

III-379 都市NATMにおける補助工法の地山補強メカニズム

フジタ工業(株)技術研究所 福島 伸二 望月美登志
香川 和夫

1. まえがき

都市トンネルのように土被りの浅い未固結な地山をNATM工法で掘削するには切羽を安定させて地表面沈下を最小限に抑える必要がある。このためには適切な補助工法により地表面沈下を小さくして安全に掘削できるように地山を補強する必要がある。

本報告は都市NATMで採用されるボルトを使用した補助工法の地山補強メカニズムを調べるために実施した縦断トンネル土槽試験結果をまとめたものである。

2. ボルトを使用した補助工法の地山補強メカニズム

縦断トンネル土槽試験の試験装置、試験方法については参考文献1), 2)を参照してほしい。図-1には土被りHがトンネル

径Dと同じ $H/D=1.0$ の場合のトンネル引抜試験の結果を、つまり図の

(a)には地中変位ベクトルを、(b)には最大・最小主ひずみをそれぞれ示してある。これらの図から地山の変形はトンネル引抜により局部的に生じ変形する部分としない部分に明確な差が見られること、また地山の伸び変形をしている方向(ϵ_3 の方向)を見てみると、切羽前

方部ではほぼ水平方向に伸びているが切羽上方部では斜め方向に伸びていることがわかる。図-2には長さ $L_R=60\text{ cm}$ 、間隔 $\Delta w=1\text{ cm}$ のモデル化した斜めボルトを角度 θ を変えて打設した時のトンネル引抜に伴う地表面沈下を示してある。斜めボルトは水平($\theta=0$)に打設してもほとんど効果は見られないが、斜めに打設した場合には効果があり地表面沈下を小さく抑えている。また打設角度 $\theta=15\sim 30^\circ$ の範囲に最も効果的な角度があるようである。図-1(b)に示したようにトンネル切羽上方部の地山は斜め方向

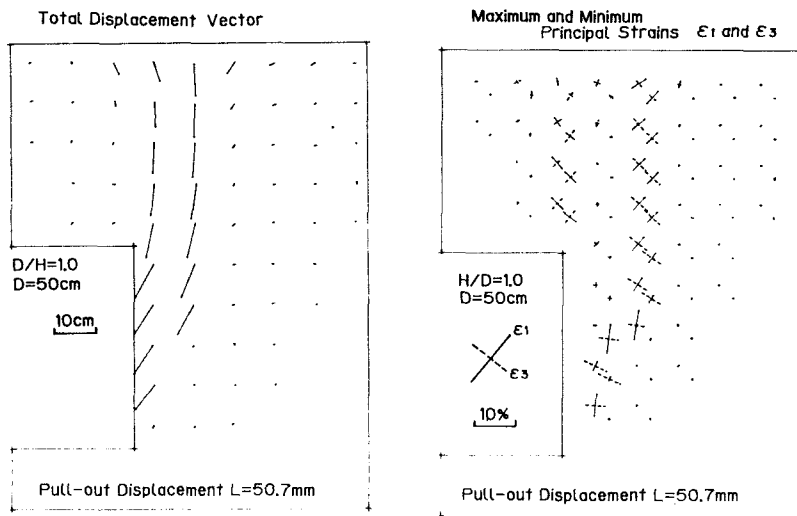


図-1(a) 地中変位ベクトル

図-1(b) 最大・最小ひずみ

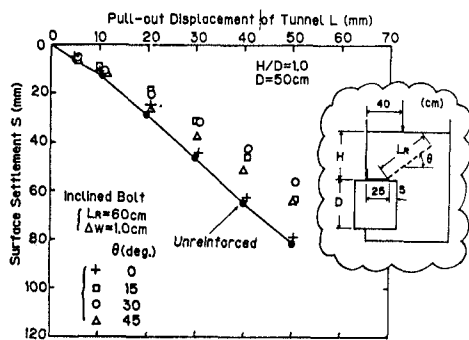


図-2 斜めボルトの効果

に伸び変形していたが、このことと斜め方向に打設したボルトが地表面沈下防止に効果があることは無関係ではないだろう。つまり図-3に示すようにボルトが地山との摩擦により地山が伸びるのを拘束し、その周辺の地山を一体化しこれより上部の地山の荷重を周辺の地山に分散するためと考えられる。

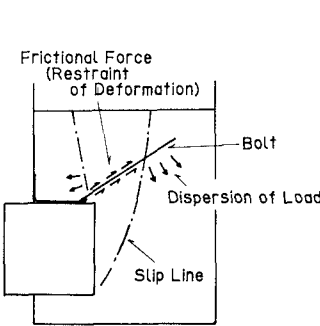


図-3 斜めボルトの補強メカニズム

図-4にはモデル化した鏡

止めボルトを長さ $L_R=30\text{ cm}$ 、間隔 $\Delta w=\Delta h=2.5\text{ cm}$ で切羽全面に打設した時のトンネル引抜に伴う地中変位ベクトルを示してある。この図から鏡止めボルトにより鏡部の変位が非常に小さくなっていることがわかる。水平に打設した鏡止めボルトが鏡部の安定に効果的なのは、図-1 (b) に示したように鏡部の伸び変形の方向がほぼ水平であるから、図-5に示すように水平にボルトを打設するとボルトと地山との摩擦により地山の变形が拘束されるためであろう。

次に縫地ボルトの効果を調べるためにトンネル切羽面から前後 40 cm 、 20 cm の範囲を長さ $L_R=50\text{ cm}$ のボルトを 5 cm 間隔で角度を変えて打設した時のトンネル引抜に伴う地表面沈下を図-6に示してある。この図から鉛直方向に打設した場合には効果はほとんどないが、斜めに打設した場合には地表面沈下を小さくする効果があることがわかる。これは斜めボルトと同様に切羽上部の地山の斜め方向の伸び変形をボルトが地山との摩擦により拘束しているためと考えられる。

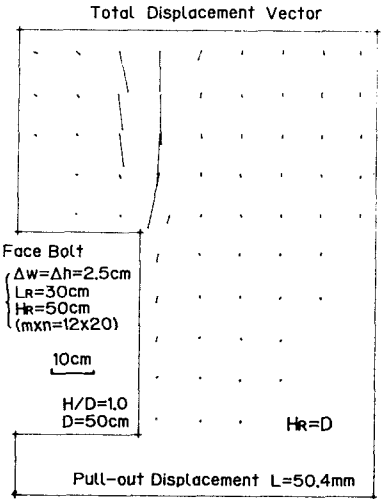


図-4 鏡止めボルトの効果

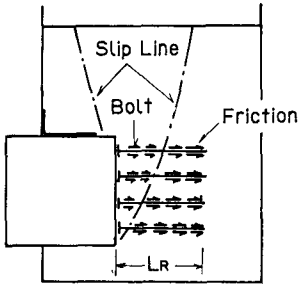


図-5 鏡止めボルトの補強メカニズム

3. あとがき

縦断トンネル土槽試験によりボルトを使用した補助工法の地山補強メカニズムを調べたところ次のことがわかった。どの補助工法においてもボルトは地山が伸び変形をする方向に打設すると効果的である。これはボルトが地山との摩擦により地山の伸びを拘束するためと考えられる。

4. 参考文献

- 1) 福島 他:土被りの浅い砂質地山トンネルの縦断模型試験、第23回土質工学研究発表会
- 2) 望月 他:都市NATMにおける補助工法の効果確認試験、第43回土木学会年次講演会

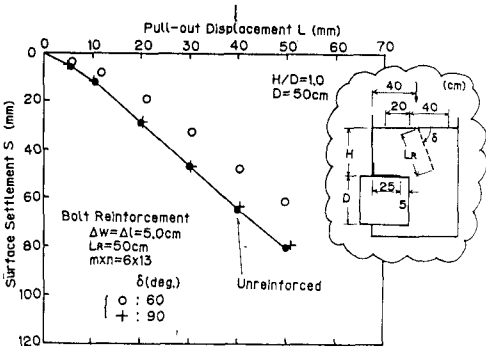


図-6 縫地ボルトの効果