

Ⅲ - B 97

長尺方式AGF工法の地山支持機構について

奥村組 正会員 蛭子 清二、同 正会員 浜田 修
京都大学 正会員 斎藤 敏明

1. はじめに

AGF工法(All Ground Fasten)は、山岳トンネル工事における鋼管注入式先受工法的一种である。急速施工のニーズとあいまって、切羽安定化対策、極端な場合には地表面沈下対策として、同工法の適用が増加している。しかし、先受け工法による地山支持機構や地表面沈下の抑制機構などは、十分に解明されているとは言えず、見掛け上梁構造が形成されるとした考え方で、鋼管の形状と配置が決められている。本報告では、長尺方式AGF工法の鋼管挙動計測事例から、設計で仮定されている梁構造の妥当性を議論する。

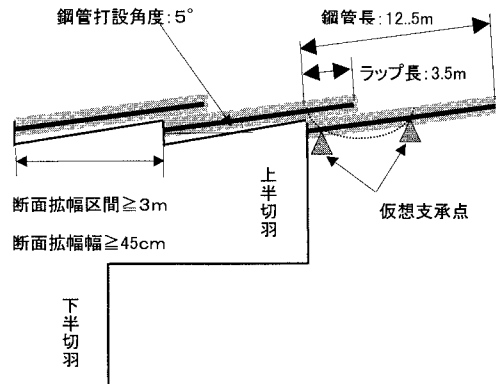


図-1 長尺方式の鋼管打設パターン

2. 長尺方式 AGF 工法の方法と課題

AGF 工法では、切羽前方地山のトンネル軸方向に有孔の鋼管が打設され、鋼管の内部と周辺の地山に注入が行われる。特殊な施工機械や専門要員を必要とせずに、通常の掘削機械で施工できる点が魅力的である。長尺方式 AGF 工法の標準的な鋼管打設パターンを図-1に示す。鋼管径:114.3mm、肉厚:6mm、鋼管長:12.5m、縦断方向鋼管打設角度:4°、横断方向鋼管打設間隔:45cm、縦断方向鋼管打設間隔:9m(鋼管のラップ長:3.5m)である。実態調査¹⁾によると、広範囲の地山条件のもとで長尺方式が適用されているが、鋼管打設パターンは上記した標準パターンが圧倒的に多い。地山条件に応じたパターン設定、特に、悪質な地山に対する検討が課題と思われる。

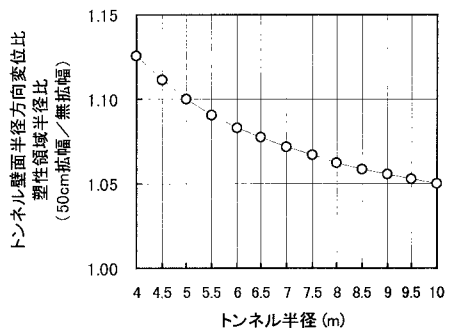


図-2 断面拡幅による壁面変位、塑性領域半径の増加比

長尺方式のもう一つの課題は、切羽前方地山に長尺鋼管を低角度で打設するために、トンネル断面が約 50cm 拡幅されることである。切羽安定化のためにわざわざ断面を拡幅して不安定要因を作り出すことは合理的とは思えない。図-2は、円形トンネル理論解から、断面 50cm 拡幅による壁面変位と塑性領域半径の無拡幅の場合に対する増加比を見たもので、2 種類の増加比ともにトンネルの半径比に比例する。円形トンネル、等方初期地圧の好条件下においても、50~300m²の断面で 50cm の拡幅によって 13%~5%の変位、塑性領域半径の増加が生じることが分かる。

断面の拡幅は、長尺鋼管をできるだけ水平に打設するために行われる。この理由は、一つには、先受けの長さを稼ぐことにある。もう一つは、長尺方式の地山支持機構が梁構造で考えられている点にある。図-1に示したように、鋼管は、切羽近くとその前方位位置を仮想支承点とする梁構造(支間長:約 3m)を形成して前方地山からの鉛直荷重を支持するとともに、切羽進行に伴いこの梁構造が順次に前進するとした考え方である。

Keywords: mountain tunnel, long scale grouting forepiling method, pre-supporting mechanism

〒300-2612 つくば市大字大砂 387 TEL 0298-65-1783 FAX 0298-65-0782

3. 計測事例の分析

あるトンネルの鋼管ひずみ計測例から、上記した長尺方式の考え方を検証して見る。施工区間の地質は全体に軟質であり、さらに、トンネルの横断と縦断方向に地質状況が変化した。図-3は、第1シフト左側壁位置の鋼管に沿った差ひずみ分布、すなわち曲げモーメント分布であり、切羽進行順に並べて示した。差ひずみの符号は、-が内空側にたわみが発生する方向である。同図から、確かに切羽進行 3m 付近から支間長:3m 程度の仮想的な梁構造が形成された様子が想像される。しかし、この梁構造は切羽進行とともに前進していない。同図に矢印で示した切羽位置との関係で見ると、切羽前方に曲げモーメントが生じたのは、切羽進行 3m と切羽進行 4m の 2 回のみであり、先受けの効果が発揮されたとは言い難い。図-4は、第1シフト天端位置の鋼管に沿った差ひずみ分布である。こちらの方も、鋼管の口元側に支間長:約 4m の梁構造の形成が想像される。しかし、モーメントは鋼管が地山側にたわむ方向に生じた。天端沈下が大きくて鋼管が上に凸に変形した可能性が高い。なお、図-3、図-4の曲げモーメント分布から、単純梁を仮定して鋼管に作用した荷重を推定すると、左側壁鋼管:0.56tf、天端鋼管:1.69tfと小さな値になった。

4. まとめ

計測結果から、切羽前方の仮想支承点が順次に前進し、先受けの効果が発揮されたような機構は見出されなかった。しかし、実施工では、変形は大きかったけれども切羽の安定は保たれていた。したがって、AGF 工法による地山支持効果は間違いなく発揮された。梁構造とは異なる機構でAGF工法の効果を評価する必要があるように思われる。

[参考文献] 1)ジェオフロンテ研究会:注入式長尺先受け工法(AGF 工法)実態調査に基づく設計パターン(案), 1997.

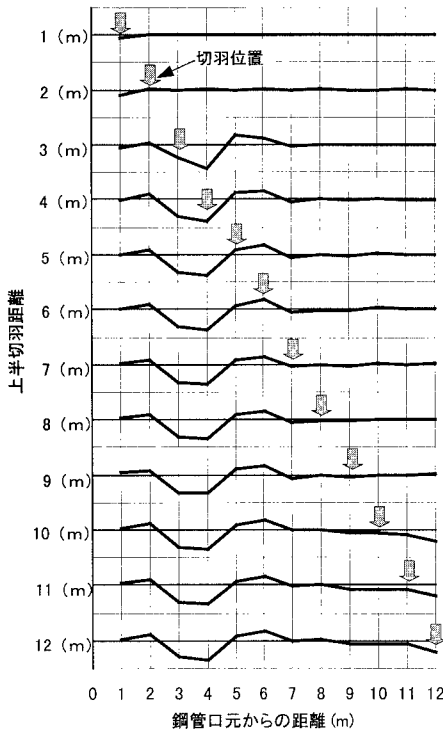


図-3 左側壁45° 方向位置鋼管の差ひずみ分布変化
差ひずみの大きさ: $\pm 120 \times 10^{-6}$
+: たわみの方向が地山側

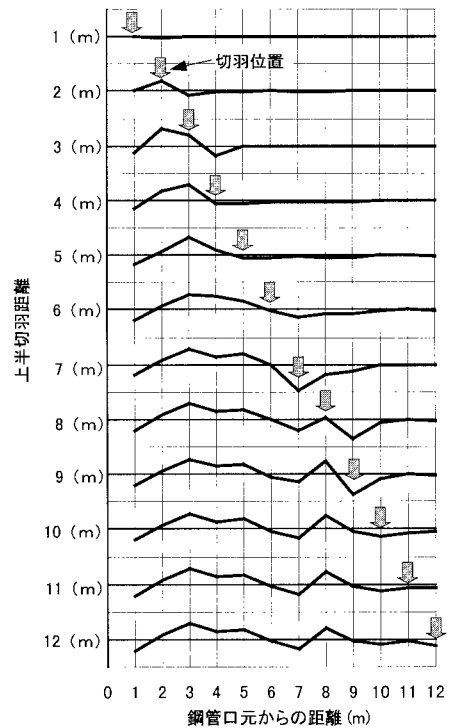


図-4 天端位置鋼管の差ひずみ分布変化
差ひずみの大きさ: $\pm 700 \times 10^{-6}$
+: たわみの方向が地山側