

道路トンネル分岐合流部工事(その1)小土被り下の開削切掘げを伴うトンネル合流部設計概要

大成建設(株) 土木設計部 正会員 川島 広志 岡嶋 和義
大成建設(株) 東京支店 正会員 〇亀岡 廉

1. はじめに

道路トンネル分岐合流部工事(以降,本工事)は,大断面道路トンネルの開削・非開削切掘げ工事を施工するにあたり施工ステップを考慮した逐次解析での構造設計および分岐部トンネル構造変化部における多リング解析での構造設計を実施した.本稿では,①合流部の設計概要,②分岐部の設計概要および③分岐部の棲部構造変化点の設計概要の3点のうち,上記①について報告する.

本工事のランプ合流部は,本線(内回り)のセグメントとコの字型のRC躯体を結合する「シールド半断面結合区間」と,セグメントを全撤去し躯体を構築する「セグメント撤去全面開削区間」に大別できる.本稿では,「シールド半断面結合区間」(以降,本区間)の構造の特徴および設計概要について示す.

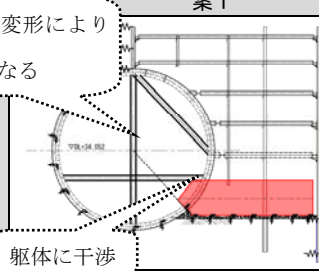
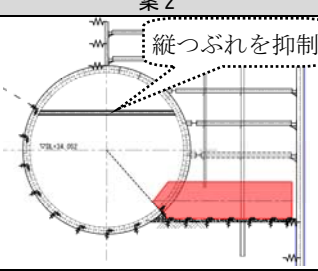
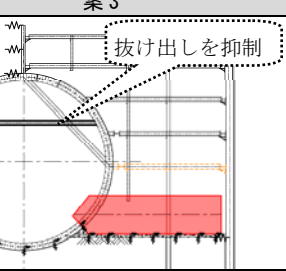
2. 構造の特徴および設計上の課題

本区間における横断面図を図1に示す.本区間は土被り4m,最大拡幅幅10m,最大構造幅21mの小土被りの大断面開削切掘げトンネル構造物である.施工は本線(内回り)のシールド掘進に平行して開削工法によって行われ,セグメントを切開いてトンネルを構築する.本区間では施工段階で変化するトンネルの変形や応力状態を評価するため,施工ステップを考慮した施工時の設計を実施した.本区間における設計では,以下のような課題が挙げられた.①施工時のトンネル変形形状を考慮し,変形を合理的に抑制できる内部支保工配置の選定が必要であること,②耐震性の検証を要すること,③本線(外回り)やランプトンネルなど近接構造物が存在することである.本稿では,①および②の2点の課題に着目し,設計を行った結果を示す.

3. 小土被り部における開削切掘げ構造の内部支保工の選定

切掘げ工事は,施工時にトンネルの変形が大きくなることからトンネル内部に支保工を設置することが一般的である¹⁾.本区間は小土被りでトンネル上部の地盤反力が期待できず,さらに上部が開削されることから,施工時にトンネルが上部に抜け出しを伴う縦つぶれの挙動を示すことが考えられる(図2).この変形を合理的に抑制する内部支保工を選定する必要があった.そのため,施工時の応力履歴や変形を表現できる逐次解析を実施し,内部支保パターンの比較検討を実施した.表1に内部支保工選定表を示す.案1は土被りの大きい既往の切掘げ工事を参考にした配置であり,案2および案3は縦つぶれの変形および抜け出しに対して,合理的に変形を抑制できると考えられた配置である.土被りの大きいトンネルに対して効果的な案1は,小土被りの本区間の変形に対して合理的な配置でなく,鋼材量が多くなる結果となり,鋼材量が少なく施工性がよいと考えられる案2を採用した.

表3 内部支保工選定表

	案1	案2	案3
縦つぶれの変形により引張部材となる			
躯体に干渉			
構造成立	○	○	○
施工性	×	○	×
鋼材量	×	○	△
変形量	47mm	69mm	47mm

キーワード 分岐合流部, 開削切掘げ工法, 逐次解析, 内部支保工, 耐震検討, 可とう継手
連絡先 〒177-0041 東京都練馬区石神井町1-26-11 大成建設(株) TEL 03-6913-3515

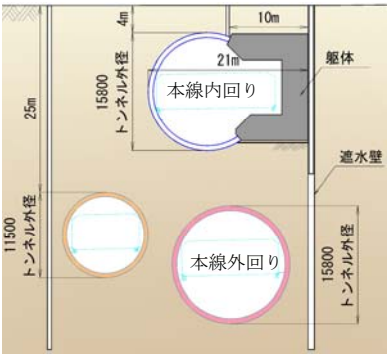


図1 横断面図

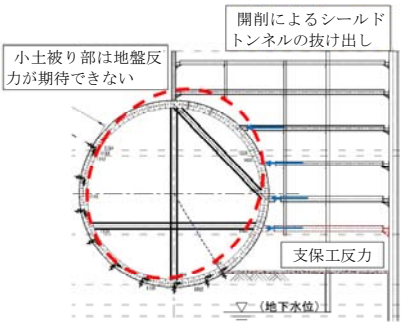


図2 変形の特徴

4. 縦断耐震検討

本区間は土被りが小さく、地震時にトンネルの変形が大きくなることが予想される。通常RC躯体には目地を設けるが、本区間では RC 躯体とスチールセグメントが接続された構造であるため、設計段階において目地部やセグメントのリング継手を含めた剛性の評価が煩雑になることが考えられた。また、目地部とリング継手の挙動が異なるためにリング継手が損傷する可能性があることから、本区間の RC 躯体は構造目地を設けない一体構造とし、地震時の変形に対応するために、可とう継手を構造変化箇所付近に設置することとした。可とう継手設置位置を図3に示す。縦断耐震検討により、可とう継手位置の変形量を算出し、算出された変形を許容できる可とう継手構造を選定した。

縦断耐震検討の構造物解析モデル化方針を図4に示す。モデルは以下のように作成した。①平面線形を考慮せず、直線としてモデル化し、本線（内回り）とRC躯体は一体モデルとする。②セグメントとRC躯体の複合構造物である本区間の入力剛性は、RC 躯体の剛性に比べ本線シールドの剛性が小さいことから RC 躯体のみ考慮する。③躯体にはひび割れが発生しないことを前提とし、全断面有効で圧縮剛性と引張剛性は同値とする。

縦断耐震の結果から得られた可とう継手の要求性能および本区間で用いた継手の保有性能を表2に示す。可とう継手部における変形量は沈下量 1.7mm、伸び量 60.1mm、縮み量 53.2mm となり、可とう継手の許容変形量以下となることを確認した。

5. まとめ

小土被りの大断面開削切上げ構造において、施工時のトンネルの変形に着目した支保工の設置および地震時の変形に対応した可とう継手構造の採用により合理的な設計を行うことができた。

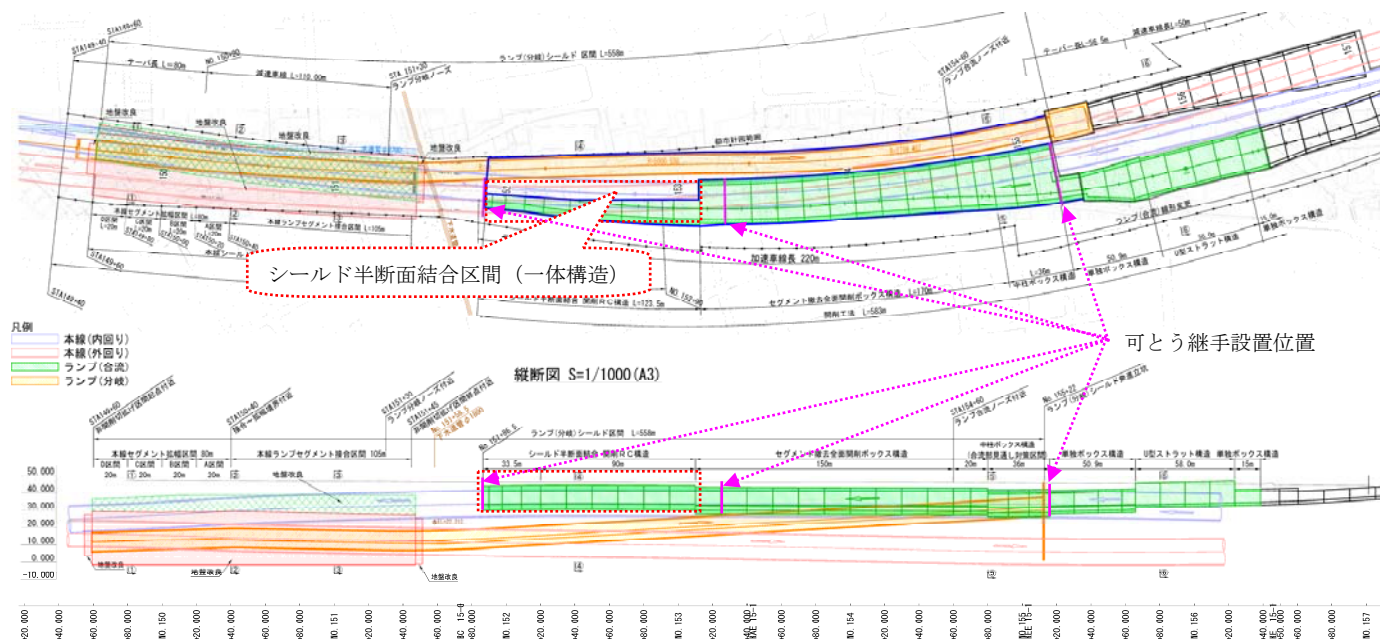


図3 可とう継手設置位置

表2 可とう継手の
要求性能および保有性能

	要求性能	保有性能
外気圧 (W. P)	0.162MPa	0.200MPa
沈下量	1.7mm	150mm
伸び量	60.1mm	100mm
縮み量	53.2mm	80mm

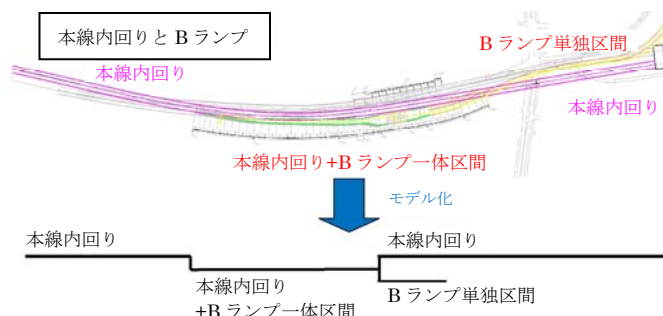


図4 モデル化の方針

(参考文献) 1) 土木学会：シールドトンネルにおける切上げ技術，2015.10