

ソイルセメント鋼製地中連続壁のトンネル本体利用および床版接合構造の検討

首都高速道路(株)東京建設局 正会員 ○長田 光正
 首都高速道路(株)東京建設局 正会員 藪本 篤
 (株)オリエンタルコンサルタンツ関東支店 正会員 大竹 省吾

ソイルセメント鋼製連壁工法を、トンネルへの本体利用としては日本で初めて採用した。また、鋼製地中連続壁と床版の接合部における、鋼製芯材と鉄筋で接続しない圧縮側のみ有効なハンチ（以下、圧縮ハンチとする）について、FEM解析と実験により有効性を確認した。

1. はじめに

首都高速中央環状品川線と供用中の大橋JCTループ部を連結するE/F連結路の内、ループ部に近い部分は図-1に示す構造で構築を進めている。狭隘な用地条件であることと、地下鉄などの重要構造物に近接することから、南側の側壁には鋼製連壁の本体利用を採用している。鋼製連壁は、競合工事との調整から、狭隘なヤードで施工が可能なソイルセメント鋼製連壁工法を、トンネルへの本体利用としては日本で初めて採用した。鋼製連壁と床版の接合部は、鋼製芯材掘削側フランジの床版主筋およびせん断筋の位置に、鉄筋接続用のカプラーを工場で溶接した。また、主筋位置のカプラー背面には、鋼製芯材地山側フランジまで達する補強材（板リブ）を溶接した（図-2参照）。鋼製連壁と床版の接合部は、当初は建築限界に余裕が少ないことからハンチなしで鋼製連壁の構築を進めていたが、車線運用計画の見直しにより建築限界に余裕が生じたこと等から、床版接合部の構造について、見直しの検討を行うこととした。

2. 床版接合部構造の検討

ハンチ位置の鋼製芯材フランジ背面に補強材がない状態で作用荷重を伝達可能な床版接合部の構造について、圧縮ハンチ、補強桁を鋼製芯材に設置しハンチ筋と溶接する構造、鋼製ブラケット設置の3案を比較した。施工性、経済性等から総合的に評価し、圧縮ハンチを選定した。選定された圧縮ハンチ構造について、二次元非線形FEM解析(WCOMD)により、応答特性（破壊形態、耐力、変形性能）の確認を行った。対象部位は、常時と地震時の応力度が大きい部位を選定した。解析は、ハンチなし、ハンチあり、圧縮ハンチの3ケースについて行い、比較を行った。圧縮ハンチと鋼製連壁接合面のせん断ずれ抵抗は、安全側の仮定としてゼロとした。静的載荷、正負交番載荷とも、圧縮ハンチは、通常のハンチとほぼ同等の耐力増加が見られた。

3. 実験による確認

圧縮ハンチについて実験を行い、耐力向上の確認、鋼製連壁芯材における応力集中等の有無等を確認した。対象部位は、図-1のA部、C部を選定した。A部は地震時の解析結果から作用力方向の反転がない部位、C部は正負交番載荷を受ける部位である。実験は、圧縮ハンチを有するA部、C部それぞれ1ケースに加え、比較のため、C部のみハンチなしの1ケース、計3ケースについて行った。供試体は、試験装置の制約等から1/2縮小モデルとした。材料強度は実構造に合せ、コンクリート：40N/mm²、鉄筋：SD345、鋼製連壁芯材：SM490と

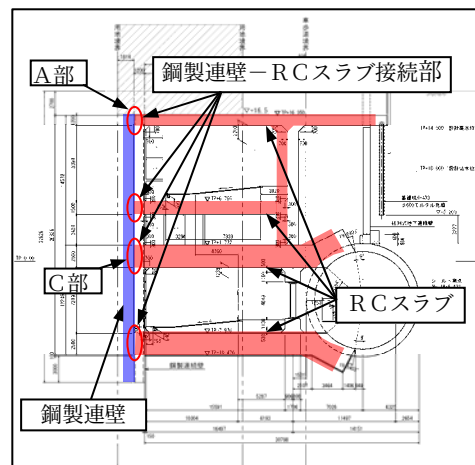


図-1 E/F連結路断面図

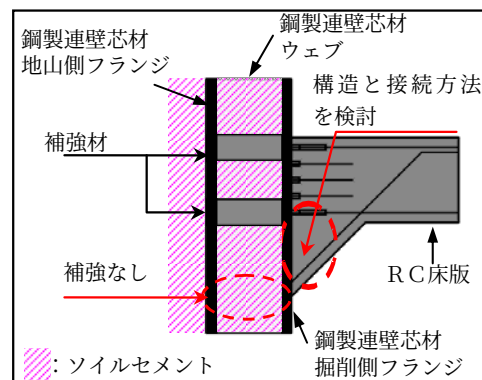


図-2 鋼製連壁芯材床版接合部の概念図

キーワード 鋼製地中連続壁、床版接合部、ハンチ、実験

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-6-2 首都高速道路(株)東京建設局設計グループ TEL03-5320-1628

した。ソイルセメントに対しては流動化処理土 (0.5 N/mm^2) を用いた。供試体の一部を図-3 に示す。解析では、ひび割れ発生後圧縮ハンチ先端部は機能しなかったため、剥落防止の観点から先端約 100 mm を落とした形状とした。供試体の鋼製連壁部分は、床版の終局時より先に曲げ破壊しないよう、地山側のフランジ厚や桁高を増加させて床版の終局時に対し 2 割以上の余裕を持たせた。荷重は実構造を 90° 横にした状態で行い、鉛直方向荷重、水平方向荷重、水平方向荷重の作用高さを調整することで、設計上の荷重状態（軸力、せん断力、曲げモーメント）を再現した。荷重は静的ジャッキを用い、鉛直ジャッキで床版の軸方向力を導入した後、水平ジャッキで水平荷重を導入した。水平荷重の荷重ステップは、地震時荷重まで荷重後一度除荷し、引張り鉄筋が降伏するまで荷重、その際に計測された変位を降伏変位 δy とし、変位制御で $2 \delta y$, $3 \delta y$, $\dots$ と δy の整数倍まで変位を増やしながら破壊まで荷重した。降伏変位発生後は同一変位までの荷重と除荷を 3 回ずつ繰り返した後、変位を増やしていった。図-4 に各供試体の荷重－変位関係を示す。C 部圧縮ハンチにおいては設計荷重とほぼ同等、他については計算上の荷重を上回る耐荷力が見られた。圧縮ハンチを有する供試体については、通常のハンチを考慮した場合の計算値と同等の耐荷力となっており、ハンチなしと比較して 3 割程度の耐力向上が見られた。最終的な破壊は全ての供試体において降伏変位の 10 倍以上で生じており、十分なじん性がみられた。図-5 に各供試体の鋼製連壁芯材ウェブおよびソイルセメントのひずみを示す。C 部のハンチなしと比較し、圧縮ハンチを有する供試体では、鋼製芯材ウェブおよびソイルセメントとも、圧縮ひずみが小さくなっており、圧縮ハンチに起因する応力の集中や破壊がみられなかった。

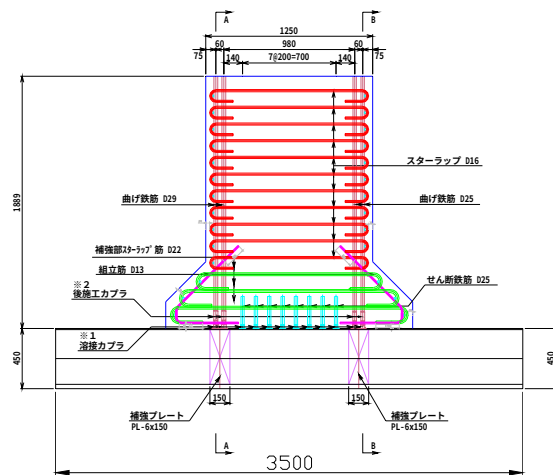


図-3 供試体 (C部圧縮ハンチ)

4. まとめ

ソイルセメント鋼製連壁工法を、トンネルへの本体利用としては日本で初めて採用した。また、鋼製地中連続壁と床版の接合部における、鋼製芯材と鉄筋で接続しない圧縮ハンチについて、実験等により確認したところ、3 割程度耐力増加が見られるなど、有効に作用することが確認されたため、実構造に採用した。

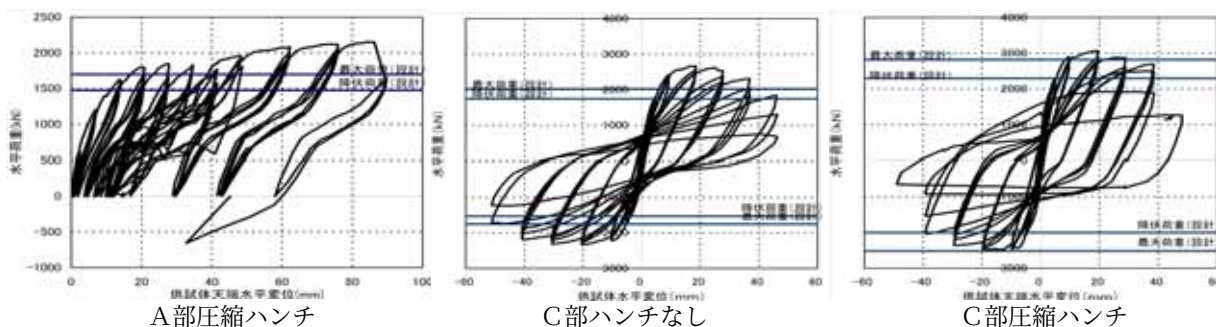


図-4 荷重－変位関係

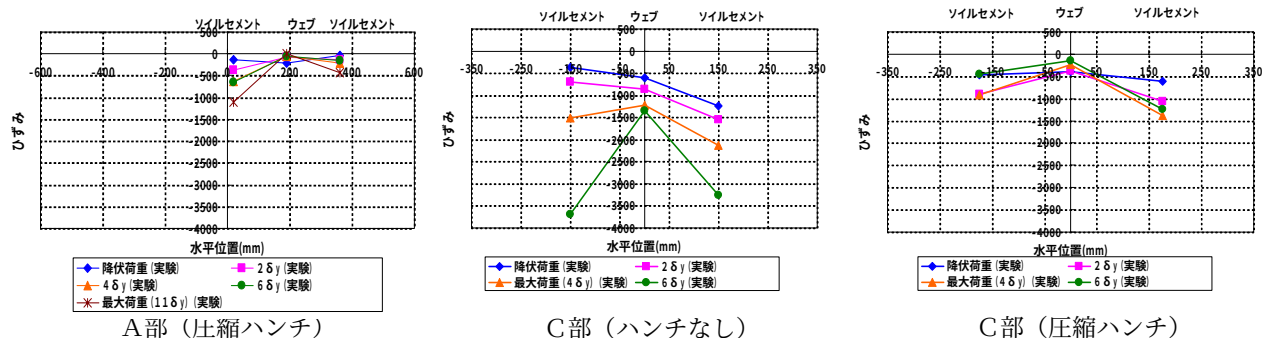


図-5 鋼製連壁（鋼製芯材ウェブおよびソイルセメント）の圧縮ひずみ