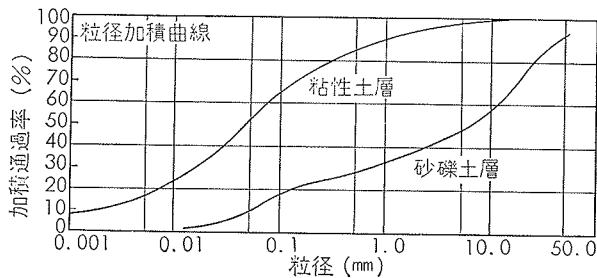


図一 試験位置図

A 地点の土層分布				B 地点の土層分布			
深さ(m)	名称	層厚(m)	摘要	深さ(m)	名称	層厚(m)	摘要
GL-1.0	表土	1.0		GL-1.0	表土	1.0	
	砂礫り粘土	1.2	粘土層と薄い砂礫層の互層	GL-1.6	砂礫り粘土	0.6	粘土層と薄い砂礫層の互層
GL-2.2				GL-1.7		0.3	
GL-2.9	砂礫り粘土	0.5		GL-2.2		0.3	
GL-3.3	砂	0.4					
	粘土混り砂礫	1.2	砂礫層と薄い粘土層の互層		粘土混り砂礫	2.5	砂礫層と薄い粘土層の互層
GL-4.5				GL-4.7			
GL-4.9	粘土	0.4					
	粘土混り砂礫	1.6	砂礫層と薄い粘土層の互層		岩盤		
GL-6.5					岩盤 (石炭層面)		
GL-7.2	風化岩	0.7					
	岩盤						

図三 試験地点の土層分布



図四 基礎地盤の代表的粒度分布

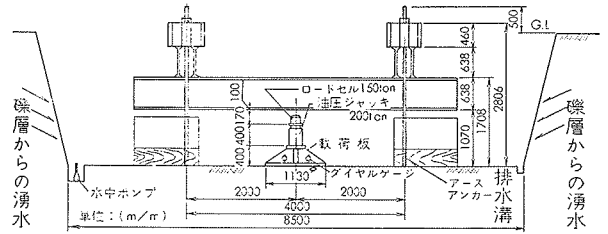
この報文は試験結果および方法、測定結果の概要をまとめたものであり、いくつかの興味ある傾向が認められている。

2. 地盤条件と試験方法

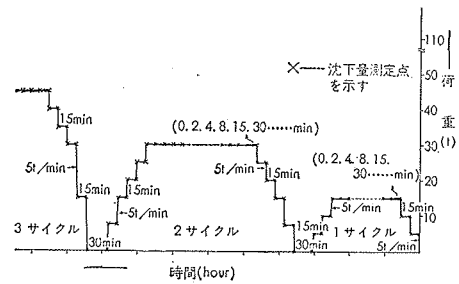
2.1. 地盤条件

載荷試験をおこなった位置は図一 2 に示すように、堆積層が比較的厚い A 点と薄い B 点の 2 箇所とし、コア部の床掘り施工に支障のない範囲で、上流側のダム軸に近い地点とした。

これらの地点における土層分布の概要を示したのが図一 3 であり、薄い砂礫土層と粘性土層がきわめて複雑な互層を形成し、特に G. L. -3.0m 付近の砂礫層は細粒分が流出して、非常にポーラスな透水層を形成している。図一 4 に、これらの代表的粒度分布を示す。



図五 載荷試験装置



図六 載荷および測定方法模式図

2.2. 試験装置

試験装置の概要を示したのが図一 5 である。載荷板は直径 113cm、面積 1m² の鋼製円板を特別製作して使用し、載荷々重は最大能力 200 t の分離型油圧ジャッキにより、荷重測定はロードセルによっておこなった。沈下の測定はダイヤルゲージを使用し、ゲージ取付け用の桁を 2 本用意して載荷板上に直交する対角線上の 4 箇所でおこなった。載荷反力としてアース (P.S.) アンカーを使用した結果、安全で精度の良い装置となり、迅速な試験が遂行できたと考えている。また、周囲には溝および釜揚を設けてドライな状態で試験することに努めた。

2.3. 試験方法

A 点、B 点の両地点で、まず施工条件に合わせて 1 m 層厚の表土を除いた地表面で載荷試験 (以下 Test. A-1, Test. B-1 と呼ぶ) を実施し、次に同一地点で約 2.5m 層厚を掘削して、もう一度載荷試験 (以下 Test. A-2, Test. B-2 と呼ぶ) をおこなうこととした。このような試験手法をとったのは、実際のダム構造物の設置面積に対応する圧力球根の深さに近づけ、堆積

土全層にわたる地盤性状を調べようとしたためである¹⁾。

荷重強さについては、盛土荷重を考慮して最大 105 t/m² とし、これを7サイクル（各サイクルごとの最大荷重強さ15, 30, 45, 60, 75, 90, 105t/m²）に分けた繰返し載荷とした。載荷速度は 5t/min とし、載荷除荷とも各荷重段階（5 t）ごとに15分間放置して沈下測定をおこない、次の荷重段階へ移る。ただし、繰返し載荷における前サイクルの最大荷重までは2段階として載荷した。

各サイクルの最大荷重における測定継続時間については、原則として沈下速度が15分間に 2/100mm 以下になる時をセットとし、測定は0, 2, 4, 8, 15分時に、それ以後は15分ごとにおこなった。以上の載荷および測定方法を模式的に示したのが図-6である。

3. 試験結果と考察

3.1. 沈下量について

載荷試験結果を一括して示したのが図-7であり、これらの結果から載荷々重に対応して総沈下量と総沈下量に対する弾性復元量の割合を示したのが図-8, 9である。

まず、総沈下量については予期していたよりきわめて大きく Test. A-1 で 15.44cm, Test. A-2 で 8.73cm, Test. B-1 で 13.38cm, Test. B-2

で9.15cm の値を示し、いずれも上層載荷の沈下量の方が卓越している。また、荷重の増大にともなって沈下が長時間継続し、セットが得られずに途中で測定を打切った場合も多く、その点を考慮すれば、総沈下量

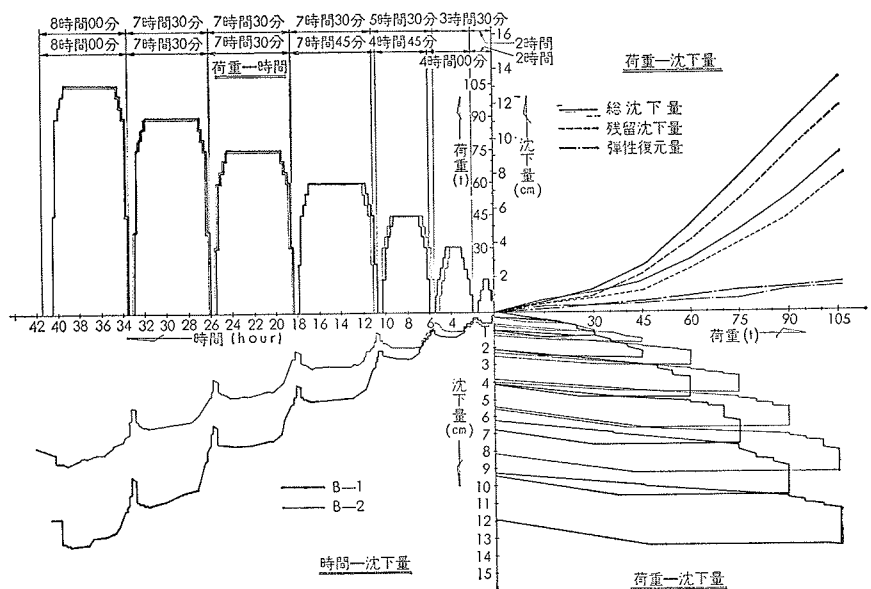
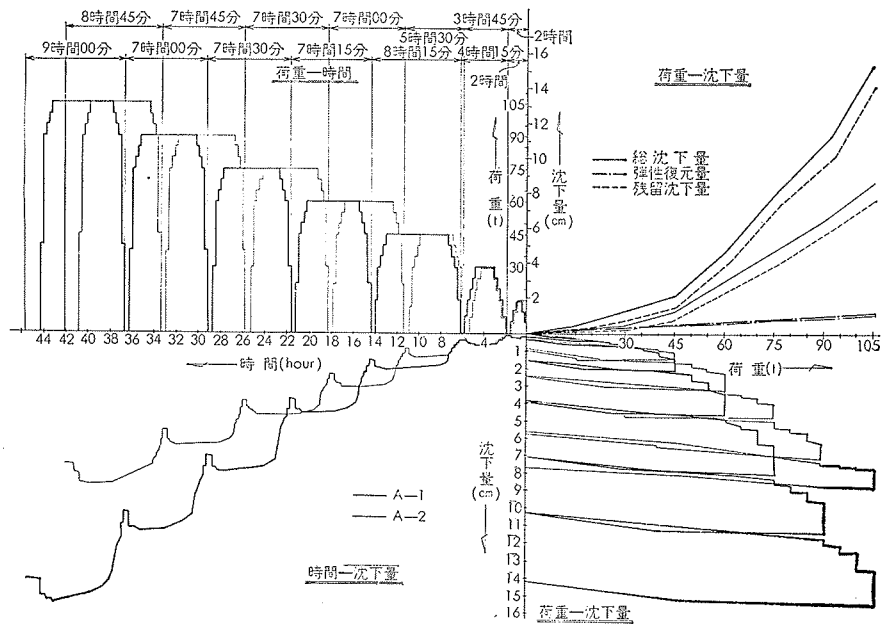


図-7 載荷試験結果基本図

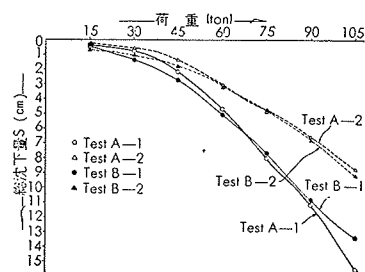


図-8 載荷々重一総沈下量

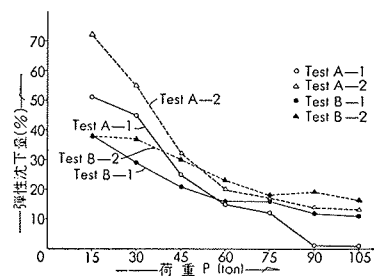


図-9 載荷々重一弾性復元率

はより大きくなるはずである。

しかも、この地盤の弾性復元量はきわめて小さく、そのため、残留沈下量が大きい。特に載荷々重が75 tを超えると、弾性復元量がいずれも10%台となり、Test. A-1 では殆んど認められない状況が理解できる。

3.2. 降伏荷重について

総沈下量Sを縦軸に、載荷時間tを横軸(対数目盛)にとって各荷重段階ごとに示したのが図-10である。沈下は時間の経過とともに進行する局部せん断破壊の傾向を示し、この曲線から明確な降伏荷重を確認するには至らない。

この S-log t 曲線の結果から、各荷重段階での載荷後一定時間の沈下勾配 $ds/d(\log t)$ を荷重Pに対してプロットしたのが図-11である。この曲線の急折する点が降伏荷重を意味するが²⁾、いずれの試験結果にも載荷々重30~45 tの範囲で明確な降伏荷重を見いだすことができる。しかしながら、この地盤の特異な性状として、一度降伏を示したのち、再び一応の安定状態を示すという過程が認められるが、この結果については、特に堆積層中に狭在するきわめてポーラスな砂礫層の圧縮沈下が載荷々重30~45 tで卓越するためと考えられる。また、いずれの試験結果についても、載荷時間の経過とともに沈下勾配の増加していく様子がわかる。

載荷々重Pと対応する沈下量S(いずれも対数目盛)の関係を示したのが図-12である。この曲線の急折する点で表わされる降伏荷重は、いずれの試験についても載荷々重30~45 tの範囲で比較的明確に認められる。しかし、降伏荷重を越えると勾配は著しく緩くなるが、曲線は一応の安定状態を示しており、この傾向は前述と同様に解釈することができる。

総体的に見て、地盤性状の最も安定しているのが、Test. B-2、不安定な状態にあるのが Test. A-1 と判断される。

3.3. 地盤係数と弾性係数

荷重強さ—沈下量曲線から総沈下量に対応する地盤

係数 K_{113} および標準載荷板直径75 cmに換算した K_{75} を算出した結果が表-1, 2である。これまでの検討から、荷重強さ30~45t/m²の範囲で降伏点が認められ、それより大きな荷重強さと小さな荷重強さの範囲では沈下性状にかなりの違いがあるため、最大荷重強さ105 t/m²までの総沈下量に対応する“全体地盤係数”のほかに“前半部地盤係数”(荷重強さ15~30t/m²)と“後半部地盤係数”(荷重強さ60~105 t/m²)に分けて表示してある。いずれにしても、かなり過少な値といえるが、特に後半部地盤係数はきわめて小さく、地盤の降伏状況が理解できる。また、表-3は各サイクルごとの最大荷重強さに対応する地盤係

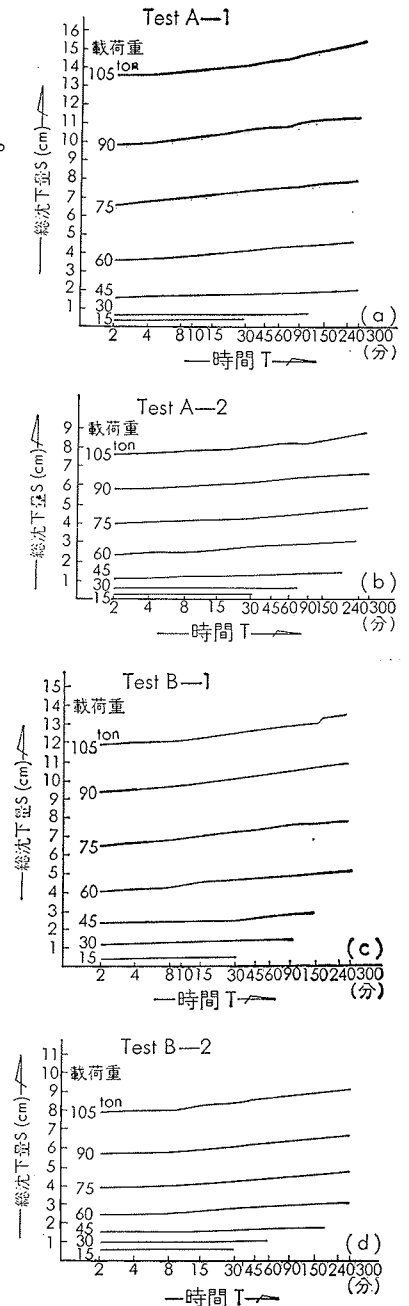


図-10 S—log t 曲線

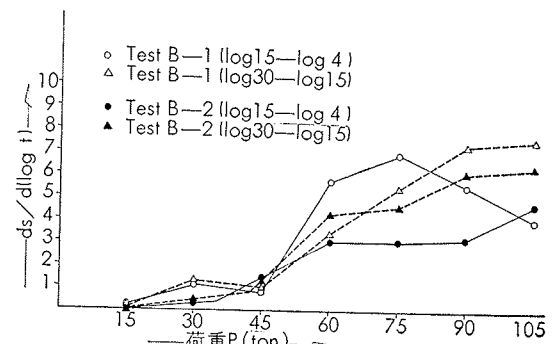
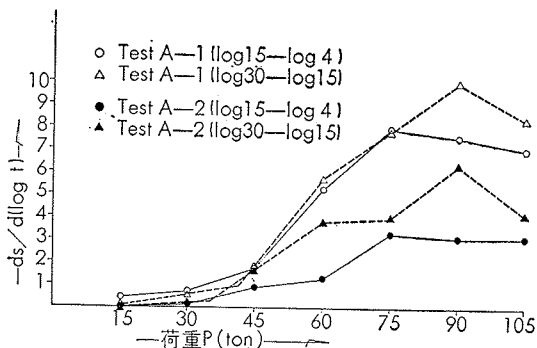


図-11 P—ds/d(log t) 曲線

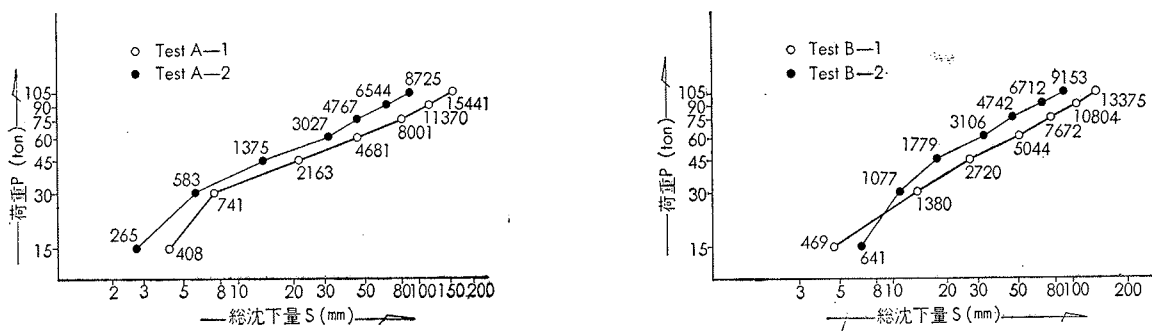


図-12 log P—log S 曲線

試験名	Test A-1	Test A-2	Test B-1	Test B-2	平均
地盤係数					
全体地盤係数 (0~105t/m ²)	0.68	1.20	0.79	1.15	0.96
前半部地盤係数 (15~30t/m ²)	4.50	4.72	1.65	3.44	3.58
後半部地盤係数 (60~105t/m ²)	0.42	0.79	0.54	0.74	0.62
平均	1.87	2.24	0.99	1.78	1.72

表-1 総沈下量に対応する K₁₁₃

試験名	Test A-1	Test A-2	Test B-1	Test B-2	平均
地盤係数					
全体地盤係数 (0~105t/m ²)	1.01	1.79	1.18	1.72	1.43
前半部地盤係数 (15~30 t/m ²)	6.72	7.04	2.46	5.13	5.34
後半部地盤係数 (60~105t/m ²)	0.63	1.18	0.81	1.10	0.93
平均	2.79	3.34	1.48	2.65	2.57

表-2 総沈下量に対応する換算 K₇₅

試験名	Test A-1	Test A-2	Test B-1	Test B-2	平均
荷重強さ					
15 (t/m ²)	3.68	5.66	3.20	2.34	3.72
30 (t/m ²)	5.53	5.87	2.75	4.40	4.64
45 (t/m ²)	2.56	4.04	2.59	4.08	3.31
60 (t/m ²)	1.96	2.86	2.07	3.22	2.53
75 (t/m ²)	1.86	3.19	2.19	3.19	2.61
90 (t/m ²)	2.07	3.47	2.08	3.18	2.71
105 (t/m ²)	2.02	3.41	2.69	2.84	2.74
平均	2.81	4.07	2.51	3.32	3.18

表-3 各サイクルごとの K₁₁₃

数を示したものである。

ここで、堆積層を半無限に続く弾性体と仮定すると弾性係数Eは荷重強さ—沈下量曲線から、次式を使って計算される。

$$E = \frac{\pi \cdot 2q \cdot a(1-\mu^2)}{4\omega}$$

ここに、 ω : 沈下量の差 (cm), q : 沈下量の差に対応する荷重強さの差 (kg/cm²), a : 載荷板の半径 (cm), μ : ポアソン比 (0.4と仮定)。

試験名	Test A-1	Test A-2	Test B-1	Test B-2	平均
弾性係数					
全体弾性係数 (0~105t/m ²)	50.67	89.43	58.87	85.70	71.17
前半部弾性係数 (15~60t/m ²)	335.30	351.70	122.95	256.32	266.57
後半部弾性係数 (60~105t/m ²)	31.30	58.87	40.24	55.15	46.39
平均	139.09	166.67	73.92	132.39	128.03

表-4 総沈下量に対応する E

試験名	Test A-1	Test A-2	Test B-1	Test B-2	平均
荷重強さ					
15 (t/m ²)	274.20	421.74	238.44	174.36	277.19
30 (t/m ²)	412.05	437.39	204.90	327.85	345.54
45 (t/m ²)	190.75	301.03	192.99	304.01	247.20
60 (t/m ²)	146.04	231.10	154.24	239.93	192.83
75 (t/m ²)	138.59	237.69	168.18	237.69	195.54
90 (t/m ²)	155.73	258.56	154.99	236.95	201.56
105 (t/m ²)	150.51	254.09	200.44	211.61	204.16
平均	209.12	305.94	187.74	247.49	237.57

表-5 各サイクルごとの E

測定結果から算出した、総沈下量に対応する弾性係数を示したのが表-4であり、地盤係数についてと同様の理由から“全体弾性係数”, “前半部弾性係数”, および“後半部弾性係数”に分けて表示してある。また、表-5は各サイクルごとの最大荷重強さに対応する弾性係数を示したものである。地盤係数と同様の傾向が認められ、特に後半部弾性係数はきわめて過少な値となる。

以上の検討からも明らかのように、この載荷試験では非常に大きな沈下量が得られ、その結果、地盤係数および弾性係数はいずれも小さく、特に降伏荷重を越えるときわめて過少な値となった。

4. あとがき

この報文はロックフィルダム基礎地盤の力学性状を把握するため、現位置でおこなった大型地盤載荷試験

の概要を示したものである。この載荷試験の結果、当該地盤のうち、特に浅層部分の性状は力学的に好ましくないと判断され、G. L. -3.0m~4.0mの深さの範囲で掘削除去された。

また、試験の計画、実施および解析にあっても数多くの問題が提起された。まず、試験装置および方法については、類似した大型試験例の報告が殆んどないため、その仕様決定には多くの苦勞をともなったこと。載荷中にかかなりの量の不等沈下が生じ、その周辺に地盤隆起が認められたこと³⁾や、予期していたより大きな沈下が長時間継続し、手法的理由から測定を打切ったこと、さらに、載荷板と巨礫の接触による圧力球根の変形と載荷板の大きさの影響などについてであり、これらを解析および結論にいかに関連づけるかについては、今後も継続して検討されるべき課題のように思

われる。

謝辞

この試験は、京都大学農学部沢田敏男教授の御指導を賜わって実施したものであり、また農林省近畿農政局加古川西部農業水利事業所、同糶屋支所および当社糶屋工事々務所から多大なる御協力を賜わった。ここに記して、深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1) 斎藤，平間：糶屋ロックフィルダム・載荷試験計画書，(株)大林組技術研究所報告，No. 2242 (1973)
- 2) 土質工学会：土質調査法，pp. 346~347 (1972)
- 3) 斎藤，平間，丸山，土屋：糶屋ロックフィルダム・載荷試験検討書，(株)大林組技術研究所報告，No. 2242-2 (1973)