

埼玉大学 正員 吉中龍之進 阪口 聡
 熊谷組 正員 清水昭男 新井 元
 正員 加藤恵三

1. はじめに

本研究は不連続性岩盤に対するロックボルトの補強効果を解明するための基礎研究である。岩盤不連続面の分布性状は複雑であるので研究は、単一節理¹⁾、層状節理、次いで複合節理の順にモデル岩盤を用いてロックボルトの補強機構の解明のための実験および解析²⁾を進めている。本文は、その内の層状節理モデル岩盤の実験で得た補強効果に関する要点を纏めたものである。

2. 実験概要

層状節理岩盤の試験供試体は、図1に示す形状と寸法のモルタル製で、節理面は試験条件を単純化するため規則正しい歯形とした。モルタルの一軸圧縮強度は約 200 kgf/cm² である。節理の粗さを表現する歯形角度 i は 0, 10, 20° とした。ただし、10, 20° の歯形は図1に示すように非対称に作成した歯形のせん断方向を逆転させることで、所定の i を与える方法とした。ロックボルトは D16 の異形鉄筋 (SD30) を使い、敷設角度 α は、45, 90, 135° である。荷重方法は供試体の各辺に対し、 σ_1 を 4 枚の荷重板、 σ_3 を 8 枚の荷重板、 σ_2 を 1 枚の荷重板とし等分布に近い荷重状態となるよう配慮した、また荷重板と供試体の間にはテフロンシートを重ね摩擦の影響除去につとめた。荷重は平面ひずみ状件、節理面上の垂直応力 σ_n 一定でせん断する。せん断は σ_1 、 σ_3 を等方荷重後、両応力を変化させて行う。変位は各節理片の動きを多数のダイヤルゲージで求めた。鉄筋にはひずみゲージを貼り付け、軸力および曲げを測定した。

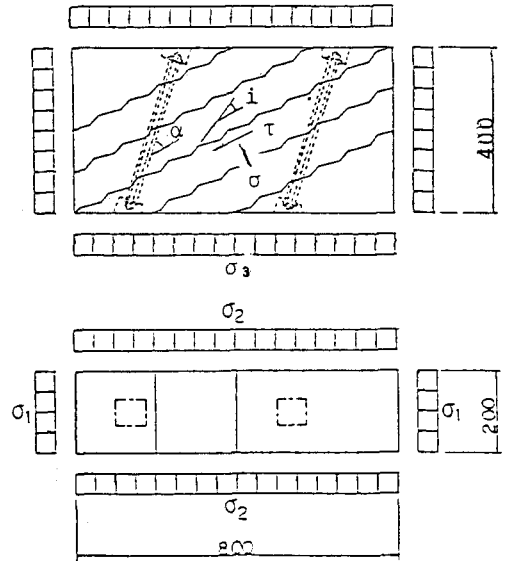


図1 層状節理岩盤モデル
(単位 ; mm)

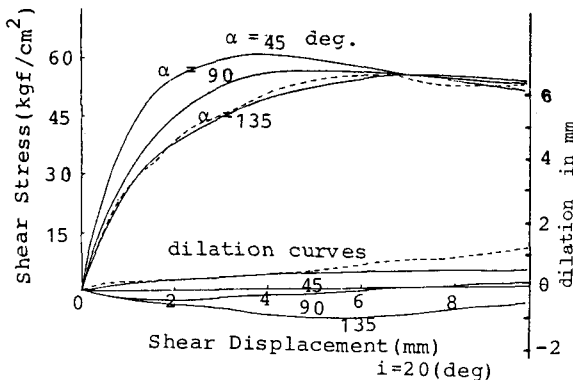


図2 a 歯形角 20° 層状節理岩盤のせん断変形挙動に対するボルト打設角の影響 (---ボルトなし)

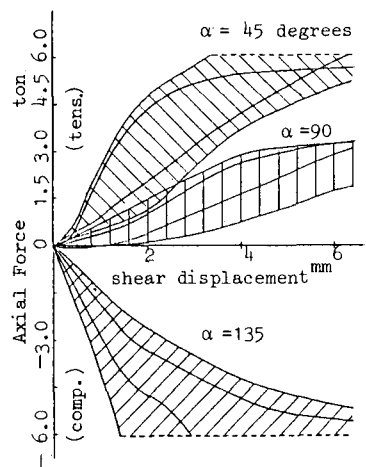


図2 b 同上ボルト軸力発現挙動

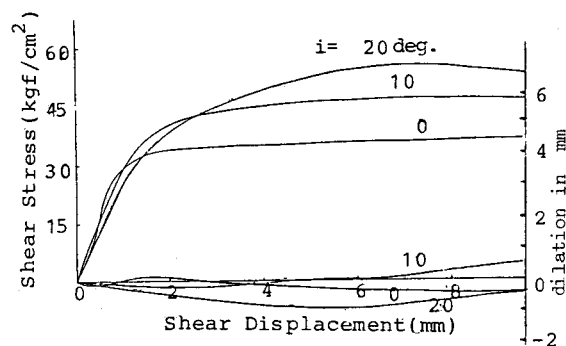


図3 a ロックボルト挿入角 135° の層状節理岩盤モデルのせん断変形挙動

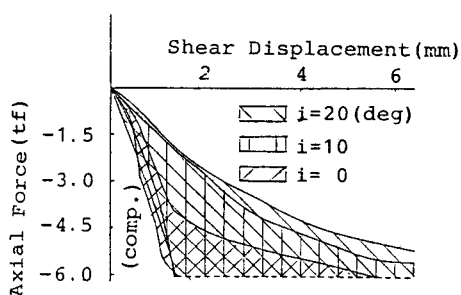


図3 b 同左、せん断変形に伴うロックボルト軸力発現状態 (圧縮)

3. 実験結果および考察

ロックボルト打設角の影響を図2に、節理面の粗さ角の影響を図3に、それぞれ示してある。いずれも σ_n が40kgf/cm²の場合である。

また、各図には母材の節理間中央の位置に貼り付けたひずみゲージによるロックボルトの軸力の発現過程を示している。図2、3のa図は供試体のせん断応力-せん断変位およびせん断応力-ダイレイタンス関係、

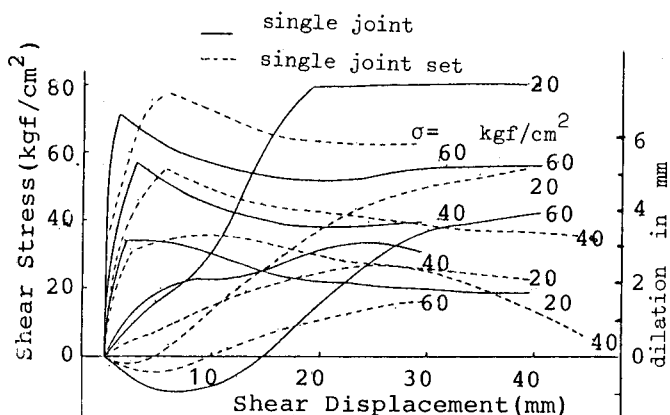


図4 層状と単一節理岩盤モデルの変形挙動の比較 (実線：単一節理、点線：層状節理)

図2、3のb図はせん断変位-ボルト軸力の挙動を示している。また、図2のaにはロックボルトを挿入していない場合の供試体のせん断変形挙動も参考のために併記してある。これらは実験結果の一例であるが、一連の実験結果から明らかになった事項を次に挙げる；

- ① せん断変形に伴うボルト軸力・曲げの発現は、節理面とボルトの交角に依存する。
- ② 軸力は節理岩盤の剛性、最大・残留強度発現時の変位に影響する。
- ③ 節理と斜交するボルトは、岩盤の最大せん断応力発生以前に節理近傍でほとんどが降伏応力に達する。
- ④ 40~50mmのせん断変形後もボルトは破断せず周辺母岩を破壊して、著しい塑性変形状態にある。
- ⑤ 節理面との交角が一定の場合、節理面粗さは岩盤の初期せん断剛性、ボルト軸力にはほとんど影響しない、但し、せん断変形の非線形性・強度関係には大きな影響を持つ。
- ⑥ ボルトを打設した岩盤の変形挙動は打設後の応力経路 (平均応力の増加・減少) に影響される。
- ⑦ 節理面数が増すに従い非線形性の増大、変形剛性・強度・ピーク応力後の軟化度の低下等が生じる。

4. あとがき

モデル実験で明らかになったロックボルトの作用機構は、その適切なモデル作成のための基礎資料となる。

5. 参考文献

- 1) 吉中、阪口、清水、新井：岩盤分離面に対するロックボルト作用効果に関する基礎研究、第17回岩盤力学に関するシンポジウム、281~285、昭60。
- 2) 吉中、清水、他：亀裂モデル実験における歯形の破壊機構およびロックボルトの補強効果に関する考察、第40回土木学会年次学術講演会 (Ⅲ) 昭60。