



土 木 研 究 所 資 料

第 200 号

締固め施工基準に関する調査

(国道6号線我孫子地区盛土調査)

昭和41年7月

建 設 省 土 木 研 究 所

目 次

1. まえがき	1 頁
2. 調査対象とした盛土の条件	1
3. 調査した盛土の概要	2
4. 調査事項	8
5. 調査方法	8
5-1 盛土及び地盤各部の状態	8
5-2 盛土施工後における盛土高さの圧縮量	9
6. 調査時期	14
7. 調査結果及び検討	14
7-1 盛土及び地盤各部の状態	14
7-1-1 密度、含水量の状態	14
7-1-2 季節や天候による変動	42
7-1-3 密度と含水比の関係	42
7-1-4 含水比とコンシステンシーの関係	42
7-1-5 含水比と200 μ フルイ通過量との関係	42
7-1-6 含水比と圧縮指数の関係	54
7-1-7 間隙比と圧縮指数の関係	54
7-1-8 N値	54
7-1-9 先行荷重とかぶり土圧の関係	54
7-1-10 その他	54
7-2 施工後における盛土高さの圧縮量	54
7-3 その他	55
8. あとがき	69

締固め施工基準に関する調査

(国道6号線我孫子地区盛土調査)

施工研究室 渡 部 務

1. ま え が き

最近の道路工事においては施工期間が短く、施工後も直ちに供用ということが普通になって来ているが、このような場合とくに盛土などにおいては、かつての施工におけるように盛土が自然に落着くまでの十分な時間的余裕がないので、供用後の圧縮沈下が大きな問題となってくる。一般に土を締固めると密度が増大し、それにつれて強度も大きくなり、変形の少ない安定した性質のものとなるので、盛土を施工する際には締固めを行なって短時間に安定した状態に近づけるような努力がされている。しかし、供用後の充分に安定した状態を得るためにどの程度の締固めを行なえば満足出来るかということになると未だははっきりしておらず、とくに盛土材料が細粒土であったりすると複雑な締固め性状を示すものもあって、締固め値の規定において問題となることが多い。このようなことから、締固め施工上の指針となるべきものを見出す一つの方法として、施工後長期にわたって供用され、殆んど沈下などが終了して、一応安定していると思われる道路盛土の密度、含水量、強度などがどのような状態に落着いているかを知るための実態調査をすすめているが、すでに実施した一調査結果について検討した事項を述べてみる。なお、この調査においては今後広く実施するうえにおいて必要な調査要領、解析方針を検討する意味をも含めて実施したものである。

2. 調査対象とした盛土の条件

調査においては実施及び結果のとりまとめの都合上、あらかじめ次のような条件に該当する盛土を調査対象とすることになっているので、ここに調査した盛土もこの条件から選定したものである。

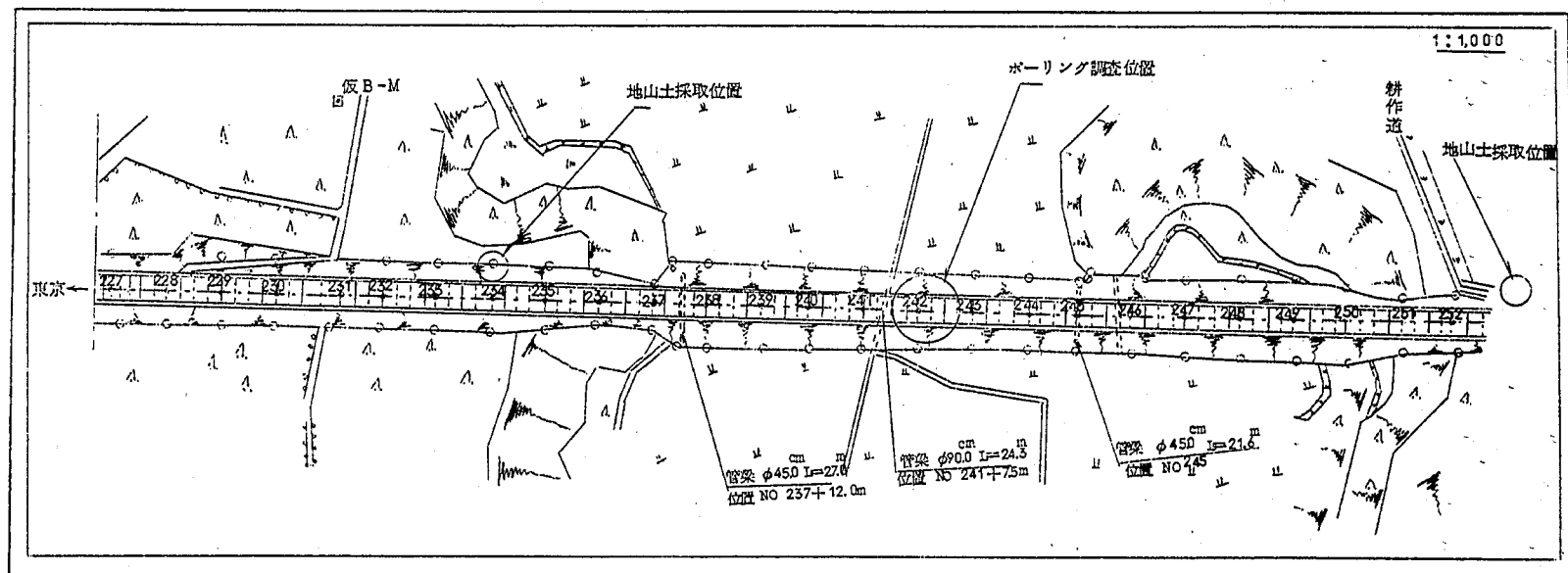
- (1) 供用後の経過年数が相当年数(5年以上、出来れば10年以上)あって充分安定していると思われるもの
- (2) 盛土の高さが5m以上で、その高さの部分の延長が高さの4倍以上あるもの

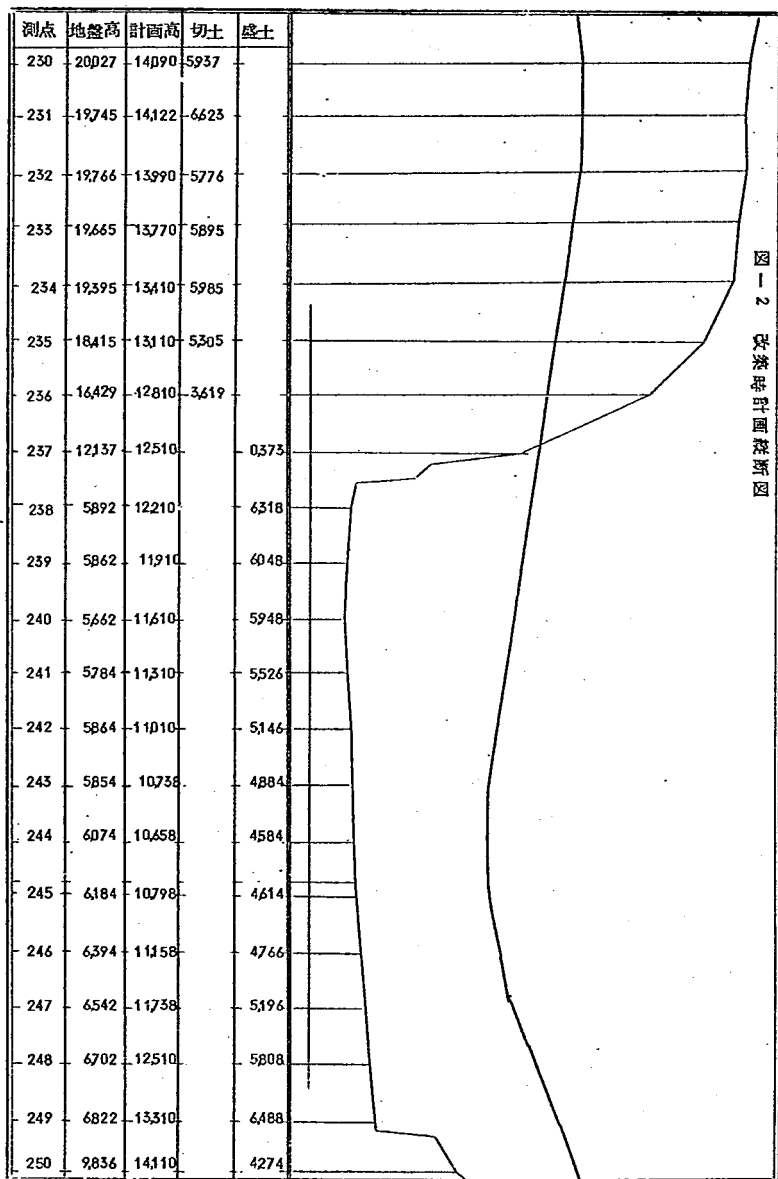
- (3) 盛土材料は細粒土でなるべく礫を含まぬ均質なもの
- (4) 施工時のデータが出来るだけ判然としているもの

3. 調査した盛土の概要

調査は1級国道6号線の千葉県我孫子町我孫子地内における盛土について実施した。盛土区間及び試験位置は図-1に主すとおりであるが、この区間の盛土高さは4m以上、延長は約300mで、道路巾員9m、法勾配約1割3分である。この盛土は昭和17年~23年に改築工事を行なったもので、改築後は砂利道として舗装時まで使用しており、昭和32年2月~3月に舗装工事を行っている。改築時及び舗装時における計画縦断面図を図-2、図-3に示す。何分にも施工時期が古いので詳細な施工データは不明で、今回の調査結果の解析に必要なようなものは殆んど得られていない。原地盤が軟弱であるため盛土の基礎地盤上に20cm厚の敷砂をしており、盛土の施工は人力、トロコ運搬で実施している。舗装、路盤はコンクリート21cm、砕石20cm、砂10cmで施工されている。この区間における改築後から現在までの交通量は、およそ26,000,000台と推定されるが、その推移を図-4に示す。

図-1 調査区間





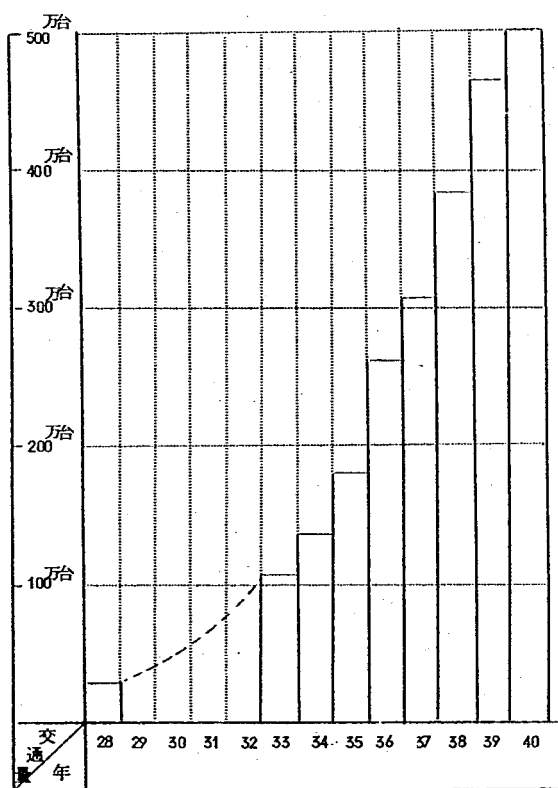
測 点	地盤高	計画高	切 土	盛 土	
230	12,022	12,357		0.335	
231	11,922	12,217		0.295	
232	11,782	12,077		0.295	
233	11,632	11,919		0.287	
234	11,312	11,639		0.327	
235	10,942	11,219		0.277	
236	10,302	10,677		0.375	
237	9,762	10,117		0.355	
238	9,222	9,557		0.335	
239	8,692	8,997		0.305	
240	8,332	8,517		0.185	
241	8,042	8,197		0.155	
242	7,772	8,037		0.265	
243	7,702	8,117		0.415	
244	7,742	8,117		0.375	
245	7,922	8,197		0.275	
246	8,172	8,385		0.213	
247	8,322	8,787		0.465	
248	8,912	9,405		0.493	
249	9,762	10,237		0.475	
250	10,692	11,177		0.485	

図 1-3 護岸断面圖表(単位)

一
外
小

図-4 交通量の推移

年	日交通量	年交通量
28	767 台	275,955 台
33	2,890	1,054,850
34	3,792	1,384,080
35	4,900	1,788,500
36	7,220	2,635,300
37	8,390	3,062,350
38	10,470	3,821,550
39	12,760	4,657,400
40	13,700	5,000,500



4. 調査事項

調査の主たる目的は盛土各部の状態を知ることであるが、この状態に少なからず影響を与えると思われる基礎地盤の状態などについて、さらに、設計上いづも問題となる盛土高さの施工後における圧縮量についても調査した。調査した主たる事項は次のとおりである。

(1) 盛土及び地盤各部の状態

(a) 材料の性質（比重、粒度、コンシステンシー、実固めの特性）

(b) 密度、含水量、N値、圧密特性、プレシオメータ試験値、一軸、三軸強度

地盤の状態については、現在の基礎地盤と盛土施工前の原地盤の調査を予定したが、盛土施工前の原地盤の状態のデータはないので、盛土の影響が殆んどないと思われる地点の原地盤について調査を行ない、これを盛土施工前の状態と考えた。密度、含水量については季節や天候による変動をも調べた。

(2) 施工後における盛土高さの圧縮量

(3) (1)、(2)の結果の解析上必要となる事項

(1)、(2)の結果の解析上必要となる施工時の締固めデータなどは殆んど不明であるので、土取地山土の性質や盛土供用後の交通量、気象状況などを調べるにとどまった。

5. 調査方法

5-1 盛土及び地盤各部の状態

ボーリングによる採取試料についての試験及び原位置試験によって調査をすゝめた。図-5に示す配置にて路肩、法面、原地盤から55φm/m孔と85φm/m孔のボーリングを行ない、55φm/m孔にて原位置試験及び試料採取による物理試験を、85φm/m孔にて不攪乱試料採取による力学試験を主として行なった。それぞれの孔における試験項目及びその位置は表-1のとおりである。路肩からの斜孔は盛土中心部の状態を知るためのものであるが、交通障害や舗装版の破壊を考慮して路面を避けて実施したものである。また、法尻から行なったボーリングは予定外のものである。試験深さなどは予めスエーデン式サウンディ

ングを行なった結果を参考にして決定した。スエーデン式サウンディングの結果を図一に示す。55φm/mのボーリング孔においては、試料採取などの諸試験終了後、挿入型R I計器によって密度、水分を測定するためにアクセスチューブを設置して期間をおいて数回測定を行ない、季節や天候による密度や水分の変動を調べた。ただし原地盤のA₁孔における測定は都合により4回の測定で中止した。

5-2 盛土施工後における盛土高さの圧縮量

盛土施工時の高さは施工時の記録から、現在の高さは実測によって求めた。現在の路体と基礎地盤との境の位置はボーリング結果、ロード貫入による地盤数砂層の探知及びR I計器による測定結果から推定した。

(表-1)

A群孔における試験

	試験項目	測定または試料採取箇所			
		原地盤孔A ₀	法部孔A ₁	路肩孔A ₂	斜孔A ₃
採取試料による試験	(1) 比重試験 JISA1202	原地盤面より深さ5m点、12m点、16m点	路面より深さ4m点	路面より深さ2m点、4m点及び原地盤面より深さ5m点、12m点、16m点	路面より深さ4m点
	(2) 粒度試験 JISA1204	同上	同上	同上	同上
	(3) 液性限界試験 JISA 1205	同上	同上	同上	同上
	(4) 塑性限界試験 JISA 1206	同上	同上	同上	同上
	(5) 含水量試験 JISA1203	同上	同上	同上	同上

原 位 置 試 験	(6) 突固め試験 JISA1210	—	同上	路面より深さ2 m点、4m点	同上
	(7) 突固め試験 湿潤側より 乾燥して行う。 JISA1210 に準ずる。	—	同上	同上	同上
	(8) プレシオメ ーター試験	原地盤面より深 さ5m点、16m 点	路面より深さ4 m点	路面より深さ2 m点、4m点及 原地盤面より深 さ5m点、16m 点	路面より深さ4m 点
	(9) 標準貫入試 験 JISA1219	原地盤面より2 m間隔で深さ20 mまでプレシオ メーター試験の下 にて	路面より深さ 4.5m点	路面より深さ25 m点、4.5m点 及び原地盤面よ り2m間隔で深 さ20mまで	—

B群孔における試験

試験項目	測定または試料採取箇所			
	原地盤孔 B ₀	法部孔 B ₁	路肩孔 B ₂	
(1) 圧密試験 JISA1217	原地盤面より深 さ4m点、11m 点、15m点	路面より深さ4 m点	路面より深さ2 m点、4m点及 び原地盤面より 深さ4m点、11 m点、15m点	
(2) 三軸圧縮試 験 (Qテスト) または 一軸圧縮試験	同上	同上	同上	

図-5 ポーリング位置

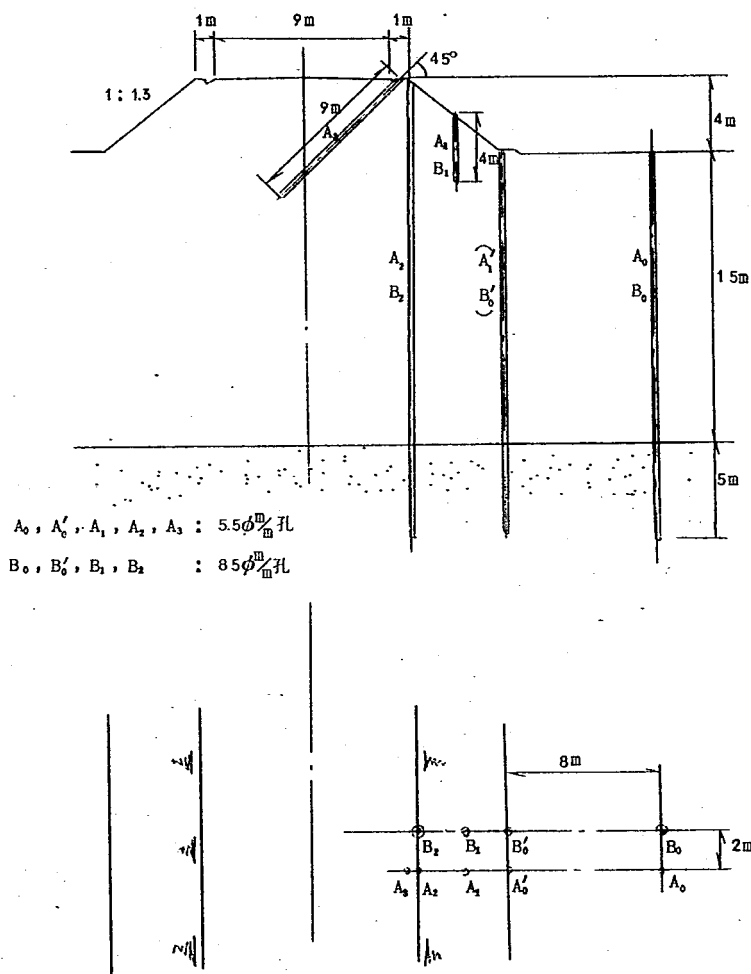
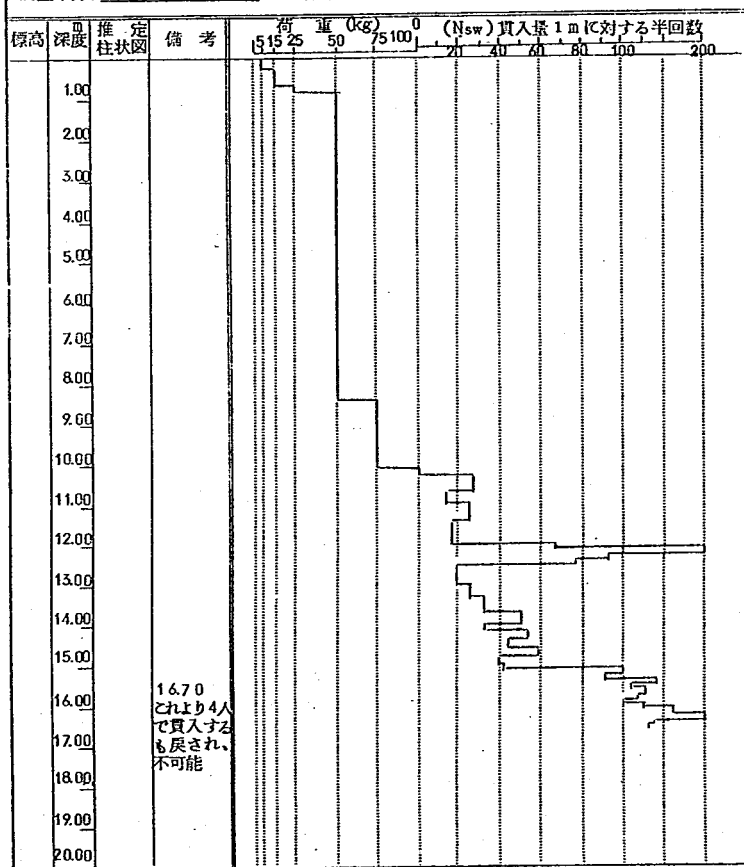


図-6 スエーデン式サウンディング試験結果

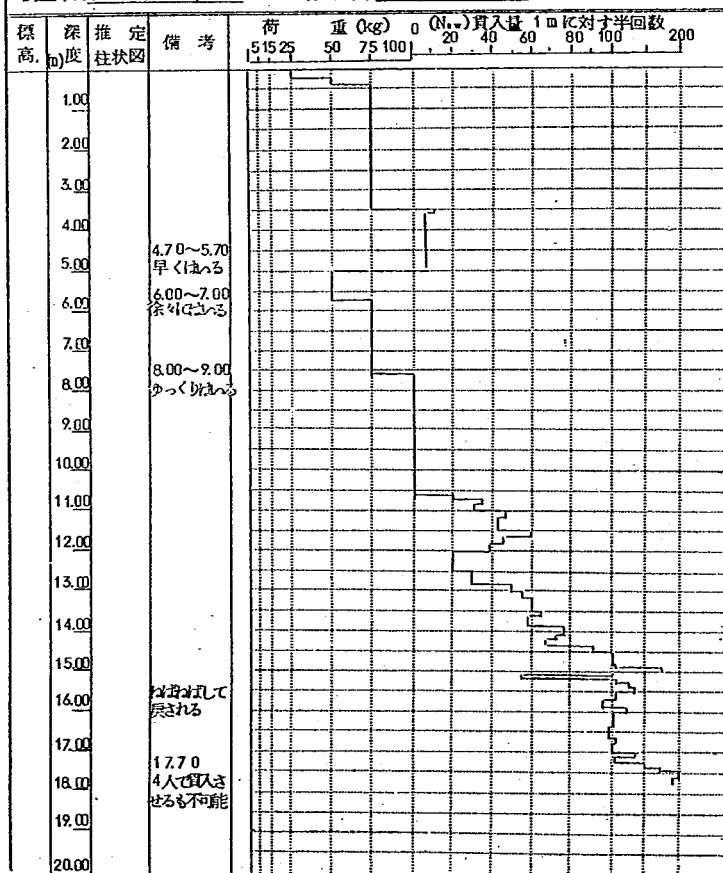
調査地点 6号線(我孫子町) No.242附近, 下り線側, 盛土から約5m離れた原地盤

調査年月日 昭和40年6月24日 最終貫入深度 16.70



調査地点 6号線(我孫子町) No.242附近, 上り線側, 盛土から約5 m離れた原地盤

調査年月日 昭和40年6月25日 最終貫入深度 17.70



6. 調査時期

ボーリングなどの現場試験（採取試料についての室内試験を含む）及び盛土高さの測量は、昭和40年8月～10月に実施した。その後RI計器による密度、水分の測定を現在までに6回実施しているが、その時期は次のとおりである。

第1回	昭和40年8月27日～28日
第2回	11月29日
第3回	12月8日
第4回	昭和41年1月18日
第5回	3月14日（ Δ 孔測定なし）
第6回	6月7日～8日（ Δ 孔測定なし）

7. 調査結果及び検討

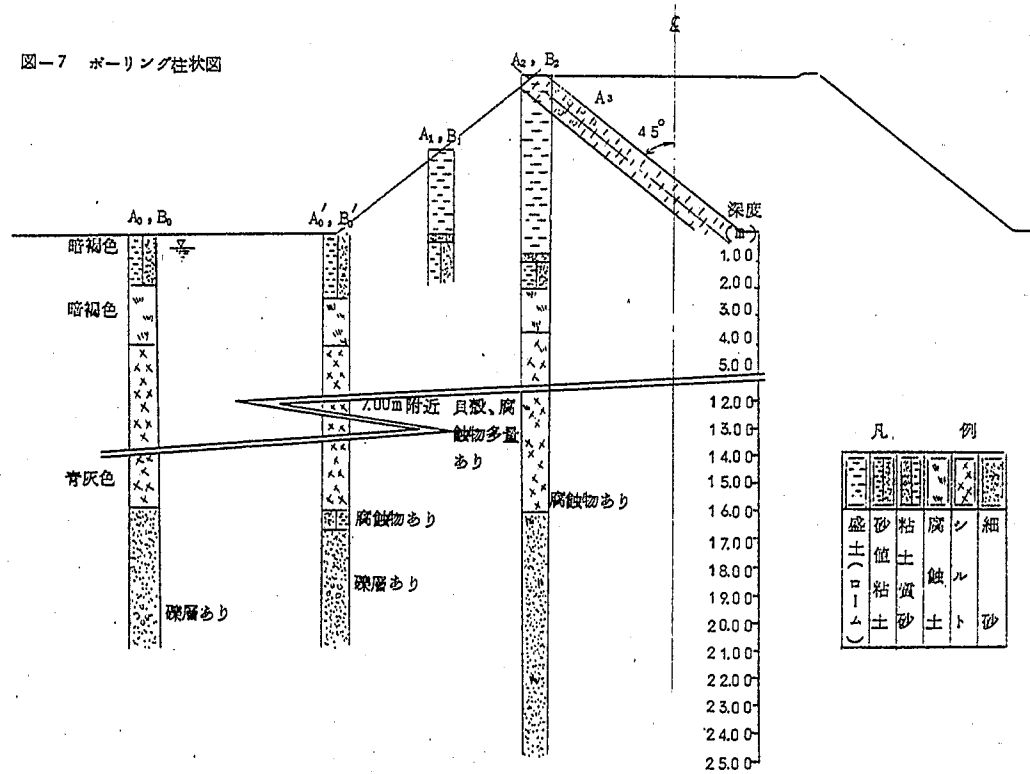
7-1 盛土及び地盤各部の状態

ボーリング各孔における土質柱状図を図-7に、各孔における試験結果を表-2～表-4に示す。RI計器による密度、水分の6回の測定結果は表-5に示す。これに使用した校正曲線は図-8、図-9のものであるが、これは室内試験及び現場試験の結果からボーリングによる孔壁の乱れなどを検討して採用したものである。以上の結果から種々の検討を行なった。

7-1-1 密度、含水量の状態

ある測定時点における湿潤密度、乾燥密度、含水比、水分密度、飽和度、間隙比の深さ方向の変化を示せば図-10～図-15のとおりであり、これから盛土の地盤に対する影響は地盤深さ8m位までの部分とみられる。路面から2m以下のいわゆる路体に相当する部分の湿潤密度は $1.3 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ 、乾燥密度は $0.7 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$ 、含水比は70～100%、水分密度は $0.5 \sim 0.7 \text{ g/cm}^3$ 、飽和度は75～100%、間隙比は2～3位にある。路体における乾燥密度の深さ方向の変化は顕著でないが、水分については深さとともに大となる傾向である。これを等水分密度線として描いてみると図-16の状態が想定される。

図-7 ボーリング柱状図

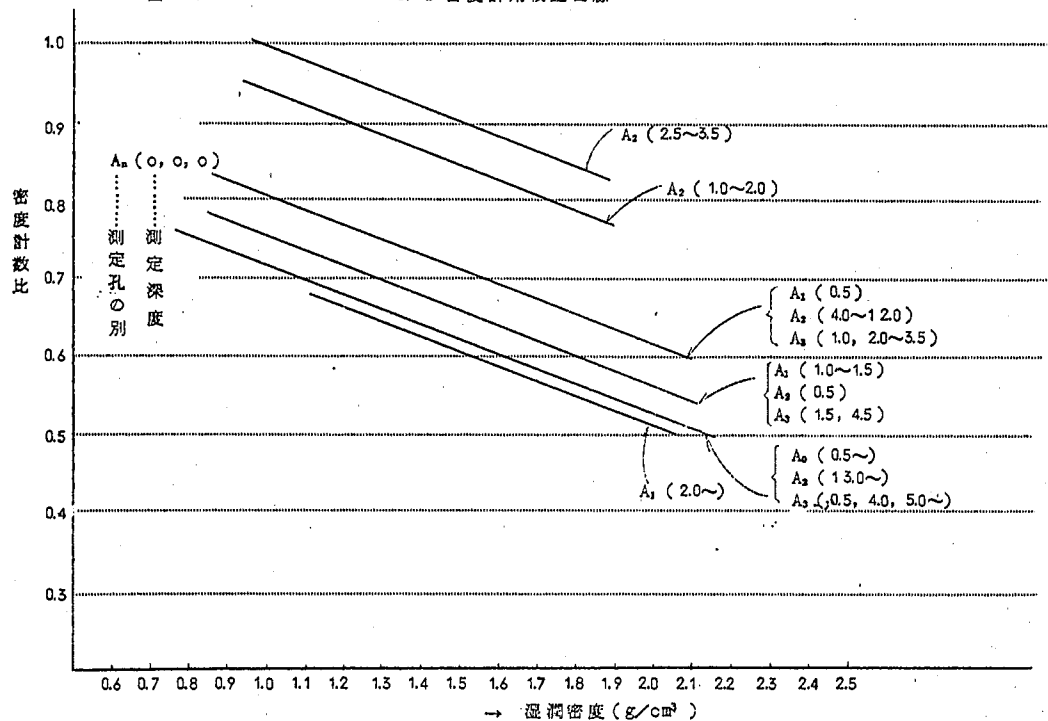


凡 例

盛土(ローム)	値砂	粘土質砂	腐蝕土	シルト	細砂

図-8

R・I・密度計用校正曲線



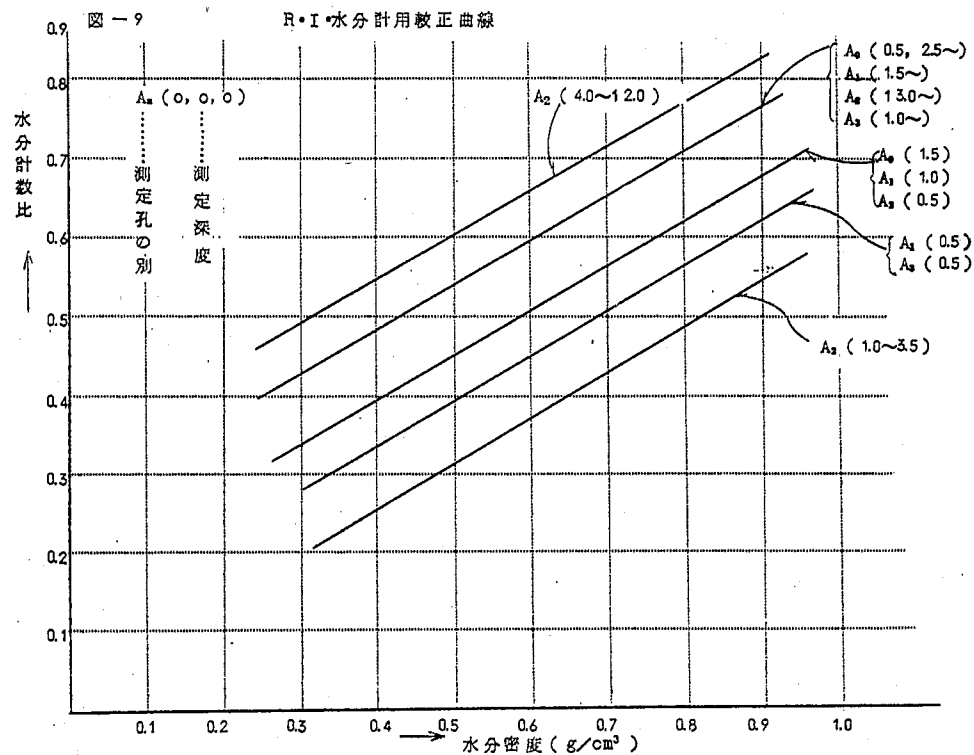


図-10-1 湿潤密度 (40.827~8.28測定分)

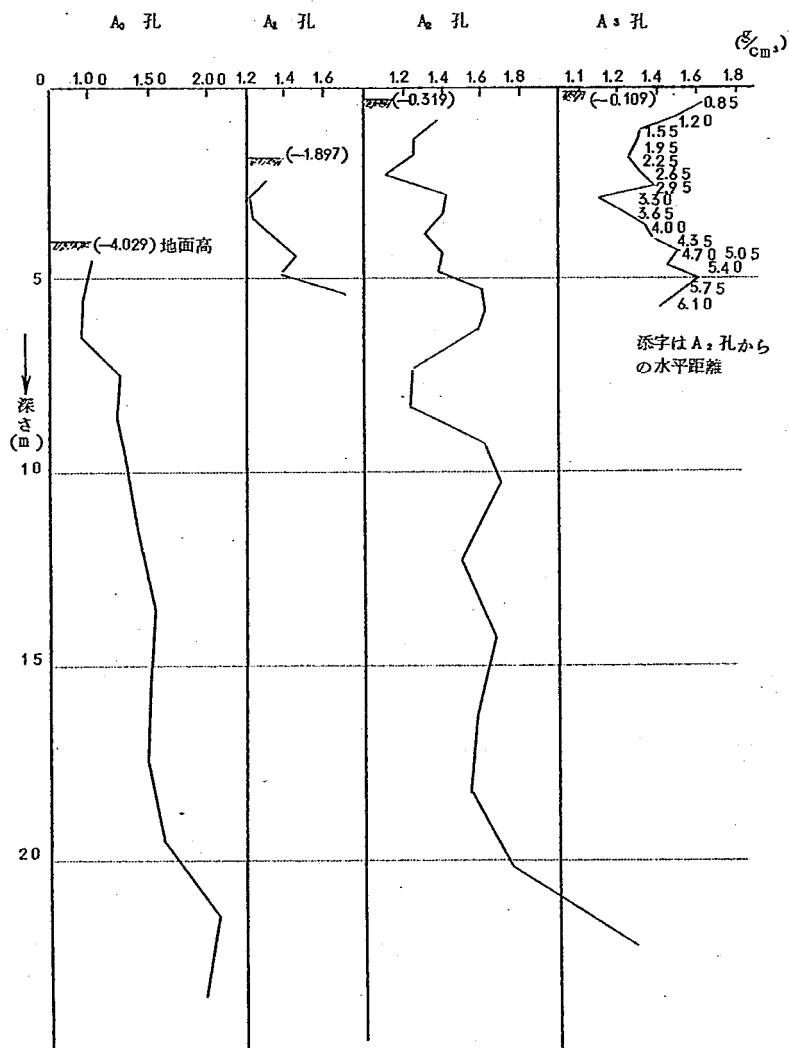


図-10-2 湿潤密度 (40.11.29測定分)

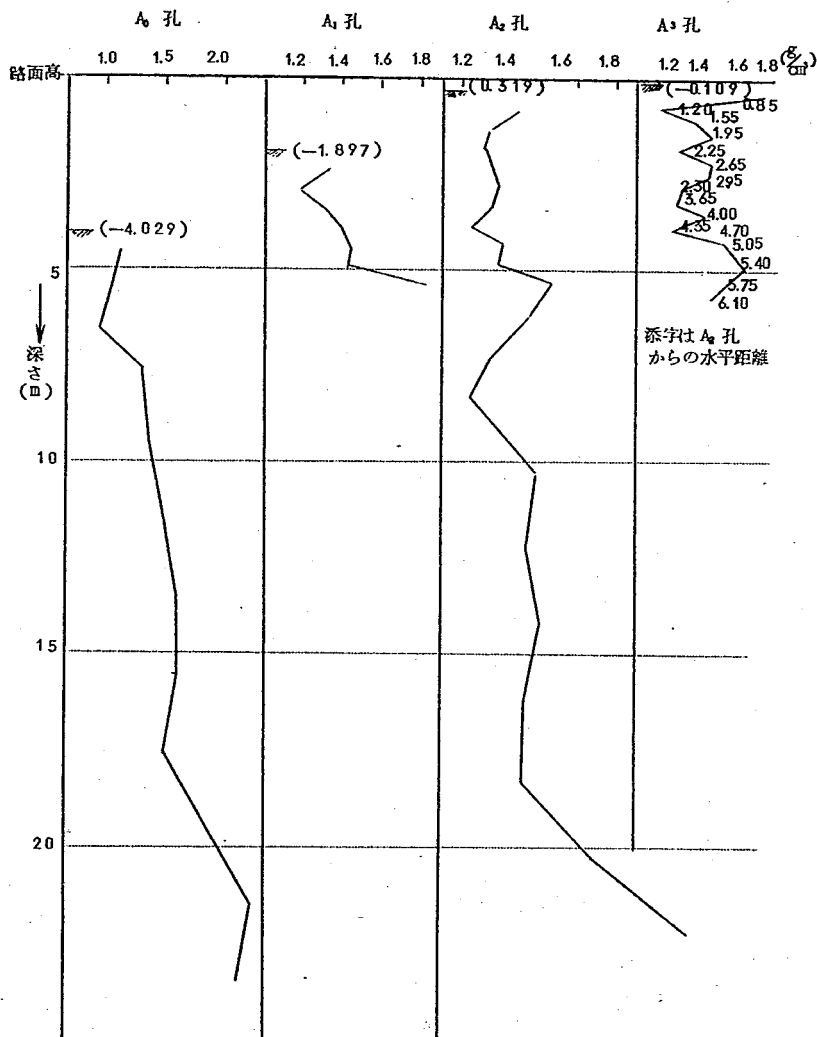


図-10-3 湿潤密度 (4.1. 3. 14 測定分)

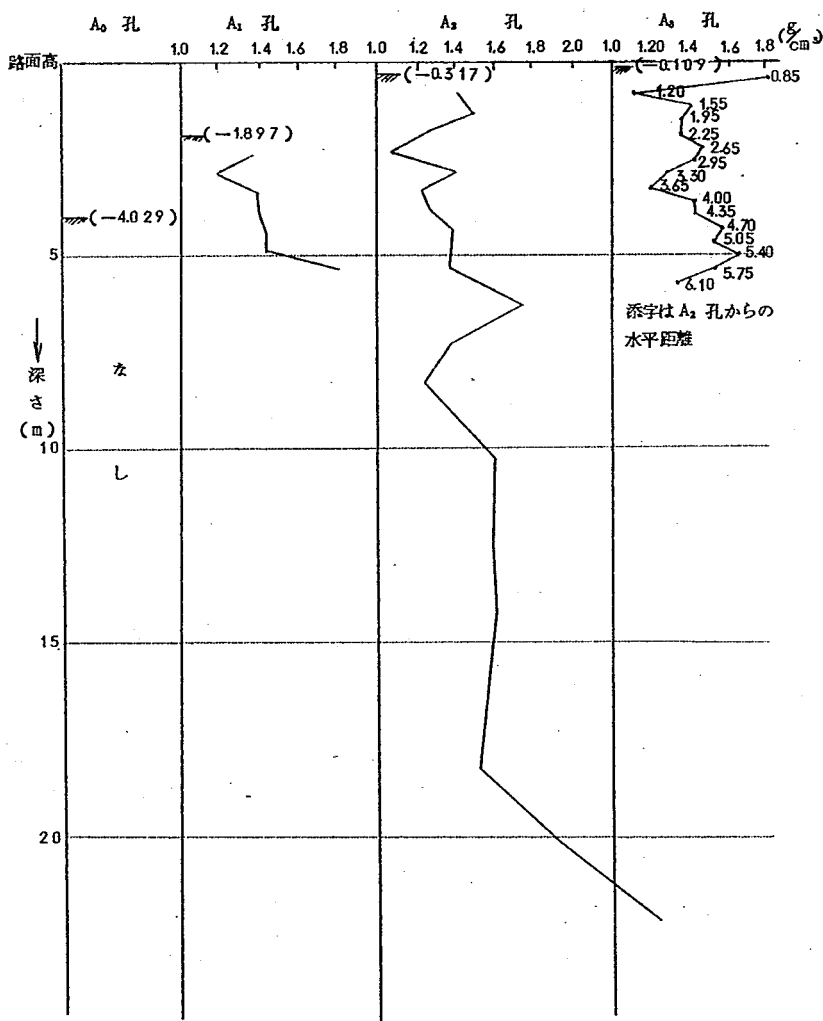


図-10-4 湿潤密度 (41.6.7 ~ 41.6.8 測定分)

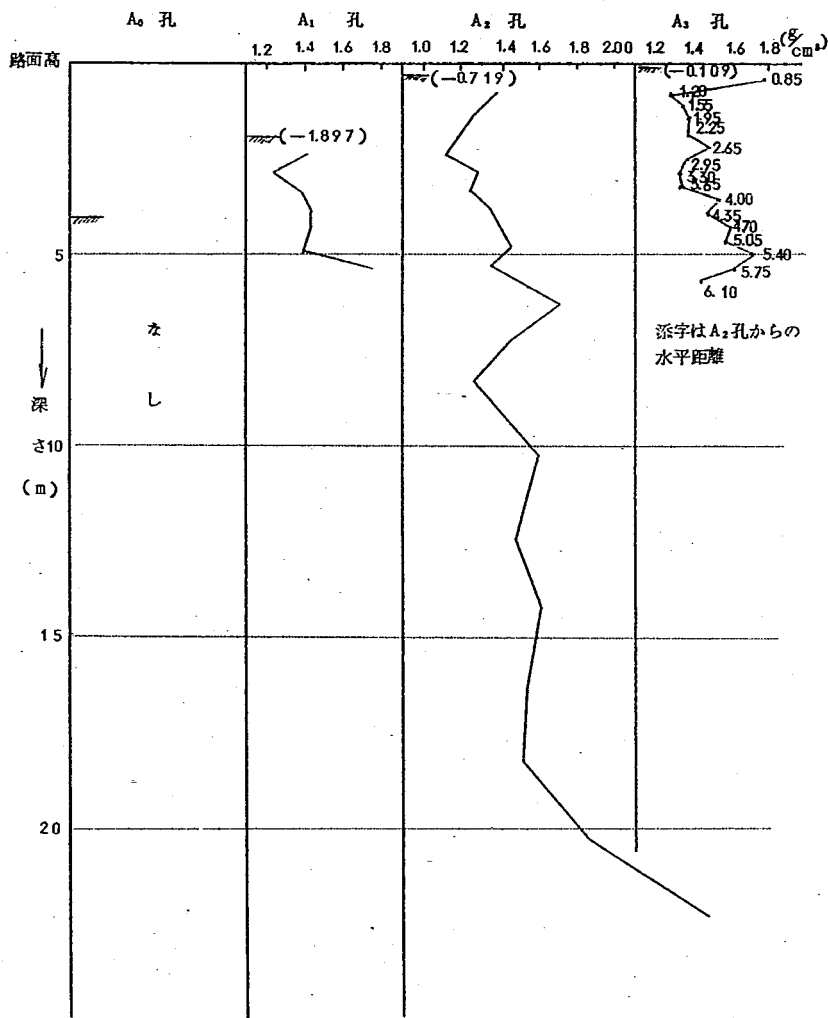


図-11 乾燥密度

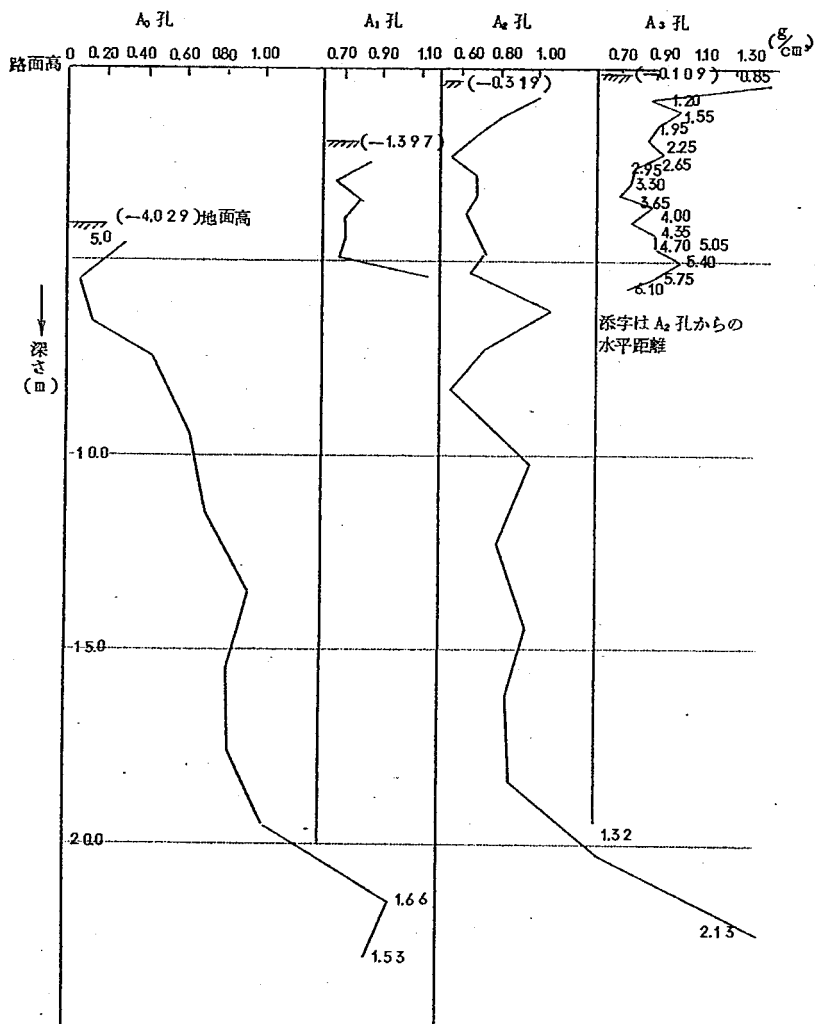


図-12

含水比

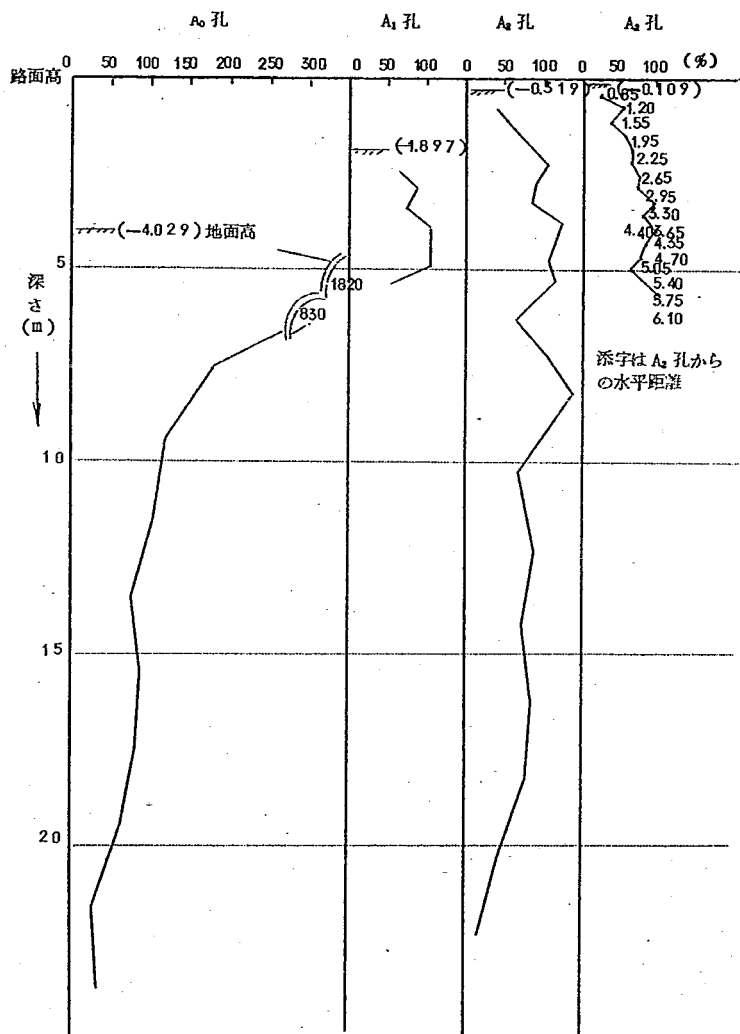


図-13-1

水分密度 (40.8.27 ~ 40.8.28 測定分)

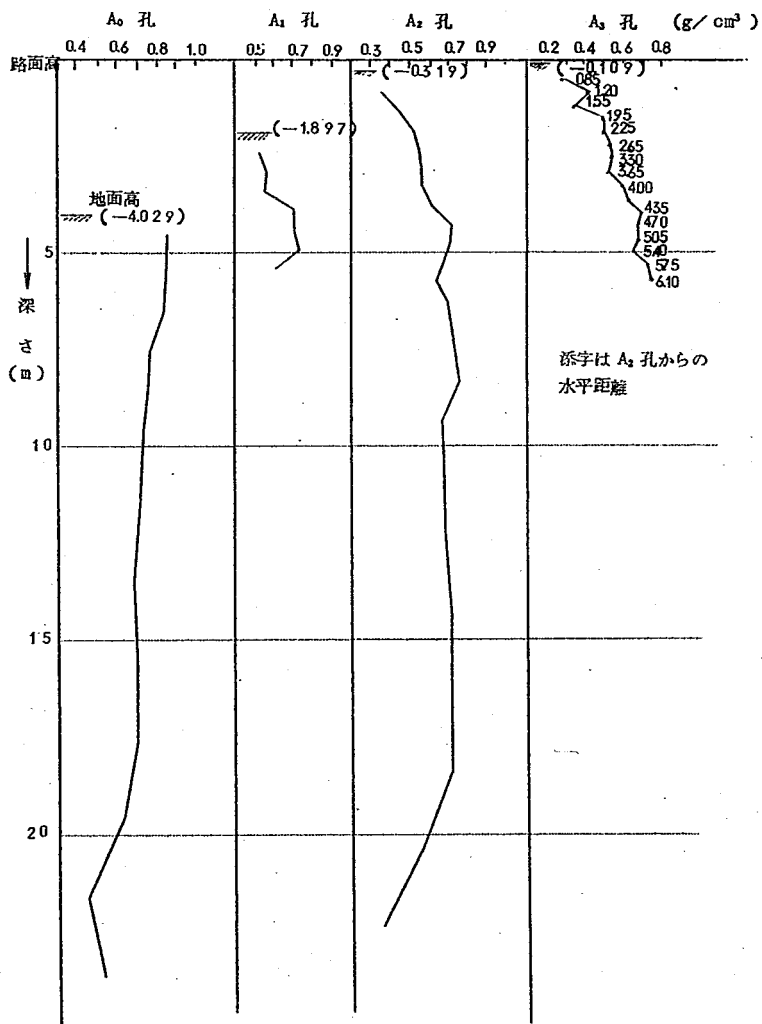


図-13-2 水分密度 (40. 11. 29 測定分)

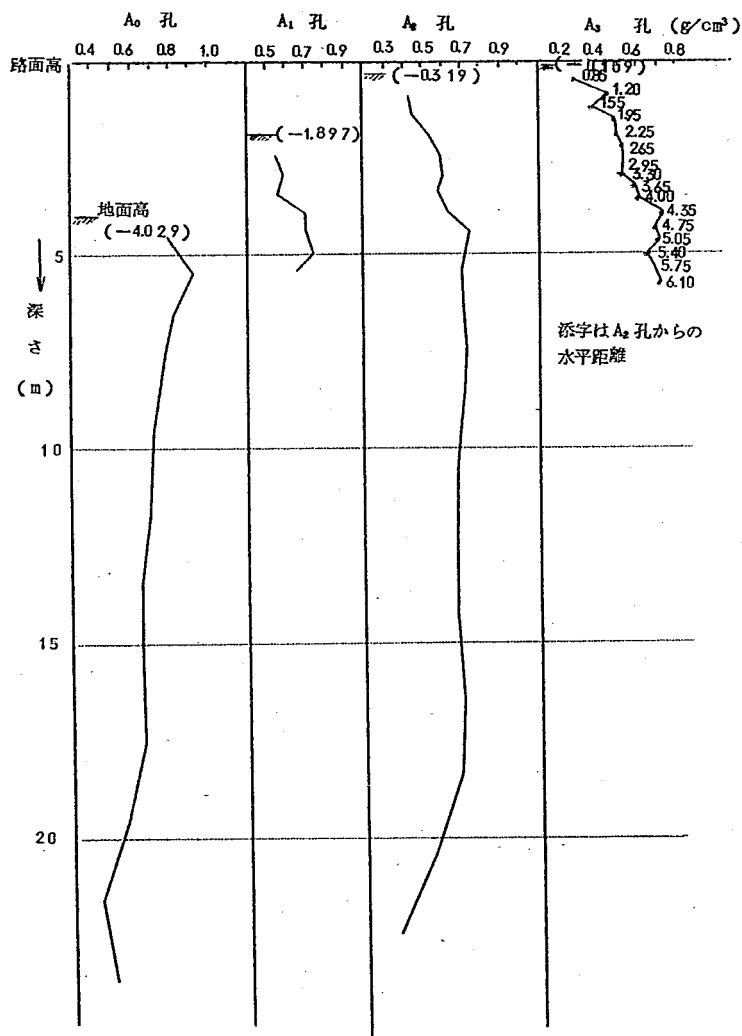


図-13-3 水分密度 (4.1.3.14 測定分)

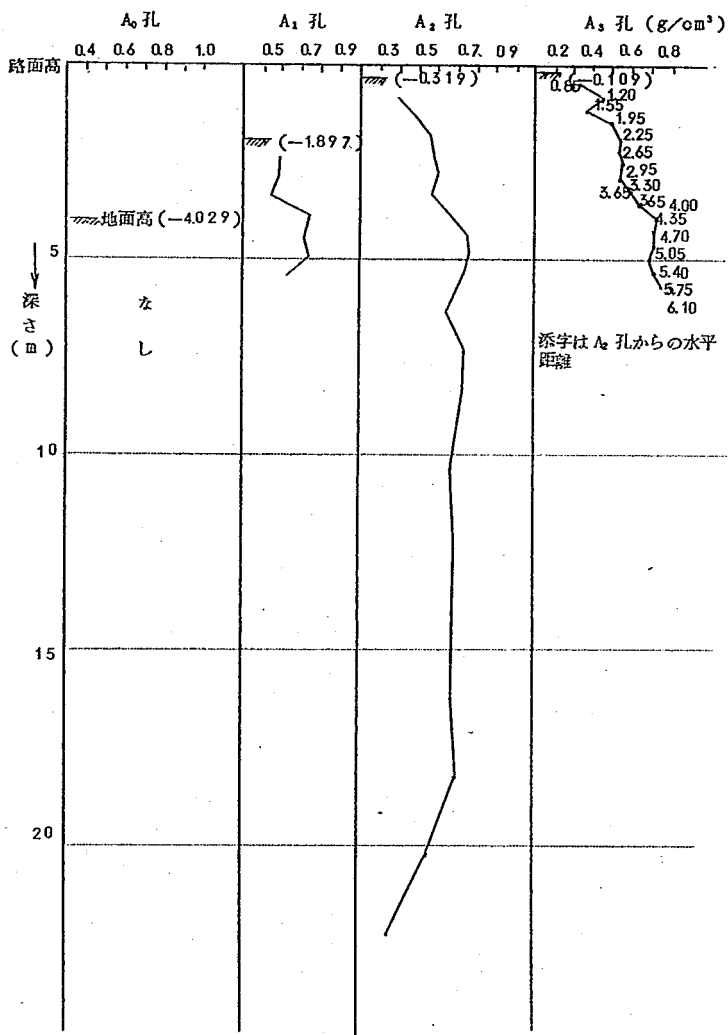


図-13-4 水分密度 (41. 6 7~41. 6 8 測定分)

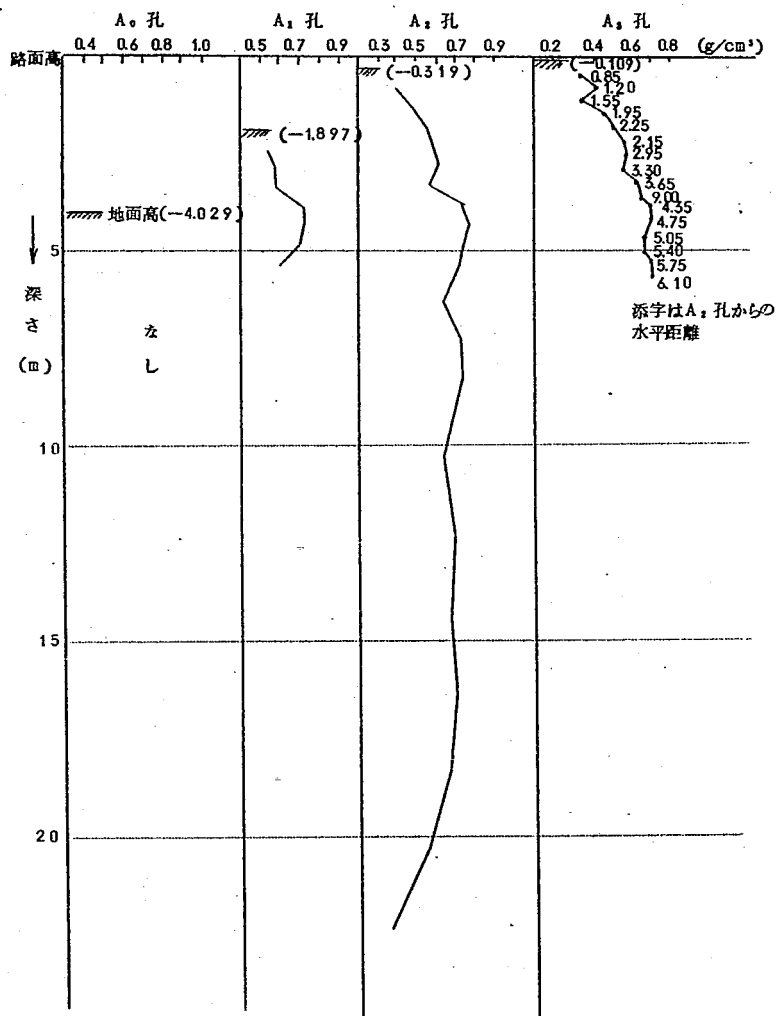


図-14

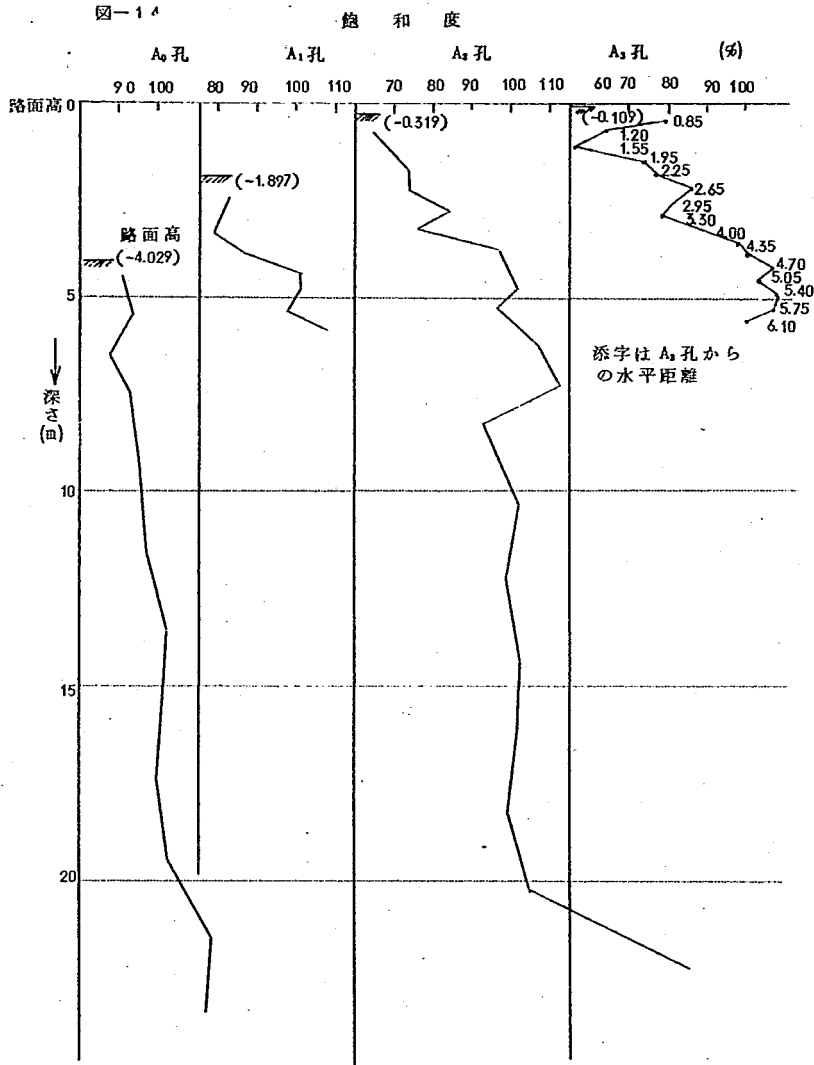


図-15

間 隙 比

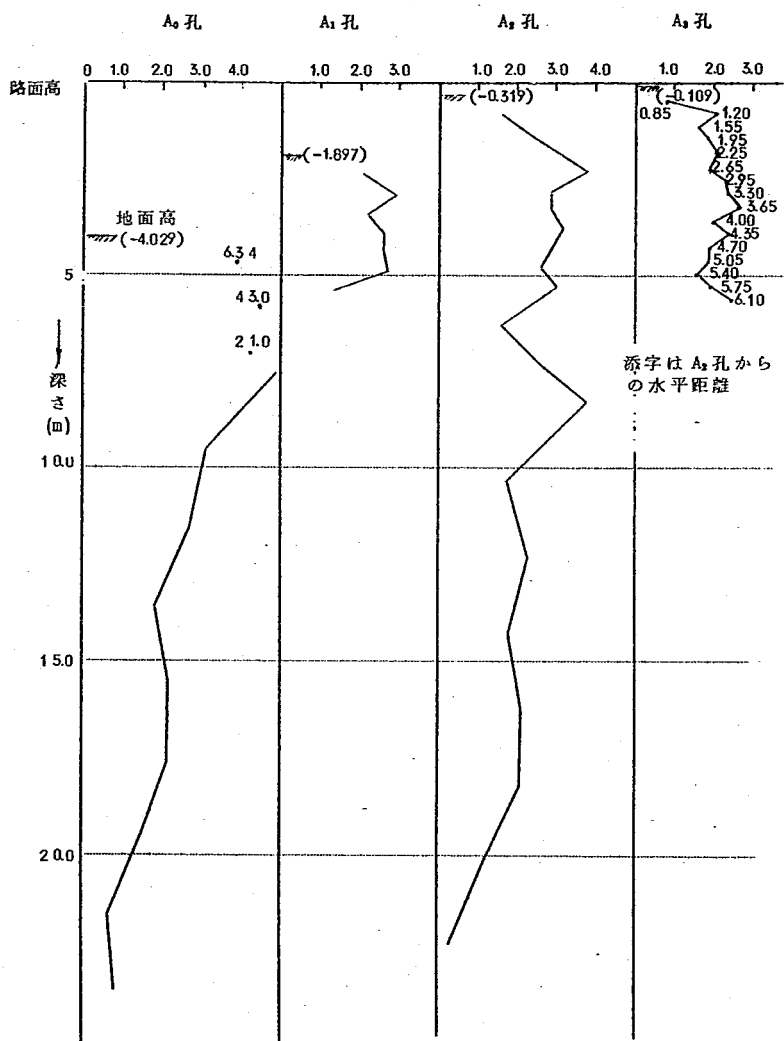


图-1.6 等水分密度线

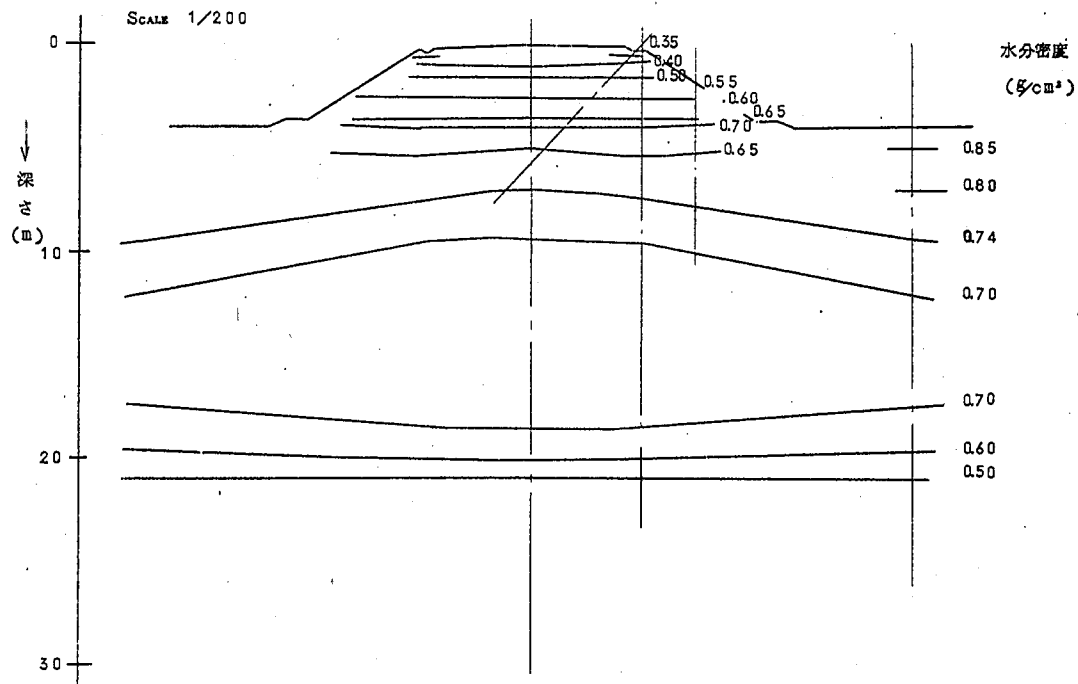


表-2 採取試料による試験結果

		比 重	粒 度 分 析					液 性 限界%	塑 性 限界%	塑 性 指 数	自然含 水比%	湿润密度 g/cm ³	乾燥密度 g/cm ³	自然間隙 比	飽和度 %
			礫%	砂%	シルト%	粘土%	200# 通過%								
原 地 盤 孔 A ₀	原地盤より深さ														
	3.15~3.45	2.519	0	20	35	45	87	141	62	79	138.6				
	4.00~4.80	2.523	0	12	39	49	95	118	50	68	147.9	1.285	0.519	3.87	96.5
	5.65~5.90	2.532	0	28	25	47	76	102	46	56	107.0				
	10.00~10.80	2.571	0	21	27	52	85	68	35	33	49.5	1.600	1.070	1.40	91.0
	11.15~11.45	2.542	0	18	32	50	88	95	39	56	84.3				
	13.15~13.45	2.535	0	16	38	46	91	94	47	47	80.9				
	14.00~14.30	2.598	0	38	29	33	66	65	28	37	61.2	1.621	1.005	1.58	100.0
	16.65~16.95	2.653	0	83	8	9	18	—	—	—	22.4				
	20.15~20.45	2.664	16	74	10	0	11	—	—	—	21.2				
法 尻 孔 A ₀ '	原地盤より深さ														
	5.00~5.85	2.509	0	12	30	58	95	132	45	87	138.5	1.335	0.560	3.48	99.8
	12.00~12.60	2.542	0	42	29	29	68	56	25	31	36.9	1.791	1.310	0.94	99.9

法 面 孔 A ₁	地面より深さ															
	2.00~2.80	2.523	0	21	29	50	82	86	38	48	95.6	1,428	0.730	2.45	98.9	
	2.50~3.00	2.506	0	21	34	45	84	112	59	53	107.3					
路 肩 孔 A ₂	路面より深さ															
	2.75~3.05	2.565	0	30	32	38	77	118	52	66	79.4					
	4.00~4.75	2.265	0	35	34	31	69	96	45	51	116.6	1,384	0.640	2.54	100	
	4.65~4.95	2.497	0	22	31	47	84	136	55	81	138.8					
	10.00~10.70	2.427	0	30	25	46	72	80	37	43	66.1	1,564	0.941	1.58	100	
	10.15~10.45	2.535	0	19	34	47	83	102	48	54	105.7					
	14.00~14.70	2.454	1	9	25	65	92	106	53	53	113.5	1,389	0.650	2.77	100	
	17.00~17.60	2.601	0	22	35	43	88	80	35	45	76.3	1,528	0.866	2.00	99.2	
	18.15~18.45	2.510	0	18	41	41	87	91	34	57	76.6					
	22.65~22.95	2.525	0	67	19	14	38	—	—	—	32.5					
斜 孔 A ₃	路面より深さ ✕ 4.00	2.500	0	28	37	35	75	94	63	32	76.3					

表-3 不攪乱試料による試験結果

		圧密試験		一軸圧縮試験		三軸圧縮試験	
		先行荷重	圧縮指数	強度	破壊歪	内部摩擦角	粘着力
原地盤孔 B ₀	原地盤より深さ						
	4.00~4.80 m	0.255	1.47	0.10	3.0	2°30'	0.052
	10.00~10.80	1.40	0.324	0.30	2.0	—	—
	14.00~14.30	3.50	0.755	—	—	15°30'	0.41
法尻孔 B ₀ '	原地盤より深さ					—	
	5.00~5.85	0.41	1.210	0.20	3.5	2°00'	0.12
	12.00~12.60	3.60	0.205	1.71	4.0	—	—
法面孔 B ₁	法面より深さ						
	2.00~2.80	—	0.495	0.13	4.0	—	—
路肩孔 B ₂	路面より深さ						
	4.00~4.75	0.67	0.607	0.08	3.0	5°00	0.04
	10.00~10.70	0.99	0.450	0.08	1.00	1°30	0.04
	14.00~14.70	0.92	1.09	0.15	5.0	5°00	0.10
	17.00~17.60	3.50	0.94	0.32	2.5	5°00	0.52

路 肩 孔 A ₂	4.90~ 5.20		1					
	6.15~ 6.45	0						
	7.15~ 7.45		2					
	8.15~ 8.45	1.5						
	8.65~ 8.95		1					
	10.15~ 10.45	0						
	10.85~ 11.15		0					
	11.00			0.63	1.07	1.25	9.06	0.125
	11.65~ 11.95	1						
	13.15~ 13.45		0					
	14.15~ 14.45	3						
	14.95~ 15.25		1					
	16.15~ 16.45	1						
	17.75~ 18.05		5					
	18.15~ 18.45	3						
	20.15~ 20.45	11	13					
	22.50			0.50	3.45	6.20	82.40	
	22.65~ 22.95	61						
	24.65~ 24.95	60						
斜 孔 A ₃	路面より深さ 4.00			0.18	1.07	1.55	10.21	

路体のコーン指数

	(1)	(2)
地面からの深さ	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0.5 m	4	4
1.0	8	8
1.5	9	10
2.0		8
2.5		8
3.0		9
3.5		10

(1)(2) 試験位置



表-4

原位置試験結果

		N 値		プレシオメータ試験				
		A 孔	B 孔	P ₀	P ₁	P ₂	B(Kg/cm ²)	C(Kg/cm ²)
原地 盤 孔 A.	原地盤より深さ							
	1.15~ 7.45m	0						
	5.00			0.24	0.47	0.62	2.81	0~0.1
	9.15~ 9.45	0.5						
	13.5 ~13.45	3						
	14.65~14.95	4						
	16.00			0.92	6.22	13.42	16.63	
	16.65~16.95	16						
法 尻 孔 A6	原地盤より深さ							
	1.15~ 3.45	0						
	1.65~ 1.95		1					
	3.65~ 8.45		0					
	10.15~10.45		0.5					
	12.75~13.05		1.5					
	14.15~14.45		3					
	16.35~16.75		13					
法 面 孔 A1	法面より							
	1.15~ 1.45	1	1					
	2.00			0.18	0.52	0.975	7.28	
	2.75~3.05	0						
路 肩 孔 A2	2.95~ 3.25		0					
	路面より深さ							
	1.15~ 1.45	1	1					
	2.00			0.26	0.78	1.22	2.062	
	2.75~ 3.05	1.5						
	2.95~ 3.25		1					
	4.00			0.31	0.65	1.10	7.71	
	4.65~ 4.95	1						

表-5 RI 計器による測定結果

A。孔 r_t : 湿润密度 g/cm³ $r_t - r_d$: 水分密度 g/cm³ r_d : 乾燥密度 g/cm³ W: 含水比 %

年月日	40.8.27~40.8.28				40.11.29					
深さ	r_t	$r_t - r_d$	r_d	W	r_t	$r_t - r_d$	r_d	W	r_t	$r_t - r_d$
0.50 m	1.02	0.85	0.17	500	1.11	0.79	0.32	247	1.08	0.78
1.50	0.94	0.85	0.09	940	1.03	0.93	0.10	930	0.96	0.91
2.50	0.93	0.84	0.09	934	0.93	0.82	0.11	746	0.93	0.83
3.50	1.26	0.76	0.50	152	1.27	0.78	0.49	159	1.20	0.77
4.50	1.23	0.75	0.48	156						
5.50	1.29	0.73	0.56	131	1.56	0.71	0.65	109	1.34	0.72
6.50	1.40	0.72	0.68	106	1.48	0.69	0.79	87	1.40	0.70
7.50	1.56	0.68	0.88	78	1.59	0.65	0.94	69	1.57	0.66
8.50	1.50	0.70	0.80	88	1.58	0.65	0.93	70	1.50	0.69
9.50	1.48	0.70	0.78	90	1.48	0.66	0.82	81	1.49	0.67
10.50	1.63	0.62	1.01	62	—	0.58	—	—	1.66	0.61
11.50	2.12	0.45	1.67	27	2.23	0.43	1.80	24	2.12	0.46
12.50	1.98	0.52	1.46	36	2.10	0.50	1.60	31	2.03	0.50

A₁ 孔

年月日	40.8.27~40.8.28				40.11.29				40.12.8				40.1.8	
深さ	r_t	$r_t - r_d$	r_d	W	r_t	$r_t - r_d$	r_d	W	r_t	$r_t - r_d$	r_d	W	r_t	$r_t - r_d$
0.50 m	1.31	0.53	0.78	68	1.32	0.54	0.78	69	1.26	0.55	0.71	77	1.26	0.54
1.00	1.21	0.57	0.55	104	1.17	0.59	0.58	102	1.12	0.58	0.54	107	1.19	0.57
1.50	1.23	0.56	0.67	83	1.31	0.56	0.75	75	1.28	0.56	0.72	78	1.28	0.58
2.00	1.34	0.71	0.63	113	1.39	0.71	0.68	104	1.34	0.73	0.62	118	1.35	0.71
2.50	1.45	0.71	0.74	96	1.43	0.71	0.72	99	1.49	0.73	0.76	96	1.53	0.71
3.00	1.37	0.74	0.63	118	1.42	0.74	0.68	109	1.44	0.75	0.69	109	1.44	0.75
3.50	1.71	0.60	1.11	54	1.82	0.65	1.17	56	1.69	0.61	1.08	56	1.79	0.62

e: 間隙比 S_r: 飽和度 V_s: 土粒子体積率 V_w: 水分体積率

40. 12. 8						41. 1. 18			
η	W	e	S _r	V _s	V _w	r_1	$\eta - r_1$	r_2	W
0.30	260	6.34	9.04	0.14	0.78	0.92	0.77	0.15	513
0.05	2820	43.1	9.28	0.02	0.91	0.94	0.92	0.02	4590
0.10	830	21.0	8.70	0.05	0.83	0.91	0.80	0.11	727
0.43	179	49.3	9.25	0.17	0.77	1.08	0.69	0.39	177
0.62	116	3.12	9.50	0.24	0.72	1.42	0.70	0.72	97
0.70	100	2.64	9.67	0.27	0.70	1.37	0.71	0.66	108
0.91	73	1.82	10.31	0.35	0.56	1.50	0.67	0.95	72
0.81	85	2.14	10.11	0.32	0.69	1.53	0.65	0.88	74
0.82	82	2.11	9.23	0.32	0.67	1.49	0.65	0.84	77
1.05	58	1.48	10.19	0.40	0.61	1.70	0.61	1.09	56
1.66	28	0.69	11.36	0.62	0.46	2.20	0.44	1.76	25
1.53	33	0.83	11.12	0.57	0.50	2.04	0.31	1.53	33

41. 3. 14						41. 6. 7 ~ 41. 6. 8							
r_4	W	r_1	$\eta - r_1$	r_4	W	r_1	$\eta - r_1$	r_4	W	e	S _r	V _s	V _w
0.72	75	1.36	0.58	0.78	74	1.39	0.55	0.84	66	2	83.1	0.33	0.55
0.62	92	1.19	0.58	0.61	95	1.23	0.58	0.65	89	2.88	77.8	0.26	0.58
0.70	83	1.39	0.54	0.85	64	1.38	0.59	0.79	75	2.19	86.2	0.31	0.59
0.64	111	1.41	0.74	0.67	110	1.43	0.73	0.70	104	2.60	101.0	0.27	0.73
0.82	87	1.44	0.71	0.73	97	1.43	0.73	0.70	104	2.59	101.0	0.28	0.73
0.69	109	1.44	0.74	0.70	106	1.39	0.71	0.68	105	2.69	97.8	0.27	0.71
1.17	53	1.82	0.63	1.19	53	1.77	0.61	1.16	53	1.33	107.5	0.43	0.61

A₂ 孔

年 月 日	40.8.27~40.8.28				40. 11. 29				40. 12. 8				41. 1. 18			
深さ m	T_1	T_1-T_0	T_d	W	T_1	T_1-T_0	T_d	W	T_1	T_1-T_0	T_d	W	T_1	T_1-T_0	T_d	W
0.50	1.39	0.36	1.03	35	1.49	0.43	1.06	41	1.43	0.37	1.06	35	1.47	0.41		
1.00	1.26	0.45	0.81	56	1.35	0.45	0.90	50	1.37	0.47	0.90	52	1.44	0.47		
1.50	1.26	0.53	0.74	70	1.32	0.54	0.78	69	1.33	0.51	0.82	62	1.23	0.56		
2.00	1.10	0.55	0.55	100	1.06	0.59	0.47	126	1.08	0.54	0.54	100	1.16	0.60		
2.50	1.42	0.56	0.86	65	1.28	0.60	0.68	88	1.30	0.57	0.73	78	1.29	0.60		
3.00	1.40	0.56	0.83	69	1.35	0.58	0.77	75	1.27	0.57	0.70	81	1.31	0.60		
3.50	1.31	0.62	0.69	90	1.22	0.63	0.59	107	1.31	0.59	0.72	82	1.23	0.63		
4.00	1.39	0.72	0.67	107	1.41	0.75	0.66	114	1.38	0.95	0.63	119	1.41	0.72		
4.50	1.37	0.71	0.66	108	1.38	0.73	0.65	112	1.35	0.72	0.63	114	1.39	0.71		
5.00	1.60	0.67	0.93	72	1.66	0.70	0.96	73	1.46	0.68	0.98	69	1.41	0.72		
5.50	1.62	0.63	0.99	64												
6.00	1.58	0.70	0.88	80	1.53	0.71	0.82	87	1.50	0.71	0.79	90	1.83	0.64		
7.00	1.25	0.72	0.53	136	1.34	0.72	0.62	116	1.26	0.74	0.52	142	1.39	0.73		
8.00	1.23	0.75	0.48	156	1.24	0.71	0.53	134	1.55	0.74	0.51	145	1.23	0.78		
9.00	1.62	0.67	0.95	71												
10.00	1.70	0.68	1.02	67	1.58	0.67	0.91	74	1.62	0.70	0.92	76	1.60	0.67		
12.00	1.50	0.68	0.82	83	1.52	0.67	0.85	79	1.53	0.70	0.83	84	1.56	0.69		
14.00	1.67	0.71	0.96	74	1.60	0.66	0.94	70	1.60	0.78	0.82	95	1.62	0.69		
16.00	1.48	0.71	0.77	92	1.52	0.69	0.83	83	1.48	0.71	0.77	92	1.54			
18.00	1.54	0.71	0.83	86	1.52	0.68	0.84	81	1.54	0.68	0.86	79	1.44			
20.00	1.76	0.56	1.20	47	1.89	0.54	1.35	40	1.84	0.56	1.28	44	1.90			
22.00	2.39	0.36	2.03	18	2.38	0.37	2.01	18	2.41	0.37	2.04	18	2.38			

		41. 3 14					41. 6 7 ~ 41. 6 8							
T_d	W	T_1	T_1-T_d	T_d	W	T_1	T_1-T_d	T_d	W	e	S_1	V_1	V_w	
1.06	39	1.41	0.38	1.03	37	1.39	0.40	0.99	40	1.58	64.5	0.39	0.40	
0.97	48	1.50	0.48	1.02	47	1.28	0.48	0.80	60	2.25	67.4	0.31	0.48	
0.67	84	1.27	0.57	0.70	81	1.21	0.55	0.66	83	2.94	73.3	0.22	0.55	
0.56	107	1.08	0.58	0.50	116	1.13	0.58	0.55	106	3.93	73.9	0.21	0.58	
0.69	87	1.41	0.60	0.81	74	1.29	0.61	0.68	90	2.82	83.0	0.26	0.61	
0.71	85	1.23	0.57	0.66	86	1.24	0.56	0.68	82	2.82	75.6	0.26	0.56	
0.60	105	1.27	0.66	0.61	108	1.35	0.73	0.62	118	3.12	96.4	0.24	0.73	
0.69	104	1.40	0.75	0.65	115		0.77						0.77	
0.66	108	1.39	0.76	0.63	121	1.46	0.74	0.72	103	2.54	103.4	0.28	0.74	
0.69	104	1.38	0.74	0.64	116	1.36	0.72	0.64	113	2.99	196.4	0.21	0.72	
1.19	54	1.73	0.65	1.08	60	1.71	0.64	1.07	60	1.52	106.6	0.40	0.64	
0.66	111	1.38	0.74	0.64	116	1.45	0.73	0.72	102	2.54	102.4	0.28	0.73	
0.45	173	1.25	0.73	0.52	140	1.27	0.73	0.54	135	3.73	92.2	0.21	0.73	
0.93	72	1.60	0.67	0.73	72	1.60	0.64	0.96	67	1.71	101.9	0.37	0.64	
0.87	79	1.59	0.69	0.90	77	1.48	0.69	0.79	87	2.29	98.9	0.30	0.69	
0.93	74	1.60	0.68	0.92	74	1.61	0.67	0.94	71	1.77	104.2	0.36	0.67	
		1.56	0.68	0.88	77	1.54	0.70	0.84	83	2.10	102.8	0.32	0.70	
		1.55	0.70	0.85	83	1.52	0.66	0.86	77	2.02	99.0	0.33	0.66	
		1.94	0.55	1.39	40	1.87	0.55	1.32	42	1.12	104.9	0.49	0.55	
		2.46	0.35	2.11	17	2.47	0.34	2.13	16	0.31	44.5	0.76	0.34	

A₂ 孔

斜め 深さ	A ₂ とA ₃ の 平距離	年月日 垂直 深さm	40.8.27~40.8.28				40.11.29				40.12.8		
			γ_1	$\gamma_1 - \gamma_2$	γ_2	γ_3	γ_1	$\gamma_1 - \gamma_2$	γ_2	γ_3	γ_1	$\gamma_1 - \gamma_2$	γ_2
0.50	0.85	0.35	1.63	0.29	1.34	22	1.75	0.28	1.47	19	1.74	0.28	1.46
1.00	1.20	0.70	1.49	0.43	1.06	41	1.22	0.45	0.77	58	1.15	0.44	0.71
1.50	1.55	1.05	1.31	0.35	0.96	37	1.40	0.37	1.03	36	1.39	0.34	1.05
2.00	1.95	1.40	1.30	0.50	0.80	63	1.47	0.50	0.97	52	1.41	0.50	0.91
2.50	2.25	1.75	1.26	0.50	0.76	66	1.31	0.50	0.81	62	1.42	0.50	0.92
3.00	2.65	2.10	1.32	0.53	0.79	67	1.47	0.53	0.94	56	1.36	0.54	0.82
3.50	2.95	2.45	1.39	0.54	0.85	64	1.46	0.53	0.93	57	1.39	0.55	0.84
4.00	3.30	2.80	1.19	0.53	0.66	80	1.32	0.52	0.80	65	1.23	0.54	0.69
4.50	3.65	3.15	1.22	0.60	0.62	97	1.29	0.59	0.70	84	1.31	0.59	0.72
5.00	4.00	3.50	1.33	0.62	0.71	87	1.44	0.62	0.82	76	1.45	0.66	0.79
5.50	4.35	3.85	1.37	0.70	0.67	105	1.27	0.73	0.54	135	1.43	0.71	0.72
6.00	4.70	4.20	1.50	0.67	0.83	81	1.53	0.69	0.84	82	1.55	0.69	0.86
6.50	5.05	4.55	1.44	0.67	0.77	87	1.60	0.71	0.89	80	1.54	0.68	0.86
7.00	5.40	4.90	1.61	0.65	0.96	68	1.64	0.65	0.99	66	1.63	0.67	0.94
7.50	5.75	5.25	1.51	0.72	0.79	91	1.56	0.69	0.87	79	1.55	0.71	0.84
8.00	6.10	5.60	1.40	0.74	0.66	112	1.48	0.72	0.76	95	1.39	0.76	0.63

W	41. 1. 18				41. 3. 14				41. 6. 7 ~ 41. 6. 8							
	γ_1	$\gamma_1 - \gamma_2$	γ_2	W	γ_1	$\gamma_1 - \gamma_2$	γ_2	W	γ_1	$\gamma_1 - \gamma_2$	γ_2	W	e	S _r	V _s	V _w
19	1.74	測			1.78	0.33	1.45	23	1.77	0.34	1.43	24	0.78	78.5	0.56	0.34
62	1.08	定			1.12	0.46	0.66	70	1.28	0.44	0.84	52	2.10	64.4	0.32	0.44
32	1.36	不			1.41	0.36	1.05	34	1.35	0.34	1.01	34	1.58	56.0	0.39	0.34
55	1.46	能			1.36	0.50	0.86	58	1.38	0.48	0.90	53	1.89	73.0	0.35	0.48
54	1.39				1.36	0.54	0.82	66	1.37	0.52	0.85	61	2.06	77.1	0.33	0.52
66	1.40				1.46	0.53	0.93	57	1.48	0.56	0.92	61	1.83	86.7	0.35	0.56
66	1.43				1.42	0.55	0.87	63	1.36	0.57	0.79	72	2.29	81.8	0.30	0.57
78	1.36				1.29	0.54	0.75	72	1.32	0.55	0.77	71	2.38	77.5	0.30	0.55
82	1.23				1.20	0.60	0.60	100	1.34	0.63	0.71	89	2.66	87.0	0.37	0.63
84	1.42				1.43	0.64	0.79	81	1.52	0.65	0.87	75	1.99	96.8	0.33	0.65
99	1.38				1.43	0.73	0.70	104	1.47	0.71	0.76	94	2.43	100.5	0.39	0.71
80	1.54				1.57	0.71	0.86	83	1.59	0.70	0.89	79	1.87	107.6	0.35	0.70
79	1.52				1.52	0.71	0.81	88	1.56	0.67	0.89	75	1.87	102.2	0.35	0.67
70	1.61				1.65	0.69	0.96	72	1.71	0.66	1.05	63	1.57	108.3	0.39	0.66
85	1.60				1.53	0.72	0.81	89	1.62	0.71	0.91	78	1.97	107.0	0.34	0.71
121	1.44				1.33	0.75	0.58	129	1.44	0.71	0.73	97	2.49	99.3	0.29	0.71

7-1-2 季節や天候による変動

季節や天候による変動は、密度と含水量の状態についてのみ調べたが、約1年間を通じて6回にわたり測定した結果から見た変動傾向を図-17に示す。密度においては相当バラツキが見られるが、これは測定値の処理における誤差が大分含まれるものと考えられるので実際にはあまり変動はないものと思われる。水分における測定誤差は比較的少ないものと考えられるが、測定時期による変動は殆んど見られず、このことから季節や天候による盛土の状態の変化は殆んどないものと考えられる。このことは図-10及び図-13に示す湿潤密度及び水分密度の測定回ごとの深さ方向の変化の比較からも云える。たゞ湿潤密度はボーリング孔壁の乱れと考えられる影響が相当にあって多少のバラツキが見られる。参考までに測定の前10日間の降雨状況を図-18に示す。もし変動があるとすれば地表面から50cm位までの深さと地下水位附近で水分の変化が幾らかあるようである。

7-1-3 密度と含水量の関係

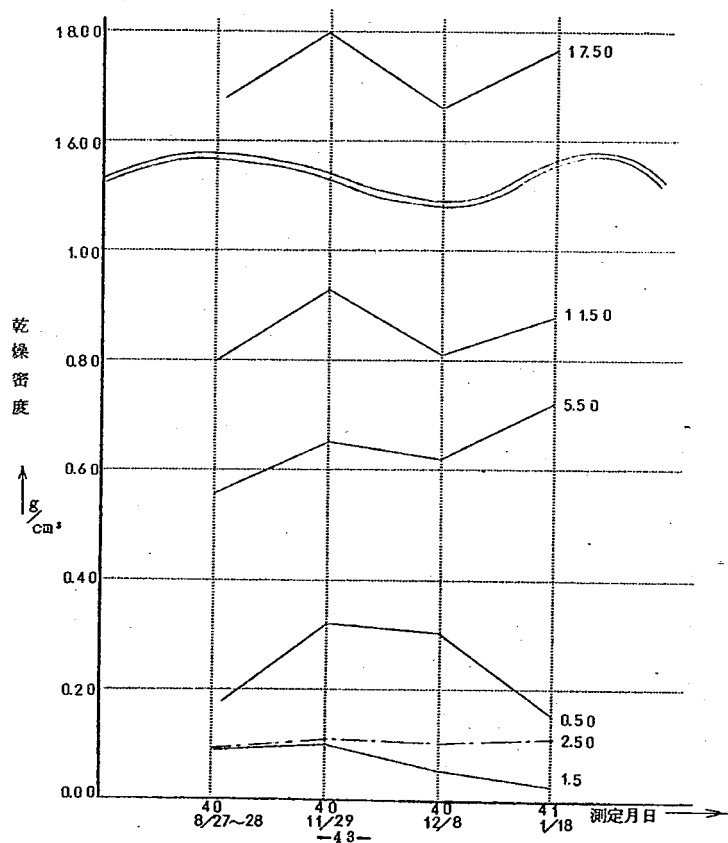
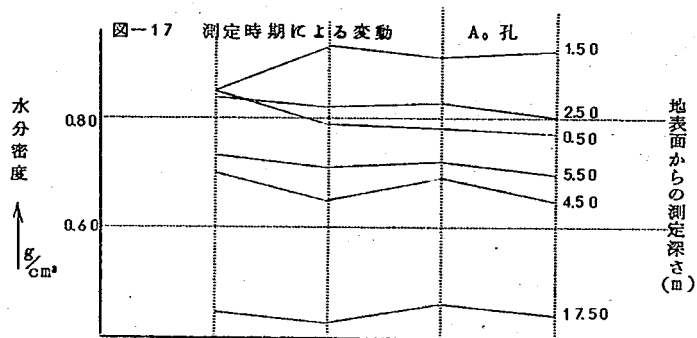
各部における湿潤密度及び乾燥密度と含水比の関係を図-19から見ると、地盤中における測定値は一つの曲線上にのることが見られ、飽和度が一定状態にあることが察せられる。盛土における測定値は湿潤密度の場合ほぼ一定値の状態を示しており、乾燥密度の場合は含水比に逆比例の直線的関係を示している。この密度と含水比の関係を土粒子体積率と水分体積率の関係で見ると図-20のとおりであり、空気間隙率0~30%までに全ての値が入っている。これから意外に空気間隙率が大なることがわかる。

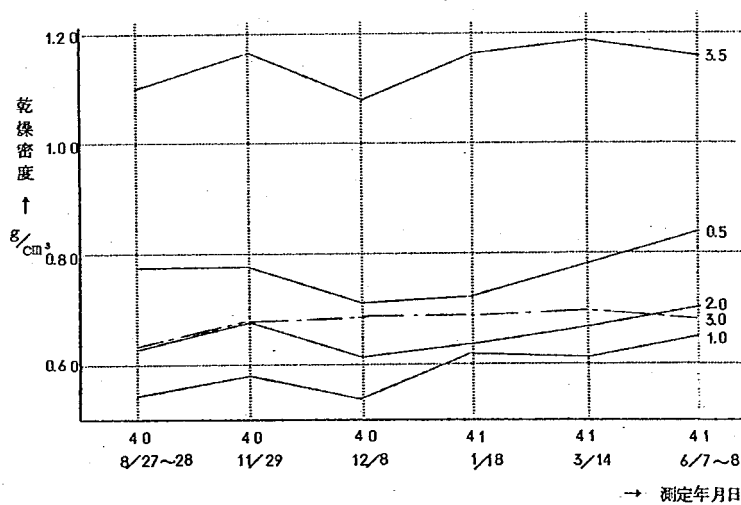
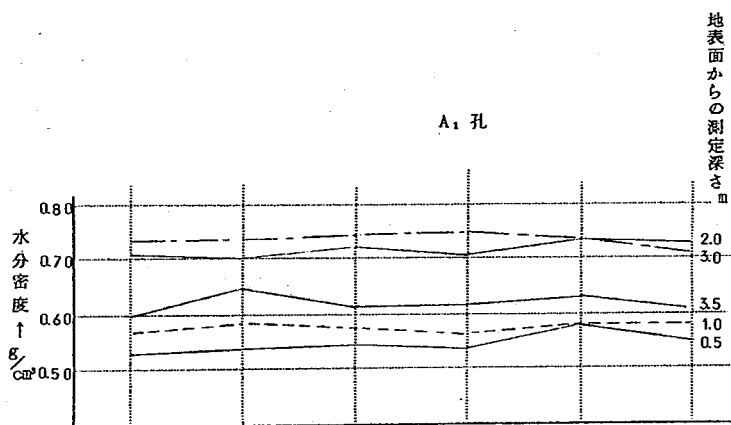
7-1-4 含水比とコンシステンシーの関係

含水比の状態と液性限界、塑性限界、塑性指数などとの関係をみると、図21-1~図21-3のとおりであり、コンシステンシーによって落着く含水比の状態を推定出来るということが云えそうである。

7-1-5 含水比と200 μ フルイ通過量との関係

含水比と200 μ フルイ通過量との関係を図-22に示す。





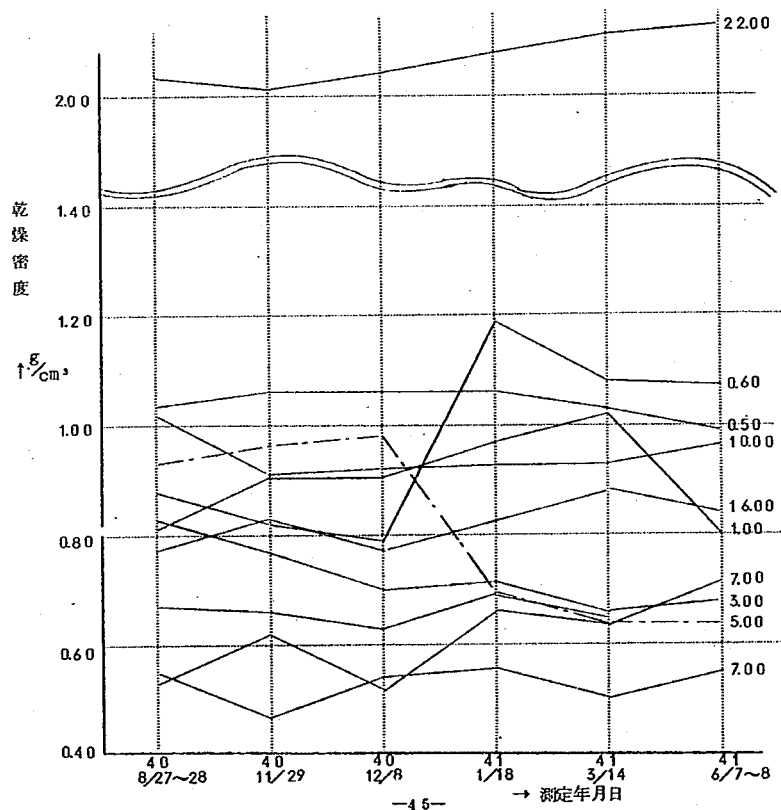
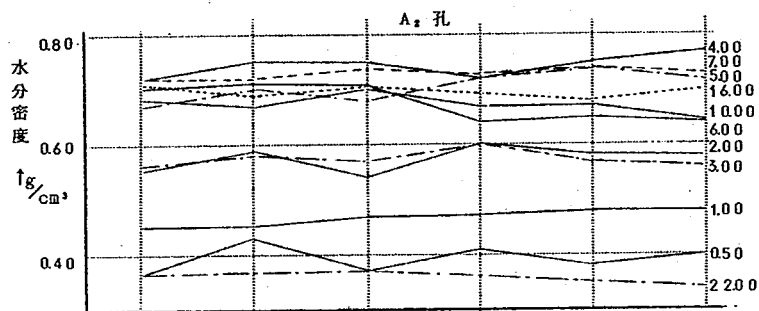


図-17

A, 孔

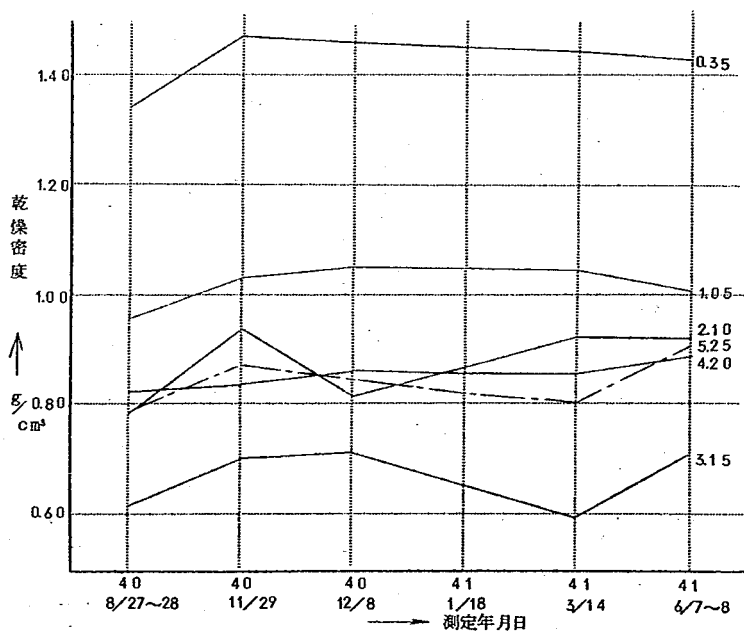
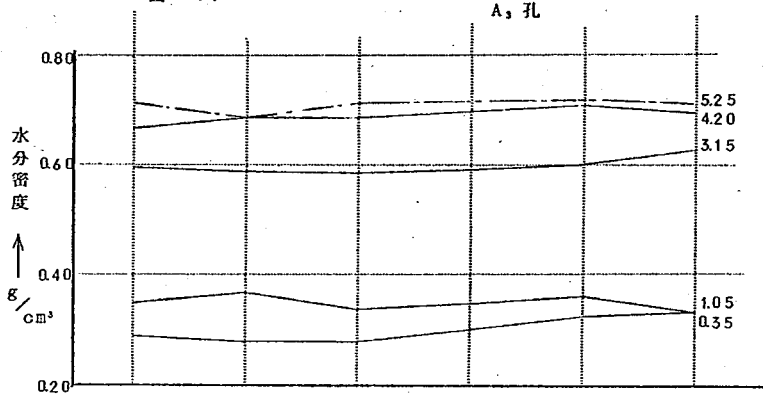


図-18 RI計器による測定日前10日間の降雨状況

(測定日)

① 4 0.8 2.7		② 4 0.1 1.2 9		③ 4 0.1 2.8		④ 4 1.1 1.8		⑤ 4 1.3 1.4	
18日	0mm	20日	9.0mm	29日	0mm	9	0	5	0.4
19	0	21	0.4	30	0	1.0	0	6	2.2
20	0	22	0	1	0	11	0	7	9.6
21	38.2	23	2.0	2	0	12	0	8	1.0
22	45.2	24	0	3	0	13	0	9	0
23	23.6	25	47.8	4	2.0	14	0	10	0
24	0	26	10.2	5	0	15	0	11	0
25	0	27	0	6	0.8	16	0	12	0
26	0	28	0	7	0	17	0	13	0
27	0	29	0	8	0	18	0	14	0
計	107.0mm	計	69.4	計	2.8mm	計	0	計	13.2mm

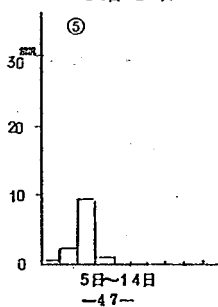
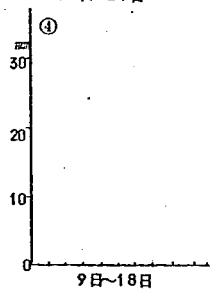
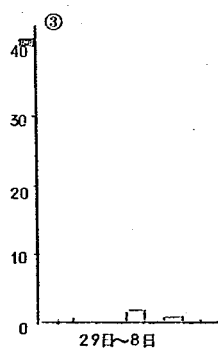
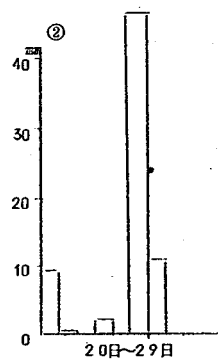
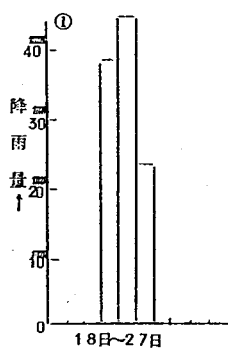


図-19 密度と含水比の関係

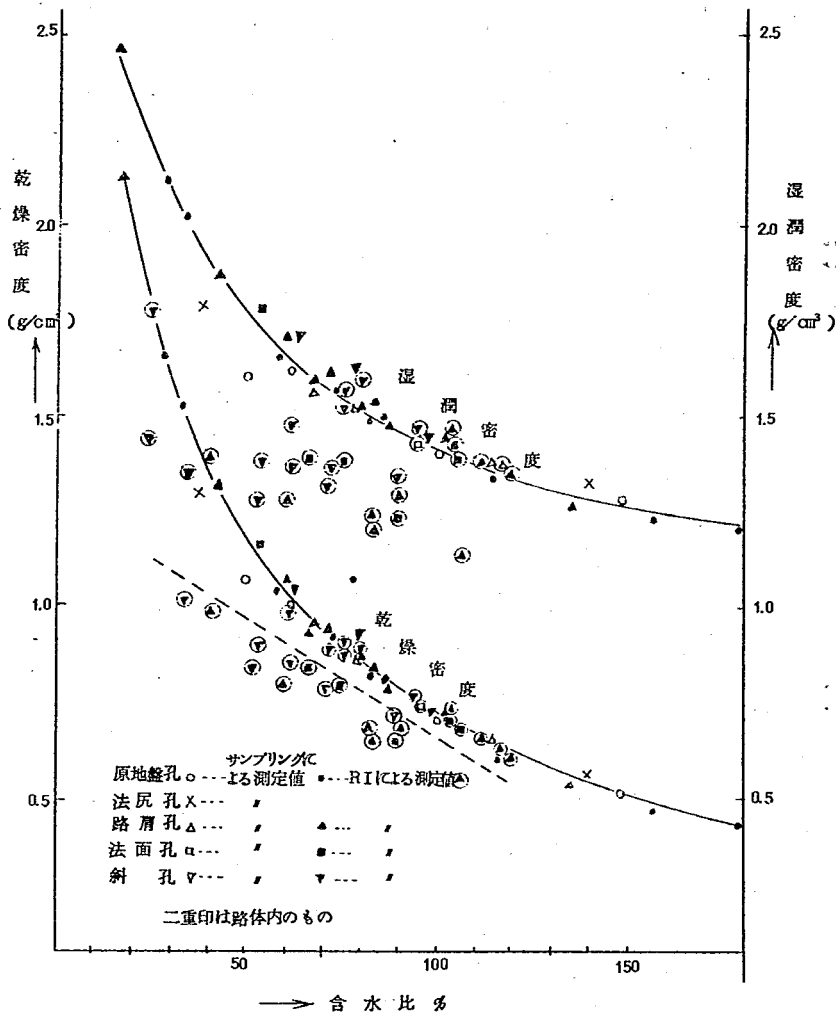


図-20 土粒子と水分の体積率の関係

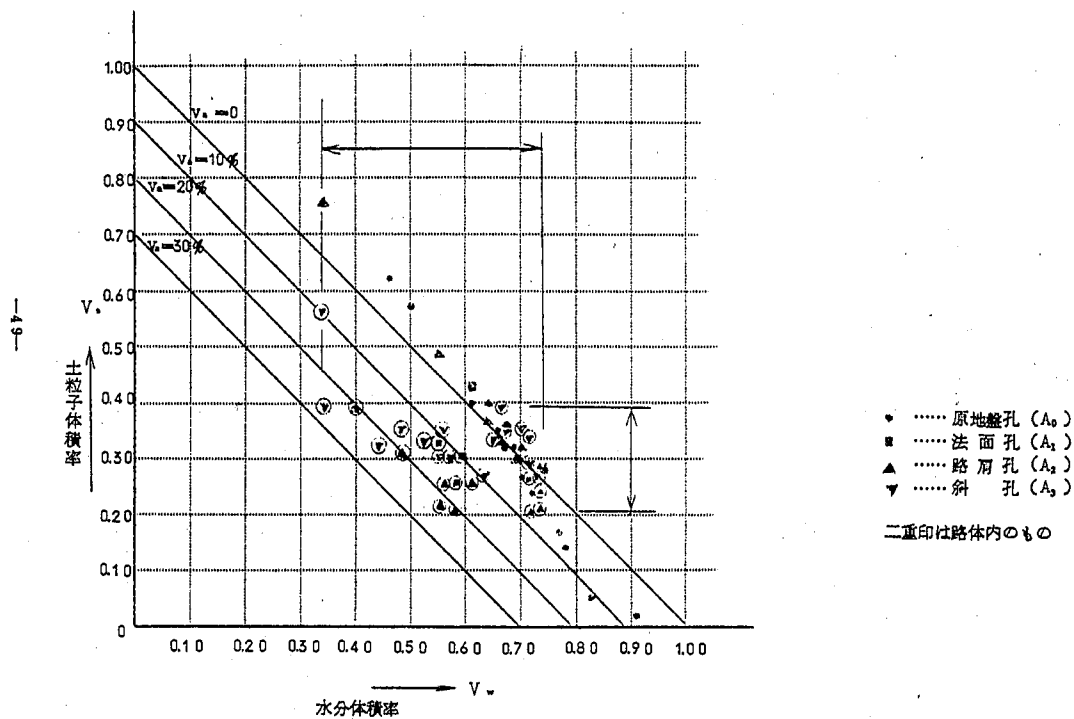
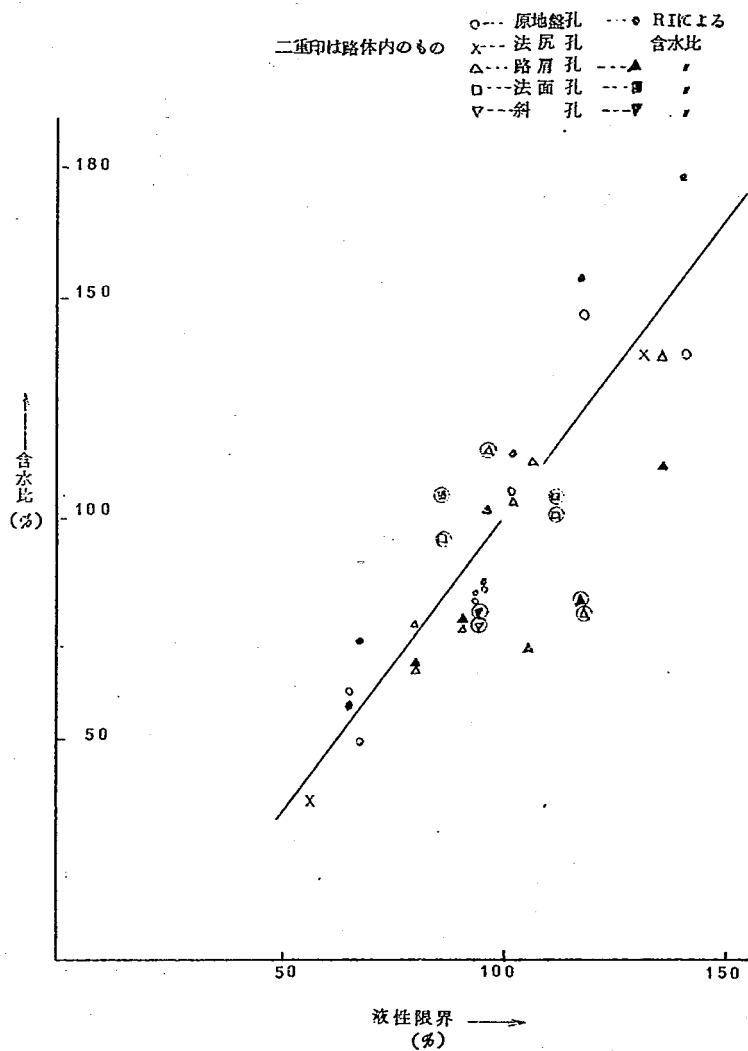


図-21-1 含水比と液性限界の関係



図一21-2 含水比と塑性限界の関係

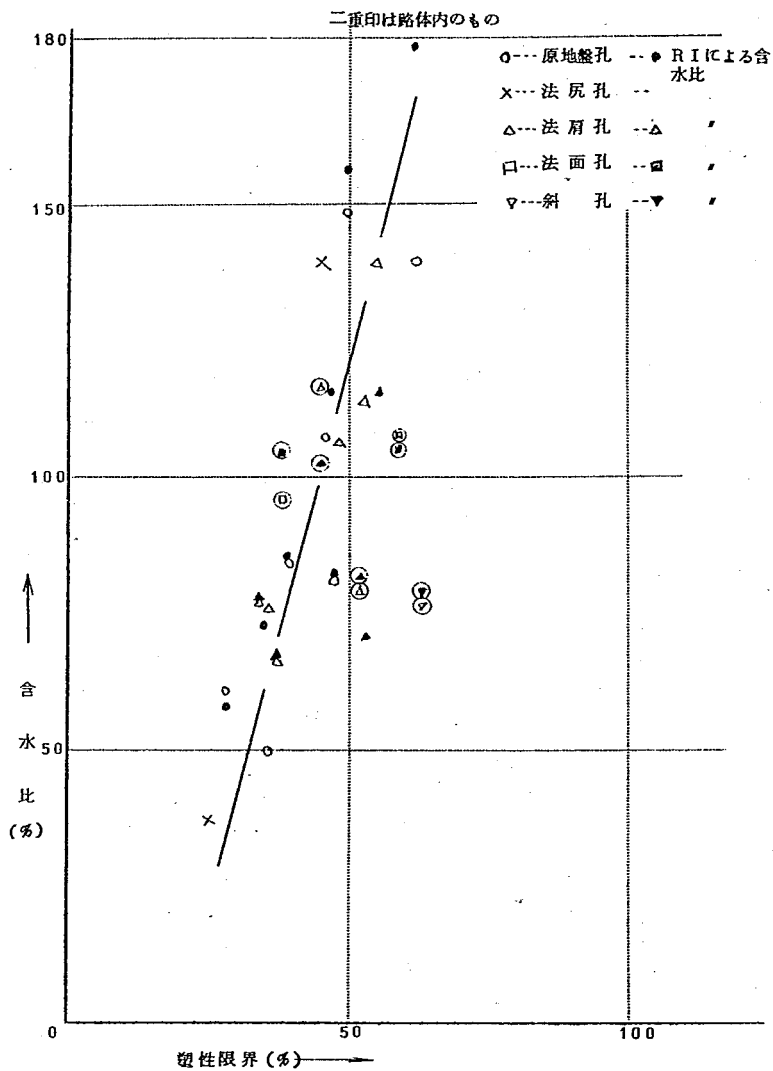


図-21-3

含水比と塑性指数の関係

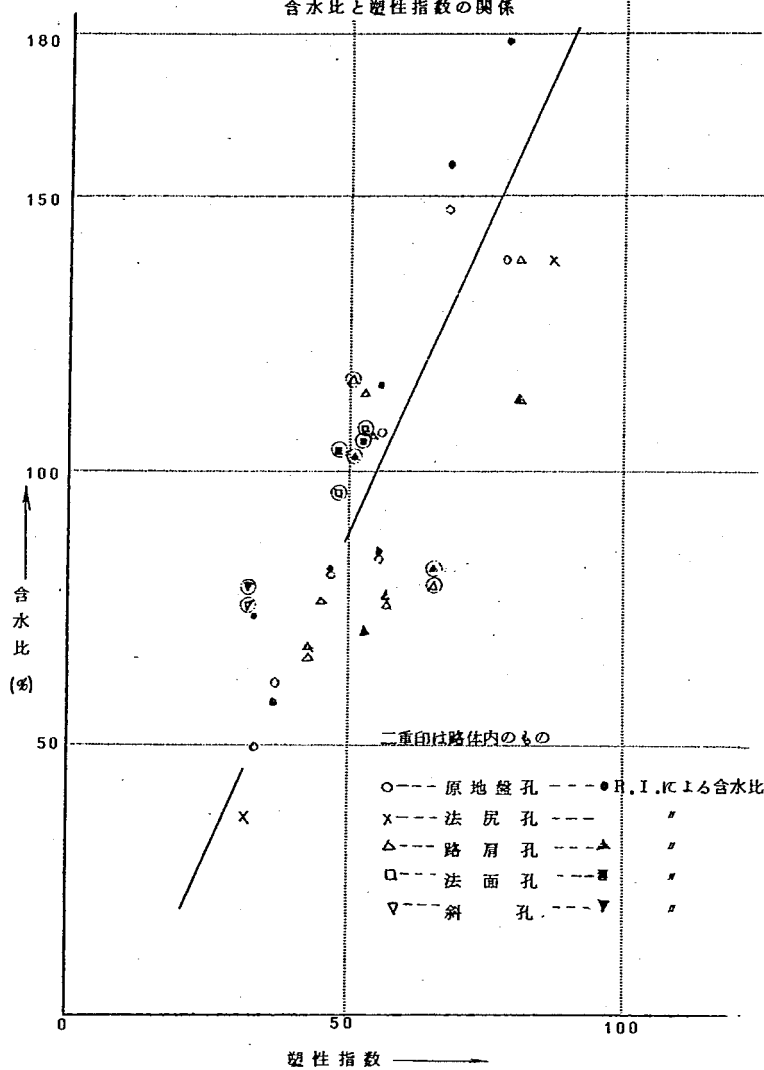
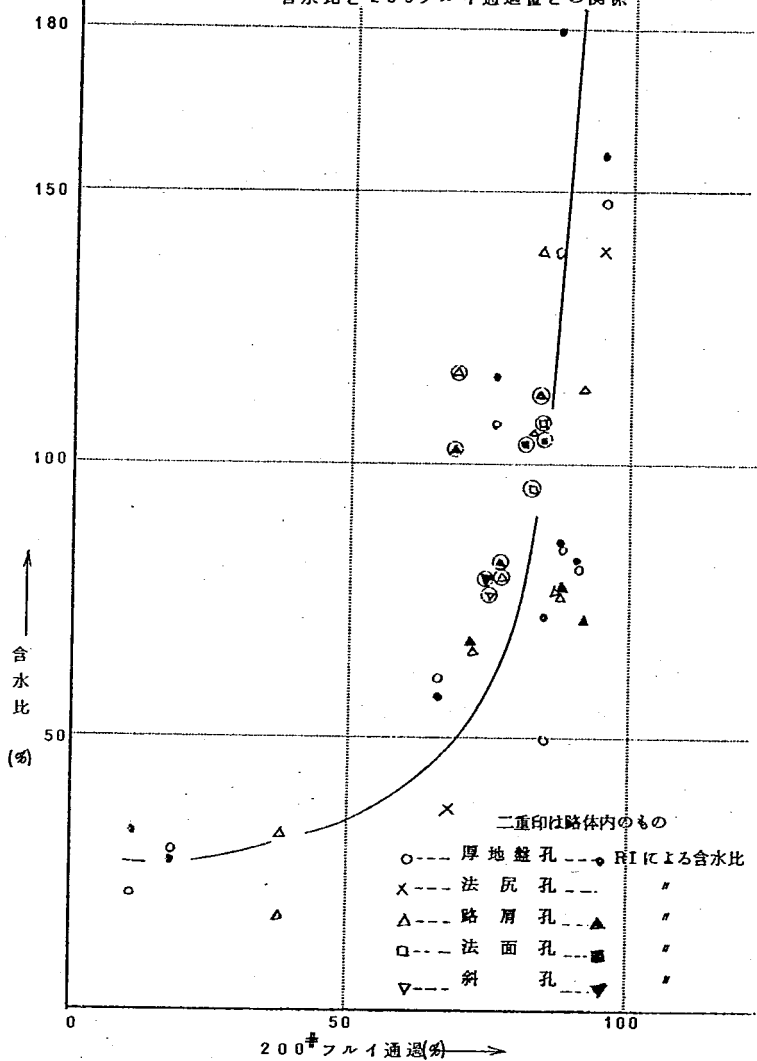


図-22

含水比と200 $\frac{1}{2}$ フルイ通過量との関係



7-1-6 含水比と圧縮指数の関係

含水比と圧密試験から求めた圧縮指数の関係をみると、図-23のとおり直線的な関係が見られる。これには路体内のものが少ないが、もしこのような関係があるとすれば落着く含水比の推定の一つの手掛りになるものと考えられる。

7-1-7 間隙比と圧縮指数の関係

図-24のとおり間隙比と圧縮指数の関係においても、含水比と圧縮指数の関係同様に直線的な関係が見出せるが、これは両者の関係とも路体の測定値が少く、地盤中の測定値が大部分で、飽和度が高いためにこのような類似の傾向を示すものと思われる。

7-1-8 N値

各孔におけるN値の変化を示せば図-25のとおりであり、N値は非常に小さく、盛土で1~2程度である。

7-1-9 先行荷重とかぶり土圧の関係

圧密試験によって得られた各点の先行荷重とその点におけるかぶり土圧の関係を示せば図-26のとおりであり、とくに路体内の点について見ると先行荷重とかぶり土圧は殆んど一致している。この関係は施工時の転圧や交通荷重の影響などについても考慮して検討する必要がある。

7-1-10 その他

ブレンオメータ試験による変形係数について路体内の値を比較して見ると、路面から2mの深さでは20Kg/cm²、4m位の深さでは7Kg/cm²の値になっている。コーン指数の結果について見ても盛土の上層、中層、下層で変化があるように思われる。

7-2 施工後における盛土高さの圧縮量

図-1における測点242附近についての盛土高さの圧縮量を、図-2、図-3による改築時、舗装時の高さ、図-27による現在高さの実測値とから計算した。この結果を表-6にまとめて示す。現在の基礎地盤の位置はボーリング結果、ロード貫入による敷砂層の探知、RI計器による密度、水分の測定結果などから推定して図-27に示す位置とすれば、結局、現在の盛土中心部の高さは5.6m位あるものと考えられる。盛土の現在高さを5.6mとすると表-6から、改築時からの基礎地盤の沈下量 r は

$$r = 5.6 - 4.404 \pm 1.2 \text{ m}$$

圧縮がないとしたときの盛土高さ H_0 は

$$H_0 = (5.146 + \alpha) + 0.265 = (5.411 + \alpha) \text{ m}$$

盛土高さの圧縮量 S は

$$S = H_0 - 5.6 = (5.411 + \alpha) - 5.6 = (-0.2 + \alpha) \text{ m}$$

また盛土地盤の沈下計算によれば、表-7のとおり90%圧密に要する時間は1.34年であって、沈下量 α は改築期間中に殆んど終了するものと考えられる。したがって供用後の地盤の沈下が殆んどなく $\alpha \doteq r$ とすれば

$$H_0 = 5.411 + \alpha = 5.411 + r = 5.411 + 1.2 \doteq 6.6 \text{ m}$$

$$S = -0.2 + \alpha = -0.2 + r = -0.2 + 1.2 = 1.0 \text{ m}$$

盛土高さの圧縮量は約1mと推定され、当初の高さに対する圧縮率(%)は

$$\frac{S}{H_0} = \frac{1.0}{6.6} \times 100 = 15\%$$

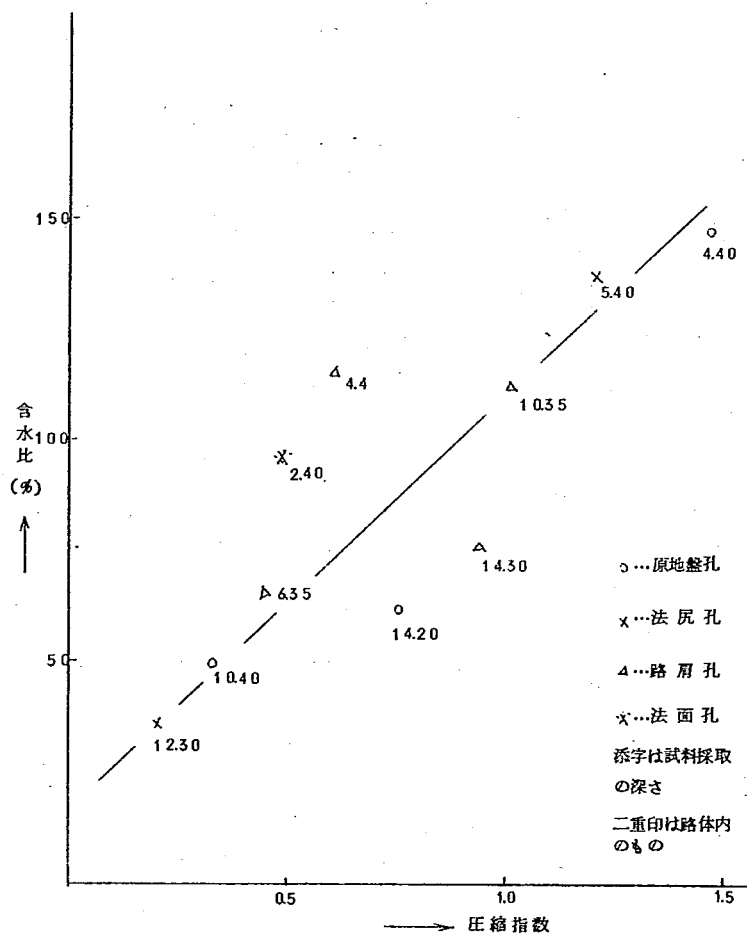
となる。何分にも基礎地盤の位置の確認が困難なために、はっきりした数値は出ないが、見当としてはこのようなところであろう。

7-3 その他

この盛土材料の地山における状態の調査として、施工時に切り取りが行なわれたと思われるヶ所について土質試験を行った。試験したヶ所は図-1における測点234及び253附近である。その土の性質を表-8に示す。実固め試験は、実固め回数を6回と25回について行なったが、これを自然含水比からの乾燥過程と、乾燥したそれぞれの含水比からの加水過程について行ない、さらにこの時の実固め供試体についての一軸強度を調べた。この結果を表-9、図-28図-29に示す。実固め試験結果は関東ローム特有の性質を示しており、一軸強度はある含水比で最大となりそうである。この地山土と路体土とは土質試験結果からみて同一のものであると確認出来るので、路体における乾燥密度が0.7g/cm³位、含水比が100%位であるとして図-28における25回実固めの乾燥過程における100%含水比の点の密度とを比較して見ると、路体の密度の方が上まわっていると云える。

その他盛土供用後から現在までにおける年降雨量を参考資料として調べたので図-30に示す。

図-23 含水比と圧縮指数の関係



図一 2 4 間隙比と圧縮指数の関係

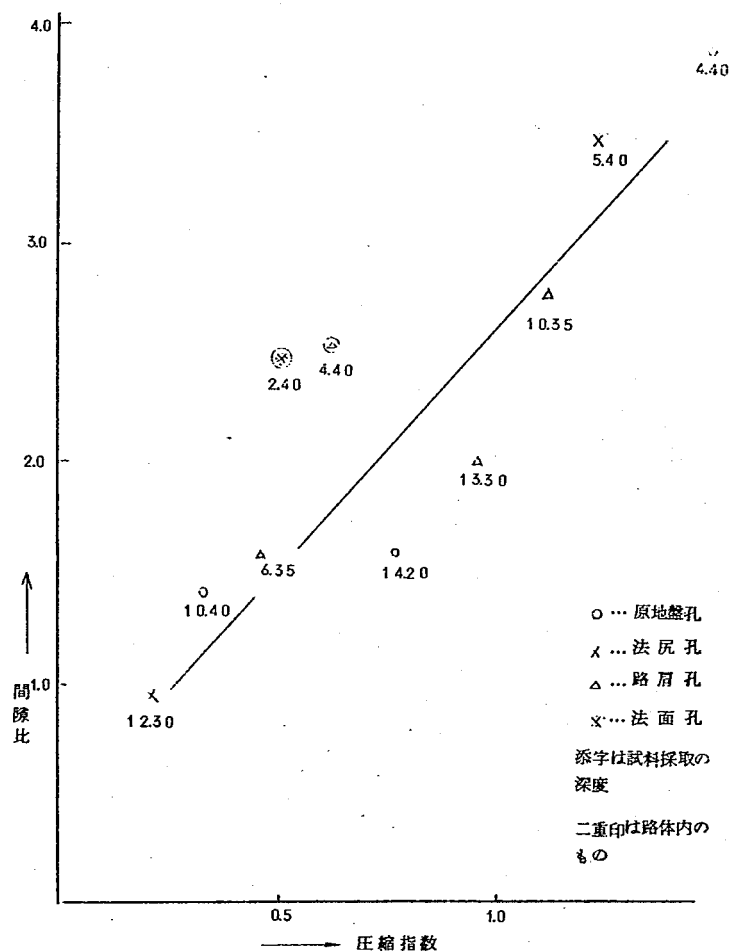
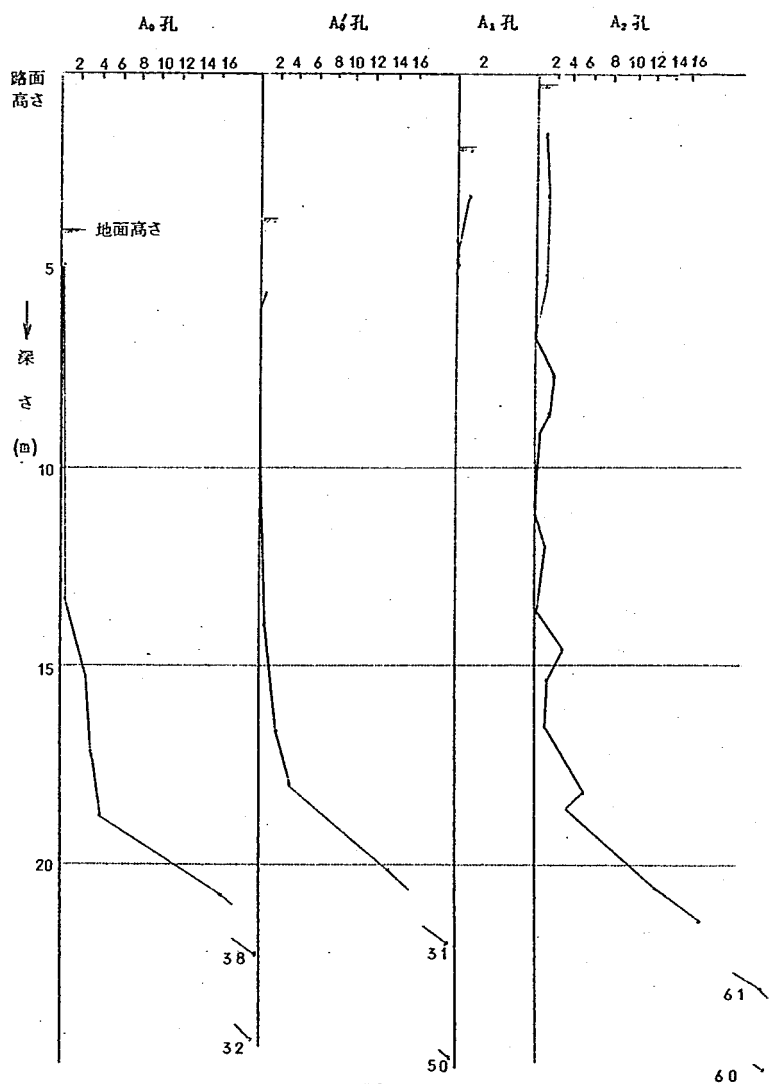


図-25

N 値



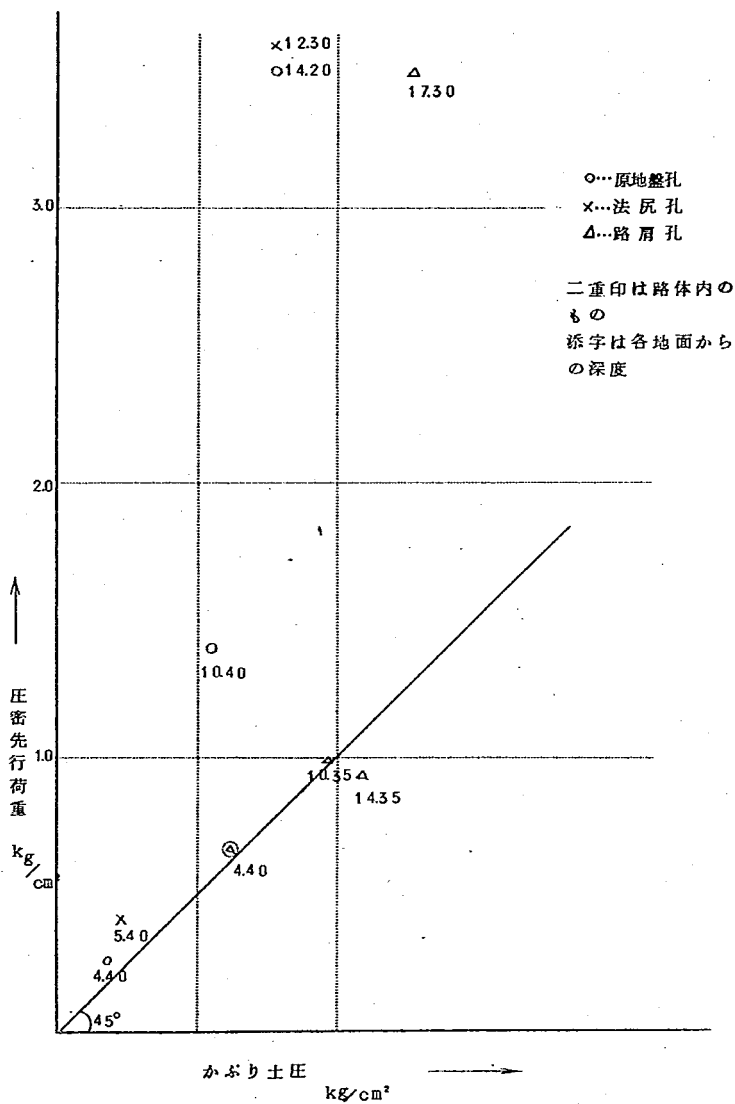


図-27 盛土の現在高さ

東京
↑

Scale $\frac{1}{100}$

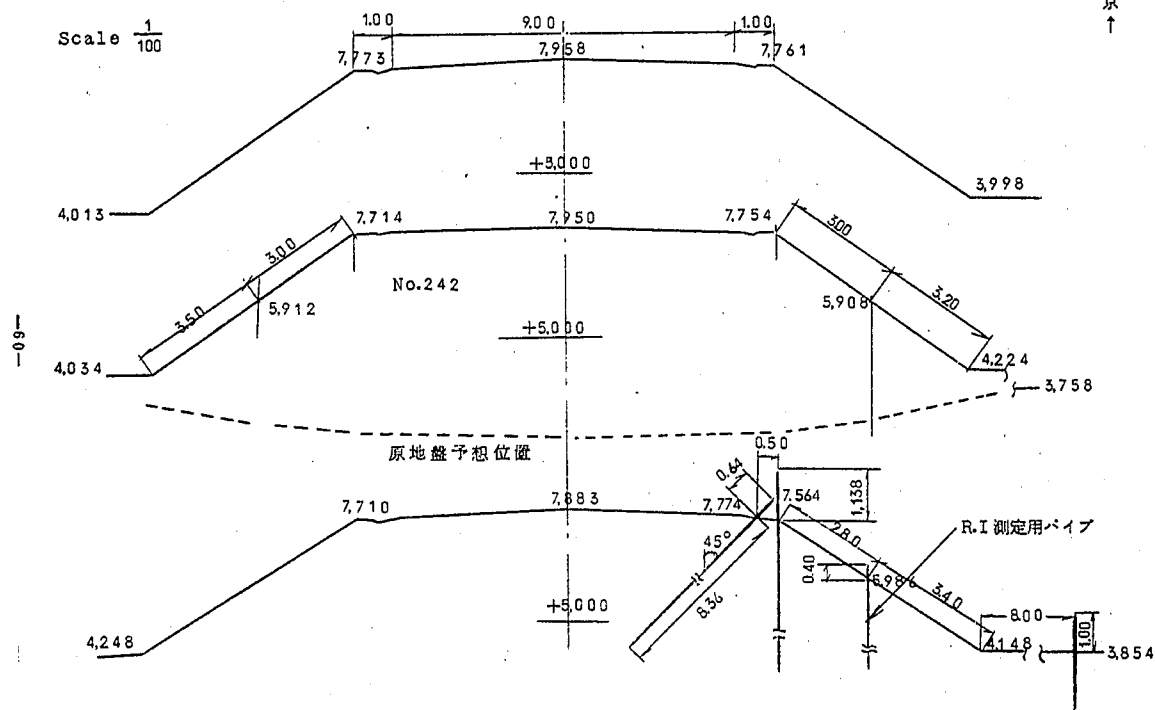


図-28

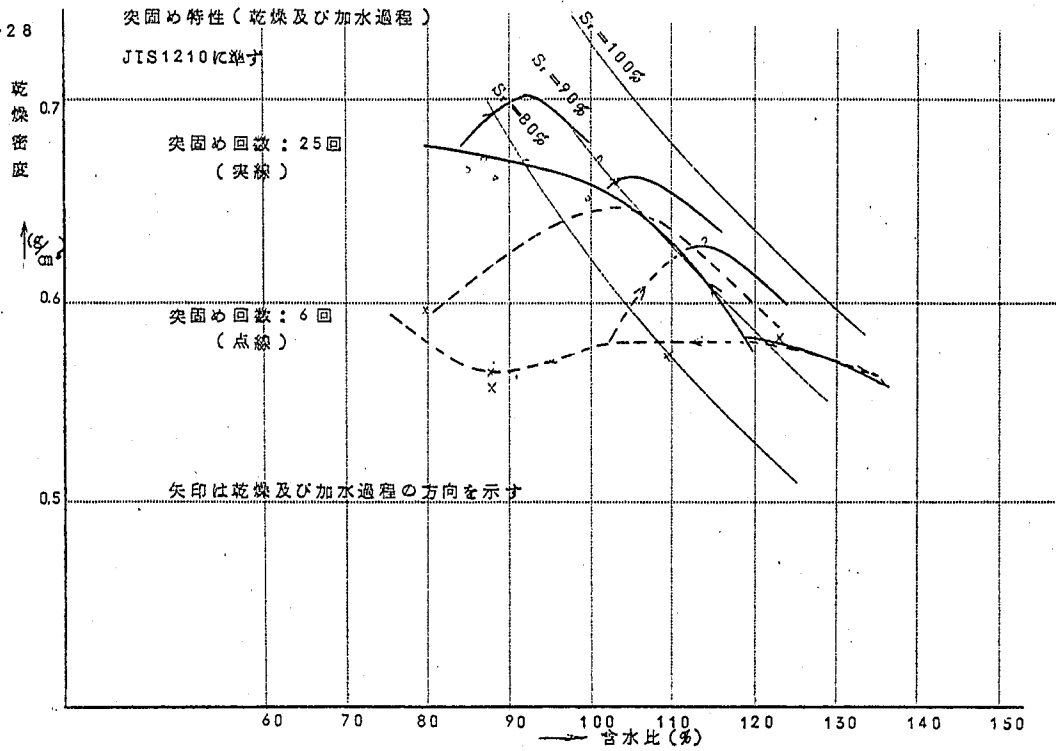
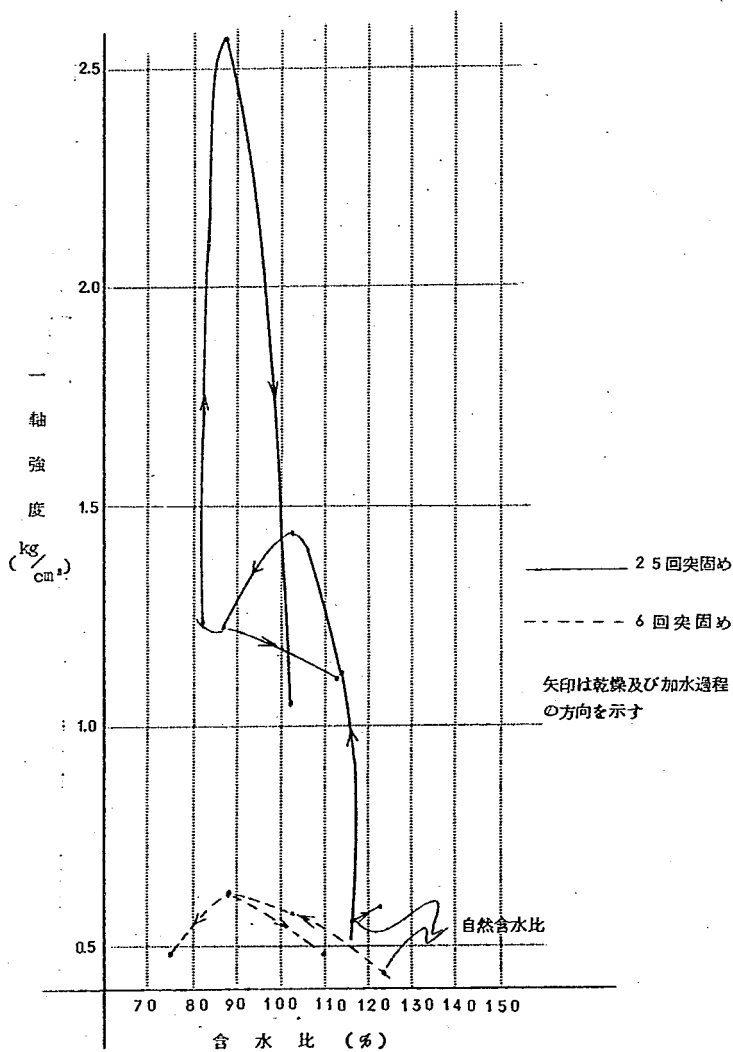
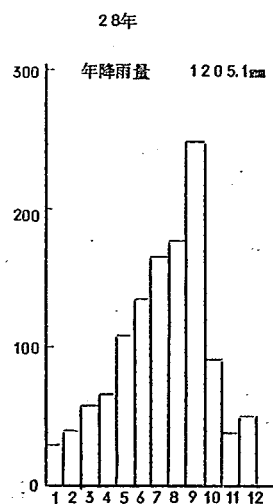
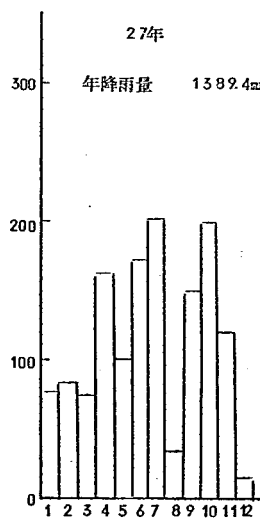
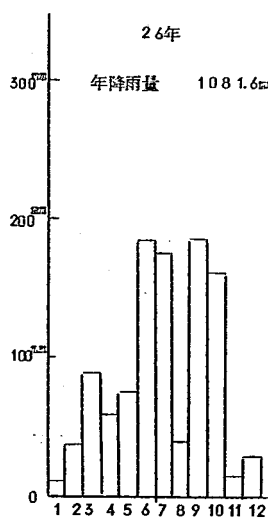
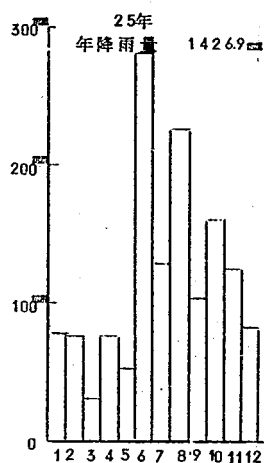
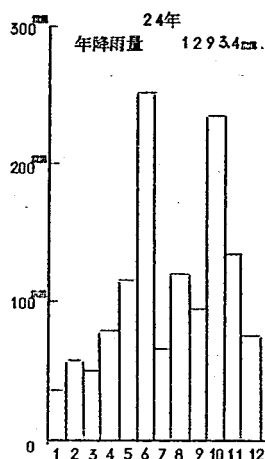
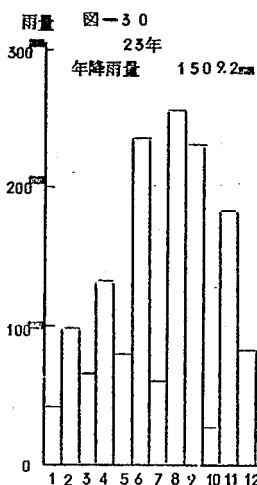
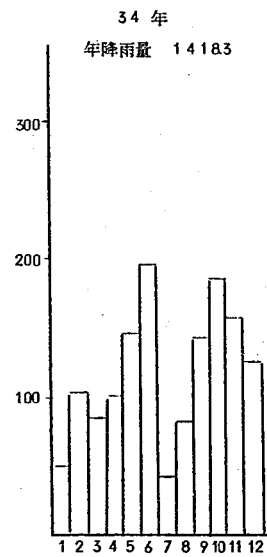
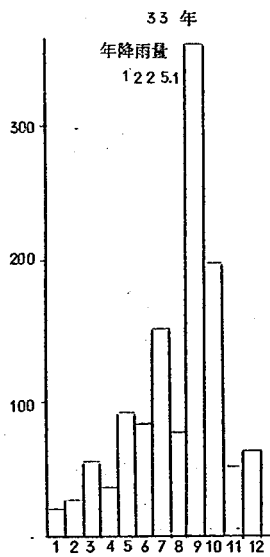
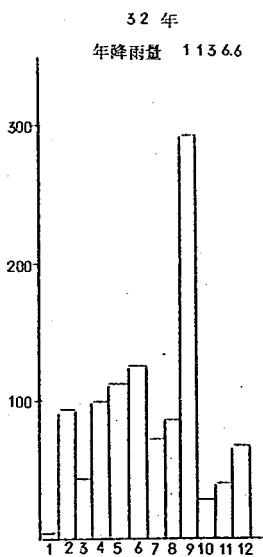
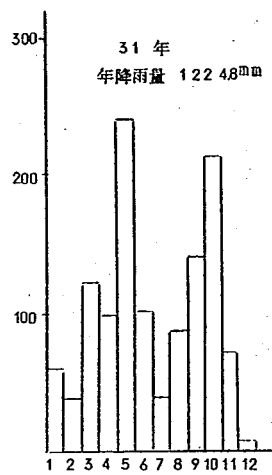
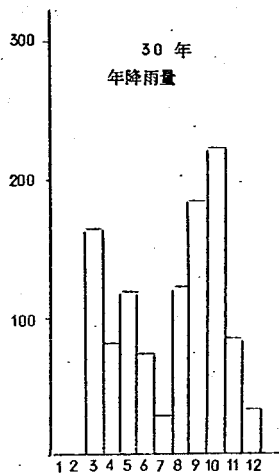
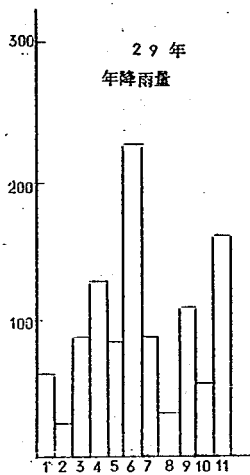


図-29 突固め供試体の一軸強度







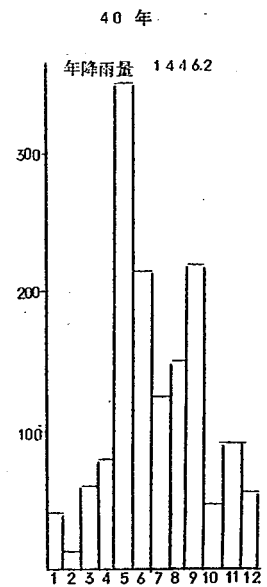
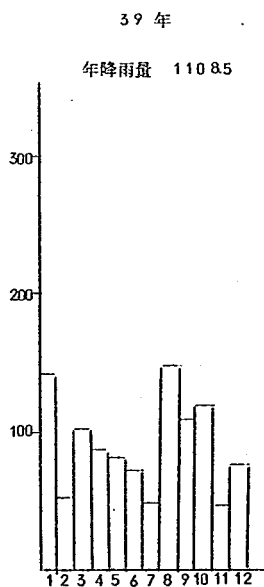
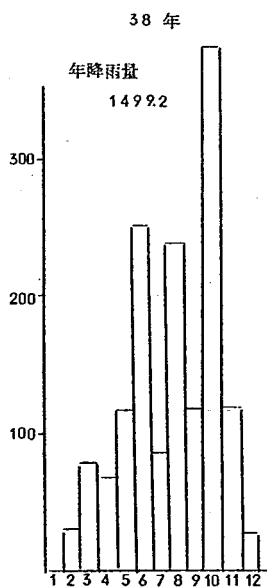
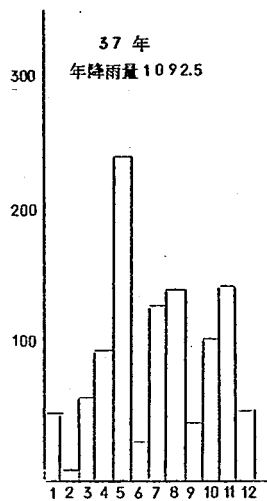
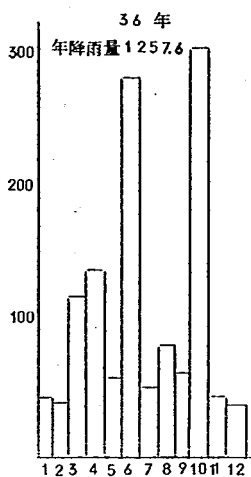
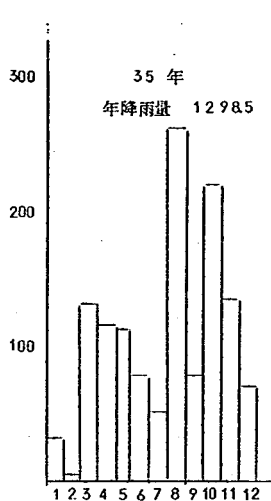


表-6 盛土高さ沈下量

	改築前	改築竣工時 (S23年)	舗装竣工時 (S32年)	現在 (S40年)
路面高 (1)	3.546 m	8.692 m	8.037 m	7.950 m
基礎地盤高 (2)	3.546	3.546-沈下量(α)	3.546-沈下量(β)	3.546-沈下量(γ)
○盛土体高(1)-(2)	0	5.146 + α	4.491 + β	4.404 + γ ($\div 5.6$)*
舗装基面高	—	—	7.772-沈下量(δ) ($\delta \div 0$)	—
舗装による盛土高増加分	—	—	8.037-7.772=0.265 *	—
○路面沈下量 (基礎沈下量+盛土圧縮量)	0	0	改築時から 7.772-8.692=-0.920*	舗装時から * 7.950-8.037=-0.087 改築時から -0.920-0.087=-1.007*

α : 改築着工から竣工までの間における基礎地盤の沈下量

β : " 舗装竣工 " " (α を含む)

γ : " 現在 " " (β を含む)

δ : 舗装着工から舗装竣工 " " (非常に小さいと思われるので上表では0とした)

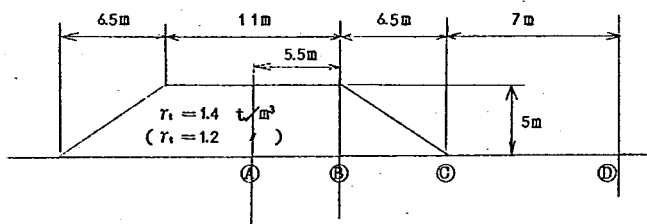
表-8 土の性質

土粒子の比重	2.62 ~ 2.71
液性限界	142 ~ 153%
塑性限界	86 ~ 91
塑性指数	51 ~ 67
自然含水比	120%
地山乾燥密度	0.55 g/cm ³
粒度分析	礫0% 砂14% シルト44% 粘土42%
200#フルイ通過量	88%
分類	MH , 粘土

表-9 突固め供試体の一軸強度

	供 試 体 号	6 回 突 固 め			25 回 突 固 め		
		含 水 比 %	一軸強度 kg/cm ²	一軸破壊 ひずみ%	含 水 比	一軸強度	一軸破壊 ひずみ
A 自然の 含水比 に 水に	1	124	0.44	5.5	117	0.55	7.5
	2				114	1.11	8.0
B 自然に 乾燥し 含水比 水して 比た か土	1	103	0.57	3.0	102	1.44	6.0
	2	88	0.62	2.5	87	1.22	3.5
	3	75	0.48	2.0	83	1.24	3.0
Bから 自然に 加えた 含水比 か水土 の 2 加えた	1				123	0.59	9.5
	1	110	0.48	3.0	113	1.11	9.0
Bから 加えた 3水 かし	1				102	1.05	5.5
	2				87	2.58	3.5

表-7 堆盤の計算圧密沈下量



(Osterbergの影響線による)

計算位置	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ
(i) 圧密沈下量 $r_1 = 1.4 \text{ t/m}^3$ とした場合	170 cm	160 cm	46 cm	2 cm
$(r_1 = 1.2 \text{ t/m}^3)$	(149)			

(2) 90%圧密に要する時間 $t = 4.22 \times 10^7 \text{ sec}$
 $= 1.34 \text{ 年}$

8. あ と が き

この調査結果だけから検討しても種々の関係が見出せるようであるが、さらに広く調査を行なって多くの資料を収集することにより、より確実な解析が可能であると考え。供用中の道路盛土の調査としては色々問題があるが、今回の調査で一応調査要領や試験の内容も検討出来たので、これをもとに今後の調査をすゝめる予定である。なおこの調査の実施にあたっては関東地建及び千葉国道工事事務所の方々から少なからぬ協力を頂き、さらに機械施工部長、施工研究室長からの助言指導、島津技官をはじめ施工研究室員の多大の協力を得たことを感謝します。