

## 小田急小田原線複々線化事業における施工手順を考慮したセグメントの設計

## －その3：一般部（土留め根入有部）－

小田急電鉄株式会社複々線建設部

岩田 基成

小田急電鉄株式会社複々線建設部

佐藤 賢一郎

大成建設株式会社東京支店

渡邊 正嘉

大成建設株式会社土木設計部

正会員 織田 隆志

大成建設株式会社土木設計部

正会員 ○古田 敦史

## 1. はじめに

小田急小田原線複々線化事業（第3工区）における一般部（土留め根入有部、以降は一般部とのみ表記する）区間の構造形式は、シールドトンネルとボックスカルバートが上下に位置する構造形式となっている2線2層式トンネルである。設計断面図を図1に示す。具体的には2本の併設するシールドトンネル（φ8100mm）を施工後、地上の営業線を地下化し、山留め壁を構築して開削工法によって緩行線躯体を構築するというものである。本編では、この一般部セグメントの設計手法の概要について紹介する。

## 2. セグメント設計における課題とその対策

一般部セグメント設計上の課題および対策を以下に示す。

## (1) 施工手順の影響

施工手順概要を図2に示す。一般部の2期施工においては、シールドトンネル内に営業線を走行させた状態で上方の土砂を掘削するため、従来以上の構造安全性が要求される。また、覆工完了から上部開削・緩行線躯体構築完了まで、荷重条件・支持条件・構造条件が大きく変化する。

したがって、最終完成時の単独解析のみで設計することは危険側となる可能性があるため、施工手順を考慮した逐次解析を併用することとした。

## (2) 併設トンネルによる影響

一般部におけるトンネルの最小離隔は約980mmである。このような近接施工の場合、先行トンネルに対して後行トンネルの掘進に伴う地盤の塑性化による影響が懸念される。

そこで、施工手順を考慮した2次元FEMモデルによる掘削影響解析を行い、電中研法により地盤の塑性化を定量的に評価した。解析結果より得られた緩み係数に応じ、逐次解析における地盤ばねを低減する<sup>1)</sup>。併設トンネルの影響検討結果を図3に示す。スプリングラインでのセグメント法線方向地盤ばねは、40%まで低減される。

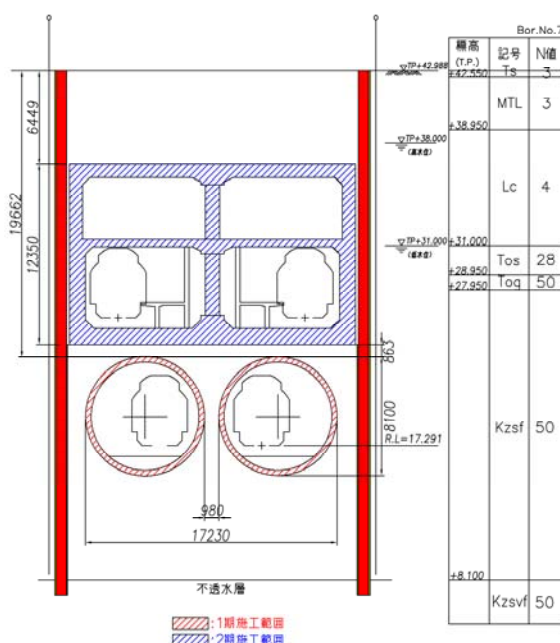


図1 設計断面図（発進立坑棲部）

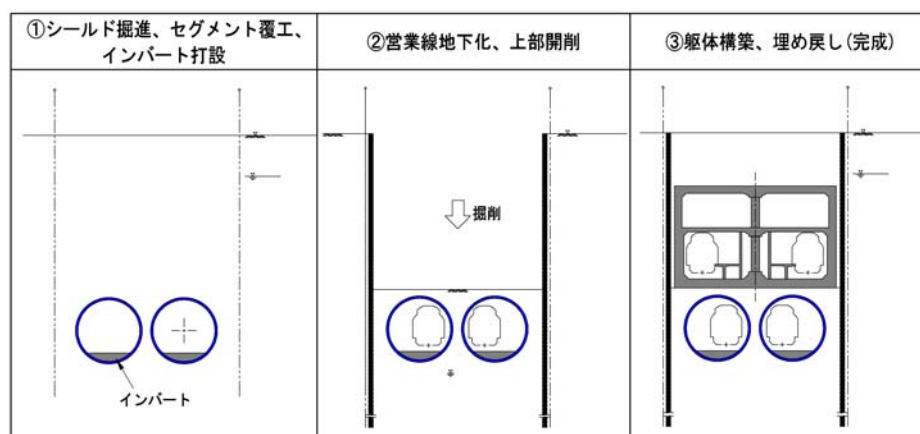


図2 施工手順概要

キーワード シールド工法、施工手順、併設トンネル、上部開削、山留め壁、ダクトイルセグメント

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設(株)土木本部土木設計部 TEL 03-5381-5417

### (3) 上部開削による影響

2 期施工時の上部開削によってセグメントの土被りは小さくなる。この施工時における土被りはシールドトンネルとボックスカルバートとの設計離隔で決定され、その最小離隔は約 850mm である。

そこで、シールド掘進および上部開削による地盤の緩みを考慮し、セグメントの周囲 1D 以内の範囲では地盤ばねを無効とした。図 4 に地盤ばねの無効範囲を示す。

### (4) 土留め壁の変形による影響

土留め壁はセグメント直近に位置するため、一般部のセグメントの設計においては、上部開削による土留め壁の変形の影響を考慮する必要がある。

土留め壁の変形は介在する地盤を通じてセグメントに荷重として作用する。そこで、セグメント～土留め壁間を地盤ばねで連結し、土留め壁に単位荷重を作用させて得られるセグメントの変形量から、セグメントの形状効果を含めたばね値（相互作用ばねと称す）を算定した。逐次解析においては応答変位法の考え方をを用い、この相互作用ばね端から壁体変形量を入力することで、上部掘削に伴う土留め壁の変形による影響を考慮している。

### (5) セグメント種別

荷重条件や施工状況による上記影響により、駅部切上げ部と同様に一般部においても曲げ卓越型の応力状態となる、したがって、曲げに対して十分な強度が確保できるセグメントを選定する必要がある。構造の合理性および経済性の観点から、ダクティルセグメントを採用する。

### (6) セグメント継手構造

一般部ではシールドトンネル内に営業線を走行させながら、上部開削を行うため、軌道の安全性確保の観点からセグメントの曲げ変形を抑制する必要がある。よって、駅部切上げ部同様、セグメント継手の剛性確保の方策として、ボルト締結時の初期導入軸力をボルト降伏点の 75% で管理することとした。これにより、設計上は設計荷重レベルにおいて継手板の目開きは発生せず、剛性一様とみなすことが可能となる。

## 3. セグメント仕様

一般部のセグメント仕様を図 6 に示す。セグメント形状はコルゲート形式とし、セグメント幅は駅部切上げ部と同じく 1250mm とした。

## 4. おわりに

実施工においては、計測管理による情報化施工を実施し、状況に応じて変形防止工の追加等の対策を行う計画である。

## 参考文献

- 1) 種田・高嶋・西田・和田：超近接併設トンネルを泥土圧シールドで挑む，トンネルと地下，平成 15 年 5 月

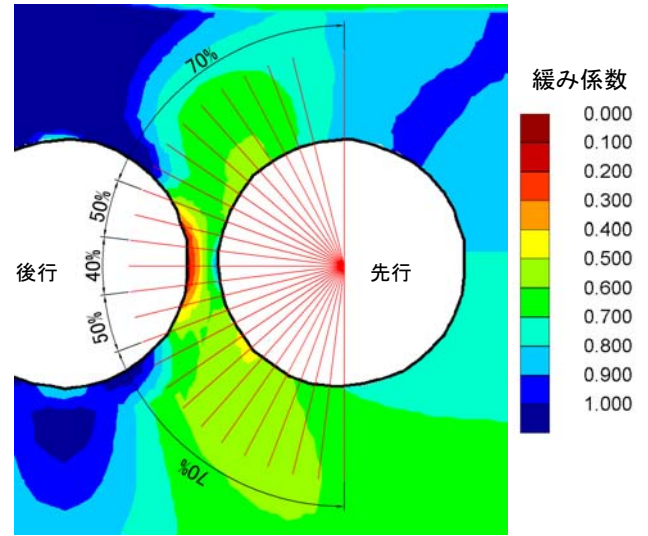


図 3 併設トンネルの影響検討結果

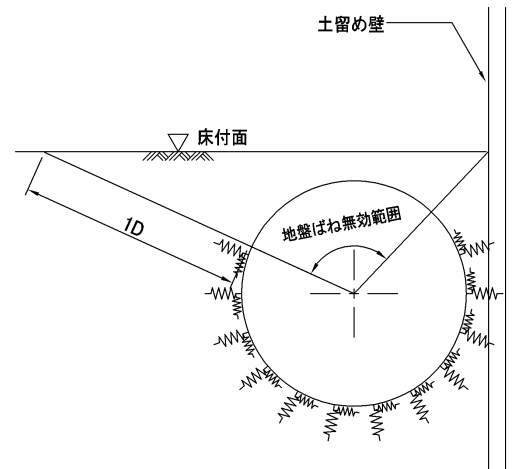


図 4 地盤ばね無効範囲

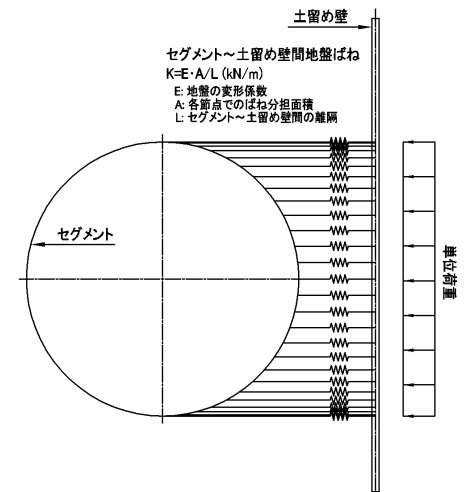


図 5 相互作用ばね算定モデル

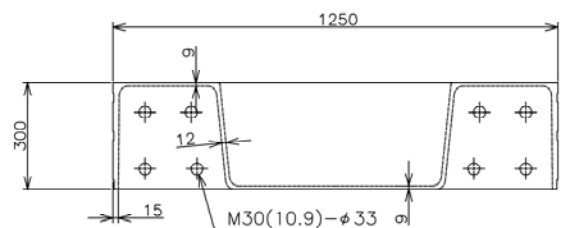


図 6 セグメント仕様