

一次元高圧下におけるロックフィルダムコア材の静止土圧係数に関する一考察

(株)ニュージェック 正会員○平井 俊之, 竹澤 請一郎, 片山 周平
 関西電力(株) 正会員 吉田 次男, 久野 和典
 名古屋工業大学 正会員 松岡 元, 孫 徳安
 中央大学理工学部 正会員 原 忠

1. はじめに

中央遮水壁型ロックフィルダムのコアゾーンの盛立材料には、細粒分が多く透水係数の低い風化岩等を用いるが、実際には最大の粒径が 150mm 程度の礫分を含む場合も多い。このような礫分を含むコア材の力学特性を評価する場合、三軸試験などでは供試体径による最大粒径の制約を受けやすい。また、通常の室内要素試験で付加可能な圧密応力の範囲は、現場で受ける載荷応力より小さいことが多い。

本報は、これまで著者らがロックフィル材に対して実施してきた大型一次元圧縮試験機による圧縮試験¹⁾をコア材に適用し、1960kPa 程度の応力まで載荷した圧縮試験結果に対して静止土圧係数(K_0 値)についてとりまとめたものである。

2. 試験装置

図-1 に大型一次元圧縮試験機の概要を示す²⁾。本試験機は、内径 760mm、高さ 160mm（最下部は 180mm）の鋼製円筒リング 4 層、上部載荷板、ペDESTAL および移動台車で構成されている。側面摩擦を低減するため、円筒リング間には國生ら³⁾の研究同様、高さ 15mm のゴムリングを設けている。さらに試料側面との接触面で生じる摩擦を低減するために、円筒リング内壁に厚さ 0.3mm のゴムシートを貼りつけた。計測は、アムスラー載荷枠に固定したバネ式変位計により上部載荷板の 2 カ所で軸変位を測定し、鉛直応力は上部載荷板上に配置した容量 980kN のロードセルにより求めた。さらに、円筒リングの側面には各層ごとにひずみゲージを貼り付け、載荷・除荷時の土槽の平均的なひずみを計測し、試験過程での土槽壁面に作用する水平応力を算出した⁴⁾。

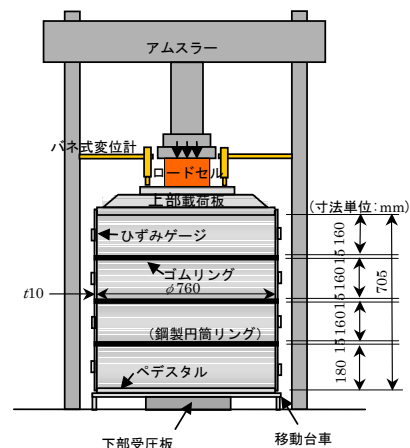


図-1 大型一次元圧縮試験機

3. 試験試料及び試験方法

図-2 に試料の粒径加積曲線を示す。試料はロックフィルダム貯水池周辺の自然斜面から採取した C_L 級および D 級の風化岩を、ダム施工時に等しい配合比(D 級: C_L 級=1:0.55)で混合して作成した。ここで、図中の破線はダム盛立時のコア材のとりうる粒度範囲（これを管理値と称する）を表しているが、本研究で用いた試料は、粒径の小さい側への偏りが見られるがほぼ管理値の範囲内に収まることがわかる。供試体作成は、試料を 5 層に分け、各層ごと重さ約 30kg の手動杭打ち機により所定密度まで動的に締固める。ここで締固め後の供試体乾燥密度は、JIS A 1210 に準じて実施した締固め試験結果より $\rho_d=1.4\sim1.5$ (g/cm³)、含水比 $w=24\sim27\%$ 程度を目標値とした。圧縮試験は上部載荷板を介してアムスラーによる鉛直載荷を行い、最大鉛直応力 $\sigma_v=1,960$ kPa に達するまで載荷・除荷を繰返し行った。

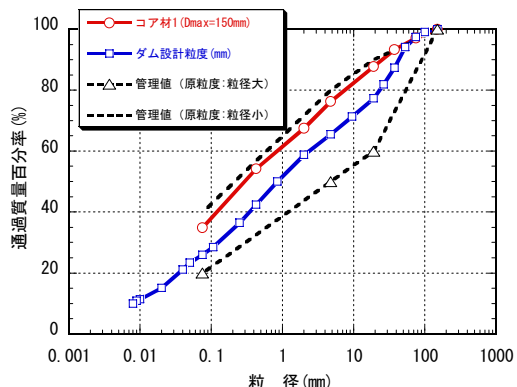


図-2 粒径加積曲線

キーワード ロックフィルダム, コア材, 静止土圧係数, 高拘束圧, 圧縮試験

連絡先 〒531-0074 大阪市北区本庄東二丁目 3 番 20 号 (株) ニュージェック TEL. 06-6374-4038 / FAX. 06-6374-5149

4. 試験結果および考察

図-3 に圧縮試験における鉛直方向の载荷応力と静止土圧係数 K_0 値との関係を示す。水平応力は端面摩擦の影響がなく、载荷荷重の伝達が良好な円筒土槽中間部である第2層目と第3層目の平均値を用いている。鉛直応力はおおよそ 650kPa 毎に段階载荷・除荷を行っている。処女载荷過程では K_0 値は 0.4 程度とほぼ一定である。除荷に伴って急激に K_0 値が大きくなるが、再载荷に伴って再び小さくなり 0.4 程度の一定値に落ち着いていることがわかる。

図-4 に処女载荷時の鉛直応力-応力比関係を示す。同図中には既往の研究⁵⁾で実施したロック材(CH材およびCM材)の同様な結果を併せて示している。これより、高応力下でのコア材の K_0 値はおおよそ 0.38 程度であり、ロック材(約 0.35)に比べやや大きい。また、ロック材は軸応力 σ_v の増加に伴い K_0 値が低下傾向を示すのに対し、コア材は σ_v が 300kPa 以上の範囲では、 K_0 値はほぼ一定値に収束しており、高応力下での変化傾向がやや異なっている。

図-5 に除荷時の鉛直応力-応力比関係を、図-6 に再载荷時の鉛直応力-応力比関係をそれぞれ示す。これらより、除荷時および再载荷時の K_0 値の変化傾向は材料によらずほぼ等しい傾向を示すことがわかる。これらの試験結果は、载荷時の K_0 値は応力によらずほぼ一定値を示すが、除荷に伴い K_0 値が大きくなる既往の砂礫の研究結果⁶⁾ともほぼ整合している。コア材の除荷①と除荷②、③とで鉛直応力に対する K_0 値が異なっているが、除荷①時は試験結果から求めた降伏応力 P_c (=約 500kPa)より鉛直応力の方が小さく、除荷②、③時は大きいという違いがある。

5. まとめ

①大型一次元圧縮試験結果より求めたコア材の K_0 値は 0.38 であり、高応力下ではロック材の K_0 値(=0.35)よりやや大きい。②载荷過程では、 K_0 値の変化傾向はコア材とロック材とで異なる。③コア材の除荷過程より求めた K_0 値は、ロック材とほぼ同様な変化傾向を示す。④本研究に用いた大型一次元圧縮試験機は、高拘束圧下におけるロックフィルダムコア材の変形特性をより適切に評価できる可能性がある。

参考文献

- 1) 岩名ら：大型一次元圧縮試験機を用いたロックフィル材の圧縮特性，第 38 回地盤工学研究発表講演集，pp.553-554, 2003.
- 2) 片山ら：大型一次元圧縮試験によるロックフィルダム・コア材の変形特性，第 40 回地盤工学研究発表講演集，投稿中
- 3) 國生ら：一次元圧縮試験機を用いた高圧下における砂礫の静止土圧係数と変形特性，砂質土の力学特性に関するシンポジウム，2001.
- 4) 岩名ら：大型一次元圧縮試験によるロック材の変形特性の評価とその適用事例，電力土木，No.313，pp.9-17, 2004.
- 5) 片山ら：一次元高圧条件下におけるロックフィル材の鉛直応力と水平応力の関係，第 59 回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.65-66, 2004.
- 6) 工藤ら：砂礫地盤の静的力学特性，電力中央研究所報告，研究報告：U90033，pp.44-46, 1990.

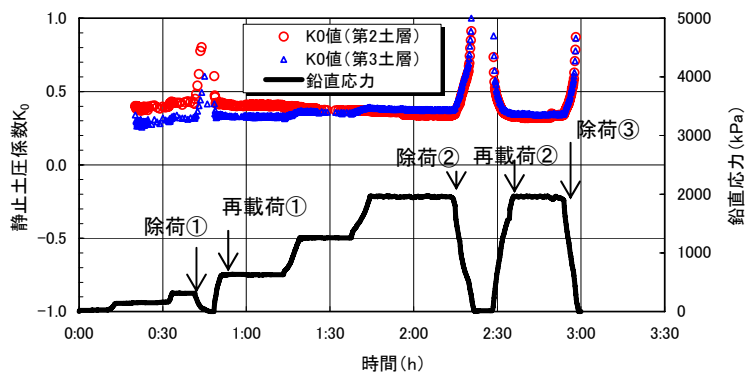


図-3 鉛直応力と K_0 値の関係

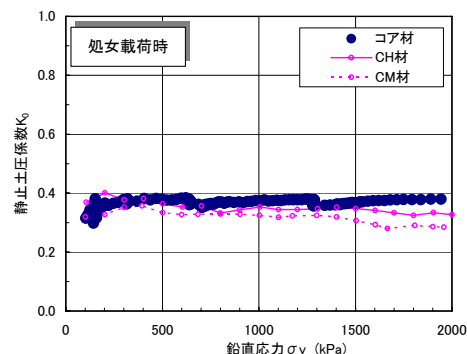


図-4 処女载荷時の鉛直応力と K_0 値の関係

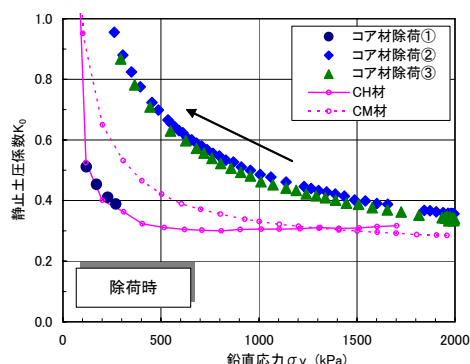


図-5 除荷時の鉛直応力と K_0 値の関係

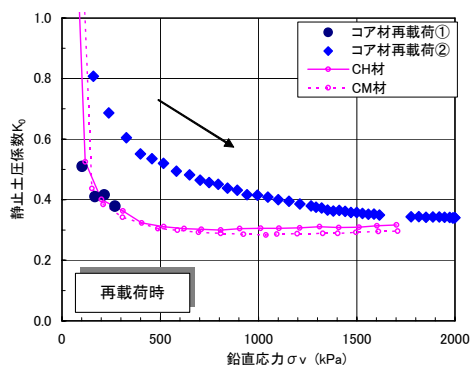


図-6 再载荷時の鉛直応力と K_0 値の関係