

道路トンネル分岐合流部に適用する特殊セグメントの開発（その1） 特殊セグメント試験計画概要

大成建設(株)本社土木設計部 フェロー会員 服部 佳文 正会員 ○日高 直俊 岸山 雄多佳
大成建設(株)東京支店 正会員 山本 亮太 伊藤 潤

1. はじめに

都市部における道路トンネルの分岐合流部では、地上への影響を低減するため、併設シールドの非開削切掘り工法を採用する事例が増えてきている。当社で計画中の非開削切掘り工法による分岐合流部は、扁平かつ大深度施工、高水位により発生断面力が大きくなることに加えて、マシン外径がすでに決まっており、覆工厚に制限があるため、一般的な鋼製セグメントの仕様では構造不成立となる。そこで、図1に示すようにセグメントに特殊構造を適用することとし、各種構造に対して曲げ試験を実施してその耐荷性能を確認する。

2. 対象分岐合流部の構造形式

対象の構造は、図1に示すように本線シールド外径 $\phi 15.8\text{m}$ 、ランプシールド外径 $\phi 11.5\text{m}$ の2本のシールドトンネルを切掘りして幅幅が約28mの扁平断面を構築するため、扁平率（高さ／幅幅）が0.56と小さく発生断面力が大きくなる。この構造に適用する特殊構造セグメントに関して、事前に曲げ試験を行い、設計耐力を上回ることを確認する。

3. 構造の特徴および試験概要

3. 1. フランジ付セグメント

(1) 本体部

覆工厚に制限がある条件下で覆工本体部の耐力を向上させるため、通常の鋼製セグメントのスキンプレート部分を厚板のフランジに置き換えた「フランジ付セグメント」をランプシールドに採用する。本構造の概念図・特徴を表1（番号1）に示す。高耐力を確保するために主桁およびフランジには設計降伏強度が 700N/mm^2 である橋梁用高性能鋼板（SBHS700）を使用する。設計ではフランジ部も全幅有効とした耐力を設定しており、その妥当性確認のため、単体曲げ試験を実施する。

(2) 継手部

フランジ付セグメントを連結するセグメント継手部は、フランジ部全幅を構造部材として考慮するため、一般的な鋼製セグメントのセグメント継手とは応力伝達機構が異なると考えられる。そこで、セグメント継ぎボルトの曲げ引張力を主桁およびフランジにスムーズに伝達させるため、ボルトを主桁およびフランジに沿ったコの字形状に



図1 対象分岐合流部構造図および試験項目

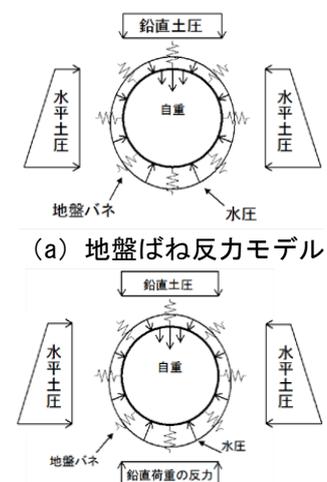


図2 構造計算モデル

キーワード 分岐合流部, 非開削切掘り工法, 鋼製セグメント, SBHS, セグメント継手

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設(株) 土木設計部都市土木設計室 TEL 03-5381-5417

配置する構造を採用する。本構造の概念図・特徴を表1(番号2)に示す。前例の無い特殊な継手ボルト配置であるため、継手部の耐力・変形性能が設計上の想定と乖離ないかを継手曲げ試験で確認する。

3. 2. 部分的耐力向上継手部

発生曲げモーメントが大きく、本体部と同じ覆工厚(主桁高)では継手部の構造成立性が確保できない場合は、表1(番号3)に示すような継手部のみの耐力を向上させる「部分的耐力向上継手」を採用する。耐力向上の設計思想は、トンネルインバート部など建築限界との離隔が確保できる箇所(図1)において、継手部周辺の主桁高を増加させることでボルトの段数を増加させて継手部耐力が向上することを期待するものである。継手部耐力が設計上の想定と相違ないかを継手曲げ試験により確認する。

3. 3. 組立後補強セグメント部

当該構造のセグメントは、経済性を考慮して、地盤反力を地盤の変位に従属したばねでモデル化する「地盤ばね反力モデル」(図2(a))と、鉛直荷重の反力として作用させる「底部地盤反力モデル」(図2(b))の両者で設計を行い、計測によって底部地盤反力の作用が確認された場合に一部あと施工によってセグメントを補強することとしている¹⁾。補強方法は組立が完了した鋼製セグメントに現地でコンクリートを中詰めし、鋼材とコンクリートを一体化させた合成構造とすることで耐力を向上させるものである(表1(番号4))。この構造形式を「組立後補強セグメント」と呼び、単体曲げ試験を実施し、想定した合成構造としての耐力を有しているか確認する。

4. おわりに

以上4つの曲げ試験を行い、要求性能を満足することを事前に確認し、本工事で採用する予定としている。各試験の詳細については、別稿を参照されたい。

表1 特殊構造セグメント概要および試験概要

番号	名称	概念図	断面図	特徴	確認項目
1	フランジ付セグメント本体部			①高強度鋼SBHS700を使用 ②フランジを有したコの字形の主桁形状	採用実績の少ない高強度鋼の変形性能・曲げ耐力の確認 ・コの字形の主桁剛性 ・コの字形の主桁曲げ耐力
2	フランジ付セグメント継手部			①フランジ付セグメントに対応した継手ボルト配置(コの字配置) ②高耐力継手(M60×10本)	通常の鋼製セグメントの設計手法で決定したボルト仕様が要求性能を満たしているか確認。 ・継手ボルト耐力 ・変形性能
3	部分的耐力向上継手部			①継手部の耐力を向上させるために、継手部周辺のみ桁高を増加(800mm→950mm) ②高耐力継手(M64×12本)	設計通常の鋼製セグメントの設計手法で決定したボルト仕様が要求性能を満たしているか確認。 ・継手ボルト耐力 ・変形性能
4	組立後補強セグメント			現地にて鋼材・コンクリート補強を実施	現地補強で合成構造として設計した設計耐力の確認 ・現地充填コンクリートの曲げ耐力 ・現地接続補強主桁の曲げ耐力 ・現地接続箇所の応力伝達機構

参考文献

1) 日高他：道路トンネル分岐合流部工事(その2)非開削切掘げを伴う大断面道路トンネル分岐部設計概要, 2019年投稿中