

硬質地盤におけるオープンケーソン沈設不能トラブルへの対応

佐藤工業・深松組・高工JV 正会員○児玉 ひと美・倉田 学
仙台市建設局 下水道事業部管路建設課 猪股 渉

1. はじめに

原町東部雨水幹線工事 2 は、宮城県仙台市原町東部地域において発生する雨水浸水被害の低減を目的とし、内径 $\phi 2,000\text{mm}$ 、延長 $L=1,939\text{m}$ の雨水幹線トンネルをシールド工法で築造する工事である。発進立坑は、外径 $\phi 13\text{m}$ 、深さ 35.9m の躯体を RC のオープンケーソン工法で施工した。沈設開始後の進捗は順調であったが、深さ約 28m 付近から進捗が大幅に落ちた。圧入力は増加し、深さ約 31m 付近で施工圧入力が計画圧入力を超えケーソンは沈設不能となった。本報告は、ケーソン沈設不能トラブルが発生するまでの経緯から実施した対策工とその効果について報告するものである。

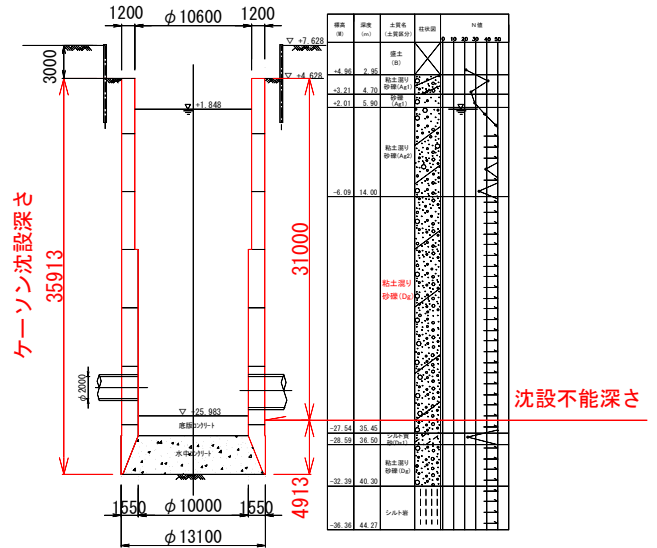


図-1. 発進立坑構造図と土質柱状図

2. 地質概要

土質は礫質土主体であり、GL-10m 付近まで N 値 20~50 の沖積礫質土層、GL-10m 以深は N 値 50 以上の洪積礫質土層である。GL-30m 付近は粘土混じり砂礫層で最大礫径で約 300mm の粗石を含むと予想されていた。今回沈設不能となった GL-32m 付近では礫径で約 700mm の巨石も確認されていた。図-1 に発進立坑構造図と土質柱状図を示す。

3. 実施圧入力と計画圧入力の対比

ケーソンの沈設不能トラブルに至るまでの圧入力の推移と計画圧入力の対比をする。刃先深度と施工圧入力、計画圧入力の関係を図-2 に示す。設計計算から、計画圧入力は、刃先深度 10m 付近から最終沈設深度 36m まで $18,000\text{kN}$ から $20,000\text{kN}$ であった。計画と施工の圧入力を比較してみると刃先深度 25m 付近までは計画圧入力をはるかに下回る値で施工が進んでいたことが分かる。これを境に施工圧入力は上昇し、 31m 付近で計画値を超える状態となった。

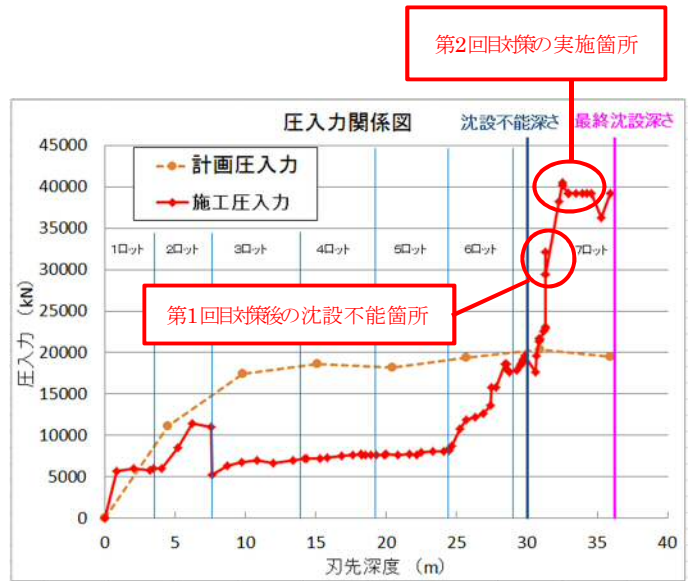


図-2. 圧入力関係図

4. 対策工

4-1. 刃先抵抗に対する対策(第1回目対策)

圧入力が上昇した原因を検討するため、刃先まわりに残された巨石を含む地山の状態を確認する超音波探査およびダイバーでの調査を行った。

【キーワード】 オープンケーソン工, 沈設不能, 圧入力, 刃先抵抗力, 周面摩擦抵抗力

【連絡先】 〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町 1-10-3 TEL022-265-1531 FAX022-265-1794
佐藤工業株式会社 東北支店 土木事業部

その結果、刃先まわりには巨石等の掘り残しの地山は残っていなかった。このことから、刃先直下の地盤に巨石が堆積していることおよびケーソン周囲の摩擦抵抗が増えたことが原因と考えられた。工程への影響を考慮して、刃先に堆積していると考えられた巨石を含む地盤への対応として圧入設備の増設を検討した。当初8本であった沈設アンカーを倍の16本に増設し、最大圧入力は23,600kN から47,200kN にした。

ケーソンの沈設を再開したが、図-2 に示すよう32,000kN を超える圧入を加えても沈設が進まない状況となった。ケーソン躯体の締め付け現象が、原因の一つと考えられたため周面摩擦低減工で使用していた滑剤注入孔より躯体周面にコンプレッサーでエア（0.7MPa）を吐出する方法を採用した。これにより、約1.2mの圧入が進んだ。しかし深度32.5m付近で40,000kNを超える圧入をかけても圧入が不能となった。沈設アンカーは47,200kNまで許容するものであったが、躯体のひび割れの影響が懸念されたため追加対策を検討した。

4-2. 刃先部摩擦低減工(第2回目対策)

沈設完了まで約3.4mを残したところで再び圧入不能となり、新たな対策工を講じる必要があった。躯体外周からのエア吐出が効果を発揮しなくなった状況を考えると、上部躯体外周の拘束は開放されている状況であると考えられ、刃先のフリクションカット部が外周地盤より拘束を受けていることが考えられた。図-3 に刃先の詳細図を示す。

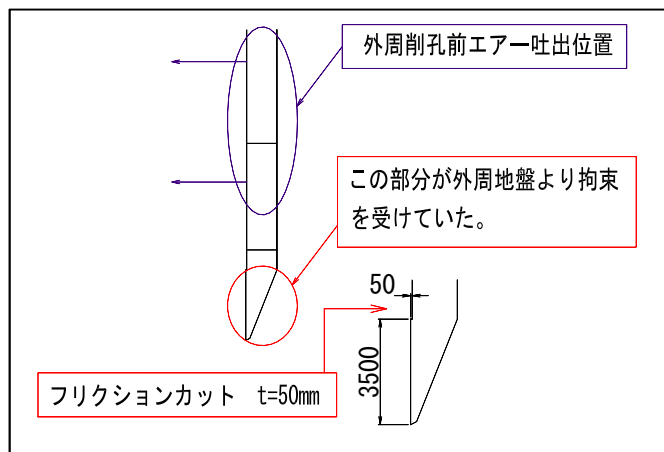


図-3. 刃先詳細図

対策工として躯体上部に作業構台を組み立て、スキット式ボーリングマシンにて躯体外周部を削孔した後塩ビパイプを建て込み、圧入時にエア（0.7MPa）を吐出して拘束されている部分の開放を図ることとした。対策工概略図を図-4 に示す。

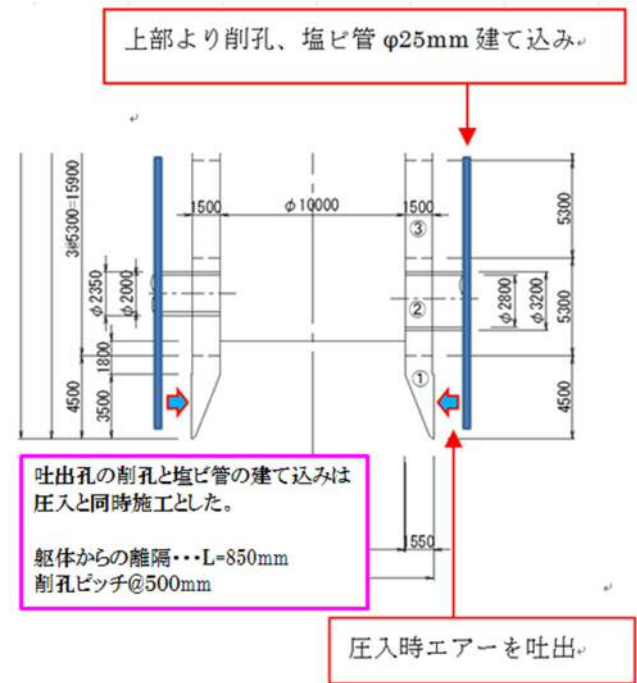


図-4. 対策工概略図

5. 結果

再度発生した沈設不能に対しても、圧入設備の増設に加え、ケーソン躯体外周フリクションカット部の摩擦低減工の対策により、40,000kN 前後の圧入力での圧入が可能となった。掘削地盤は依然として非常に締まった硬質なものであったが、フリクションカット部外周への削孔・エア吐出を併用する対策で最終沈設まで40,000kNを超えない圧入力での沈設ができた。なお、最終沈設1m分については、緩い砂礫層の出現もあり、刃先部ケーソン内掘削量の加減、摩擦低減用のエア吐出量のコントロール（停止）により、約37,000kN~39,000kNにて所定の深さまでの圧入沈設を完了させた。最終沈設時の圧入力は39,200kN、沈設深さの精度は+7mm、傾斜角0.2度で、基準値内でケーソンの沈設は無事完了した。

6. おわりに

今回のトラブルを経験し、大深度での施工は予想以上の地質条件の変化がある事を痛感した。同様の事態が起こった場合の一つの解決策として当現場の実績を参考にさせていただければ幸いである。