

薄鋼板を用いたウイングリブ(YM ウイングリブ)のトンネルへの適用

日本道路公団四国支社高知工事事務所 阿部 茂
(株)熊谷組 四国支店土木部 正会員 伊藤 省二
マシノスチール(株) 本社技術部 正会員 木下 泰範

1. はじめに

ウイングリブ鋼製支保工は鋼アーチ支保工の脚部補強として一般的に用いられている。この種のウイングリブは支保工の沈下を抑制する必要がある際に、設置面積を大きくして地盤の支持力を得やすくする為に用いられる。しかし従来のウイングリブは重量は重く、設置に当たって掘削面積が大きくなる為、地山を乱し、悪影響を及ぼす恐れがある等、施工に当たって問題点も指摘されていた。その為、本トンネル工事では日本でも特異な地質である御荷鉾構造線断層破碎帯にある緑色強粘性土にて、重量も軽く、掘削面積も縮小できるYMウイングリブに着目し、施工に適用したのでここに報告する。

2. ウイングリブ施工の概要

用いたウイングリブ(YMウイングリブ)は、従来の鋼製支保工のフランジ面にボルト孔加工を施し、脱着型のウイングリブを施工時に取付け、薄鋼板と支保工フランジとで閉合された円錐台形の空間に吹付けコンクリートを直接吹込むことで、地盤からの支持力を得ることにした。又、その施工における効果を考察する為、鋼製支保工に歪みゲージを取付けデータを収集した。A-図の標準支保工図に計測点を示す。



写真1 YMウイング

3. 計測データの考察

ウイングリブを用いた支保工の計測結果は次の通りである。

(a) : 計測データは左右が対称性を有する。

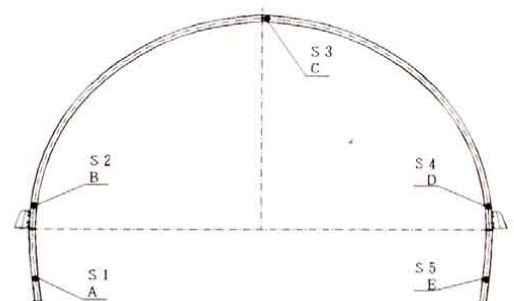
S-2、S-4 の組と S-1、S-5 の組とは、軸力・曲げ応力共にほぼ同じ経時変化を辿っている(図-1)(図-3)。このような対称性は、施工条件の非対称性が、地山変位の発生によって打消されるためである。すなわち、この地山は掘削に伴って変位しやすい条件にある。

(b) : 鋼アーチ支保工は軸力が卓越し、曲げが小さい。

軸力に対して曲げ応力が小さいのは、荷重が均等に作用しやすい軟弱な地山条件にあることを示す証左である。すなわち、地山が軟弱で、トンネル掘削によって切羽が開放され、変位が進行する条件の下では、鋼アーチ支保工は、曲げで地山荷重に抵抗するのでなく、支保工の最大耐力が発揮できるように次第に軸力状態に移行するのが図-1・図-2・図-3 から伺うことができる。

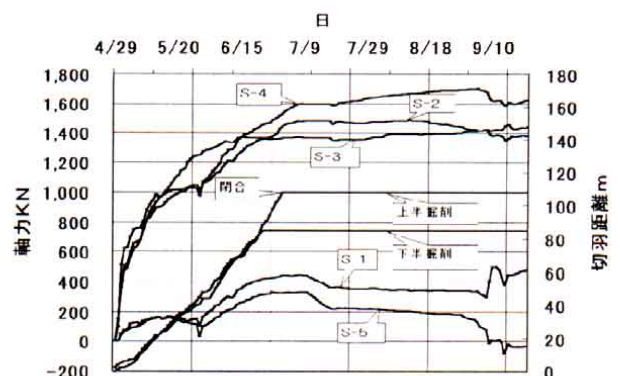
(c) : 荷重は閉合するまで漸増する。

地山強度比が2以下の地山では、円形トンネルをはじめとし、トンネルの掘削によってトンネル近傍の地山は、トンネル周辺で全ての所が塑性化する。このような条件下で、切羽に自由面を作れば、荷重は必然的に増大することになる。トンネル断面は横断方向に閉合されていても、鏡を掘削すれば自由面を作ることになる。したがって、切羽が前進し、三次元



A-図 計測位置

図-1 支保工軸力



キーワード: トンネル・支保工・ウイングリブ・脚部補強

連絡先: 〒733-0012 広島市西区中広町3丁目24-18 Tel:082-291-5656 Fax:082-292-0477

的影響がなくなるまで、荷重は増加する事を同様に知ることができる。

(d) : 荷重の収束が遅い。

軸力は50日を経過して 1500KN に近づいても、まだ漸増傾向にある。このように大きな荷重が支保工に作用するのは、トンネル周辺の地山が広い範囲にわたって緩み、それが緩み荷重として支保工にかかるからである。(図-1)

(e) : 掘削によって鋼アーチ支保工の荷重が急増する。

地山が塑性化する条件のもとでは、地山を支持しない限り変位が発生する。塑性化が激しい地山では、それだけ激しく変位が生ずるから、その結果荷重も急増する。一兩日で 700KN まで鋼アーチ支保工の応力が増大するのは、塑性化の激しさを示す証左と考えられる。このような状況下では、吹付けコンクリートで対応するのは問題があり、掘削と同時に支保できる構造物、すなわち鋼アーチ支保工の助けを借りなければならない。以上の結果は、鋼アーチ支保工と、YMウイングリップの効果を示すものである。

4. YMウイングリップの効果の考察

(a) : YMウイングリップは安定した挙動を示す。

YMウイングリップは、反力が地山の一軸圧縮応力を超えないように設計されている。このため、下半掘削による側壁の開放によっても上半のトンネルは安定しており、側壁支保工には上半からの荷重伝達が小さい。S-1、S-5 ゲージの計測値はこのことを裏付けており、ウイングリップの最も好ましい挙動になっていると判断する。このような、結果はウイングリップの底板面積を必要且つ十分な大きさにできるYMウイングリップによって得られるものである。しかも、吹付けコンクリートをウイングリップの内側に吹込み、地山との密着性が高いことが、支保工の荷重支持を確実にし、その挙動をわかりやすくしている。

(b) : 上半支保工に作用する荷重は大きい。

上半支保工の荷重は 1500KN 程に達するまでになっている。トンネルに作用する荷重としては一般に大きい方の荷重である。上半支保工は、この荷重を確実に支持している。これは、支持面積を十分に大きくできるYMウイングリップの効果によるものである。

(c) : 下半の掘削によっても側壁は安定している。

下半掘削によって側壁表面近傍に支保工反力が集中して側壁部地山が局部的にでも塑性化する条件では、支保工は沈下によって荷重を減少する方向に挙動するが、YMウイングリップは、反力を広い範囲に分散して伝達できるウイングリップであることが、たとえ応力集中があったとしても、緩和に役立っていると思われる。

5. まとめ

従来型ウイングリップの代替品として薄鋼板を用いたYMウイングリップを採用し、検証を行ったが、十分効果を発揮できることがわかった。ただし、ウイングリップの中空部に吹付けコンクリートを吹込み、それによって地盤の支持力を得ることになる為、吹付けコンクリートの詰め込みには注意する必要がある。しかし、重量が軽く、現場ストックがきくYMウイングリップによれば掘削面積を縮小でき、且つ地山と直接密着できる等の特徴から、トンネル掘削のスピード化コストダウンに役立つ可能性があるものと考えられる。

最後に、この実績が今後のトンネル掘削工事の参考になれば幸いである。

図-2 支保工せん断力

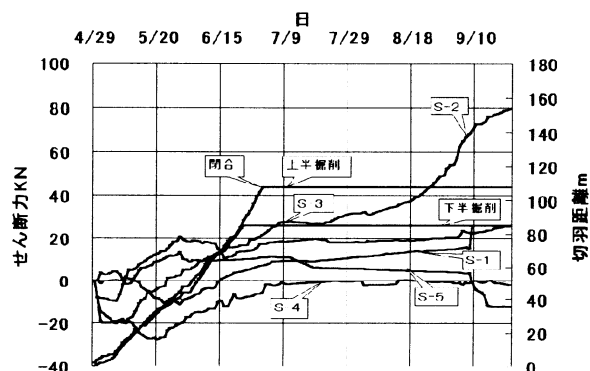


図-3 支保工曲げモーメント

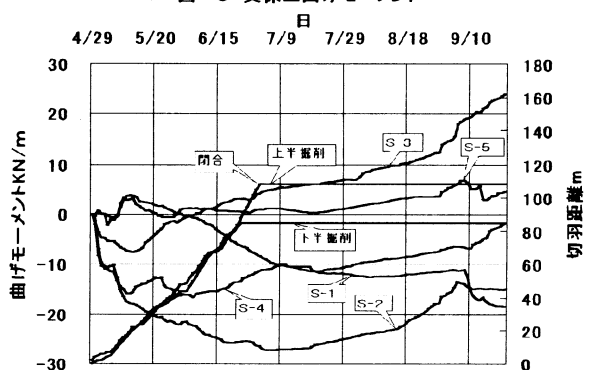


図-4 天端沈下 経時変化図

