

㈱ 応用地質調査事務所 正会員 田中 達吉

㈱ 応用地質調査事務所 正会員 武内 俊昭

1. まえがき

筆者らは、岩盤のせん断強度を原位置で簡便に求めることを目的として、試作されたボーリング孔内せん断試験装置 (Rock Borehole Shear Tester-RBST-) を用い測定実験を実施した。この装置は、ボーリング孔内の所定の深度で孔壁の岩盤に対して垂直力とせん断力を作用させ、岩盤のせん断強度を求めようとするものである。測定の結果との比較や対象とした岩盤状況との対応において、RBST による試験結果が岩盤の強度を評価する指標となり得るものと判断することができた。

2. 測定原理と装置の概要

RBST は、 $\phi 76\text{ mm}$ のボーリング孔壁を直接せん断破壊させるように工夫された装置である。基本的な構成は図-1に示すように、載荷部、引抜用ロッド、センターホールジャッキ、油圧制御部からなっている。載荷部には3つの歯を有するせん断プレートがボーリング孔直径方向に反対に2枚配置されており、このプレートは載荷部内の油圧ジャッキにより孔壁に圧着される。歯は頂角 60° 、高さ 1 mm であり、歯と歯の間隔は 10 mm である。せん断プレートを孔壁に圧着させると、歯は図-1左下のように岩盤に貫入し、これによって岩盤が一部破壊される領域が歯と歯の間に連続しないよう歯の間隔を十分広くとつてあるので

図に示した想定せん断面は傷まらずに残されている。ここで地表部からセンターホールジャッキによりせん断プレートを孔口方向に引き上げ、孔壁岩盤を想定せん断面に沿って破壊させる。

油圧ジャッキの操作は垂直荷重、せん断荷重とも孔口から油圧ポンプで行う。油圧ポンプは2つのジャッキをバルブの切り換えで制御できるようになっており、1つのコンソールに組み込まれている。それぞれのジャッキ荷重の測定は圧力変換器により行い、圧力変換器の出力をデジタル値として読み取ると同時にXYレコーダーに自記録させる。

RBST 装置の仕様は以下の通りである。

- | | |
|-----------|--|
| ① ボーリング孔径 | $76\text{ mm } \phi$ |
| ② せん断プレート | $25 \times 20\text{ mm}$ (面積 5 cm^2) |
| ③ 最大垂直荷重 | 880 kgf/cm^2 |
| ④ 最大せん断荷重 | 450 kgf/cm^2 |

3. 測定方法

RBST 測定上の利点は、同一深度で載荷部を 90° 回転することにより2点の測定ができ、また試験面が、小さいことから測定する深度間隔を 10 cm 程度とすることで十分なことから、短いボーリング区間で多点の測定データを得られることである。図-2に測定結果例を示す。この図は垂直応力とせん断応力の径路を示したもので、6点の試験結果をまとめてある。せん断応力を増加させると初期の垂直応力は徐々に低下するがこれは岩盤の変形が進行するためと考えられる。その後せん断応力の最大値があらわれ、この後はせん断

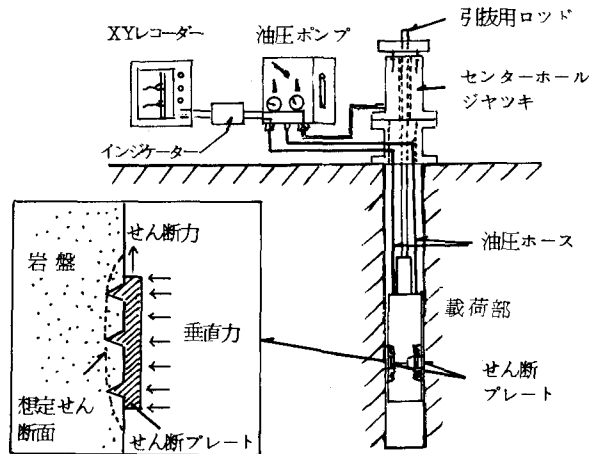


図-1 RBST 装置の概要図

応力、垂直応力とも低下する。図中で線が巾広くなっている部分は手動ポンプの脈動である。このような記録から最大せん断応力とそのときの垂直応力をよみとり、垂直応力 (σ) - せん断応力 (τ) 関係図を作成する。

4. 測定結果例

① A 地点の例

測定地点の地質は、新第三記の砂質シルト岩である。ほぼ水平な成層構造を持っており工学的には均質とみなすことができる。岩石の一軸圧縮強度は 40 kgf/cm^2 程度である。試験孔となるボーリングは、試掘横坑の側壁に水平方向 4 孔、踏前に鉛直方向 2 孔を掘削した。

測定結果の $\sigma - \tau$ 関係を図-3 に示す、同図には測定ケ所の近傍で行ったロックせん断試験の結果も併せて示してある、RBST の測定結果のプロットは、せん断プレートと、地層の方向の関係から 3 種類に記号

わけした。この結果によると載荷方向で異なる傾向は示されておらず、全体としてほぼ一定の巾にバラツいており岩盤の均質性をうかがわせる。またロックせん断試験の結果も RBST の結果がしめすバラツキの中に位置しており、2 つの試験方法からほぼ同じ様な C, ϕ が得られる。

② B 地点の例

試験地点の地質は新第三記の泥岩を主体として、黒色凝灰岩、凝灰岩を介在する地層である。試験対象とした凝灰岩、黒色凝灰岩はやや軟質で、一軸圧縮強度は $5 \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$ 程度である。RBST 試験孔として各岩盤ごとに 2 孔ずつの鉛直ボーリングを掘削し、このボーリングコアを用いて室内三軸試験 (CU) を実施した。図-4 に三軸圧縮試験の結果によるモールの応力円を示す。RBST の結果による $\sigma - \tau$ 関係を図-4 中に併せて示した。RBST 結果が 三軸圧縮試験ともよい対応を示していることがわかる。

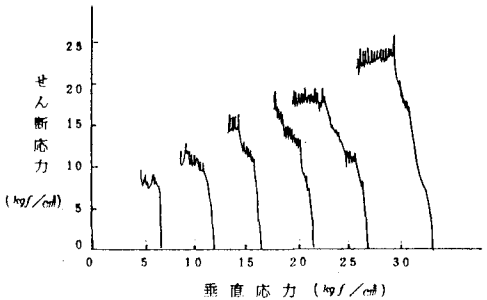


図-2 RBST 測定記録の例

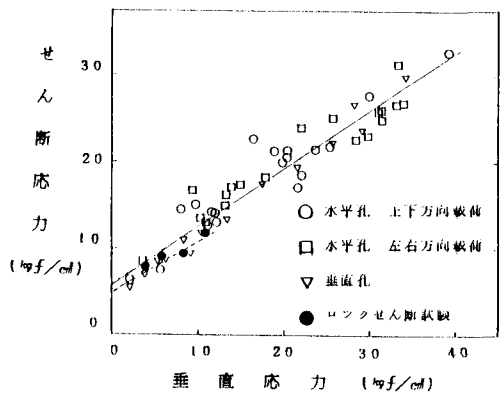


図-3 A 地点 RBST 測定結果

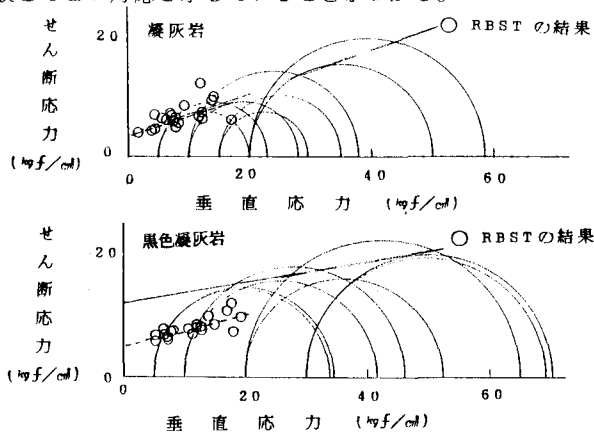


図-4 B 地点 RBST 測定結果と三軸圧縮試験結果の対比

5. まとめ

RBST の測定は簡便で容易であり、試験結果は他の試験法による C, ϕ と比較しても 妥当な値であるといえる。今後はより多くの岩種について測定例を積重ね装置の改良をしながら適用性をさらに把握していく必要がある。またこの方法は岩盤強度の平面的かつ深度方向の分布状況や岩盤物性のバラツキなどによる均質性の把握或いは、比較的小規模な構造物、(砂防ダム、鉄塔基礎など) の設計値を求める場合などに有効に用いうるものと考えられる。