

低品質材料のせん断強度および変形特性

独立行政法人土木研究所 正会員 豊田 光雄 正会員 金子裕司

1. はじめに

フィルダムのロック材料には、比較的堅硬で粒度分布の良い粗粒材料が用いられる。近年、現地発生材料における軟質材料やコア材料およびフィルター材料のオーバーサイズ材料(ほぼ均一粒度に近い)の有効利用が望まれている。これらの材料が使用できれば利用範囲の拡大が図られ環境保全、コスト削減につながる。なお、筆者らはこれまで数多くのロック材料の試験を行っている¹⁾。ここでは、表-1、図-1に示す試験材料を対象に均等係数の小さい材料と軟質材料の工学特性を良質材料のそれと比較検討を行った結果を述べる。

2. 均等係数の小さい材料の強度・変形特性

良質材料は CM 級の花崗岩とし、その均等係数 U_c は 12 (CASE-4) である。これに対し、オーバーサイズ材料の粒度は $U_c = 3$ (CASE-7) を想定した。図-2 は両者に対する三軸圧縮試験の応力～ひずみ曲線の一例である。いずれの供試体も相対密度 85% 以上で気乾状態の試験である。 $U_c = 12$ ではひ

ずみの小さい領域でピーク強度が現れるのに対し、 $U_c = 3$ では応力のピーク値は試験範囲の最終ひずみである 15% で最も大きくなる。また、各側圧とも最大主応力差は $U_c = 12$ に比べて小さい。図-3 はモールの応力円の包絡線のみを描いたものである。 $U_c = 3$ のせん断強度の発現は低い。さらに図-4 に示す側圧 σ_3 と内部摩擦角 ϕ_0 の関係において、 $U_c = 3$ (□) の ϕ_0 は $U_c = 12$ (■) のそれを 8° 近く下回っている。図-5 は σ_3 と変形

係数 E_{50} の関係を示している。 $U_c = 12$ (■) の値

はばらついているが、側圧の上昇に伴って E_{50} も高くなる傾向がある。一方、 $U_c = 3$ (□) の場合には明瞭な応力依存性が認められず、 E_{50} がやや低下していく傾向にある。

3. 軟質材料の強度・変形特性

軟質材料として緑色片岩 (CASE-13, CASE-29) と千枚岩 (CASE-27) の両材料を良質材料と比較した。両材料とも破碎されやすい。千枚岩は扁平状の粒子形状である。良質材料と同等またはそれ以上の均等係数を有し、粒度分布は良い。緑色片岩では間隙比を変えている。図-6 に三軸圧縮試験(気乾状態)における応力-ひずみ関係を示

表-1 検討ケースの材料の物性値

ケース	岩種	均等係数	吸水率 Q (%)	間隙比 e
Case-4	花崗岩	12	1.3	0.29
Case-7	(CM)	3	1.4	0.55
Case-13	緑色片岩	12	1.2	0.35
Case-29	緑色片岩	14	2.7	0.30
Case-27	千枚岩	20	0.9	0.21

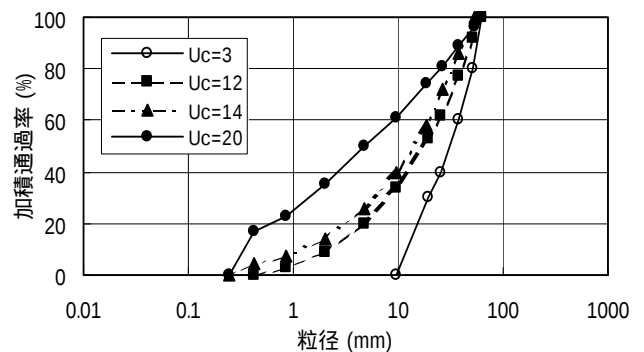


図-1 各材料の試験粒度

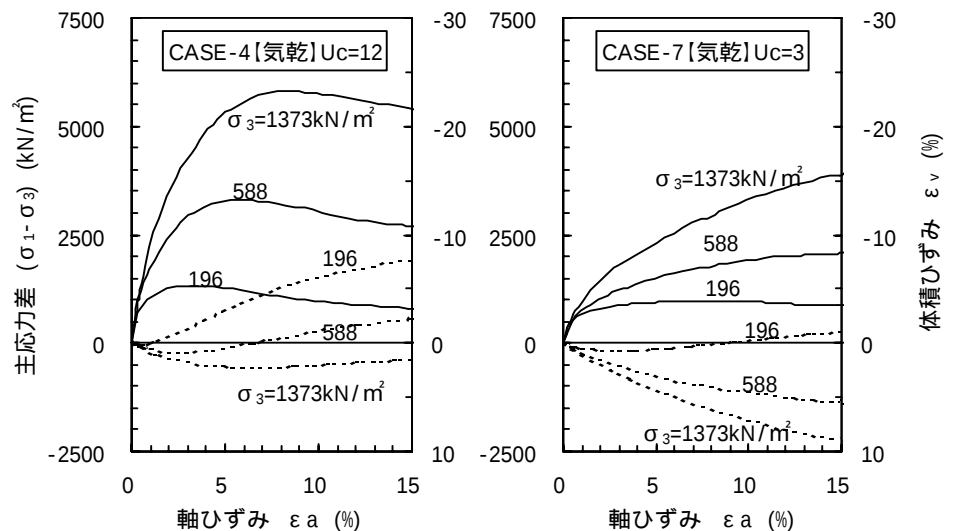


図-2 均等係数の違いによる応力～ひずみ曲線の比較

キーワード：低品質材料，せん断強度，変形特性，フィルダム，ロック材料

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 Tel:029-879-6781 Fax:029-879-6737

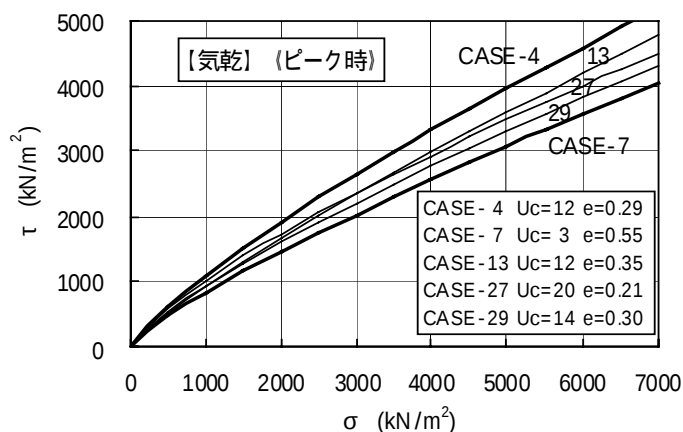


図-3 モール円の破壊包絡線

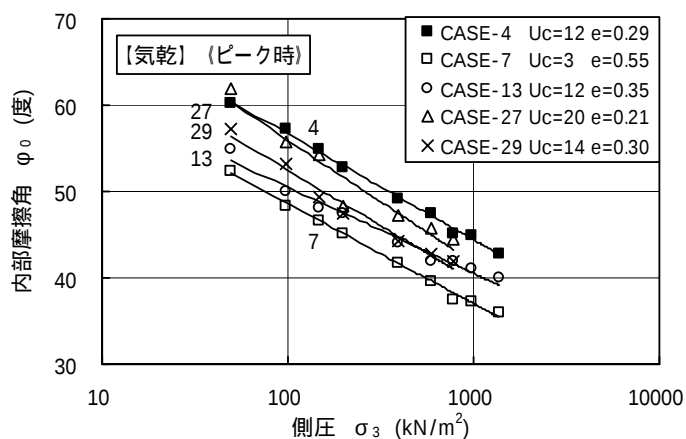


図-4 側圧 σ_3 と内部摩擦角 ϕ_0 の関係

す。緑色片岩の CASE-13, 29 では、主応力のピーク値があまり明瞭ではないが、先に述べた $U_c=3$ に比べるとやや明瞭といえる。千枚岩では緑色片岩より粒度分布も良く、さらに締固め密度をあげているために主応力のピーク値が明瞭に生じている。

これらのせん断強度および変形係数については、先ほど述べた図-3～図-5 に併記している。軟質材料の($\circ$, $\times$)のせん断強度は、良質材料($\blacksquare$)と均等係数の小さい良質材料($\square$)との中間にある。図-4 の ϕ_0 においては、側圧の小さいときに間隙比の影響が生じており、間隙比が最も小さい CASE-27 は良質材料と同様の ϕ_0 の値を示している。

図-5 の E_{50} をみると、間隙比の小さい CASE-27 の E_{50} は良質材料と同等の E_{50} であるが、CASE-13, 29 の材料の E_{50} は良質材料の 1/2 程度しかない。

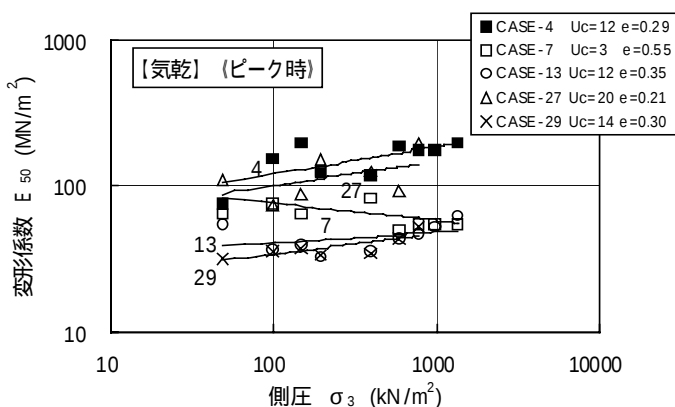


図-5 側圧 σ_3 と変形係数 E_{50} の関係

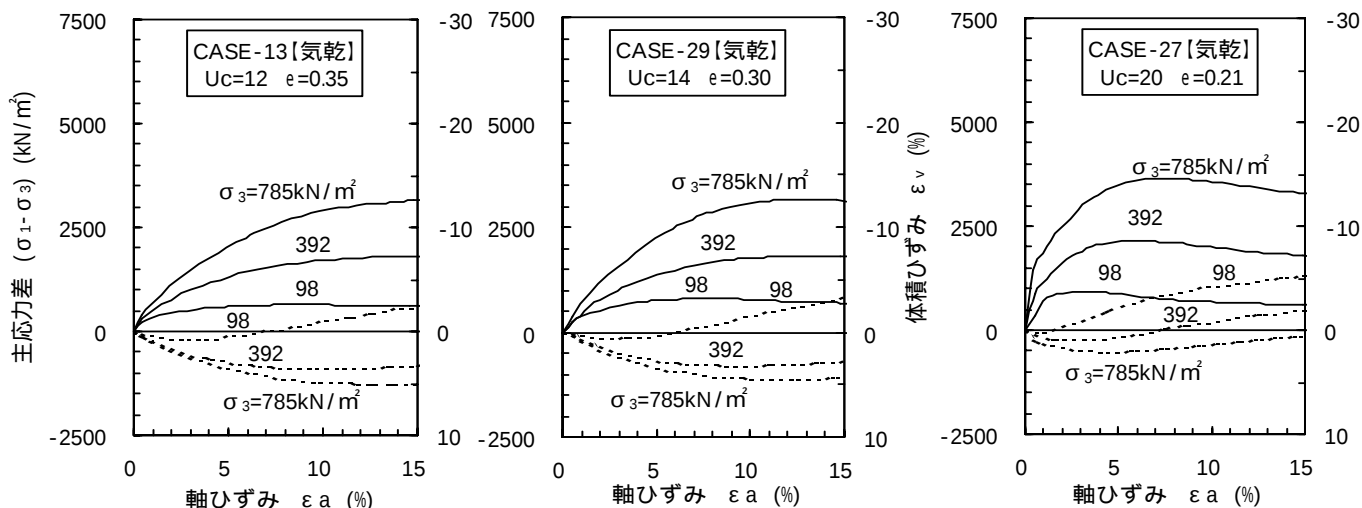


図-6 軟質材料の応力～ひずみ曲線の比較

4. まとめ

今回の検討より次のことがわかった。良質材料であっても、オーバーサイズ材料のような均一粒度のせん断強度および変形性は、粒度の良いものに比べて小さい。軟質材料は、締固め度を上げることによってせん断強度、剛性を大きくすることができる。以上の結果を踏えると、オーバーサイズ材料では小割するか他の材料を混合して粒度分布を良くすること、軟質材料はせん断密度を大きくするために、よく締固めて使用することが好ましいと考えられる。