

A G F 鋼管の軸力・曲げモーメントの測定

鉄建建設 フェロー 笹尾 春夫
 京都大学 齋藤 敏明 正会員 朝倉 俊弘
 東亜測器 正会員 藤田 清一 遠藤太嘉志

1. はじめに

長尺先受工の一種である A G F は、特別な施工機械を必要とせず比較的簡便に施工できることより、山岳トンネルの補助工法として数多く採用されており、安定した支保効果が得られることが確認されている。しかしながら、その設計法については標準設計パターンによる方法が主体であり、A G F の支保効果を定量的に評価して経済的な支保設計を行っているとは言えないのが現状である。

そこで、A G F の支保効果を定量的に評価し、合理的な先受工の設計手法を確立するための基礎データを得ることを目的として、A G F 鋼管の軸力と曲げモーメントを測定する計測器を使用して、山岳トンネル現場において計測を行った。

2. 計測器の開発と試験

従来、A G F の施工に関する計測としては、A G F 鋼管内に水平傾斜計を 1 m ~ 3 m 程度の間隔で設置し回転角の変化と計測点間距離より鋼管のたわみを計測する方法と、鋼管内にパイプひずみ計を挿入し、曲げ応力を測定する方法が多く採用されている。

上記の計測は鋼管のたわみと曲げ応力を測定することを主な目的としており、鋼管に発生する軸力について定量的な計測評価を行った例は少ない。今回、筆者らは、A G F 鋼管に発生する軸力に着目して支保効果を評価することを目的として、曲げ応力だけでなく、軸力についても正確に計測できる手法で計測器を設置し、計測を行った。

計測器はアルミ製のパイプひずみ計を地山に打設した A G F 鋼管の中心線上に正確に位置決めして挿入し、その後、モルタルを注入し固定する。この場合、A G F 鋼管の軸ひずみが正確にパイプひずみ計に伝達することを確認するために、あらかじめ実験室において試験を行った。写真 - 1 に試験用の A G F 鋼管とパイプひずみ計の切断面を、写真 - 2 にテストピースの全体を示す。

図 - 1 にテストピース載荷時の A G F 鋼管の軸ひずみとパイプひずみ計に伝達される軸ひずみの比較を示す。この図からわかるように、ひずみ量は後者のほうが約 15% 大きくなっているが、パイプひずみ計に伝達されるひずみは良好な直線性を示しており、この手法で A G F 鋼管のひずみを計測することは十分可能であると判断した。なお、注入材としてシリカレジンを用いたテストピースを作成し同様な試験を行ったが、鋼管の軸ひずみに対するアルミパイプへの伝達性が低い結



写真 - 1 A G F 鋼管とパイプひずみ計の切断面



写真 - 2 モルタルを充填したテストピース

キーワード A G F , 先受工 , 軸力 , トンネル

連絡先 : 〒185-0011 東京都千代田区三崎町 2-5-3 鉄建建設エンジニアリング本部技術部 TEL 03-3221-2165

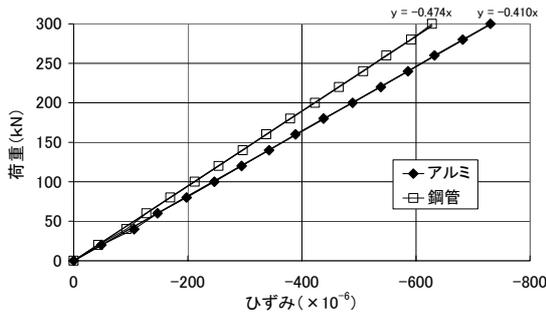


図 - 1 A G F 鋼管とアルミパイプのひずみの比較

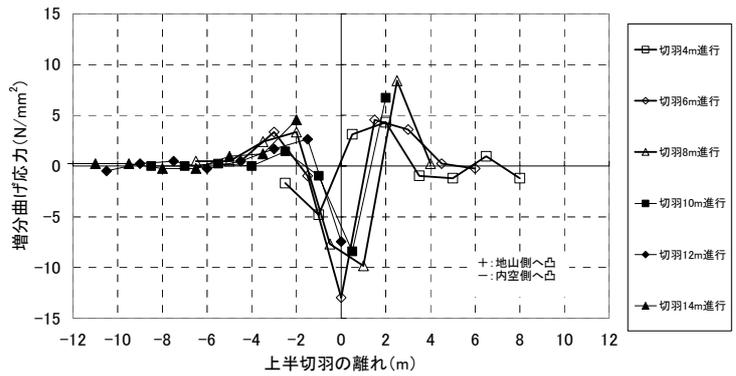


図 - 2 A G F 鋼管の曲げ応力の増分値

果となり、注入材はモルタルを使用した。

3. 計測計画

計測は新幹線断面を通常のショートベンチカット工法で掘削中のトンネルにおいて実施した。今回の計測は地山とA G F 鋼管の相互作用を確認するため、代表的な位置であると考えられるトンネル天端中央に、計測用のA G F 鋼管 L = 12.5m 1 本のみを通常の方法で打設した。注入材は前述したようにモルタルを使用し、打設角度は7度とした。

アルミパイプには1.5m間隔で8箇所、パイプの上下にひずみゲージを貼付し、1番目のゲージがA G F 鋼管の口元より1.5mの位置になるよう挿入、固定した。

4. 計測結果と考察

図 - 2 に切羽を1掘進 (L = 1 m) したことによりA G F 鋼管に発生する曲げ応力の増分値の分布を示す。横軸は各測点からその時点の切羽までの距離を示す。距離がプラスの測点はその時点で切羽前方の地山内にあることになる。この図からわかるように、掘削直後に一時的に無支保状態になる切羽位置で曲げ応力のマイナス側 (内空側へ凸) の増分が最大となり、A G F 鋼管はこの位置で梁として機能しているものと考えられる。

図 - 3 に軸力の計測結果を示す。この図は計器を設置し、掘削を開始した後の切羽進行2 mごとの軸力分布である。横軸については図 - 2 と同様である。

この図より、

切羽前方概ね2 m以深ではA G F 鋼管に引張りの軸力が発生している

2 mより浅い部分ではA G F 鋼管の軸力が圧縮になり、切羽後方2 m程度までこの傾向が続く

切羽が2 mより遠ざかると軸力が徐々に減少する

切羽がA G F 鋼管の先端を通過した時点で鋼管先端部の軸力が圧縮から引張りへ急激に変化する (切羽進行14mを参照)

ことがわかる。

A G F 鋼管の支保機能は、まず、の引張り軸力により切羽面の押し出しを抑制する効果が考えられる。また、の圧縮軸力が、地山が最も不安定になると考えられる切羽付近で大きくなっていることより、この圧縮軸力が地山の安定性に何らかの影響を与えているものと想定される。これらの現象に関して、現在、三次元F E M解析により検証中である。

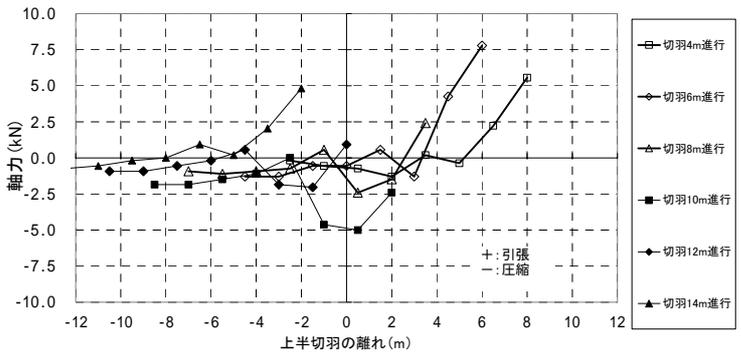


図 - 3 A G F 鋼管の軸力分布