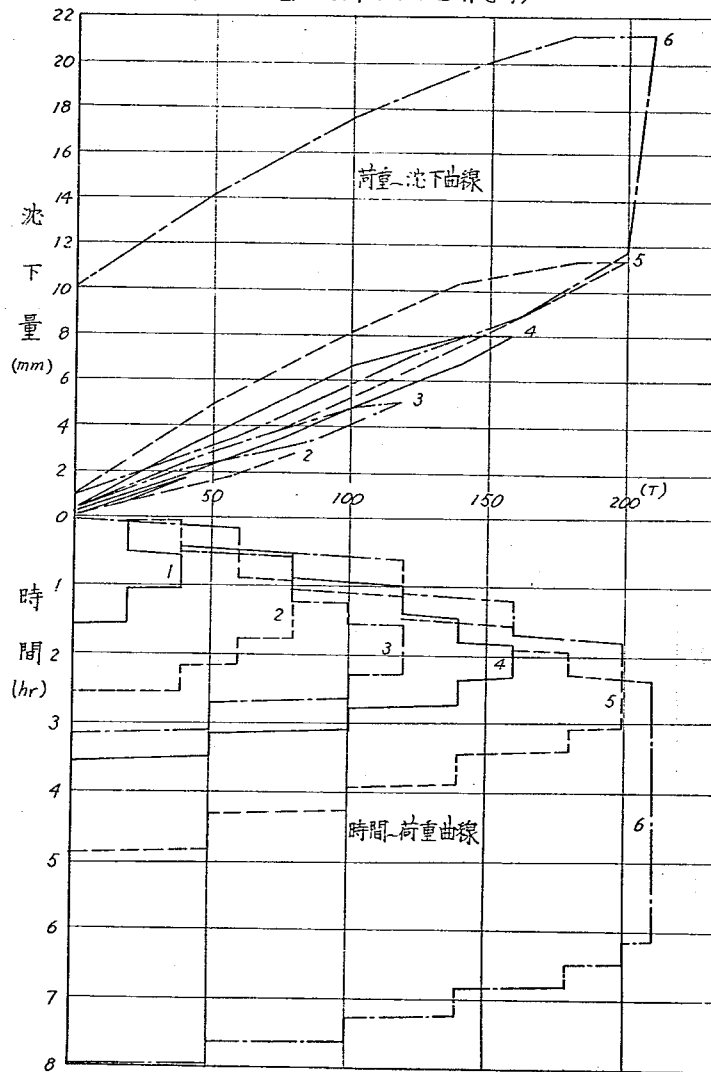
富士見橋

(北海道開発局)

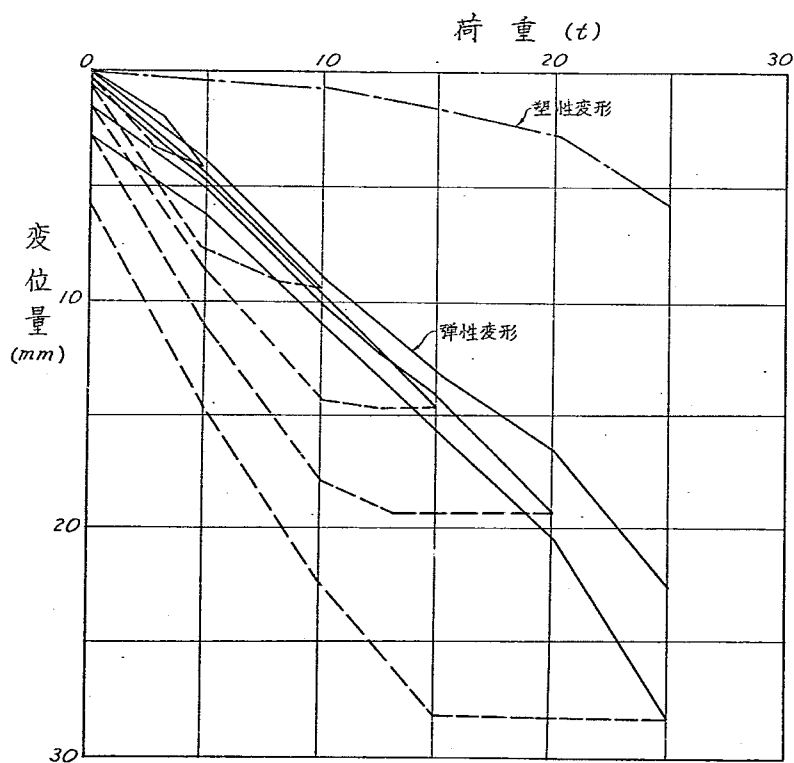


鉛直載荷試験結果

橋梁名 富士見橋 (北海道開発局)



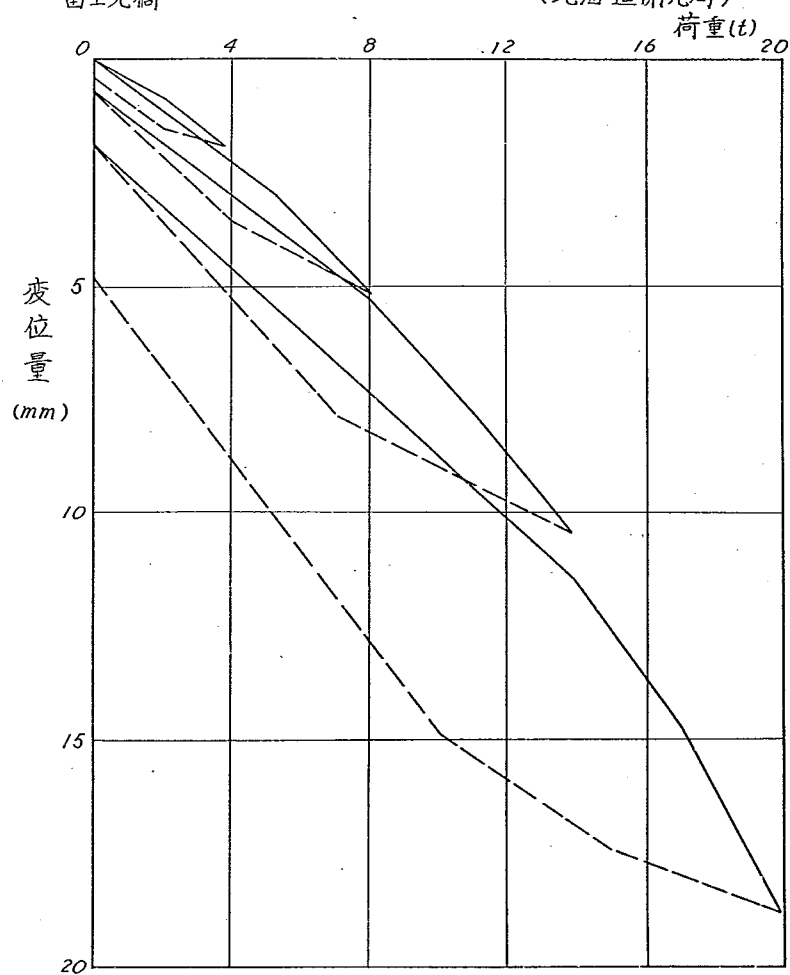
単直グイ軸直角方向荷重試験 (荷重-変位量) 第1回
(北海道開発局)
富士見橋



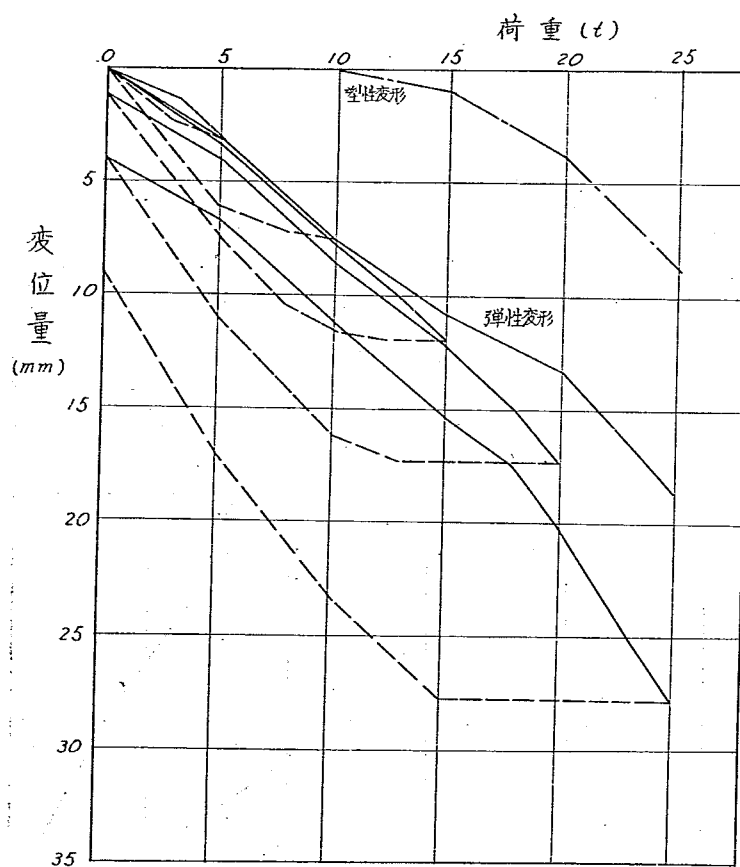
単直グ軸直角方向荷重試験(荷重-変位量)第2回

富士見橋

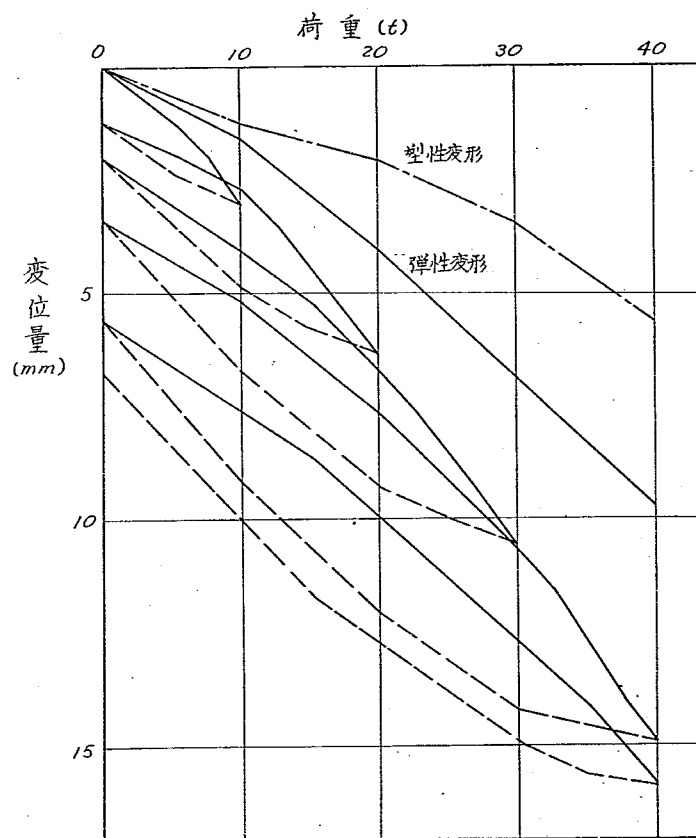
(北海道開発局)



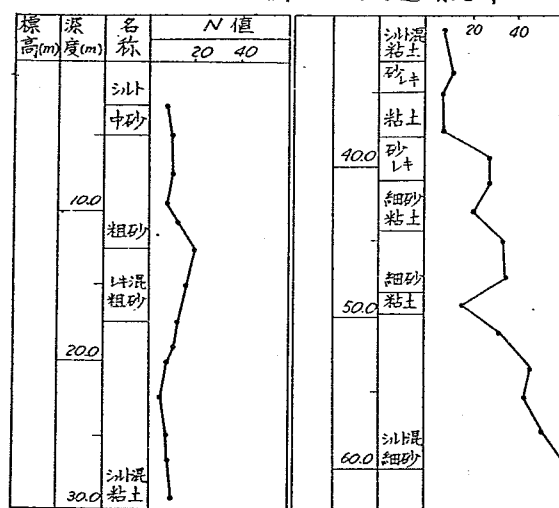
単斜グイ水平荷重試験 (荷重-変位置)
 富士見橋 (北海道開発局)



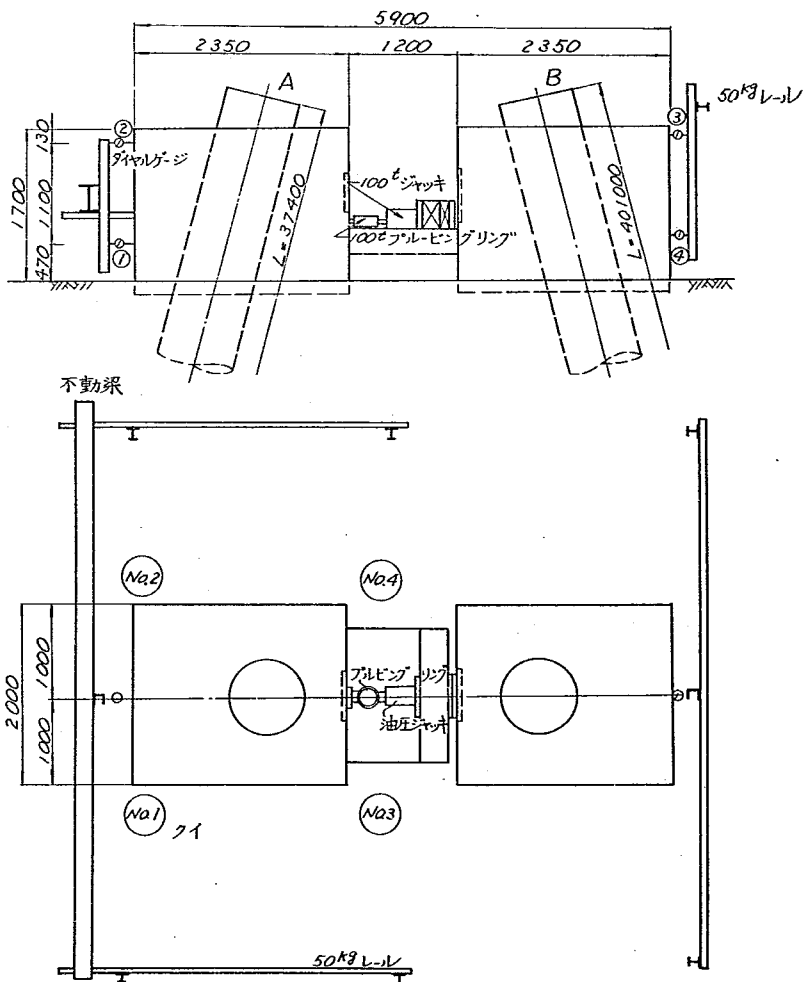
斜直組グイ水平荷重試験(荷重-変位量)
 (北海道開発局)
 富士見橋



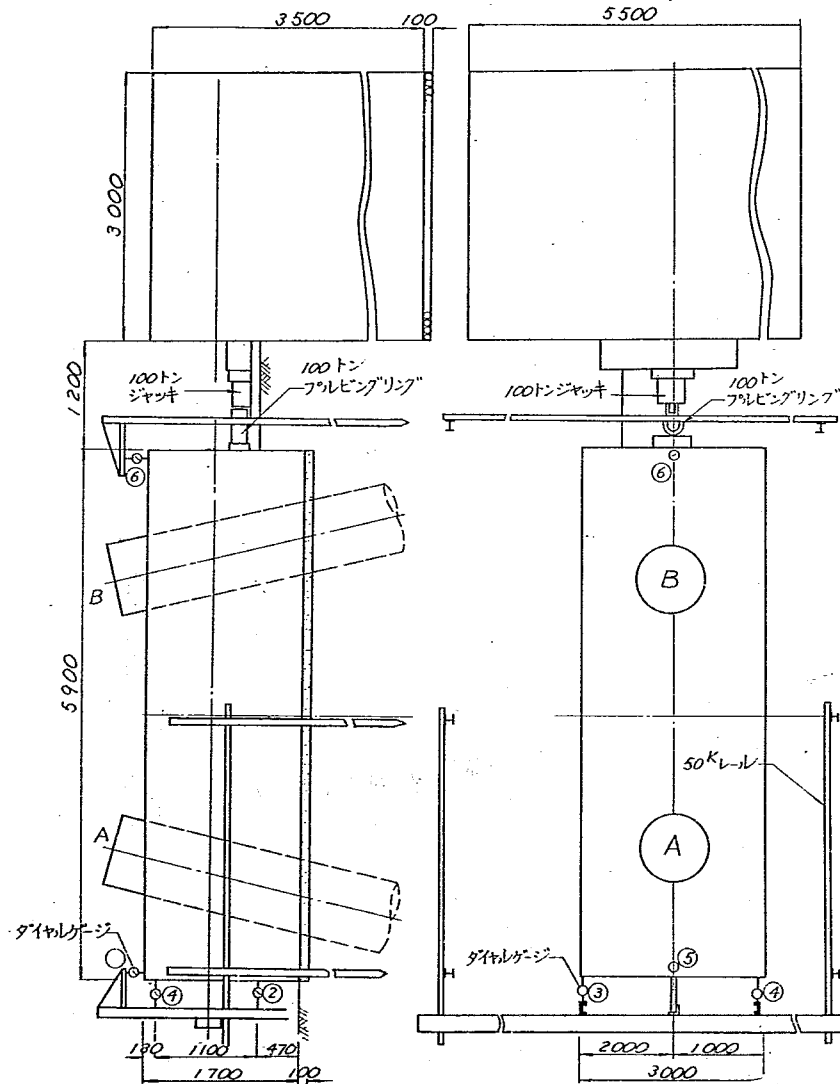
新石狩大橋 北海道開発局



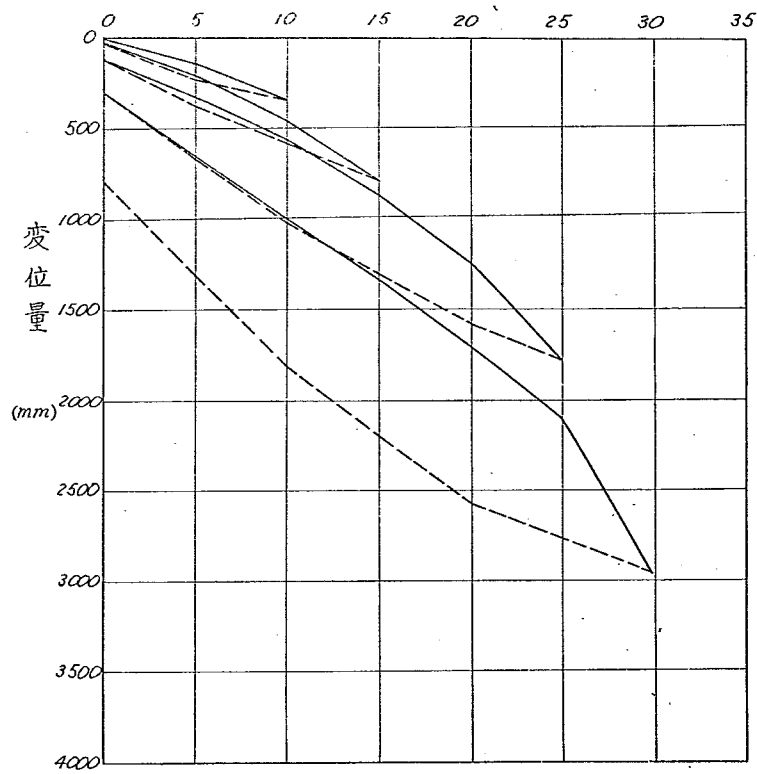
単斜ゲイ水平荷重試験 配置図
新石狩大橋 (北海道開発局)



新石狩大橋 斜組グイ水平載荷重試験
(北海道開発局)



単斜グイ水平荷重試験 (荷重変位) Aグイ
 新石狩大橋 北海道開発局
 荷重 (ton)

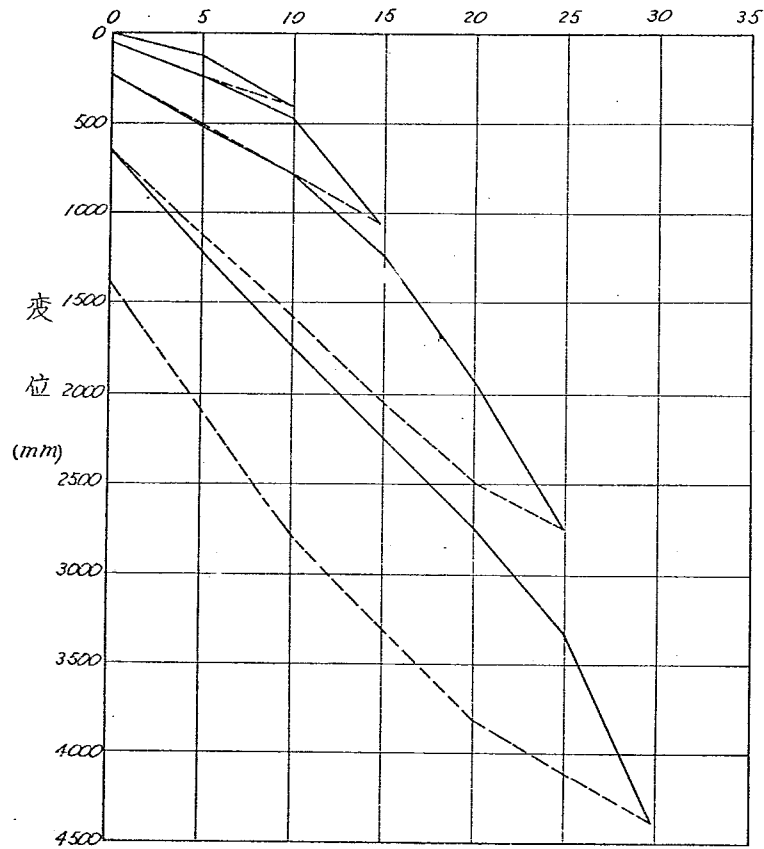


単斜グイ水平荷重試験(荷重-変位量)Bグイ

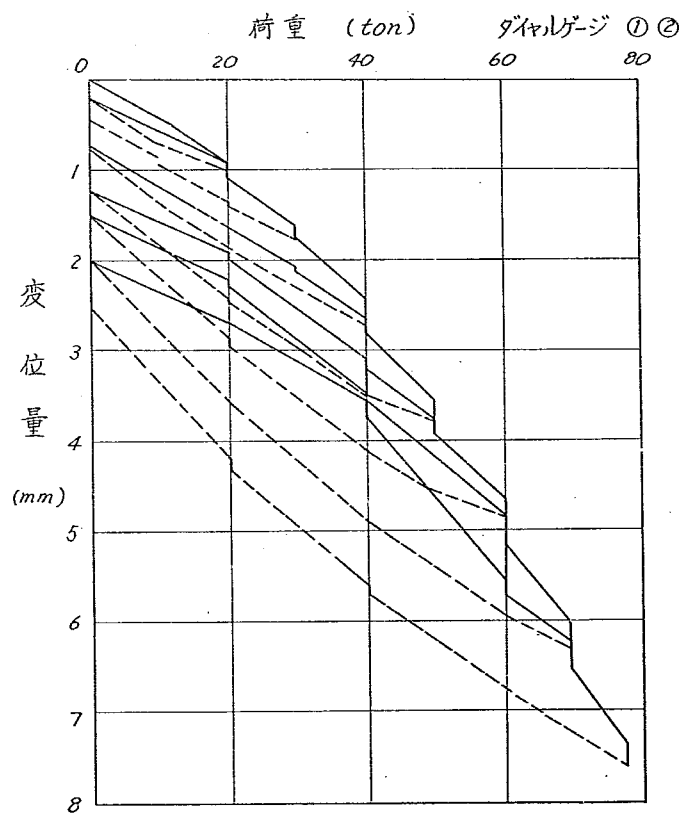
新石狩大橋

北海道開発局

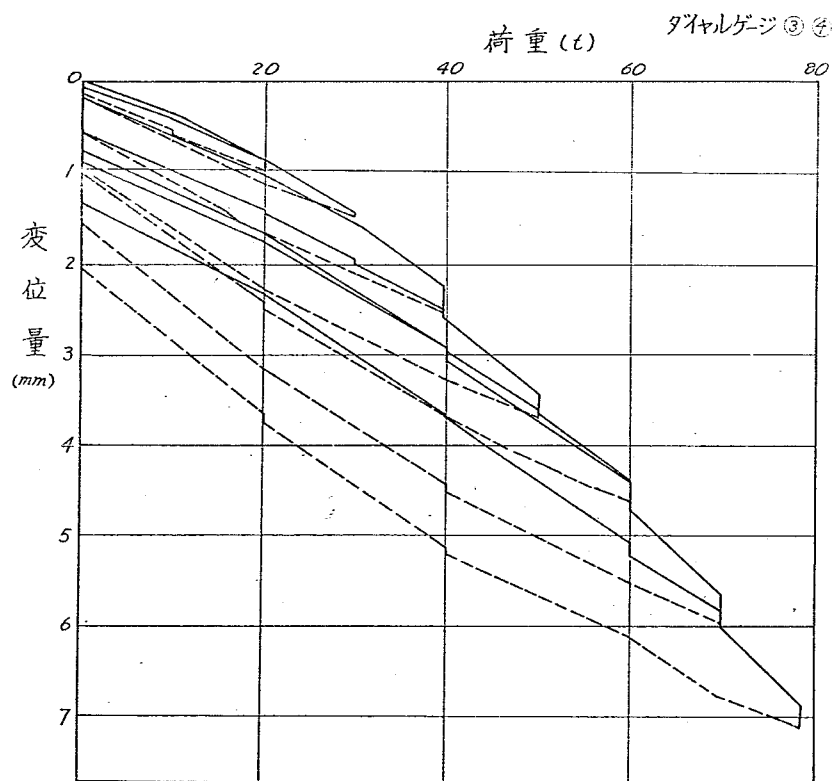
荷重 (ton)



斜組クイ水平荷重試験(荷重-変位量)
新石狩大橋 北海道開発局



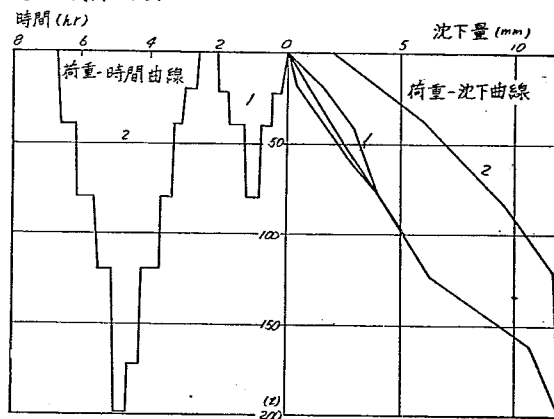
斜組グイ水平荷重試験 (荷重-変位量)
新石狩大橋 (北海道開発局)



北海道開発局
(南沢橋)

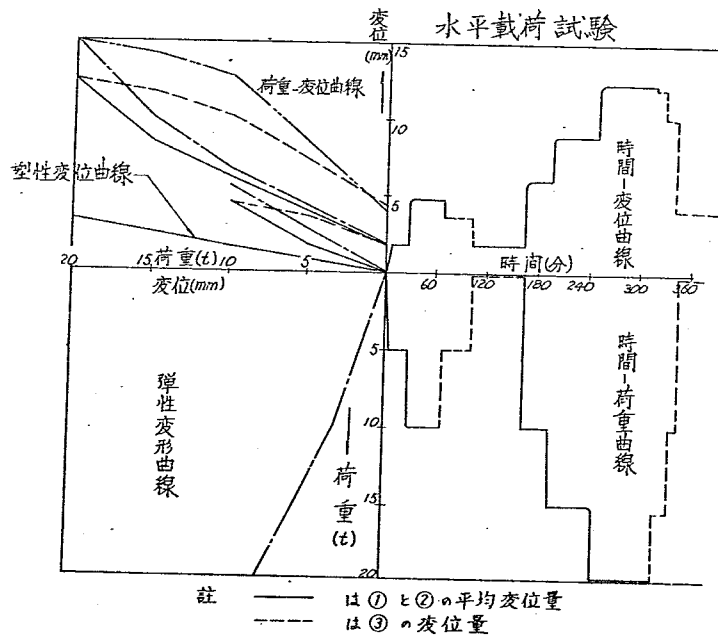
標高 m	深度 m	名称	N 値	
			10	20
		粘土		
		シルト		
		礫混中砂		
	5.0	砂礫		
		粘土層		
	10.0	粗砂		
		細砂		
	15.0	粘土混中砂		
		砂礫		
		砂礫		

鉛直載荷試験

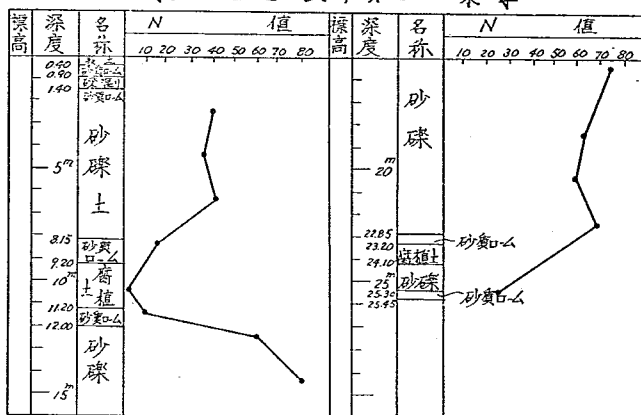


東北地建. 仙北町橋

標高	深度(m)	名称	N 値										標高	深度(m)	名称	N 値																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	10				20	30	40	50	60	70	80	90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2 4 6 8 10 12	2.50	砂礫												17.50	砂礫土																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				



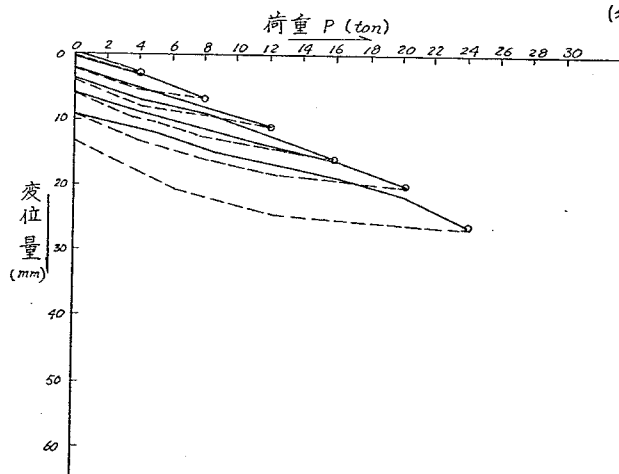
東北地建 横手第2 水平



横手第2 水平試験

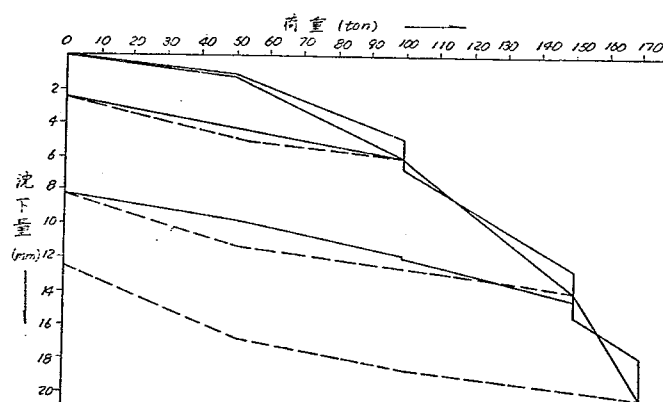
試験抗 荷重~変位量曲線

(斜抗)



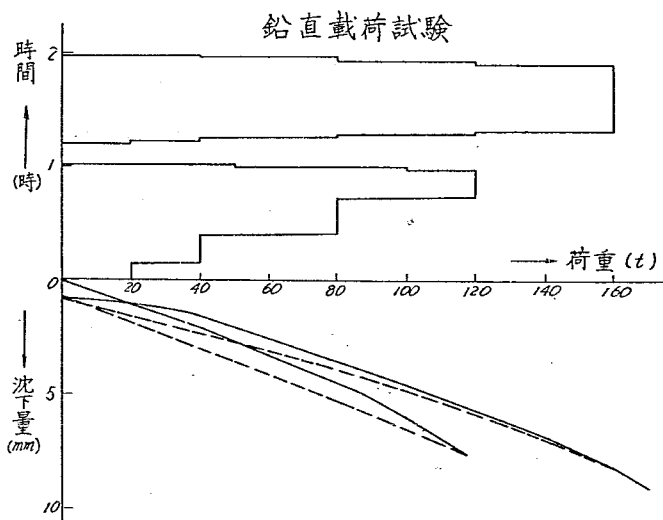
東北地建 模平第二

鉛直載荷 荷重~沈下量曲線

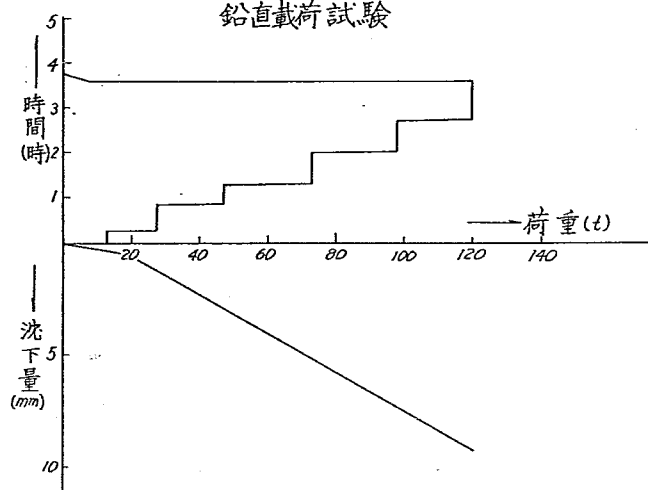


東北地建,白沢跨線橋 (1)

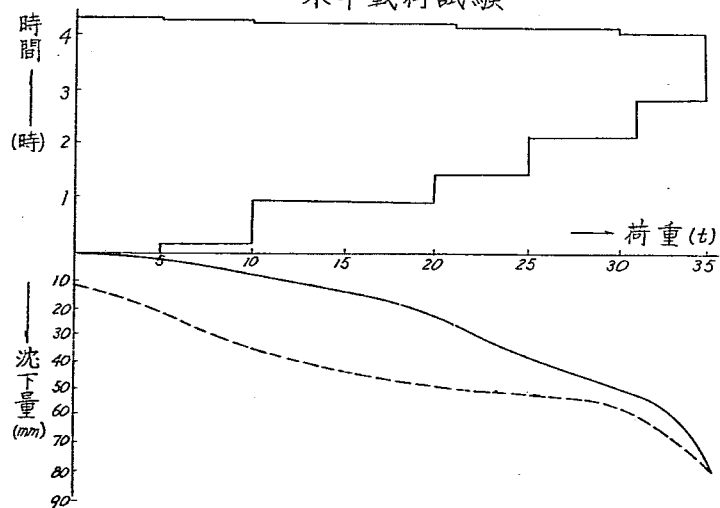
標高 (m)	深度 (m)	名 称	N 値				
			10	20	30	40	50
		有機物混リロ-ム					
		礫混リロ-ム					
	1						
	2	砂 礫					
	3						
	4	砂質ロ-ム					
	5	礫混リロ-ム					
	6	礫混リ砂質ロ-ム					



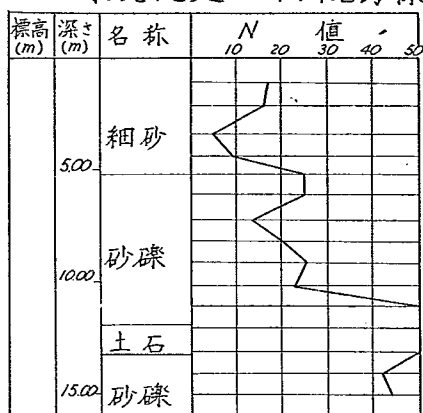
白沢跨線橋 (2) 鉛直載荷試験



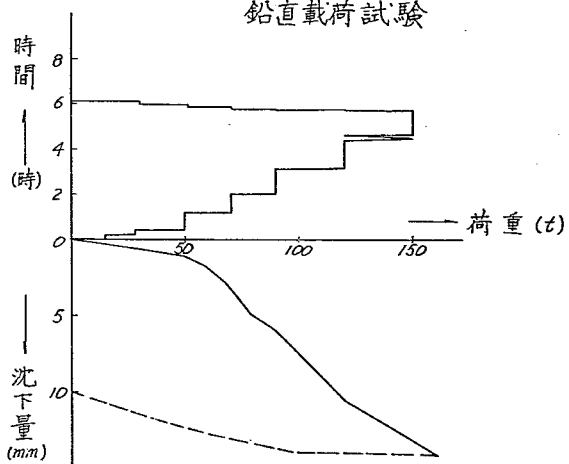
水平載荷試験



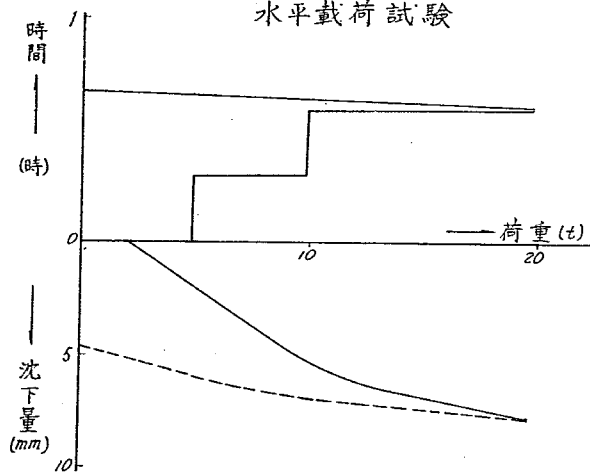
東北地建 下川沿跨線橋



鉛直載荷試験

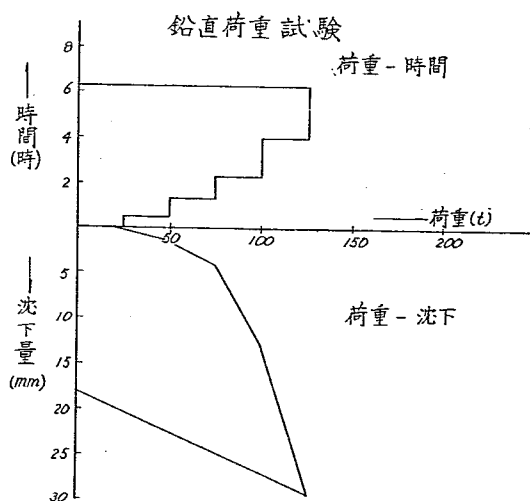


水平載荷試驗



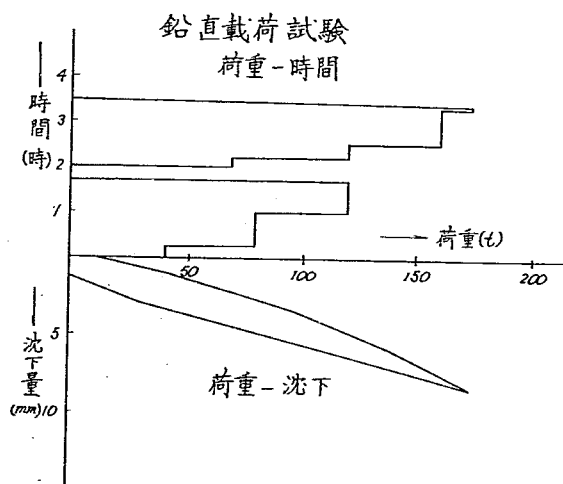
東北地建，前山橋

深度(m)	名称	N 値					深度(m)	名称	N 値				
		10	20	30	40	50			10	20	30	40	50
	表土						10.20	礫					
2.40													
	シルト質粘土							粘土混り中砂砂礫					
5.0													
5.60							15.0						
	砂						17.40						



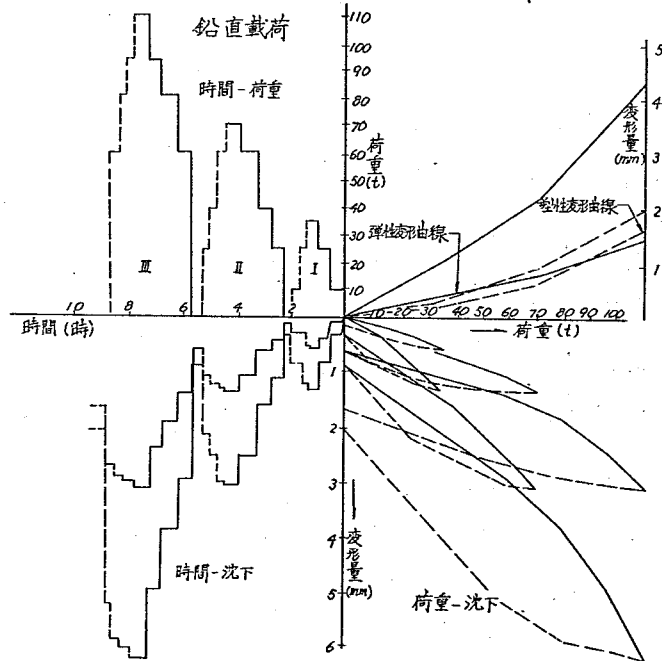
東北地建, 糠沢橋

深 度(m)	名 称	N 値					深 度(m)	名 称	N 値				
		10	20	30	40	50			10	20	30	40	50
1.25	表土												
5.00	粘土 混り 砂礫						10.00	砂					
6.50							15.00	礫					



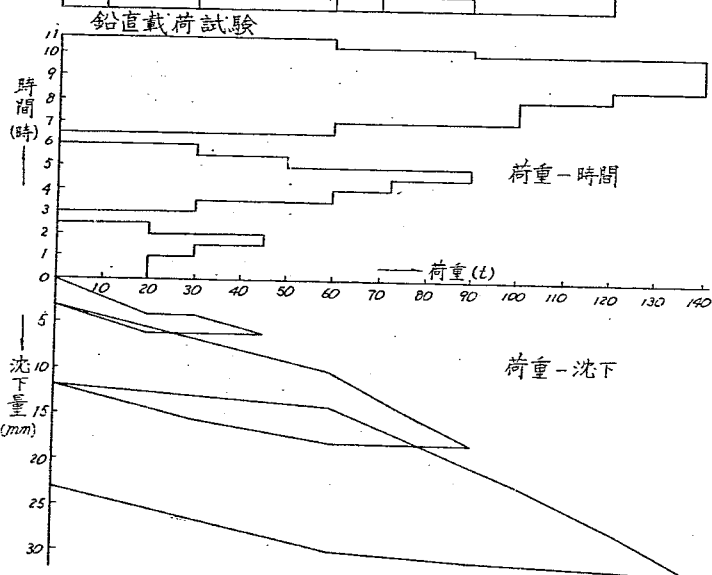
東北地建 仙北町橋

深度(m)	名称	N 値		
		20	40	60
3.50	砂			
5.00	礫			
10.00				
12.00				



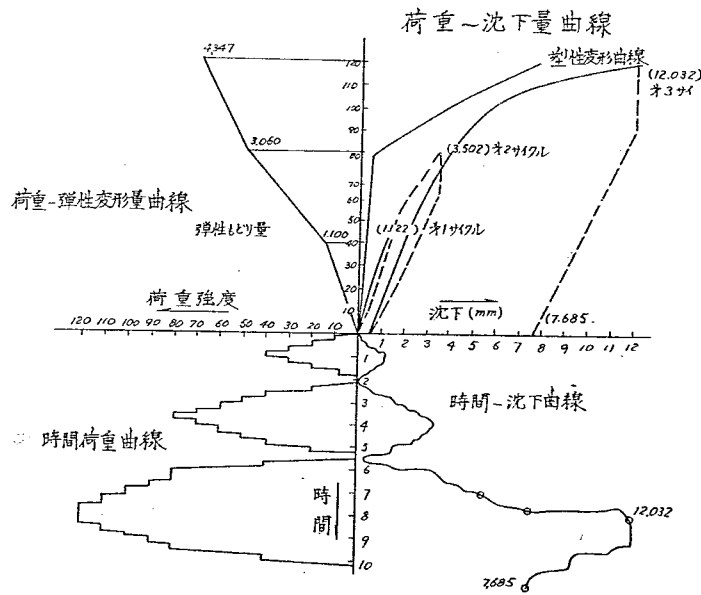
東北地建, 花巻跨線橋

深度(m)	名称	N 値					深度(m)	名称	N 値				
		10	20	30	40	50			10	20	30	40	50
2.10	粘土	データなし					9.50						
	礫混り砂質ローム						10.0	粘土					
3.60							10.80	礫混り砂質ローム					
5.0	砂						12.00	シルト質粘土ローム					
	礫						14.00						
							15.0	亜炭					
							15.65	砂質ローム					

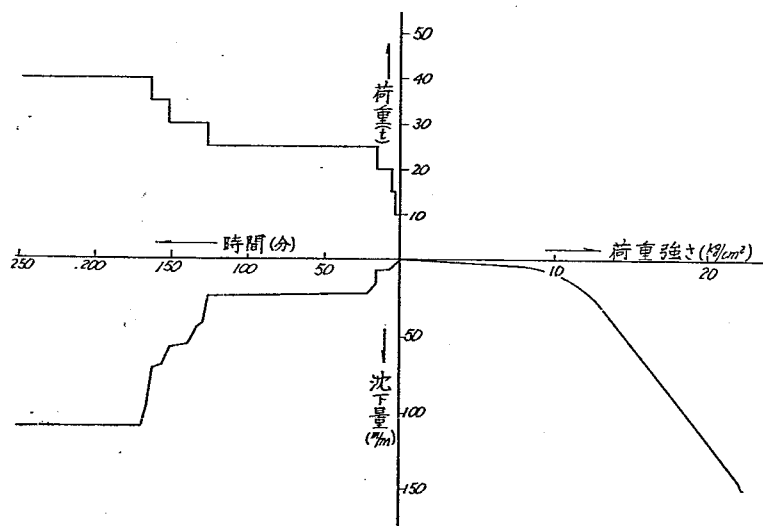
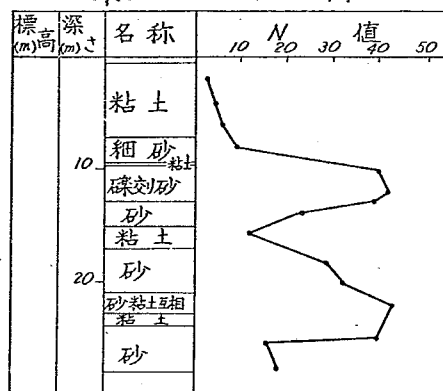


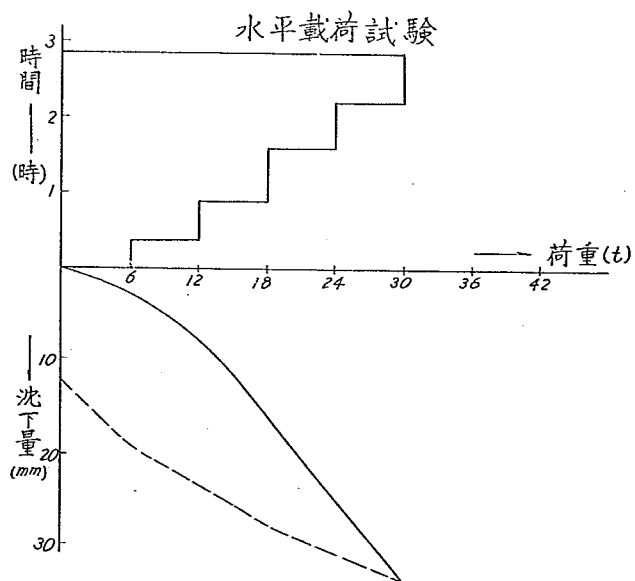
東北地建 横手第一跨線橋

標高	深度(m)	名称	N 値				標高	深度(m)	名称	N 値			
			20	40	60	80				20	40	60	80
53.9	0.70	粘土							砂				
52.5	4.00							25	礫				
	5.00						34.6		粘土 砂混 凝灰質 砂岩				
	10.00						34.8	30					
51.6	15.00	粗礫混砂						35					
47.6	20.00												



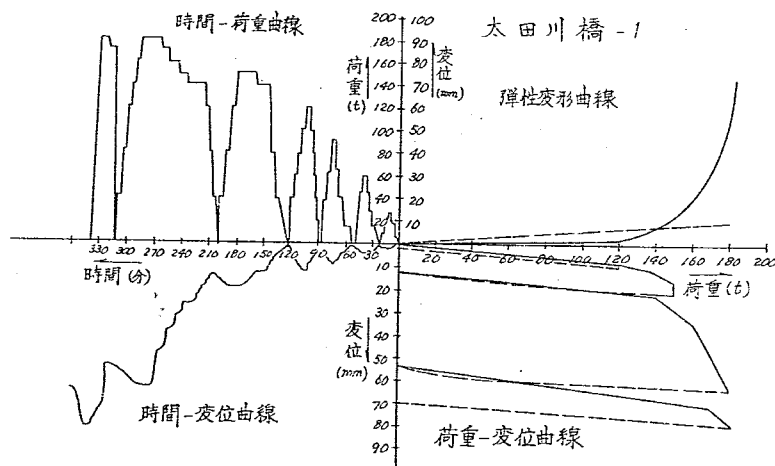
東北地建 古雪橋





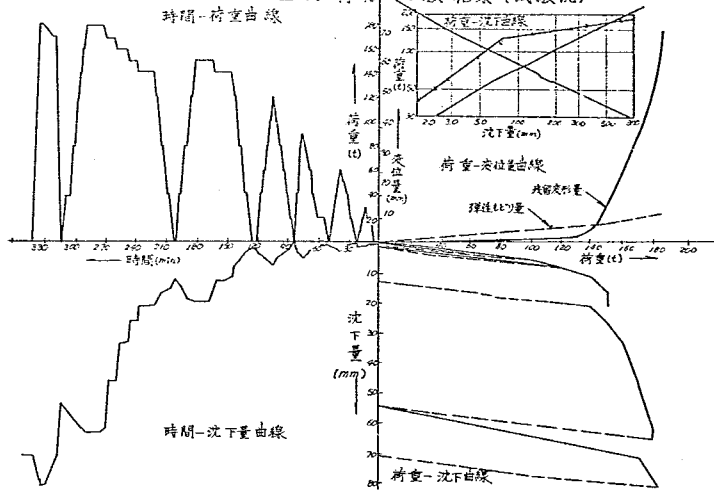
東北国道 太田川橋 鉛直

標尺 (m)	深度 (m)	名称	標準貫入試験							標尺 (m)	標高 (m)	名称	標準貫入試験								
			0	10	20	30	40	50	60				70	0	10	20	30	40	50	60	70
0	0.90	粗砂								16											
1										17											
2	2.40	砂混 粗砂								18	18.53	粗砂									
3	3.95	高土								19											
4										20											
5	5.45	砂混 粗砂								21	21.70	砂混 粗砂									
6										22											
7										23											
8	8.75	高土								24											
9										25	25.00	粗砂									
10										26											
11	11.65	砂混 粗砂								27											
12	12.55	砂混 粗砂								28											
13										29											
14										30											
15																					



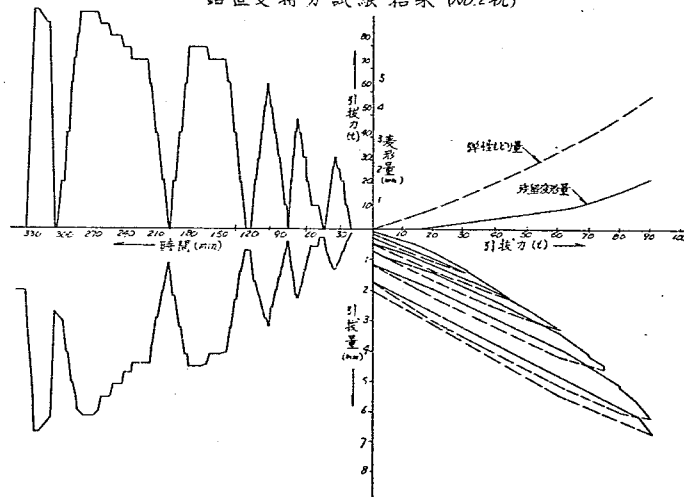
東北地建 大田川橋-2

鉛直支持力 試驗結果(試驗杭)

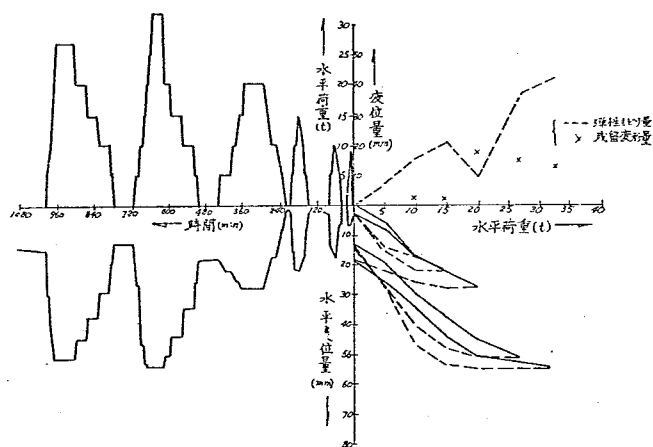


東北地建 大田川橋-3

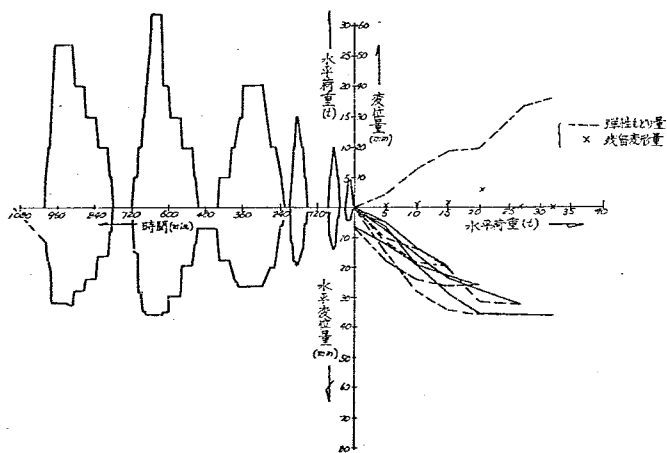
鉛直支持力試驗結果(No.2杭)



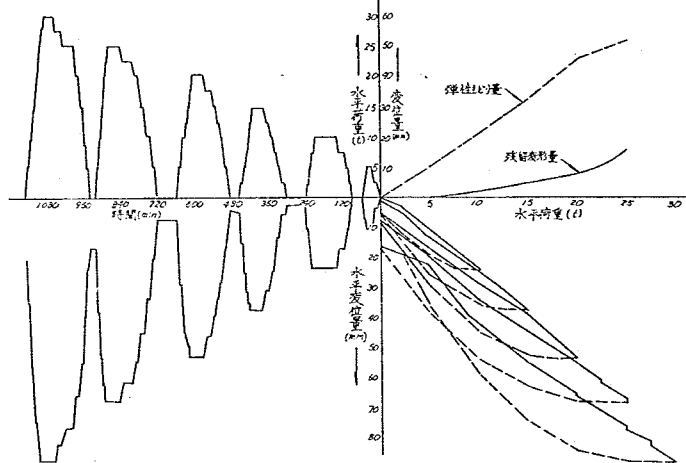
東北地建 太田川橋-4
單抗水平支持力試驗結果(試驗抗)



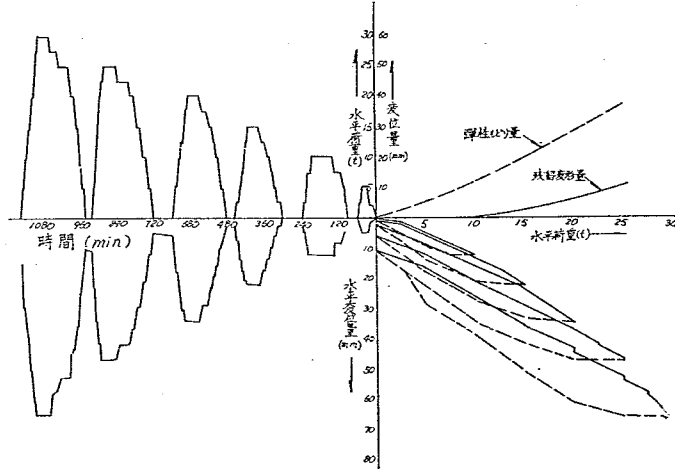
東北地建 太田川橋-5
單抗水平支持力試驗結果 (No.3抗)



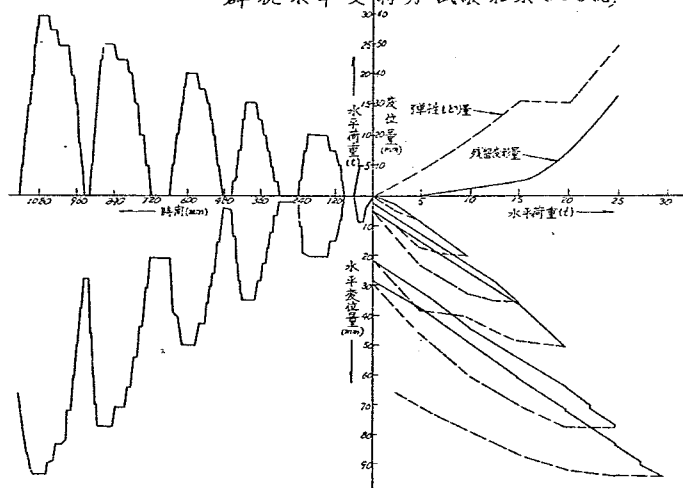
東北地建 大田川橋-6
群杭水平支持力試験結果(試験杭)



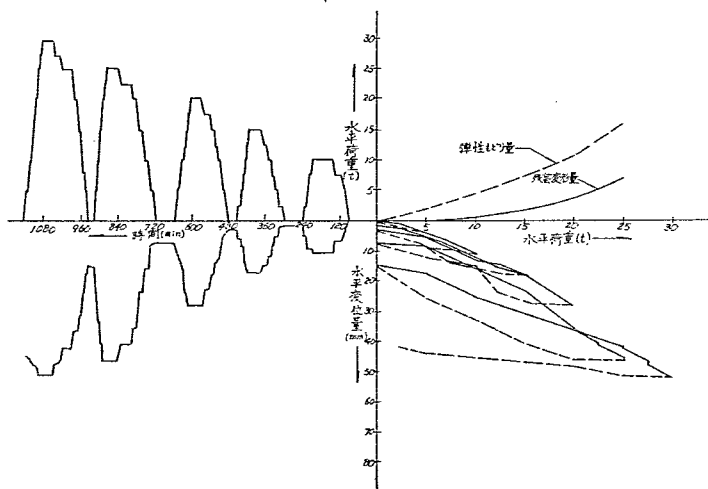
東北地建 大田川橋-7
群杭水平支持力試験結果(10.2杭)



東北地建大田川橋 - 8
群杭水平支 持力 試驗 結果 (NO.3 杭)

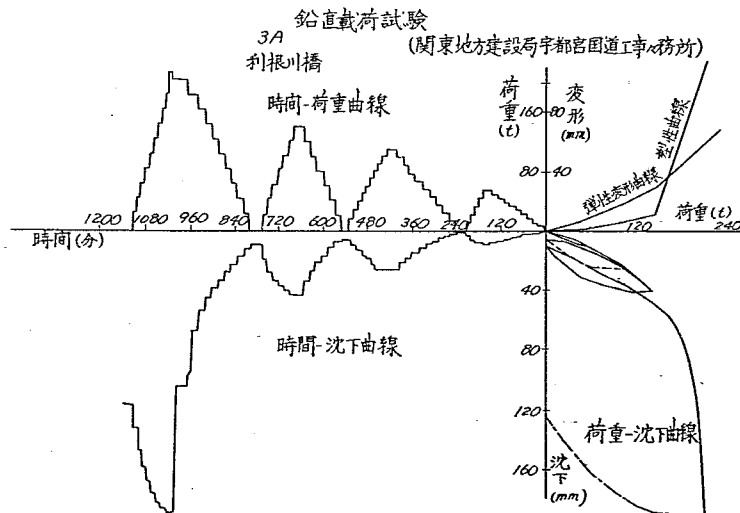


東北地建大田川橋 - 9
群杭水平支 持力 試驗 結果 (NO.4 杭)



関東地建 利根川橋

深高 (m)	深さ (m)	名称	N 値					
			0	10	20	30	40	50
		ローム						
11.53	10							
		中砂						
4.85	20							
		シルト						
		細砂混シルト						
		細砂						
-2.90		中砂						
		細砂						
		中砂						
		シルト						
		細砂混シルト						
		シルト						
		細砂混シルト						
	30	中砂						

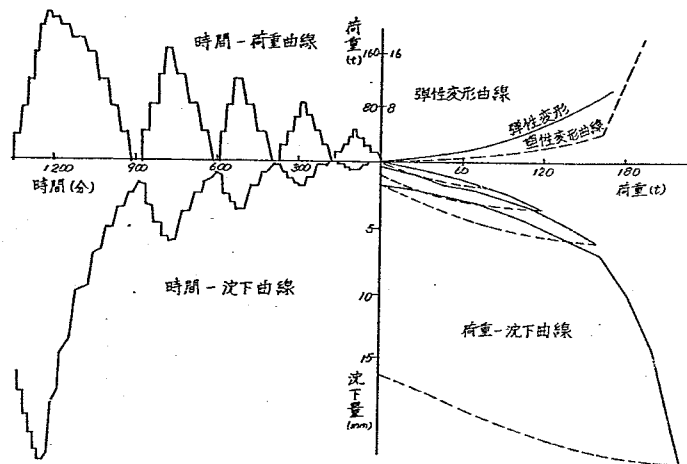


鉛直載荷試験

38

利根川橋

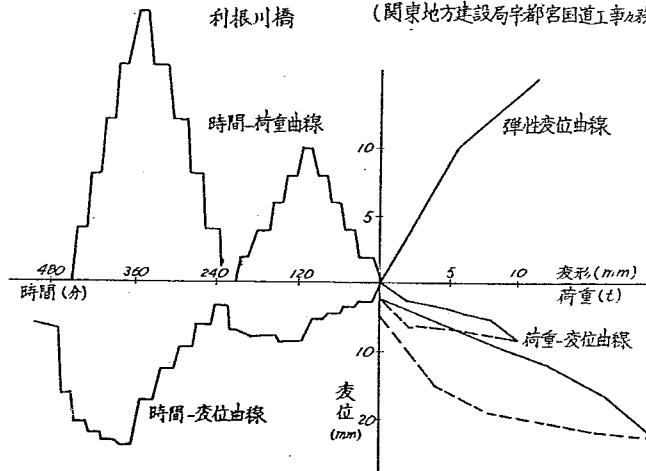
(関東地方建設局宇都宮国道工事事務所)



単抗水平載荷試験 (ⅠA)

利根川橋

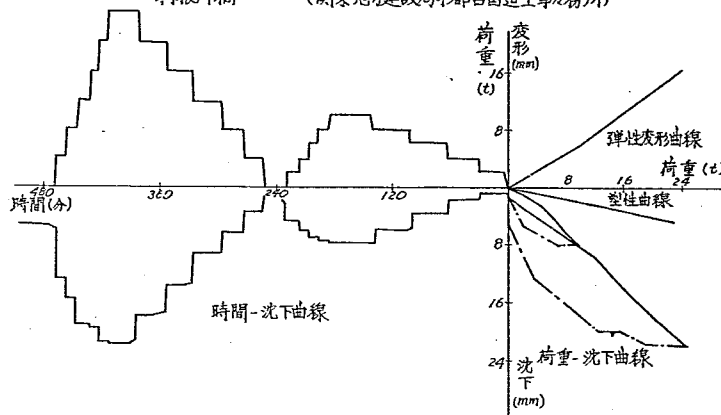
(関東地方建設局宇都宮国道工事事務所)



NO.1 水平載荷試験

利根川橋

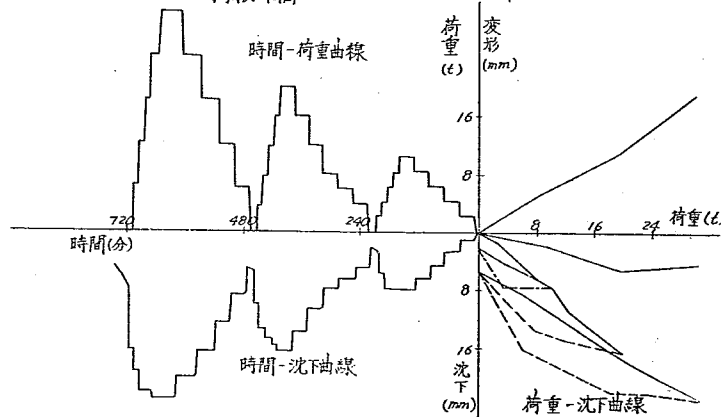
(関東地方建設局宇都宮国道工事事務所)



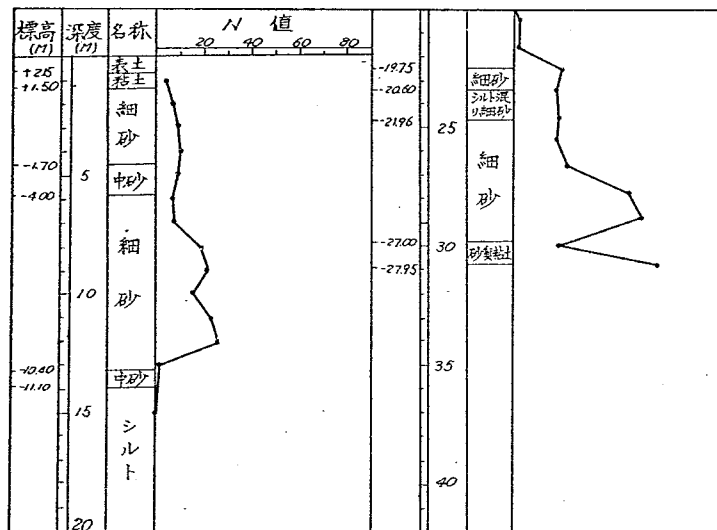
NO.2 水平載荷試験

利根川橋

(関東地方建設局宇都宮国道工事事務所)

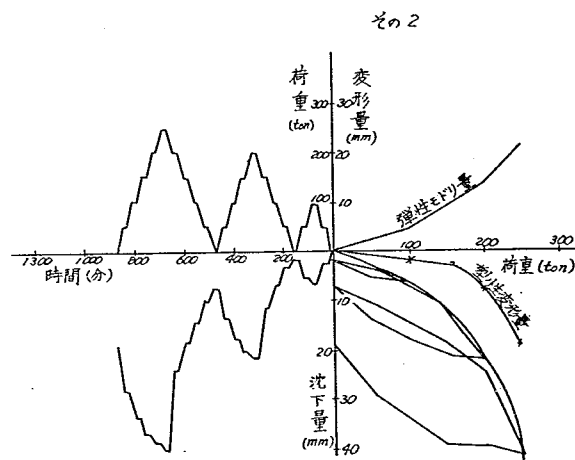
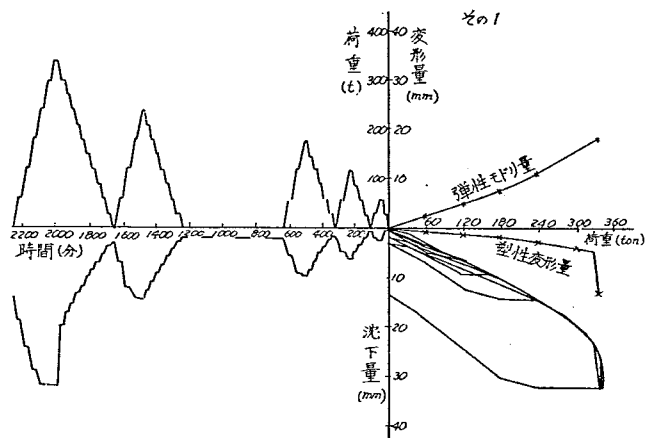


金町バイパス



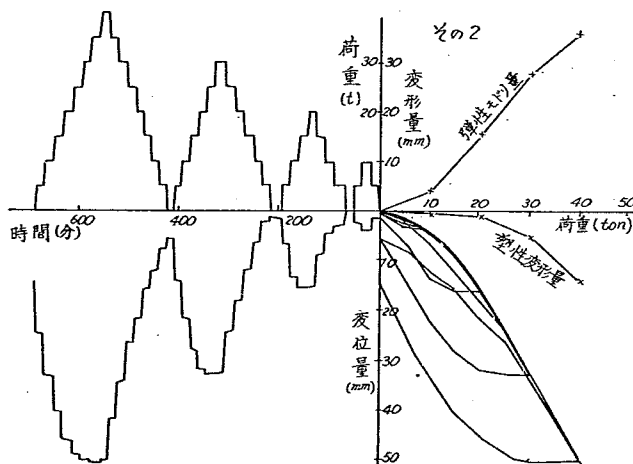
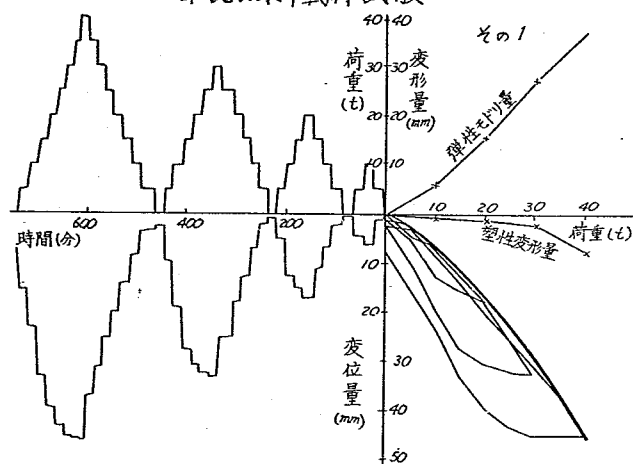
金町バイパス

鉛直載荷試験

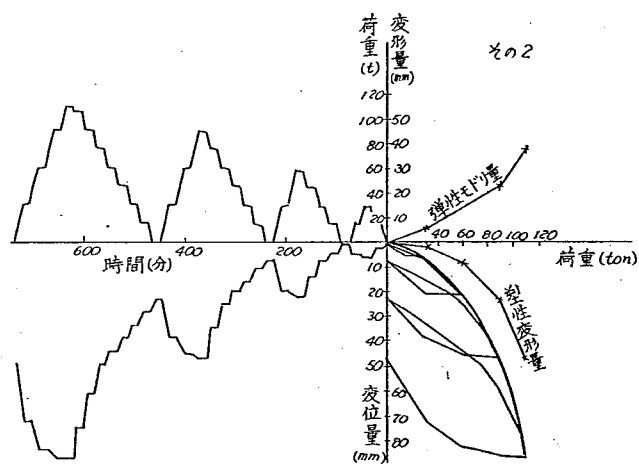
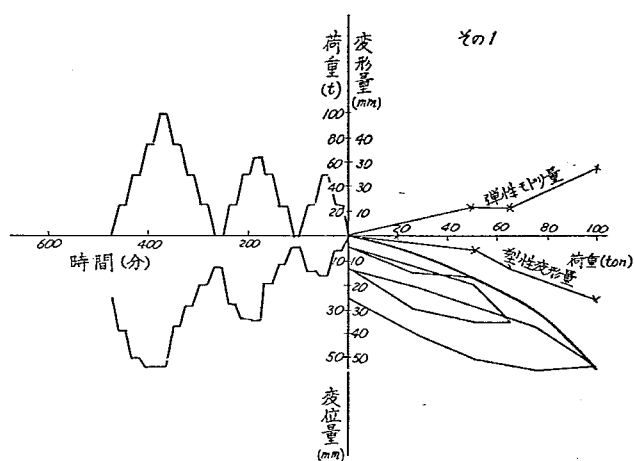


金田バイパス

単杭の水平載荷試験

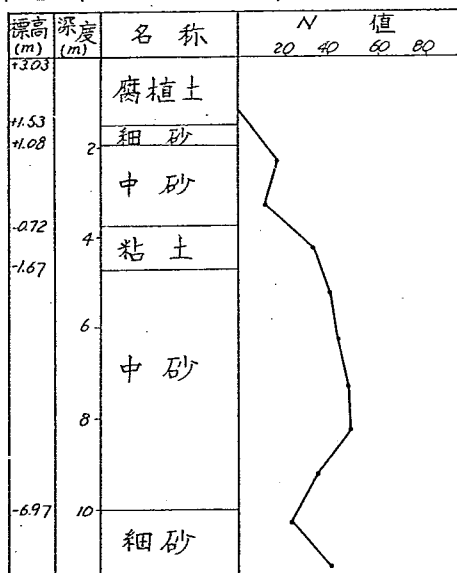


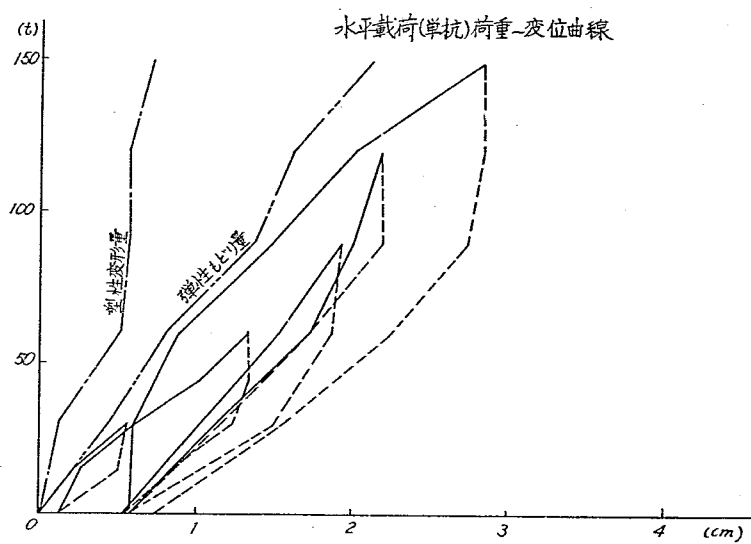
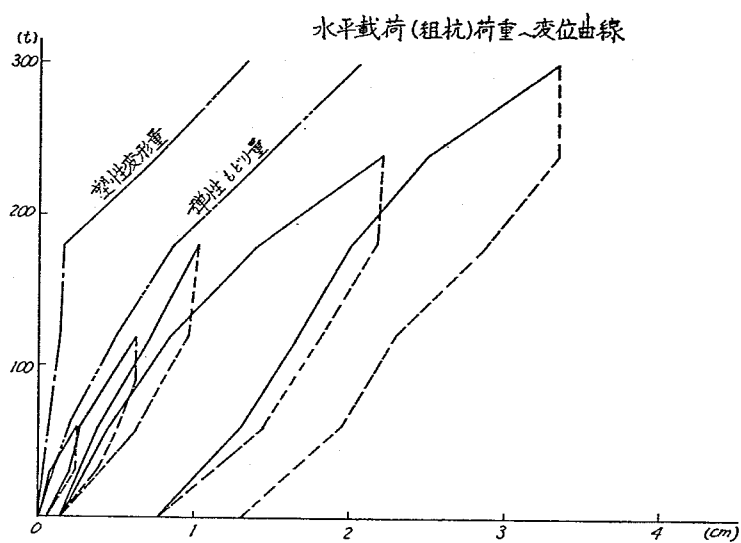
金町バイパス
組杭 水平載荷試験



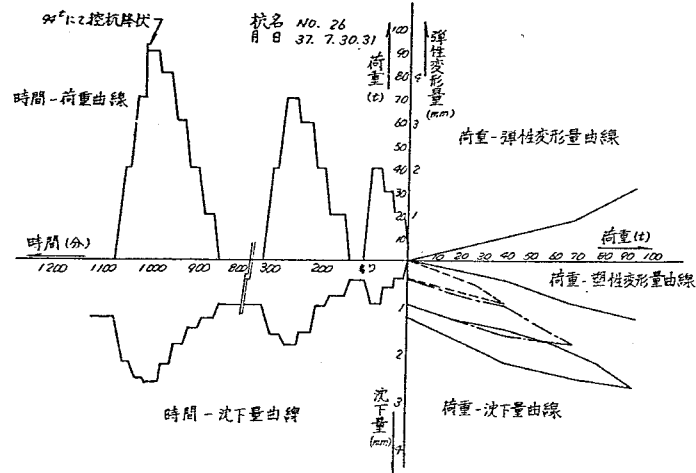
市川県道立体交差

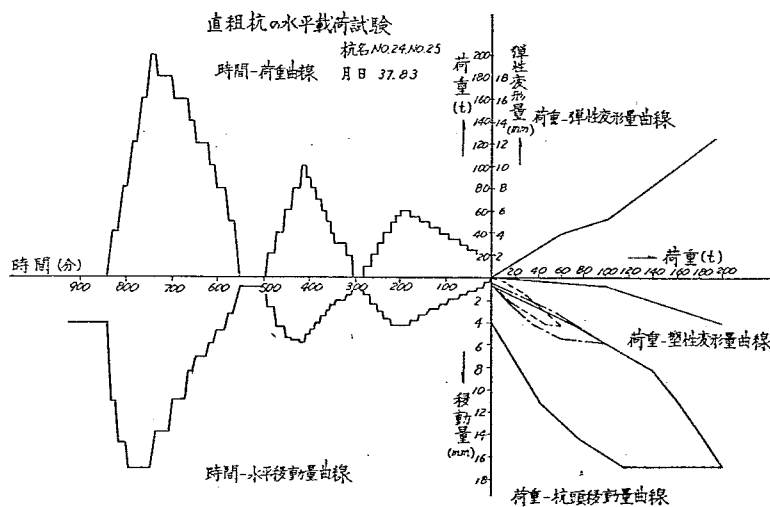
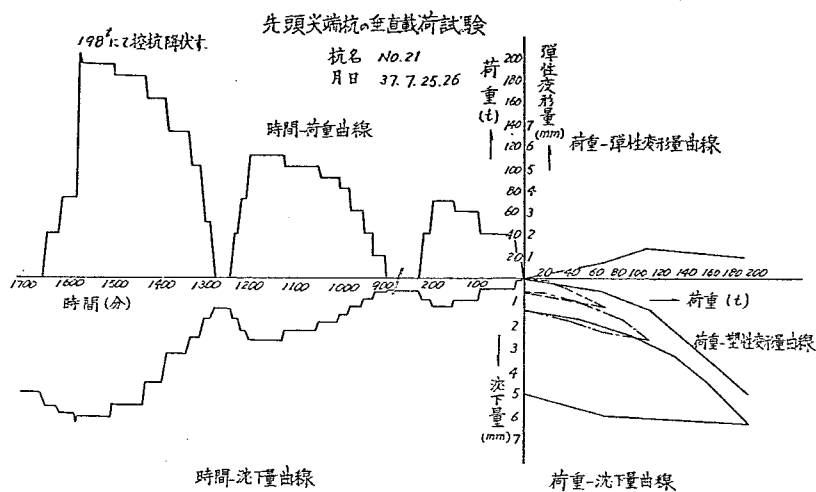
関東地建

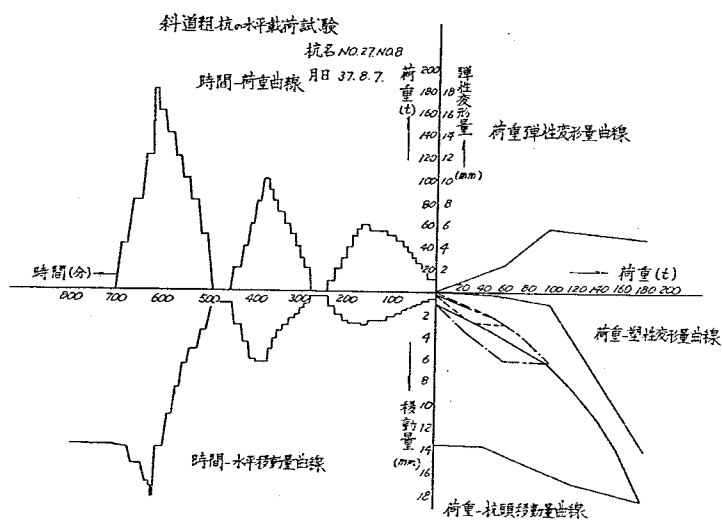
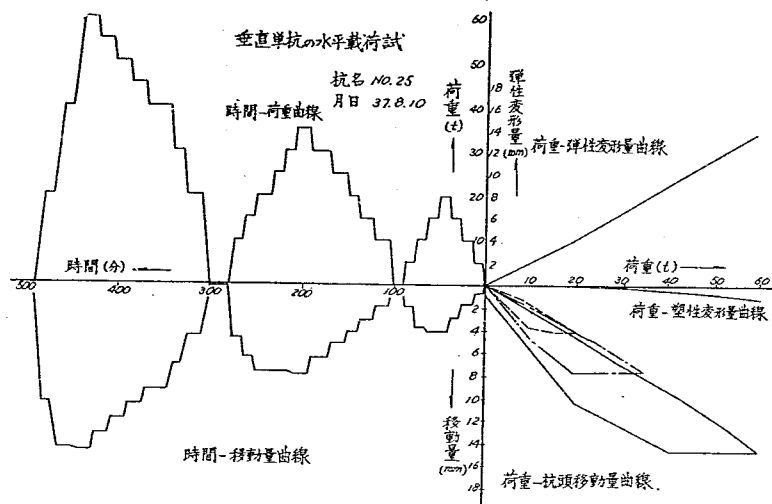


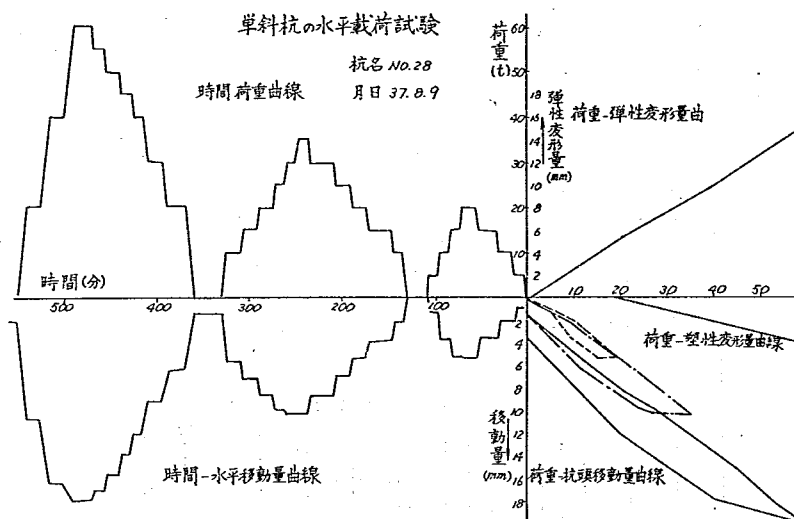


先端開放杭の垂直載荷試験

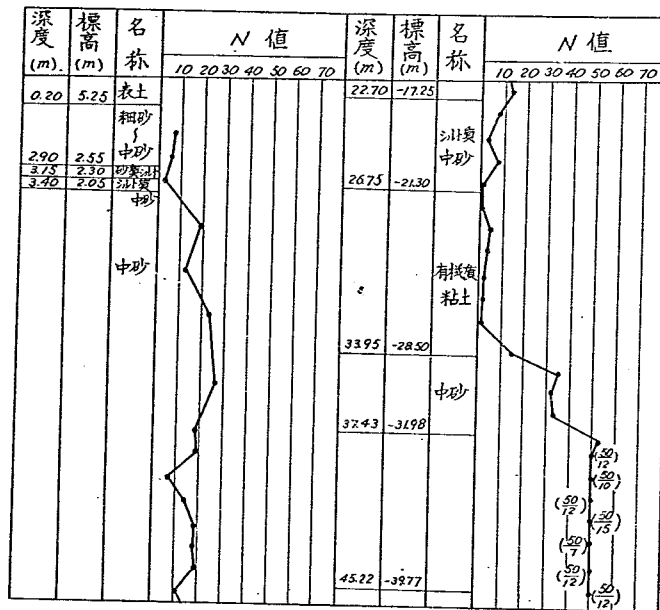




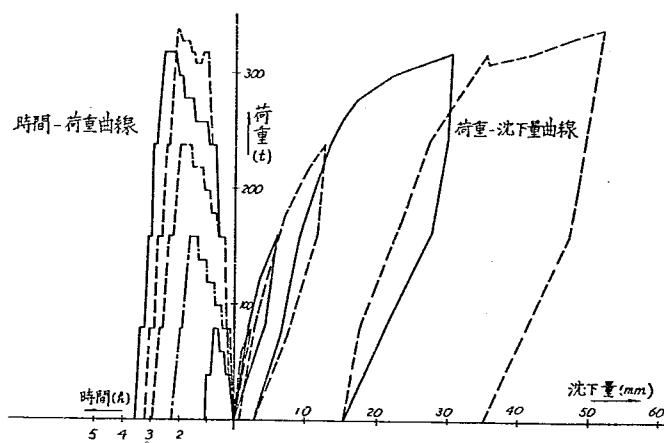




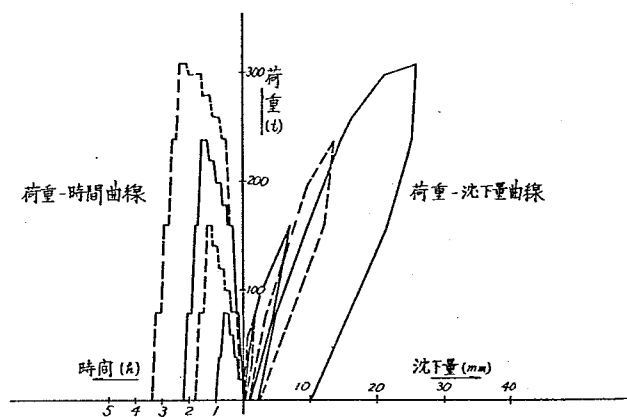
関東地建 青山水門



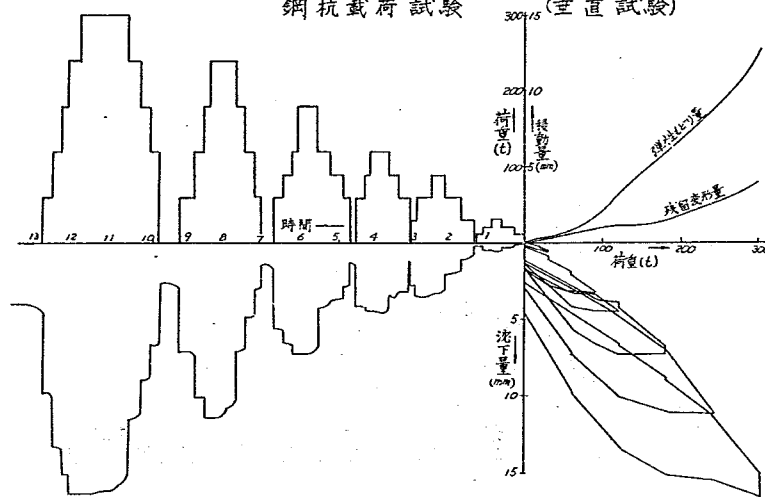
青山水門鉛直第1回川表



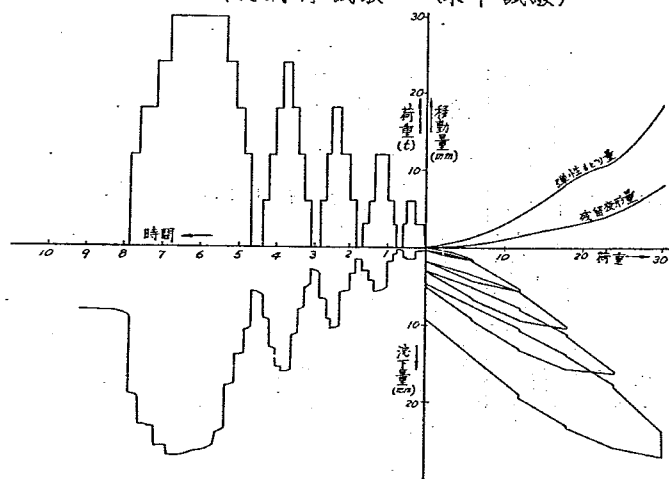
青山水門鉛直第2回川表



小名木川水門新設工事
鋼杭載荷試験 (垂直試験)

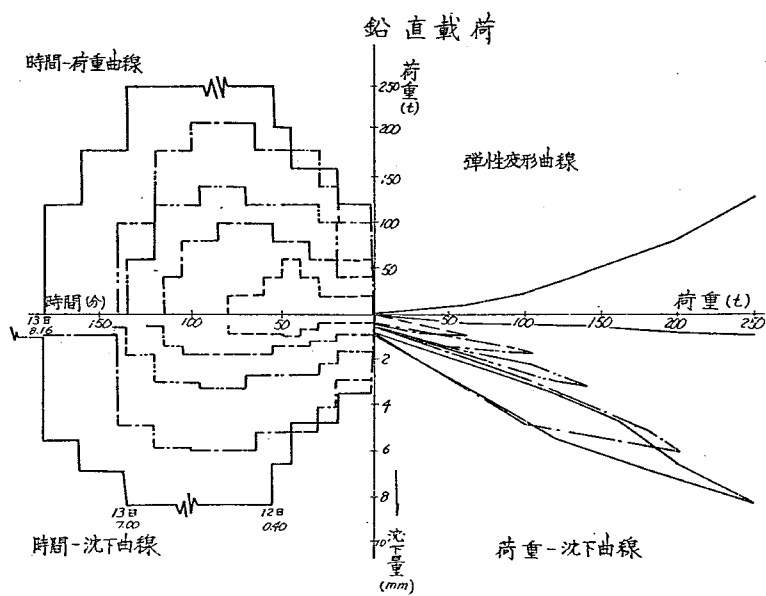


小名木川水門新設工事
鋼杭載荷試験 (水平試験)



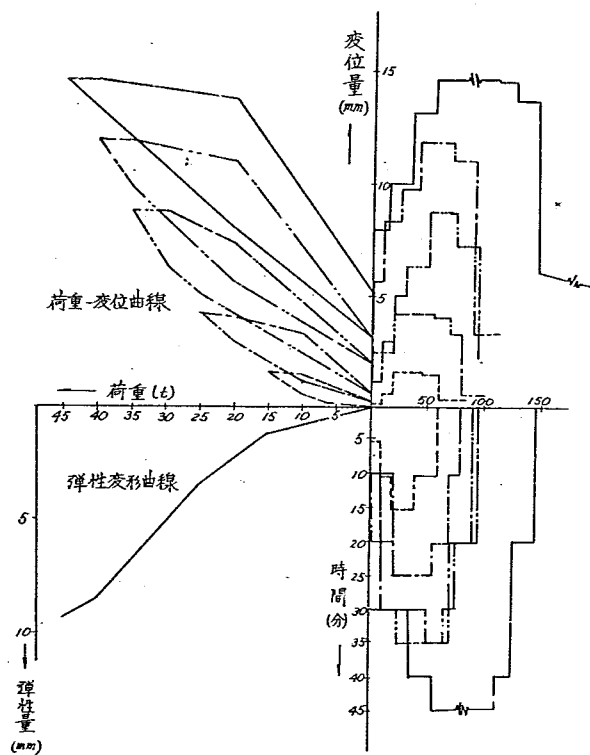
北陸地建 六日町 跨線橋 NO.2

標高 (m)	深度 (m)	名称	N 值
			20 40 60 80 100
	10	粘土 砂礫 粘土 砂礫 粘土 砂礫	
	20	砂礫	
	30	砂礫	
	40	砂礫	
	50	砂礫	
	60	砂礫	
	70	砂礫	

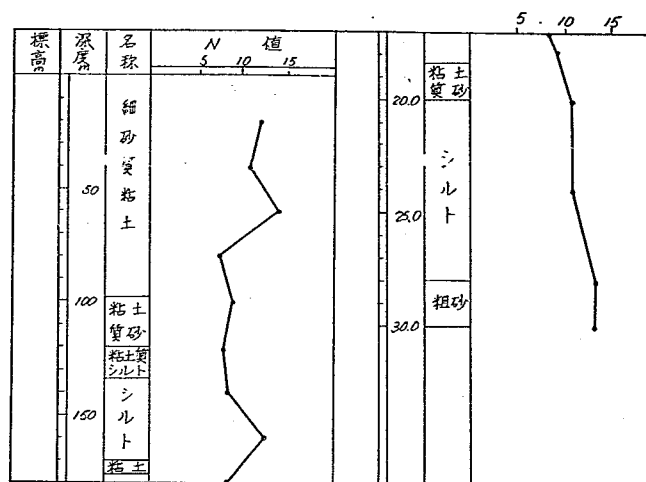


北陸地建 六日町 跨線橋 NO.1

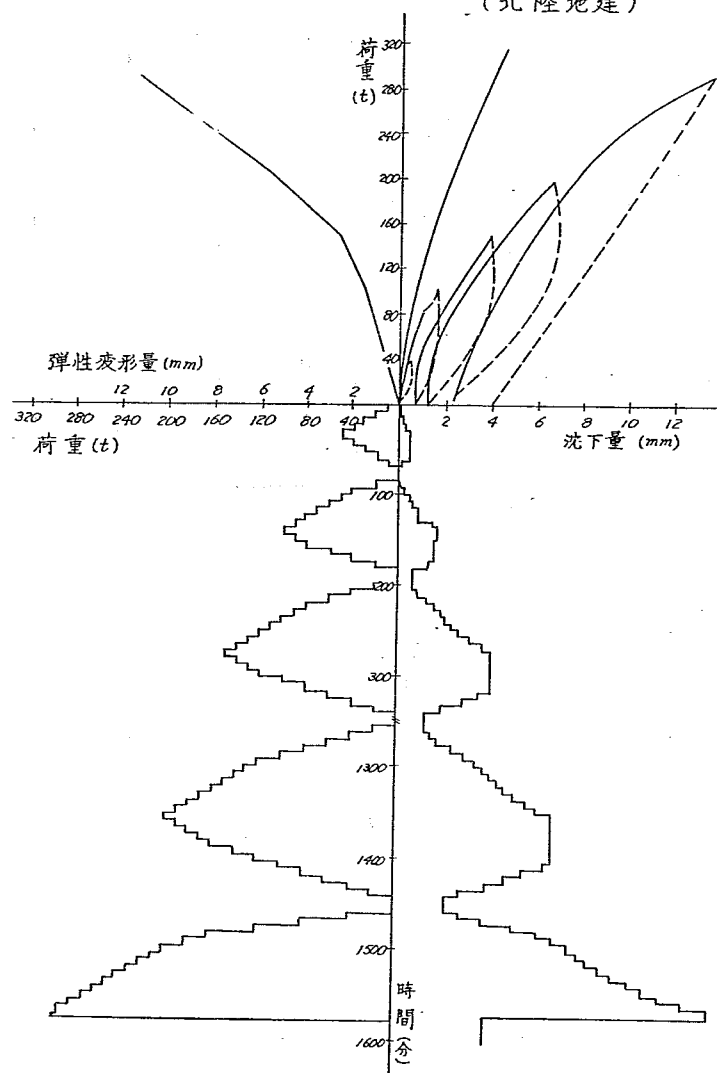
水平載荷 試驗



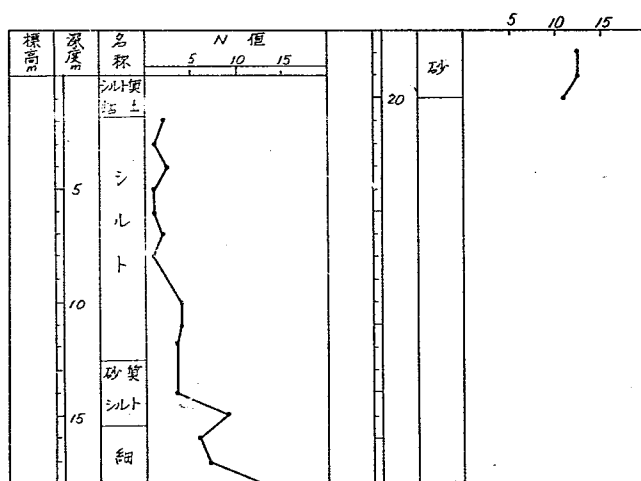
北陸地建 柿崎川



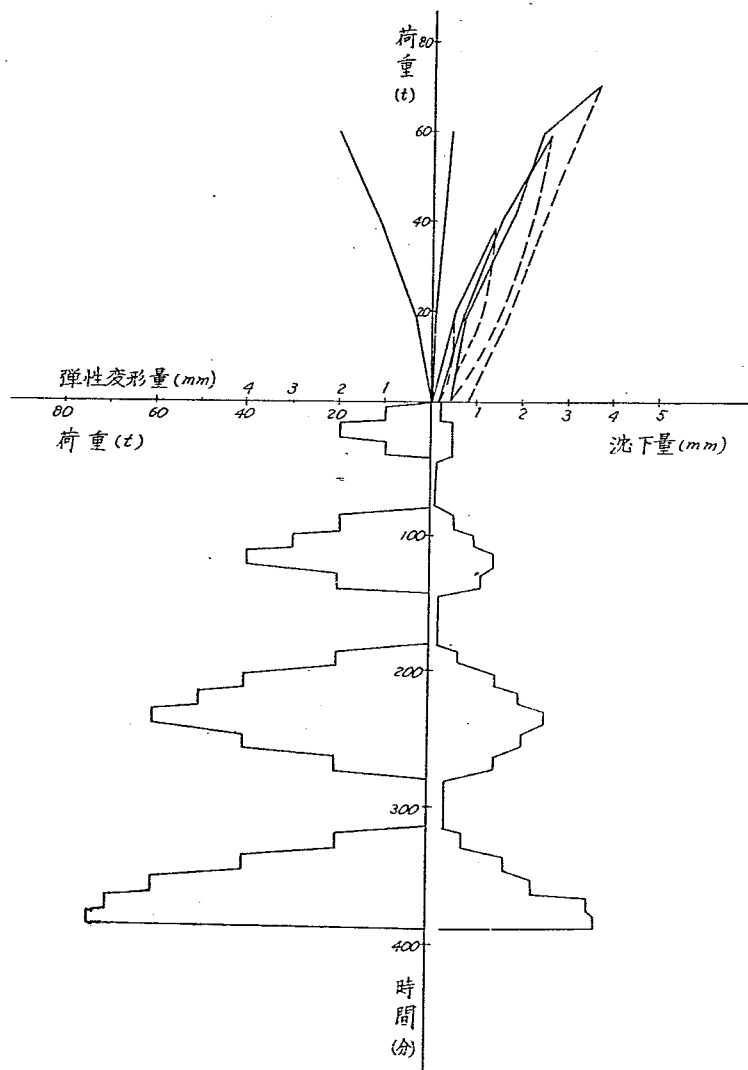
鉛直載荷試験 (柿崎川)
(北陸地建)



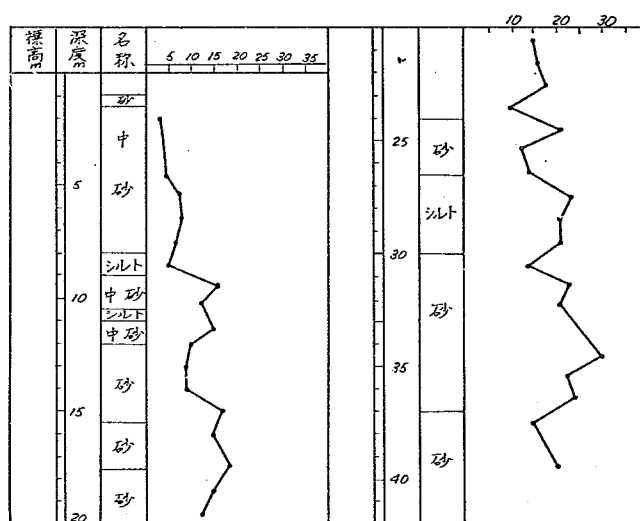
北陸地建 川井橋



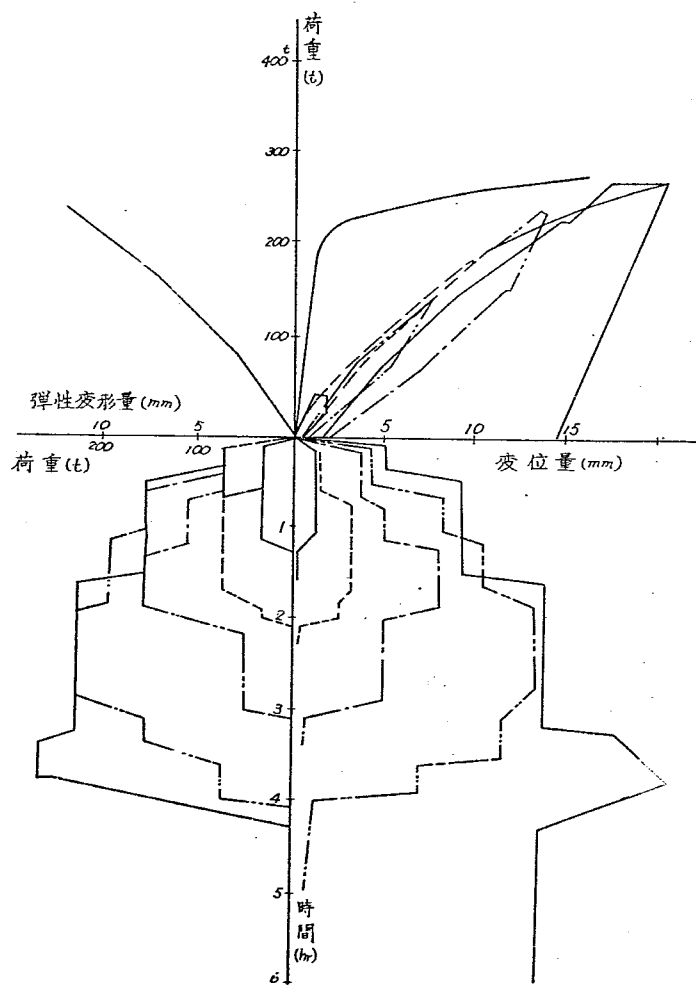
H杭 鉛直載荷試験 (川井橋)



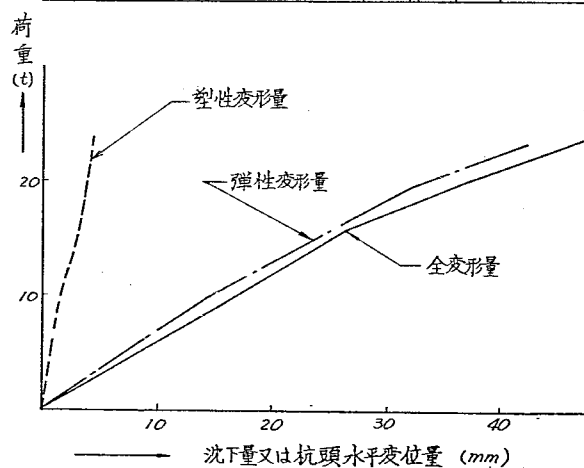
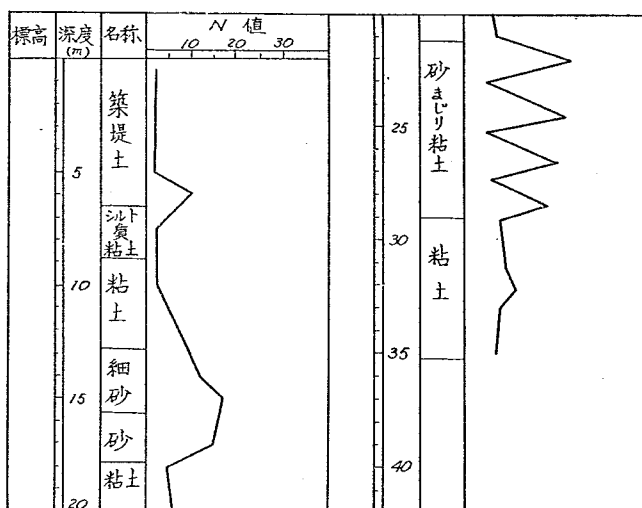
三条橋 (北陸地建)



三糸橋、鉛直載荷試験



北陸地建 豊田橋



中部地建. 新天竜川橋

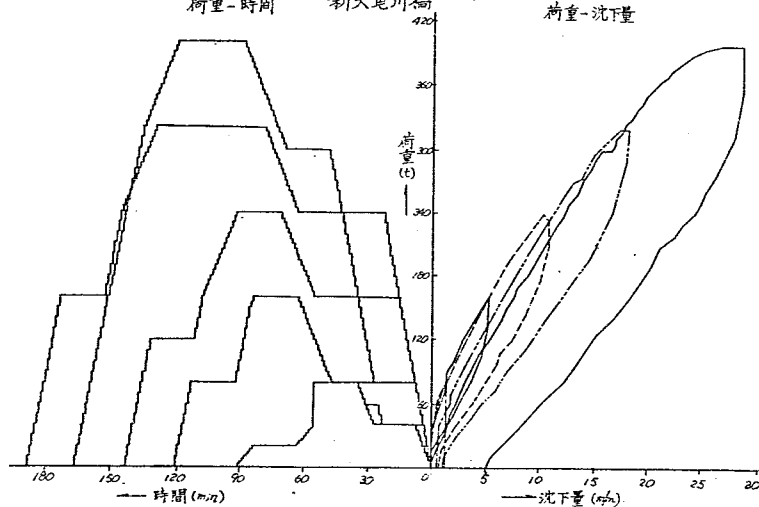
標高 (m)	深度 (m)	名称	標準貫入試験				標高 (m)	深度 (m)	名称	標準貫入試験									
			10	20	30	40				10	20	30	40	50	60	70	80	90	
18.20							13.70		シルト質砂										
		砂礫							砂質										
							14.00		シルト質粘土										
2.55	7.35	相模川泥り					17.50		砂質										
2.30	9.70	シルト							シルト質砂										
1.10	10.00	粘土質					21.60	30.00	砂質粘土										
0.90	10.90	シルト質砂					22.80	30.90											
0.90	12.10	粘土							礫泥り										
0.25	13.75						24.15		粗砂										
0.15	15.85	砂							中砂										
0.50	18.50	砂シルト																	
0.00	20.00	砂																	

鉛直載荷試験 (φ308×9)

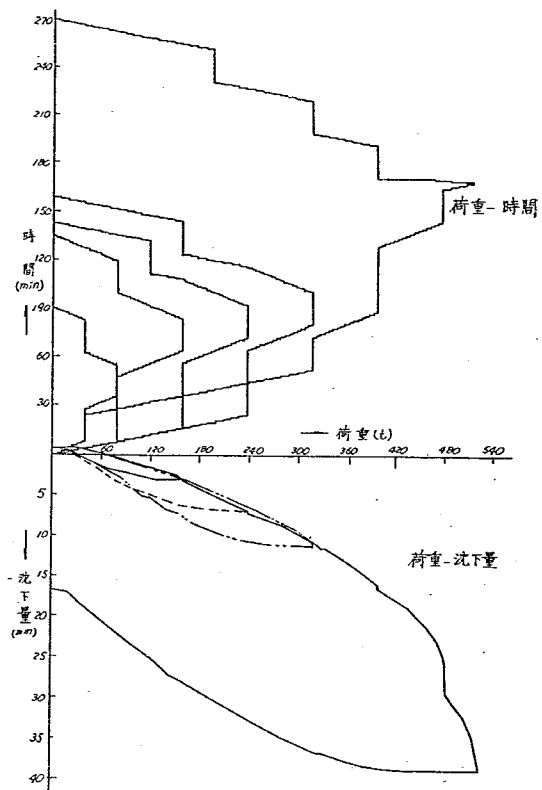
荷重-時間

新天竜川橋

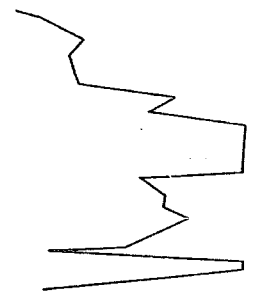
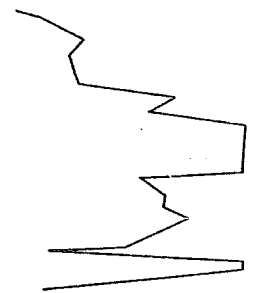
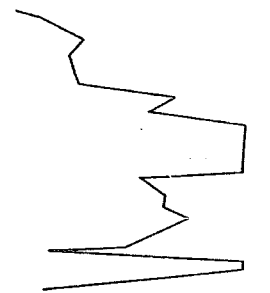
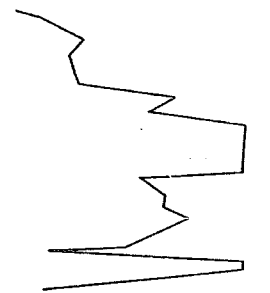
荷重-沈下量

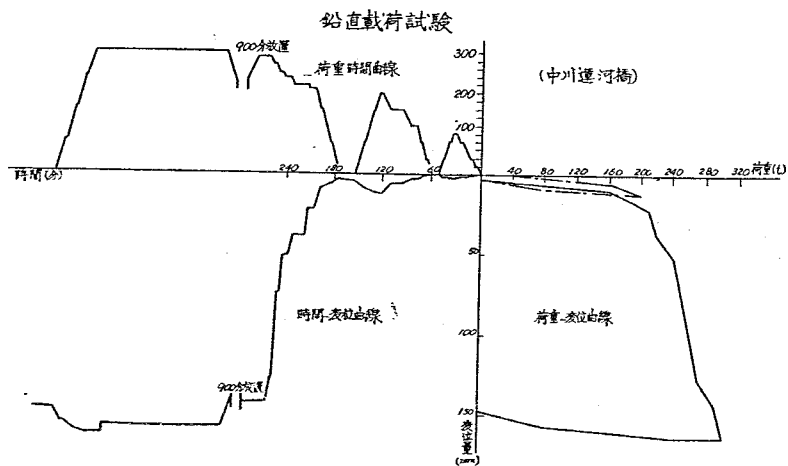


鉛直載荷試驗 (φ609.6×9)

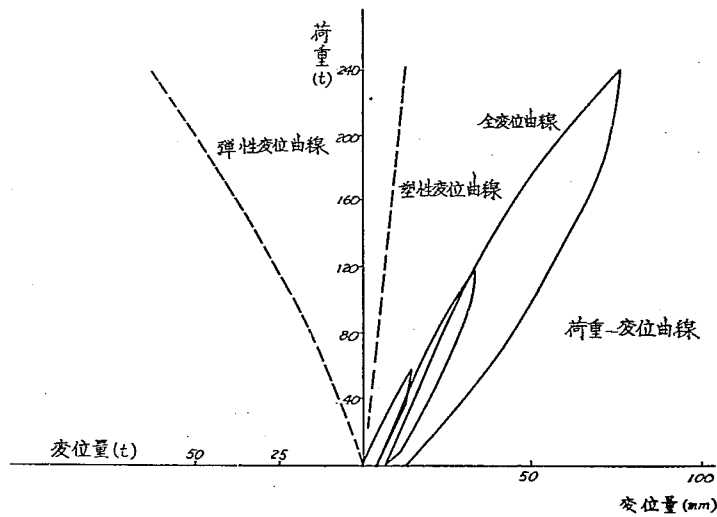
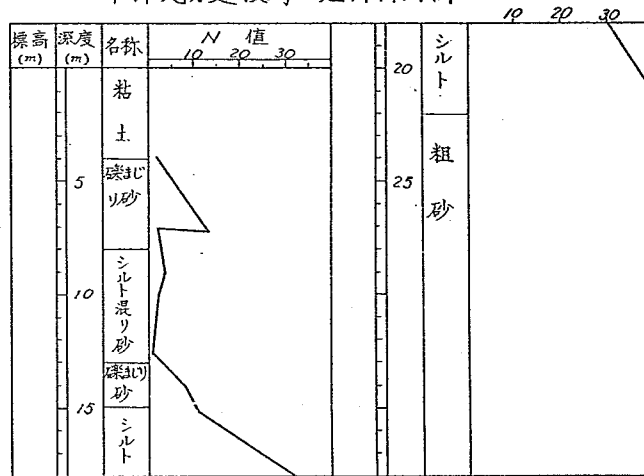


中部地建 中川運河橋

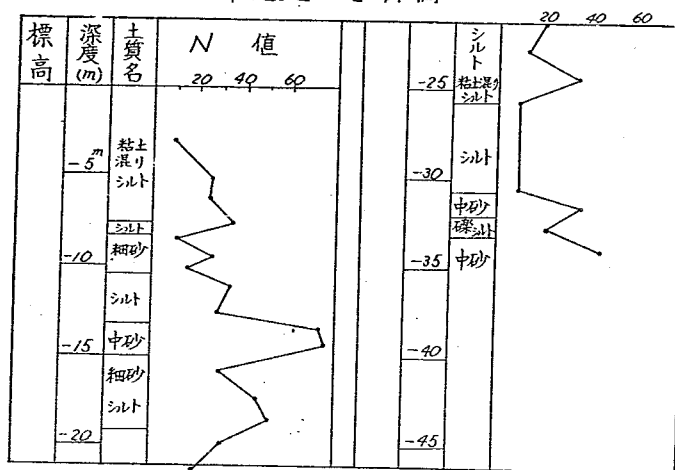
標尺 (m)	深度 (m)	名称	N 値				
			0	10	20	30	40 50
	1.0	表土					
5	2.0	シルト 粗砂					
	3.0	粘土					
10	9.0	粘土砂					
	13.0	粗砂					
15	15.5	中砂					
	19.0	シルト質粘土					
20	21.5	砂					
	24.0	シルト質砂					
25	27.5	砂質シルト					
	29.0	硬質シルト					
30	31.5	?					
35							



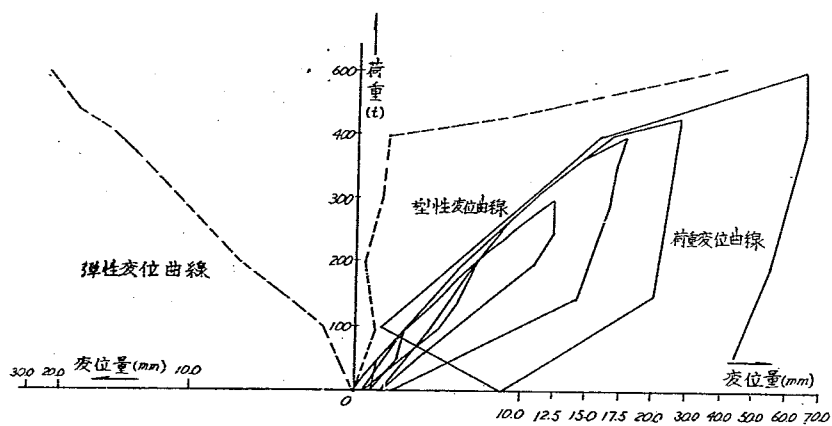
中部地方建設局 庄内新川橋



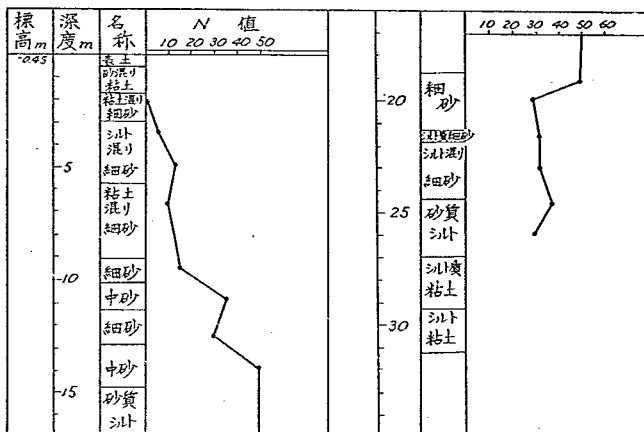
中部地建 港新橋



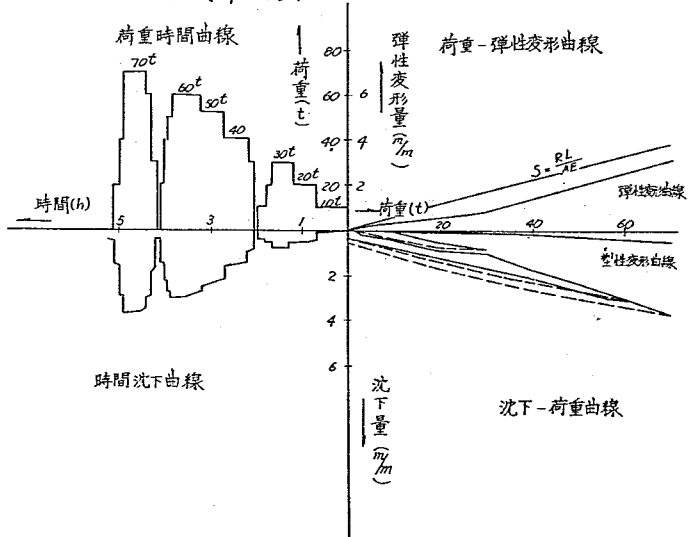
弾性変位曲線



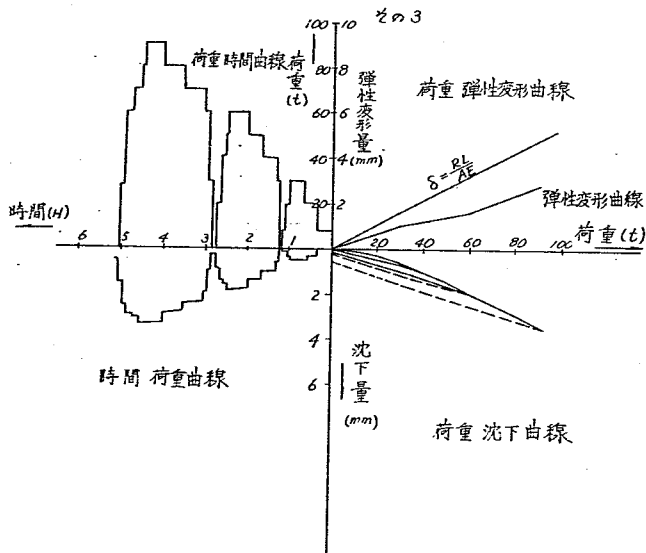
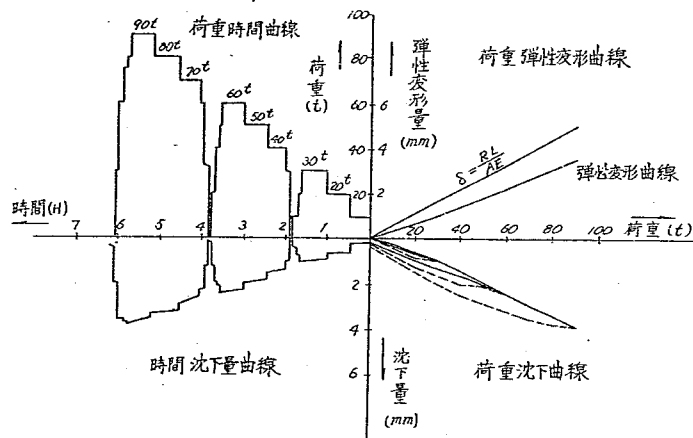
中部地建 港榮高架橋



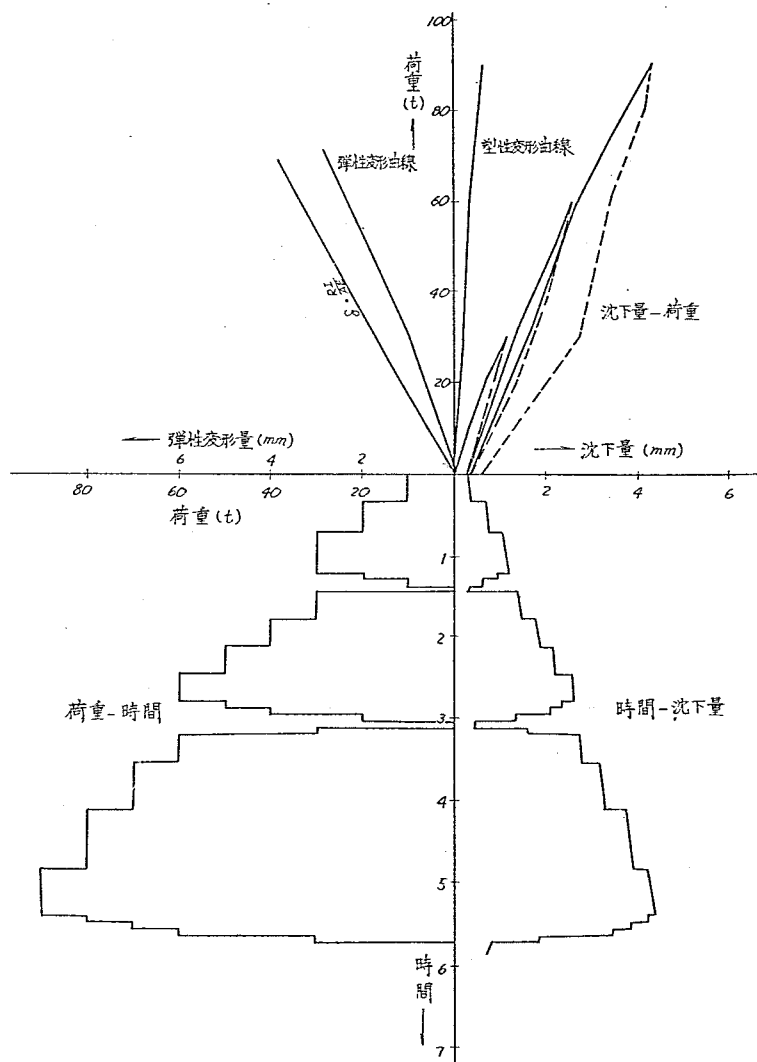
鉛直載荷試験 その1



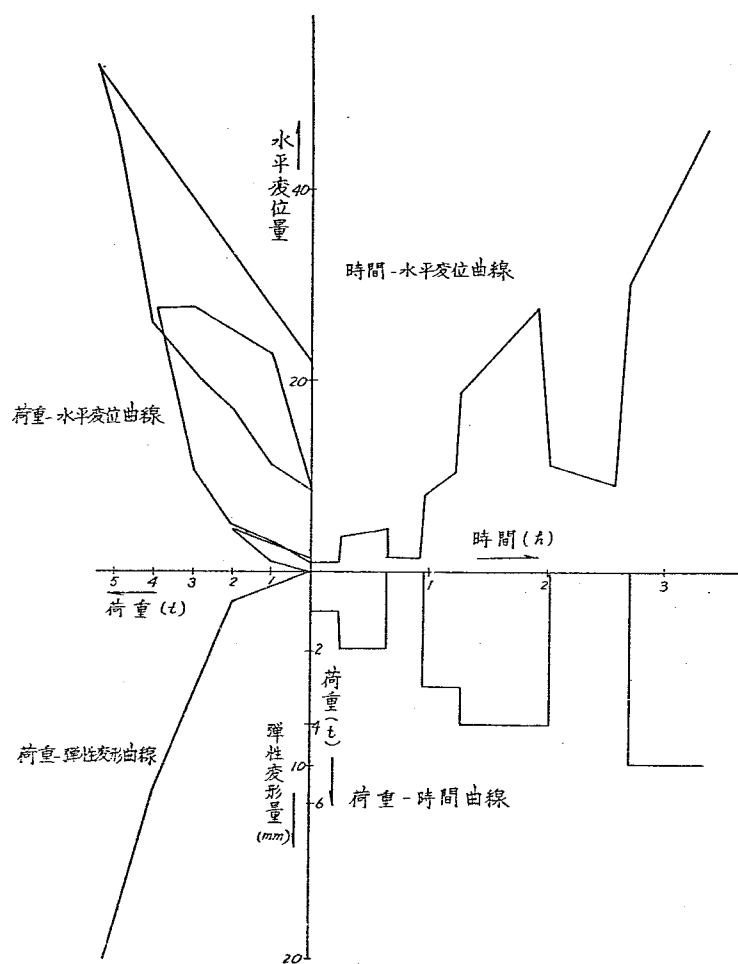
港 棠 高 架 橋 鉛 直 載 荷 試 驗 之 2

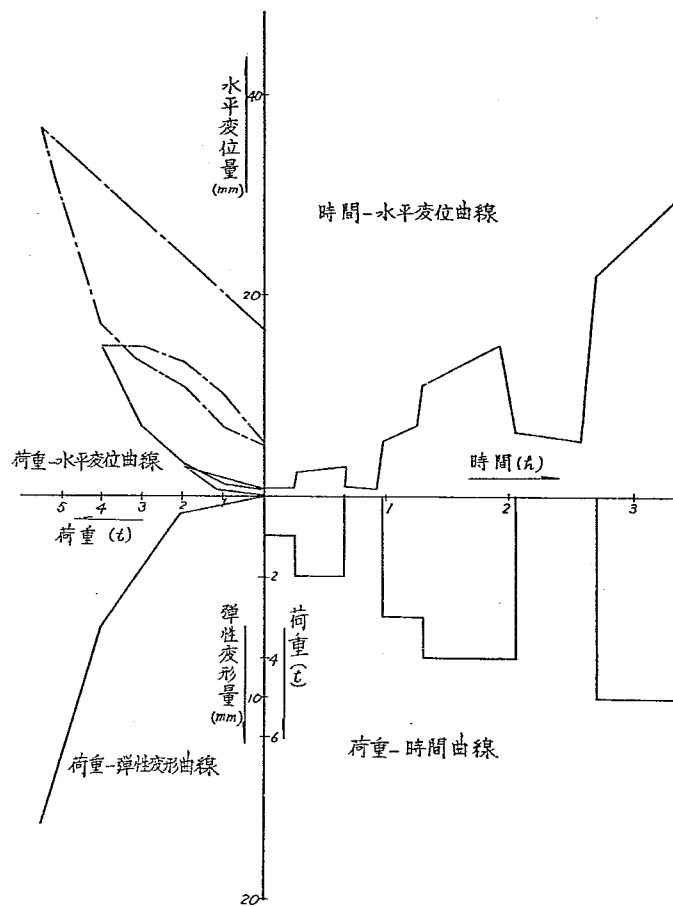


鉛直載荷試験 第4

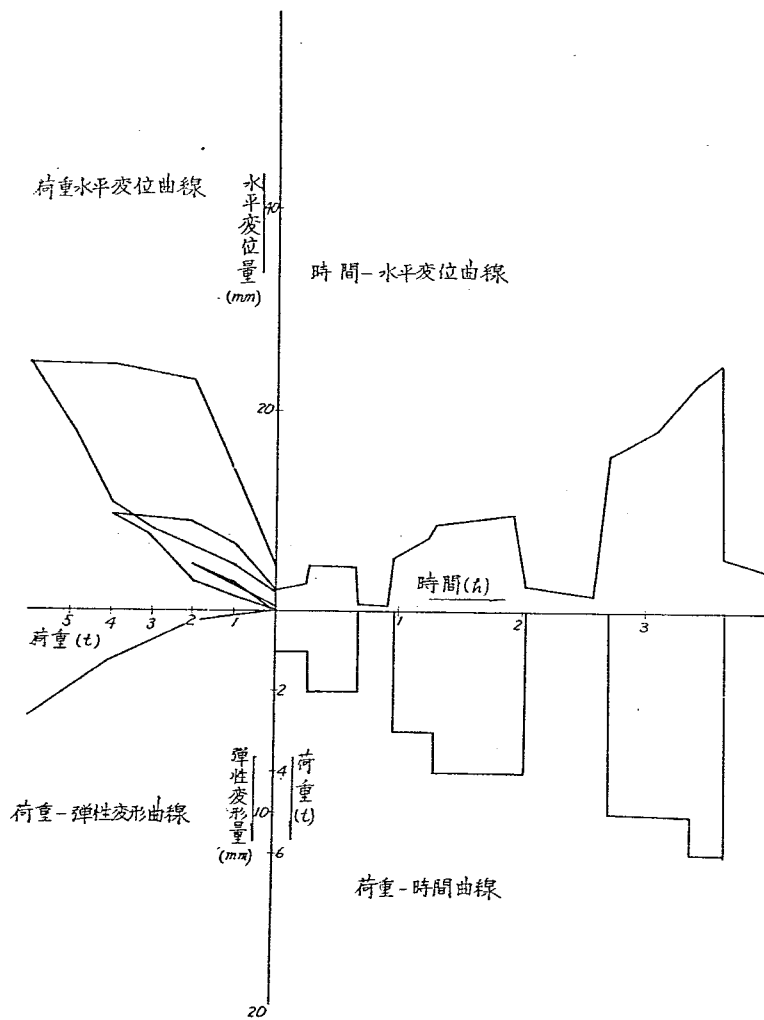


水平載荷試驗 (抗 NO.1)

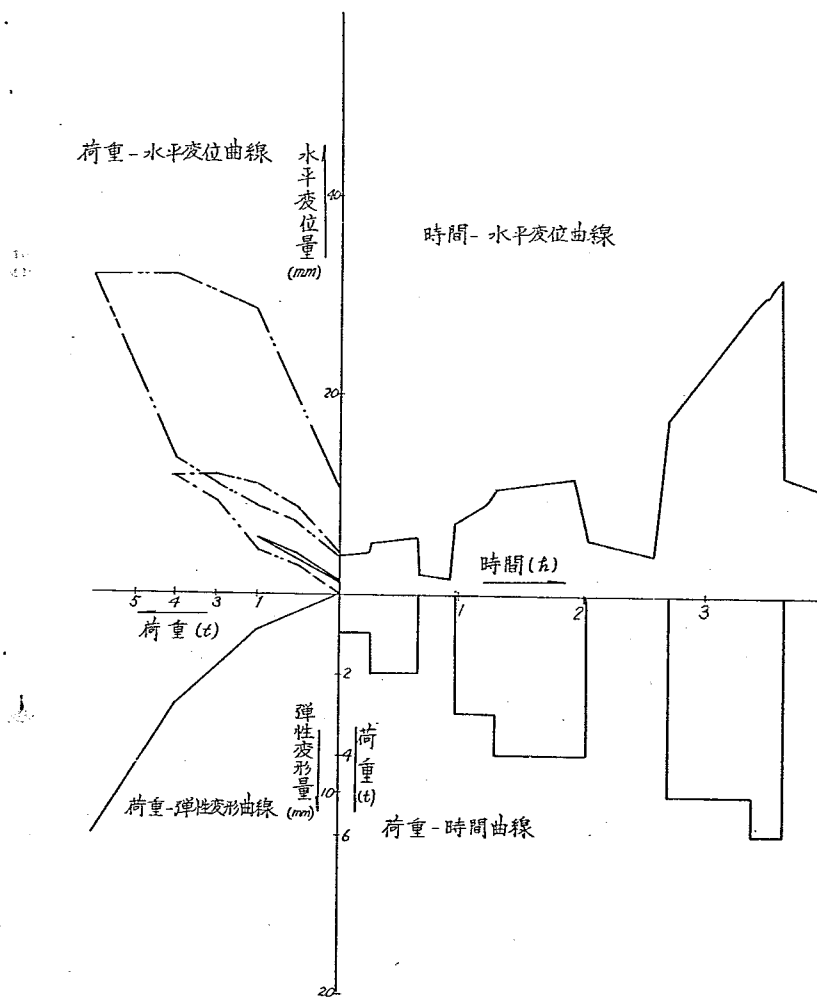




水平載荷試驗 (抗 NO. 3)

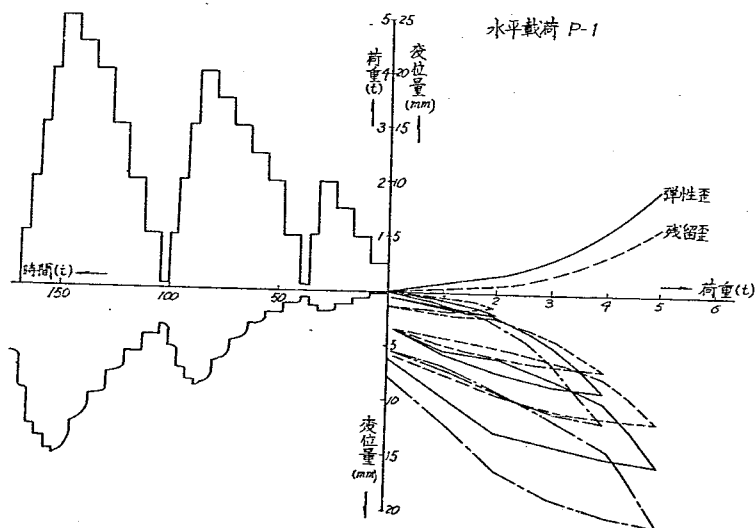


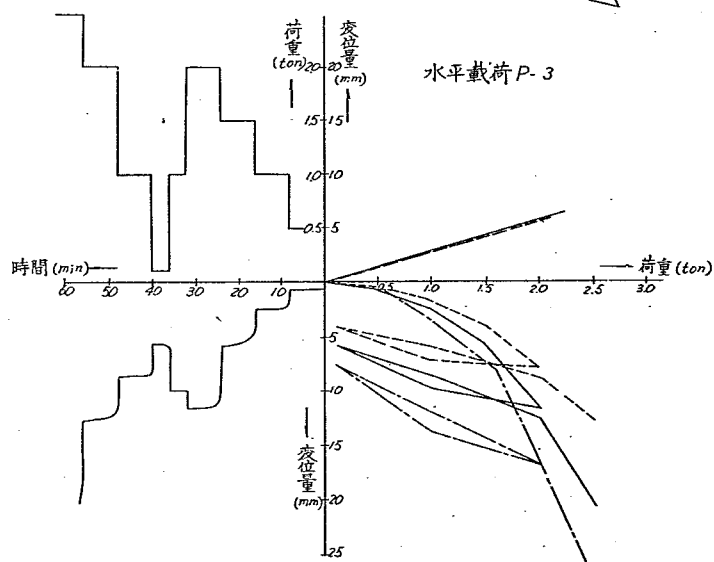
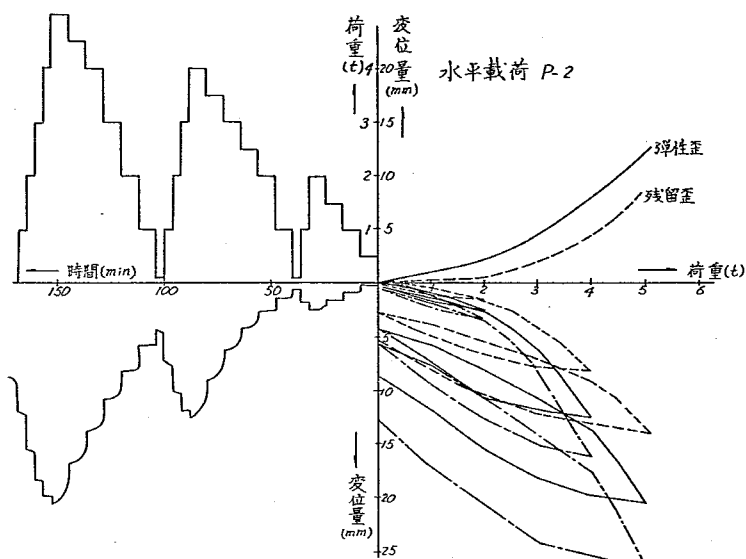
水平載荷試驗 (杭 NO. 4)



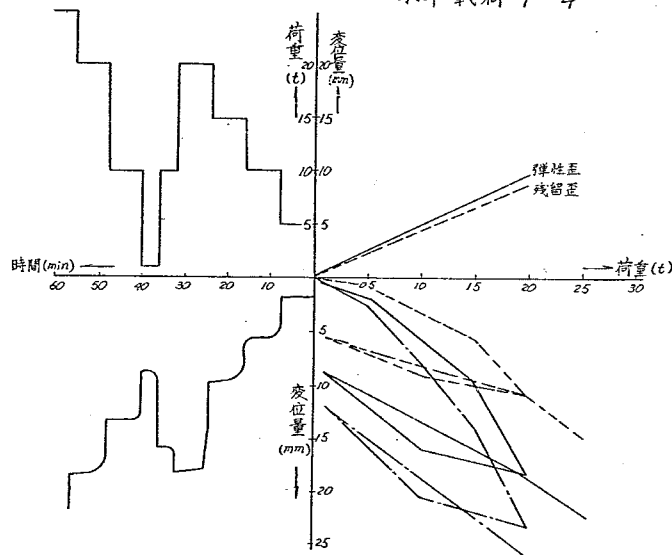
近畿地建 枚方モデル地点

標高 (m)	深度 (m)	名称	N 値				
			10	20	30	40	50
6.40		砂礫					
	1	細砂					
		シルト質粘土					
	2	砂質シルト					
		シルト質粘土					
	3	互層					
3.00							
	4	シルト質細砂					
		砂質シルト					
	5	シルト質細砂					
1.27							
	6	シルト質細砂					
		細砂					
0.55							
	8	シルト質粘土					
		細砂					
	9	砂礫					
-3.39	10						

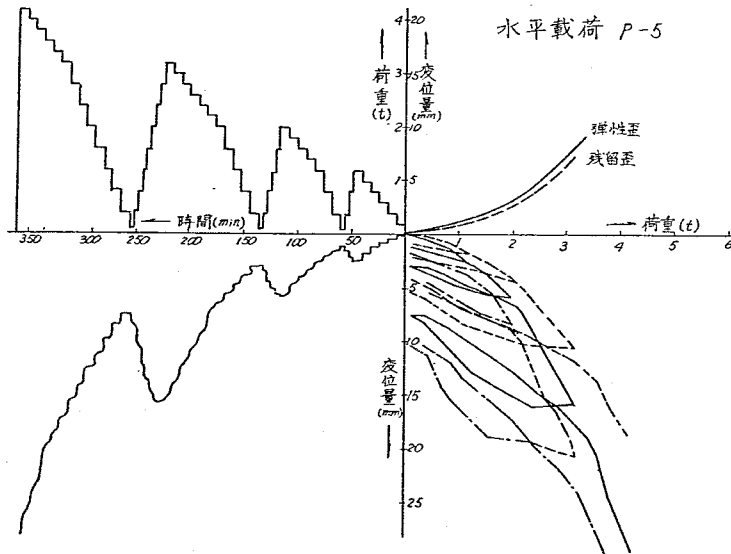




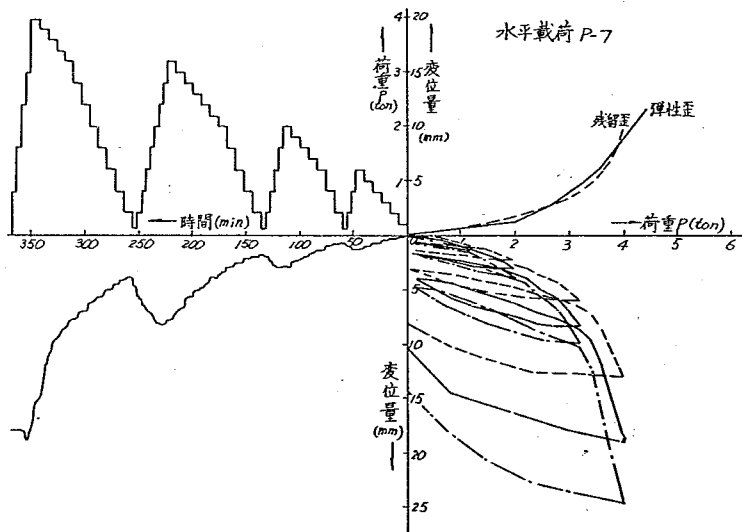
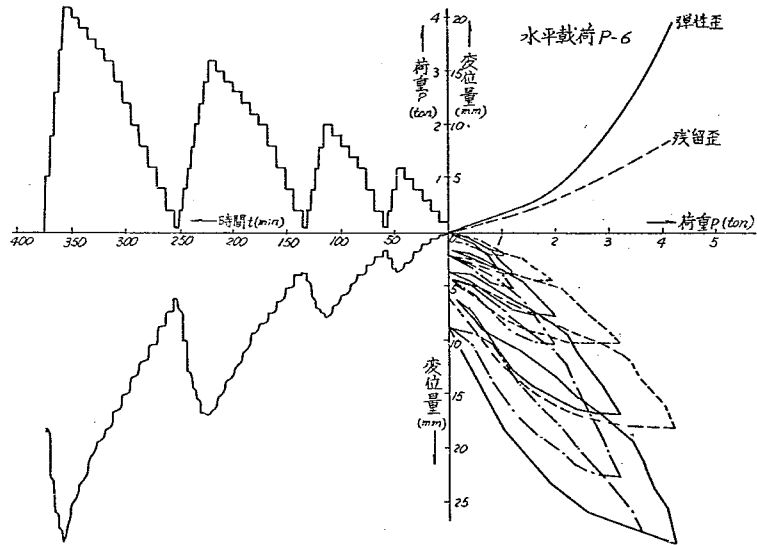
水平載荷 P-4

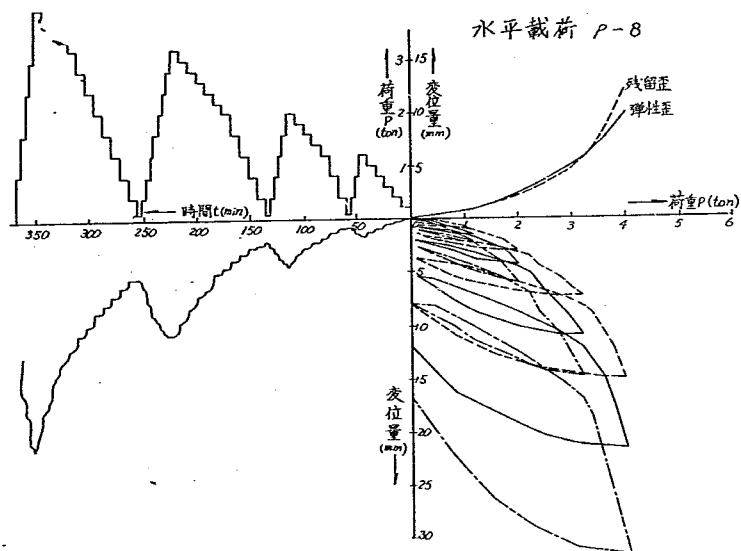


水平載荷 P-5



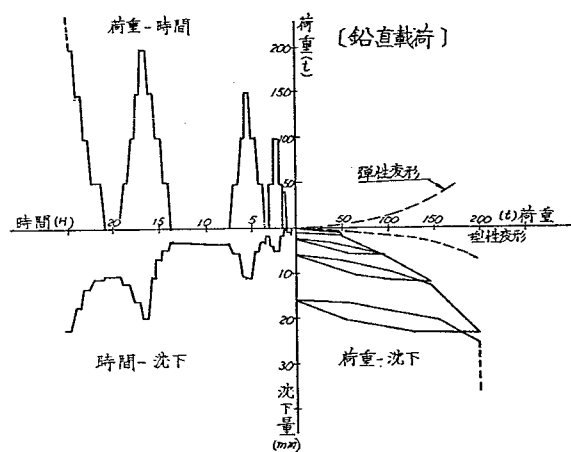
近畿地建



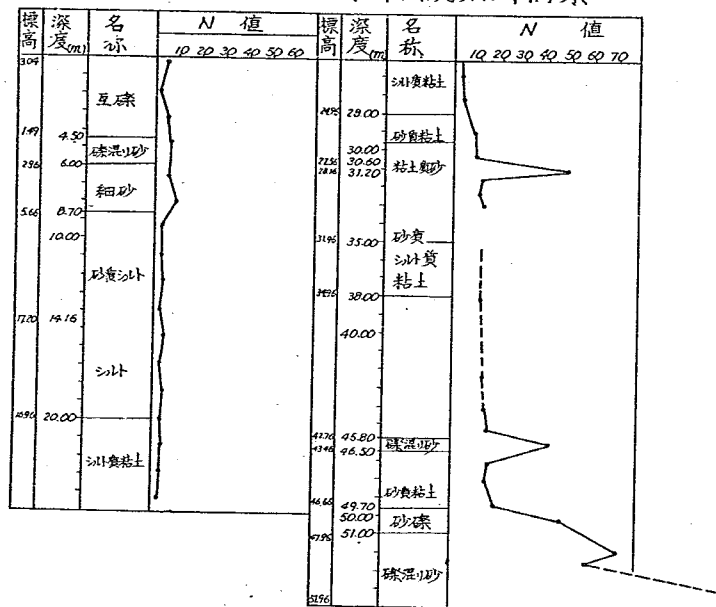


近畿地建 - 八幡大橋

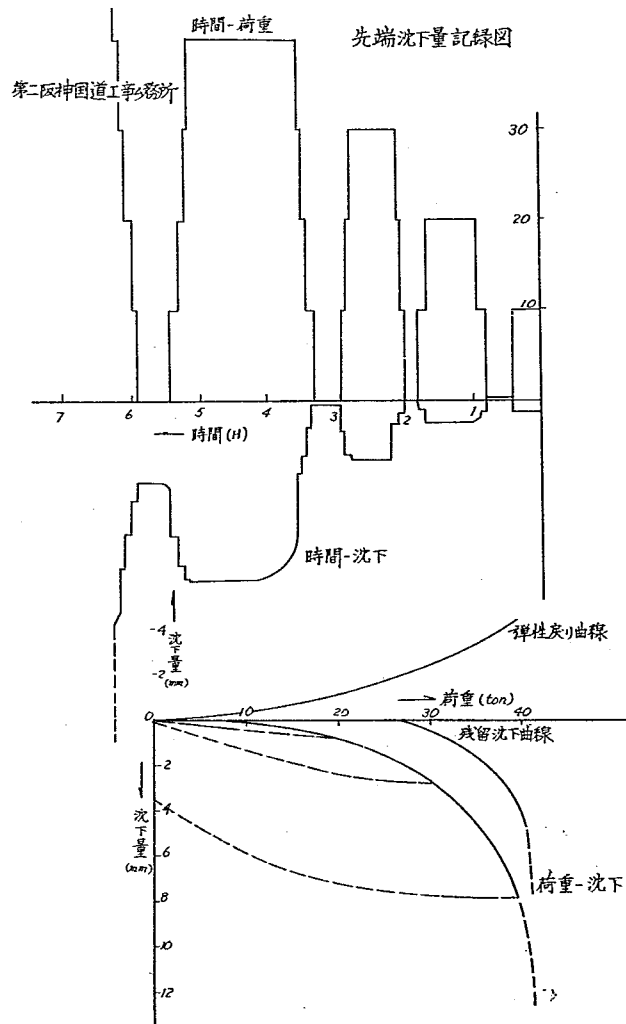
標高	深度(m)	名称	N 値						標高	深度(m)	名称	N 値					
			10	20	30	40	50	60				10	20	30	40	50	60
		砂礫								20.50	砂礫						
										23.00	粘土-Δ						
										24.80	砂礫						
										25.60	砂礫						
										27.20	砂礫						
										30.00							
	7.20	粘土															
	8.40	砂礫															
	10.00	細砂															
	12.90																
		砂礫															
	17.20	砂礫															
	17.70	砂礫															
	20.00	砂礫															



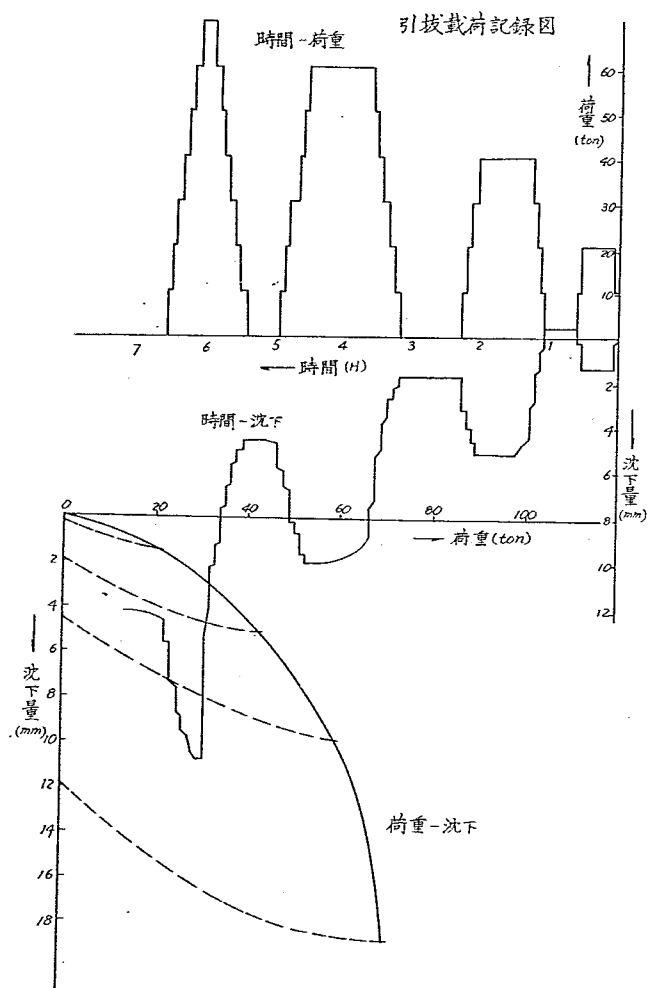
近畿地建 - 木津川尻無川橋架



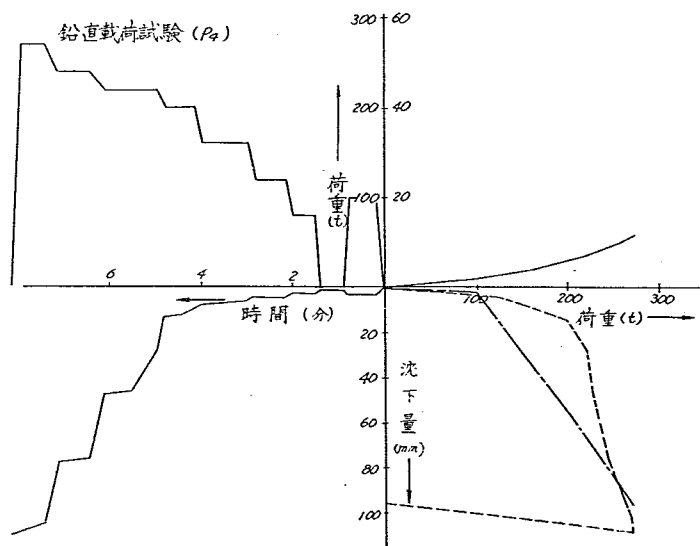
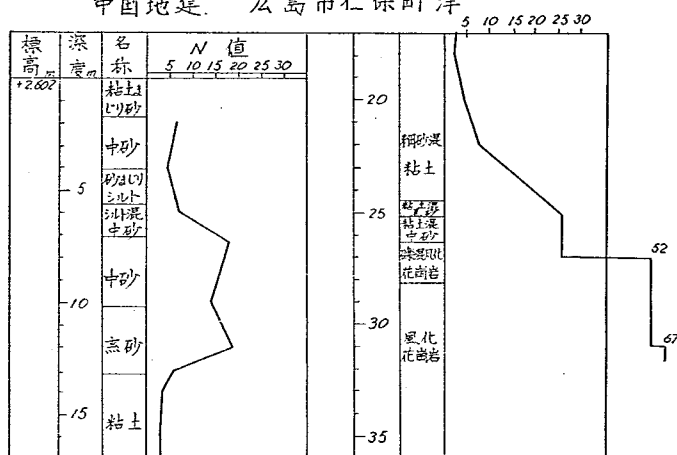
木津川尻無川橋梁



近畿地建 - 木津川尻無川橋梁

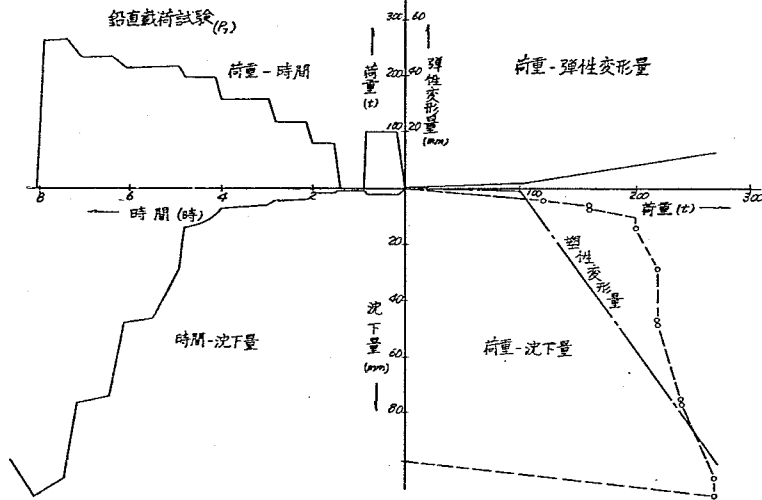


中国地建 広島市仁保町洋



中国地建

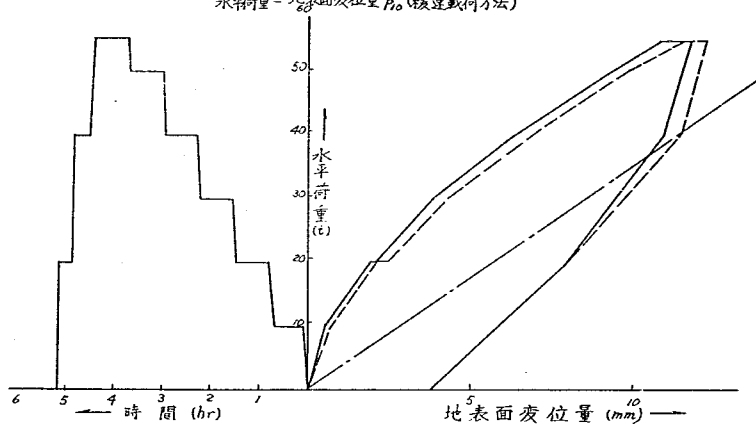
広島国道工事事務所(洋橋梁)



広島市仁保町洋

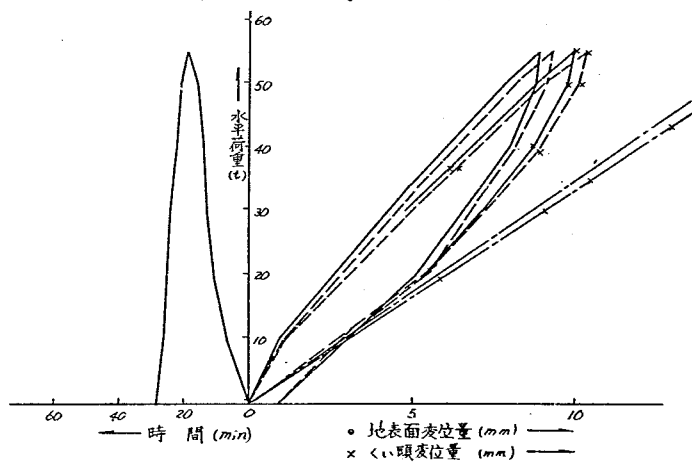
水平載荷試験 No. 1

水平荷重—地表面変位量 P_{10} (緩速載荷方法)

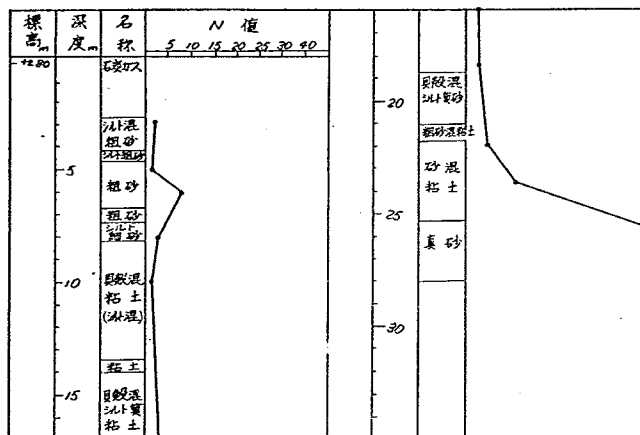


水平載荷試験 No. 2

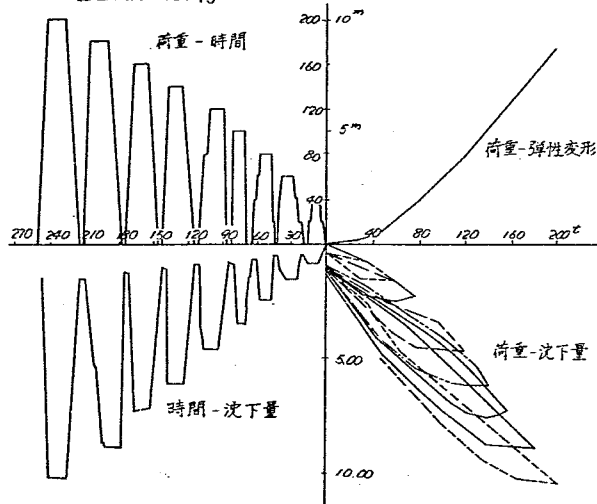
水平荷重—地表面変位量 P_{10} (緩速載荷方法)



中国地建広島市仁保町船越

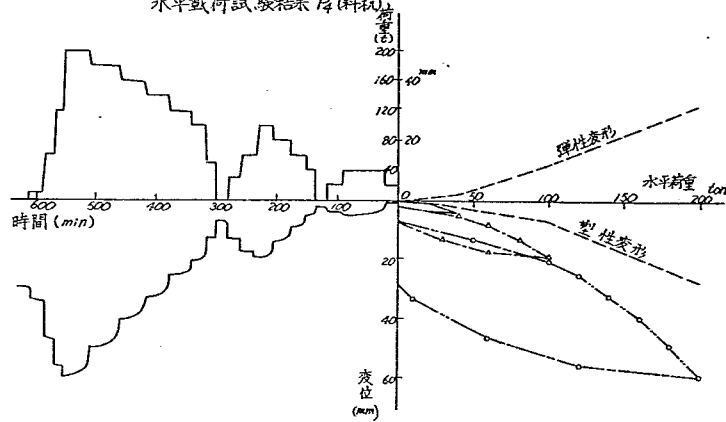


鉛直載荷試験 P₃

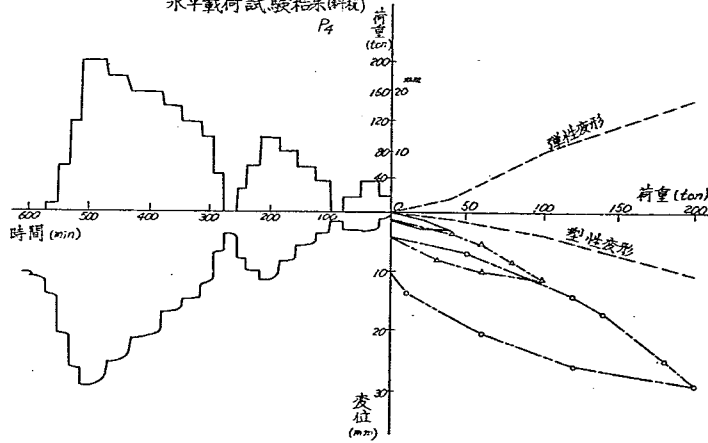


船越橋

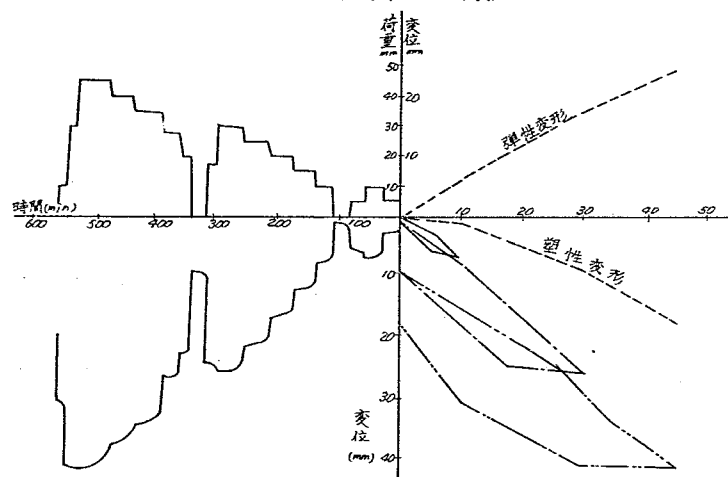
水平載荷試驗結果 (斜板)



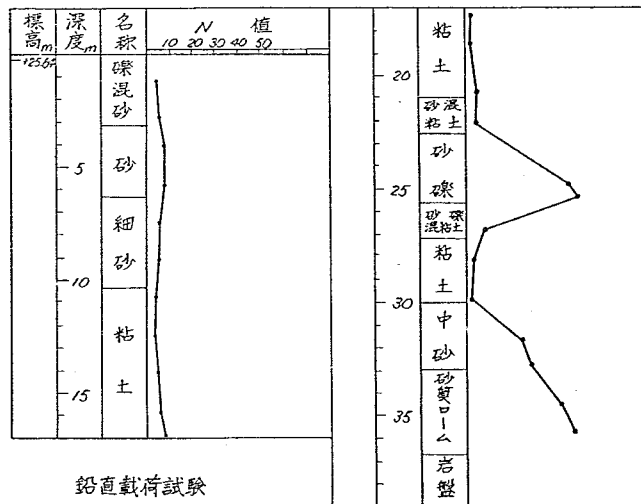
水平載荷試驗結果 (斜板)



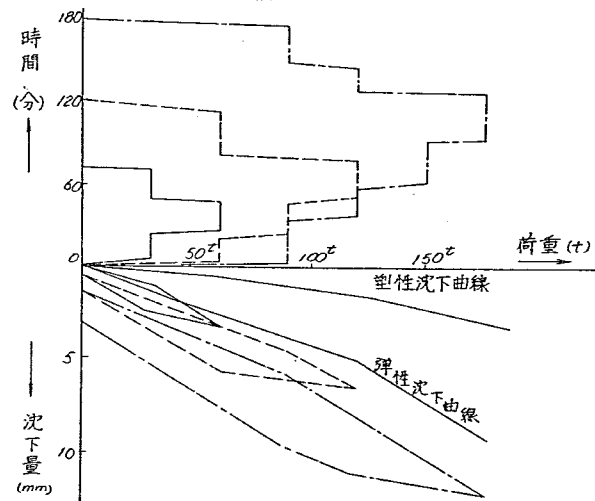
船越橋
水平載荷試驗(單抗)



中国地建 大田市静間町地内

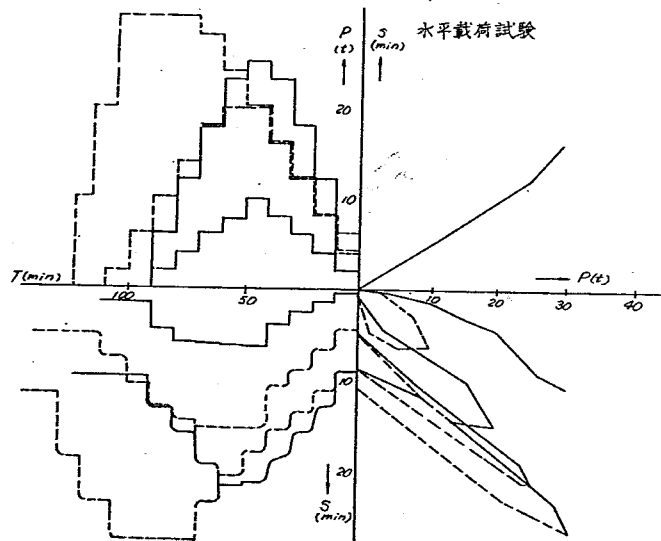


鉛直載荷試験



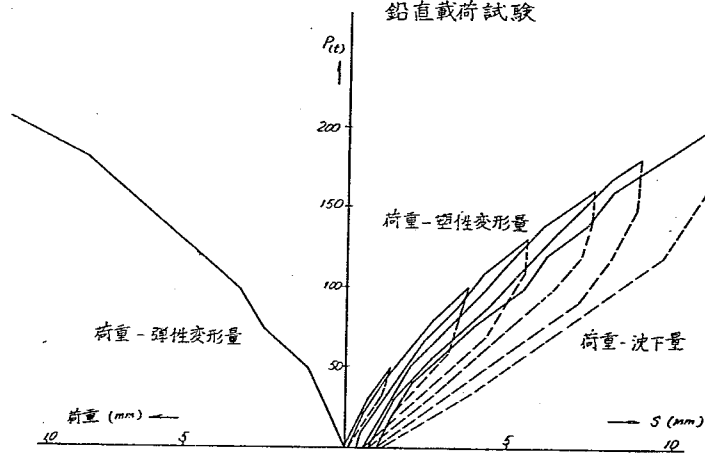
中国地建. 新伯大橋

標高 (m)	深度 m	名 称	標準貫入試験					標高 (m)	深度 m	名 称	標準貫入試験				
			10	20	30	40	50				10	20	30	40	50
25.64		礫混り砂						21.00		砂混り粘土					
26.00	2.60	砂						22.60		砂 礫					
3.20								26.90		砂礫混り粘土					
6.40		細 砂						27.00		粘 土					
10.00								30.00		中 砂					
10.40								33.00		砂質ローム					
16.50		粘 土						36.70		老 盤					
20.00								39.00							
								40.00							



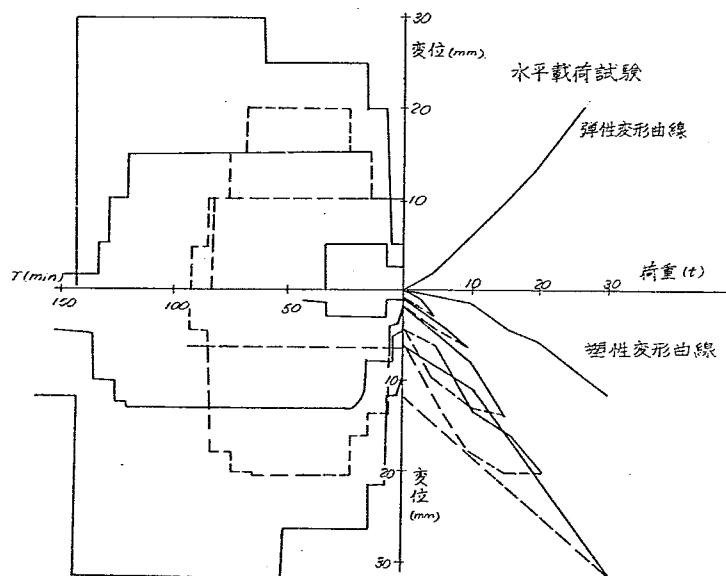
新伯大橋

鉛直載荷試驗



中国地方 新吉田橋

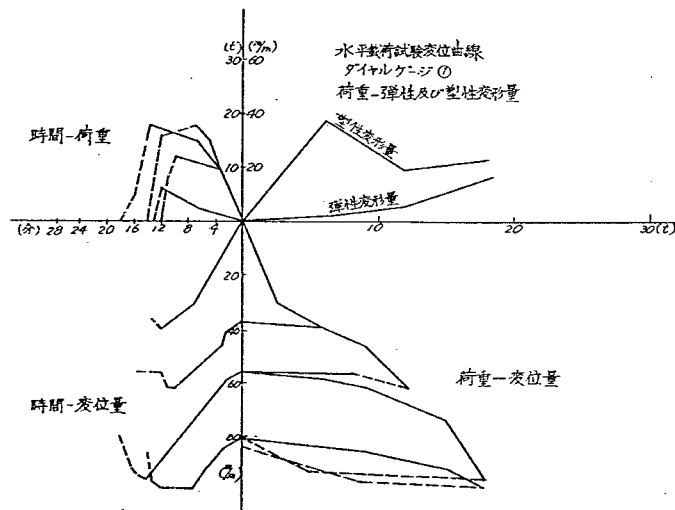
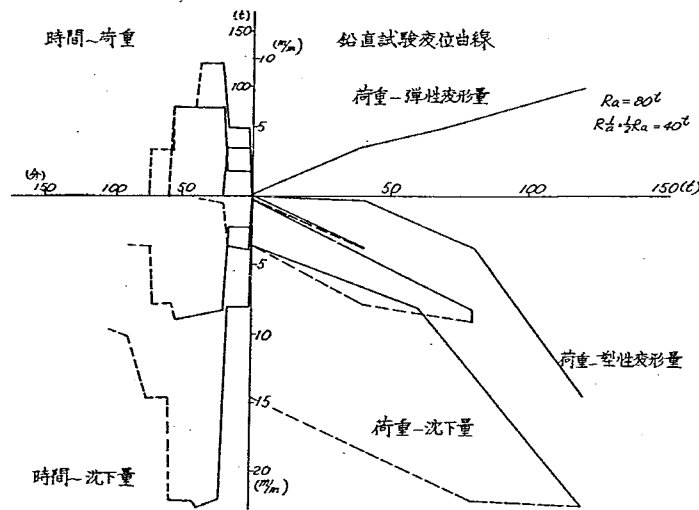
標高 m	深度 m	名 称	N 值					10/30 30 40 50
			10	20	30	40	50	
110.19		砂 礫						
		砂						
	10	細 砂						
		粘土						
	20	シルト質砂						
		シルト質砂礫						
	30	シルト						
		砂質シルト						
		深層砂						



中国地建 (安来改良第3工事6号溝渠)

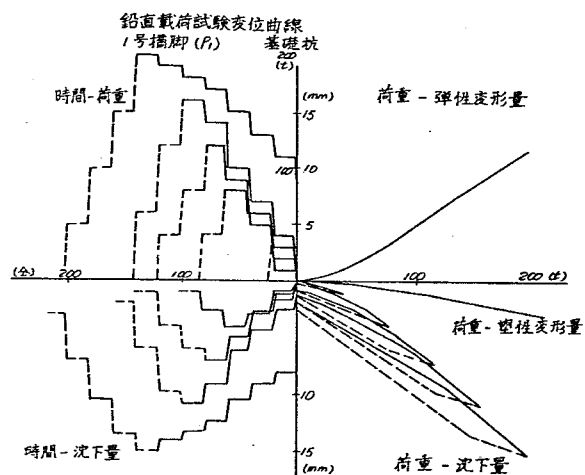
標高 _m	深度 _m	名称	N値 10 20 30	標高 _m	深度 _m	名称	N値 20 30 40
-0.112	0.900	粘土ロ-4					38 20 35
-3.955	9.500	砂	9 12			砂礫	
-5.888	6.300	シルト	8	-26.958	26.000		
		砂	7				
-9.188	10.200		7				
		粘土	3				
			5				
-15.288	16.300		3				
		砂	7				
			13				
-20.888	22.000		27				
			25				
			31				

安永改良第3期工事(第6号構渠)

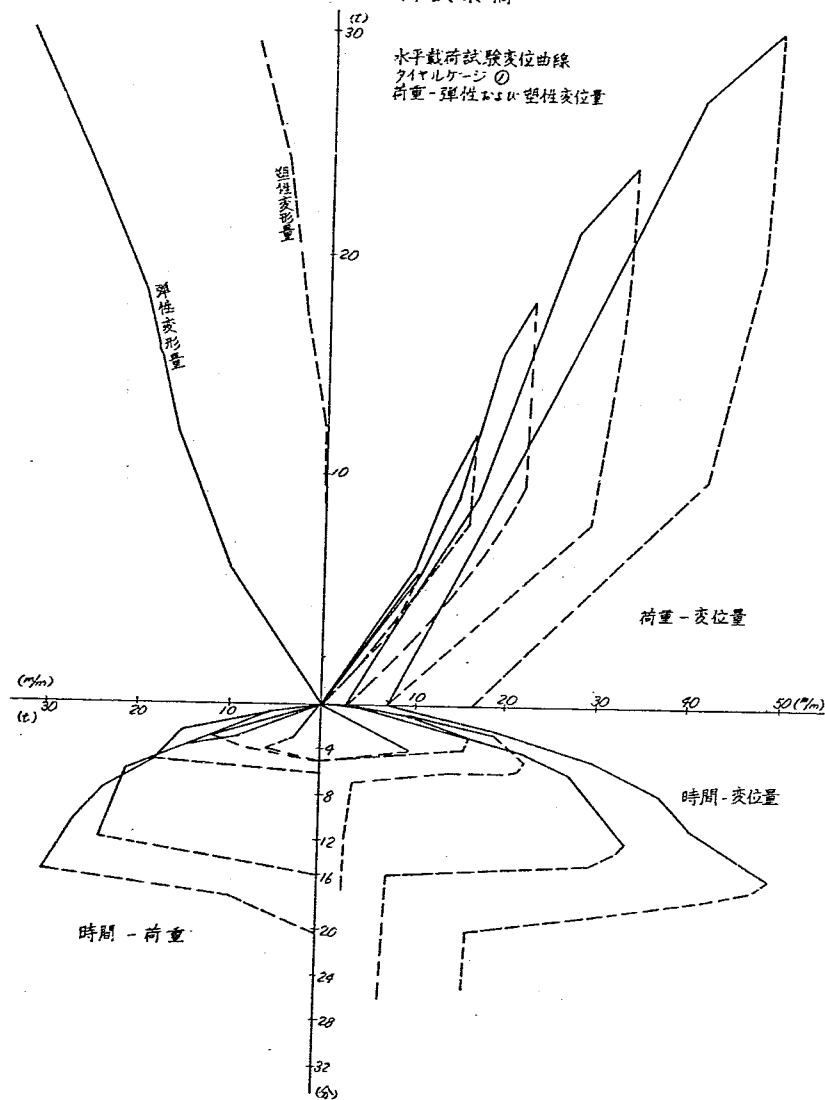


中国地建 新飯梨橋

標高 m	深度 m	名稱	N 值 10 20	標高 m	深度 m	名稱	N 值 10 20 30 40 50
2.46	0	砂礫					
-0.94	3.40	砂礫		34.0			
-2.04	4.50	粘土混砂					
-3.14	5.60	砂					
-4.24	6.70	砂					
		砂礫		-50.20	62.80	玉石混砂礫	
-10.14	12.80	砂				玉石混砂礫	
-11.04	13.70	砂				粘土	
-13.54	16.70	砂礫		-67.04	69.70	粘土	
-17.34	20.00	砂質口人				玉石混砂礫	
-20.74	23.40	粘土				粘土	
-22.34	25.00	粘土混砂礫					
		玉石混砂礫	36 41 32	-57.34	60.00		



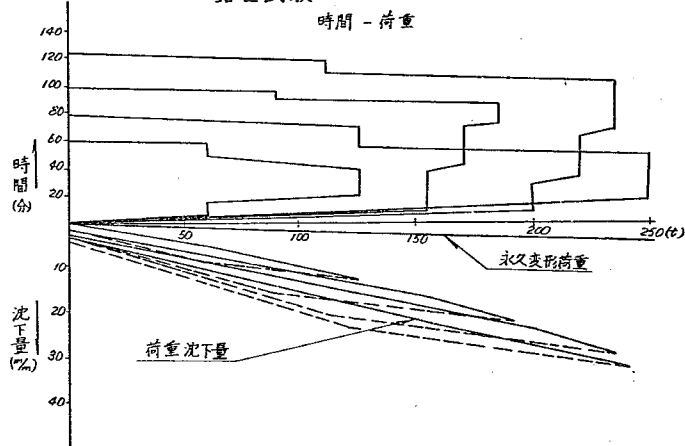
中国地建 新飯梨橋



中国地建、神戸橋

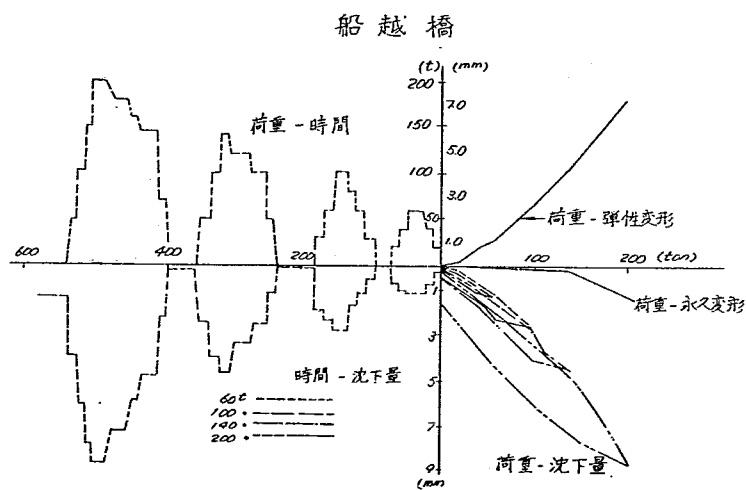
標高	深度	名称	N 値							標高	深度	名称	N 値						
			10	20	30	40	50	60	70				10	20	30	40	50	60	70
3.8	2.10	表土(砂)								18.10	25.00	シルト質粘土							
3.8	4.10	シルト								23.3	28.70	礫混砂	50	100	200				
2.8	6.50	礫混砂								25.0	30.90	砂							
3.6	9.50	細砂										荒砂							
2.0	12.00	シルト								20.3	36.20	(集砂)							
2.0	15.80	粘土質シルト										小礫混荒砂							
13.6	19.50	砂								25.8	41.70								
		シルト質粘土								28.0	44.00	礫混砂							

鉛直試験

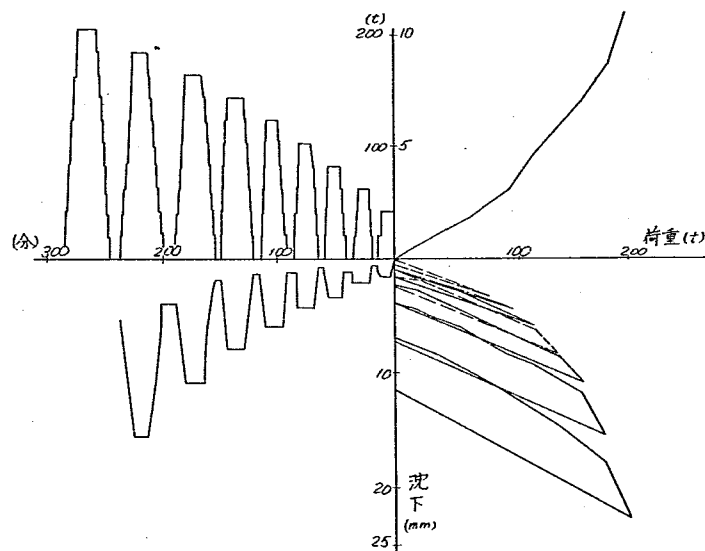
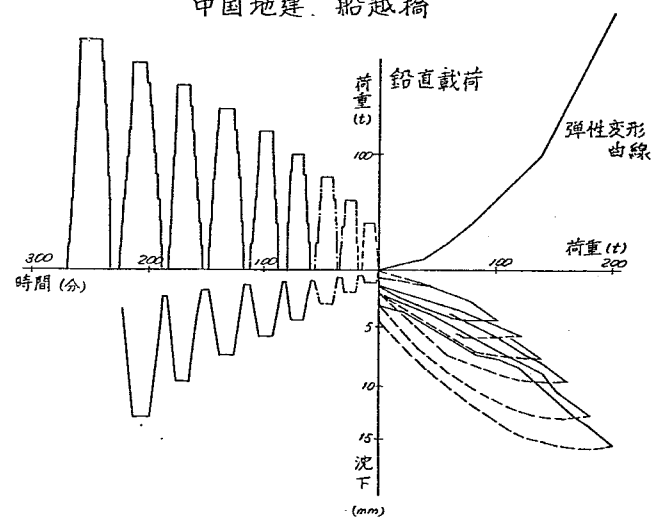


中国地建 船越橋

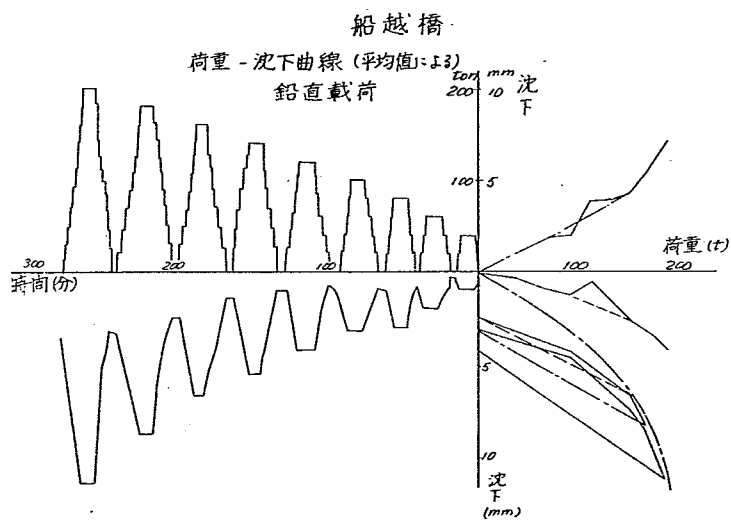
深度 m	名称	N 值			
		10	20	40	60
3.4	土砂				
8.9	泥砂 (砂重混 土)				
23.6	貝 殼 混 粘 土				
28.4	粘土				
35.00	泥砂混 粗砂				



中国地建. 船越橋

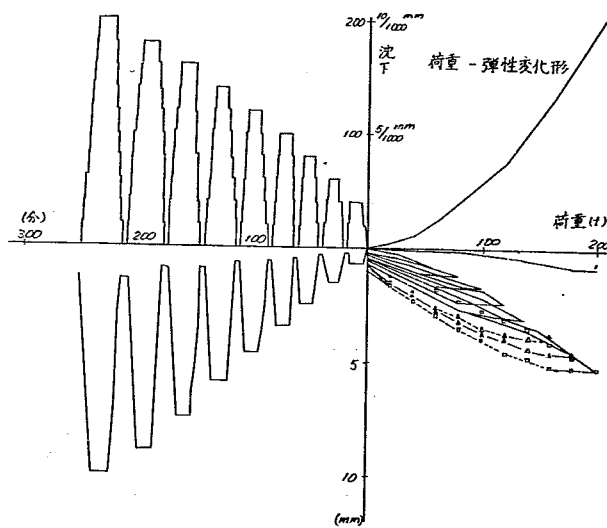


標高 m	深度 m	名称	N 値						
			10	20	30	40	50	60	70
	2.6	礫層							
		シルト							
	2.5	混砂							
		貝殻							
		混り							
		粘土							
	23.20								
		シルト							
	26.20	粗砂							
		混砂							
	33.70	真砂							



中国地建 船越橋

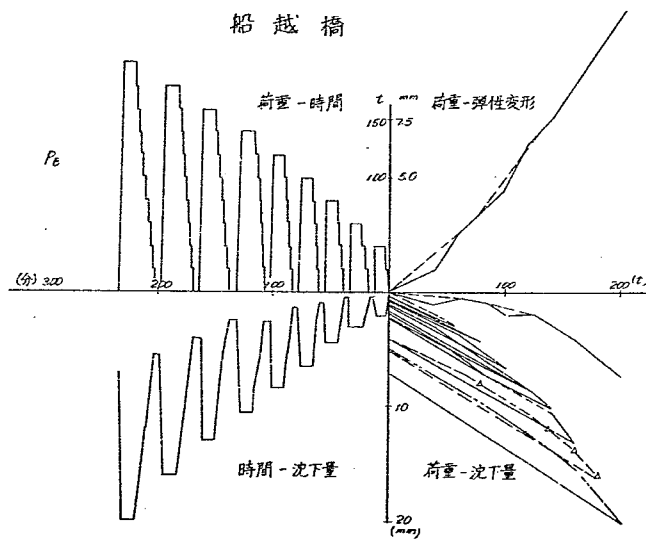
标高 m	深度 m	名称	N 值				
			10	30	50	70	90
	2.7	鋪設鋪					
	5.0	埋立真砂					
		貝殼混粘土					
	15.3						
		沖土質砂混					
	20.0	粘土					
		粘土					
	23.0	風化砂					
		礫真砂					
	28.0						



中国地建 船越橋

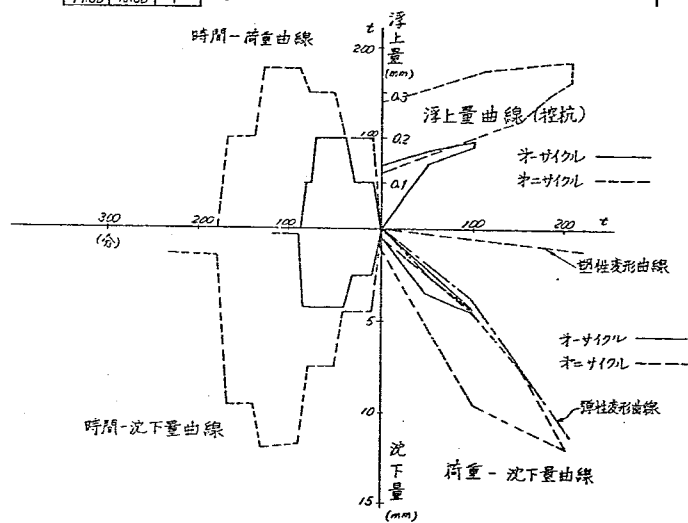
標高 m	深度 m	名 称	N 值				
			10	30	50	70	90
	2.7	鍍銀層					
	5.0	埋立重砂					
		貝殼 混 粘土					
	15.3						
		シルト質 砂混 粘土					
	20.0	粘土					
	23.0	風化基砂					
		礫質砂					
	28						

船越橋



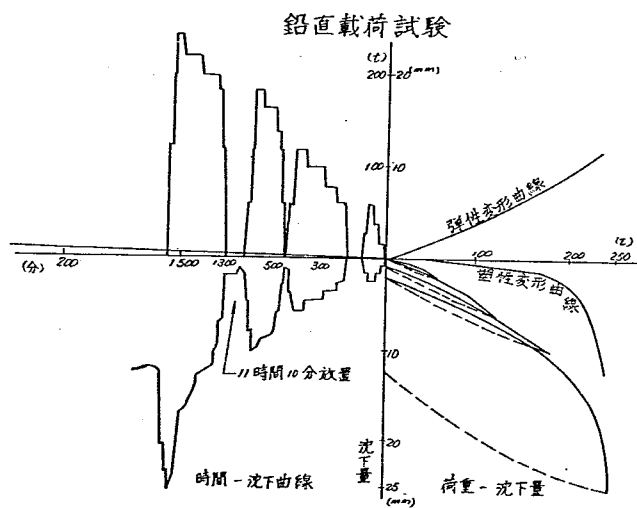
中国地建. 新住吉橋

標高 m	深度 m	名称	N 値					目録深 シルト				
			10	20	30	40	50		10	30	50	70
+2.0	0.0											
+0.5	1.50	表土										
		礫混砂										
-2.0	4.00											
		シルト混砂										
								-21.20	25.20			
-7.20	9.20											
		シルト質細砂						-24.80	26.80			
-10.20	12.20											
		貝殻混シルト										
								-30.0	32.0			
-14.30	14.30											



中部地建 百間川水門

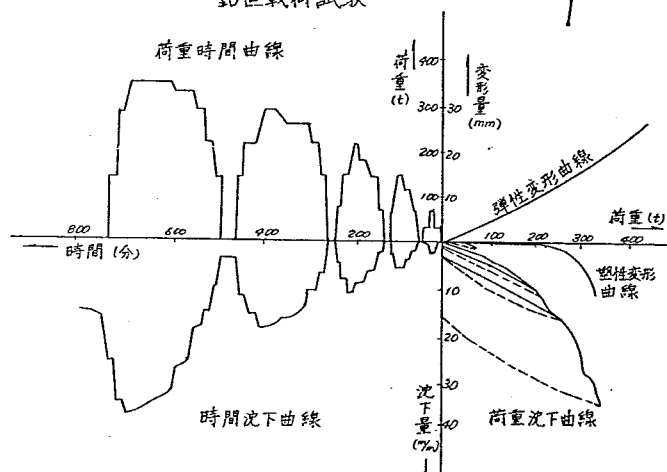
標高	深度	名称	N 値	標高	深度	名称	N 値
							10 20 30 60
-1.218	0			-12.118	17.90	粘土	
				-14.918	19.20	礫混	
		粘土		-24.718	29.60	砂	
-6.918	5.7	粘土				礫混	
-7.218	6.00			-24.618	29.90	砂	
-8.518	7.30	粘土		-25.918	30.70	砂質口-ム	
-9.818	8.60	粘土				礫混	
		粘土質口-ム		-29.018	27.80	砂質口-ム	
-13.218	12.00					礫混砂	
		粘土		-31.918	30.70		
-15.918	14.70						
		粘土					



中国地建 百間川水門

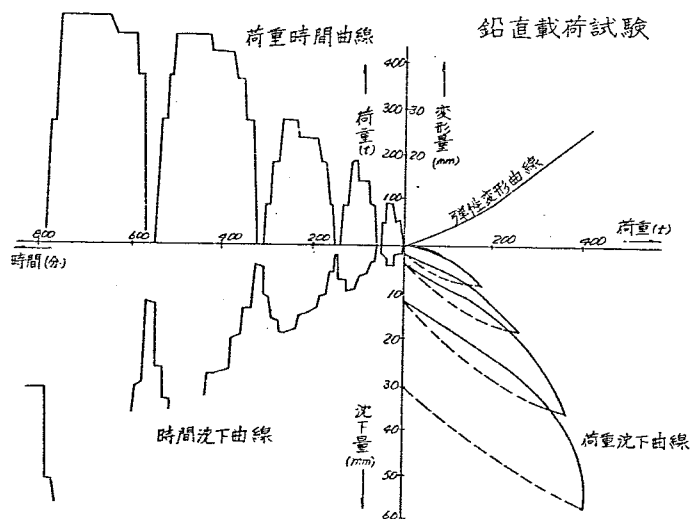
標高	深度	名称	N 值 10 15 20 25	標高	深度	名称	N 值 20 30 40 50
-1.33/	0	粘土		-16.83/	15.50	礫混粘土	
-2.13/	0.80	粘土		-17.13/	15.80	礫混砂	
		粘土					
-8.13/	6.80			-24.93/	23.10	礫混	
-8.83/	7.50	砂質粘土		-26.33/	25.00	砂質	
		砂質粘土		-28.13/	26.80	礫混砂	
-12.53/	11.00	礫混			30.00		
-13.13/	11.80	砂質粘土					
		粘土					

鉛直載荷試験



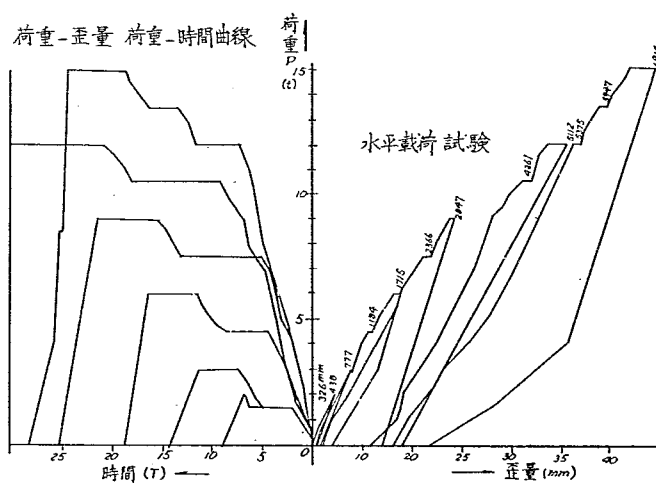
中国地建 百間川水門

標高 m	深度 m	名称	N 值				礫混砂		20 30 40
			10	20					
-1.391	0								
-3.191	1.80	粘土							
		砂質粘土							
-5.691	4.30	砂質粘土			-22.791	21.9	礫混砂		
-7.391	6.00	砂質粘土			-25.691	29.10	礫混砂		
-8.291	6.90	*							
		粘土							
					-31.391	30.0			
-14.291	10.90								
-17.091	15.70	礫混砂							



四国地建 徳島県山城町下名

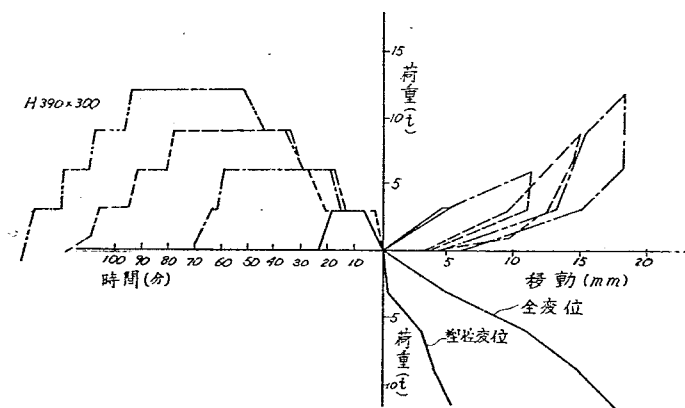
標高 高(m)	名称	N 値								標高 高(m)	名称	N 値							
		10	20	30	40	50	60	70	80			10	20	30	40	50	60	70	80
0.40	粘質礫																		
3.30																			
5.00	砂礫																		
7.60																			



四国地建 愛媛県温泉郡久谷村大平

標高 (m)	深度 (m)	名称	N 値								標高 (m)	深度 (m)	名称	N 値							
			10	20	30	40	50	60	70	80				10	20	30	40	50	60	70	80
335.0	1.10	風化 泥岩																			
	5.0																				
328.5	8.10	風化 砂岩																			
	10																				
324.5	11.70	砂岩																			
323.5	12.70	砂岩																			
	15																				
320.7	15.90																				

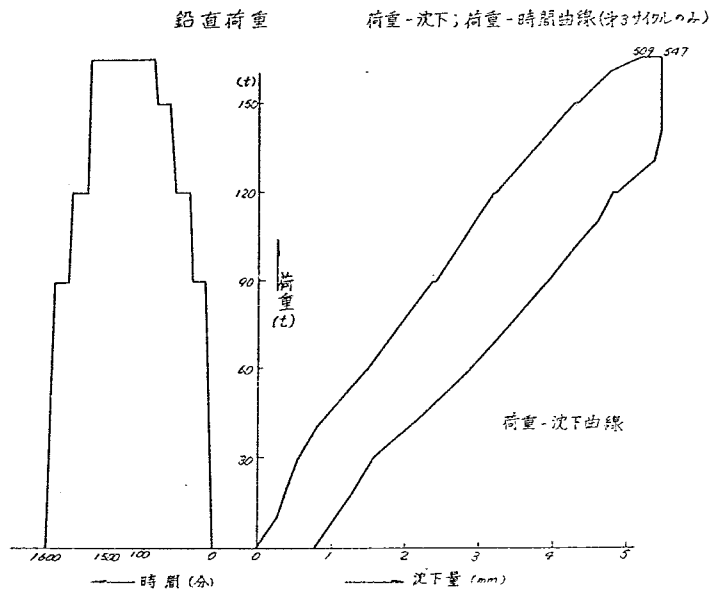
四国地建 愛媛県温泉郡久谷村大平



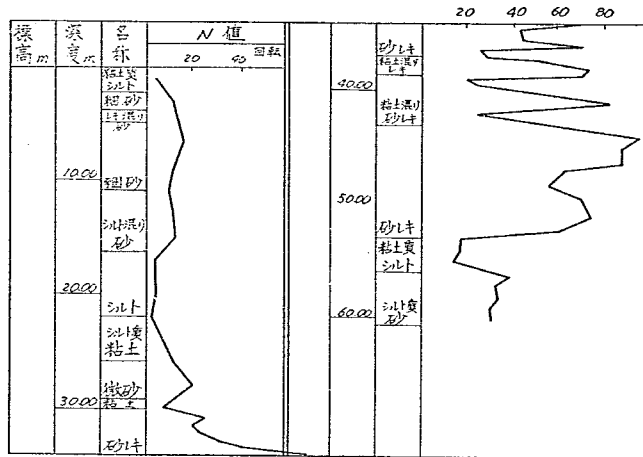
四国地建 高知橋

標高 同	深度 (m)	名称	標準貫入試験 (N値)			
			20	40	60	80
107.9	0.00	砂質シルト				
	0.50	砂質シルト				
	1.00	砂質シルト				
	1.50	砂質シルト				
	2.00	砂質シルト				
	5.60					
	7.00	シルト質ローム				
	10.0					
	12.20					
	12.80	砂質ローム				
	14.90					
	15.50	シルト質ローム				
	17.00					
	18.10					
	18.80	細砂				
	20.15	粘土上				
	20.50	粘土上				
	21.70	粘土上				
	22.50	砂質シルト				
	23.50	砂質ローム				
	24.30	砂質シルト				
	24.80	砂質シルト				
	25.10	粘土上				
	26.30	砂質シルト				
	27.00	砂				
	27.70	砂質シルト				
	28.30	砂質シルト				
	29.80	粘土上				
	30.0	砂質シルト				
	31.00	砂質シルト				
	32.00	砂質シルト				
	33.00	粘土上				
	34.00	砂				
	35.00	粘土上				
	36.00	砂				
	37.00	砂				
	37.40	砂質シルト				
	38.00	砂質シルト				
	40.0	砂質シルト				
	40.95	砂質シルト				

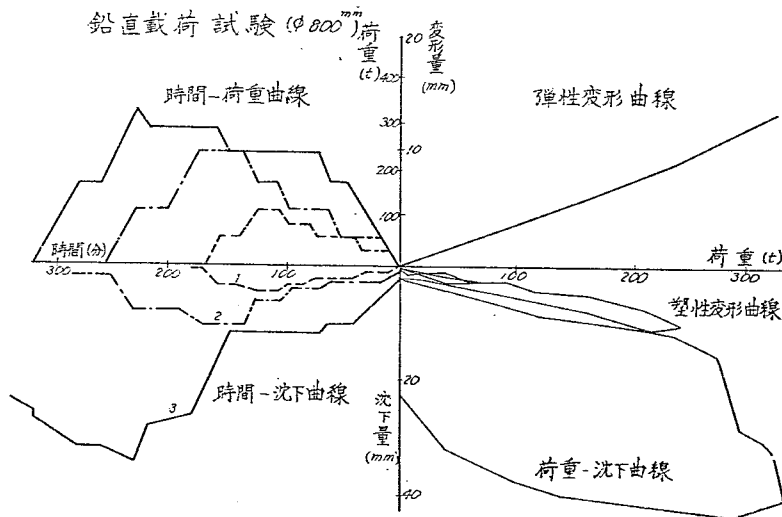
高知橋



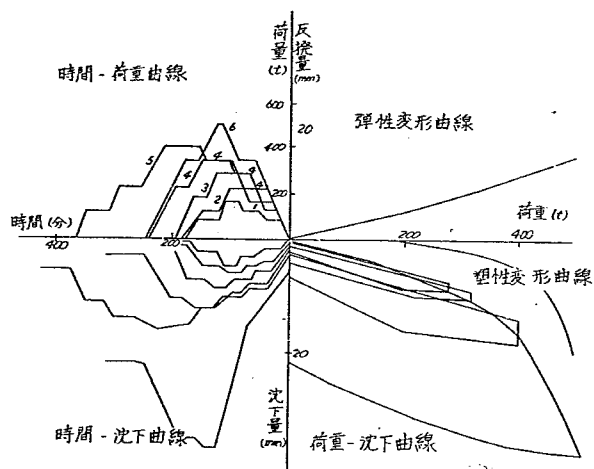
四国地建. 新吉野川橋



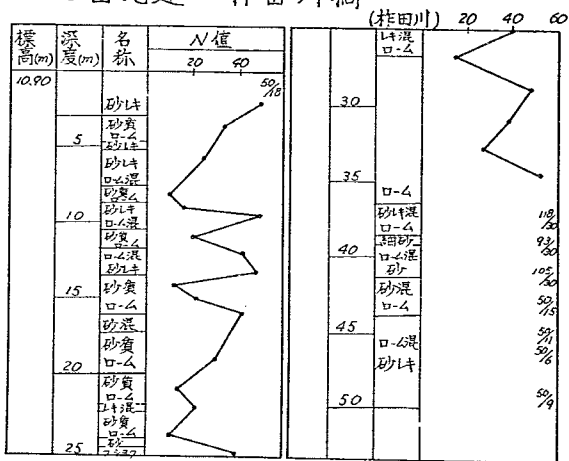
鉛直載荷試験 (φ 800) 荷重 (t)



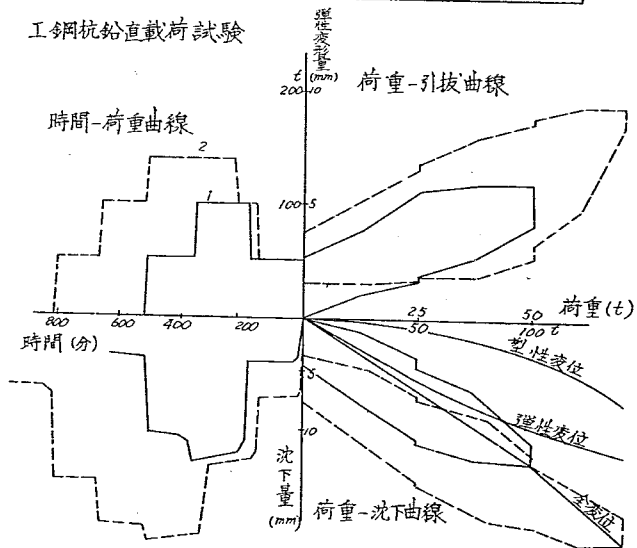
新吉野川橋
鉛直載荷試驗 $\phi 1000\text{ mm}$



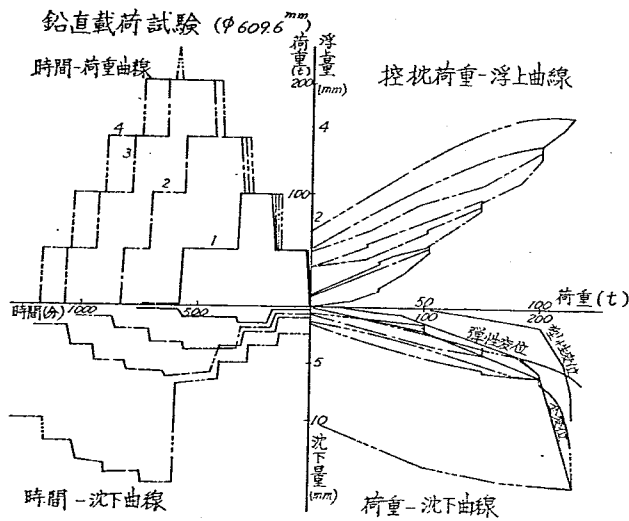
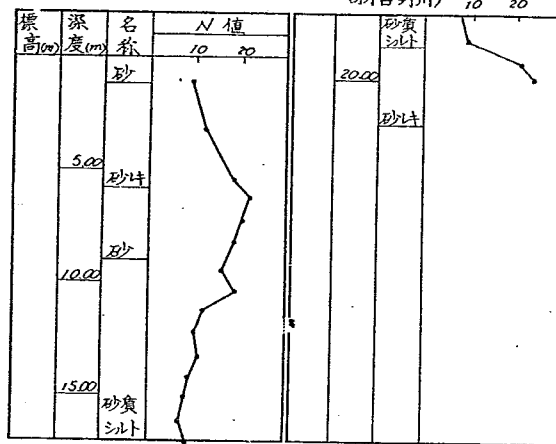
四国地建 柞田川橋



工鋼杭鉛直載荷試驗

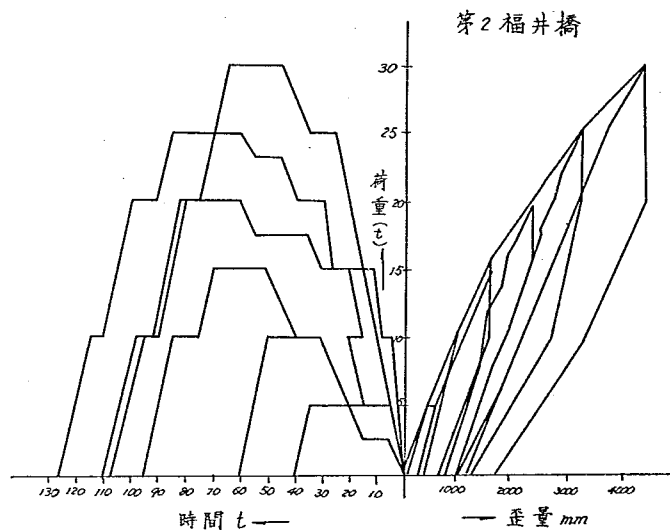


四国地建 津田川橋
(新吉野川)

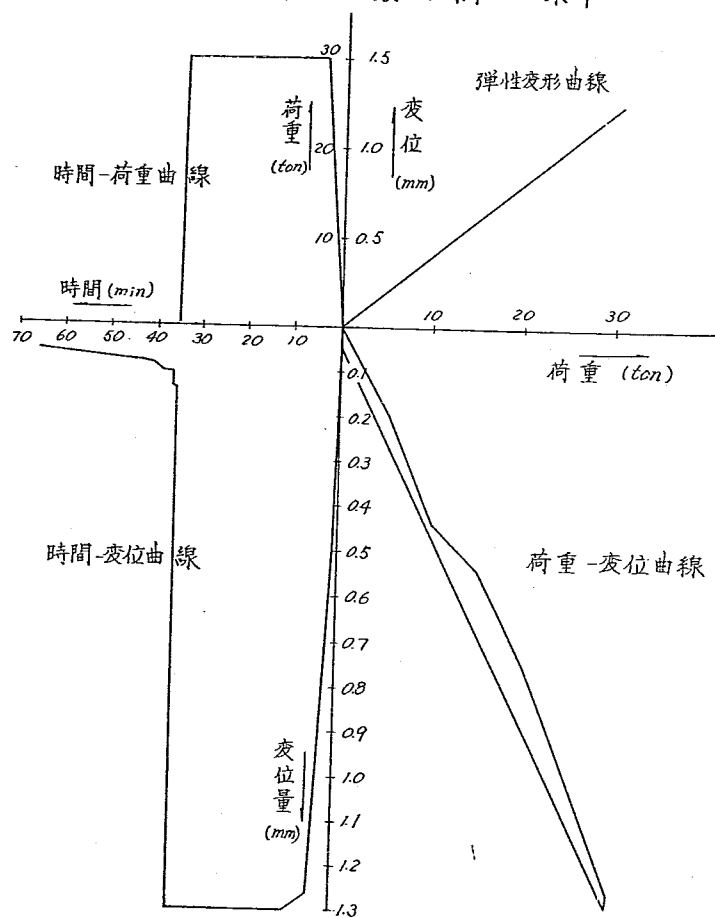


四国地建 第2福井橋

標高 (m)	名称	N 値								標高 (m)	名称	N 値							
		10	20	30	40	50	60	70	80			10	20	30	40	50	60	70	80
0.70	砂礫層									9	シルト砂礫層								
1.00	小シルト砂礫層									10	大シルト砂礫層								
2										10.30									
3	シルト混り大砂礫層									11	シルト								
4.20										12	亀裂の多いシルト岩								
4.50	砂礫ローム									13									
5.70	大シルト砂礫層									14									
6	小シルト砂礫層									15									
6.50																			
7																			



北九州 国道 裏田 橋 水平



北九州国道宝橋 水平

標尺 (m)	標高 (m)	名称	標準打込試験							標尺 (m)	標高 (m)
			0	10	20	30	40	50	60		
0	121.60	越								16	
1	21.00									17	
2										18	
3										19	
4										20	
5	15.30	砂質地								21	
6										22	
7										23	
8										24	
9										25	
10										26	
11										27	
12	9.00	風化岩								28	
13										29	
14										30	
15											

水平載荷試験

