

III-632

岩盤ブロックモデルの補強効果に関する実験的研究

埼玉大学 正会員

吉中龍之進

埼玉大学

松長 剛 佐々木直彦 西條信行

(株)熊谷組 正会員

新井 元 蟻坂俊英

1. はじめに

実際の岩盤には、多数の不連続面が存在し、その節理などの不連続面によって応力・変形挙動が支配されていることはよく知られている。そのような不連続面を有するトンネルや地下空洞の主要な支保システムとしてロックボルトが多用されているが、ボルトの補強効果の定量的評価は困難であるとされている。本研究は、このような不連続面に対するロックボルトの補強効果の研究の一貫として行った基礎的研究を述べたもので、岩盤ブロックモデルにロックボルトを挿入した実験による検討を行っている。

2. 2軸載荷試験でのロックボルト補強効果

不連続性岩盤を図-1のような不連続面を配置したブロックモデルで再現した。貫通する不連続面を1本いれ、その他に6本の不連続面をいれた。供試体は気乾状態の戸室石を用いており、全体の寸法は $40 \times 80 \times 20\text{cm}$ である。不連続面はダイヤモンド・カッターで切断した平滑な面を持ち、基本摩擦角は 40° である。このような不連続面にロックボルトを想定した $\phi 6\text{mm}$ の異形鉄筋を挿入し、2軸載荷試験を行った。なお、挿入孔は 15mm 、挿入角は 90° であり、挿入した位置は図-5に示す。

載荷は図-2のような載荷試験装置を用いて行い、4個のジャッキで 40cm の面に最大圧縮力を加え、8個のジャッキで 80cm の面に拘束圧を加えている。拘束圧は 2kgf/cm^2 とし、試験中一定とした。変位の計測は供試体端面にダイヤルゲージ、表面に亀裂変位計を用いて行い、計測点は図-1に番号をつけた点である。

ボルトを挿入していないタイプAの試験では、ゲージNo.19、No.25の面で顕著なせん断が見られ、両サイドのキープロック状の三角形ブロックが滑り出すような結果が得られた。ブロックが変位し、せん断を生じるには不連続面の最大主応力方向に対する角度が基本摩擦角 40° より小さい必要があり、それ以上の角度を持つ面ではせん断が生じない。試験結果から得られたこのモデルでの基本的な変形モードは図-3のようになる。図-4はダイヤルゲージによって計測した供試体端面の変位から算定した変形図である。

そこでタイプB、Cの位置にボルトを挿入し、その補強効果を検討した。図-6は3タイプの試験結果を最大主応力と亀裂変位計で計測した変位との関係で表したものである。各タイプでの挙動や補強効果の特徴が現れている。ボルトを挿入していないタイプAでのピーク強度 12.0kgf/cm^2 に対して、タイプBでは 17.9% の強度増加、タイプCでは 41.6% の強度増加よりなる補強効果が得られた。タイプCでは、ジャッキから加えた最大圧縮力がボルトによってブロック2からブロック3へ伝播し、せん断を軽減することができた。

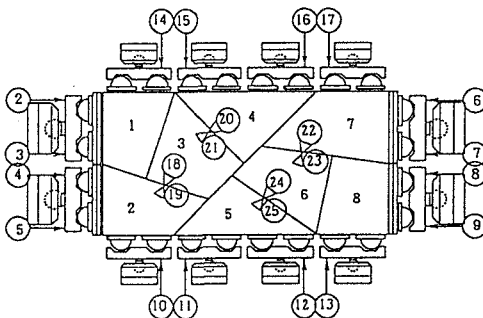


図-1 供試体形状と計測点

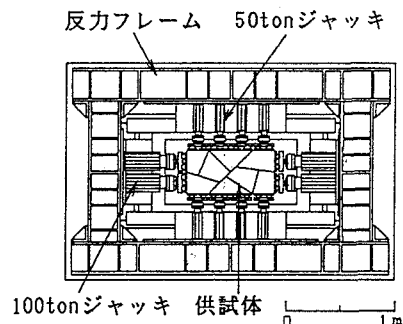


図-2 載荷試験装置

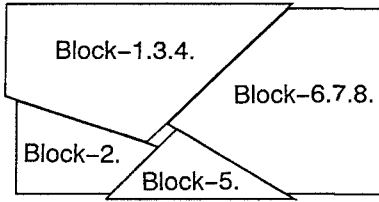


図-3 基本的な変形モード

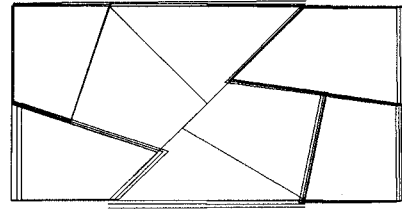
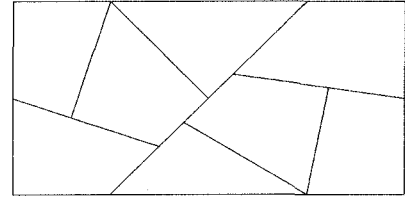
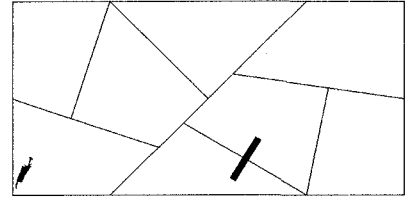


図-4 ダイアルゲージ計測による変形

タイプA ピーク強度 12.0kgf/cm²



タイプB ピーク強度 14.2kgf/cm²(17.9%増加)



タイプC ピーク強度 17.1kgf/cm²(41.6%増加)

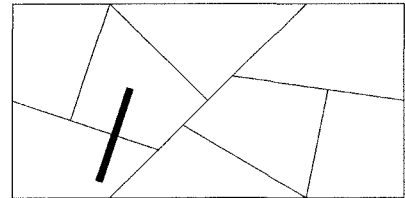


図-5 ボルト挿入位置と補強効果

しかし、タイプBではブロック2からブロック5へ伝播し、ブロック5を外側へ滑り出すような力の伝播経路をたどったため、顕著な補強効果を得られなかった。ブロックモデルではボルトの位置が補強効果に大きく影響し、今回のようにキーブロック状にブロックが滑り出すモデルでは、滑り出すブロックを直接固定するよりそれを押すブロックを固定する方が効果的である。

3. まとめ

本研究では、岩盤ブロックモデルに対するロックボルトの補強効果について実験による検討を行い、次のような結果を得た。

- (1) 岩盤ブロックモデルにおけるせん断変形は、不連続面の最大主応力方向とのなす角度に依存し、主に基本摩擦角より小さい角度をなす不連続面でせん断が生じる。
- (2) ブロック状のモデル岩盤を補強する際には、相対的に大きく変位するブロックを直接固定するよりそれを押すブロックを固定する方が効果的である。

参考文献

- 1) 吉中、吉田、新井、蟻坂、佐々木：岩盤ブロックモデル試験とDDA解析による考察：第25回岩盤力学に関するシンポジウム、1992。

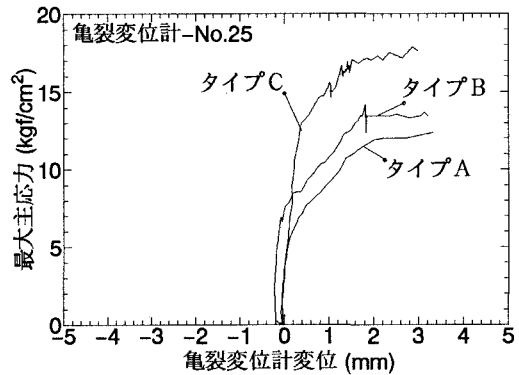
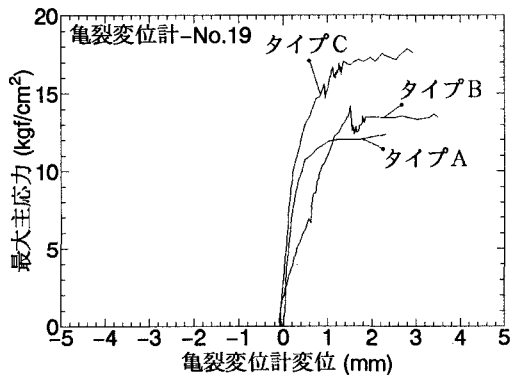


図-6 試験結果