

浅い土被りにおけるトンネル安定性評価

摂南大学工学研究科 学会員 脇中康太
 摂南大学工学部 正会員 道廣一利
 大阪工業大学工学部 正会員 吉岡尚也

1. はじめに

土被りの浅い場所では、固結度が低いことや地下水の影響もあって、切羽の自立性や地山の強度不足により、トンネルの施工が困難な場合がある。特に、土被りが2D(D:トンネル掘削径)以下の場合には、特殊なケースとして個々に検討することとされている¹⁾。さらに、地表の建物や地下埋設物に悪影響を与えないためには、地表面沈下を抑制する必要がある。そこで、土被りの浅いトンネルを対象に3次元FEMによる数値解析を実施し、補助工法がトンネル周辺地山に与える変位抑制効果について検討を行った。

2. 解析概要

高速道路トンネルが浅い土被りでかつ未固結地山に掘削させることを想定し3次元FEMによる解析を行った。支保工は吹付けコンクリートのみとし、掘削工法はベンチ長18mのショートベンチカット工法とした。解析領域はトンネル土被りを10m、インバートより下の部分を20m、トンネル軸方向は110m、トンネル横断方向は45mとした。図1に解析モデルを示す。入力定数は鶴来²⁾が提案した地山等級Dの下限の値を用いた。補助工法には鏡吹付けコンクリート・鏡止めボルト・アンブレラ工法を用いることとし、これらを組み合わせることによりトンネル挙動がどのような影響を受けるのかを解析的に調べた。

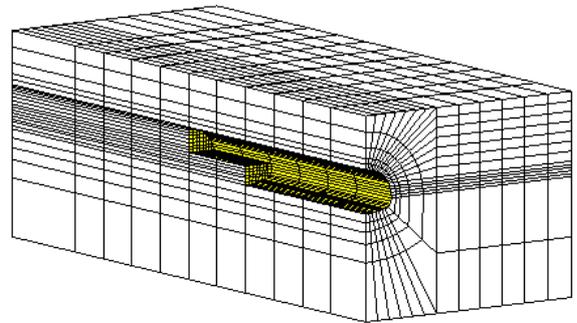


図1 解析モデル

表1 入力定数

変形係数	86700kN/m ²
ポアソン比	0.35
単位体積重量	21kN/m ³
粘着力	75Kn/m ²
内部摩擦角	12.5°
引張強度	18.7kN/m ²

3. 解析結果とその考察

図2は補助工法として吹付けコンクリートと鏡止めボルトを併用した場合、アンブレラ工法の場合、そしてアンブレラ工法と鏡吹付けコンクリートを併用した場合の地表面沈下量を示したものである。図3は各種補助工法における切羽面の押し出し変形量をコンターで表したものである。

補助工法なしの場合

いろいろな補助工法を用いた場合の変位抑制効果を把握するため、補助工法を用いずに吹付けコンクリート支保工のみで掘削した場合の解析も行った。その結果についても図2、図3に示している。この場合の地表面沈下は12mmとなっている(図2参照)。一方、切羽の押し出し変形量は上半切羽の中央部で8mmを超える結果となった(図3参照)。

鏡吹付けコンクリート・鏡止めボルトの場合

補助工法の規模は、吹付け厚10cm、鏡止めボルトの打設本数33本(打設間隔1m、打設長18m)である。図2より、地表面沈下は9mmとなり、補助工法による抑制効果の大きいことがわかる。また、図3に示すように上半

キーワード：浅い土被り，補助工法，FEM

〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8

切羽の押し出し変形量は6mm以下となり切羽面も抑制された。補助工法がない場合と比べると切羽の押し出し変形量，地表面沈下もともに抑制されている。補助工法の規模を考慮すると，地表面沈下，切羽押し出し変形量とも抑制効果が大いことがわかる。

アンブレラ工法の場合

長さ12.5mの鋼管(鋼管径114.3mm)を打設角度4°で29本打設し，ラップ長を3.5m設けながら掘削することを想定し，解析を行った。地表面沈下は，図2に示すように12mm生じ，補助工法のない場合と同じ値を示した。切羽の押し出し変形量についても抑制効果が得られていない。解析上のアンブレラ工法には抑制効果が得られなかった。

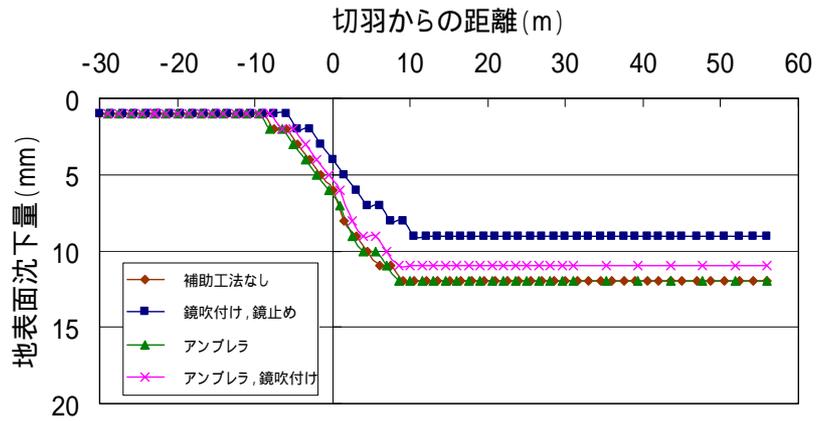


図2 地表面沈下量

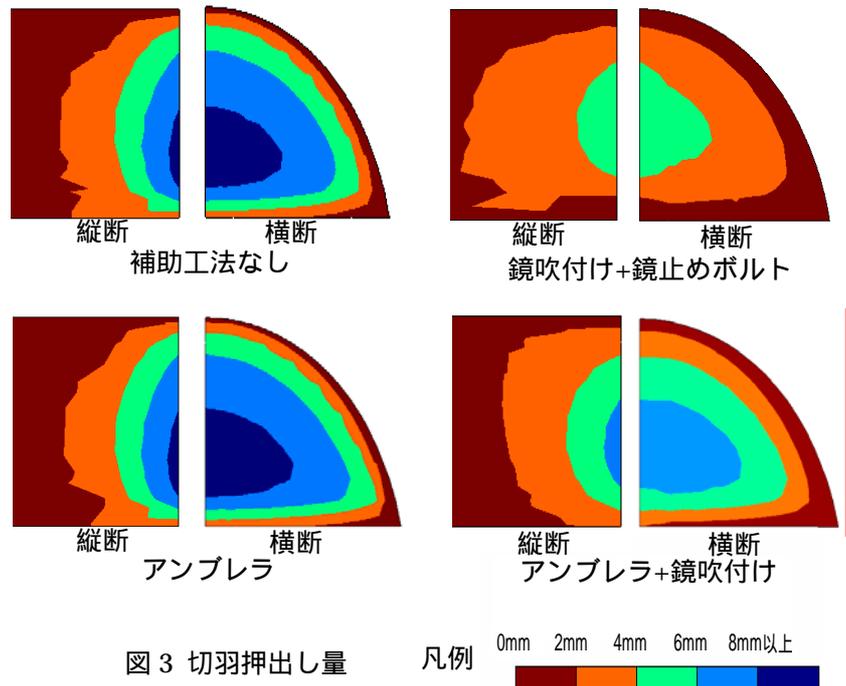


図3 切羽押し出し量

凡例 0mm 2mm 4mm 6mm 8mm以上

アンブレラ工法・鏡吹付けコンクリートの場合

上述したのアンブレラ工法に鏡吹付けコンクリート(吹付け厚10cm)を併用して掘削した。地表面沈下は11mmとなった(図2参照)。縦断方向の切羽の押し出し変形量は8mm以内となった(図3参照)。地表面沈下，切羽押し出し変形量が補助工法を用いずに解析を行った場合と比較して少しずつではあるが，抑制された。

4. まとめ

土被りの浅いトンネルを掘削するとき，補助工法がトンネル周辺地山に与える変位抑制効果について検討した。得られた結果をまとめると以下のようなになる。

1. 鏡吹付けコンクリートと鏡止めボルトを併用して用いると，切羽の安定対策だけでなく地表面沈下も抑制されることがわかった。
2. アンブレラ工法に鏡吹付けコンクリート組み合わせた補助工法を採用した場合には，切羽面の安定性が確保されやすいことがわかった。
3. アンブレラ工法のみでは解析上の抑制効果は得られないことがわかった。

【参考文献】

1) 滝沢正道，河野広：山岳トンネルの補助工法，土木学会，p. 18，1994。
 2) 鶴来克俊，道廣一利，吉岡尚也：岩盤の工学的分類方法に対応した入力定数の提案，第40回地盤工学研究発表会，pp. 1815～1816，2005。