

ロックボルトの支保効果に関する研究

東京都立大学大学院 学生員 ○鈴木崇史
東京都立大学大学院 正会員 土門 剛
東京都立大学大学院 フェロー 今田 徹
東京都立大学大学院 正会員 西村和夫

1. 本研究の背景と目的

トンネルを掘削すると取り除かれた地山が負担していた応力が解放され、新たに内空周辺の地山に応力の再配分が起これ地山重量の一部がトンネルの支保工又は覆工に直接荷重として作用する。これを緩み土圧といい、前年度ではこの緩み土圧に対するトンネル断面の形状及び寸法効果についての研究を行った。本年度はロックボルトの支保効果について調べた。

2. 実験装置

実験装置には図 - 1 のように土槽底面に幅 50 mm、奥行き 300 mm の受圧板が設置されており、中心部の 15 枚が 3 枚ごとに 5 台のジャッキに支持されている 5 連落し戸となっている。本実験では左右 4 台のジャッキは固定して真ん中のジャッキのみを降下させ、これを落し戸とした。

トンネル断面モデルは $D = 150$, $H / D = 0.5$ とし、地山材料には粒状体地山を想定して長さ 100 mm で直径 3 mm と 1.6 mm のものを重量比にして 2 : 3 の割合で混合した円形アルミ棒を用いた。

また、ロックボルトのモデルはサンドペーパーを貼り合わせたものとし、長さは 90 mm、幅（奥行き）はアルミ棒と同じ 100 mm とした。補強を入れた実験は 5 本と 7 本の 2 パターン行った。

3. 実験結果

(1) 荷重 - 変位図

図 - 2 は、縦軸が落し戸に作用する荷重、横軸が落し戸の降下変位で、荷重と変位の関係を表している。補強無しと 5 本ではあまり違いは見られないが 7 本のケースでは大きく荷重が減少しているのがわかる。

(2) 荷重分布図

図 - 3 は、縦軸は初期荷重で規準化した値、横軸は各受圧板の落し戸中心からの距離である。無補強の場合、落し戸の左右一枚の受圧版に応力が集中しているのがわかる。また補強を入れることにより荷重の落し戸左右への集中が緩和され分布範囲が広がっているのがわかる。

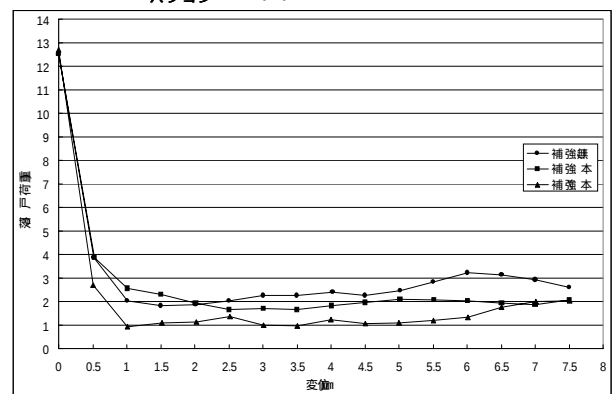
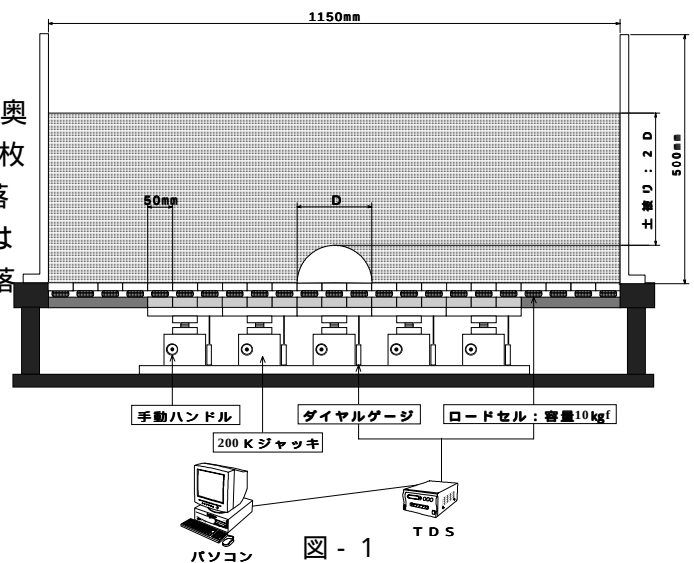


図 - 2 荷重 - 変位図

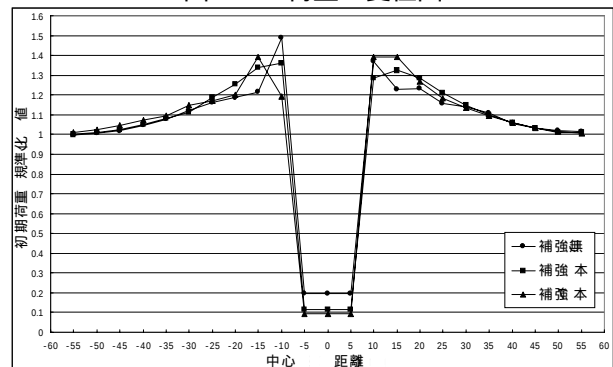


図 - 3 荷重分布図

キーワード：ロックボルト・支保効果・地山内変位

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学大学院工学研究科 TEL0426-77-1111(内線 4581)

(3) 画像解析

標点を 3 cm 間隔で配置し、それを画像処理ソフトで解析し、地山の挙動を読みとった。

図 - 4・5 は落し戸をトンネル断面幅の 5 % (ここでは 7.5 mm) 降下させたときの各標点の移動距離・方向を示した図であり、図 - 6 は図 - 4・5 を重ね合わせたものである。補強 5 本は図 - 2 であまり効果が見られなかったのでここでの比較は補強無しと補強 7 本の 2 ケースとした。図 - 7 は図 - 6 のトンネル周辺部分を拡大したものであり、トンネル側方部の水平方向変位が増加し、またトンネル上部で鉛直方向変位が減少しているのがわかる。

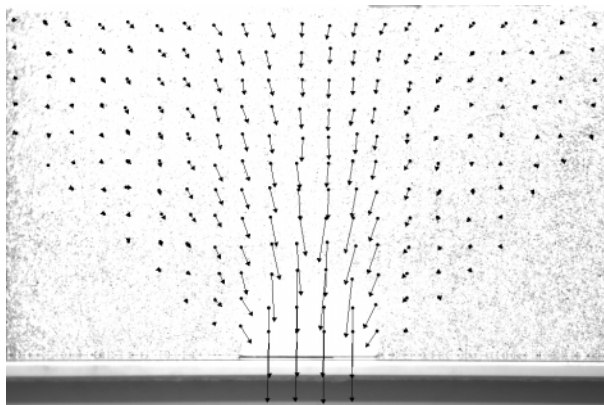


図 - 4 ベクトル図(無補強)

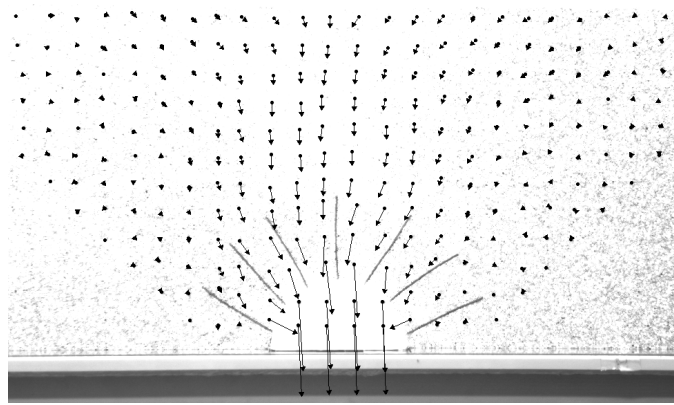


図 - 5 ベクトル図(補強 7 本)

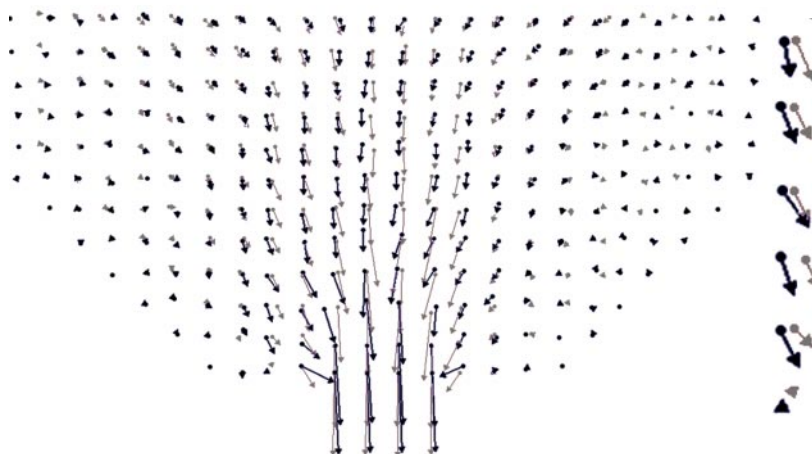


図 - 6 (無補強 - 灰・補強 7 本 - 黒)



図 - 7 拡大図

4 . 結論

(1) 荷重 - 変位図

補強 5 本ではロックボルトの効果が見られなかったが 7 本では荷重の減少がはっきり読みとることが出来た。これはロックボルトの本数に比例してロックボルト工の支保効果が発揮されるのではなく、効果を発揮する域値が存在することを示す。

(2) 荷重分布図

補強なしでは荷重が落し戸の左右一つ横の受圧版に集中しているのに対し、補強を加えたケースでは荷重が左右一つの受圧版だけでなく横の方に広がっているのがわかる。これはロックボルトによってトンネル周辺に幅を持つ圧縮帯が形成されて地山荷重を支え、トンネル周辺への応力集中を緩和しているものと思われる。

(3) 画像解析

補強の有無によるベクトル図の比較より補強 7 本のケースでトンネル側方部分の水平成分の卓越が見られた。またトンネル上部での鉛直方向変位が緩和されていることがわかった。これはロックボルトが地山を結びつけ連続体として挙動させたためであると思われる。