

Ⅲ - A313 不連続性岩盤における UDEC ロックボルトモデルの適用性の検討

ニュージェック* 正会員 ○森 聡、平川 芳明

関西電力** 正会員 藤原 吉美、小池 章久、堀江 正人

1. はじめに

地下空洞掘削時の支保工の一つとしてのロックボルトの効果は経験的によく知られているところである。近年、ロックボルトをモデル化し数値解析に取り入れる方法がいくつか提案されている。しかし、モデルの妥当性の検証事例や、モデルに入力する物性値の設定法に関する検討事例は極めて少なく、ロックボルトの効果やロックボルトモデルの適用性は必ずしも十分検討されているとはいえない。本研究では、不連続体解析手法の一つである DEM（解析コード UDEC）を用いて、ロックボルトで補強された岩盤模型による室内実験をシミュレートし、ロックボルトモデルの適用性や入力物性値の評価手法について検討した。

2. 室内試験のシミュレーション

本検討では、ロックボルトで補強された不連続面を有する岩盤模型の一面せん断試験¹⁾について、UDEC の支保モデルである Local-Reinforcement model と Cable-bolt model を用いたシミュレーションを実施した。

2.1 入力物性値の評価方法

UDEC の支保モデルにおける入力パラメータの評価は、実際の原位置への適用の際に、何らかの原位置試験結果から入力パラメータを評価することを考慮し、ボルトの引抜き試験やせん断試験等の試験結果から以下のように評価した。

2.1.1 Local-Reinforcement model

ロックボルトの軸方向の特性は、ロックボルトの引抜き試験を行い、引抜き荷重－引抜き変位量の初期の勾配をボルト軸方向の剛性とし、引抜き耐力を付着長で除した値を軸方向の終局耐力とした。

せん断方向の特性は、比較的拘束圧の小さい状態（0.1MPa）において不連続面に対して直角にボルトを打設したモルタル供試体の一面せん断試験を実施し、ボルトなしの場合における不連続面のピーク強度以上の領域におけるせん断応力－ずれ変位勾配をボルトの効果とみなし、この勾配をボルトのせん断方向の剛性とした。また、せん断方向の終局耐力はせん断試験の終局耐力からボルトなしの不連続面の強度を差し引いた値とした。

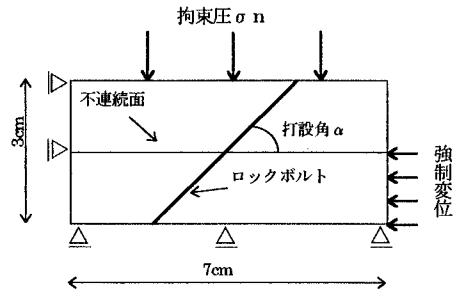
2.1.2 Cable-bolt model

ロックボルトの軸方向の特性は、ボルト材は既知とし、グラウトのせん断剛性、岩盤－グラウト間の付着特性をパラメータとして引抜き試験のシミュレーションを行い、引抜き試験結果に適合するような物性を逆解析的に決定した。

2.2 解析条件

解析モデルを図－1に示す。また、入力物性値を表－1.1 から 1.4 に示す。岩盤基質部、不連続面の物性値は上記の室内実験結果から評価している。

2.3 解析結果と実験値との整合性



図－1 解析モデル

表－1.1 入力物性値（基質部）

ヤング率	ポアソン比
10.3GPa	0.16

キーワード：不連続性岩盤、ロックボルト、UDEC

*〒542 大阪市中央区島之内 1-20-19 TEL 06-245-4901 FAX 06-251-2565

**〒530-70 大阪市北区中之島 3 丁目 3 番 22 号 TEL 06-441-8821 FAX 06-441-3879

上記評価手法による物性値を用いた解析結果を図-2に示す。Local-Reinforcement modelでは、実験値と比較すると打設角や拘束圧によらず実験値と良い整合性を示している。これは、物性値の評価法の妥当性を示すものと考えられる。Cable-bolt modelでは、打設角45°の場合実験値との整合性はとれているが、打設角が90°の場合には不連続面が破壊した直後にはボルトの効果はなく、変位がある程度の大きさに達してから抵抗力が発現している。これは、Cable-bolt modelにおいては、せん断に対するモデル化がなされていないことに起因していると考えられる。

表-1.2 入力物性値（不連続面）

	垂直剛性 (bar/cm)	せん断剛性 (bar/cm)	粘着力 (bar)	摩擦角 (°)
拘束圧 0.1MPa	6500	650	0	42
拘束圧 0.5MPa	60000	6000	0	42

表-1.3 入力物性値（Local-Reinforcement model）

軸方向剛性 (Mdynes/cm)	軸方向終局耐 力(Mdynes)	ボルト軸方向 降伏ひずみ	せん断方向剛性 (Mdynes/cm)	せん断方向終局耐 力(Mdynes)
2800	14	1×10^{10}	220	14

：単位奥行き当たり

表-1.4 入力物性値（Cable-bolt model）

ボルトのヤング率(bar)	グラウトのせん断剛性 (Mdynes/cm)	岩盤-グラウト間の付着強度 (Mdynes/cm)
300000	2570	6500

：単位奥行き当たり

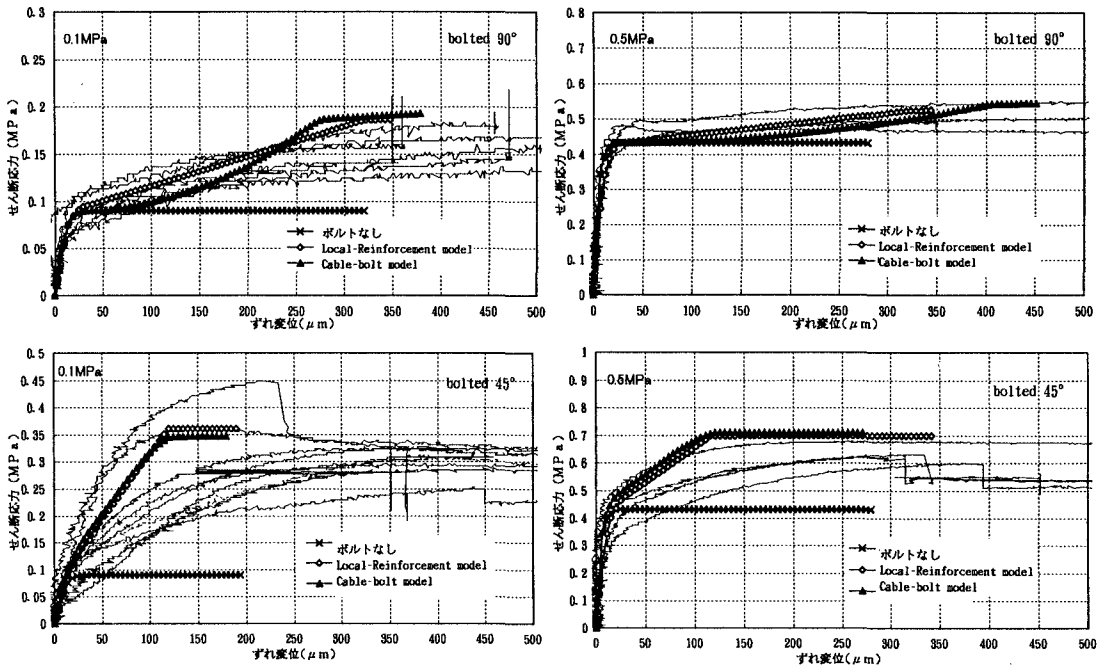


図-2 実験値との比較

5. あとがき

不連続性岩盤における定量的な支保設計ツールとして UDEC 支保モデルを用いた室内実験のシミュレーションを実施し、モデルの適用性、物性値の評価法について検討した。その結果、上記のような評価法で物性値を評価すれば、本モデルを用いてロックボルトの効果を定量的に評価できる可能性があることを示した。

謝辞

京都大学 大西有三教授には本検討に貴重なご意見を頂きました。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献

1) 堀江ら：不連続性岩盤における支保工の効果に関する実験的研究、第 52 回土木学会年次講演会講演概要集、現在投稿中