

超近接して施工する4シールドトンネルの併設の影響

首都高速道路(株) 正会員 石田高啓\*  
 同 正会員 斉藤 亮\*  
 (株)間組 正会員 八木芳行 正会員 守田貴裕



図 - 1 中央環状品川線概要図

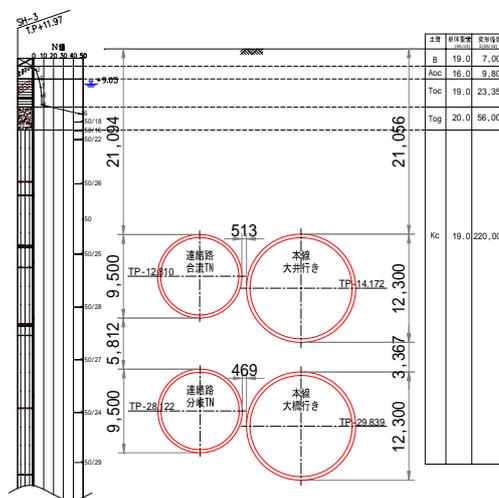


図 - 2 検討断面図

1. はじめに

首都高速道路中央環状品川線は、高速湾岸線大井JCTから分岐して、国道246号地下部で中央環状新宿線(山手トンネル)と接続し、また、大橋JCTを経て3号渋谷線に接続する延長約9.4kmの路線である(図-1)。このうち約8kmがシールドトンネル構造となっており、セグメント外径12.3mの2本の本線シールドを大井JCT付近の立坑から長距離掘進する。大橋連絡路は、品川線本線から分岐し、大橋JCTに連絡するトンネルで、立坑以外の大部分がシールドトンネルとなっている。シールド部はセグメント外径9.5mの上下2本の併設トンネルであり、分合流部については、本線・連絡路のシールドトンネルを非開削工法で接続する工法を採用している。このため、4本のシールドトンネルを超近接して施工する計画になっており、最小離隔がセグメント外面で約50cmの区間が約150m続く施工条件となっている(図-2)。

大橋連絡路部は、長距離掘進する本線シールドの終点付近にあり、月進300~500mの高速施工が計画されるなか、トラブル等により4本併設トンネルの掘進順序について、いくつかのケースが想定された。当プロジェクト

では、1本のシールド施工の遅れが他工事の工程に影響を与えないように、想定されるケースの中で、どのトンネルが先行トンネルとなっても良いようにセグメントを照査する必要がある。併設シールドのセグメントへの影響については多くの報告があり、例えば山口ら<sup>1)</sup>は4本併設シールドの地盤挙動の分析と応力解放率を用いて、地盤挙動を土圧変動に着目して評価している。併設の影響には短期的、長期的なものがあるが、本稿では、掘削順序の違いが先行セグメントに与える長期的な影響について着目することとする。

2. 解析方法

(1) 解析条件

2次元弾性FEMを用い、解析領域は下方1D(D:セグメント外径)、側方は下層トンネルの45°影響範囲とする。変形係数は孔内水平載荷試験から得られた値を使用する。解析ステップは、初期応力を計算した後、STEP2で地山の掘削、応力解放(応力解放率)を行う。STEP3で一樣剛性の覆工設置し、このとき(1-)の応力解放は行わずにSTEP4に進み、後行トンネルを掘削しての

キーワード: 道路トンネル, シールド, 併設, FEM, 応力解放率

\*連絡先(東京都新宿区西新宿 6-6-2・TEL03-5320-1624・FAX03-5320-1658)

応力解放を行う(図-3)。これを4本目のシールドまで実施し解析を終える。の設定については検討の余地があるが、既往文献<sup>2)</sup>を参考に48%と設定した。なおパラメトリックスタディーとして25%の場合も解析している。

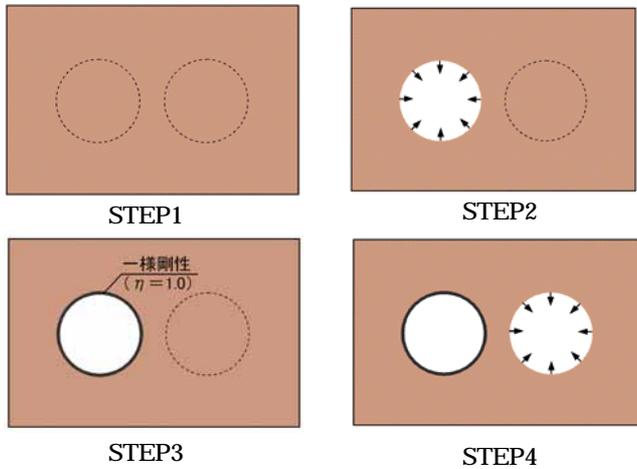


図-3 解析ステップ

(2) 検討ケース

工事契約前の事業計画ではCase1を想定していたが、契約工程では、長距離高速掘進の技術導入により本線シールドの施工が想定

表-1 検討ケース

凡例	Case1
(連結路) (本線) 合流TN (品川方面 (大井行き)) 分岐TN (渋谷方面 (大橋行き))	② ④ ① ③
Case2	Case3
④ ③ ① ②	④ ② ① ③
Case4	Case5
④ ② ③ ①	④ ③ ② ①
Case6	Case7
④ ① ③ ②	④ ① ② ③

より早まったことや、連結路トンネルの発進立坑の工事進捗の遅れ、さらに現段階で考えられる工程遅延リスクを考慮し、7ケースを検討ケースとした(表-1)。本線は大橋行きが先に発進し、連結路トンネルは分岐TNが先に発進するが、本線シールドは施工距離が長いため、途中で大井行きシールドが先行する場合も想定した(Case3,6,7)。

3. 解析結果

ここでは、併設の影響が顕著で影響度合いがわかりやすい =48%における負曲げモーメントの解析結果を示す。

図-4は、連結路下層の分岐TNの解析結果である。縦軸は単設時(梁-ばねモデル)に対する併設時(FEM)の曲げモーメントの比である。各節点における比率を算出して最大値をプロットしている。横軸は4本のトンネルの掘削段階を表している。グラフより、比率3.0~3.5に大幅に増加しているグループ( )と、比率1.4以下のグループ( )に大別できる。分岐TNに大きな影響を与えるのは真横の大橋行きトンネルが通過した時であり、グループ( )は分岐TNがこれより先行するケースとなっている。分岐TNが1番施工であるCase1~3を比べると、3本の施工順序によって応力増分に差異があることがわかり、分岐TN施工直後に横を掘削されるCase2が最も影響が大きく、Case1では、4本目の掘削で比率が下がっていることがわかる。また、Case7のように2番施工(2本の影響を受ける)の方が、1番施工(3本の影響を受ける)より影響が大きい場合があることがわかった。

本稿では結果を掲載していないが、分岐TNの正曲げは最大1.7倍( =48%)であった。また、 =25%の場合は、 =48%の場合に比べて応力解放率が52%となるのに対し、負曲げモーメントの増分は約70%(グループ( ))であった。

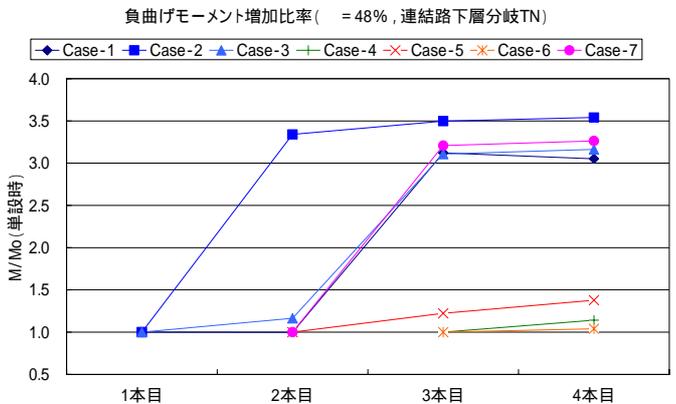


図-4 解析結果(分岐TN)

4. おわりに

本稿が、超近接する併設トンネル施工に際し、施工順序に自由度がある場合には、施工計画立案に役に立つものとする。

参考文献

- 山口巖ほか：4本併設シールドの地盤-トンネル挙動分析と併設シールドの設計・施工への応用に関する研究，土木学会論文集，No.561， -38, pp.47-62, 1997. 3
- 田嶋仁志ほか：併設シールドトンネルの影響評価方法に関する検討，トンネル工学研究論文・報告集，第13巻，Vol.81-1, pp.407-412, 2003. 11