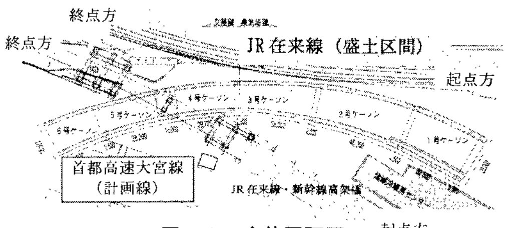
(Ⅲ－50)　非対称形大断面ニューマチックケーソン連続施工における周辺地盤への影響について

JR 東日本　大宮工事区　○正会員　高橋 正則
JR 東日本　大宮工事区　石田 芳行
JR 東日本　東京工事事務所　正会員　桑原 清

1．はじめに

首都高速大宮線と JR 新幹線・在来線との交差部においては、ニューマチックケーソン工法を用いて、非対称（カーブ）形の６函体を同時期に沈設して連結する工事を施工中である。ケーソン函体形状は、幅約 19～27m、高さ約 26m～38m であり、施工条件は、JR 新幹線・在来線高架橋および JR 在来線盛土区間に囲まれた狭隘な箇所となっている。またケーソン沈設に伴う周辺地盤の変状を抑えるため、ケーソン施工前に高架橋に対してケーソン刃口深以上の根入れを有する防護杭（BH 杭・SMW）を施工した。一方、JR 在来線盛土区間に対しては、ケーソン沈設に伴い路盤沈下が生じても軌道整正で比較的容易に対応可能なため、特別な防護工は行わず、ケーソン施工基面と JR 在来線盛土区間路盤との差を抑える程度の土留工のみとした。

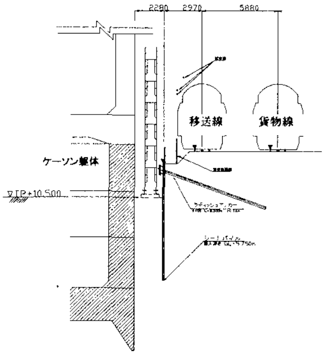


図－１　全体平面図

本稿では、ケーソン躯体沈設に伴う、近接する JR 在来線盛土区間の軌道への影響について、設計段階での FEM 解析と軌道計測結果を報告する。

2．盛土区間との近接状況と軌道計測

全体平面図と、JR 在来線との断面図をそれぞれ図－１・図－２に示す。JR 在来線盛土区間には、移送線（月数本程度の列車頻度）、貨物線の２線があり、ケーソン躯体との最近接部では、移送線軌道中心と躯対外面との離隔は約 5.3m である。また、JR 在来線盛土区間とケーソン施工基面との間には、鋼矢板Ⅲ型の土留工（ケーソン施工基面からの根入れ平均 6.0m 程度、ラディッシュアンカーを１段設置）を事前施工した。



図－２　在来線（盛土区間）とケーソン躯体との断面

軌道計測として、最近接部を中心として 100m 区間に 5m 間隔の測点を設け、移送線を週２回、貨物線を週１回、レベル・トランシット計測を実施した。また、土留工天端も数点測定した。

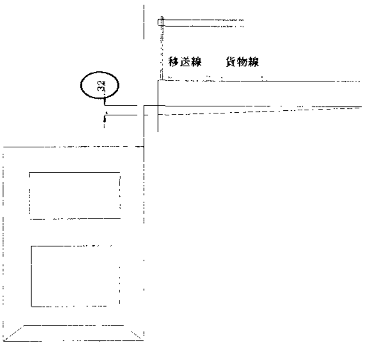
3．設計段階での FEM 解析による影響予測

躯体設計段階で、ケーソン沈設による周辺地盤の影響を把握し、防護工設計の検討資料とするため、FEM 解析を行った。地盤定数を表－１に示す。

これによる盛土区間の地盤変状は、最大 32mm の沈下が発生すると予測された（図－３）。

表－１　地盤定数

土質	深度 (Tp+10.5m =GL±0)	層厚	N 値	単位重量 KN/m3	弾性係数 KN/m2	ポアソン比	粘着力 C KN/m2	内部摩擦角 φ（度）
Bs	-1.1	1.1	3	18.0	2000	0.369	35	
Ac	-2.5	1.4	2	13.5	1500	0.489	20	
Lc	-4.1	1.6	1	15.0	3000	0.489	30	
Ds1	-8.0	3.9	5	17.5	7000	0.491		25
Dc1	-8.9	0.9	14	17.5	10000	0.491	65	
Ds2	-20.3	11.4	29	18.0	25000	0.481		35
Dc2	-27.1	6.8	13	17.5	13000	0.488	140	
Dc3	-36.7	9.6	4	14.0	15000	0.491	115	
Dg3	-40.0	3.3	50	20.0	39000	0.471		40



図－３　FEM 解析結果

キーワード：ニューマチックケーソン、近接施工、軌道計測、FEM
連絡先：〒338-0001　埼玉県さいたま市上落合 5-20　JR 東日本　大宮工事区　TEL048-858-5601　FAX048-858-5603

4．ケーソン沈設実績と軌道変状の経過

JR 在来線盛土区間に最も近接した３号ケーソンにおける沈設実績と軌道変状の系時変化を図－４～８に示す。

３号ケーソンは、鉛直方向に 10 ロットに分割して躯体コンクリート施工と沈設を繰り返した。１・２ロットの初期沈設時はほぼ変状がみられなかったが、刃口が鋼矢板根入れ以深に達した後、各測点の変状が急激に増大したため、移送線の軌道整備を行った。その後初期値を設定し、軌道計測を前述の頻度で行った。また貨物線は、移送線より１ヶ月後に軌道整備が行われたので初期値を設定して計測を開始した。その後移送線は５ヶ月後に軌道整備を、貨物線は数回の突固めを行っている。

移送線軌道の累積沈下量は、計測を開始してから沈設完了までに 20～50mm、測点平均で 40mm 程度の沈下量となった（図－４、図－５）。貨物線軌道の累積沈下量についても、移送線とほぼ同様の状況が見られた（図－６）。沈設 1m あたりの各軌道沈下量は約 2mm となっている。

また、移送線水平変位量については、ケーソン側に約 20mm 近づく傾向が見られ（図－７）、沈設 1m あたり約 1mm の平均変位量となった。

なお、この計測は絶対値測量であり、最も近接した測点を中心に線路方向になだらかに沈下または水平移動しているため、保守管理上の基準値は満足している。

また、鋼矢板沈下量は最大で約 70mm であり（図－８）、軌道変状に比べて大きな値となっていることから、ラディッシュアンカーにより鋼矢板背面の地盤変位を抑えていると考えられる。

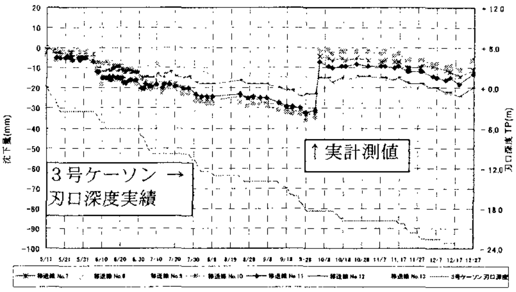
5．まとめ

FEM 解析と計測値とを比較すると、移送線測点平均値では約 1.3 倍、最大沈下測点では約 1.8 倍の沈下が発生している。特に、移送線計測開始から１ヶ月後の沈設時（刃口深度 TP－4.0m）の沈下・水平変位量が大きい。これは初期沈設時に地盤の不均一性と非対称形状により所定位置から短辺方向にずれが生じ、初期段階で可能な限り所定位置に戻すため、短辺方向を傾かせて沈設した影響によるものと考えられる。その後ケーソンの姿勢を極力水平に保ちながら沈設させたため、軌道沈下は抑えられ、FEM 解析値と計測結果はほぼ一致した。

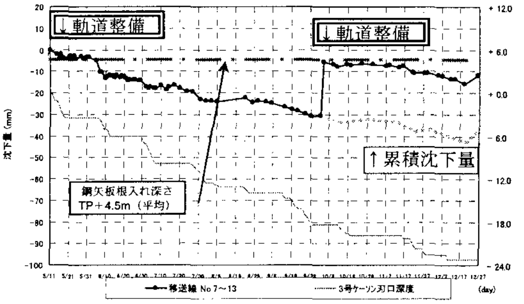
よって、非対称形ニューマチックケーソン施工に伴う周辺地盤の変状は、ケーソン沈設時の姿勢に影響を受けるものと考えられる。

【参考文献】

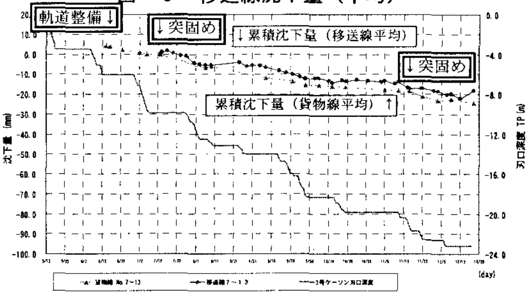
佐藤、縄田、小林：ニューマチックケーソンによる新幹線・埼京線下道路トンネルの施工、土木施工、2001.11



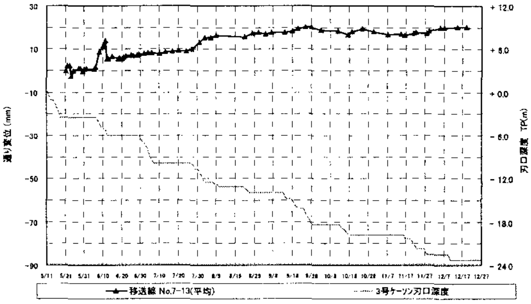
図－４　移送線沈下量（各測点）



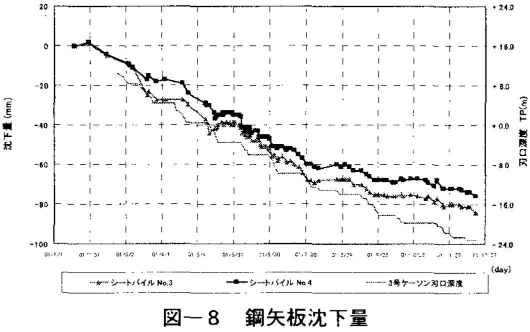
図－５　移送線沈下量（平均）



図－６　貨物線沈下量（平均）・軌道整備状況と移送線との比較



図－７　移送線水平変位量



図－８　鋼矢板沈下量