

シールド切開き施工の計測結果と考察

首都高速道路(株) 正会員 ○寺島 善宏
 首都高速道路(株) 正会員 石田 高啓
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 井上 陽介

1. はじめに

現在建設中の中央環状新宿線(延長 11km)は、高速 5 号池袋線(熊野町 JCT)から高速 4 号新宿線(西新宿 JCT)までの区間が平成 19 年 12 月に開通しており、残区間の高速 4 号新宿線から高速 3 号渋谷線(大橋 JCT)までについては平成 21 年度の開通を予定している。本路線は延長約 10km の道路トンネルを環状第 6 号線(山手通り)の地下に構築するものであり、このうち、約 7km の区間でシールド工法を採用している。出入口やジャンクション連結路が本線シールドトンネルに接続する分合流部では、シールドトンネル施工後に覆工の一部を切開いて RC 躯体を接合し、拡幅部を構築する「切開き工法」を採用している。

切開き工法については、施工ステップを考慮した解析モデルを用いて新たな設計法を提案した¹⁾が、この設計法の検証、更なる合理化および施工時の安全性の確保を目的として、計測管理を実施しながら施工を行った。

本稿では、切開き工法における設計手法に対して、計測結果を用いて分析、考察を行った結果について概要を報告する。

2. 切開き設計手法の課題

切開き工法の構造、施工上の特徴から求められる設計上の主な課題は以下のとおりであり、概要図を図-1 に示す。

(1) 施工時応力の把握

シールド上部およびシールド間の掘削等により施工時応力が鋼殻に蓄積され、さらに RC 躯体構築により応力が残留する。このため、施工ステップを考慮した逐次解析等により施工時応力を適切に把握する必要がある。

(2) 合理的な鋼殻仕様の採用

鋼殻と RC 躯体接合部において局所的に大きな断面力が発生する。このため、同一リング内において鋼殻仕様を使い分ける等して合理的な鋼殻仕様とする必要がある。

(3) 過大な変形の防止

シールド間の掘削時において、鋼殻に極端な偏圧荷重が作用するため、大きな変形が生じ、発生断面力も大きくなる。このため、内部支保工、トンネル間支保工を設置する等してトンネルの変形、断面力を抑制する必要がある。

(4) RC 躯体の剛性低下の評価

クリープ等の剛性低下に伴い、躯体完成後に鋼殻の発生断面

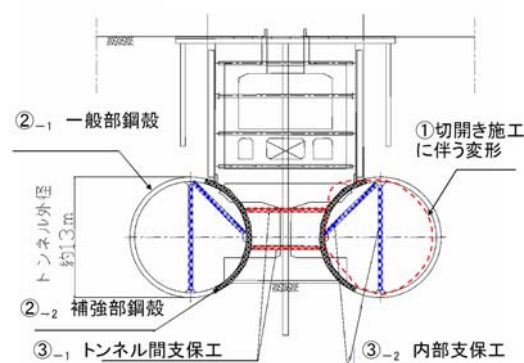


図-1 切開き工法概要図

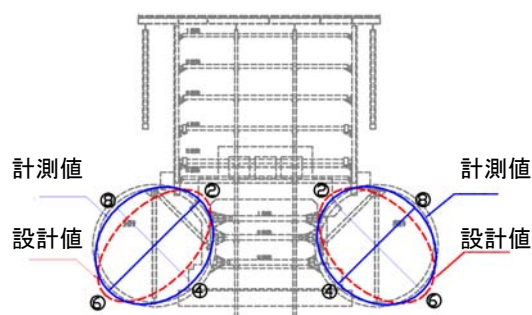


図-2 内空変位 計測図

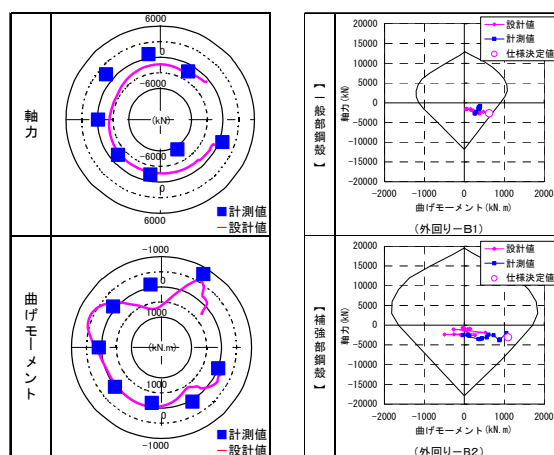
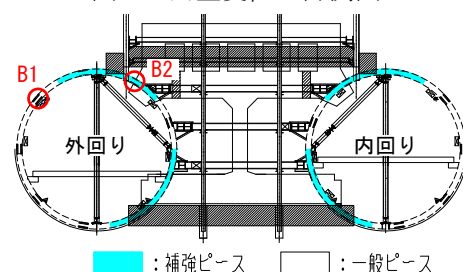


図-3 鋼殻発生断面力 (外回り) 図-4 鋼殻発生断面力 (部位別)

キーワード 道路トンネル、分岐合流部、切開き工法、先行応力、鋼殻、変形防止

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-6-2 首都高速道路株式会社 Tel.03-5320-1624

力が増加する。このため、躯体の剛性低下を適切に評価し、鋼殻の設計に反映させる必要がある。

3. 計測結果の分析と設計上の課題に対する考察

計測内容は、施工中の安全性の確保、設計手法の検証等が行えるように、鋼殻の内空変位量、鋼殻主桁応力、鋼殻作用土圧・水圧、支保工軸力等とした。各種の計測結果と設計上の課題に対する分析、考察を以下に示す。

(1) 鋼殻の計測結果と分析

計測はシールド覆工完了後、路面から 6m 程度、初期掘削した段階から行われている。このため、この時点初期値として設計値、計測値とも施工に伴う増分変化を示している。

床付け掘削完了時における内空変位量の計測結果を図-2 に示す。シールド間の掘削により、鋼殻が掘削側に伸張する変形を示し、これと直行する方向に縮小する傾向を示している。この変形により、鋼殻には施工時応力が発生する結果となる。

鋼殻の発生断面力を施工ステップ毎に整理した結果を図-3 に示す。発生断面力は鋼殻主桁に設置したひずみ計の計測結果を用いて算出している。施工に伴い断面力が増減する箇所が確認できる。鋼殻と RC 躯体接合部には局所的に大きな曲げモーメントが発生するものとして設計がなされているが、計測結果は設計値と概ね整合する傾向を示している。

一般部鋼殻および補強部鋼殻における発生断面力を図-4 に示す。断面力図の実線は許容応力度となる断面力 (M, N) の組み合わせを示している。一般部に比べて補強部において大きな断面力が発生しており、概ね合理的な鋼殻の使い分けがなされていると考えられる。

(2) 支保工軸力の計測結果と分析

内部支保工軸力の計測結果を図-5 に示す。掘削の初期段階は斜材の軸力分担が大きく、斜材下端部付近が掘削ラインとなるトンネル間 3 次掘削以降は、鉛直材の分担が大きくなる。内部支保工は各施工段階において斜材、鉛直材がそれぞれ鋼殻の変形防止に機能している。また、内空変位の経時変化を図-6 に示す。内空変位は底版コンクリートの打設により概ね変位が収束する傾向にある。

トンネル間支保工軸力の計測結果を図-7 に示す。掘削に伴いトンネル間支保工軸力が増加しており、鋼殻の変形防止に寄与している。一段梁から三段梁の軸力合計値は設計値と計測値が概ね整合している。

4. おわりに

シールド切開き構造の道路トンネルへの適用は初めての事例であり、シールド径が大断面で、拡幅構造の断面が変化するため、従来とその規模等が大きく異なる特徴がある。このため、設計法の検証、更なる合理化および施工時の安全性の確保を目的として、計測管理を実施しながら施工を行った。計測結果を分析した結果、計測値は概ね設計値の範囲内であり、安全側の設計であることが確認できた。RC 躯体の剛性低下の評価については、鋼殻の主桁ひずみを計測しており、引き続き、分析・考察する予定である。

【参考文献】

- 1) 土橋ら：大断面シールドトンネル切開き部における鋼殻の設計，土木学会(第 13 回トンネル工学研究発表会)2003.11

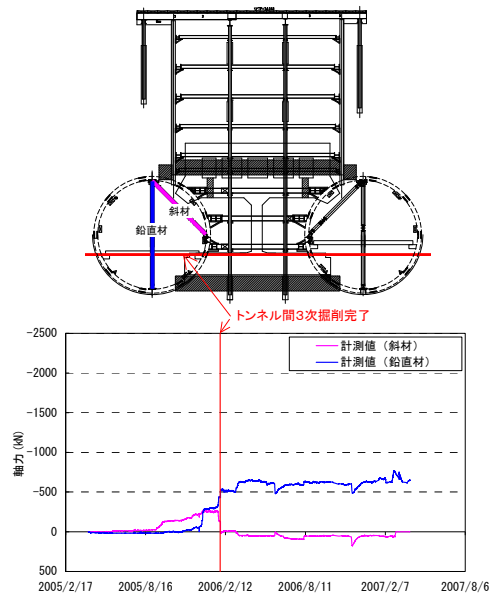


図-5 内部支保工軸力(外回り)

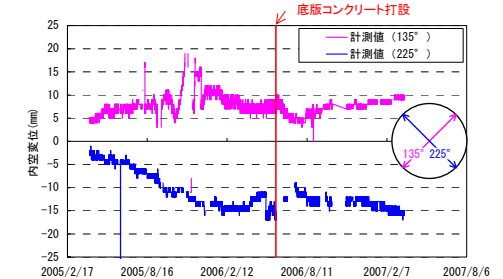


図-6 内空変位 経時変化

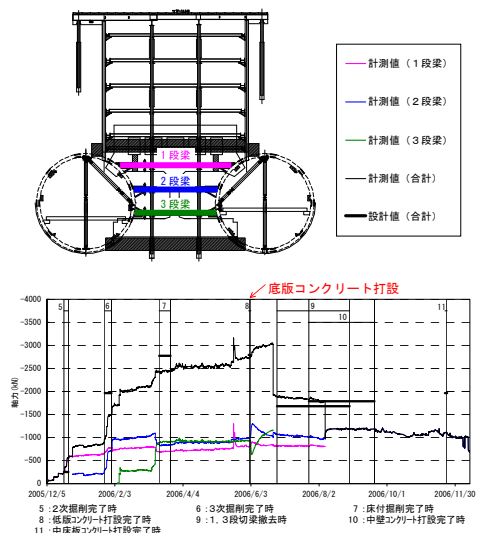


図-7 トンネル間支保工軸力