

# 砕石層を対象とした片持梁式圧入装置を用いた圧入式オープンケーソンの施工に関する一考察

大成建設（株）

正会員 ○木村 利秀、須貝 文彦、林 哲也、沖 慎一郎

## 1.はじめに

本工事で対象とする構造物は、下水管路を接続する立坑である。下水管路はシールド工法により接続したトンネル内に敷設されるため、本立坑は、このシールドトンネル構築における発進立坑の役割も有する。

本立坑の建設地は、各種工場の跡地であったことから、土壤に汚染物質が含まれ、この汚染土壌範囲を先行して砕石置換するという施工条件であった。そのため、本立坑は上部 8m を砕石置換した箇所に構築している。構築方法は、圧入式オープンケーソン工法を採用しており、圧入力は道路橋示方書<sup>1)</sup>に準拠して算定した。しかしながら、道路橋示方書には砕石層を対象とした周面摩擦力度、先端支持力度の記載はない。そこで、本稿では砕石層へのケーソン立坑の実施圧入力を基に砕石層の周面摩擦力度と先端支持力度を推定した。

## 2.構造物諸元

図 1 にケーソン立坑の構造図および土質柱状図を示す。本立坑の外径は 18m、内径 15m、高さ 31.8m であり、6 ロットに分割して構築する。現在は、3 ロットの沈設 (D=14.5m) が完了している。土層構成は地表面から砕石層が 8m、砂質土 (As1、2) と粘性土 (Ac1、2) とが互層状に 20.9m、その下面に支持層の砂礫層 (Dg1) が存在する。

## 3.圧入装置諸元

図 2 に圧入状況写真、図 3 に圧入装置全体平面配置図、圧入桁構造図を示す。本立坑は外径が 18m と大型であるため、井桁方式の圧入装置では対応できないことから、片持梁方式の圧入装置を採用した。片持梁方式では、圧入ジャッキ（ケーソン側壁の外側に設置）による鉛直下向きの押込み力をケーソン側壁に伝達するが、押込み力を伝達する桁の鉛直上向きの反力を支持する必要がある。そこで、ケーソン側壁内に PC 鋼棒 (φ 36、10 本/ジャッキ) を埋込むこととした。最終沈設時の必要圧入力が 25,000kN であるため、圧入ジャッキは 3,000kN ジャッキを合計 10 基 (3,000kN×10=30,000kN) 設置した。

本工事に使用した圧入桁は、①圧入ジャッキ（力点）

の力を伝達する桁 (H700x2 本)、②PC 鋼棒（作用点）の力を伝達する桁 (C380x8 本)、③側壁（支点）に荷重を伝達する桁 (H700x2 本) から構成される。①の桁を②の桁に直接設置すると、②の桁 2 本に圧入力を均等に伝えることができない。そのため、①と③の桁の間に支承桁 (H300) を設置し、ピン構造を模擬した。

## 4.計画圧入力と実施圧入力の比較

表 1 に実施圧入力と圧入力計算値を示す。圧入開始時は、羽口が地盤へ食込むのを防ぐため皿板を設置している。そのため、沈設量が 0.5m 程度までは、皿板の影響があるため実施と計算値の比較対象外とした。圧入作業時の内部掘削底面に対する刃口の根入れは、1 ロットで 0.5m、2 ロットで 0.75m 程度であった。圧入力は次ロットコンクリート打設時の重量増加による自沈を防止することを目的に、次ロットの自重の 1.2 倍程度とした。なお、盤ぶくれ対策のため 2 ロット以降は掘削範囲に注水し、かつ周面摩擦力低減のため、側壁外側に滑剤注入を行った。

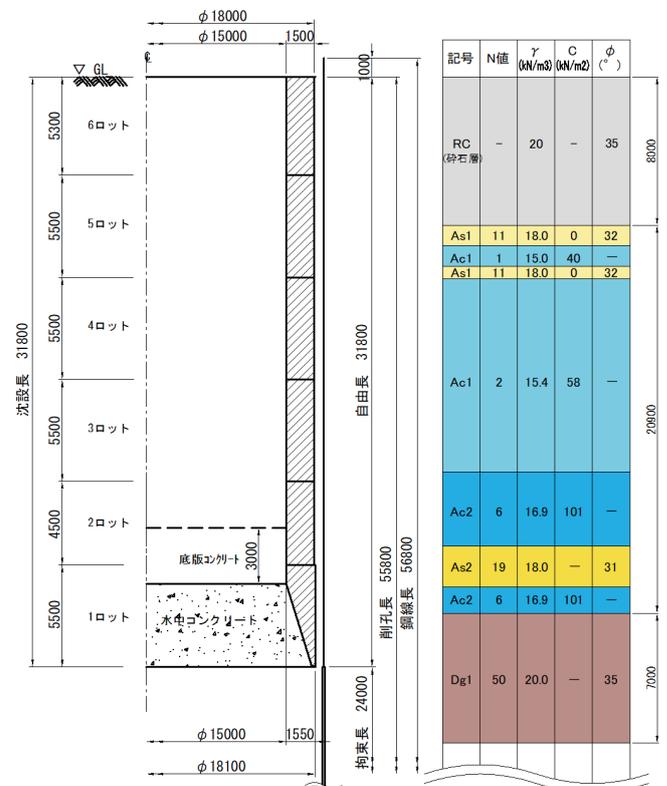


図 1 ケーソン立坑構造図

キーワード 圧入式 オープンケーソン 片持梁方式 砕石層

連絡先 〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場 1-14-10 大成建設(株) 関西支店 TEL 06-6131-9626

必要圧入力は道路橋示方書に準拠し下式より算定した。なお、滑剤注入を行った箇所については、道路橋示方書に従い周面摩擦力の低減（30%低減）を行った。

$$P = R + Q - Wc + Ww$$

$P$ :必要圧入力、 $R$ :周面摩擦力、 $Q$ :先端抵抗力、  
 $Wc$ :躯体自重、 $Ww$ :浮力

圧入力算定時のパラメータは、周面摩擦力度と先端抵抗力算定時に必要となる内部摩擦角である。計画時における碎石層への必要圧入力は、礫質土（内部摩擦角は道路土工擁壁工指針<sup>2)</sup>より35°と設定）相当として算定したが、実施圧入力は計画値よりも2~15倍大きくなった。そこで、実施圧入力より、碎石層の周面摩擦力度と先端支持力度の推定を行った。周面摩擦力度は砂礫層を対象とした22kN/m<sup>2</sup><sup>1)</sup>とし、先端抵抗力は碎石層の内部摩擦角を40°として算定した結果、実施圧入力に対する必要圧入力の比率が0.60~1.10と近似した。



図 2 2ロット圧入状況

### 7.まとめ

本工事の実施記録より得られた結果を以下に示す。

- ① 圧入時に側壁躯体に変状が生じなかったことから、圧入桁の構成に、支承桁を組合せることで、側壁へ均等に圧入力を伝達することができた。
- ② 碎石層の周面摩擦力度を砂礫層相当、かつ内部摩擦角を40°と仮定することで、必要圧入力と実施圧入力が近似した。

本工事において、根入れ長が0.5~0.75mと少ない条件での圧入作業であったが、傾斜量は1/300以内かつ、躯体の偏芯量も50mm以内に抑えることができています。

### 参考文献

- 1) 社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部構造編、平成29年11月
- 2) 社)日本道路協会：道路土工 擁壁工指針、平成24年7月

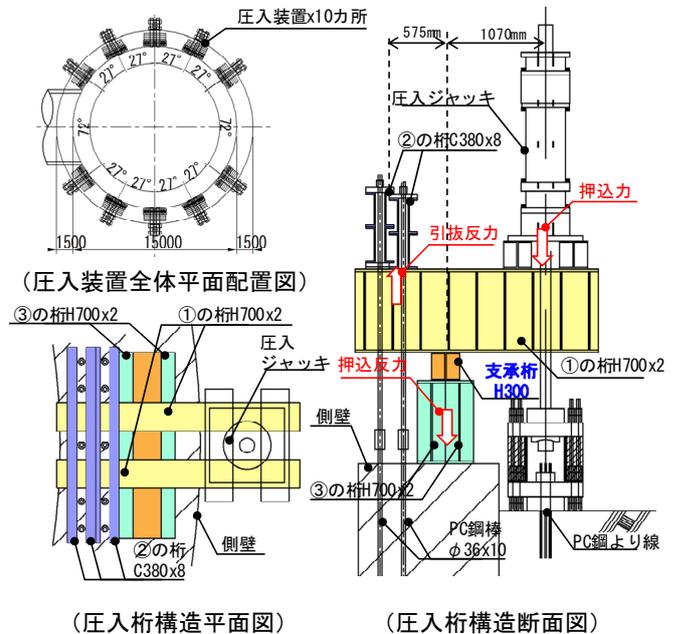


図 3 圧入装置全体平面配置図、圧入桁構造図

表 1 実施圧入力と計画値および推定値の圧入力

対象ロット	刃口レベル m	沈設量 m	実施圧入力 kN	躯体自重 Wc kN	浮力 Ww kN	計画値（内部摩擦角35°）			推定値（内部摩擦角40°）		
						周面摩擦力 R kN	先端抵抗力 Q kN	必要圧入力 P kN	周面摩擦力 R kN	先端抵抗力 Q kN	必要圧入力 P kN
1 ロット	0.000		5,188	6,346	-	-	-	-	-	-	-
	0.496	0.496	5,188		-	-	-	-	-	-	-
	0.975	0.479	8,287		-	-	-	-	-	-	-
	2.003	1.028	11,327		-	2,506	8,080	4,240	2,506	16,835	12,995
	3.128	1.125	13,092		-	3,913	8,080	5,647	3,913	16,835	14,402
	3.750	0.622	11,032		-	4,691	8,080	6,425	4,691	16,835	15,180
2 ロット	4.109	0.359	14,808	15,489	160	5,006	11,588	945	5,006	23,912	13,429
	5.261	1.152	13,337		520	6,014	11,588	1,593	6,014	23,912	14,438
	6.710	1.449	9,414		1,320	7,283	11,588	2,062	7,283	23,912	15,707
	7.128	0.418	10,984		1,600	7,649	11,588	2,148	7,649	23,912	16,073
	8.731	1.603	12,356		2,830	9,053	11,588	2,322	9,053	23,912	17,476

※：計画値算定時は根入れ長を1.5mとして計算していた。しかし、実施圧入力と比較するため、根入れ長を実施工に合わせた。