

III-577 発泡モルタル埋戻時の挙動に関する一考察

鴻池組 正会員 嶋村貞夫 正会員 山田浩幸
日高武彦 加川博康

1. はじめに

山岳トンネルの明り部において、図-1に示すように、土留め内に鋼アーチ支保工(H=200, 吹付厚25cm)を設置し、土砂で埋戻すこととなった。しかしながら、通常の土砂による埋戻しでは、土圧により鋼アーチ支保工に過大な応力が発生し、耐力不足となるため、以下に示す効果を期待して、発泡モルタルによる埋戻しを計画した。

- ① 単位体積重量が小さいため、作用圧が低減できる。
- ② 発泡モルタルの硬化後に次の打設を行う段階的施工により、作用圧を低減できる。
- ③ 発泡モルタルの剛性が高いため、周辺の地盤バネによる効果が期待できる。

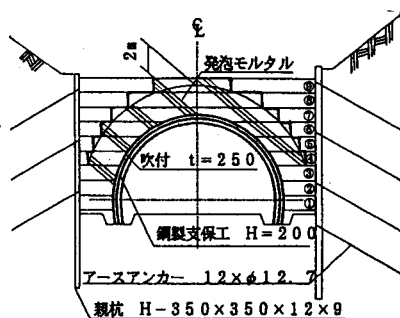


図-1 施工一般図

これらの発泡モルタルの段階的打設の効果を確認するために、鋼アーチ支保工の挙動計測を行い、設計値との比較検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 支保工の設計

支保工の設計は以下の要領で実施した。

- (1) 解析モデルは、鋼アーチ支保工のみを骨組に、周辺の発泡モルタルを地盤バネとするモデルを採用した。

また、クラウン部およびS.L.部の結合条件は剛結とした。

- (2) 発泡モルタルおよび鋼アーチ支保工の諸元は次のとおりである。

- ・発泡モルタル 単位体積重量 1.0 t/m³
弾性係数 15000 kgf/cm²
- ・鋼アーチ支保工 (H=200×200×8×12)

弾性係数 2.1×10⁶ kgf/cm²

断面二次モーメント 4720 cm⁴

断面積 63.5 cm² 許容応力度 1400 kgf/cm²

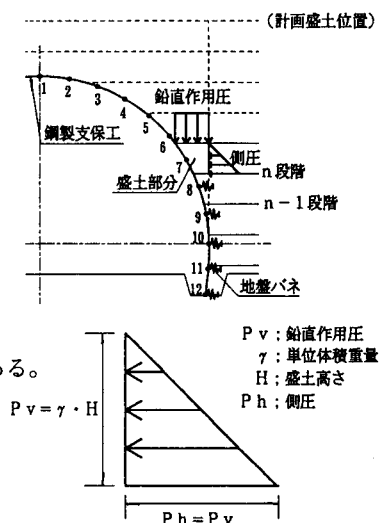


図-2 解析モデルと荷重の考え方

- (3) 荷重は、鋼アーチ支保工および吹付コンクリートの自重と発泡モルタルによる作用圧を考えた。

なお、発泡モルタルの荷重は、打設段階ごとに図-2に示す作用圧を考え、上載圧によって下部の発泡モルタルには、水平土圧は発生しないものと考えた。

- (4) 水平方向の地盤バネは、道路橋示方書および同解説を参考にして以下のとおり地盤反力係数 k_H を求め、 k_H に分担幅を乗じて求めた。

$$k_H = k_{H0} \times \left(\frac{B_H}{30} \right)^{-\frac{3}{4}} \quad k_{H0} = \frac{1}{30} \alpha E_0 \quad (\alpha = 4 : \text{供試体の一軸試験より算定}) \quad \text{--- 式(1)}$$

- (5) 計算手法は、各打設段階において、発泡モルタル打設完了部分には地盤バネを配置し、打設高さに応じた作用圧を載荷し、各ステップの応力増分を計算し、それを累加する方法を採用した。

3. 計測結果と設計値との比較

支保工の設計において作用荷重、地盤のパネの評価に不確定な要素を含んでいるため、鋼アーチ支保工にひずみゲージを10箇所貼付し、施工時の挙動を計測した。なお、測定ひずみから軸応力と曲げ応力に分離できるように各測点において、内側、外側2箇所でひずみを測定した。

発泡モルタルの施工は、図-1に示すように、原則として1回の打設高さを1mとし、1日の養生後に次の打設を行った。打設は9段に分けて行い、5段以降については発泡モルタルの埋戻し幅が2m程度確保できるように打設した。

図-3は各施工段階における支保工の天端、肩部、S.L.部における発生応力度の履歴を示したものである。この結果によると、鋼アーチ支保工の応力度は、5段目の打設までは、顕著な増加は認められないが、それ以降の打設による応力増分が比較的大きくなっている。

また、天端および肩部における計測値は、計算値とほぼ同程度であるが、S.L.部では計算値よりかなり小さい値となった。

支保工および吹付コンクリートの自重による発生応力度の最大値約800 kgf/cm²に対し、発泡モルタルによる発生応力度は、最大140 kgf/cm²程度であり、当初の計画どおり低くおさえることができた。

また、図-4は、埋戻し完了時における軸応力と曲げ応力の分布図を示したものである。実測による軸応力は、計算値の半分以下の値となったが、これは吹付の剛性の方が鋼アーチ支保工の剛性よりも2.5倍も高いにもかかわらず、設計上安全側に考え、吹付を無視し、鋼アーチ支保工のみで荷重を支えるとしたことによるものであると考えられる。

一方、曲げ応力は、肩部で計算値よりも、かなり大きな値を示しているが、これは今回の設計では、発泡モルタルも厚みが約2mであるにもかかわらず、パネ定数の算定に半無限地盤での式(1)を採用したため、設計上地盤パネが過大評価されているため、生じたものと考えられる。

4. まとめ

今回、鋼アーチ支保工に作用する荷重を低減するため、発泡モルタルを段階的に施工する方法を採用した。その結果、埋戻しによる支保工の発生応力度は、最大約140 kgf/cm²となり、小さくおさえることができた。

設計では、鋼アーチ支保工のみを骨組に、打設後の発泡モルタルを地盤パネにモデル化した簡易なモデルを用い、作用圧については、段階的に打設高さ分だけを考え応力増分を算定し、各増分を累加する手法を用いた。この計算方法によれば、安全側の設計を行えることが確認できた。

また、より合理的な設計を行なう場合には、今回程度の荷重レベルでは、吹付コンクリートを支保部材と考えることができると考えられるが、地盤のパネ値は、発泡モルタルの厚みを考慮した値を採用する必要があると考えられる。

【参考文献】道路橋示方書・同解説 日本道路協会 平成2年2月

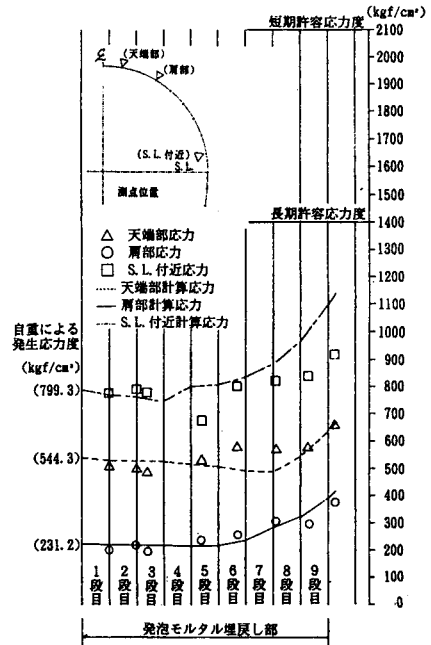


図-3 各施工段階における発生応力度

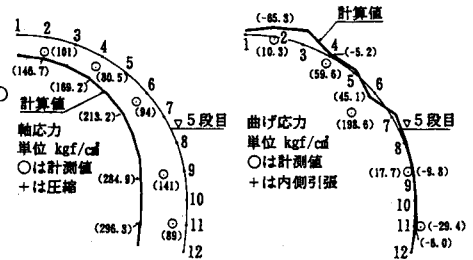


図-4 埋戻し完了時応力分布図