

## 土砂・岩盤境界部シールド掘削時の作用土圧に関する検討

阪神高速道路株式会社 正会員 ○足立 幸郎  
 同 上 正会員 岩里 泰幸  
 株式会社大林組 正会員 東出 明宏  
 株式会社建設技術研究所 正会員 小嶋 勉

## 1. はじめに

阪神高速 8 号京都線稲荷山トンネルにおけるシールド施工区間は、外径 10.6m の並列トンネルをシールドマシンにて稲荷山断層含む岩盤と土砂地盤にまたがって掘削した。本稿は、掘削時に土砂・岩盤境界部( C L 級、以下「地盤境界部」) を掘削するシールドにおいて計測した荷重や内空変位をもとに、F E M 解析とはり - バネモデルによる検討を行い、計測された荷重と内空変位のフィッティング解析を行った結果を報告する。

## 2. 計測結果の概要

地盤境界部において実施した内空変位計測および土圧計測の結果概要と計測結果を図 - 1 に示す。

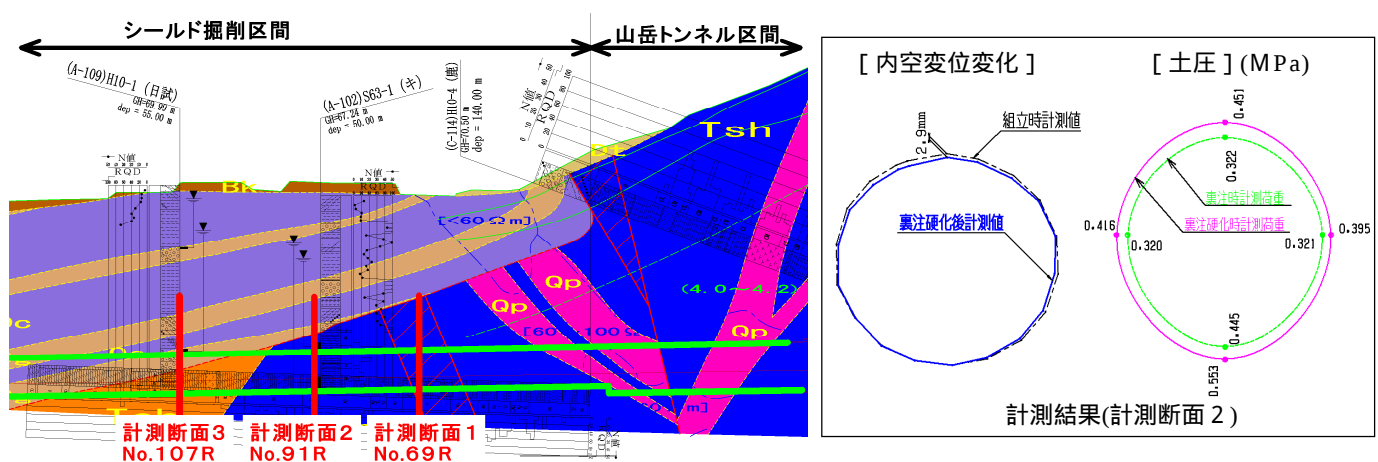


図 - 1 計測概要と計測結果

## 3. 作用荷重の検討

## (1) F E M による検討

計測断面 2 のモデルにおいて弾性 F E M 解析によるステップ解析を行い覆工変形のフィッティング検討を実施した。

## 1) 解析モデル

解析モデルを図 - 2 に示す。

## 2) 解析結果

<解析ステップ>  
 ステップ 1) 初期状態  
 ステップ 2) 掘削(応力開放率)  
 ステップ 3) 泥水圧作用: 0.23(MPa)  
 ステップ 4) セグメント組立(セグメントモデル挿入)  
 ステップ 5) 裏込め注入: 注入圧 0.3(MPa)

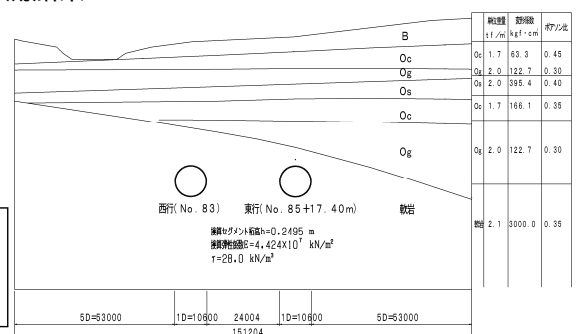


図 - 2 F E M 解析モデル図

土圧計測結果から推定される応力開放率は 20 ~ 30% となったことから、応力開放率を 30% とした F E M 解析を実施し解析による覆工変形と計測結果を重ね合わせしたものを図 - 3 に示す。

解析による鉛直方向の変形量は 3.2mm で、計測による内空変化量とほぼ一致する。一方、F E M 解析において求められた掘削によるトンネル周辺の岩のひずみは小さく、覆工にはほぼ裏込め注入圧相当荷重 (0.35MPa) しか作用しない結果となった。これは、計測された荷重 (0.45MPa) の 70% 相当であり、作用荷重の再現は困難であった。

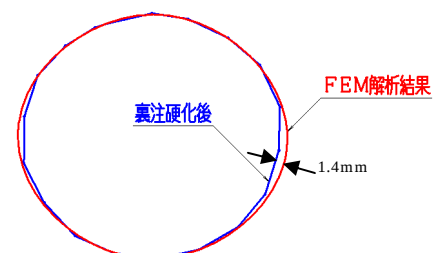


図 - 3 F E M 解析による覆工変形図

キーワード: 土砂・岩盤境界部、シールド工法、岩盤対応シールド、F E M 解析、はりバネモデル

連絡先: 〒604-8152 京都市中京区烏丸通錦小路上手洗水町 TEL 075-223-1770

( 2 ) はりバネモデルによる検討

次に、はり - ばねモデルにより内空変化量のフィッティング解析を行った。まず、計測断面 2 について解析を行い検討モデルの基本条件を確認した。

1 ) 検討モデル

はり - ばねモデルの検討モデルを図 - 4 に示す。

2 ) 検討結果

計測断面 2 の検討モデルに計測土圧を作用させた内空変化量と、計測した内空変化量を重ねたものを図 - 5 に示す。

鉛直方向の変形量は計測値 2.85mm に対して 9.31mm と大きく上回る結果となった。そのため、セグメントの等価剛性を 10 倍した解析を行ったところ、変形量は 3.2mm 程度となり計測値に近い値となった。

一方、解析における断面力は地下水を考慮しない緩み土圧のみが作用する場合の設計断面力とほぼ同等であり、今回使用したセグメントが応力的に安全であることが確認された。

今回使用したセグメントの嵌合型継手構造は、セグメント周囲に配置している鋼材のフランジ端をかみ合せて嵌合金物でセグメントを固定し、内部にコンクリートを充填して接合する構造であり、従来のボルトでの接合方法よりも継手部の剛性が大きいことから、組立て後の覆工剛性は設計上の剛性よりも大きい剛性を有していることが考えられるため、今後さらに経済設計できる余地が有るものと考えられる。

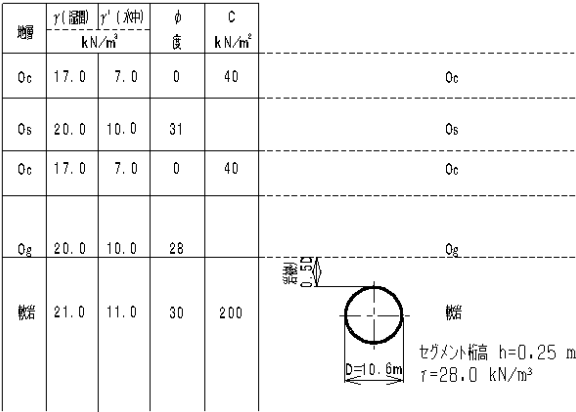
同様の手法で計測断面 1 及び 3 について内空変位量のフィッティング検討を行ったところ、計測断面 1 ではセグメント等価剛性を設計値の 10 倍にしたうえで、鉛直方向の設計荷重を計測荷重よりも 0.07 ( MPa ) 程度小さくすることで計測変位をフィッティングできた。さらに、計測断面 3 についても、セグメント等価剛性を設計値の 10 倍にしたうえで計測断面 2 の計測荷重を用いて計測変位を再現できた。

3 . まとめ

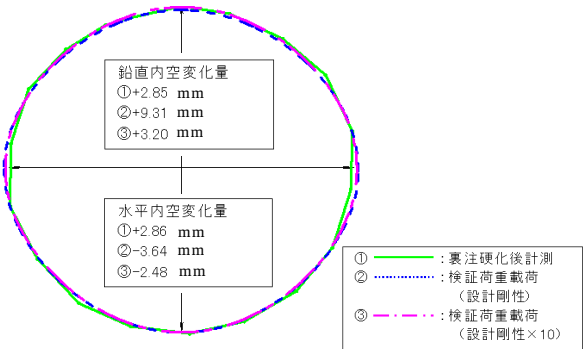
本検討では、C L 級の頁岩を掘削するシールドにおいて計測した荷重や内空変位をもとに、F E M 解析とはりバネモデルによる検討を行い、計測された荷重と内空変位のフィッティング解析を行った。F E M 解析では、覆工変位を再現できるが、岩被りの少ない部分については計測土圧より過少な土圧が計算され再現が困難であることがわかった。さらに、はり - ばねモデルにおいては、設計値の 10 倍としたセグメント剛性を用いた場合に計測荷重で覆工変位が再現できたうえに、岩被りが大きな計測断面 ( 計測断面 1 ) ではより岩被りが小さい計測断面 ( 計測断面 2 ) での計測荷重よりも小さな鉛直荷重で覆工変位が再現できた。

参考文献

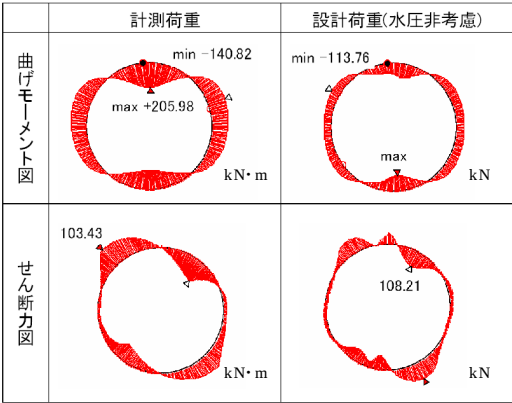
- ・西岡、仲ら：京都市街地のシールド転回用大断面 NATM、トンネルと地下、2003 年 6 月
- ・藤井、足立ら：土砂岩盤境界領域におけるセグメント設計、第 58 回年講、2006 年 9 月
- ・岩里、足立ら：土砂・岩盤境界部シールド掘削時の作用土圧の計測、第 60 回年講、2008 年 9 月 ( 投稿中 )
- ・桜井：都市トンネルの実際、鹿島出版会、1998 年 1 月



図—4 はり - ばねモデル(計測断面 2 )



図—5 変位検討結果(計測断面 2 )



図—6 断面力検討結果(計測断面 2 )