

III-567

土被りが小さいトンネルの覆工に与える上載荷重の影響

鉄道総合技術研究所 正会員 ○安東豊弘
 鉄道総合技術研究所 正会員 朝倉俊弘
 西日本旅客鉄道 三谷 勇
 鉄道総合技術研究所 正会員 佐藤 豊

1. はじめに

トンネル周辺の宅地開発に伴い、わずかに5m程度しか土被りのないトンネル上部を横断する土砂運搬用の工事用通路が計画された。この工事用通路を使用する土砂運搬用のダンプカーによる上載荷重がトンネル覆工に与える影響が懸念された。

本報告では、工事用通路の使用に先立ち行った覆工内面ひずみ量に着目した現場載荷試験と有限要素法による解析について紹介する。

2. 現場載荷試験

当該トンネルは、NATM（吹付けコンクリート厚15cm、ロックボルトD25×3.0m×24本）により建設された複線電化断面の鉄道トンネルである。なお、覆工コンクリート厚は60cm（無筋）でインバートのない構造となっている。基盤岩は中生代白亜紀の流紋岩類とこれを貫く花崗岩から形成されているが、当該地点は花崗岩よりなり、地表付近では風化が進んでおり、表層より10m前後までは、真砂土、あるいは真砂状風化岩となっている。

現場載荷試験は、当該箇所でのトンネル直上部において土砂を積載したダンプカーを走行させ、覆工内面ひずみ量及びひび割れの目開き量を測定した。ダンプカーの載荷位置は、図-1に示すようにトンネル中心及びトンネル上部に敷設された覆工板の位置により6ステップ設定した。図-2に計測配置図を示す。

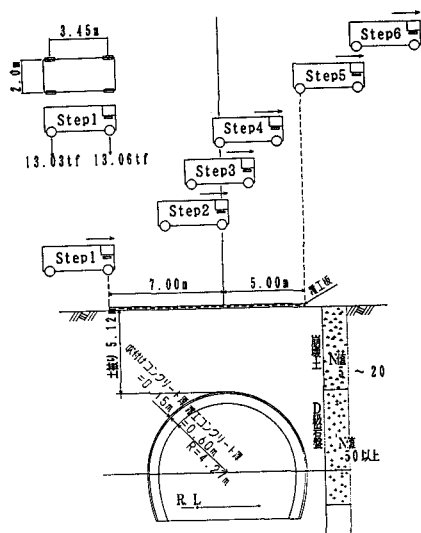


図-1 載荷位置図

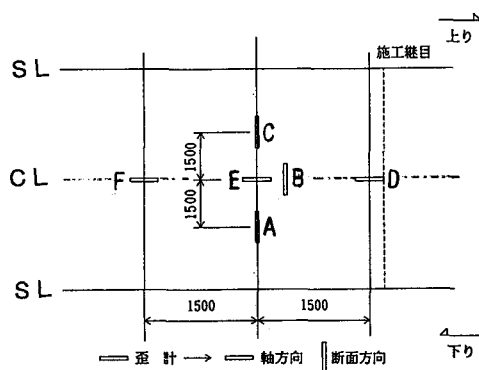


図-2 計測位置図

3. 有限要素法による解析

有限要素法による解析は、鉄道総研所有の有限要素法による2次元解析プログラム「NATMFEM」¹⁾を用いた。解析は線形弾性解析により、また、地表からの上載荷重により発生する覆工応力を検討することを目的として、自重による初期応力を考慮せず行った。なお、載荷ステップは、現場載荷試験と同様に6ステップとした。

解析モデル及び解析に用いた地盤物性を図-3に示す。地盤は面要素、覆工はビーム要素でモデル化し、解析領域は左右5D、トンネル下部2D（D：トンネル覆工外面の幅）を設定した。また、地盤の物性は、柱状図を参考にして設定した。

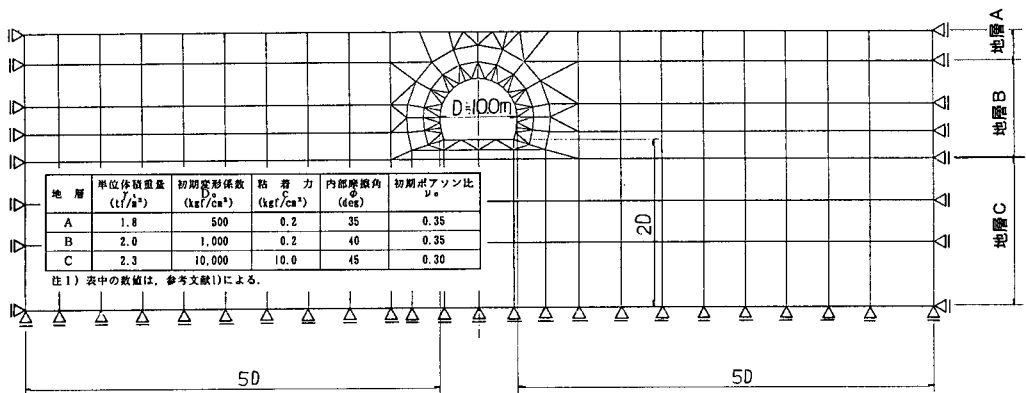


図-3 解析モデル図

4. 現場載荷試験結果及び有限要素法による解析結果

現場載荷試験及び有限要素法により得られた覆工内面ひずみ量の結果を表-1、図-4に示す。

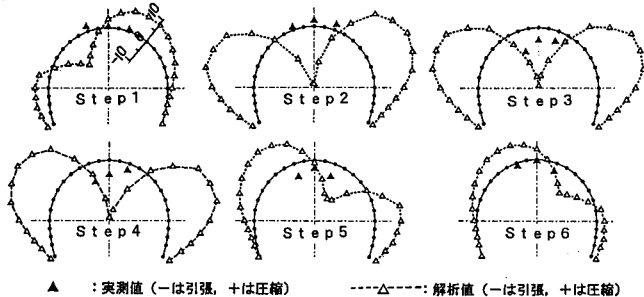
載荷試験での発生最大引張ひずみは 9μ 程度（縦断方向には 6μ ），解析最大値の約40%であり，応力に換算すると 1.9kgf/cm^2 である。また，試験での各ステップのモードは，解析から想定されるモードと必ずしも完全に一致しない。

表-1 覆工内面ひずみの試験結果及び解析結果

[単位： $10^{-6}(\mu)$]

測定位置	Step1		Step2		Step3		Step4		Step5		Step6	
	実測	解析	実測	解析	実測	解析	実測	解析	実測	解析	実測	解析
A	1.9	-5.6	1.0	-21.3	-8.4	-12.8	-7.4	-4.4	-5.2	7.8	-1.3	7.1
B	0.3	3.1	2.1	-21.8	-4.8	-22.1	-5.6	-21.7	-3.2	-1.1	-0.6	3.9
C	0.6	7.8	2.1	-3.3	-4.1	-11.9	-2.7	-18.6	-1.6	-12.0	4.8	-3.2
D	1.4	—	3.8	—	3.8	—	4.6	—	4.1	—	6.2	—
E	0.5	—	1.6	—	-3.8	—	-2.8	—	-1.7	—	-0.2	—
F	1.9	—	-1.1	—	-6.0	—	-4.9	—	-5.1	—	-3.3	—

注1) 表中の値の-は引張。+は圧縮を示す。



5. まとめ

図-4 覆工内面ひずみの試験結果及び解析結果

現場載荷試験及び解析の発生ひずみは小さく覆工の安定性には問題ないと考えられる。試験値が解析値に比べ小さいのは、解析が2次元解析によっているのに対し実際は3次元効果があるためと考えられる。また、現場載荷試験各ステップのモードが解析から想定されるモードと必ずしも一致しないのは、計測誤差、覆工のひび割れ、吹付けコンクリートと覆工の接着状態、残留ひずみ等が原因と考えられる。

残留ひずみについては現在継続して計測中であるので、発表時に紹介したい。

【参考文献】

- 1) 土屋 敬：ロックボルト・吹付けコンクリートトンネル工法の設計に関する研究、鉄道技術研究報告、第1342号、1987.2