

圧入工法を併用したニューマチックケーソン工法の沈下関係について

清水建設(株) 正会員○長澤達朗 下間充 田中博章
 (株)白石 井上智裕
 J R 東日本 石田芳行

1. はじめに

ケーソン施工を計画するとき、掘削による沈下の可否を判定することは重要である。ニューマチックケーソン工法は圧気下での掘削工法であることから、刃先下までの掘削が可能である。このため刃口反力を無視して、沈下関係の検討を行うのが通常である。首都高犬宮線の新幹線・埼京線下トンネル工事¹⁾では、ニューマチックケーソン工法による道路トンネルの施工が採用された。本工事は J R 高架橋などの重要構造物に近接した箇所での施工であったため、姿勢制御を目的に刃先まで掘削せずジャッキを用いた圧入工法を併用して沈下掘削を行った。本報告では圧入併用のニューマチックケーソン施工時の計測結果²⁾から、圧入工法を併用した場合に見られる沈下関係について検証した。

2. 設計値

設計段階の沈下検討は沈下関係図により行い、総沈下力 \geq 総沈下抵抗力となるよう検討する。総沈下力としてはケーソン躯体重量および水荷重の和を考え、総沈下抵抗力は壁面摩擦力、揚圧力、刃口反力の和を考慮する。通常のニューマチックケーソンと同様に圧入力と刃口反力は無視して図-1の沈下関係図を作成している。本工事では別途、圧入力を圧入オープンケーソン工法で用いる刃口抵抗力の算出式により求め、3MN ジャッキ 6 台を設置した。

3. 実測値

ケーソン躯体に設置した計測器より得られた沈設中・躯体構築中全てのデータを使用し、沈下抵抗力と沈下力について分析した。図-2に計測結果より得られた沈下抵抗力を示す。①周面摩擦力：ケーソン側壁部で上下2箇所により計測された値を平均し、これ

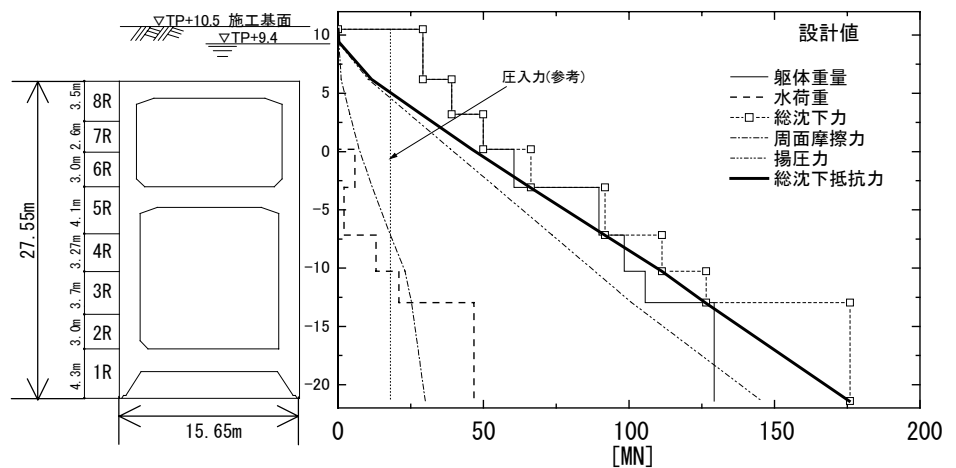


図-1 沈下関係図(設計値)

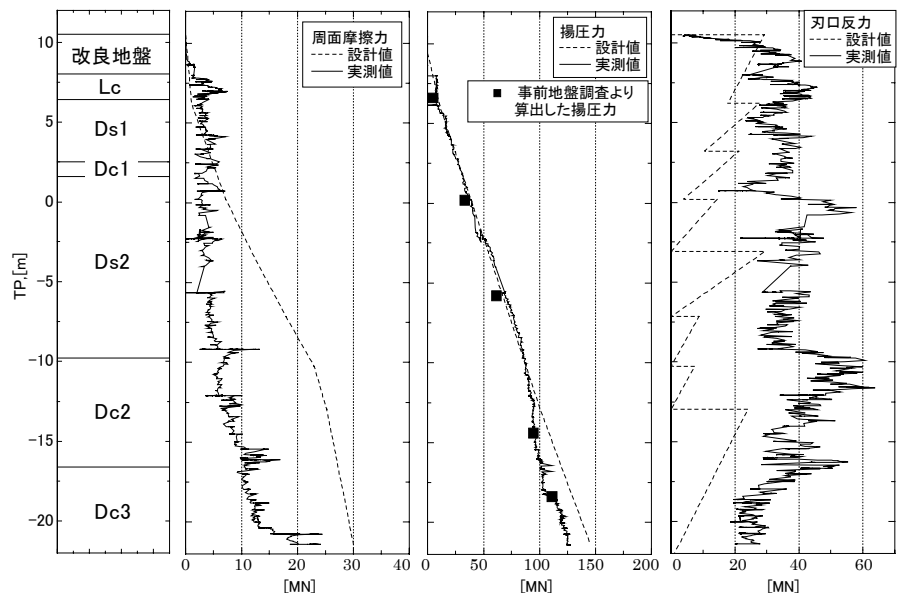


図-2 沈下抵抗力

に側壁部での分担面積を乗じて評価した。TP+5.00m 付近までの沈下初期における値は、道路橋示方書（以下、

キーワード ニューマチックケーソン, 圧入, 現場計測, 土圧, 周面摩擦力, 間隙水圧, 刃口反力, 沈下関係
 連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目 2-3-12 シーバンス S 館 03-5441-0579

道示と称す)による値と比較すると摩擦低減工法を用いなかったため若干大きめではあるものの、ほぼ近い値となった。その後、深度方向に増加する傾向が見られ、計測値は設計値より小さい。これは、摩擦低減工法としてベントナイト注入による周面摩擦力の低減を図ったことが大きく寄与していると考えられる。低減効果の割合は道示の値の約30~50%であった。②揚圧力：揚圧力は作業室内に設置した気圧計の値にケーソン底面積を乗じて算出した。この値は洪積砂層のDs2までは静水圧分布の理論値と同様な値であったが、粘性土に入ると若干小さい値を示した。これは、工事着工前に調査した原位置の間隙水圧値から算出される揚圧力と一致する。③刃口反力：実測値は図-3に示す上下二段からなる刃口の中心位置までを有効幅とし、計測値に有効面積を乗じて算出した。設計値は総沈下力と総沈下抵抗力の差とした³⁾。全体的に実測値は設計値よりも大きな値を示している。今回の施工では刃口直下の掘削を行わず、先行圧入による沈設を行っているためと考える。④沈下力：図-4に刃口深度と沈下力の関係を示す。

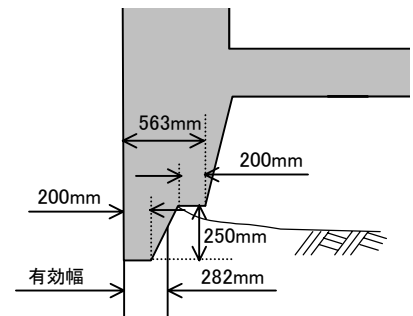


図-3 刃口反力有効幅

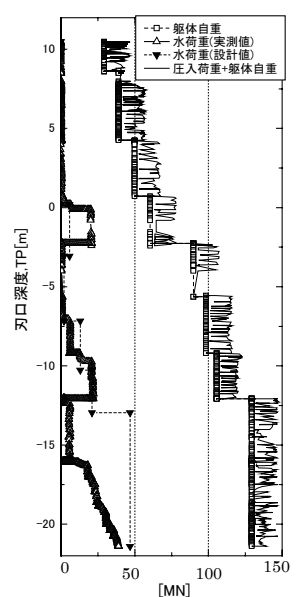


図-4 沈下力

4. 各沈下抵抗力の分担率

図-5に沈下抵抗力の3つの要素について、その分担率を示す。周面摩擦力の実測値は沈設初期ではほぼ0%であるがTP+5.00m以深では5~10%の割合である。設計値は沈設初期において実測値と同等であるが、TP-7.00m以深では約20%であり、実測値は設計値の約半分のだ分担率である。刃口反力は沈設初期ではほぼ100%であり、設計値と実測値は同じである。しかしTP-5.0m以深では実測値の分担率が大きく20~30%の差が生じている。また、揚圧力は設計値・実測値ともに沈設当初はほぼ0%であるが、TP+5.0m以深では設計値よりも5~20%実測値のほうが大きい分担率となっている。以上、分担率については、刃口反力は設計値よりも実測値の方が大きく、揚圧力は実測値よりも設計値の方が大きい傾向にあった。

5. まとめ

周面摩擦力は摩擦低減工法を用いることで、道示に示される値に対して30~50%の低減効果が得られた。その実測値は総沈下抵抗力の5~10%を分担し設計値20%よりも小さい。揚圧力は理論の静水圧分布でなく地盤内の間隙水圧分布に依存している。また分担率はTP0.0m以深で60%以上と大きいいため、特に大深度のニューマチックケーソンを計画する場合、間隙水圧を正確に把握することが沈下管理上、非常に重要となる。刃口反力の実測値は設計値よりも大きな値を示し、分担率も設計値の20~30%大きな値を示した。これは、圧入工法の併用による影響と考える。今後は、圧入を用いた場合のケーソンの刃口抵抗力の算定式、周面摩擦力の深度方向の分布や刃口反力の分担面積の評価について、実測値をもとに検討を行う必要がある。

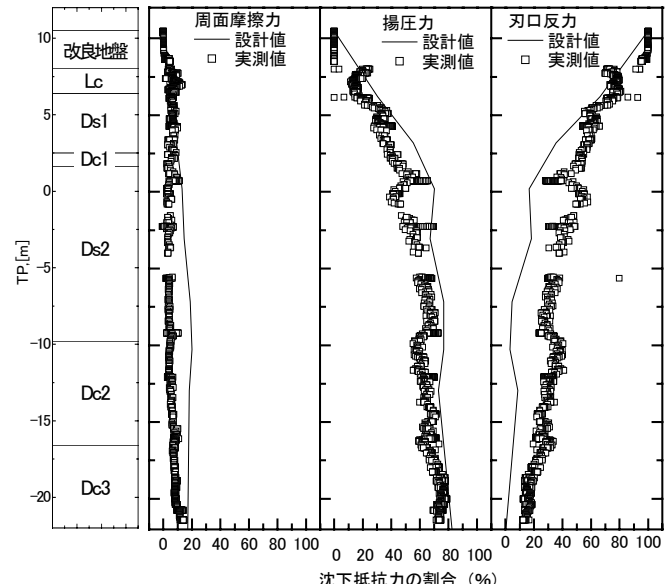


図-5 沈下抵抗力の分担率

謝辞：本検討にあたり、首都高速大宮線・高速埼玉東西連絡道新設工事の清水・白石・間JVの方々にも多大なる御協力を頂いた。この場を借りて厚くお礼を申し上げる。

参考文献：1) 佐藤, 縄田, 小林：ニューマチックケーソンによる新幹線・埼京線下道路トンネルの施工, 土木施工, Vol.49, No.11, pp9-15, 2001 2) 藤井, 篠瀬, 齊藤, 高橋：圧入併用ニューマチックケーソン沈設時の作用外力, 第57回年次学術講演会論文集, Vol.57, 2002, (投稿中) 3) 藤井, 増子, 大内, 加茂野ら：ニューマチックケーソン沈設に伴う地盤変形解析, 第37回地盤工学研究発表会, 2002.7, (投稿中)