

Ⅲ - A287 不連続面におけるせん断特性のロックボルトによる補強効果に関する考察

埼玉大学大学院 学生会員 平松 幹太
 埼玉大学工学部 正会員 吉中 龍之進
 埼玉大学大学院 学生会員 蟻坂 俊英

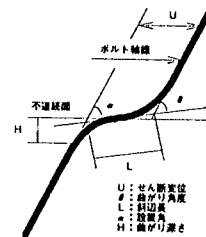
1. 研究目的

ロックボルト支保工は岩盤内の弱面の補強に対してかなりの効果があると言うことは明らかである。それは今までの施工例などをみればよりわかりやすい。しかしこの工法は多くの部分を経験的なもので施工されており、その補強効果ははっきりとはわかってはいない。本研究ではロックボルトの補強効果の定量的な表現方法を確立することを目的として、ロックボルト試験で得られた結果から変形パラメータを計測し、それを杭の横抵抗理論における地盤反力法に適用することによって考察する。

2. ボルトの変形パラメータの測定

ロックボルトの変形形状はその軸力及びせん断力と密接な関係にあると考えられている。そこで、ロックボルト試験後の供試体よりロックボルトを抜き出して変形パラメータを計測した。ボルトより計測した各パラメータは図1に示す通りである。

図1 ボルトの変形パラメータ



3. 補強効果の定量化の手法

ボルトの補強効果 R を考える式としては不連続面がせん断変位をしたときにボルトが岩盤に対して及ぼす反力をせん断方向とせん断方向に対して垂直な方向に分解して、せん断方向反力は直接せん断抵抗力として働き垂直方向はせん断面を圧着させるように働いてせん断に抵抗するとして、それらを足しあわせた。式は以下に示す。

$$R = N_b (\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi) / A$$

ここで N_b はボルト内に発生する軸力、 α はボルトの敷設角 ϕ は供試体の摩擦角である。 A はボルトの断面積である。

ボルト内に発生する軸力 N_b は変形パラメータからボルトのひずみを算出し、それをボルトの応力ひずみ曲線に適用することによって決定した。なおボルトの降伏条件は実験によって1mm程度のせん断変位でボルトが弾性域をこえるひずみ量となっているので、ここでは引っ張り試験を基にひずみ硬化を考慮した応力ひずみ関係を仮定した。それは図2に示す。

ボルト内に発生する軸力 N_b は曲がり深さ H によって求められた L_0 が変形していくことによって増加減少すると考え、この曲がり深さを求めることを考えた。その方法として杭

図2 ボルトの応力ひずみ曲線

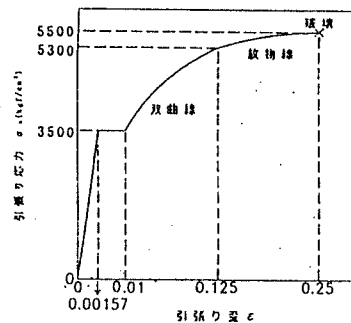
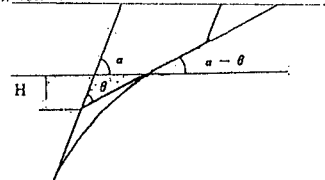


図3 曲がり深さの設定の
ケースごとの模式図

(1) 最大曲げモーメント点にとるケース



の横抵抗理論を用いている。本研究で用いた理論は地盤反力係数 K_h が深さに関して一定になる地盤の場合の半無限長で片側の端で回転自由となる杭の計算式⁽¹⁾である。その式は以下に示す。

$$l = \pi / 2\beta$$

$$l_{\max} = \pi / 4\beta$$

l は第一不動点で、 $l_{\max}$ は最大曲げモーメントの働く点となっている。ロックボルトにおける曲がり深さもこのどちらかに準ずると考え、これらについて考察を行った。本研究では初期斜辺長 L_0 を決定する曲がり深さ H について次の3ケースについて考察した。

- (1) ボルトの曲がり深さを最大曲げモーメント点にとり、せん断変位 u の増加とともに折れ曲がりながら変形していくケース
 - (2) ボルトの曲がり深さを最大曲げモーメント点に取りせん断変位とともに円弧に変形していくケース
 - (3) ボルトの曲がり深さを第一不動点に取り、せん断変位とともに折れ曲がりながら変形していくケース。
- 以上3つのケースについて実験のデータと比較してみた。これらのケースを図3にまとめて示す。

4. 結果

図は花崗岩供試体による実験結果との比較図である。ボルトの敷設角は $\alpha = 45^\circ, 90^\circ$ の2種類用意した。(図4 図5) このケースにおいて応力過程と最大変位を考慮すると第一不動点を初期斜辺長に取る方法が実験値に近いと思われる。

この図6は不連続面付近におけるボルトの最大ひずみとせん断変位の関係を示している。これにおいてボルトのひずみの増加は直線的であるほど最適角に近い敷設角であることを示している。またわずかな曲がり深さの違いが補強効果発生に大きな影響を及ぼすことがわかる。

5. まとめ

- (1) ロックボルトによるせん断補強効果をシュミレートする場合初期段階における曲がり深さの取り方の違いは最大せん断変位と応力経路に大きな違いをもたらす。
- (2) 曲がり深さの決定には最大曲げモーメント点深さをを用いるより、第一不動点を用いた法がやや良い結果を得られる。

<参考文献> (1) 横山幸満 「杭構造物の計算法と計算例」 (山海堂 1977)

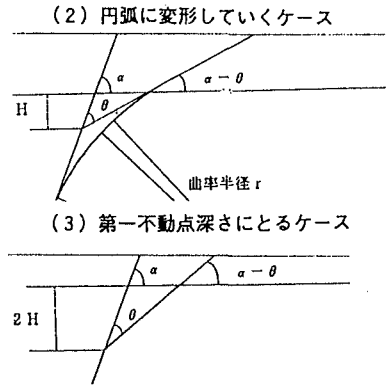


図4 応力変位図 ($\alpha = 45^\circ$)

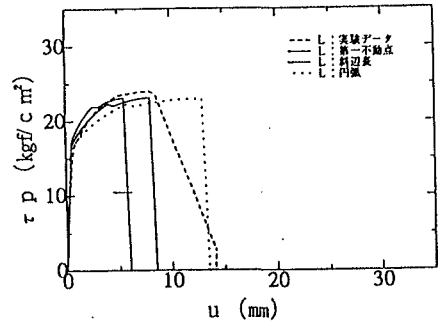


図5 応力変位図 ($\alpha = 90^\circ$)

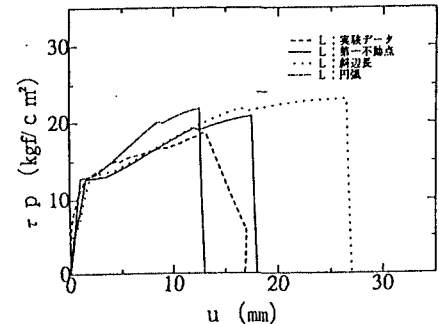


図6 最大ひずみとせん断変位関係

