大断面道路トンネルの低土被り区間覆工検討概要

中日本高速道路株式会社 東京工事事務所 高橋 亨

中日本高速道路株式会社 東京工事事務所 濱島 圭佑

中日本高速道路株式会社 東京工事事務所 松下 真哉

> 大成建設(株)本社土木設計部 正会員 〇永塚 優希

> 広志 大成建設(株)本社土木設計部 正会員 川島

> > 大成建設(株)東京支店 正会員 織田 隆志

1. はじめに

東京外かく環状道路 本線トンネル(北行)大泉南工事(以降,本工事)は,東京外かく環状道路の大泉ジ ャンクション側から発進する延長約 7km の本線シールドトンネル工事である. セグメントの外径 ø 15.8m で 13 分割(K縮小),セグメント厚さ650mm,標準的なセグメント幅1.600mmである.

本工事における発進立坑近傍区間は土被りが最小約 6m と小さく,また耐震設計上の基盤面からセグメント 上半部が突出する位置関係にある.このような大断面トンネルで低土被りの場合,図1に示す3点の課題があ る. (a) トンネルの縦つぶれ:鉛直方向荷重に対して水平方向荷重の作用比率が相対的に大きくなり、トンネ ルが縦つぶれ状態となるため、それに対応できる覆工構造が必要となる. (b) 地震時の影響:低土被りに位 置するトンネルは地震時の影響を大きく受ける. (c)トンネルの浮上り:内部構造が完成していない施工中 における浮上り、これらの課題を考慮した低土被り部の覆工検討概要について報告する.

2. 低土被り区間概要

本工事の低土被り区間は,発進立坑より約200m区間のトンネルの土被りが1D(D:トンネル直径)以下と なる区間とした.低土被り区間は追加土質調査にて耐震検討上の基盤面を精査した結果、トンネルが基盤面上 部に位置することが判明したため地震時検討を実施した.低土被り区間の土層縦断図を図2に示す.地下水位 については,経時変化と季節変動を考慮し対象区間を含む約400mの範囲の観測井戸の計測結果より設定した.

3. 構造検討概要

3. 1. 検討方針

低土被り区間において適用する合成セグメントについては, 一般部にて仕様する本体仕様から変更しないこ とを基本とし、継手仕様変更のみ行う方針とした.

3.2.常時検討

低土被り区間のトンネルは、トンネルが縦つぶれの変形となるがトンネル頂部の地盤反力が十分に得られな い場合が想定される.そこで,構造解析においてはトンネル頂部の地盤バネを部分的にカットし,地盤反力に 期待しない構造解析モデルとした。構造解析モデルの概念,および構造検討に用いた断面図を図3に示す.



大断面道路トンネル、低土被り、浮上り、耐震

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

-295

常時検討の結果,低土被り区間の特徴である軸力が小さく曲げが卓越する挙動が確認され,セグメント継手 部の構造が厳しい検討結果となった.発進立坑部における発生断面力を図4に示す.発進立坑より約50m区 間は構造検討の結果,鋼製セグメントを採用し,かつセグメント幅を800mmに縮小した.

3.3.地震時検討

地震時検討は、横断耐震検討と縦断耐震検討を実施した.横断耐震検討は、地盤のひずみ依存特性に応じた せん断剛性低下を考慮した一次元地盤応答解析により地盤挙動の算定を行い、シールドトンネルの横断方向の 応答値は、はり - ばねモデルによる応答変位法により算定した.発進立坑部近傍におけるレベル2地震時のト ンネル上下間の地盤相対変位は174mmであった.またレベル2地震動作用時においては、合成セグメント、 鉄筋コンクリートセグメント本体部は部材の非線形を考慮した.鋼製セグメントについてはレベル2地震動作 用時においても発生応力度が降伏応力度以下となるように制限した.

縦断耐震検討の検討フローを図5に示す.縦断耐震検討は、シールドトンネルをトンネル中心位置で軸方向 の梁要素にモデル化し実施した.梁剛性はリング継手の剛性を考慮した等価剛性の梁モデルとし、地盤変位は 2次元FEM解析による地盤の動的解析を行いトンネル軸心位置における時刻歴応答変位を算出した.地盤変 位算出時には1km/sec位相差を考慮した.また構造物と地盤間の地震時の地盤バネは、1次元地盤応答解析にて 設定した地盤の収束剛性を各土層に入力した静的FEM解析にて算出した.等価剛性の梁モデルに地震時地盤 バネを設置し、時刻歴応答変位を入力し照査を行った.縦断耐震検討の結果、シールドトンネルと立坑間に可 とう構造を設ける必要があることを確認した.

4. 安定検討概要

発進立坑近傍区間は,構造検討に加えて浮上りに対する安定検討も踏まえる必要があり,各種比較検討を行 ってセグメント仕様を決定した.

5. 結論

常時検討,地震時検討,安定検討を行い,覆工割付を決定した.決定したセグメント割付を図6に示す.低 土被り区間は立坑より約50m区間を鋼製セグメント,その後約100m区間に継手を強化した合成セグメントを 採用することで,構造が成立することを確認した.

