

Ⅲ－B 27

長尺鋼管先受け工法による前方変位抑制効果

飛島建設土木事業本部土木技術部 正会員 築地 功
 日本道路公団糸魚川工事事務所 嘉指 登志也
 日本道路公団糸魚川工事事務所 桑原 和夫
 飛島建設・青木建設JV高の峰Tn工事 石黒 真一

1. はじめに

近年、長尺鋼管先受け工法の普及により、未固結地山やアーチアクションが期待できない薄土被り区間での急速施工が可能となってきた。先受け鋼管の規模と配置に関しては切羽上方のゆるみ荷重に対して梁構造とみなして設計されているケースが多い。しかし、鋼管に作用する荷重やそれに対する鋼管の挙動は、十分に解明されているとは言えない。本文は北陸自動車道高の峰トンネルにおいて実施した長尺鋼管先受け工法の鋼管応力測定結果から判明した挙動についてFEM解析を踏まえて報告するものである。

2. 鋼管先受け工法の施工概要

長尺鋼管先受け工法の施工は最小土被り4mで三面張り水路と交差する箇所で行った。施工箇所の地質はφ10cm～1mの硬質な転石を含有した凝灰質砂礫を主体として、非常にルーズな砂層を挟んでいる。また、地表面近くには軟弱な河床堆積物が分布している。図1に施工位置の縦断面図を示す。

鋼管長は9m、鋼管周辺の改良を考慮してセメント系の注入材を用いて2シフト施工した。また、硬質な巨礫とルーズな砂層に対処するため、通常のAGF（鋼管外径101.6～114.3mm）よりも細い小口径鋼管（60.5mm）を使用する小口径二重管工法を採用した。小口径二重管工法により、打設間隔を30cmと小さくして連続した改良体を効率良く造成することができた。

3. 計測概要

(1) 鋼管応力測定方法

鋼管の挙動を把握するために、天端付近に計測用の鋼管を設置した。計測用の鋼管の中に口元から1、3、5、7mの位置にひずみゲージを貼った薄肉管を挿入し、注入材により鋼管と一体化した。ひずみゲージは上縁と下縁の2ヶ所ずつ貼り付け、軸力と曲げ応力を測定した。計測は施工サイクルとの関連性を詳細に把握するため、15分間隔の自動計測とした。

(2) 計測結果

最も大きな応力が発生している口元から5mの位置における鋼管応力の経時変化を図2に示す。計測位置と切羽との位置関係も同図に示す。計測結果には次の傾向がみられた。

- ① 圧縮応力は切羽前方から徐々に増加している
- ② 曲げモーメントは切羽通過後に微増している

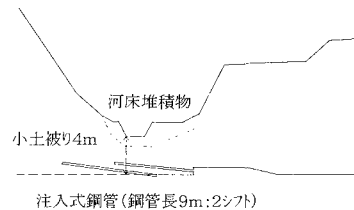


図1 施工位置縦断面図

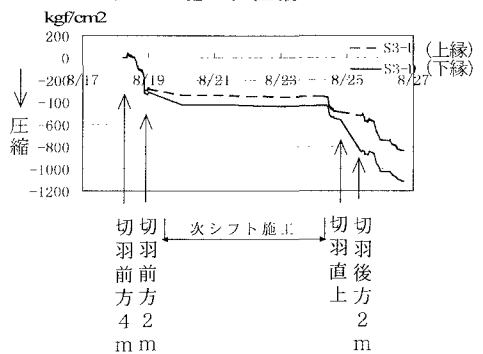


図2 鋼管応力経時変化図

キーワード：トンネル、長尺鋼管先受け、前方変位抑制、計測、解析

連絡先：飛島建設(株) 〒102-8332 東京都千代田区三番町2番地 TEL03-3288-6513 FAX03-5276-2526

4. FEM解析による鋼管の挙動の確認

トンネルセンターを縦断方向に切った断面で2次元FEM解析を行い、周辺地山の挙動や鋼管の役割について確認した。掘進後の支保完了区間は地山と等価な材料に置き換えた。鋼管に発生する応力の分布は切羽の直上で鋼管に下に凸の曲げモーメントが発生しているが、かなり小さいオーダーであり、全体的に軸力が卓越している。解析結果における曲げモーメント分布と軸力分布を図3、4に示す。傾向としては計測結果にほぼ一致しているが、解析結果の方がやや大きな値になっている（図5）。その違いは、次の理由によると考えられる。

- ①実施工では周辺地山の改良効果により、鋼管にかかる荷重が低減されている
- ②解析モデルと異なり、実際には鋼管と地山との間にひずみ差が生じており、鋼管のひずみは地山のひずみに追随していない

5. 周辺地山の挙動と鋼管の役割

図6に先受けがない場合の解析結果の変位ベクトル図を示す。トンネル前方の地山は切羽を押し出す方向に変位しており、鋼管の軸方向とほぼ一致している。従って、先受け工がある場合は鋼管の軸剛性により先行変位を抑制する効果が生じると考えられる。

周辺地山の挙動や鋼管に生じる断面力の分布から判断すると、先受け鋼管の役割として次の2点が考えられる。

- ①切羽方向に押し出してくる前方地山を抑制する先行変位抑制効果
- ②切羽上方のゆるみ荷重を支える梁効果

特に、今回のケースでは沢部という特殊な地表形状の影響もあり、①の先行変位抑制効果が顕著に現れたと判断できる。

6. おわりに

従来、長尺鋼管先受け工法は鋼管の曲げ剛性による梁効果のみに着目した設計方法が多かったが、今回の計測、解析結果から、軸方向の圧縮作用により先行変位を低減し、最も不安定な鏡上部から天端にかけての先行変位を抑制する効果にも注目すべき事がわかった。

今後は先行変位抑制効果に着目し、経済的かつ最大限に効果的な鋼管径や打設角度についても検討を加えていくつもりである。

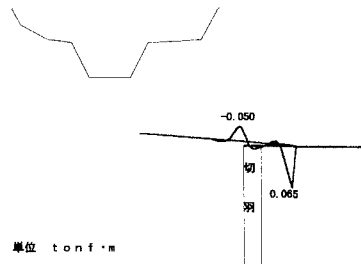


図3 解析結果曲げモーメント図

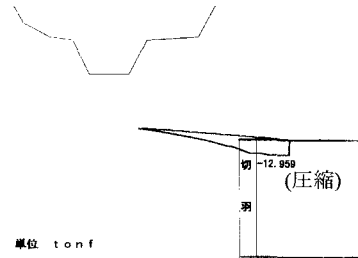


図4 解析結果軸力分布図

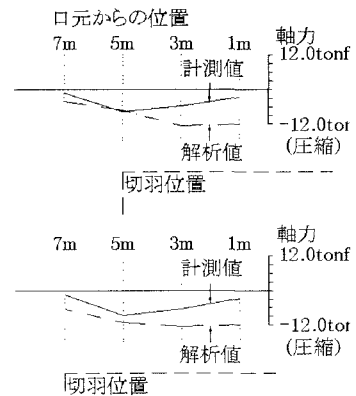


図5 切羽位置毎の計測値と解析値の比較

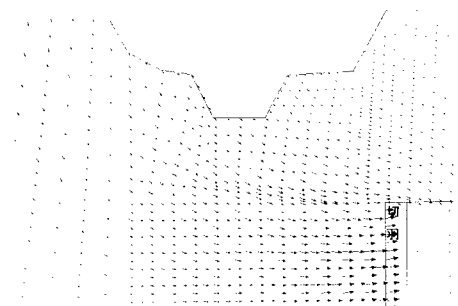


図6 解析結果変位ベクトル図（先受け無し）