

第8章 ロック材大型三軸圧縮試験

設計時においてロック材の盛立ては①購入骨材を碎石場から直接10tダンプトラックにて盛立て面に運搬する方法と、②一旦仮置きヤードに仮置きした後に46tダンプトラックにて盛立て面まで運搬する方法の2つを合わせて行う計画としていた。

しかしながら、実施工時において、ロック材現場盛立試験を行った結果、①で運搬した材料（直送材と称する）では、材料混合が十分に行うことができず、部分的に材料粒度が粗めに偏った範囲については設計時の締固め密度を満足しない結果となつた。

ただし、上記状況については、材料が設計時に想定していたものよりも強度の低いものになったわけではなく、当初設計時と比べて岩石が硬質で比重が大きいために、細粒分が少ないと十分に締め固まらない（湿潤密度が設計時の値を満足しない）傾向があることが設計時現場盛立て試験結果により確認されている。また、現場盛立て試験状況を確認したところ、前述のとおり岩石自体は堅硬な良質な材料であるため、締固め密度が小さい場合においても設計時の内部摩擦角を有した材料であることが想定された。

そのため、実施工時において用いるロック材で強度試験を実施し、せん断強度と締固め密度の関係を把握することで、締固め密度が当初設計段階よりも小さくなつても堤体形状やゾーニングの変更を行わなくても良い可能性が生じた。

また、「4.3 外部ロック材の設計強度見直し可能性検討」では、外部ロック材の設計強度について、現形状における堤体安定性に対して若干の余裕を有していることを確認した。

以上を踏まえ、本検討では実施工時において採取された外部ロック材を用いて大型三軸圧縮試験を実施し、材料強度を求めた。

8.1 試験材料採取

大型三軸圧縮試験に使用する材料を安威川ダム施工現場に仮置きしているロック材より採取した。

試験に用いる材料は事前に施工業者にて購入した材料であり事前に最大粒径 300mm に調整したものを 1.2t 程度採取した。

表- 8.1.1 資料採取概要

採取日	2017年7月13日（7月11日事前確認実施）
採取材料	砂岩（一部泥岩を含む）碎石
採取量	1.2t
粒径	最大粒径 300mm

次頁に採取状況を示す。



写真- 8.1.1 搬出する材料



写真- 8.1.2 資料搬出状況

8.2 大型三軸圧縮試験

8.2.1 試験方法

採取した資料を基に、以下のとおり試験を実施した。

(1) 供試体作成

供試体は JGS0530 に基づき、作成した。

1) 供試体寸法

$\phi 300 \times h600\text{mm}$

2) 試験数

1 試料 $\times 6$ 拘束圧で試験を行う。

3) 粒度分布

施工業者にて実施されている現場盛立て試験の結果、外部ロック材の粒度分布が粗粒側ほど間隙率が大きくなり締固め後の密度を満足しない結果となることが明らかとなっている。

本試験では、最も密度が出にくい状況を再現し、その時の強度を把握することが目的であることから、本試験で用いる供試体は外部ロック材の粗粒側の規格粒度分布の相似粒度 ($D_{\max}=63.5\text{mm}$) で作成することとした。

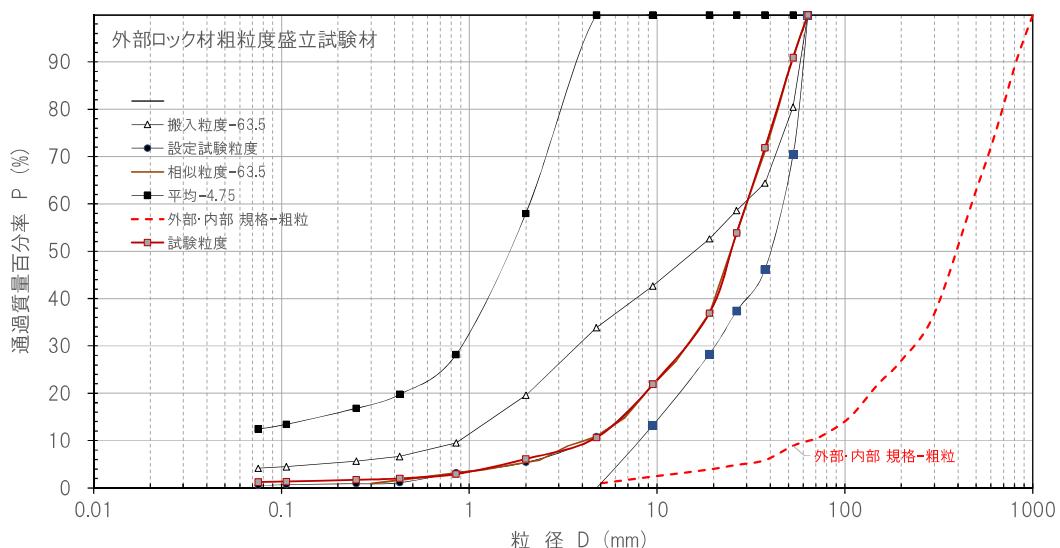


図- 8.2.1 三次元変位測定器の例

4) 間隙比

本試験では、規定の締固めエネルギーを与えた時の強度を求めることが目的ではなく、現場盛立て試験で確認された締固め状態での強度把握が目的であることから、間隙比をあらかじめ設定した。

下表に、現場盛り立て試験時における全体密度を示す。表にしめすとおり、間隙比が 0.310(規定値)よりも大きくなっており、その結果密度も規定値を満足していない状況である。

以上を踏まえ、本試験では間隙比 $eb=0.350$ となるよう 5 層に分けて計量し、突き固めて試料を作成することとした。

表- 8.2.1 現場試験における全体密度

材料名	状態	転圧機械	仕上厚cm	転圧回数N回	試験番号	全体密度				
						温潤密度 ρ_{t_T} g/cm ³	含水比 W _T %	乾燥密度 ρ_d_T g/cm ³	有効間隙比 eb	飽和密度 ρ_{sat} g/cm ³
管理基準値(設計値)						≥2.083		≥2.04	≤0.31	≥2.28
外部口ツク	仮置き	20リード	6	R1-20-6-1	1.924	0.6	1.913	0.420	2.200	
				R1-20-6-2	2.083	0.7	2.069	0.316	2.293	
				R1-20-6-3	2.128	0.9	2.109	0.283	2.330	
				平均値	2.045	0.7	2.030	0.340	2.274	
			10	R1-20-10-1	2.087	0.8	2.070	0.312	2.299	
				R1-20-10-2	2.036	0.3	2.030	0.343	2.276	
				R1-20-10-3	2.064	0.7	2.050	0.319	2.309	
				平均値	2.062	0.6	2.050	0.325	2.295	
				全体平均	2.054	0.7	2.040	0.332	2.285	

→ $eb=0, 350$ とした。



写真- 8.2.1 土の粒度試験（分級作業）(1)



写真- 8.2.2 土の粒度試験（分級作業）(2)



写真- 8. 2. 3 供試体作成(1)



写真- 8. 2. 4 供試体作成(2)

(2) 圧縮試験

大型三軸圧縮試験は JGS0524 に基づき実施した。

1) 排水条件

外部ロック材は透水性が低く、また盛り立て（圧密）後の強度を把握することが目的であることから、CD（圧密排水）法によって試験を行う。

2) 側圧

作用させる側圧は以下の 6 拘束圧とする。

50、100、200、400、600、800 kN/m²



写真- 8.2.5 試験機

8.2.2 試験結果

以下に、試験結果を示す。

試験の結果、試験に用いた材料であれば、間隙比 $e=0.350$ であっても外部ロック材の内部摩擦角の設計値 $\phi=41^\circ$ 以上を有していることを確認した。

なお、試験結果の詳細については添付試料に示す。

大型三軸圧縮試験結果

- ・粘着力 $c = 52.6 \text{ kN/m}^2$
 - ・内部摩擦角 $\phi = 41.5^\circ$
 - ・曲線近似法による強度
 $A = 1.7255, b = 0.9141$

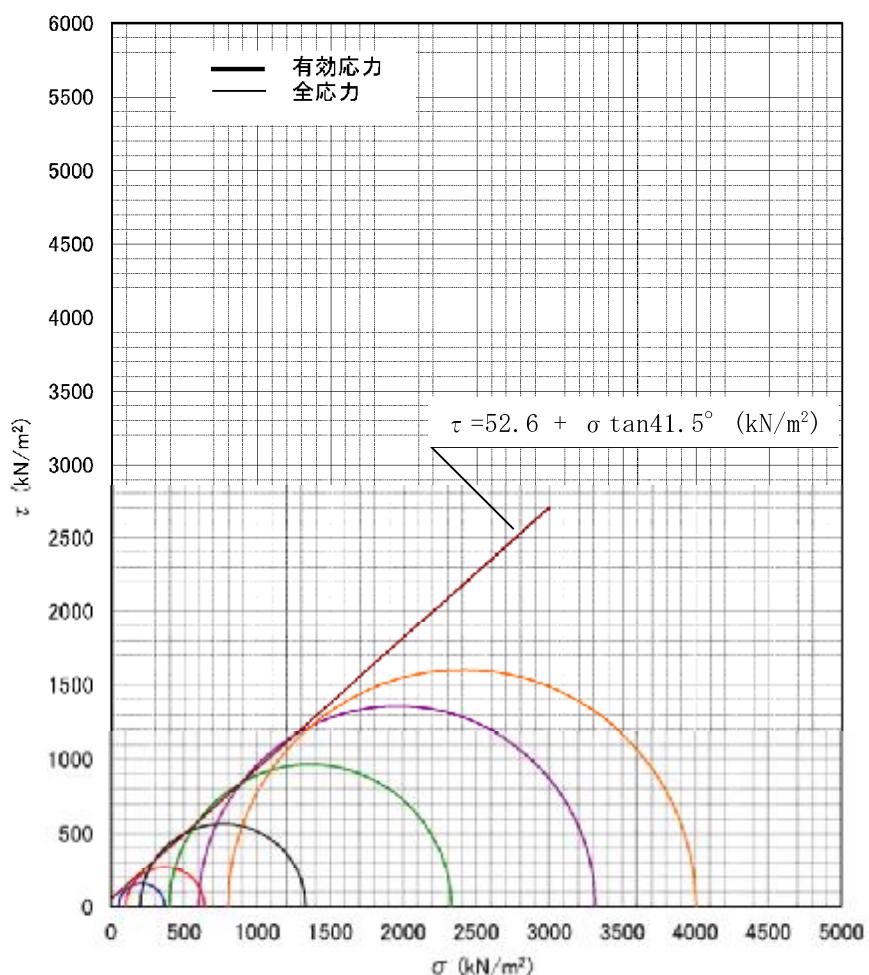


図- 8.2.2 大型三軸圧縮試験結果

試料名：粗粒側外部ロック材 NO.1 全応力

供試体No	1	2	3	4	5	6
σ_3 kN/m ²	50.0	100.0	200.0	400.0	600.0	800.0
σ_{1f} kN/m ²	368.3	640.1	1333	2330.4	3316.7	4006.1
ϕ_0 kN/m ²	49.5	46.9	47.7	45.0	43.9	41.8
a kN/m ²	69.8	68.4	68.8	67.5	67.0	65.9
σ_n kN/m ²	88.0	173.0	347.8	682.8	1016.2	1333.7
τ_t kN/m ²	103.3	184.6	381.6	682.6	978.5	1194.2

$\tau = A(\sigma_n)^b$
A= 1.7255
b= 0.9141

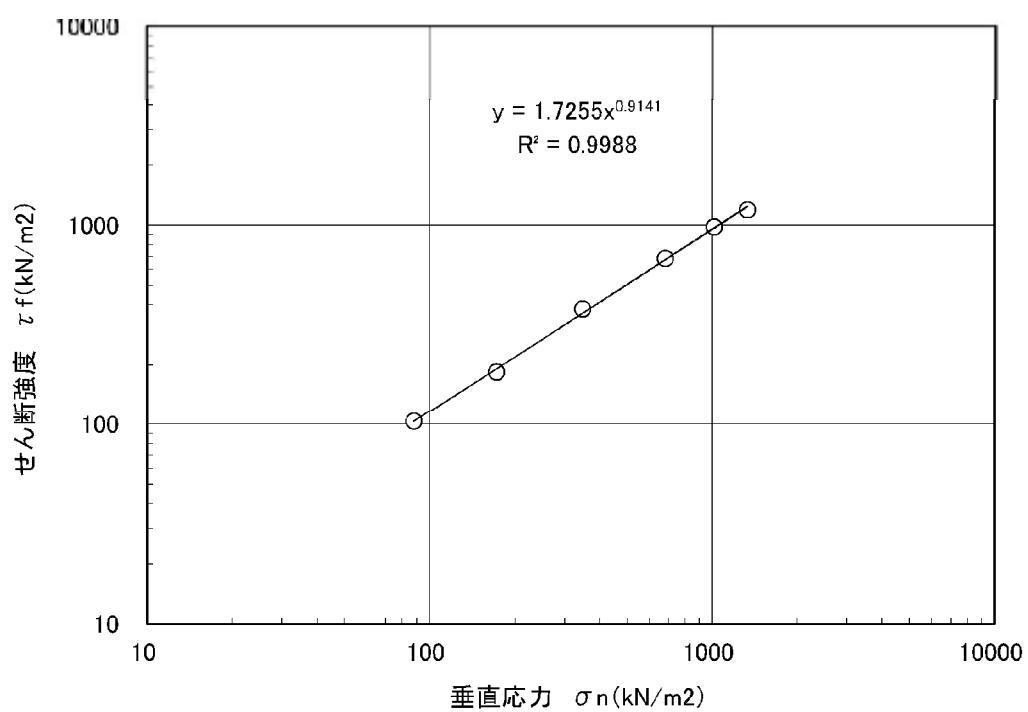


図- 8.2.3 曲線近似法による強度の算定

【参考資料】供試体試験前後写真

σ' c=50kN/m²



試験前供試体



試験後供試体

σ' $c=100\text{kN/m}^2$



試験前供試体



試験後供試体

$$\sigma' \quad c=200\text{kN/m}^2$$



試験前供試体



試験後供試体

$$\sigma' \quad c=400\text{kN/m}^2$$



試験前供試体



試験後供試体

σ' $c=600\text{kN/m}^2$



試験前供試体



試験後供試体

$$\sigma' \quad c=800\text{kN/m}^2$$



試験前供試体



試験後供試体