

縦2連鋼殻切り開きトンネルの設計

首都高速道路公団 東京建設局 正会員 ○森 健太郎
 首都高速道路公団 東京建設局 橋 剛志
 清水建設(株) 土木東京支店首都高大橋建設所 正会員 小川 卓
 清水建設(株) 土木技術本部 正会員 荒木 尚幸

1. はじめに

現在、建設中である中央環状新宿線（以下、新宿線と呼ぶ）の目黒区大橋付近は、昨年に都市計画決定した都市高速道路中央環状品川線（以下、品川線と呼ぶ）が接続する計画となっており、接続箇所は鋼製シールド（以下、鋼殻と呼ぶ）とRC躯体を接合する切開き構造が計画されている。この工区の切開き構造は、他の工区の横2連シールドの切開き構造ではなく、縦2連構造であるとともに、新宿線完成後に切開き部を施工することとなるため、この接続部の構造は他の工区と異なる新しい構造が必要となった。そこで、本稿では、供用下における縦2連シールドの切開き構造の設計について報告する。

2. 工事の特徴

(1) 工事の構造の特徴

試設計段階での標準断面を図-1に示す。当該切り開き工事の特徴として以下の項目が挙げられる。

- ・ 土被りが24m程度と非常に大きい
- ・ 縦2連鋼殻の切り開きで左右非対称構造である
- ・ 鋼殻外径12.65m、完成形状では20m×30m程度の大規模トンネルである
- ・ 新宿線完成後に品川線部を施工（切り開き）するため、鋼殻内の工事が制約される。このため、鋼殻とRCの接続部は鋼殻外面側からRC構造物が接合する構造とした。

（図-4）

(2) 施工ステップ

施工ステップを図-2に示す。上下シールド施工後NATM工法による上部掘削から始まり、RC躯体構築、掘削、支保工設置を逆巻き工法で繰り返し、躯体構築完了後のRC躯体の曲げひび割れ等による剛性低下(Step16)までを対象とする。

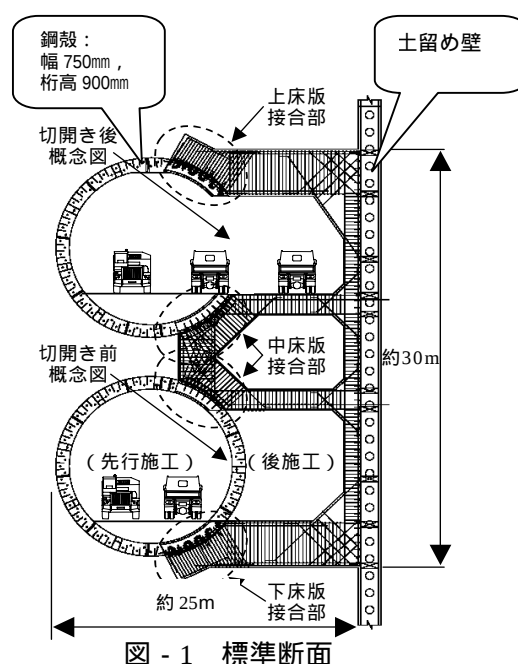


図-1 標準断面

	Step0: 上下シールド施工後 土留め壁および地下水処理	Step1: NATM掘削, 1次掘削後上床版構築	Step2~9: 1, 2段切梁設置し, 中床版上を構築後, 中床版下構築	Step10~13: 4, 5段切梁設置し, 下床版を構築後, 側壁部構築	Step14~16: 鋼殻の1部を撤去し, NATM支保工荷重撤去後, 水压を作用させ, 剛性低下を考慮
施工ステップ					

図-2 施工ステップ図

3 設計概要

(1) 設計フロー

設計フローを図-3に示す。設計の流れは、土質定数や荷重等の設計条件の設定、完成時単独解析と施工履

キーワード：縦2連鋼殻、切り開き構造、FEM解析、逐次解析、合成構造、接合鉄筋

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-6-2 TEL 03-5320-1665 FAX 03-5320-1658

歴を考慮した逐次解析，耐震照査，構造細目の手順である．設計は，基本的に許容応力度法によるが，地震時の耐震照査においては，部材の非線形性を考慮した解析に基づいて耐力照査を行なう．

完成時単独解析は，施工時履歴を考慮せず，完成時の構造と荷重条件による解析であり，本設計では，フレーム解析とFEM解析を実施する．フレーム解析で鋼殻や床版等の一般部を設計し，FEM解析では主に鋼殻～RC躯体接合部等の細部仕様を設計する．

施工履歴を考慮した逐次解析は，支保工設置，掘削，構築といった施工ステップを順次解析するものである．鋼殻は，一度単円状態で構築され，その後側部掘削，RC躯体との接合，切り開きという施工過程を経る．このため，完成時単独解析による設計で設定された構造仕様を基本として，施工時履歴を考慮した逐次解析を実施し，主に施工の影響を大きく受ける鋼殻の応力度を照査する．完成時単独解析して設定された各部材に対して，逐次解析結果に基づいた応力度照査を実施し，必要であれば部分的な桁高増や板厚増等の補強を行なう．

(2) 実験概要と設計の関係

本構造では接合鉄筋を用いてRC躯体を一体化する構造（図-4参照）を採用しているが，接合部に作用する断面力が大きく，現設計ではD51までの太径鉄筋を用いることを想定している．しかしながら，そのような太径鉄筋のせん断特性に関する実験データはない．また，接合鉄筋は軸力を受けた状態でせん断力を受ける可能性がある．そこで，接合鉄筋（D32～D51）の直接せん断試験を行い，本構造に使用する接合鉄筋のせん断耐力やせん断バネ値やそれらのせん断特性に軸力の及ぼす影響を把握し，設計に反映した．¹⁾

さらに，接合部およびその近傍の構造の安全性を確認することを目的として，実機の1/2の縮小モデルを用いて載荷実験を実施した．実験は，設計で想定している側圧による軸力を考慮した場合と，側圧が小さい場合の安全性を検証するために，軸力のない場合についても実施した．その結果，設計荷重における各部材の発生応力が許容応力以下であること，設計荷重に対して十分な耐力および変形性能を有することを検証することにより構造安定性を確認した．

4 まとめ

本報告で対象とした鋼殻切り開きトンネル構造の大きな特徴としては，“縦2連の左右非対称構造”，“鋼殻外径12.65m，完成形状では20m×30m程度の大規模トンネル”，“鋼殻とRC躯体の接合に新構造を採用”等が挙げられる．設計は，大きく完成時単独解析と施工履歴を考慮した逐次解析に基づいて行なうが，その中でも，接合部の実験による検証等，大規模かつ複雑なトンネル構造に対して，新しい設計手法を模索しながら設計を進めている．現時点では，非線形性を考慮した静的非線形骨組解析（応答変位法）による耐震照査など，まだ多くの課題が残されているが，今後，それらを解決しながらさらに合理的な設計を目指して詳細設計を進めていく所存である．

参考文献

- 1) 森 健太郎，他；鋼材とRCとの複合構造物の太径鉄筋を用いた結合部の直接せん断試験，土木学会第59回年次講演会講演概要集，2004

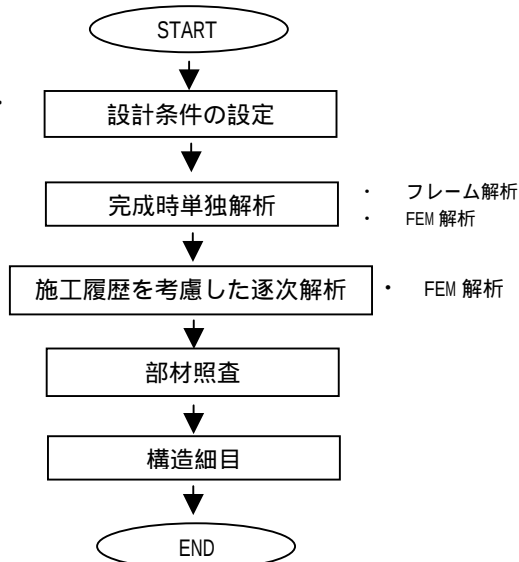


図-3 設計フロー図

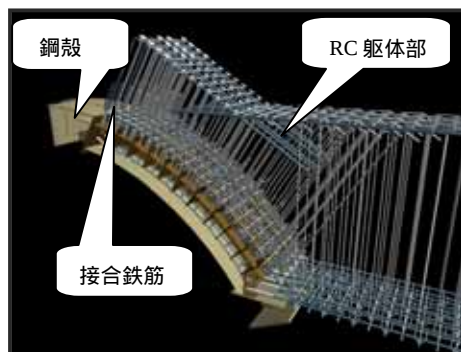


図-4 鋼殻とRC 躯体接合イメージ