

表-3 ストック パイル量の概略 (パイル量)

ストック パイル名	数量 (m³)	D.G.:C.S.	備考
No. 1	1,2	202 850	2次締切に使用
No. 2	1	29 080	
No. 2	2,3	238 030	
No. 3	1,2,3	337 270	
No. 3	4,5	352 520	
No. 3	6,7	375 520	
No. 3	8,9	333 960	
合計または平均	1 869 230	76 : 24	

表-4 ストック パイル材料の性質

ストック パイル	自然含水比 (%)	最適含水比 (%)	-200#含有量 (%)
No. 1-(1)	12.60	14.13	8.18
No. 1-(2)	13.43	13.69	7.23
No. 2-(1)	12.58	14.04	7.28
No. 2-(2)	13.37	14.34	8.14
No. 2-(3)	14.09	15.01	8.31
No. 3-(1)	10.68	12.66	7.61
No. 3-(2)	12.72	12.78	8.64
No. 3-(3)	12.27	13.02	8.36
No. 3-(4)	13.57	14.87	9.44
No. 3-(5)	12.24	14.20	8.71
No. 3-(6)	13.25	13.90	8.86
No. 3-(7)	13.40	14.80	9.50
No. 3-(8)	14.10	14.50	9.10
No. 3-(9)	14.60	13.30	10.20
平均	13.05	13.94	8.55

総ストック パイル量 1 869 230 m³

図-1 混合材料の試験結果

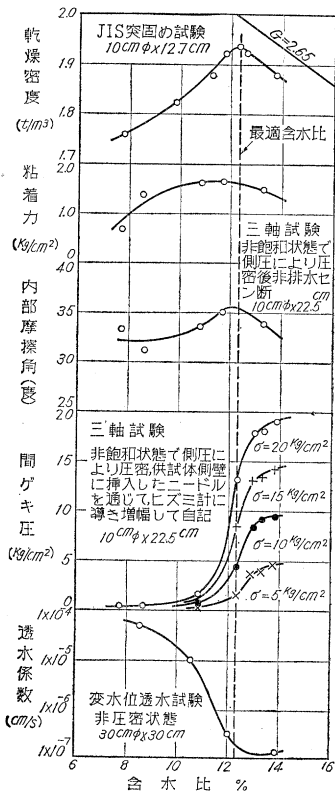
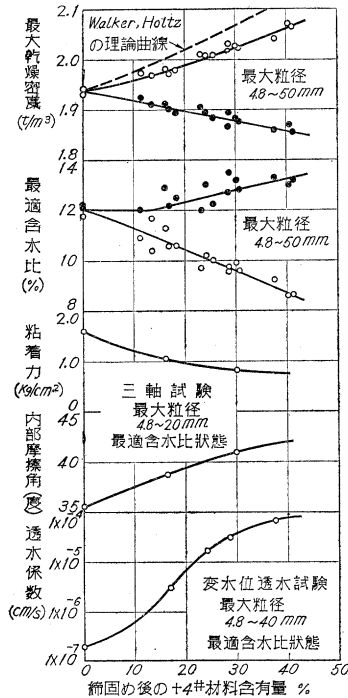


図-2 (a) +4# 材料混入による性質の変化



果を 図-1 に、試料の最大粒径を大きくすることによって +4# 含有量を増加させ、粗粒 (+4#) 材料混入による締め土の性質の変化を、同じ材料について求めた結果を 図-2 に示す。乾燥密度の最大値は最適含水比で生じるが、粘着力や内部摩擦角の最大値は最適含水比よりやや乾燥側で現われ、間げき圧は最適含水比付近から湿潤側で急増する。したがって、

$$c + \tan \phi (\sigma - u)$$

ここに、 c : 粘着力、 $\tan \phi$: 内部摩擦係数、 σ : 全荷重、 u : 間げき圧で表わされるせん断抵抗は最適含水比よりいくぶん乾燥側では大きい、湿潤側では急減し最適含水比から2%も湿潤側では粘着力しか期待できなくなる。そして、+4# 含有量が多くなると、粘着力は減少するが、内部摩擦角が大きくなるためせん断強度は増加し、間げき圧が低下することによってせん断強度の増加を倍加する。しかし、このような粗粒材料であっても、最適含水比より湿潤側では間げき圧が増加してせん断強度が急減することには変わりがない。また、透水係数は最適含水比より乾燥側ではきわめて高く、その最小値は最適含水比より1~2% 湿潤側で現われる。粗粒材料混入による透水係数の増加は大きく、締め後における +4# 材料含有量を45% とすると、-4# 部分で 10^{-7} cm/sec の透水係数が 1×10^{-4} cm/sec しか期待できない。

さらに、図-11 に示すように、しゃ水壁が傾斜型であるため、その内部の流線の降下がいちじるしく、動水勾配が大となり、同じ底巾/堤高の中央しゃ水壁型にくらべ、材料が同じでも透水量が多くなることを考え合わせると、御母衣ダム材料でまず留意すべき性質は透水係数であることがわかる。

したがって、許容含水比の下限界を次のように決定した。図-3 に示すように、圧密荷重が 20 kg/cm^2 で約 1×10^{-1} cm/sec だけ透水係数が低下する。このような透水係数-圧密荷重曲線と 図-1 に示す透水係数-含水比曲線が採取地の

図-2 (b) +4#材料混入による性質の変化

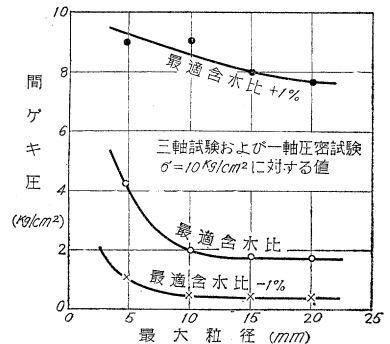
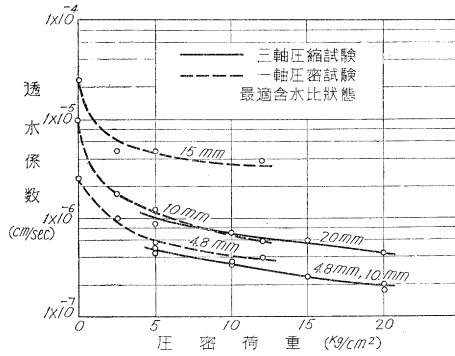
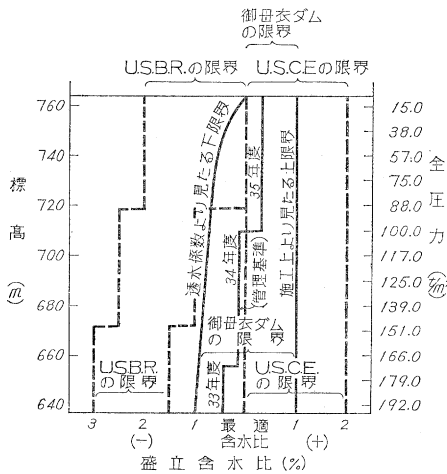


図-3 圧密による透水係数の低下



各土質（混合材料をふくめて）ともほとんど同じ形状を示すことに着目し、これらの曲線を用いて全応力一締固め含水比関係図に透水係数一定曲線を画くと図-4のようになる。同図には、盛立て標高ごとの全応力（圧密荷

図-4 含水比の管理限界



重)を計算してその値をも示した。この曲線は、非圧密時の透水係数が最適含水比で K_0 だとすると、圧密荷重が 200 t/m^2 になれば、締固め含水比が最適含水比より1%乾燥側であってそのために締固め当初の透水係数が K_0 よりかなり大きな値を示したとしても、貯水後には圧密荷重によって K_0 なる値にまで低下することを意味している。御母衣ダムでは、設計値をJIS突固め試験による最適含水比状態で示す値としていることから、圧密後の透水係数を設計値以下とするためには、この曲線の右側の含水比で締固めることを要し、この曲線が許容含水比の下限界となる。この場合、透水係数は $1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ であるが、締固めによって材料が破碎されて細粒化し、透水係数が約 $1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ 低下することが転圧試験で確かめられているので、設計値としては $1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ とした。最適含水比より乾燥側では飽和の際の吸水膨張が大きく、そのためせん断強度の低下が見られるが、このような現象から定めたU.S. Bureau of Reclamation

の下限界（図-4の破線）よりも2%程度湿潤側であることから、飽和後の性質の変化に対する安全性は十分であると考えられる。

次に、含水比の許容上限界であるが、透水係数のみに着目すれば最適含水比より2%程度湿潤側とするのが最も合理的であるが、この場合は、材料の細組に関係なく100%に近い間げき圧が発生し、せん断強度はいちじるしく低下するから、時間の経過につれて間げき圧が幾分減少することを考慮しても、最適含水比より1%以上湿潤な状態は安定上危険である。さらに、締固め機械がシープフットローラーであり、これは最適含水比状態ではきわめて有効な締固めを行なうが、それより湿潤側では締固め効果はあがらず、締固め土の空気含有量が急増し（図-6）、このような締固め土が間げき圧の発生をさらに助長して、諸車両の通行時に盛立て表面のWavingがはげしく、重車両がさくそうするダムシャ壁での作業能率をいちじるしく低下させるのではないかということが転圧試験によってわかったので、含水比の許容上限界を最適含水比+1%と定めた。

4. 含水比管理基準値の決定

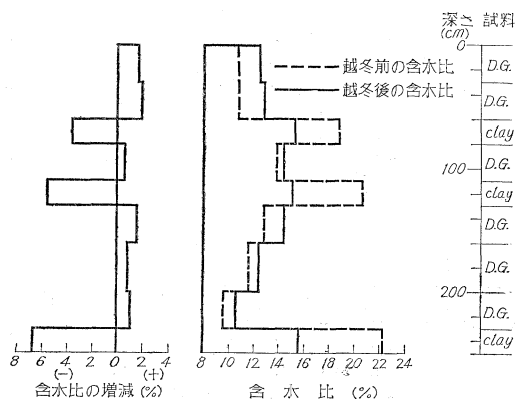
3.で述べた狭い含水比の許容範囲は、土質試験結果から定めた「かくあるべき」範囲であり、ローラーの特性などの考慮を払ったとはいえ、実際施工の可能性を考慮外においていわば理想的許容限界である。

しかるに、実際の締固め施工にあっては、多量の材料のまき出し厚さや含水比の調節、ローラーの通過、タンバの締固め、オーバーサイズの除去などすべての施工(製造)工程を人為的に行なわなければならない。品質管理に統計的方法が用いられるのは、製造工程が同一方法のくり返しであるからであるが、締固め施工における上記の諸工程はどの一つを選んでも同一方法のくり返しという条件を満たすことができない。例えばローラーを所定回数だけ通過させることは同一方法のくり返しという条件に合致はするが、実際には材料運搬用トラックその他の車両による不規則な締固めが加わるし、まき出し厚さを一定にすることも容易なことではない。特にアバットメントに近い局部はローラーやブルドーザが回転する機会が多く、まき出し厚さを一定に保つことは不可能に近い。含水比を調節するにも湿潤な材料を乾燥させる場合と乾燥した材料に加水する場合がある。湿潤土の乾燥にはレーキドーザなどを通行させて表面をかき起こし、日射や通風によって水分を蒸発させる方法が用いられるが、ある厚さをもつ層全体を均一に乾燥させることはきわめて困難である。加水の場合は散水車を使用するが、季節候によって乾燥は遅速があり、加水の必要量がわずかであっても散水車による加水量の調節が困難なために散水量が多くなったり、ある程度加水しておいても締固めに

時間を要するため、後に締固める箇所がふたたび乾燥するなど、締固め含水比の調節にも非常に困難がともなう。

しかも、前記の諸工程は機械が自動的に行なうものではなく、すべて作業員と監督員の誠意と労力によるものであるから、工程のくり返しに同一性を求めることは不可能で、その時・その場における監督員の判断による工程の修正が加えられる。したがって、土質試験結果にもとづいて定められる許容限界内に実際の締固め土のバラツキをおさめることは不可能と結論してよい。事実、Bureau of Reclamation の諸ダム管理結果でも図-4に示す含水比の許容限界をはずれる締固めが行なわれている⁹⁾。しかもこれらの諸ダムが十分安全にその機能を発揮しているという事実は、締固め土のバラツキを必ずしも土質試験によって定められる狭い範囲内に規定する必要がないことを示すものである。これを裏づける理由として、次のことがいえる。フィルタイプダムの安定性とか、シャ水性は、堤体内部の微小部分の強弱に左右されるのではなく、のり面の滑り破壊に対する全体としての抵抗力の総和の大小とか、シャ水壁の上下流に通じる水平層の良否によるものである。したがって、ダムの安定に重要なことは、全体としての、あるいは、ある厚さをもつ層全体としての平均値が設計値に合致しているかどうかである。そして、土質試験から定まる許容限界をはずれる多少のバラツキがあっても、それが同じ側に連続して生じたものでなければ、そのバラツキは薄い層状に分布するだけで、時間の経過とともに圧密によって隣接層と均等化される傾向があり、ダムの安全性を損なう原因とはならないと考えられる。図-5はストックパイル築造時における含水比と約4ヵ月後の同一箇所の含水比を比較したものであるが、C.S.の水分がD.G.層に移動して両者の含水比の相違はかなり減少している。

図-5 ストックパイルの含水比の変化



以上述べたことから、土質試験結果にもとづく狭い含水比の許容限界を「望ましい含水比の範囲」とし、できるだけこの範囲内にバラツキをおさめる手段としての管

理目標ともいうべき基準値を盛立て標高に応じて、施工年度ごとに、図-4の折線のように決定した。33年度で最適含水比より乾燥側としたのは、この年の施工箇所がシャ水壁下部で圧密荷重が大きく、締固め当初の透水係数は $1 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 程度の低下を期待できるとともに、シャ水壁の中が厚くて間げき圧が最も減少しがたい箇所であるためであり、35年度を湿潤側としたのは、圧密による透水係数の低下が期待できない反面、中が薄くて間げき圧が減少しやすい部分と考えられるからである。

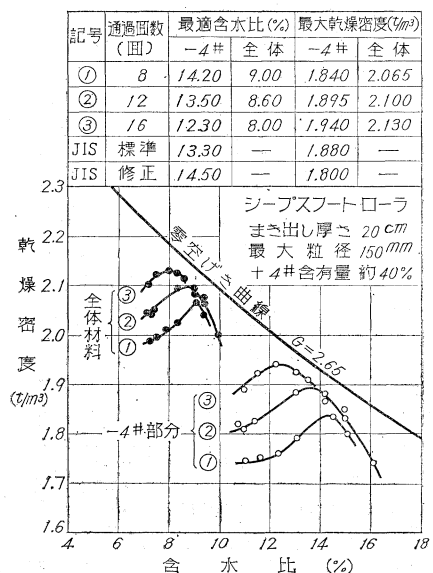
5. 締固め百分率管理基準値と締固め方法の決定

JIS 突固め試験またはこれと同じ締固め仕事量によって締固めた供試体の最適含水比での諸性質をダムの設計値としているため、管理基準値としては締固め百分率を100%とする必要がある。そして、含水比の「望ましい範囲」が最適含水比 $\pm 1\%$ であり、その範囲内の限界含水比では98%程度の締固め度しか得られないから、「望ましい範囲」内のいかなる含水状態においても100%締固め度を得るためには、JIS 突固め試験よりも幾分仕事量の多い締固めを行なわなければならない。

また、材料を破碎して締固め土の透水係数を低下させるためには、JIS 突固め試験よりさらに大きな締固め仕事量によるべきであるが、ローラ通過回数を多くして極端に仕事量を増加しても、JIS 試験程度の仕事量からの増加分に対する効果は、仕事量の少ない場合の増加分にくらべるとかなり小さく、経済的にその効果をあげることができない。

以上の理由で、JIS 突固め試験を幾分上まわる仕事量になるよう、シープフットローラの通過回数を図-

図-6 シープフットローラによる転圧試験結果



6 に示す転圧試験の結果から12回(まき出し厚さ 20 cm)と定めた。タンパによる締固めは、ローラによる場合とほぼ同じ密度が得られるように、締固め試験の結果から同一箇所の締固め時間を5秒間(まき出し厚さ 5 cm)とした。

6. +4# 材料混入による管理基準値の修正

使用材料が +4# 材料を混入した粗粒材料であるため -4# 部分のみを用いて行なう JIS 突固め試験結果と直接比較することができない。しかし、図-2 に示すように、締固め後における +4# 材料含有量と、-4# 部分の最大乾燥密度・最適含水比との関係が、+4# 含有量のある範囲内においては、直線的であることに着目する。このような変化が材料の塑性・粒子の形状・粒度配合などによって影響されるものと考えれば、ほぼ同一場所で得られる同一成因の土質については、これらの直線の勾配は一定であるとみなすことができる。同図において-4# 部分の変化は次式で表わすことができる。

$$\max D_s = 1.937 - 0.00195 P$$

$$\text{opt } M_s = 12.10 + 0.0445(P - 14)$$

ただし $14 \leq P \leq 50$

ここに $\max D_s = -4\#$ 部分の最大乾燥密度

$$\text{opt } M_s = -4\# \text{ 部分の最適含水比}$$

$$P = +4\# \text{ 材料含有量}(\%)$$

上式右辺の第1項は試料の -4# 部分のみの締固め特性を示すものであり、第2項が粗粒材料含有の影響である。同一場所で同一成因の土質であれば、第1項の値にわずかな変動があっても、これが第2項に影響をおよぼすことはないと考えてよいから、-4# 材料のみの突固め試験と粗粒材料の -4# 部分の締固め結果の間には次式が成立する。

$$\max D_s = \max r_s - 0.00195 P$$

$$\text{opt } M_s = \text{opt } \omega_s + 0.0445(P - 14) \dots \dots (1)$$

ただし $14 \leq P \leq 50$

ここに $\max r_s = -4\#$ 部分のみの最大乾燥密度

$$\text{opt } \omega_s = -4\# \text{ 部分のみの最適含水比}$$

この式によって修正することによって、-4# 部分のみを用いて行なう突固め試験を施工管理のための標準試験とすることができる。ローラ(通過回数 12 回)による締固め土の最適含水比が図-6 から、修正最適含水比よりも 1.0% 低いことを考慮し、 $P=45\%$ の場合(この値を締固め後における +4# 含有量の基準値とした)

表-5 御母衣ダムにおける管理基準値の修正値

年度	計画盛立標高(m)	含水比の基準値(%)		締固め度の基準値(%)
		修正最適含水比	修正最大乾燥密度の 100	
昭33	637.0-656.0	-1.5		
34	656.0-710.0	-1.2		
35	710.0-764.0	-0.7		

- 1) 粗粒材料(+4#)含有量を 45% とした。
- 2) ローラの最適含水比と修正最適含水比との相違をも考慮した。

の管理基準の修正値を求めると表-5 のとおりとなる。

7. 管理結果

管理試験は、含水比を迅速法により、密度は砂置換法によって行ない⁹⁾、1シフト(1日2シフト)内に採る3個の測定値から \bar{x} -R 管理図を画いて品質を管理した。ローラによる締固めとタンパを用いる場合とは材料の最大粒径、まき出し厚さ、締固め方法が異なるために別々に管理したが、ローラ部とタンパ部の接触部は両者による締固めを重複させ、さらに、アバットメントに沿ってローラを走らせる部分であり、前2者と締固め条件が異なるため、昭和 34 年度からこの部分をローラ部から分離した。

締固め含水比と最適含水比の差および締固め百分率の管理結果を表-6,7 および 8 に、 \bar{x} の値を表-5 の修正基準値と年度別に比較した結果を表-9 に示す。ローラによる締固めについて、 \bar{x} の度数曲線を図-7 に、度数累加曲線を図-8 に示す。また、締固め後の +4# 含有量を表-10,11 および 12 に示す。ローラによる締固めについては、安定計算の checkに必要な全体材料の現

表-6 管理結果(ローラによる締固め) $n=3$

年	月	m	含水比(最適含水比との差)				締固め百分率				
			\bar{x} (%)	\bar{R} (%)	σ (%)	σ_1 (%)	\bar{x} (%)	\bar{R} (%)	σ (%)	σ_1 (%)	
32	8	17	-2.74	1.09	0.69	0.64	101.7	6.6	3.1	3.9	
	9	19	-1.45	0.75	0.53	0.44	101.2	6.3	2.5	3.7	
	10	23	-1.60	1.08	0.43	0.64	101.7	5.0	2.4	2.9	
	11	27	-1.32	1.72	0.45	1.02	100.9	9.6	2.9	5.6	
	12	6	-0.94	1.75	0.72	1.03	101.1	12.5	2.2	7.4	
	計	92	-1.65	1.24	0.76	0.73	101.3	7.3	2.7	4.3	
34	5	36	-1.50	0.93	0.71	0.55	101.8	4.0	3.2	2.4	
	6	36	-1.35	1.39	0.44	0.82	102.1	5.6	1.9	3.3	
	7	22	-1.20	1.17	0.48	0.69	102.5	4.3	1.6	2.5	
	8	42	-0.80	1.16	0.52	0.69	102.5	4.8	1.0	2.8	
	9	40	-1.01	0.96	0.47	0.57	102.1	3.6	1.0	2.1	
	10	27	-1.14	0.94	0.39	0.56	103.0	3.6	1.2	2.1	
35	11	26	-1.02	0.92	0.37	0.54	103.1	3.6	0.9	2.1	
	計	229	-1.14	1.07	0.55	0.63	102.3	4.2	1.8	2.5	
	計	5	33	-1.18	0.95	0.69	0.56	103.3	3.1	1.3	1.8
		6	38	-0.88	0.86	0.43	0.51	102.8	3.3	1.7	2.0
		7	22	-0.54	0.88	0.44	0.52	102.0	2.6	1.2	1.5
		8	40	-0.66	0.76	0.44	0.45	102.3	2.1	1.5	1.2
9		18	-0.63	0.72	0.51	0.43	101.8	2.1	1.6	1.2	
10		34	-0.69	0.81	0.78	0.48	101.4	2.0	2.3	1.2	
計	185	-0.79	0.83	0.59	0.49	102.3	2.5	1.8	1.5		

表-7 管理結果(タンパによる締固め) $n=3$

年	月	m	含水比(最適含水比との差)				締固め百分率			
			\bar{x} (%)	\bar{R} (%)	σ (%)	σ_1 (%)	\bar{x} (%)	\bar{R} (%)	σ (%)	σ_1 (%)
33	8	35	-2.63	1.07	0.70	0.63	101.7	7.3	2.9	4.3
	9	39	-1.41	0.98	0.72	0.58	100.0	5.1	2.9	3.0
	10	25	-1.52	0.79	0.54	0.47	99.8	5.5	2.5	3.3
	11	19	-1.26	1.07	0.71	0.63	98.5	7.5	3.4	4.5
	12	5	-1.25	1.36	0.41	0.80	98.7	8.0	3.6	4.7
	計	123	-1.75	0.99	0.88	0.59	100.1	6.3	3.1	3.7

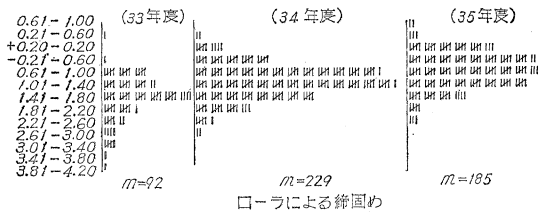
34	5	25	-1.65	1.00	0.82	0.59	99.7	3.8	3.4	2.3	
	6	20	-1.18	0.58	0.66	0.34	100.0	3.7	2.8	2.2	
	7	10	-0.92	1.07	0.45	0.63	100.1	3.0	1.8	1.8	
	8	31	-0.56	0.62	0.88	0.37	100.9	2.1	2.0	1.2	
	9	15	-0.78	0.07	0.64	0.04	100.9	1.4	1.3	0.8	
	10	18	-1.09	0.48	0.58	0.28	102.9	1.8	1.9	1.0	
	11	23	-1.07	0.50	0.42	0.30	102.6	1.9	1.3	1.1	
	計	142	-1.04	0.67	0.71	0.40	101.0	2.7	2.5	1.6	
	35	5	28	-1.30	0.78	0.39	0.46	102.8	2.2	1.5	1.3
		6	38	-1.04	0.50	0.46	0.30	102.5	2.1	1.9	1.2
		7	21	-0.33	0.62	0.70	0.37	101.5	2.8	1.6	1.6
8		38	-0.60	0.55	0.49	0.33	101.2	2.3	1.3	1.4	
9		18	-0.38	0.53	0.54	0.32	100.9	2.1	2.1	1.2	
10		34	-0.51	0.76	0.72	0.45	99.7	1.9	2.2	1.1	
計		177	-0.73	0.62	0.65	0.37	101.5	2.2	2.1	1.4	
計	442	-1.11	0.77	0.87	0.46	101.0	3.8	2.6	2.2		

表-8 管理結果 (接触部) n=3

年	月	m	含水比(最適含水比との差)				締固め百分率				
			\bar{x} (%)	\bar{R} (%)	σ (%)	σ_1 (%)	\bar{x} (%)	\bar{R} (%)	σ (%)	σ_1 (%)	
34	5	34	-1.20	0.96	0.97	0.57	98.9	4.4	3.0	2.6	
	6	34	-1.28	1.01	0.72	0.60	100.0	3.8	2.7	2.3	
	7	22	-0.95	1.22	0.59	0.72	100.3	4.8	2.2	2.8	
	8	42	-0.81	1.03	0.56	0.61	100.9	3.7	1.5	2.2	
	9	40	-1.10	0.96	0.50	0.57	101.7	2.8	1.3	1.6	
	10	27	-1.20	0.68	0.39	0.40	101.9	3.2	1.5	1.9	
	11	26	-0.98	0.61	0.30	0.36	101.9	2.4	1.1	1.4	
	計	225	-1.07	0.93	0.65	0.55	100.8	3.6	2.3	2.1	
	35	5	27	-0.91	0.83	0.71	0.49	102.5	2.8	1.5	1.6
		6	39	-1.15	0.61	0.56	0.36	102.2	2.3	1.7	1.4
		7	21	-0.53	0.60	0.59	0.35	101.8	2.5	2.0	1.5
8		37	-0.66	0.45	0.45	0.27	101.3	1.8	1.2	1.0	
9		18	-0.79	0.56	0.52	0.33	100.8	2.6	1.5	1.5	
10		34	-0.74	0.50	0.84	0.30	100.0	2.2	1.6	1.3	
計	176	-0.82	0.57	0.66	0.34	101.5	2.3	1.8	1.4		
計	401	-0.97	0.79	0.67	0.47	101.1	3.2	2.1	1.9		

図-7 度数曲線

(a) 締固め含水比 (最適含水比との差) n=3



(b) 締固め百分率 (-4.8)

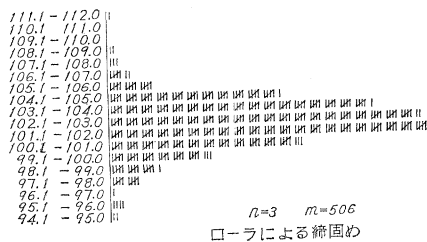
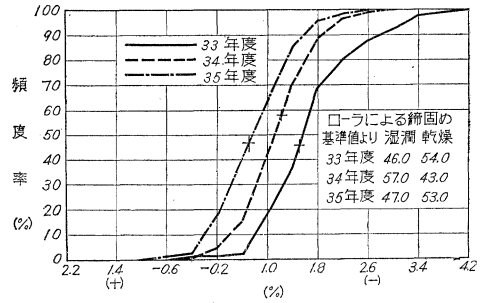


図-8 度数累加曲線

(a) 締固め含水比 (最適含水比との差)



(b) 締固め百分率

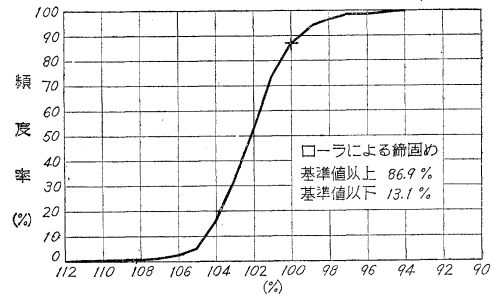


表-9 \bar{x} の管理基準値に対するずれ

(a) 含水比 (最適含水比との差) (%)

	昭 33	昭 34	昭 35
ローラ部	-0.15	+0.06	-0.09
タンバ部	-0.25	+0.16	-0.03
接触部	-	+0.13	-0.12

+は湿潤側, -は乾燥側

(b) 締固め百分率 (%)

	昭 33	昭 34	昭 35
ローラ部	+1.3	+2.3	+2.3
タンバ部	+0.1	+1.0	+1.5
接触部	-	+0.8	+1.5

表-10 管理結果 (ローラによる締固め) n=3

年度	月	m	+4# 含有量		現場密度 \bar{x} (t/m ³)
			\bar{x} (%)	σ (%)	
33	8	17	37.8	2.8	2 216
	9	19	42.3	3.3	2 232
	10	23	44.1	3.4	2 250
	11	27	42.5	2.6	2 233
	12	6	42.8	2.4	2 251
	計	92	42.0	3.7	2 235
34	5	38	48.2	3.3	2 252
	6	38	42.8	4.4	2 235
	7	26	42.4	2.6	2 235
	8	42	41.9	2.3	2 246
	9	41	41.6	1.6	2 239
	10	30	41.8	1.7	2 244
11	31	43.1	1.7	2 241	
計	246	43.1	3.5	2 242	

35	5	37	35.9	2.1	2 242
	6	41	37.4	1.9	2 243
	7	25	39.5	1.7	2 241
	8	41	39.8	1.9	2 246
	9	28	41.1	2.7	2 242
	10	39	45.7	3.7	2 247
計	211	39.8	4.1	2 244	
計	549	41.7	4.1	2 242	

表-11 管理結果 (タンバによる締固め) $n=3$

年度	月	m	+4# 含有量	
			\bar{x} (%)	σ (%)
33	8	35	37.4	5.7
	9	39	42.2	3.4
	10	25	43.7	3.5
	11	19	44.5	2.9
	12	5	43.1	3.2
	計	123	41.5	4.5
34	5	27	48.5	4.7
	6	21	42.7	6.1
	7	12	40.0	4.9
	8	31	42.7	3.4
	9	15	42.2	3.3
	10	20	40.8	2.5
	11	28	42.1	2.2
計	154	43.1	4.8	
35	5	33	34.1	2.2
	6	40	35.9	3.4
	7	22	37.5	3.2
	8	39	39.7	1.8
	9	27	41.1	2.8
	10	37	46.0	3.8
計	198	39.1	5.0	
合計	475		41.0	5.1

表-12 管理結果 (接触部) $n=3$

年度	月	m	+4# 含有量	
			\bar{x} (%)	σ (%)
34	5	36	47.9	2.8
	6	36	42.9	4.5
	7	25	42.2	4.0
	8	44	41.6	2.2
	9	41	41.1	1.8
	10	28	42.6	2.7
	11	32	42.2	2.5
計	242	42.9	3.7	
35	5	30	34.1	2.5
	6	39	36.1	3.1
	7	23	38.1	1.9
	8	38	39.0	2.2
	9	25	41.1	3.3
	10	36	46.0	3.8
計	191	39.1	4.9	
合計	433		41.2	4.7

場密度の値をも表-10 に示した。

これらの図表で、 \bar{x} は群内の測定値の算術平均値、 n は群の大きさ、 m は群の数、 \bar{x} は $m \cdot n$ 個の測定値の算術平均値、 \bar{R} は m 組の R (群内のバラツキの範囲) の平均値、 σ は \bar{x} のバラツキを示す標準偏差、 σ_1 は群内のバラツキを示す標準偏差である。

8. 結果の考察

全締固め量の約 95% を占めるローラによる締固めについて述べる。締固め百分率は全体を通じて基準値をやや上まわっており、含水比は 33 年度では 0.15% 乾燥側、34 年度は 0.06% 湿潤側、35 年度は 0.09% 乾燥側に過ぎただけで、施工管理の基準によく一致している。なお、含水比を月別に見ると、33年度の最初の1カ月は基準値よりも1.0%以上乾燥側であり、しかも σ が0.7%とほかの月にくらべて大きく、締固め土のしゃ水性から考えると非常にまずい。当時はタンバによる基礎岩盤部の盛立てが主体で、ローラによる締固めは時々しか行なわなかったことと、作業員が不慣れであったこと、材料の乾燥が非常に早い夏季であったことなどの不利な条件が重なった結果であるが、施工量が約 5 000 m³ と少量であること、施工箇所が別々に離れた岩盤のくぼみの中であることから、ダム全体としてのしゃ水性に重大な影響を与えるものとは考えられない。しかし、この間の管理図ができてからは、含水比の調節に特に留意し、ふたたびこのような結果が現われなかったことは表に示すとおりである。33年12月分の \bar{x} が湿潤側に過ぎ、かつ、 σ の値が増大しているのは m が少なかったことにもよるが、当時気温が低下して、雨後の乾燥が思うようにいかなかったからである。34,35年度とも5月分でバラツキが多いが、これは長い冬期休止後の最初の月で、作業員の不慣れのためであり、その後は σ は小さくなっている。34,35年度夏季では \bar{x} が基準含水比よりかなり湿潤側になっているが、これは土中の水分の蒸発がいちじるしく、普通に加水した程度では33年度同様にかかなり乾燥側になるのではないかと考えて故意に加水量を増加しすぎた結果で、このため σ もいくぶん増加している。34年度11月では \bar{x} が基準値より湿潤側となつてはいるが、前年の経験から越冬体制を早めたためにその差が少ない。

さらに、+4#材料の許容最大含有量45%との関係を見ると、34年5月で48.2%と多いが、ただちにストックパイル上部に粘性土質を追加して改良を行ない、翌月には42.8%となっている。そのほかの月では35年10月を除いては、36~43%で所期の目的は達成されている。

以上のように、 \bar{x} が管理基準値とほぼ同じで、しかも σ の小さな結果が得られた理由としては、施工管理をきわめて重要視して品質の確保に努力したことにもよるが、ストックパイルの作製を日々管理することによって、表-4に示すような非常に均一な材料をダムに供給することができたからであると考えられる。事実、ストックパイルの積み残しをかき集めるようにした35年最後の月(10月)ではかなり σ が大きい。

含水比の \bar{x} がわずかながらも乾・湿潤側にずれを生じ

図-9 締固め仕事量の変化による性質の変化

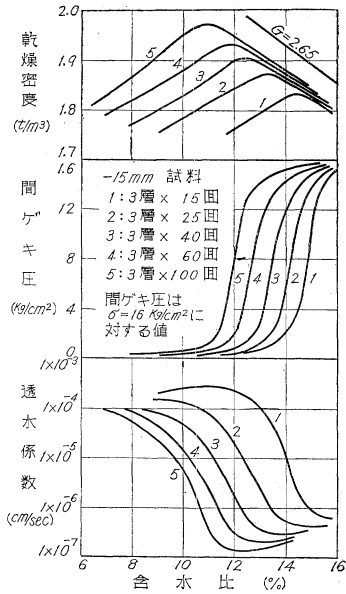
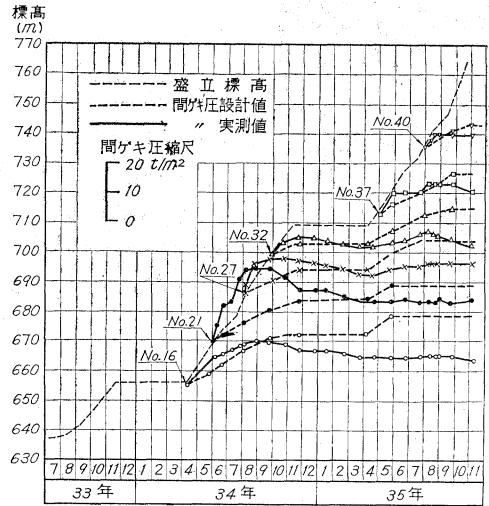


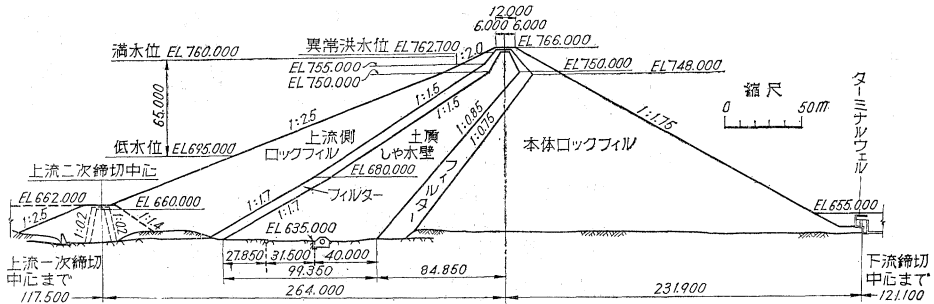
図-10 間げき圧の変化



ているのに対し、締固め百分率が基準以上の値を示しているのは、含水比をローラの最適含水比と比較したのに対し、締固め百分率はローラよりも締固め百分率の幾分低い標準試験の最大乾燥密度の百分率としたからであり、さらに規定（ローラ 12 回通過）以上の締固めを行った場合があったことにもよる。後者の場合、同じ締固め含水比であっても、図-9 からわかるように、実際

の最適含水比が低下してそのぶんだけ湿潤側の締固めとなる。これは 34, 35 年度で基準値よりやや湿潤側で締固めたこととともに、間げき圧を高める結果となる。事実、ピエゾメータによって測定したしゃ水壁中央部の間げき圧は、図-10 に示すように、設計値（最適含水比状態）以上に高い値を示している。しかし、これは時間の経過とともに減少し、その年の冬期休止期間中に設計値以下にまで減少しており、安定性をおびやかす原因とはならず、むしろ、透水係数を低下させることに効果があったと考えてよい。

図-11 御母衣ダム概要図



参考文献

- 1) Hilf, J.W.: "Compacting Earth Dams with Heavy Tamping Rollers", Proc. Paper 1205, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, Proceedings ASCE, April 1957
- Davis, F.J.: "Quality Control of Earth Embank-

- ment", Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Switzerland, 1953, Vol. 1
- 2) 浅尾 格・三国英四郎: "御母衣ダム土質しゃ水壁締固め管理試験方法について", 土と基礎, 36 号 Dec. 1959 (原稿受付: 1961.3.9, 10.9)

1962

定価各 240 円

土木技術者の手帖

道路手帖

書くだけの手帖から1日に1度は役に立つ携帯用小型便覧へ。手帖の常識を破つて好評サクサクの森北出版が誇るデラックス手帖です。

○ 売切れないうちにお求め下さい

○ 店頭がない時も取寄せて貰えます

☆ 建築家の手帖(240円), 建築設備手帖(220円)も同時に発売しております。

東京都千代田区神田小川町3の10

森北出版株式会社

振替東京 34757 電話(291) 2616

◀ 大好評 第5版発売中 ▶

土木設計・計画・施工のコンサルタント

成瀬勝武・本間 仁・谷藤正三 監修

土木設計データブック

[B5判 780頁 豪華本 3,200円 千100]

日大教授・工博 久宝雅史 著

海岸工学

A5 296頁 800円

測量実務叢書 全12巻 ☆は既刊

★ 測量計算法 620円	★ 写真測量 480円
トラス測量 近刊	★ 地籍測量 950円
★ 水準・スタジ 400円	河川測量 続刊
★ ア・平板測量	★ 海岸・港湾測量 680円
★ 三角・天文測量 430円	★ 農林・鉱山・ト
★ 地形測量・地図編集 750円	★ シネル測量 420円
	測量用語集 続刊

最新刊 多谷虎男著 路線測量 450頁 1300円

最新刊

水道, 簡易水道, 専用水道のすべてを詳述!

都市上水道

東大名譽教授 工博 広瀬孝六郎著

本書は、水道法による水道、簡易水道、専用水道の3つを都市上水道と定義して、都市上水道のすべてを解説した水道人はもちろん関係技術者必携の書である。〔主要目次〕総論（構成、目的、沿革）上水の要求（水量、水質、上水検査）自然水—水源（水の種類と不純物、天水、地表水、地下水、水源と水量）取水（水源の比較と選択、天水、地表水、地下水、貯水池）導水（導水方法、開水路、管水路）浄水（目的と方法）……………ほか3章。

B5判上製 300頁 定価 1,200円

多層ラーメンの数値計算法

G. KANI 著 奥村・佐々木共訳 B6判200頁 定価 350円

階層ラーメンにおいて節点の変位しないと仮定できないような場合がよくある。本書は種々な不合理を除くために役立つ計算方法を研究し、その研究結果を詳述した好書

技報堂

東京都赤坂溜池5 振替東京10 電話(481) 8581

内容説明書は誌名ご記入の上お申込み下さい