圧入ケーソン工事における硬質な洪積層での圧入困難時の補助工法施工事例

東日本高速道路（株）　正会員　本間　英　貴
○（株）大林組　正会員　宮田　健治朗
（株）大林組　正会員　久保寺　家光
ヤマハ化工建設（株）　松浦　崇　二

1. はじめに

東京外環自動車道三郷ジャンクション G´ランプ橋（下部工）工事は，既設 G ランプ（外環道外回りから常磐道水戸方面へのランプ）の慢性的な渋滞を解消するために，G ランプに並走する新設 G´ランプを構築する下部工工事である．46 橋脚のうちの 1 橋脚のみ，上空には供用中の G ランプ，地中には電力用トンネルに挟まれた施工上困難な立地条件にあり，コンパクトな基礎形状とするため「圧入オープンケーソン基礎」が採用されている（**図-1** 参照）．

表-1　工事概要

項目	内容
工事名称	東京外環自動車道　三郷ジャンクションG´ランプ（下部工）工事
発注者	東日本高速道路株式会社　関東支社
施工者	株式会社大林組　東京本店
工事内容	既設高速道路ランプの拡幅工事（46橋脚）
施工場所	埼玉県三郷市
圧入ケーソン数量	ｸﾞﾗｳﾝﾄﾞｱﾝｶｰ：削孔径φ135、L=73.5m、N=4本 荷重沈下設備：1式（油圧ジャッキ3,000kN×4基） 掘削工　V=1,770m3、圧入長L=47.3m

本報文では、硬質地盤条件下での最終沈設時の補助工法の計画から施工結果について報告する．

2. 本工事の地盤条件と技術的な課題

（1）地盤条件

施工箇所は，地表面から約 33m の深度までは N 値が 0 の非常に軟弱な沖積層の粘性土が厚く堆積し，その下には洪積層の N 値が 5～30 程度の砂質土と粘性土が互層にあり，支持層としては地表面から約 46m 深度以深に N 値 50 以上の洪積層の砂質土が堆積している．**図-2** に地質断面図を示す．

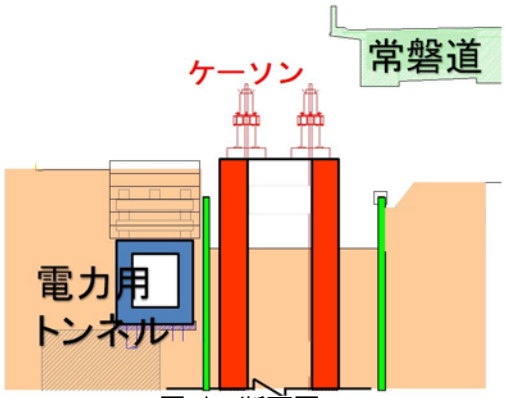

図-1　断面図

（2）技術的な課題

圧入ケーソンの沈設は，圧入力としてケーソンの躯体重量とグラウンドアンカーを反力とする油圧ジャッキ圧入力（ジャッキ荷重 3,000 kN/台×4 台）があり，それに対して抵抗力としては，ケーソン外周の地山との周面摩擦と刃先下の先端抵抗および揚圧力がある．

軟弱な N 値 0 程度の沖積層粘性土地盤を圧入してきた 10 ロット圧入完了時点で，周面摩擦の縁切りの際に必要とされた最大圧入力は，既に圧入能力の約 90%にまで達していた．**図-2** に 10 ロット圧入時点での刃先の位置関係を示す．

11 ロット目以深は洪積層となるため，より抵抗力が大きくなり，最終沈設時は支持層である Tos 層（洪積層砂質土）に貫入させるため，更に圧入困難な状況が発生することが予想され，補助工法の採用が必要とされた．

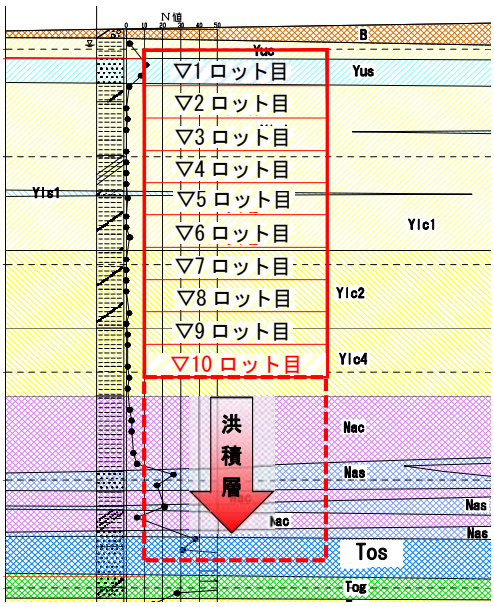

図-2　刃先位置（10 ロット目）

キーワード：圧入ケーソン，補助工法，圧入困難
連絡先：〒108-8502　東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟（株）大林組本社設計第四部　TEL03-5769-1308

3. 解決策

(1) 補助工法の選定

最終沈設時の補助工法として,周面摩擦および先端抵抗の低減を図る目的で,**表-2** に示す補助工法を検討した.軟弱地盤においては,ケーソン周面摩擦の低減を図ることができれば対応可能な場合が多い.しかしながら,硬質地盤の場合,先端抵抗の低減まで必要な場合もあることから,補助工法の実施順序としては,**表-2** に示す順序の通り,最初に周面摩擦力の低減を図り,それ以上の対策が必要とされる圧入困難な場合は,先端抵抗の低減を行うこととした.

表-2 ケーソン補助工法と採用順序

順序	補助工法	工法概要および効果
1	滑材	フリクションカット充填用のケーソン躯体内各ロットに埋設してあるコンタクトグラウト配管から滑材を注入し,周面摩擦力の低減を図る
2	エアジェット	コンタクトグラウト配管から圧縮空気を送り,ケーソン外周の境界面の地山との接触を一時的に切ることで周面摩擦の低減を図る
3	突き矢による土平落し	ケーソン内面および刃先下に付着した土平を突き矢によりそぎ落とし,先端抵抗の低減を図る
4	ウォータージェット	刃先下の地山をウォータージェットにより切削し,先端抵抗の低減を図る

(2) 施工結果

1ロット目～15ロット目は3m沈設するのに,施工実績として3日間（1日目：周面摩擦力の縁切り,2～3日目：掘削・圧入）で圧入が完了したが,最終ロットは16日間もの日数が必要とされ,**表-2** の補助工法をすべて実施した.最終沈設時の補助工法を**写真-1～2** に示す.実施した補助工法の中で最も効果があったのは,15ロット目までは「突き矢による土平落し（**写真-1** 参照)」であったが,最終沈設時は「ウォータージェット（以下、WJ）による刃先下の地山の切削（**写真-2** 参照)」であった.

写真-1 突き矢

写真-2 WJ噴出状況

WJによる刃先下地盤の切削は2段階に分けて作業を行った.最初に,刃先の4つのコーナー部の切削を行った.コーナー部は刃先下の土が集まる箇所で,今までの施工実績からこのコーナー部の切削を行えば,通常沈設は進めることができるが,本工事においてはコーナー部の切削だけでは圧入が進まなかった.そこで,第2段階として直線部の刃先下の切削を実施した.その結果,WJにより刃先下に付着した粘性土の土塊が剥がれ落ち,土塊が掘削時に確認できた.その刃先下に付着した土塊を無くした後,圧入作業はスムーズに進んだ.なお,WJ施工時は,切削した土を刃先下から離れた位置へ吹き飛ばす必要があったため二重管システム（高圧水+圧縮空気）を考案した.

WJによる刃先下の地山切削により急激な沈下が発生する可能性があった.対策としては,WJ施工時にジャッキ能力の90%程度を載荷し,圧入力の低下が少しでもみられた場合は直ちにWJを停止する連絡体制の下で施工を行った.その結果,急激な沈下を発生させることなく所定の設計深度まで圧入が完了できた.

刃先下の地盤を切削したため,ケーソンの刃先抵抗が一時的に期待できない状態になり，底版コンクリート（当初設計に含む）を打設するまでは予期せぬ沈下が発生する可能性があることから,沈設完了後は直ちにコンタクトグラウトを行い,周面摩擦を確保した.次に,刃先下の清掃とスライム処理を行い,刃先下の切削により緩んだ地盤を除去し,確実に底版コンクリートで置き換えることで,基礎として必要な支持力を確保した.

4. まとめ

本報告が圧入ケーソン工事における硬質地盤の圧入困難時の補助工法の選定時の参考となれば幸いである.