

## 御母衣ダムの土質材料について

伊 藤 令 二\*

### 1. まえがき

御母衣ダムは傾斜遮水壁型ロックフィルダムとしてわが国で最初のものであり、その規模は世界第一級のものである。わが国のような多雨地方において、とくにダム地点が冬季約4カ月間積雪におおわれている気象的悪条件のもとで、1 600 000 m<sup>3</sup> 以上におよぶ土質材料を工期2カ年半（施工可能日数約230日）で施工することは、従来のアースダムの概念では、まさに不可能のことである。

御母衣ダムの建設を可能ならしめることは、その設計において材料の透水係数と間げき圧の関係から遮水壁の

厚さを決定し、気象状況、材料の含水比と使用機械の関係から施工の可能性を確保することにある。

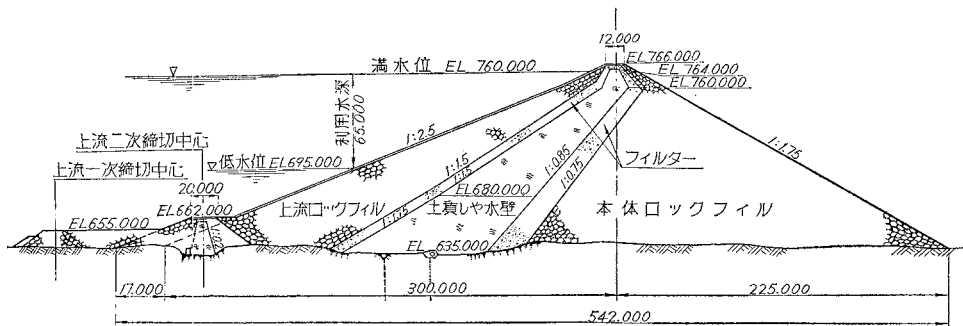
ダムの設計については、高さ130m、堤頂長405m、堤頂幅12m、堤底長560mであり、上流面勾配は、1:2.5および1:2.0、下流面勾配は1:1.75となっている。図-1に標準断面を示す。

堤体の総量は約7 950 000 m<sup>3</sup> で、その内訳は、

本体ロック	約 3 720 000 m <sup>3</sup>
上流ロック	約 1 760 000 m <sup>3</sup>
土質遮水壁	約 1 630 000 m <sup>3</sup>
フィルター	約 840 000 m <sup>3</sup>

である。

図-1 ダム標準断面図



土質遮水壁の厚さは、底部で約100m、頂部（標高764.5m）で5m、その勾配は、上流面が1:1.7および1:1.5、下流面は1:0.85で、標高750m以上は上下流ともに1:0.5となっている。

土質遮水壁材料は、主としてダム上流約3km、庄川右岸の秋町採取地から採取する。

盛立て作業は昭和33年7月に開始し、11月下旬に降雪期となり作業が不可能となったので工事を一時中止した。この間に約250 000 m<sup>3</sup> を盛立てた。工事の完了は昭和35年11月の予定である。

### 2. 採取地における材料の性質

秋町採取地（図-2）の山腹部急斜面は、ごくうすい表土（黒色腐食土）の下に風化花こう岩（Disintegrated Granite—D.G.と呼ぶ）が現われ、山腹の谷間や山ろく部では表土とD.G.との間に岩屑の多い粘性土質が介在

している。山ろくの緩傾斜部ではかなり厚い表土の下に粘性土質が広く分布している。これらの粘性土質は、土質分類によれば粘土ではないが、便宜上粘土と呼んでいる。

D.G.の分布厚さは30m以上にも達し、ショベルによつて掘削が可能な程度にまで風化しているものから、風化が進んで砂質土状を呈するものまでである。しかし後者の土質は量的には少ない。

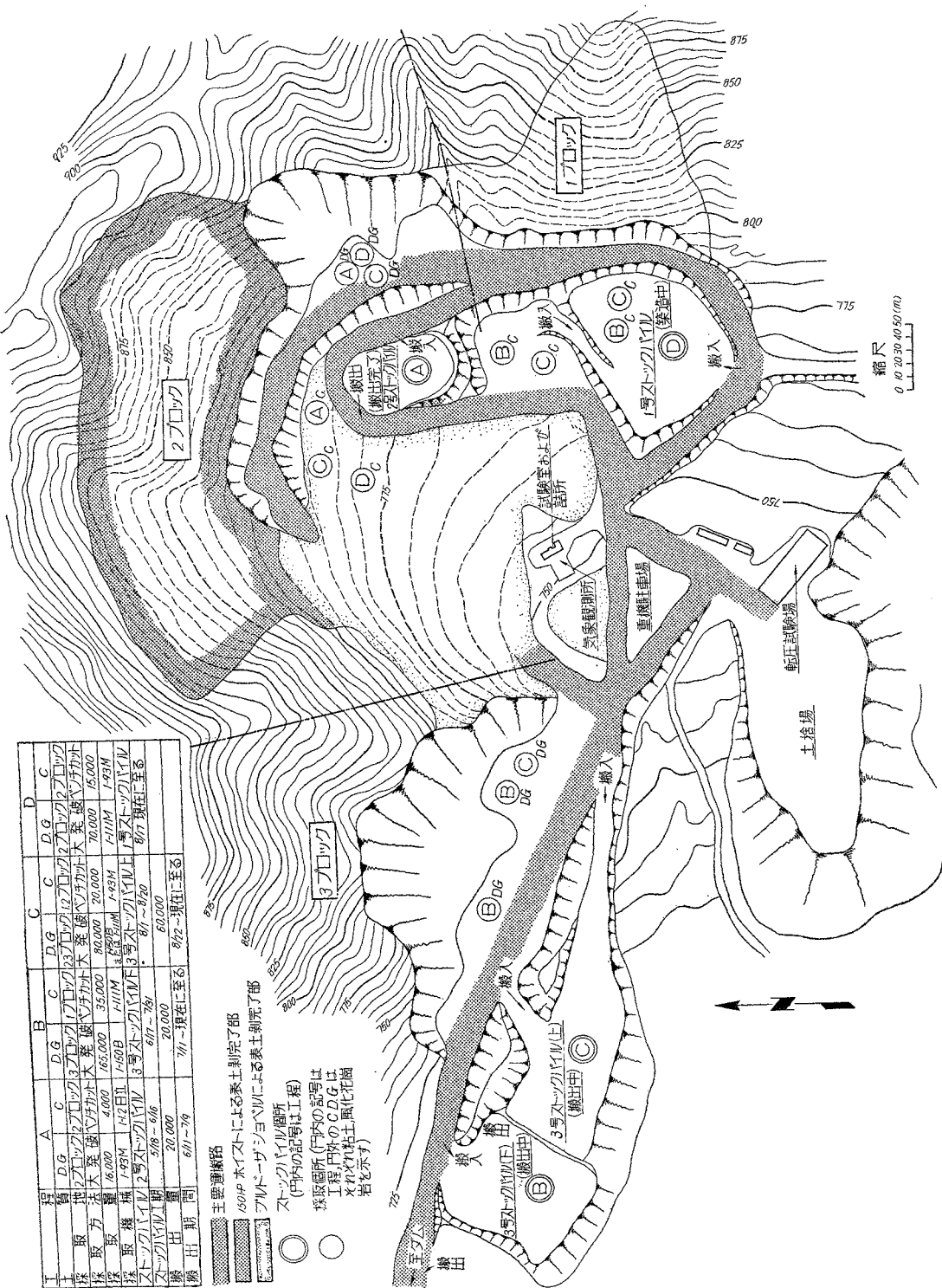
粘土のうち、山腹に分布するものは比較的粘土分が少なく、かつ含水比も低い。山ろく緩傾斜部に分布する土質は、そのいずれの値も高く粘性が非常に強い。

これらの各土質の試験結果を示すと表-1のとおりである。

図-3はこれらのうち、粘土、D.G.で量的に最も多いA-CおよびA-Eの乾燥密度、せん断強度、間げき圧および透水係数と締固め含水比との関係を示したものである（実線）。

\* 正員 工博 電源開発KK 御母衣建設所長

図-2 秋町採取地平面図



区画	A	B	C	D	DG
1号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
2号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
3号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
4号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
5号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
6号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
7号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
8号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
9号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
10号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
11号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
12号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
13号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
14号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
15号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
16号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
17号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
18号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
19号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
20号ストークバルブ	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000

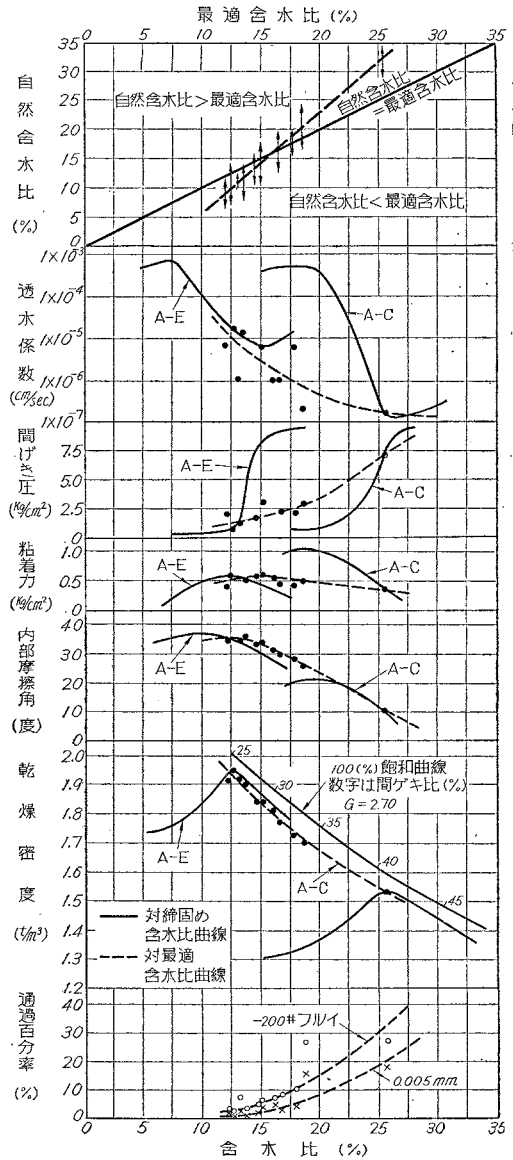
**主要運搬路**  
 100P ホイストによる表土剥完了部  
 フォルトレーザンヨウによる表土剥完了部  
 ストックバルブ箇所  
 採取箇所 (円内の記号は工程、円外のCDGは、それ以外の粘土質化花崗岩を示す)

表-1 土質試験結果

土の種類	試料	粒度分布					比重	自然含水比 (%)	標準架固め		アツタベ カク限界		せん断強度			圧密盤 (A) 間げき水圧 (P)			透水係数					
		最大粒径 (mm)	100mm (%)	40# (%)	-200# (%)	-0.005mm (%)			液性限界 (%)	塑性限界 (%)	含水比 (%)	乾燥密度 (t/m <sup>3</sup> )	結着力 (kg/cm <sup>2</sup> )	内摩擦角 (度)	新含水比 (%)	乾燥密度 (t/m <sup>3</sup> )	荷重 10 kg/cm <sup>2</sup> 時 P (kg/cm <sup>2</sup> )	乾燥密度 (t/cm <sup>2</sup> )	透水係数 (cm/sec)					
粘土	A-A	GM	89.0	50.0	19.0	11.0	5.0	2.84	15.0~21.0	17.8	1.72	39.0	5.0	17.8	1.69	0.45	28°40'	18.2	1.70	4.0	2.2	17.8	1.72	6.5×10 <sup>-6</sup>
	A-B	SM-SC	50.0	—	70.0	40.0	27.0	16.0	2.85	17.0~25.0	18.5	4.0	10.0	17.5	1.70	0.50	28°00'	19.0	1.67	5.0	3.0	18.5	1.70	2.0×10 <sup>-7</sup>
	A-C	SC	150.0	96.0	54.0	35.0	27.0	18.0	2.70	28.0~35.0	25.5	57.0	18.0	25.5	1.52	0.85	10°30'	26.4	1.52	7.1	7.2	25.5	1.53	3.0×10 <sup>-7</sup>
D, G.	A-D	GW-GM	200.0	90.0	40.0	16.0	8.0	2.85	15.0~20.0	16.0	1.81	37.0	4.0	16.5	1.80	0.55	31°30'	14.6	1.80	4.5	2.3	14.5	1.88	1.0×10 <sup>-6</sup>
	A-E	GW	400.0	78.0	20.0	6.0	3.0	2.69	7.0~13.0	12.5	1.95	31.0	3.0	12.5	1.83	0.60	35°35'	12.8	1.90	3.0	1.0	12.5	1.95	1.5×10 <sup>-5</sup>
	A-F	GW-GM	200.0	94.0	47.0	20.0	8.0	2.65	10.0~13.0	13.0	1.92	34.0	7.0	12.8	1.93	0.55	35°00'	13.0	1.85	4.0	1.2	13.0	1.92	1.0×10 <sup>-6</sup>
	A-G	GW	200.0	92.0	37.0	10.0	4.0	2.70	7.0~14.0	13.5	1.90	34.0	5.0	13.0	1.92	0.50	36°00'	—	—	—	—	13.0	1.90	1.5×10 <sup>-5</sup>
	A-H	GW-GM	300.0	87.0	40.0	12.0	6.0	2.68	10.0~16.0	14.5	1.84	31.0	4.0	15.0	1.84	0.60	33°00'	15.2	1.80	3.7	1.7	14.5	1.84	1.0×10 <sup>-5</sup>
	A-I	GW-GM	350.0	84.0	46.0	15.0	9.0	2.70	13.0~20.0	16.5	1.77	35.0	6.0	16.0	1.78	0.45	30°00'	16.8	1.75	5.0	2.3	16.5	1.77	1.0×10 <sup>-6</sup>
	A-J	GW-GM	200.0	91.0	41.0	12.0	7.0	2.70	10.0~18.0	15.0	1.84	36.0	5.0	15.0	1.85	0.60	34°00'	16.0	1.80	5.5	2.8	15.0	1.84	6.0×10 <sup>-6</sup>
	A-K	GW	350.0	88.0	36.0	9.0	4.0	2.65	6.0~11.0	12.0	1.91	33.0	6.0	12.0	1.90	0.40	34°40'	12.0	1.90	3.8	2.1	12.0	1.91	6.0×10 <sup>-6</sup>

含水比の変化にともないこれらの諸性質は大きく変化し、最適含水比より湿潤側では、間げき圧の増加がはなはだしくせん断強度も低下する。最適含水比より乾燥側では、間げき圧は、非常に小さくなり、せん断強度もやや増加するが、含水比が最適含水比よりあまり低下しすぎると、せん断強度はふたたび減少し、密度もかなり低くなる。また、透水係数はかなり増加して遮水性を失うに至るし、このような含水比の締固め土が飽和した場合の諸性質の変動を考慮して、締固め含水比の目標を最適含水比よりいくぶん乾燥側とした。この場合、最適含水比における状態と比較して、密度はいくぶん低く、透水係数は大きい、これらの値は載荷重による圧密によつ

図-3 土質材料の性質



てある程度回復するものであるから、設計その他材料の取扱いに関しては、最適含水比の状態の値を用いることにした。

図-3の黒点は、各土質が最適含水比状態で示す諸性質を表-1からプロットしたものであるが、A-CやA-Eを始め量的にいつてほとんどが、単独で使用するには、あるいは湿潤で粘性が強く、重ローラによる締固めが不可能かまたは困難な粘土とか、あるいは透水係数が高すぎるD.G.であつて、A-HやA-Jのように単独で使用しうる材料の量は少ない。

しかし、たとえばA-CとA-Eを1:9、あるいはA-BとA-Fを3:7の割合で混合した混合土質の諸性質は、A-H、A-Jとほぼ同じで、同図の黒点をつらねた対最適含水比曲線(破線)上の値を示し、自然含水比は最適含水比より低くなる。

このように、最適含水比が15%以下になるような材料では自然含水比が最適含水比以下になること、また最適含水比が12.5%以下になると透水係数が高くなりすぎることから、最適含水比の値15%および12.5%を使用材料の上限および下限と定めて、図-3の対最適含水比曲線から、表-2のような設計値を採用した。

表-2 土質遮水壁材料の設計値

含水比(%)		15.0
単位重量(t/m <sup>3</sup> )	乾燥時	1.83
	湿潤時	2.10
	飽和時	2.14
	水中	1.14
内部摩擦角(度)		33°-00'
内部摩擦係数		0.65
粘着力(kg/cm <sup>2</sup> )	湿潤時	0.60
	飽和時	0.15
間げき圧(kg/cm <sup>2</sup> )	荷重 10 kg/cm <sup>2</sup>	2.50
	荷重 20 kg/cm <sup>2</sup>	7.00
透水係数(cm/sec)		1×10 <sup>-8</sup>

注: 1. 値はすべて最適含水比状態

2. 飽和時の粘着力は試験を行わず、湿潤時の値の1/4とした。間げき圧の値は荷重-間げき圧曲線によるが、ここではその一例を示す。

透水係数 $1 \times 10^{-8}$  cm/secの値に対して、図-1に示す断面につき透水量の計算を行った結果は、透水流量が6.8 l/sec、最大透水流速は15 m/yearである。

### 3. 採取方法およびストックパイル

D.G.採取カ所の急斜面は150 HPのドラッグショベルにより、粘土採取カ所の緩斜面はブルドーザ、ショベル等により表土を除去したのち、D.G.は大発破法、粘土はベンチカット法により採取を行つている。D.G.採取に大発破法を採用してきた理由は、

- ショベルによる掘削を容易にするため
- 風化程度の異なるD.G.を均一質なものに近づけるため

- オーバーサイズを少なくするため
  - 含水比を低下させるため
- などである。

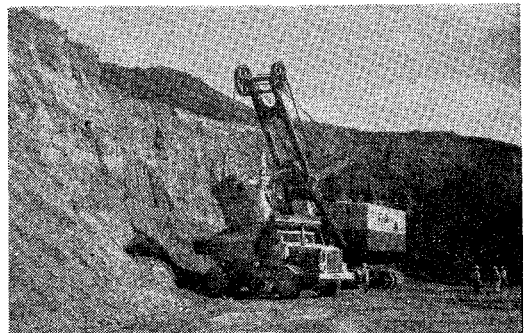
これらD.G.および粘土は、前項で述べたように、単独では遮水壁材料となり得ないものが多いため、図-2に示すように、採取地内に設けたストックパイルで混合している。ストックパイルは、2種以上の土質材料を均一に混合するために、材料をうすく層状にまき出して締固めたものである。

図-3からわかるように、同一地区に分布する土質は、特殊なものでないかぎり、最適含水比を知れば、その他の性質は同図の破線をたどることによつて、大体推定がつく。したがつて混合割合は、含水比試験、標準突固め試験および粒度分析の結果によつている。これらの試験結果が図-3の破線(対最適含水比曲線)から大きくそれる特殊な土質の場合にのみ、遮水その他の試験を行つて混合割合を決定している。

ストックパイルは、次のような利点をもっている。

- 自然含水比の低いD.G.は雨後または夜間にまき出し、含水比の低下しやすい晴天の日に粘土のうすい層を作つてゆくことによつて、混合材料全体としての含水比を低下させることができる。その結果、遮水壁盛立て施工日数をかなり増加させることができる。
- ストックパイル築造中にオーバーサイズを除去することができる。
- 水平層にストックパイルされたD.G.と粘土は、写真-1で見られるように、ほぼ垂直に近い状態でショベルによつて掘削されるため、材料は均等に混合された状態でダムに運搬される。

写真-1 ストックパイル材料の掘削



- 盛立てに当つて、性質の既知な均一材料が得られるために、ダムにおける締固め施工を非常に単純化することができる。これが1日当りの施工量をかなり増加させる結果となる。

33年度において、約550 000 m<sup>3</sup>のストックパイルを作り、2次締切の土質遮水壁材料をふくめて約300 000 m<sup>3</sup>を使用した。残りのストックパイルは、表面処理を

行つて越冬せしめ、34年度の作業再開時に使用するものである。

この間に、採取地において使用した諸機械は表-3に示すとおりである。

表-3 採取地における使用機械 (33年度)

機 種	型式仕様	台数	使 用 場 所
シ ョ ベ ル	150 B	1	D.G.ストック パイル掘削
シ ョ ベ ル	111 M	1	D.G.ストック パイル掘削
シ ョ ベ ル	54 B	1	D.G.ストック パイル掘削
シ ョ ベ ル	93 M	2	表土、粘土、D.G.掘削
シ ョ ベ ル	51 B	1	表土、粘土掘削
ブルドーザ	D-9	3	掘削、ストック パイル築造
ブルドーザ	D-8	2	掘削、ストック パイル築造
ブルドーザ	小松 D-120	1	ストック パイル築造 (レーキD-120)
ドラッグショベル	150 HP	4	表土除去
ウイッチ	150,75,50 HP	4	抜 根
ダンプトラック	22 t	約10	ストック パイル材料運搬
ダンプトラック	15 t	6	表土、不良土運搬
グ レ ー ダ	小松	2	ストック パイル築造・道路維持
散 水 車	日野 12 t ト ラック改造	1	道路維持

#### 4. ストック パイル材料の性質

ストック パイルの築造に際しては、土質管理試験示様書に従つて、各層ごとに含水比、標準突固めおよび粒度試験を行い、その層までの累加平均値を求め、その後の混合割合は、これをもとにして、気象条件その他を考慮してそのつど決定している。このようにして、大型ショベルで採取するために最も都合のよい高さとして約

表-4 ストック パイル材料の試験結果 (累加平均値)

	ストック パイル					
	1号(1)	1号(2)	2号(1)	3号(1)	3号(2)	3号(3)
ストック量 (m <sup>3</sup> )	120 000	81 000	30 000	98 000	110 000	110 000
含水比 (%)	12.5	13.0	12.8	10.7	12.2	12.3
最適含水比 (%)	13.0	13.2	14.0	12.7	12.8	13.2
-4#含有量 (%)	37.4	33.7	43.7	41.8	47.3	43.1
-200#含有量 (%)	8.2	6.7	7.3	7.7	8.6	8.4

表-5 2号ストック パイル材料の試験結果

		12試験 の平均値	図-3から の推定値
最大粒径 (mm)		150.0	—
粒 度 分 析	- 4# (%)	40.0	—
	- 40# (%)	12.5	—
	-200# (%)	7.3	6.0
	-0.005 mm (%)	4.0	3.0
比 重		2.65	—
自然含水比 (%)		10.0~14.0	12.8
標準突固め	最適含水比 (%)	14.0	14.0
	最大乾燥密度 (t/m <sup>3</sup> )	1.87	1.87
せん断強度	粘着力 (kg/cm <sup>2</sup> )	0.55	0.55
	内部摩擦角 (度)	34°-10'	34°-30'
圧 密 (荷重10 kg/cm <sup>2</sup> )	圧密量 (%)	4.0	—
	間げき圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	1.6	1.7
透 水 係 数 (cm/sec)		1×10 <sup>-6</sup>	5×10 <sup>-5</sup>

10 m 程度にストック パイルを完成している。完成したストック パイルの含水比、粒度配合の累加平均値は表-4に示すとおりである。

混合材料の諸性質の一例として、2次締切の遮水壁に使用した2号ストック パイル材料の試験結果を表-5に示す。同表の最右欄は、最適含水比が14%である場合の諸性質を、図-3の対最適含水比曲線から求めたものであるが、試験によつて求めた値とほぼ一致していることがわかる。

さらに、33年度のストック パイル材料使用全量に対して行つた143コの粒度分析結果から求めた主要粒径の頻度曲線を図-4に示すが、0.005 mm 以下が約4%、200#フルイ通過土が約8%で、所期の結果を得ている。

#### 5. 転圧試験

シープス フート ローラ (20 t) の通過回数と、ハンドタンパの締固め時間を決定するために、秋町採取地

図-4 ストック パイル材料の粒度分析結果総括

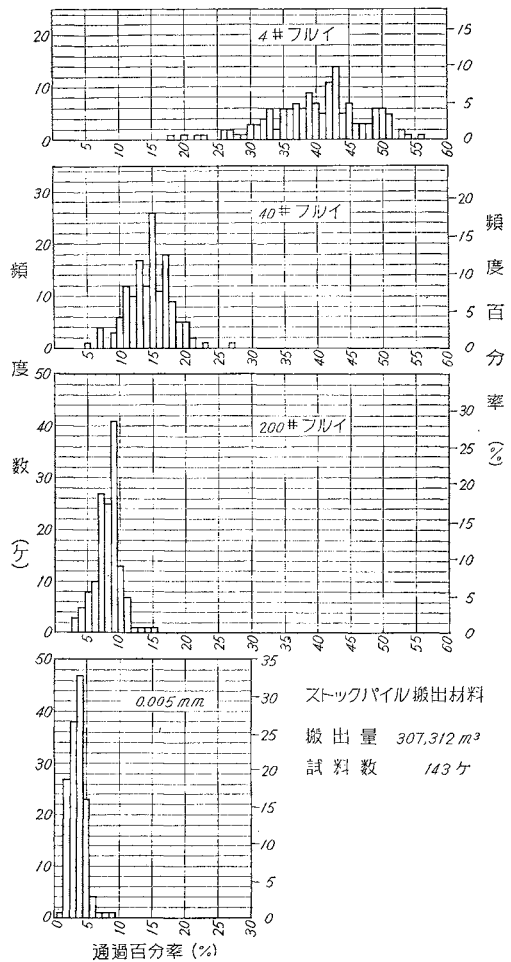


図-5 シープス フート ローラによる 図-6 ハンド タンパによる締固め曲線 図-7 締固めによる材料の破碎

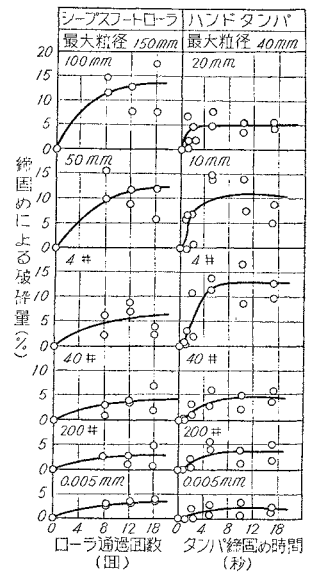
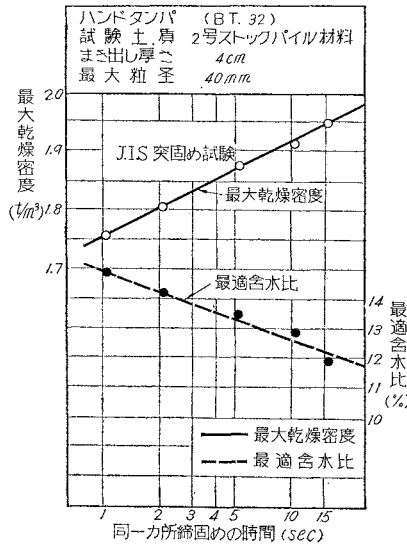
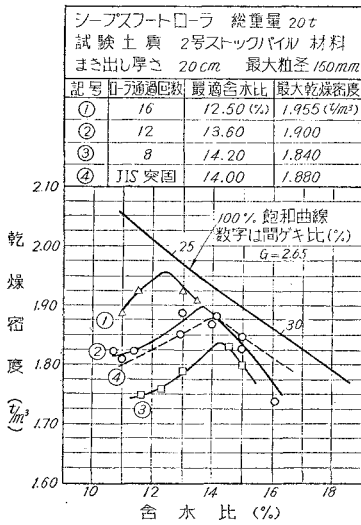
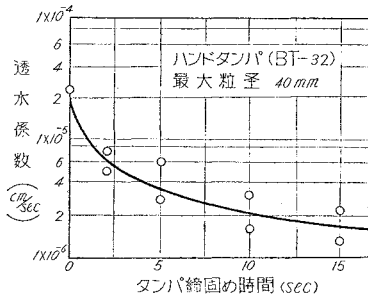


図-8 材料の破碎による透水係数の減少



内に設けた試験場で転圧試験を行った。

シープス フート ローラの場合、試験盛土は、1層 20 cm 厚さにまき出してから 12 回ローラを通過させて締固めた 5 層よりなる基礎盛土上に、幅約 20 m、長さ約 60 m の試験区画を設け、まき出し厚さを 20 cm に定めて、含水比、通過回数を変えて 3 層転圧したのち、上部 2 層 (約 30 cm) を取り除いた最下層部の密度および粒度を測定した。

ハンド タンパの場合は、約 20 cm 厚に締固めた基礎盛土上に 4 cm 厚さにまき出した幅、長さとも 1 m の小区画を数コ設けて、所定時間だけ締固め、3 層を同じ方法で締固めたのち最上層部を除去して密度と粒度を測定した。この場合も、最適含水比が得られるように含水比を変えて上記の方法を数回くり返した。

シープス フート ローラによって得られた細粒子 (48 mm 以下) の締固め曲線を 図-5 に、タンパによって締固めた細粒子の最大乾燥密度と締固め時間の関係を 図-6 に示す。シープス フート ローラでは 12 回通過、タンパでは 5 秒間締固めることによつて、標準突固め試験の最大乾燥密度以上の締固め土が得られる。標準突固め

試験に対する最適含水比の相異は、ローラ 12 回通過の場合約 0.5% 低く、タンパ 5 秒間では約 0.2% 低い。

なおローラやタンパによつて締固められる場合、いずれも材料が破碎されることは 図-7 に示すとおりで、その結果、透水係数が減少する。図-8 はタンパの場合を示すが、5 秒間締固めて破碎された材料は、破碎前にくらべて、同じ締固め仕事量 (標準突固め) で締固めた場合約  $1 \times 10$  cm/sec 程度透水係数が減少している。

## 6. 締固め施工

土質遮水壁は、昭和 33 年 7 月 16 日、右岸上流部から盛立てを開始した。ローラの通行が可能な広い平坦部が得られるように、基礎岩盤の凹部をハンド タンパで盛立てて行く作業から始まり、カットオフ コンクリートおよびグラウト工事の進歩にともなつて、左岸方向と下流方向にタンパによる盛立てを進め、7 月末に至つて一部にシープス フート ローラを使用することができた。その後は、タンパ ローラを併用して基礎部の盛立てを行い、9 月下旬に至つて、ほぼ基礎部 (標高 640 m 以下) の締固めを完了した。その後はシープス フート ローラ 5 台と、ローラが接近できない両アバットメント部をタンパによつて締固め、11 月 18 日に約 250 000 m<sup>3</sup> を盛立てて 33 年度の予定を終了した。その後、グレーダ、50 t タイヤ ローラおよび 22 t ダンプトラックを用いて表面処理を行い、11 月 24 日越冬準備を完了した。

### (1) ハンド タンパによる締固め

タンパは圧縮空気によるもので、一本足のものとは三本足のものを使用している。前者は岩盤やコンクリート壁との接触部、岩盤の小さな凹部等に用い、後者は比較的

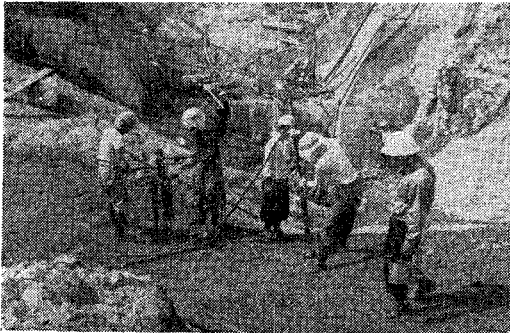
広い面積の部分に前者と併用して使用している。

基礎岩盤上で直接締固めを行う場合には、ポータブルコンベヤ上で 5 cm 以上のオーバー サイズを取り除いた。アバットメント部を締固める場合は、その付近の締固め土をブルドーザで押し出し、5 cm 以上のオーバー サイズを除きながらうすく (5 cm 以下) まき出し、タンパの空気圧力を  $6.5 \text{ kg/cm}^2$  以上に保たしめて締固めを行つている。

## (2) シープス フート ローラによる締固め

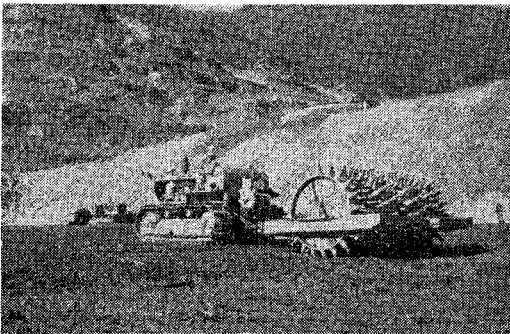
ローラのドラム内に砂と水を充滿したものをを用いているが、この場合の総重量は 20.5 t であり、接地圧 (一列の脚断面積で総重量を除いた値) は  $37.5 \text{ kg/cm}^2$  となる。ローラはブルドーザによりけん引している。施工方法としては、順序よくダンプされた材料をブルドーザにより約 20 cm 厚さに拡げ、さらにレーキドーザで 15 cm 以上のオーバー サイズを掘り出して人力で取り除いたのち、グレーダを走行させて表面を平らにし、シープスフートローラを通過させている。ローラはダム軸と平行に 12 回通過を原則としているが、十分に締まらない場合には 16 回あるいは 20 回と通過回数を増加させている。18 t シープスフートローラは 16 回通過を原則として局所の締固めに使用した。

写真-2 ハンド タンパによる締固め



含水比が最適含水比より乾燥している場合、ローラはウォークアウト (シープスフートローラが適切に土を締固めてゆく場合、通過回数の増加にともなつて、ローラの脚はだんだん土の中に貫入しなくなつてくる。この

写真-3 シープスフートローラによる締固め



現象を Walk out という) するのが認められた。最適含水比をわずかでも越えると、盛土表面はダンプトラックの走行によつてウエイブをし始める。しかし、その上部に乾燥土を使用して締固めを続けてゆくと、二、三日後にはこのようなウエイブ現象は消滅していつた。

土質遮水壁盛立てに使用している諸機械は表-6 に示してある。

表-6 土質材料盛立て用機械

機 種	型式仕様	台 数	使 用 力 所
シープスフートローラ	20.5 t	4	締固め
シープスフートローラ	18.0 t	1	締固め
ブルドーザ	D-9	5	ローラけん引
ブルドーザ	D-9	3	まき出し
ブルドーザ	D-8	2	レーキドーザ
グレーダ	小松	2	まき出し
ダンプトラック	22 t	約 20	材料運搬
ハンドタンパ	一本足	約 30	締固め
ハンドタンパ	三本足	約 10	締固め
散水車		1	加水
小型ダンプトラック	三輪	2	オーバーサイズ搬出

## 7. 締固め管理

ストックパイルと同様に、土質管理試験示様書にもとづいて、含水比と密度の管理を行つている。すなわち採取地から運搬される材料は、まづ 4.8 mm 以下の試料を用いて標準突固め試験を行い、材料の含水比とその最適含水比との関係を求めている。この場合、含水比の測定は迅速法によつている。この試験は材料に変化がないかぎり一交代に 2 回 (午前、午後の作業開始時) 行つている。

使用材料は、ダンプされた直後あるいはまき出し (必要があれば加水) 終了後、約 1 時間に 1 回あて迅速測定方法 (所要時間約 10 分以内) によつて、4.8 mm 以下の試料の含水比を測定して、上記の標準突固め試験による最適含水比と比較し、締固め含水比を決定している。材料が乾燥しすぎていて加水する場合は、水量を大幅に調節できるように改良した散水車を使用し、タンパで締固める場合には、ジョロ等を用いて岩盤表面を湿らすとともに土質材料の含水比を調節している。材料が湿潤な場合は、レーキドーザやシープスフートローラで表面をかき起こしながら乾燥させている。局所的な湿潤土はブルドーザで集めてロッカーショベル(アイムコ)でダンプトラックに積込み場外へ搬出する。

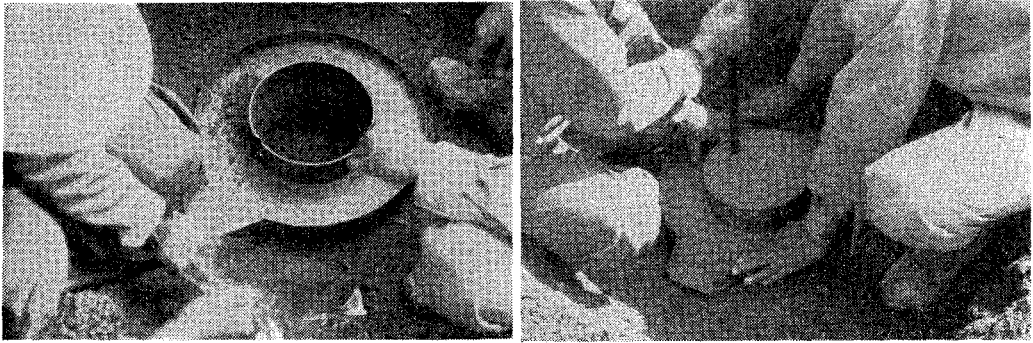
乾燥密度の測定は破置換方法によつている。

測定は、締固め結果に疑問が生じて再度の締固めを命じなければならない場合と、締固めが適切に行われている場合の定期的な測定に分けられる。

前者は、

- a) アバットメントおよびカットオフとの接触部
- b) 締固めのさい、ローラがいく度も同じルートで回転を行つた場所

写真-4 砂置換方法による密度の測定



- e) ローラによる締固め部とタンパによる締固め部の境界
  - d) まき出し厚さが厚いと思われる場所
  - e) 管理限界からかなりはずれた含水比の材料が混入したと思われる場所
  - f) ローラの通過回数が規定どおりに行われなかつたと疑がわれる場所
  - g) 諸車両通行のルートとなつた場所等に特に注意して行つている。
- 定期的に行う場合は、
- a) タンパによるアバットメントとの接触部とローラ部に分け、ともに3試験づつ
  - b) タンパ部では左右両岸、ローラ部では上下流方向の施工区画、リフトなどを考慮して、ローラ部全体の代表的締固め結果が得ら

図-9 締固め管理試験結果(管理図)の一例

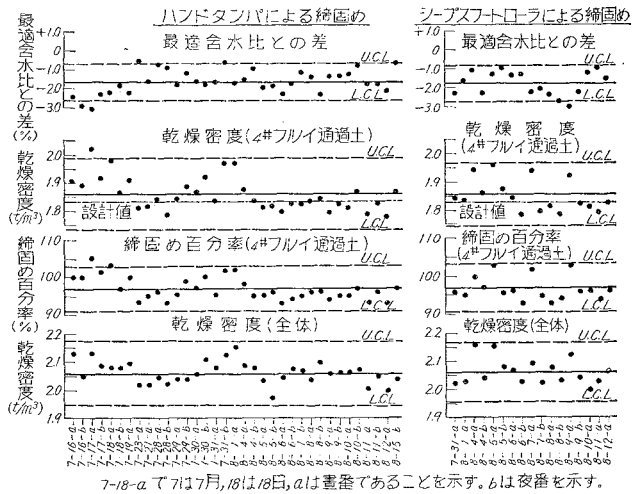
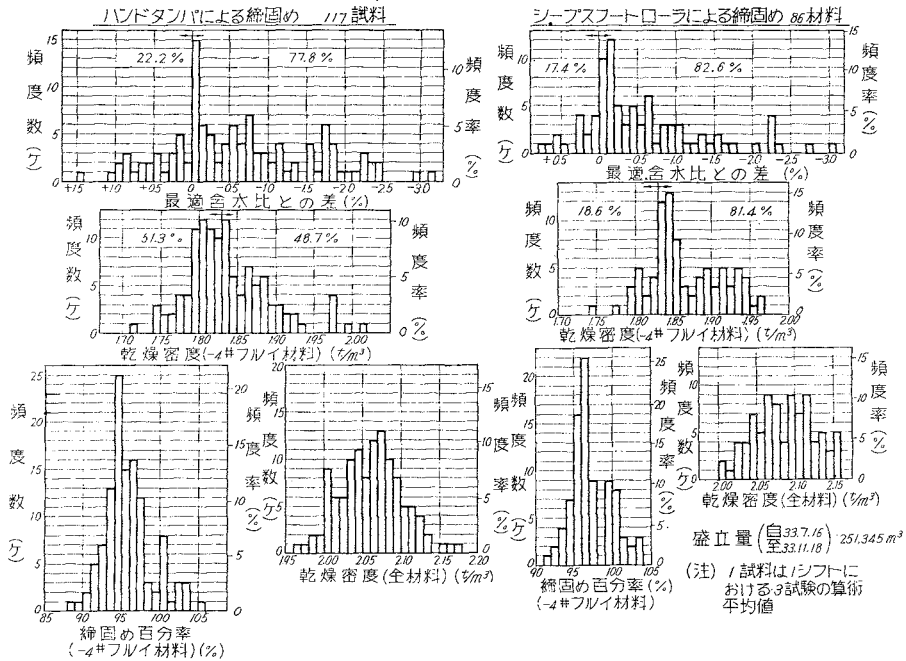


図-10 締固め管理試験結果の総括





れるように試験カ所をそのつど選定

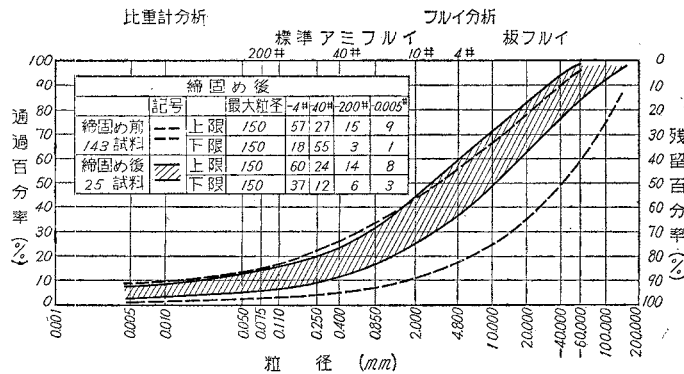
以上の方法で一交代ごとに適宜行っている。

図-9 は定期的試験結果から作製した  $\bar{x}$ -管理図の一例を示したものである。これは 33 年 8 月分の結果であるため、締固め含水比は最適含水比でないし、それより 3% 乾燥側のはば理想的な範囲内に入っているが、降雨量の多かつた 9 月、気温が低下した 11 月では、最適含水比よりわずかに高い含水比の場合がいくぶんかあつたことは図-10 に示すとおりである。図-10 は本年度の全試験結果から求めた打設含水比と最適含水比の差、乾燥密度、締固め百分率の頻度曲線である。これらの値は、す

べて 3 コの測定値の算術平均値である。

図-11 は締固めた材料の粒度分析結果をストック パイル搬出材料の粒度 (図-4 に示したもの) と比較したものである。前者の試験数が少ないため、正確な比較はできないが、締固めによつて材料が破砕され、200 # フライ通過土が約 2~3%, 4 # フライ通過土が約 10% 程度増加している。また、バラツキの範囲が減少しているのは、試験数の少ないことにもよるが、シープス フォローラの長い脚によつて、材料がより均一に混合されたものと考えるのが正しいのではないかと考えられる。

図-11 締固め前後における材料の粒度の比較



## 図書貸出しについて

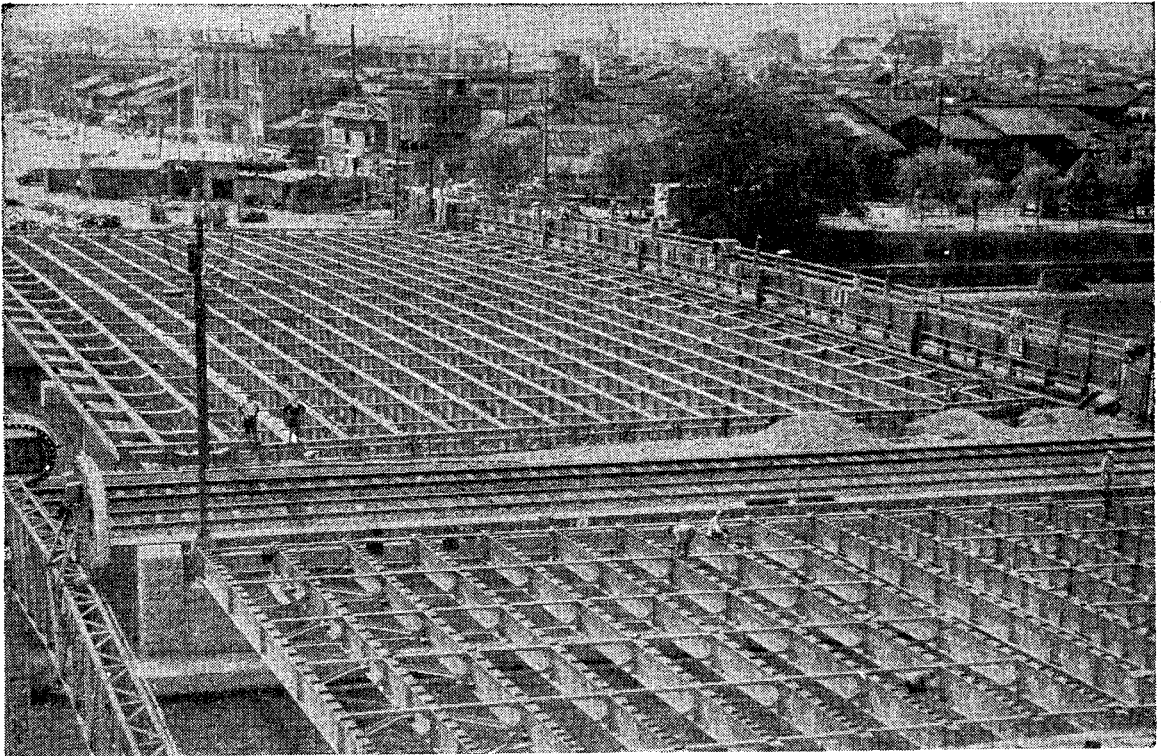
当学会保存の内外図書を、会員に広く利用していただくために、このたび貸し出すことになりましたから、御希望の向きは下記“社団法人土木学会備付図書貸出し規定”を御覧の上御利用下さい。

### 社団法人 土木学会 備付図書貸出し規定

1. 社団法人土木学会の図書は会員全部が利用するものであるから、これが取扱いは慎重に汚したり、毀損しないように注意すること。
2. 貸出しを受けるものは社団法人 土木学会会員に限る。
3. 借用的是土木学会所定の土木学会図書借用書を提出すること。連帯保証人は東京在住の正員または職場班の班長であることを要す。
4. 1回の貸出しは3部を限度とする。送本を希望するときは借着者が送料を負担すること (本は必ず書留便とすること)。
5. 借用の場合は保証金として図書の時価相当の金額を納めること。
6. 前項の保証金は返品と引換えに返却する。
7. 貸出し期間は 30 日以内とする。期間を経過しても返品しないときは以後、貸出しを停止することがある。
8. 借用の図書は絶対に転貸しないこと。
9. 借用の図書を毀損したり、紛失したときは弁償するものとする。
10. 委員会で借用するときは、次のものを必要としない。
  - a) 第3項の連帯保証人
  - b) 第4項の貸出し部数の制限
  - c) 第5項の保証金
  - d) 第7項の貸出し期間の制限

# 伝統を誇る 日立造船の橋梁!

日立造船は、橋梁・鉄骨・鉄塔・水圧鉄管・水門扉等鉄鋼構造物の設計・製作および据付工事の一貫作業を行っており、専門メーカーとして半世紀にわたる長い経験を有しております。橋梁については、多年の経験をもつ技術者ならびに多量の参考設計を擁しており、技術研究所における絶えざる試験・研究と相まって、確實なる設計・施工を行い、完備した設備により納期を確保することができます。



京都市役所 御注文  
五条大橋並びに五条疏水橋（鋼桁架設状況）



創業1881年

## 日立造船株式会社

本社 大阪市北区中之島2丁目25 電話大阪(23)8051~9、8201~9  
東京支社 東京都千代田区丸の内2(郵船ビル) 電話東京(28)5231~9  
工場 桜島・築港(大阪市)、因島・向島(広島県)、神奈川(川崎市)