# ロックフィル材の原位置大型一面せん断試験と室内大型一面せん断試験の比較

名古屋工業大学　正 会 員　　○松岡　元、劉　斯宏
〃　　学生会員　　篠崎　岳太、山田　章史

## 1．はじめに

小型および大型簡易一面せん断試験機を用いて地盤材料のせん断強度を簡便に求める方法をすでに提案している[1)~4)]。その結果、せん断枠の大きささえ調整すれば、同じ原理に基づいて、様々な粒径の地盤材料に対して試験できることが明らかになった。本研究では、まず最大粒径 63 ㎜ のロックフィル材に対して密度による強度への影響を見るために、2 種類の密度で室内大型一面せん断試験を行った。また、実際のロックフィルダムの建設現場でまき出し厚さ 1mの中間点において原位置大型一面せん断試験を行い、これらの試験結果を比較・検討した。

## 2．室内大型一面せん断試験

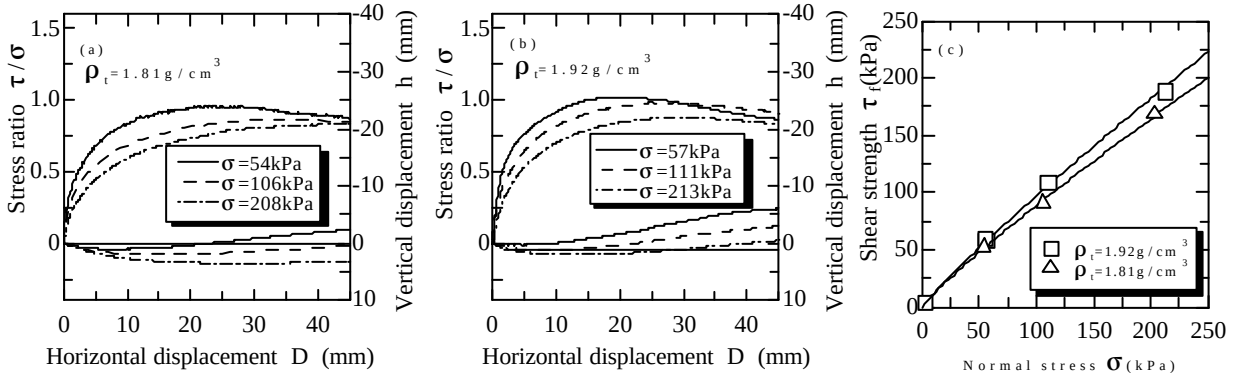
写真-1 は室内大型一面せん断試験機の全景を示したものである。この試験機は、油圧ユニットにより垂直荷重と水平荷重（せん断力）がそれぞれ 10ｔｆまで載荷できる。今回の試験では、60㎝×60㎝=3600㎝$^2$のせん断枠を用いた。試料としては、あるロックフィルダムにおける最大粒径 $D_{max}$=63㎜ の頁岩試料を用いた。また、密度の強度への影響を見るために $\rho_t$=1.81g/㎝$^3$ と $\rho_t$=1.92g/㎝$^3$ の 2 種類の密度に対して室内大型一面せん断試験を行った。

図－1 は室内大型一面せん断試験結果を示したものである。図－1（ａ）、（ｂ）は、それぞれ $\rho_t$=1.81g/㎝$^3$ と $\rho_t$=1.92g/㎝$^3$ の頁岩試料の各垂直応力下におけるせん断・垂直応力比 $\tau/\sigma$ ～水平変位 D、垂直変位 h ～水平変位 D 関係図を示したものである。それぞれ少しゆるい砂と少し密な砂の応力比～ひずみ～ダイレイタンシー関係と類似した挙動を示しているのが見られる。また図－1（ｃ）は、各密度に対するせん断強度 $\tau_f$～垂直応力 $\sigma$ 関係図を示したものである。基本的に摩擦性材料である粗粒材料の破壊包絡線は原点を通り真の粘着力ｃはゼロとなるべきであるので、せん断強度 $\tau_f$～垂直応力 $\sigma$ 関係は指数関係 $\tau_f = a(\sigma)^b$ で表す。図－1（ｃ）中に示す上に凸な曲線はこの指数関係を示したものである。両者を比較すると、密度が大きい程せん断強度も大きくなるのが見られる。

写真－１　室内大型一面せん断試験機の全景

## 3．原位置大型一面せん断試験

室内大型一面せん断試験と同じ原理の原位置大型一面せん断試験を、あるロックフィルダムの建設現場で行った。原位置試験で用いたせん断枠は 122.5㎝×122.5㎝=15000㎝$^2$のものである。試料は、室内試験と同じロックフィル材料を用いた。ただし、試験粒度は原地盤の粒度そのままとした。今回の試験において特筆すべき点は、せん断枠の位置をまき出し厚さ 1mの中間点としたことである。現場での締固めは、主として重機による転圧によっている。この方法では、転圧を層に分けて行って



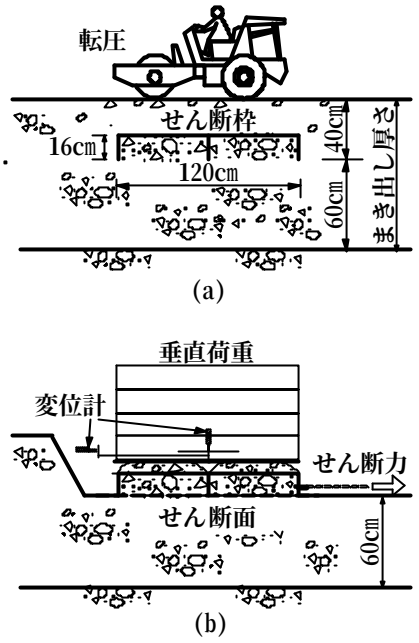

図－１　室内大型一面せん断試験結果

キーワード：原位置試験、一面せん断、せん断強度、ロックフィル材
〒466-8555　名古屋市昭和区御器所町　TEL 052－735－5483, FAX 052－735－5483, 5497

も各層の深度に対して密度の違いが生じてしまう。地盤表面では高密度となるが、深くなるにつれて低密度になってしまうのが現状である。よって、せん断枠の位置を、各層に対して最も平均的な密度となる深さ方向の中心付近にセットした。ただし、せん断ゾーンの厚さを考慮して、まき出し厚さ 1mに対して地盤表面から 40ｃｍの位置にせん断枠をセットした。その後、40ｃｍ埋め戻し実際施工と同じように転圧を行った（図－2(a)参照)。そして、せん断枠の上部、前面（せん断方向)、後面、両側面の地盤を掘削し、試験を行った（図－2(ｂ)、写真－2 参照)。

図－3 は、原位置大型一面せん断試験結果を示したものである。図－3（ａ）は、各垂直応力下のせん断・垂直応力比τ/σ～水平変位Ｄ、垂直変位ｈ～水平変位Ｄ関係図である（σ＝5ｋＰａのような低拘束圧下での試験も垂直荷重を減らすことによって容易に実施できる！)。図－3（ｂ）は、せん断強度$\tau_f$～垂直応力σ関係図である。このロックフィルダムの設計強度はφ=40.5°（ｃ＝0）であるので、図－3（ｂ）より試験結果は設計強度を十分満足していることがわかる。また図－4 は、原位置大型一面せん断試験結果と室内大型一面せん断試験結果の比較を示したものである。室内試験より原位置試験の方が高い密度なので、せん断強度が高めになっていることがわかる（なお、室内試験の試料は原位置試験の試料の剪頭粒度試料である)。

また、上述したように今回の原位置大型一面せん断試験は、せん断枠を埋設している。このことは、せん断枠のセット位置によって地盤の種々の深さでのせん断強度を測定することができることを示している。このような本試験機の持つ適用性の広さやタフネスさは、現場試験における重要な要素である。現場の様々な要望にも答えうる本原位置一面せん断試験法は、今後広く利用されるものと期待される。

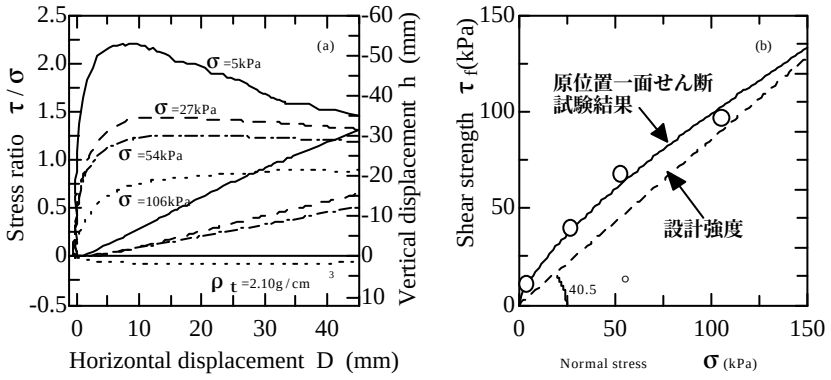



図－2　原位置大型一面せん断試験の概念図

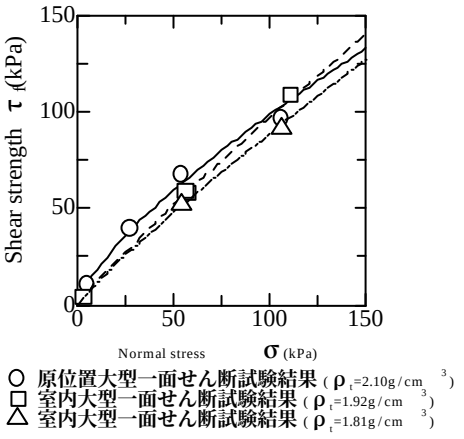
写真－2　原位置大型一面せん断試験の状況

### 参考文献


1) Matsuoka, H. and Liu, S.H.: Simplified direct box shear test on granular materials and its application to rockfill materials, *Soils and Foundations*, Vol.38, No.4, 1998.
2) 松岡元・劉斯宏・佐藤忍・板原大明・井野隆・波多野憲・西方卯佐男・安原敏夫・井尻健嗣(1998)：粗粒材の現場大型簡易一面せん断試験，土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ－A35,pp.68-69.
3) 松岡元・劉斯宏・佐藤忍・柴原健人・工藤アキヒコ・西方卯佐男・井尻健嗣(1999): 粗粒材の原位置大型一面せん断試験，第 34 回地盤工学研究発表会発表論文集,D-6,229,pp.459-460.
4) Matsuoka, H., Liu, S.H., Sun, D. and Nishikata, U.: Development of a New In-situ Direct Shear Test, *Geotechnical Testing Journal*, GTJODJ, American Society for Testing and Materials (ASTM), Vol.24, No.1, March 2001, pp.99-109.


図－3　原位置大型一面せん断試験結果




図－4　原位置一面せん断試験と室内大型一面せん断試験の比較