

営業線鉄道トンネルの耐震補強用鋼製セグメントの設計

大成建設 (株)	正会員	○熊谷 翼
大成建設 (株)	正会員	浅川 大
大成建設 (株)	正会員	山本 陽生
近畿日本鉄道 (株)	正会員	永田 正人

1. はじめに

近鉄難波線は全長約 2.0km であり上町断層の直上を横断している地下鉄路線である。このうち、大阪難波駅～近鉄日本橋駅区間（延長約 396m）において、既設トンネル（外径 9,900mm，覆工厚 450mm）の内側に、鋼製セグメント（外径 8,800mm，覆工厚 150mm）を二次覆工として新たに巻き立てることで耐震補強を行う（図 1）。本工事は、営業線トンネル内において夜間線路閉鎖およびき電停止時間中に施工するため、限られた時間の中で内部施設（架線、高圧線、引止め線など）との接触を避けながら施工する必要がある。本報では、本工事において使用する耐震補強用鋼製セグメントの概要および設計思想について報告する。

2. 耐震補強用鋼製セグメントの概要

図 1 に示すように、上町断層直上部（近鉄日本橋駅東側）は既に耐震補強が行われており、場所打ち RC による二次覆工の巻き立てとなっている。今回区間においては、工程短縮を目指したプレキャスト材を使用すること、狭い箇所でのハンドリング性が良く施工時の角欠け等の品質低下がないこと、既設セグメントに合わせて巻き立てるため加工の柔軟性があること、を考慮して二次覆工として鋼製セグメントを選定した。

トンネル横断図およびセグメント詳細図を図 2 に示す。耐震補強用セグメントは、大別して、一般部および特殊部の 2 種類のセグメントに分類される。一般部は、トンネル坑内に設置したハンドリングマシンにより架線等を避けながら機械施工によりセグメントの組立てを行うことができる区間であり、特殊部は、軌道の分岐区間で、架線等が輻輳しており、機械施工が出来ないため人力施工を行う区間である。一般部セグメントは幅 1,000mm の 3 本主桁、特殊部セグメントは幅 500mm の 2 本主桁とした。

3. セグメントの設計思想

耐震設計フローを図 3 に示す。横断方向設計は、「鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計」（平成 24 年月）に示される L2 地震動標準応答スペクトルⅡ

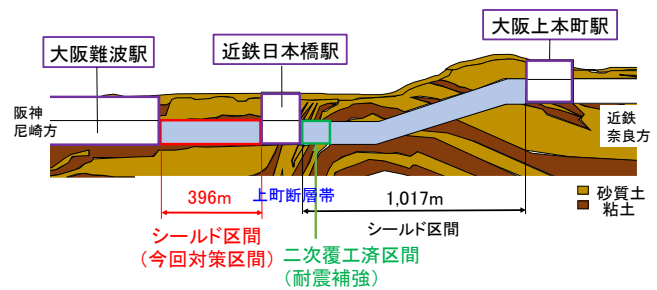
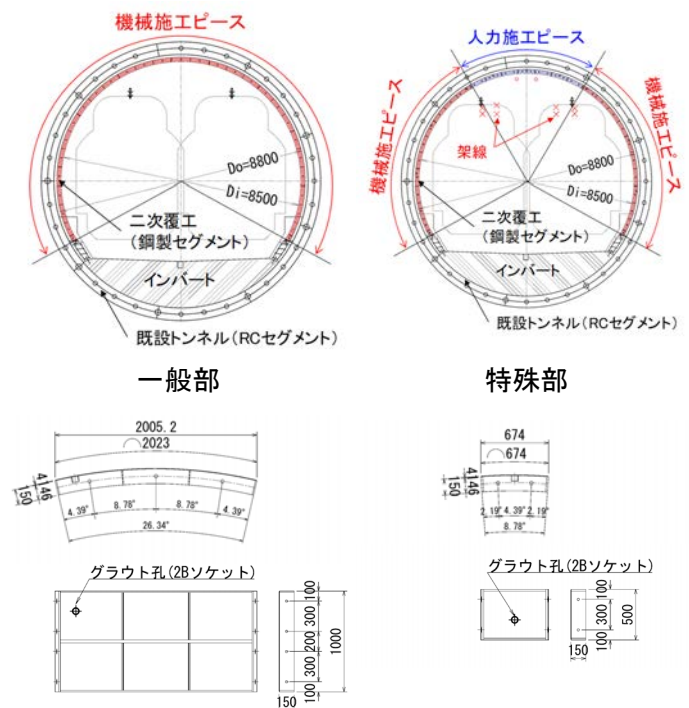


図 1 対象区間



機械施工ピース(一般部) 人力施工ピース(特殊部)

図 2 トンネル横断図およびセグメント詳細図

キーワード 鉄道トンネル, 既設シールドトンネル, 耐震補強, 二次覆工, 鋼製セグメント

連絡先: 大成建設株式会社 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1 丁目-25-1 TEL 03-5381-5417

による地震時作用に対して、インバートを平面ひずみ要素としてモデル化したはり-ばねモデルを用いた応答変位法にて実施した。インバートコンクリートとセグメントとの接続部は、現状のトラフコンクリート（無筋コンクリート）を撤去した上で、有筋の基礎コンクリートを構築し、その上から鋼製セグメントを設置する構造としている。

縦断方向設計は、上町断層の断層ズレを考慮した変位分布を考慮し、セグメント本体や継手部材を一様な剛性で表現した等価剛性梁モデルを用いた応答変位法にて部材仕様を決定した。

また、各荷重レベルに応じた覆工の要求性能の思想を表1に示す。既設RCセグメントは現状の常時荷重を負担して耐え得る構造として成立しているが、現行のレベル2地震時に対してリング継手（木製）がせん断破壊して耐震上の要求性能を満足しない結果となった。そこで、新たに設置する耐震補強用セグメントはレベル2地震時荷重を単独で受け持ち、またレベル2地震後には既設セグメントの耐荷力が失われたとしても、常時およびレベル1地震時荷重までを補強用セグメント単独で受け持てるような仕様とするよう設計した。

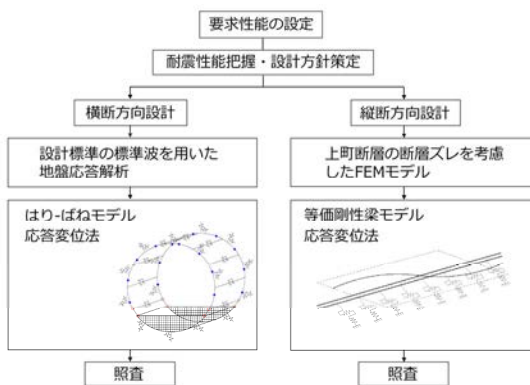


図3 設計フロー

表1 設計荷重毎の要求性能

レベル2地震	レベル2地震後常時	レベル2地震後レベル1
限界状態設計法	許容応力度設計法	許容応力度設計法
土水圧は一次覆工で受け持つと考え二次覆工はレベル2荷重のみ作用	一次覆工は耐荷力がなくなったと考え二次覆工のみで検討を実施	一次覆工は耐荷力がなくなったと考え二次覆工のみで検討を実施

4. 耐震補強用セグメントの施工計画

前述のように、今回のセグメントは大別して2種類に分類されるが、それぞれのセグメントにおける設置計画を図4および図5に示す。

一般部の全ピースは、ハンドリングマシンを用いてセグメント組立を行う計画である。特殊部は、下部～側面のピースについてはハンドリングマシンによる組立とし、上部の架線や高圧ケーブルとの干渉区間のピースについては、作業台車を用いて人力組立によりセグメント設置を行う計画である。作業可能時間は夜間き電停止中に限られ、安全性に加え作業の高効率化も求められる。

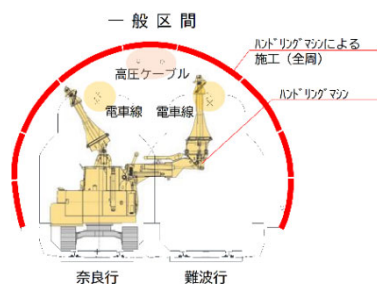


図4 一般部セグメント設置計画

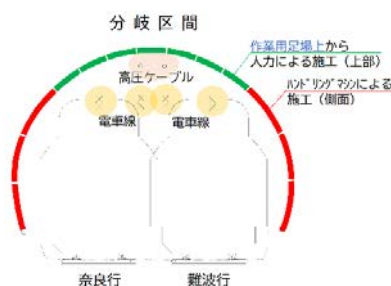
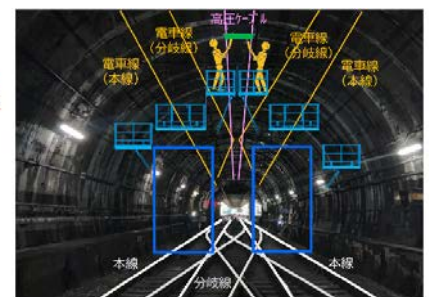


図5 特殊部セグメント設置計画



5. おわりに

今後は、架線や高圧線などのセグメント組立に干渉する重要施設が多い営業線トンネル内で安全に施工を進めるため、地上での仮組試験および現地トンネル内での試験施工を行ってから実施に移行していく予定である。次報では、仮組試験に関する報告を行う。