

小口径鋼管フォアパイリングの応力測定

五洋建設 技術研究所 正会員 大森 禎敏
 五洋・磯部・出馬共同企業体 森 武志
 五洋・磯部・出馬共同企業体 木村 祝啓
 五洋建設 技術研究所 フェロー ○武内 秀木
 三重県南勢志摩県民局 達 敏弘

1. はじめに

第二伊勢道路白木トンネルは、三重県鳥羽市に計画された(図-1)延長 822m の2車線の道路トンネルである。当トンネル計画域の地質は、秩父中・古生層の頁岩、砂岩、チャートである。当トンネル終点側坑口部は、地山の風化が著しく土砂化している。このため、トンネル掘削時の切羽崩壊が懸念され、対策工として注入式長尺小口径鋼管フォアパイリングと長さ12mの鏡止めボルトを適用した。本文は、注入式長尺小口径鋼管フォアパイリングにおける鋼管応力測定結果について報告するものである。



図-1 施工位置図

2. 鋼管の応力測定

(1) 測定の目的

注入式長尺小口径鋼管フォアパイリングは、径 60.5mm の鋼管による先受け工で、通常の注入式長尺鋼管フォアパイリング(AGF 工法)より施工性に優れた工法である。しかし、鋼管径が小さいために曲げ剛性が小さく、地山荷重に対する耐荷力に劣ることが懸念される。そこで、当トンネルでは、鋼管に発生する応力を測定し、地山荷重に対して鋼管が耐えうるものかどうかを判断する目的で当計測を計画した。

(2) 測定位置

測定はトンネル起点側坑口から 742.2m の測点 No.15+34.2 の天端に打設した測定用鋼管を用いて行った。この位置での土被りは約 24m、切羽の地質は亀裂の卓越した風化頁岩である。はじめに、計測用鋼管を打設し、ひずみゲージを張り付けたアルミパイプを挿入した後、切羽鏡面に 11 本の鏡止めボルトを施工した。次に、注入式長尺小口径鋼管フォアパイリング 27 本をトンネル掘削面外周に施工した。当トンネル終点側坑口部の施工パターンを図-2 に示す。

表-1 工事概要

トンネル名	第二伊勢道路 白木トンネル
工事場所	三重県鳥羽市
工期	2000年12月～2003年3月
発注者	三重県
施工者	五洋・磯部・出馬共同企業体
延長	822m
掘削断面積	DⅢ-72.5m ² (上下半)

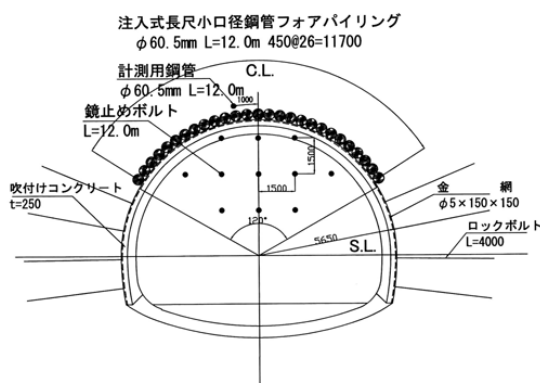


図-2 切羽安定対策工の施工パターン

(3) 測定方法

図-3 に鋼管応力測定概要を示す。当工法で使用する鋼管径が 60.5mm と小さいため、鋼管の応力測定は径 30mm のアルミパイプにひずみゲージを張り付けたものを計測用鋼管に挿入することによって行った。鋼管径が小さく管内の配線に制約があることから、鋼管末端部の 5 箇所(⑤～⑨)は軸力と曲げ応力の両方が測定できるようにし、先端部(①～④)については曲げ応力のみの測定を行えるようにした。

キーワード 補助工法、先受け工、長尺鋼管フォアパイリング、応力測定、計測

連絡先 〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 五洋建設株式会社 技術研究所 TEL 0287-39-2107

3. 測定結果

(1) 応力測定結果

図-4 に切羽進行に伴う曲げ応力の変化を示す。計測用鋼管に発生する曲げ応力は、最大でも 20N/mm^2 程度と鋼管の許容応力よりも小さいことが確認できた。

(2) 変位測定結果

図-5 に測定位置③～⑥のたわみ量¹⁾とたわみ量から導いたトンネル天端の沈下曲線を示す。トンネル天端の沈下曲線は、鋼管と地山が一体となって挙動すると考え、次式で示す成長曲線²⁾で近似した。

$$y(x) = \frac{\gamma}{1 + e^{\alpha - \beta x}} \cdots \textcircled{1}$$

ここで、 y は鋼管の沈下量、 x は切羽からの距離である。 α 、 β 、 γ は正の定数である。図-5 には回帰分析によりもとめた α 、 β 、 γ の値が示してある。この図より、鋼管は切羽で 5mm 程度沈下し、そこが最大値となることが分かる。また、鋼管の変形は切羽前方 $3 \sim 4\text{m}$ から始まることから、当トンネルで作用したラップ長 4.0m は、概ね妥当なものであることも検証できた。

(3) 測定結果の利用

鋼管の変形曲線を①式のように近似することによって、当トンネルにおける切羽到達前の先行沈下量は、最終沈下量の約 21% であることが分かった。また、天端沈下の実測値に①式によって求められる測定開始までの沈下量を加算すると図-5 に示すように鋼管の変形曲線とほぼ一致することも確認できた。

4. おわりに

当トンネルで実施したような計測によって鋼管に発生する応力を確認できるとともに、設計の妥当性を検証できる。また、切羽前方地山の先行沈下量が把握できる利点があることも確認できた。

参考文献

- 1) ジェオフロンテ協会：注入式長尺先受工（AGF 工法）技術資料（三訂版）、pp.116-132、1997。
- 2) 涌井良幸・涌井貞美：図解でわかる回帰分析、pp.124-129、2002。

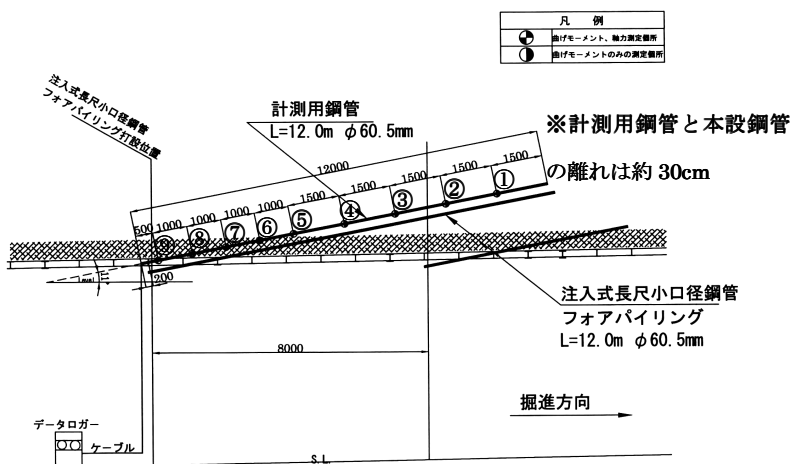


図-3 小口径鋼管の応力測定概要

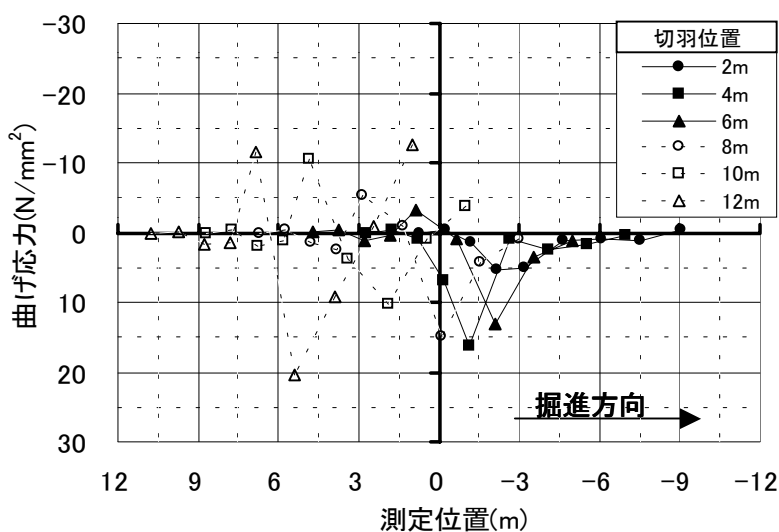


図-4 切羽進行に伴う曲げ応力

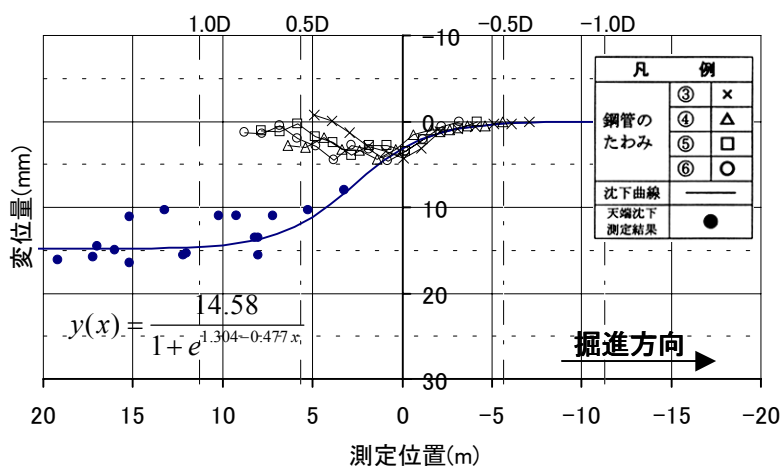


図-5 鋼管の変形と天端沈下測定結果