

高い作業気圧でのニューマチックケーソン基礎の施工

日本道路公団 名古屋建設局

太田 勇

清水建設（株） 名古屋支店

沢村 治之

同上

正会員 ○仲佐 俊之

1. はじめに

第二名神高速道路・桑名インターチェンジ～川越インターチェンジ間にある二級河川員弁川の河口に建設した員弁川橋の橋脚基礎3基をニューマチックケーソン工法で施工した。その特徴は次のとおりである。

① 最終掘削深度が水面下 42.2m であるため、最大作業気圧が 4.22kgf/cm^2 と非常に高気圧作業となった。

② 作業気圧 3.0kgf/cm^2 以上で、呼吸ガスとしてヘリウムガスを混合した3種混合ガスを使用した。

③ 管内気圧が 2.0kgf/cm^2 以上で、掘削作業を地上遠隔操縦による無人化掘削システムで施工した。

④ 過沈下状態による異常沈下防止対策として、作業室の刃口内部に鋼製の刃口サンドルを設置した。

⑤ 河川内工事であり、1非出水期間（10月～5月）に本体工事を完了させた。

本稿は、工事用仮橋の設置からニューマチックケーソン工事の施工完了までについて報告するものである。

2. 橋脚基礎の概要

員弁川橋側面図、P1橋脚一般図及び工事主要数量を図-1・2、表-1に示す。

3. 工事用構台工

ニューマチックケーソン工事に先立ち、員弁川内に面積 $6,980\text{m}^2$ の工事用構台・栈橋を設置した。設置期間は河川協議の結果、非出水期間（10～5月）とし、9・10月に設置作業を6月に撤去作業を行った。

4. ケーソン鋼殻工

員弁川の水質汚染防止と工程短縮の目的で、ケーソンの大型刃口となる鋼殻を構台上で現場溶接により組立て、その場でジャッキダウンした（写真-1）。鋼殻の吊り上げ、吊り下ろしにはVSL工法を採用し、100t吊のセンターホール式リフティングジャッキ8台を使用し、架台としてH杭で補強したパイプ支柱システムを、吊鉤としてH-800×300×14×26の2本組を主桁に使用した。

写真-1

5. 沈下掘削工

地質は軟弱なシルト層が厚く、沈下抵抗力（揚圧力+周面摩擦力）と沈下力（ケーソン躯体重量+艀装重量+仮設重量）の関係において、全 Rod において沈下力が沈下抵抗力より $3,000\text{t} \sim 5,000\text{t}$ も大きくなっ

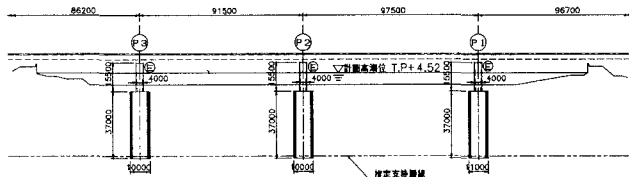


図-1 員弁川橋側面図

表-1 工事主要数量

工種	種別	単位	P1橋脚	P2橋脚	P3橋脚	合計
ケーソン規模		m	26.0×11.0	26.0×10.0	26.0×10.0	-
ケーソン面積		m ²	286.0	260.0	260.0	-
沈下掘削工 ^{※1}	実掘削土量	m ³	11,394.8	10,449.7	10,460.1	32,304.6
中詰工	海水	m ³	4,234.4	3,870.9	3,820.3	11,925.6
	ケーソン部	m ³	6,413.6	5,882.7	5,935.3	18,231.6
コンクリート工	橋脚部	m ³	852.5	837.2	814.6	2,504.3
	中詰コンクリート	m ³	500.6	445.0	445.0	1,390.6
型枠工		m ²	5,328.2	5,162.7	5,189.5	15,680.4
鉄筋加工組立工	SD345,D16-D51	t	667.9	595.8	631.2	1,894.9
鋼殻の製作		t	169.1	168.3	140.2	477.6
鋼殻の輸送		t	169.0	168.3	140.2	477.5
鋼殻の集積		t	169.0	168.3	140.2	477.5
鋼殻の現場密接		m	798.0	964.6	851.9	2,614.5
ヘリウム混合ガス		m ³	10,745.0	10,885.0	11,410.0	33,040.0
工事用仮橋工		m ²	2,504.2	4,476.9	-	6,981.1

※1：掘削土量について、ケーソン天端より現地盤までの土量は、沈下掘削0～5mの契約単価に割掛（単価割増）されている為、実際の掘削土量を表示した。

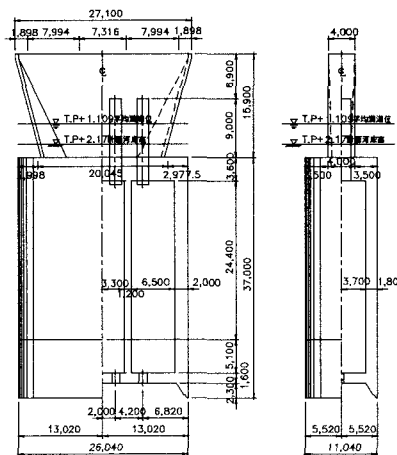
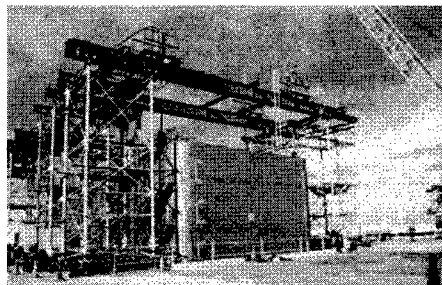


図-2 P1橋脚一般図



ており（図－3）、沈設の際の傾斜や変位の制御が困難となることが予測された。沈下抵抗力を増すためには、幾つかの対策が考えられるが、工期の短さや水深が浅く、海上施工が不可能という施工条件を考慮し、効果は低いと考えられたが、作業室内に刃口サンドル（開口率 43%）を設置する方法（図－4）を採用した。掘削は1パーティーを4人で構成し、ケーソン1基当たり1方4パーティーで昼夜間施工を行った。作業気圧が 2.0kgf/cm^2 に達した時点で遠隔操縦による無人化掘削システムに切り替え、函内掘削を行った。作業体制は8時間2交替制の1日16時間作業とした。刃口サンドルの撤去は、刃口の深度が下部礫混りシルトに達し、かつ計測値により異常沈下が起こらないと判断した後に行った。作業は、後述するヘリウム混合ガスシステムを使用して行った。

6. ヘリウム混合ガスシステム

無人化掘削システムを使用した場合でも、函内掘削機の点検、整備及び函内地盤状況の把握等で潜函工は作業日毎に1回以上は入函しなければならない。また、ケーソン沈下完了後の支持地盤の確認、地耐力試験、中埋コンクリートの打設及び函内掘削機の解体等に潜函工が最高作業気圧 4.22kgf/cm^2 という高気圧下で作業をしなければならない。本工事では作業気圧が 3.0kgf/cm^2 以上で、通常の圧縮空気を呼吸ガスとして使用した場合の窒素酔いによる事故防止や高気圧障害発生の防止のためにヘリウム混合ガスシステムを採用した（写真－2）。ヘリウム混合ガスの組成は、酸素 22%：窒素 43%：ヘリウム 35%とし、作業員の呼吸ガスとしてのみヘリウム混合ガスを高圧ホースを介して供給するシステムとした。その結果、潜函工の高気圧障害の発生は1件も無く、ホスピタルロックを使用することもなかった。

7. ケーソン躯体構築工

各 rod の構築高さは工程短縮を図るために通常よりも高い $H=6\text{m}$ を標準とし、1 rod あたり平均実働日 12 日間で完了させた。

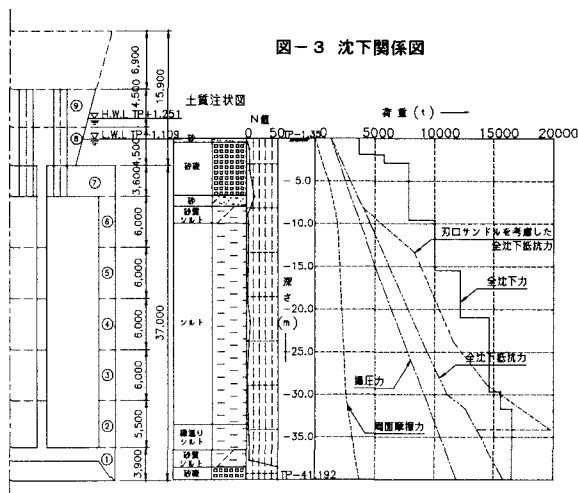
8. 地耐力試験・中埋コンクリート工

地耐力試験場所が 4.22kgf/cm^2 の高気圧下であるため、試験機材の組立・設置までを作業室内の高気圧下でヘリウム混合ガスを吸引しながら行い、その後は工事用仮橋上からの遠隔操作により載荷試験を実施した。

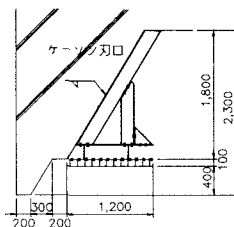
中埋コンクリート打設方法は、作業室スラブからケーソンの躯体内に埋め込んでおいたコンクリート打設管（ $\Phi 150\text{mm}$ ）を使用し、コンクリートポンプ車によりコンクリートを圧送・打設した。函内気圧はケーソン刃口に埋め込んでおいた排気パイプをから適時排気を行い、函内気圧を保持しながらコンクリートを打設した。

9. おわりに

過去に例をみない難条件のニューマチックケーソン工事であったが、これらの難条件を克服し、所定の品質を確保し、無事故で工事を完成させることができた。本工事の本格的な着工以来、1日も作業を休止することなく、昼夜間で工事の完成に協力していただいた関係者の方々、また、桑名魚連、川越漁協や地元の方々の協力に対しこの場を借りて深く感謝いたします。



図－3 沈下関係図



図－4 刃口サンドル



写真－2