

トンネル近接工事における影響検討方法

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○ 斎藤善樹
東日本旅客鉄道(株) 正会員 加藤正二
東日本旅客鉄道(株) 正会員 堀込順一

1.はじめに

当社における近接工事には、土木構造物に関するもの、建築構造物に関するものなど多種多様である。その中でも列車の運転保安に直接関係する橋りょう、トンネルなどの土木構造物の場合は、特に高度な技術力により影響の検討の有無を判断しなければならない。

今回の近接工事の事例は、シールドトンネル（直結軌道）における共同溝施工の影響を検討したものであるが、当社のトンネルが道路を占用している箇所であるため、何らかの対策工が必要となれば、その経費は当社負担となることが占用許可条件となっている。しかもその距離はわずか 3.8m と当社の中でも近年稀にみる接近した近接工事である。

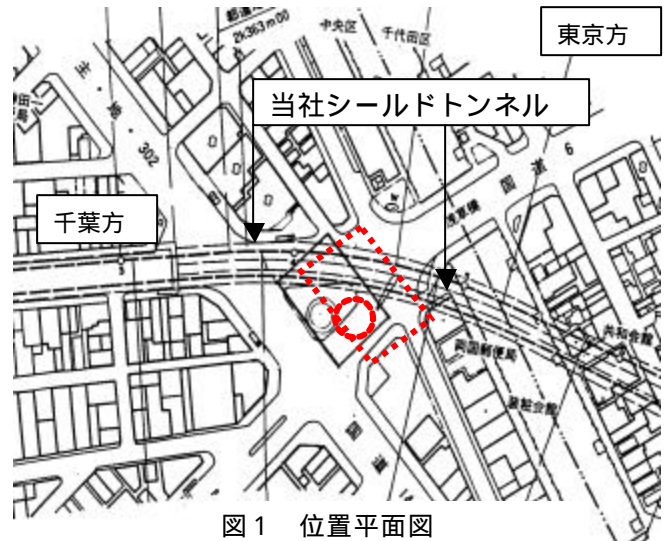


図1 位置平面図

2.検討概要

通常用いられる FEM 解析モデル（地盤の変位量のみ有効と考える）では、大きな変位量が発生するため、トンネル側面に構築される地中連続壁の円筒形状に着目し、ここではその効果を評価できないか検討した。

(1)トンネルとの位置関係

図1は当社シールドトンネルと共同溝の平面的な位置地関係を、図2は横断方向の位置関係をそれぞれ示している。

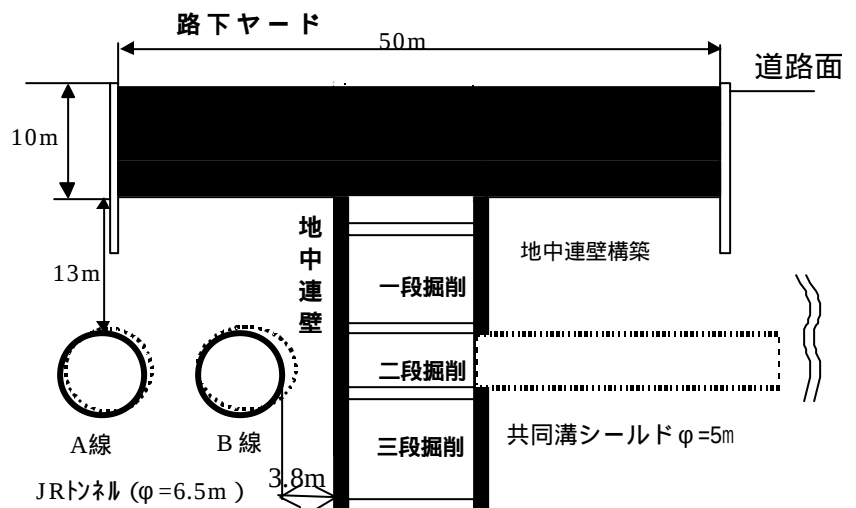


図2 施工ステップの影響

(2)検討方法

今回の近接工事はトンネル上部 13m の路下ヤードの掘削に加え、側面わずか 3.8m に地中連続壁が構築されるため、施工ステップ毎の影響を的確に把握することが重要であると考え、図2のように（路下ヤード1次掘削）から（地中連続壁三段掘削）の7段階のステップで影響の検討を行った。

ステップ毎の影響度合いは、FEM 解析により地盤の変位を求め、その値をシールドトンネル本体に荷重として与える方法を採用した。図3はその FEM 解析モデル図である。このモデル

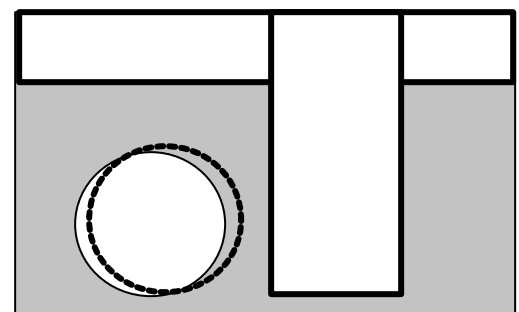


図3 FEM 解析モデル図

キーワード：シールドトンネル、近接工事、円筒形状

連絡先：〒東京都北区東田端 2-20-68 TEL 03-5692-6139 FAX 03-5692-6141

ルにより、施工ステップ までの影響を算出すると、最大値で鉛直変位 16mm、水平変位 18mm という結果となってしまった。この数値は当社の標準にあてはめると、軌道の整備基準値を超過するため計測管理にとどまらず、トンネル本体の剛性を向上させ変位量を軽減させる対策工を講じなければならないことを意味している（図 4）。ただし、数億円の工事費というのは、相手側の施工に起因する近接工事であるため、社内で十分な検討が必要となることは言うまでもない。

しかし、このモデルは地盤の変位のみに着目したもので、連続地中壁の形状は考慮されていないことに気づいた。

（3）検討断面のモデル化

連続地中壁の設計は連続地中壁を単位奥行き当たりの梁としてモデル化を行っている。この場合、立坑の形状効果は考慮されないため安全側の設計となる。しかし、円形立坑の影響検討では立坑の変形を過大に評価する可能性がある。そこで、本検討では立坑の形状効果を考慮して図 5 のようにシールドトンネルと地中連続壁を平面でとらえるモデル化を行った。

地中連続壁の形状が円筒であるかどうかの確認は、連続壁の断面内に曲げ応力および軸力が全断面圧縮状態であることにより確認した。また、せん断力はわずかに発生するものの、曲げ応力とせん断応力の応力比は 17：1 と明らかに曲げ応力が大きいため、円筒効果が十分に考慮できることがわかる（図 6）。

3. 検討結果

地中連続壁の形状の効果の有無による変位、対策工種等の比較を表 1 に示す。

いずれの項目もその影響が顕著に現れており、最大変位量が 13mm から 0.5mm と 1/26 に軽減されているのをはじめ、対策工事費においては億単位の支出を免れることとなった。

4. おわりに

今回の影響検討は、当社には前例がないにもかかわらず、着目する観点を多様に変えながら検討せざるを得ない状況に追い込まれた。しかし、関係者の技術力を結集、議論を重ねた結果、最善の対策を講じることができた。当該トンネルは現在平成 16 年度まで、変位計測を実施することになっているが、その計測が完了しても今回の影響検討ストーリーが忘れられることのないように技術の継承に努力したい。

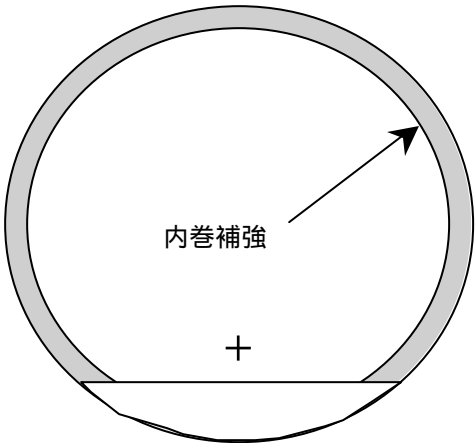


図 4 トンネルの剛性向上対策例

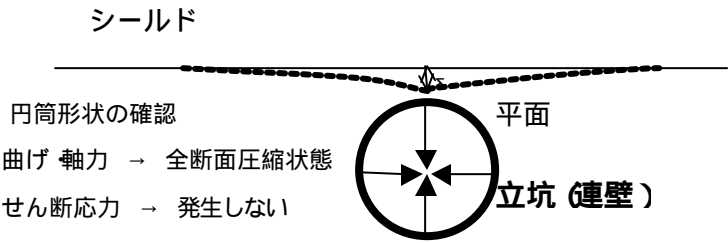


図 5 円筒形状を考慮した検討断面のモデル化

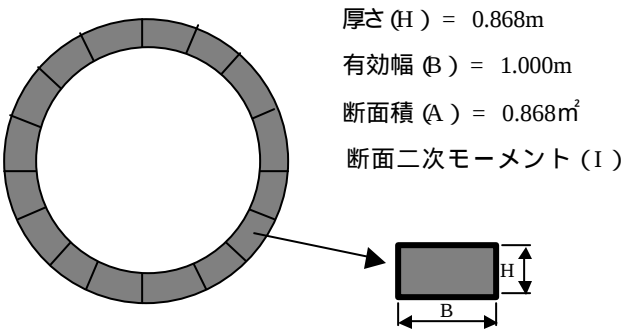


図 6 連続壁諸元

表 1 検討結果

連続壁の円筒形状	検討変位	変位 (mm)		対策工	対策工事費
		最大	10m 最大		
考慮しない	地盤のみ	13.0	10.0	計測 + 本体補強	十数億円
考慮する	連壁 → 地盤	0.5	0.3	計測	数千万円