

III-151

人工軟岩を用いた岩盤せん断試験時の間隙水圧挙動

(財)電力中央研究所 正会員 野崎 隆司

同 上 正會員 岡本 敏郎

同 上 正會員 西 好一

1. はじめに 重要構造物の基礎となる岩盤の耐震性評価に用いられる強度定数は、通常、原位置での岩盤せん断試験に基づいて決定される。この内、特に軟岩を対象とする場合、その強度特性は間隙水の影響を受けやすいため、軟岩の岩盤せん断試験における排水条件を明確にし、得られる強度の意義を明らかにしておく必要がある。本報告は、軟岩を対象とした岩盤せん断試験時の排水条件の評価を目的として、室内での模型岩盤せん断試験を実施し、その間隙水圧挙動より、最大せん断強度に対して検討を加えたものである。

2. 試験装置 今回の模型岩盤せん断試験に用いた試験装置を図-1に示した。本装置は原位置での岩盤せん断試験を室内で再現したものであり、載荷は垂直荷重については、電動ポンプにより油圧ジャッキで、せん断荷重については、手動油圧ジャッキで行っている。供試体寸法は、上部せん断部が30cm×30cm×20cmであり、下部ブロックは1m×1m×0.5mである。上部せん断部の断面積は通常の前位置試験の1/4である。なお、上部せん断部のキャッピングは鉄製ブロック粋を用いており、載荷板にはローラーを付けて摩擦を軽減するようにした。

3. 供試体 試験に用いた供試体は表-1に示す配合(重量比)で作成した人工材料を用いた。供試体の作成手順は図-2に示すように、①まず試験体容器に型枠を載せ漏水のないように密閉した後に、容器内を水で満たす。②次に別の容器で表-1の配合で作成した流動性の人工材料をポンプで容器内に注入し、水をあふれさせながら置換する。③数日間放置し、固化するのを待つ。この際、表面が乾燥しないように、供試体上面には水を供給する。④固化したら上の型枠をとりはずし、供試体上面に水を供給しながら養生する。⑤十分に養生させた後、せん断ブロック部の表面を少し削り、鉄製キャブブロックをかぶせ、両者の隙間に同一配合の材料を流し込んで密着させ、試験に共した。上記の手順をとったのは、極力試験体を飽和状態に保つためである。なお間隙水圧計は、ガイドを設けて①の時点で、せん断面付近に5ヶ所水中でセットした。本試験開始前に、下部の試験体の端より採取した供試体片より、供試体の飽和度 S_r をチェックのために測定したところ95%以上の値を示し、十分に飽和していることを確認している。なお今回の試験は軟岩を対象としているので、今回用いた材料の軟岩模擬材料としての妥当性を検討する意味で、三軸 $\bar{C}\bar{U}$ 試験を実施し、その結果を図-3に示した。この図によれば、一軸強度が20 kgf/cm²以下の低強度の軟岩に近い挙動を示しており、模型材料としてほぼ適当であると考えられる。

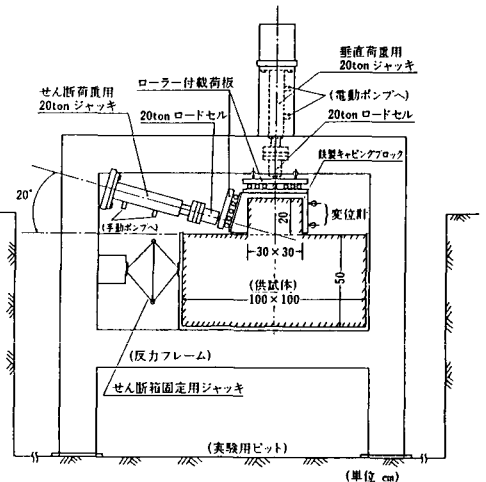


図-1 模型岩盤せん断試験装置

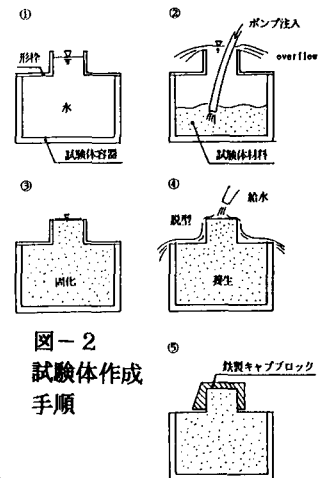


表-1
材料配合比

材 料	普通セメント	赤木節粘土	水
配合比	1	2	2.1

4. 試験方法 岩盤せん断試験時のせん断強度は、対象とする軟岩の力学特性もさることながら、載荷速度や圧密の効果にも影響される。そこで本試験では、せん断載荷時には、現行の岩盤せん断試験時の標準的な載荷速度（0.5 kgf/cm²/minで5分載荷、静止5分）¹⁾に近い載荷パターンで行った。（図-5参照）。なお垂直荷重は、 $\sigma_{no} = 5 \text{ kgf/cm}^2$ として、段階載荷とせず急速に載荷し、垂直変位、間隙水圧が収束するのを待ってせん断載荷を行った。なお、垂直載荷、せん断載荷の前には予備載荷を行い、載荷板の当りの確認、計器の作動チェックを行っている。

5. 試験結果と考察 図-4はせん断載荷時のせん断応力 τ とせん断変位 δ_s 、垂直変位 δ_n の関係を示したものである。この図によると $\tau \sim \delta_s$ 関係は、破壊点まではほぼ直線的な挙動を示すが、破壊点近くになるにつれて、静止時のクリープ変形が増加する傾向が明らかである。一方垂直変位については、変形の初期から浮き上がりを生じており、通常の岩盤せん断試験で見られる沈下から浮き上がりへ変曲する挙動は見られなかった。図-5は、せん断面付近に設置された5個の間隙水圧計による間隙水圧の経時変化を示したものである。

この図によると、垂直応力 $\sigma_{no} = 5 \text{ kgf/cm}^2$ を載荷した時点では各水圧計とも σ_{no} の15%~20%の間隙水圧の増加を示した。また段階的なせん断載荷時には、ほぼ載荷パターンに対応した間隙水圧の発生・消散を繰り返す。なお、最大せん断強度時には、一部若干の間隙水圧の残存はあるものの、その絶対値は σ_n の値と比較してかなり小さい値を示している。この事は、現行の岩盤せん断試験で得られる強度が、ほぼ排水条件に近い状態で得られるものと考えられる。したがってこの強度を耐震安定性評価に用いると、非排水強度を適用した場合に比べ、安全側の評価となることが予想される。今後は、この点をさらに詳細に検討するため載荷速度を変えた模型試験や、他の室内試験（三軸、一面せん断）との対比を行って行く予定である。

参考文献¹⁾ 土木学会編：原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針—解説と設計への適用—、P 25、昭和58年

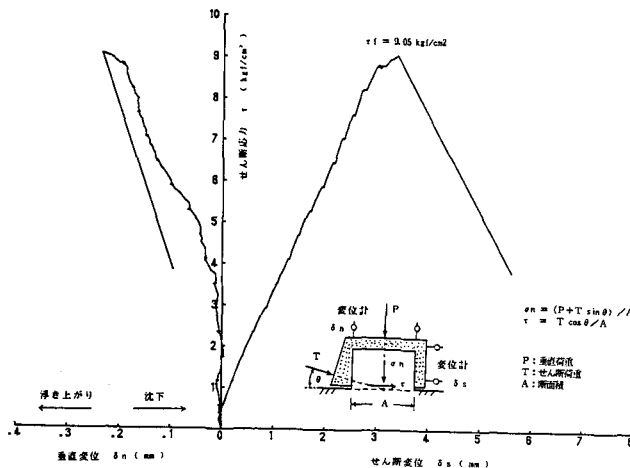


図-4 せん断応力 $\tau \sim$ せん断変位 δ_s 、垂直変位 δ_n

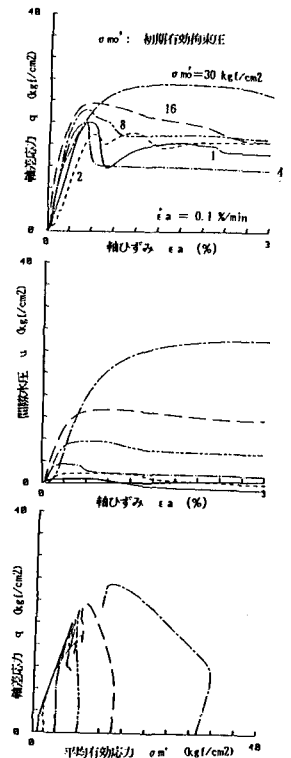


図-3 三軸CU試験
(a) $q \sim \epsilon_a$ 、(b) $u \sim \epsilon_a$
(c) $q \sim \sigma'_m$ (有効応力経路)

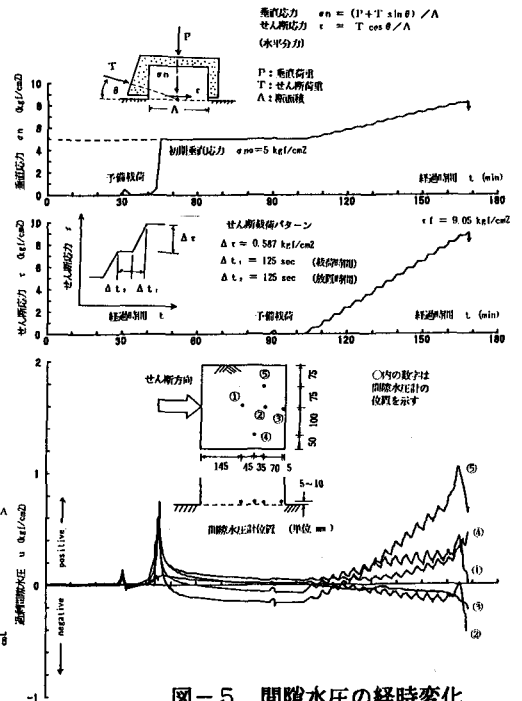


図-5 間隙水圧の経時変化