

一層一径間矩形セグメントの逆解析結果

京都市交通局

井上 豊司

鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野特定共同企業体 正会員

菅 一也

鹿島建設株式会社 土木設計本部 正会員

赤坂 直人

住友金属工業株式会社 正会員

○岩橋 正佳 前島 稔

1. はじめに

京都市高速鉄道東西線（六地藏北工区）は、これまでに類を見ない大型で扁平な矩形断面シールド（図1）工事である。特に駅舎部から本線部に向かう渡り線部57m区間は、中柱の無い一層一径間であり、高強度・高剛性であるサンドイッチ型合成セグメント（図2）を採用した。本報では、矩形シールドにおけるサンドイッチ型合成セグメントの現場計測結果^{1, 2)}と、はりばねモデルによる解析結果との比較について報告する。

2. 解析モデルと解析ケース

断面決定に係わる覆工上下部の応力は、形状保持装置使用中は小さく、解除後数リング掘進する間で増大した後、一定値に落ち着く傾向を示す。本解析では、形状保持装置の影響が残る施工時の荷重を基に実施した解析値と、形状保持装置解除後（Case 1）、及び、数カ月経過した安定時（Case 2）の実測値との比較を行った。

本解析に用いた施工時の荷重モデルを図3に示す。ここで、施工時の荷重による解析方法は、施工ステップを再現するため、形状保持装置が作用する位置4点を支点とした覆工モデルに施工時の荷重を与えた場合（A）と、覆工に形状保持力と地盤ばねが作用する場合（B）のそれぞれの断面力をたし合わせるものとし、これを解析値とした。また、安定時の荷重を用いた解析値と実測値との比較（Case 3）を加え3ケースについて解析を実施した。

表1に、解析条件と解析ケースを示す。解析値における土圧計測値からの断面力算出には、3リングのはりばねモデルを使用した。ここで、はりばねモデルのばね値は、要素試験として実施した実モデルの実験値³⁾を用いた。

3. 解析結果

(1) 応力の比較

歪計測値から算出した値（実測値）と、土圧計測値から算出した値（解析値）の比較を図5に示す。Case 1（省略）はCase 2と極めて近い結果となっている。この結果、施工時（Case 1, 2）について応力はおおむね一致し、長期許容値（215kN/mm²）をすべて下回っていることが確認できた。一方で、安定時の荷重で解析を行ったCase 3では、長期許容値を下回るものの、全体的に実測値が若干大きめとなった。

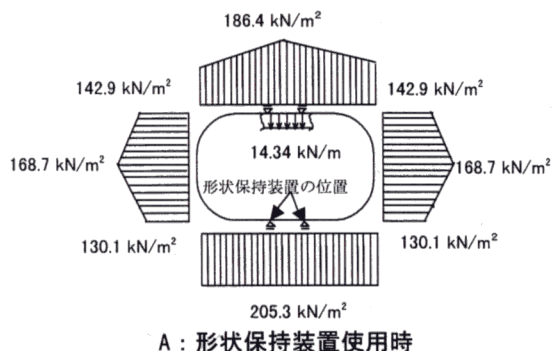


図3 Case 1, 2の荷重及び解析モデル

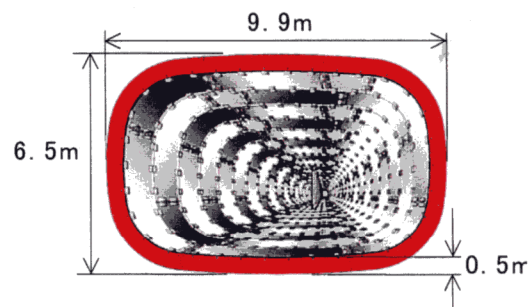


図1 トンネル形状

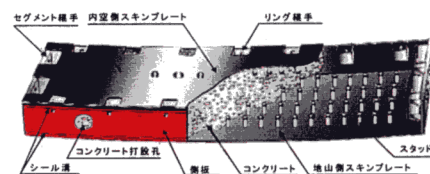


図2 サンドイッチ型合成セグメント

表1 解析条件と解析ケース

種 類	解析値	実測値
Case 1	施工時の荷重	形状保持解除後
Case 2	(形状保持装置使用時)	安定時
Case 3	安定時の荷重	安定時

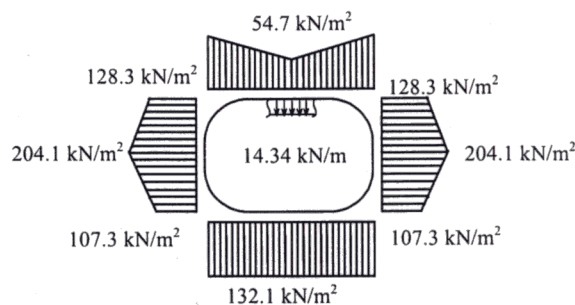


図4 Case 3の荷重及び解析モデル

キーワード：シールドトンネル、矩形断面、セグメント、合成構造

連絡先：〒104-6111 東京都中央区晴海一丁目8番11号 TEL:(03)4416-6499 FAX(03)4416-6779

（２）曲げモーメントと軸力の比較

Case 2 と Case 3 について、歪計測値から断面力（曲げモーメント）を算出した実測値と解析値との比較を図 6 に示す。この結果、施工時（Case 2）では曲げモーメントはほぼ一致した。安定時（Case 3）では曲げモーメントの傾向は一致するものの、定量的には実測値が大きめとなり、応力と同じ傾向となった。なお、軸力については施工時・安定時ともに、傾向はおおむね一致するが、定量的に見るとばらつく結果となった。

（３）変形量

セグメント鉛直方向の変形量（上下のつぶれ）は、実測値で 26mm 程度（図 7）であった。これに対し、施工時の解析値は、図 3 の B：形状保持装置解除後による変形が支配的となり 17mm であった。形状保持装置解除の前後では上下のセグメントピースがボルトの遊びの範囲で内側に数 mm ずれる傾向が観測されており、これらを考慮すれば実際の覆工のたわみによる変形量は、解析値に近似するものと考えられる。

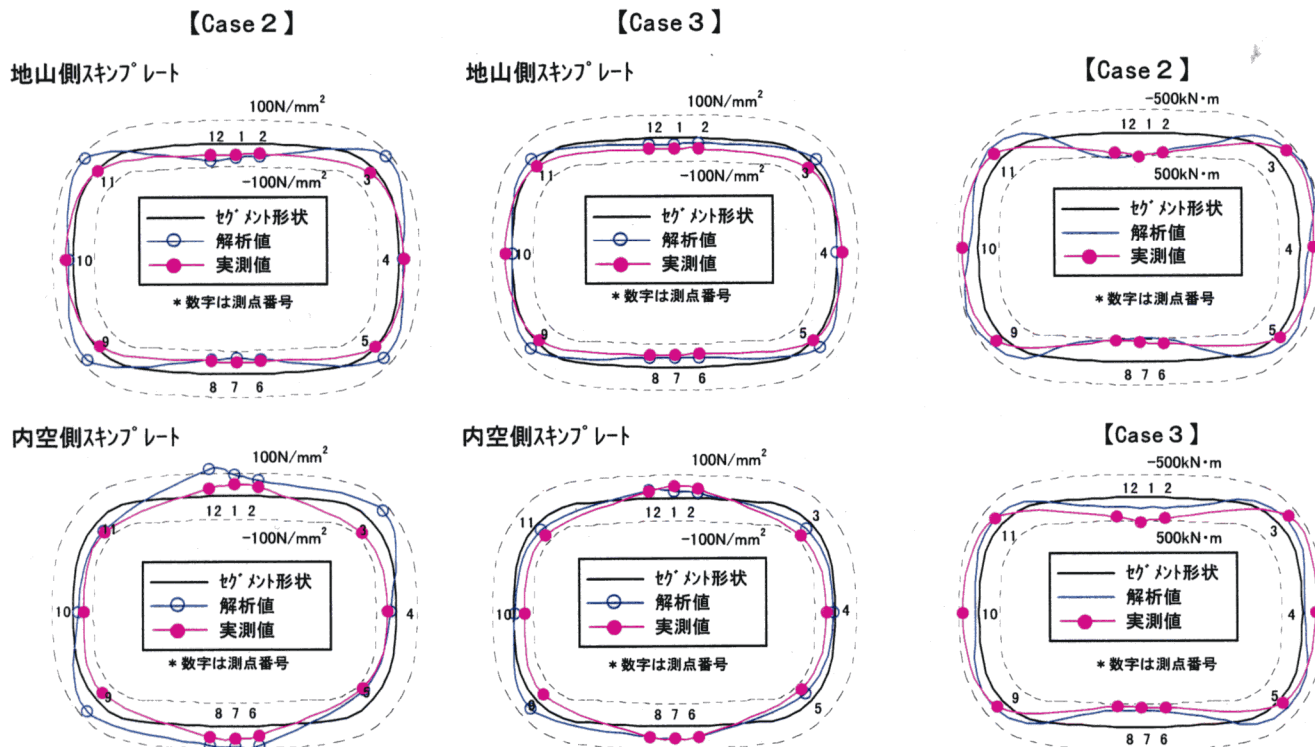


図5 実測値と解析値(応力)との比較

図6 実測値と解析値(モーメント)との比較

4. まとめ

- (1) はりばねモデルによる施工過程（形状保持装置使用の効果）を考慮した解析によって施工時のみならず長期の部材応力を推測できることが確認できた。
- (2) 安定時の土圧を用いた解析では実測応力が解析値を平均で25%上回ることであったが、すべて許容値内であった。
- (3) 覆工の変形量は、継手部の目違いを考慮すれば解析値と実測値は近似した。
- (4) 本覆工を設計する場合は、完成時のみならず施工時の設計検討が必要である。

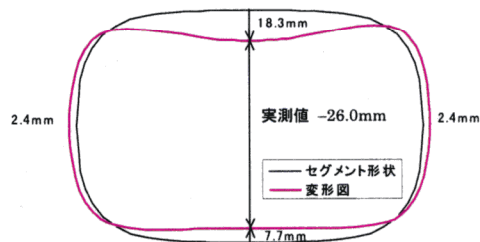


図7 覆工の変形量

本研究は、京都市交通局建設技術委員会、同矩形シールド検討ワーキングのご指導を受けながら、京都市、鹿島・奥村・大豊・吉村・岡野 J V、鹿島土木設計本部、中央復建コンサルタント、住友金属工業、クボタで実施したものである。

【参考文献】

- 1) 久保田敏和他：大断面矩形トンネルのセグメントに作用する土圧の実測結果について；第38回地盤工学研究発表会，2003年7月
- 2) 岡山三郎他：矩形セグメントの挙動について；第58回年次学術講演会；2003年9月
- 3) 小畑 博他：大型矩形シールド用サンドイッチ型合成セグメントの構造試験（その1）第56回年次学術講演会；2001年10月