

ニューマチックケーソンが近接施工される既設橋脚の影響検討に関する考察

復建エンジニアリング

正会員 ○堤 純生

復建エンジニアリング

正会員 井口 光雄

J R 東日本東京工事事務所

正会員 桑原 清

1. はじめに

都市部のトンネルは、一般的に施工実績が豊富な開削工法、またはシールド工法が採用されることが多い。首都高速大宮線高速埼玉東西線連絡道のトンネル工事において、新幹線・埼京線交差部の工事¹⁾ではニューマチックケーソン工法（以下、ケーソン工法と呼ぶ）を採用した。ケーソン工法を採用した理由は、鉄道高架橋との近接、杭基礎橋脚を新設トンネルへ受替、地下水の遮断などの課題を解決するためである。このような課題を解決するための検討の中でも特に重要な項目であった、埼京線への近接施工に対して行なった影響検討とその対策について以下に述べる。

2. 影響検討

2-1. 影響要因

ケーソン工法は、近年では周辺地盤に及ぼす影響が小さい工法とも言われているが、ケーソン工法が既設構造物へ影響を与える要因としては、一般的に1) ケーソン沈設に伴う周辺地盤の引きずり込み、2) ケーソンの傾斜に伴う周辺地盤の緩み、3) 余掘りや減圧によるケーソンの急激沈下、4) エアブローによる周辺地盤の緩み、5) ボイリング、ブローアップ、ヒーピングの発生による底部地盤の崩壊、6) フリクションカット上部の空隙による地盤の緩み、が挙げられる。

2-2 対策工

影響要因を低減させるための対策として、施工法による対策と防護工による対策の2つに分けることができる。

施工法による対策としては、1) 計測管理による情報化施工により傾斜・変位等を管理する、2) ベントナイトの即時注入により地盤の緩み防止および周面摩擦を低減する、3) 圧入アンダー併用により傾斜を抑制し鉛直性を確保する、4) フリクションカットを無くし地盤変位の低減を図る、の実施を提案した。また、防護工による対策としては、一般的に遮断防護工、地盤改良、既設構造物の補強が考えられるが、ここでは、ケーソン工法の防護工としての実績から、遮断防護工をケーソンと既設構造物との間に設けた。

2-3 影響検討

ケーソン施工による影響を確認する方法としてFEM解析を行ない、施工法による対策を行ったとしてもケーソン沈設の影響が発生すると思われる1) ケーソン沈設時の周面摩擦²⁾による地盤の引きずり込み、2) ケーソン沈設時の傾斜による引込力・押込力、の荷重を考慮し、図-1のようにモデル化した。また、影響検討は表-1に示す3ケースを行ない、解析条件として与えた防護工は図-2に示

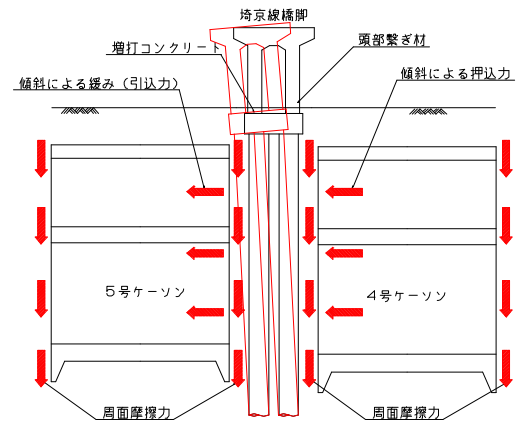


図-1 検討イメージ図

表-1

検討ケース	影響要因	防護工
ケース1	周面摩擦力 傾斜（緩み＋押込）	対策なし
ケース2	周面摩擦力 傾斜（緩み＋押込）	柱列杭
ケース3	周面摩擦力 傾斜（緩み＋押込）	柱列杭 ＋ 頭部繋ぎ工

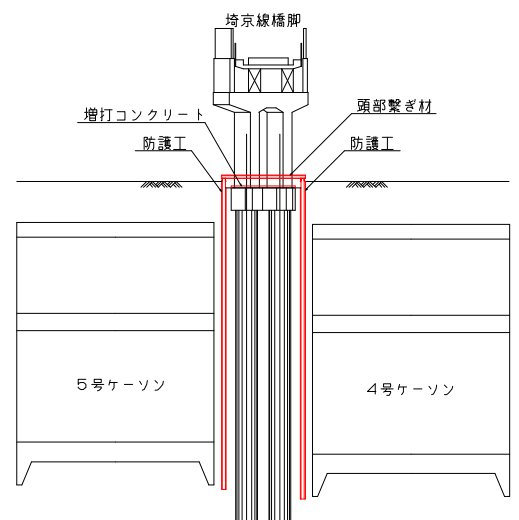


図-2 橋脚防護工断面図

キーワード ニューマチックケーソン工法、近接施工、FEM解析、許容変位量

連絡先 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留 1-11-12 T K 堀留ビル (株) 復建エンジニアリング TEL.03-5652-8560

す配置とした。ケース1では、軌道の変位量、橋脚地中梁の応力度、基礎杭の支持力において許容値を超える結果であった。これより、ケーソン沈設による有害な影響が埼京線軌道および橋脚に及ばないように、防護工による対策が必要であると判断した。ケース2では、防護工の縁切効果などにより軌道の変位量、基礎杭の支持力は許容値を満足したが、橋脚地中梁の応力度は許容値を上回る結果であった。ケース3では、防護工の頭部を繋ぐことにより、橋脚地中梁の増加断面力の低減が図れるものの、許容値以内に納まらない結果であった。従って、橋脚地中梁に関しては補強を行い、耐力を向上させる対策を講じることとした。

2-4 許容変位

影響検討より、橋脚地中梁を補強したため、支持杭の支持力³⁾が最も厳しくなる。このため、許容変位量は基礎杭の支持力と変位量との関係から比例配分で求めた。支持杭の許容増加鉛直力は3605kNである。従って、表-2に示すケース1とケース3の軌道変位および基礎杭増加鉛直力の関係から、許容変位量は水平16.3mm、鉛直11.7mmとした。

3. 解析値と計測値との比較

影響検討では何点かの仮定した条件を与えている。特にケーソン沈設時の傾斜による引込力は、ケーソンが1/1000傾斜した場合に発生する空隙の30%を強制変位として与えた。今後、このような仮定条件のもとに行なった影響検討が、実施工と乖離したものにならぬよう、解析値と施工時に計測された変位データとの比較を行なった。図-3に計測位置および計測方向を、図-4にP1-1およびP1-2位置での橋軸方向の計測結果を示す。また、図-4の上下端に引いてある破線は、警戒値(許容変位量17mmとした場合の40%)である。この計測結果では、施工で定めた警戒値に近い変位が計測されていることが分かる。

4. 考察

近接工事設計施工標準⁴⁾では1)軌道狂いの基準等から定まる許容変位量、2)構造物の応力の増加や機能から定まる許容変位量、3)建築限界から定まる許容変位量、を定めている。今回の影響検討では、構造物の増加応力から定まる許容変位量が最も小さかった。また、表-2に示すケース1～ケース3のケーソン沈設に伴う影響検討の結果から、ケーソン沈設に伴う変位を抑えるためには、遮断防護工が有効であること、解析値と計測値との比較からは、影響検討の妥当性が確認できた。

表-2 ケーソン沈設に伴う影響検討の結果

検討ケース	軌道変位 (mm)	地中梁増加応力 (kN・m)	基礎杭増加鉛直力 (kN)
ケース1	18.5	370.5	4319
ケース2	15.1	317.5	3309
ケース3	15.3	311.8	3279

参考文献

- 1) 桑原, 本多, 藤井, 田村: ニューマチックケーソン連続施工時の周辺地盤挙動について(その1), 第57回年次学術講演会論文集, Vol157, 2002
- 2) 道路橋示方書・同解説 下部構造編 社団法人日本道路協会 平成8年12月
- 3) 鉄道構造物設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物 平成9年3月
- 4) 近接工事設計施工標準 東日本旅客鉄道株式会社 平成11年9月

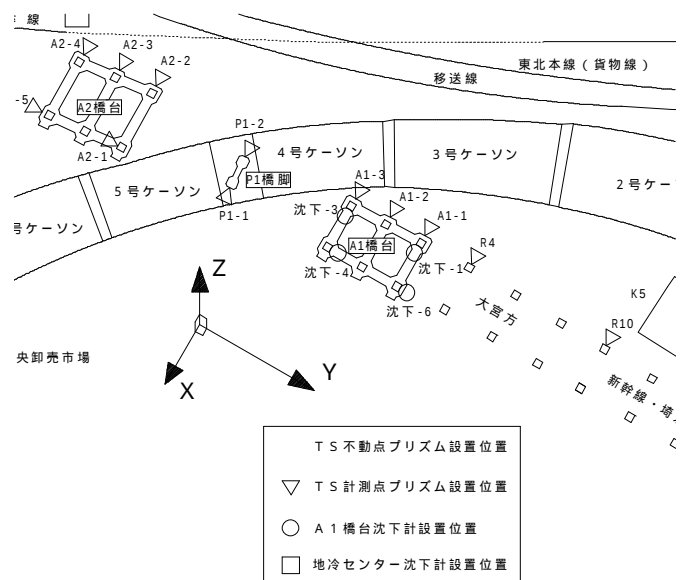


図-3 施工時の橋脚変位

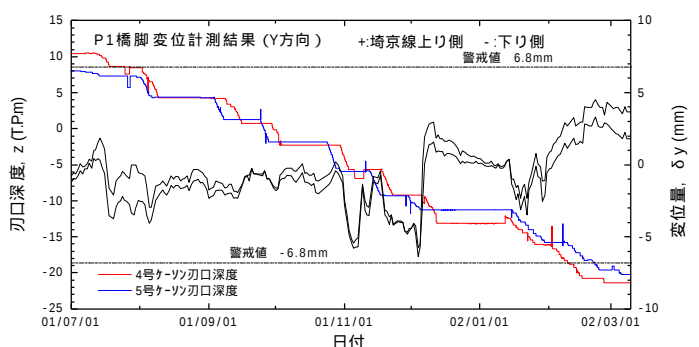


図-4 施工時の橋脚変位