

III-354

ロックボルト補強効果に関する影響因子

埼玉大学 正員 吉中龍之進
 松長剛 西條信行
 (株)熊谷組 正員 新井元 蟻坂俊英
 長谷川智明

1. 研究目的

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一連の基礎研究である。現実には不連続面の形状が極めて複雑であるため、定量的な考察が困難であった。そこで、不連続面を平坦な面で再現した花崗岩にロックボルトで補強を施したものを供試体として用いている。

本研究では、従来では供試体の母岩にモルタルを用いていたが、新たに母岩に花崗岩を用いることで研究を発展させロックボルトの補強効果に関する以下の影響因子について考察を行うことができた。

①母岩の力学的性質による影響（モルタル供試体との比較）

②ロックボルト挿入孔径の大小による影響

③不連続面に対するロックボルト挿入角度による影響

2. 実験概要

埼玉大学岩石工学実験室内において大型三軸圧縮試験機を用いて図1に示す花崗岩供試体について実験を行った。実験パラメータは以下の通り

供試体母岩	花崗岩	モルタル
一軸圧縮強度 kgf/cm^2	1400	475.8
ヤング率 kgf/cm^2	4.1×10^5	3.0×10^5
基本摩擦角 degree	41	41

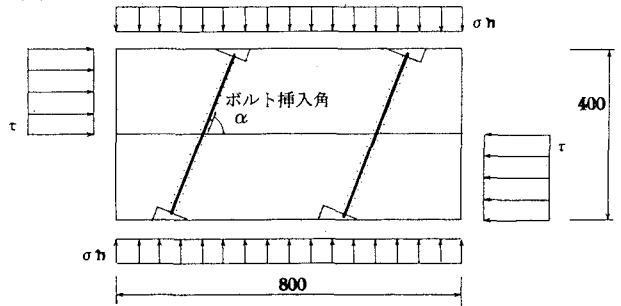


図1 供試体平面図

ロックボルト	SD30A D16
降伏引張強度 kgf/cm^2	3000
最大引張強度 kgf/cm^2	~4900 ~6300
グラウト	
一軸圧縮強度 kgf/cm^2	397
ヤング率 kgf/cm^2	2.5×10^4

実験パラメータ 花崗岩 モルタル共通(モルタルはφ27のみ)				
挿入角度 degree	抗束圧 ₂ kgf/cm ²	挿入孔径 mm	ボルト本数	せん断面積 cm
45	5, 5	φ27, φ50	SD16×2	1600
60	5, 5	φ27	SD16×2	1600
75	5, 5	φ27	SD16×2	1600
90	5, 5	φ27, φ50	SD16×2	1600

3. 実験結果及び考察

図2は挿入角による影響を示したせん断応力-せん断変位図であり、すべて孔径φ=27mmのものである。挿入角が小さいほど降伏、ピーク、破断強度が大きくなる傾向にあることがわかる。

また、図3及び図4は孔径の影響を示したせん断応力-せん断変位図である。これによると挿入角90°では50mm孔径のものが大きな破断強度を得ている。この理由としては、図5のように27mm孔径では孔径が小さいためボルトの変位が拘束されて、十分な強度が得る以前に破断するためと考えられる。また、挿入角45°では孔径による違いがほとんど見られなかった。これは不連続面に対するボルトの挿入角が小さいために早いうちからボルトに軸力が発生するため、大きな強度が得られると考えられる。

図6は母岩がモルタルと花崗岩のものとを比べたものであるが、モルタルと花崗岩では基本摩擦角がほとんど変わらないために、変位が進むにつれてボルトが母岩をえぐるような挿入角が小さい場合にはほとんど違いはみられない。

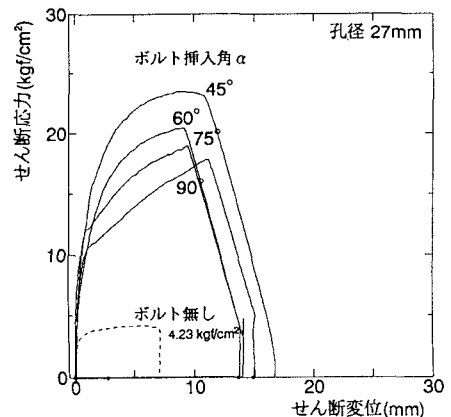


図2 ボルト挿入角による影響

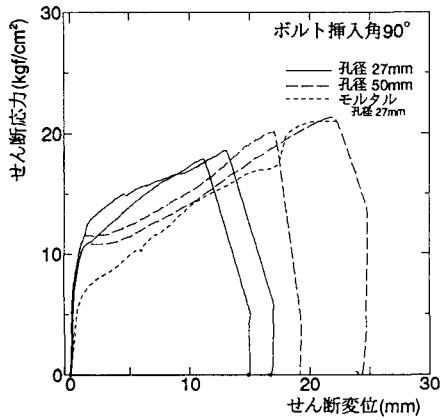


図3 孔径による影響

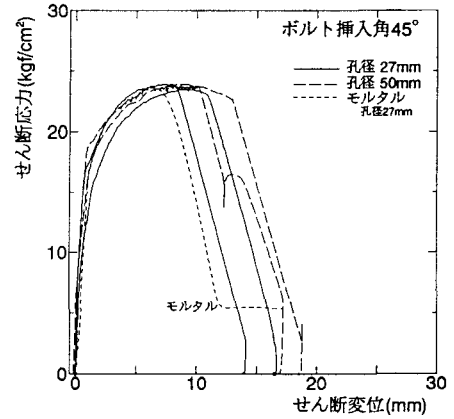


図4 孔径による影響

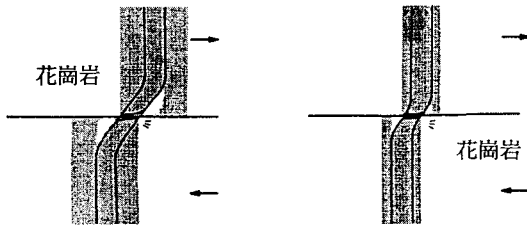


図5 ボルトの挙動 孔径が大きい方が大きなせん断変位量を許容できる。

文献1によってせん断剛性を変化させることによりシミュレーションを行った。実験結果を完全にフォロー出来るものではないが、実験の近似曲線としては有効ではないだろうか。入力パラメータは以下の通り

挿入角	K_{HB}	K_{set}	C	K_{Nst}	σ_B	τ_{ult}
45	320649	119.99	57149	66.3	6300	23.5
60	320649	146.96	57149	44.435	6300	22.7
75	320649	163.91	57149	20.168	6300	21.7
90	320649	169.70	57149	0.0001	6300	21.0

A	cm ²	1600	ν	0.26
A _b	cm ²	3.972	R	cm
E	kgf/cm ²	4.1×10^6	I	cm ⁴
E _b	kgf/cm ²	2.1×10^6	C	kgf/cm ²
				618.2

4. まとめ

- ① ロックボルトの最適付設角度は45～60°である。
- ② 終局強度（ピーク及び破断強度）を期待する場合には孔径を大きくするべきである。
- ③ 降伏強度では孔径による影響はほとんど見られない。

5. 参考文献

- 1) 吉中、坂口ら、ロックボルトで補強した岩盤節理モデルの強度変形特性について、土木学会第41回年次学術講演会 昭和61年
- 2) 吉中、清水、新井、岩盤不連続面に対するロックボルトの補強効果、土質工学会論文報告集 Vol.28, No.2, 17 7-186, June 1988

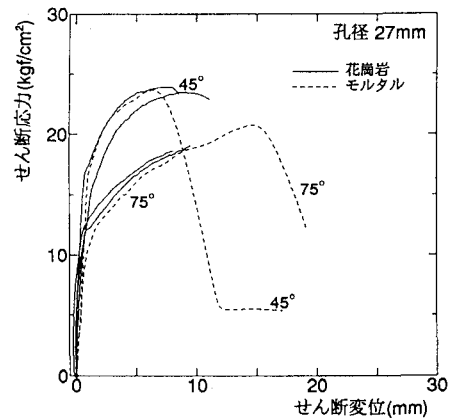


図6 花崗岩とモルタルの比較

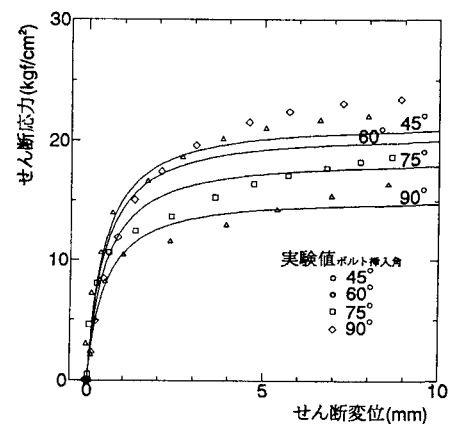


図7 シミュレーション