

護岸に近接して構築される大型異形ケーソンの情報化施工

The Realtime Construction Control of Large and Deformed
Caisson Standing Close to The Revetment

内 田 和 男* (Kazuo Uchida)
成 瀬 龍 一 郎*** (Tatsuichirou Naruse)
大 畑 徹 夫**** (Tetsuo Oohata)
上 田 昭 彦**** (Akihiko Ueda)

キーワード：ケーソン / 施工 / 管理 / 土圧 / 摩擦 / 測定 (IGC: K-8)

1. まえがき

近年、下水ポンプ室・トンネル立坑など地下構造物の構築に際し、ケーソン工法を採用しその内空を利用するケースが多くみられる。この施工にあたって、十分な沈設精度・構造系としての安全性等が要求されるが、一方土と構造物の相互作用による変形挙動は依然として不明確さを取り除くに至らず、豊富な経験と高度な技術力が要求される。

中国電力(株)は、新小野田発電所建設工事において、復水器冷却用水の排水設備として排水口を構築するにあたり、ニューマチックケーソン工法を採用したが、^{1),2)} 厳しい掘削条件、躯体が大型異形ケーソンで施工実績が少ないことなどから、設計・施工上数多くの問題が指摘された。そこで、これらの問題に対処する方策のひとつとして、施工中に得られる各種の計測データを基に、これを分析し施工に反映させる情報化施工システムを採用した。

本報告は、これより得られたケーソンの構築における情報化施工の結果の一部を紹介する。

2. 工事概要

2-1 基礎地盤の土性

工事現場は、図-1に示すように、山口県小野田市南東部の海岸に面した埋立地内にある。当地の地盤構成の内、表層部には造成時に搬入した浚渫土及び石炭灰層が存在する。これより以深は、シルト層・砂質シルト層、さらにケーソンの支持地盤となる砂礫層と続く。図-2にその地盤土性図を示す。

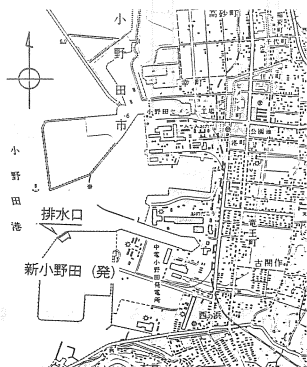


図-1 位置図

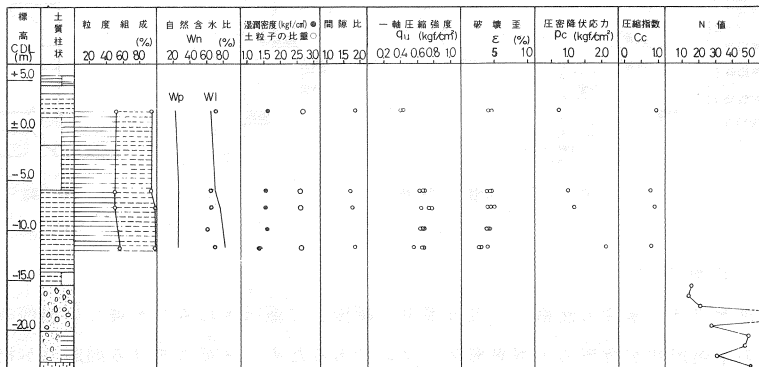


図-2 地盤土性図

* 中国電力(株)新小野田発電所建設所, ** アイサワ工業(株), *** 中電技術コンサルタント(株)

2-2 工事内容

工事は、発電所建設工事に伴い、復水器冷却用水の排水設備として、最大使用水量 46.12 m³/sec の排水口を構築したものである。その躯体形状を図-3に、工事工程を表-1に示す。

躯体の構築に先立ち、前述の地盤構成のように、上部土層は非常に軟弱であり、しかも既設護岸に近接して施工するため、地盤の支持力・護岸の安定を確保する目的でC.D.L.+2.0~-6.0mを深層混合処理(DMM)工法により地盤改良を行った。

また、函内掘削土の低減及び護岸の安定を図るため、現地盤(C.D.L.+5.6m)からC.D.L.+4.0mまで切取を行い、ケーソンヤードを造成した。さらに、躯体構築初期の安定を保つ目的で、C.D.L.+4.0~+2.0mを良質の砂(水砕スラグ)で置換し、ウエルポイント工で地下水を低下させた後、ケーソンの構築に入った。

まず、置換砂上に砂セントルを構築し刃口金物を据え付け第1ロッドを打設した。次に第2ロッドを打設し沈設に必要な艤装を施し掘削沈下を開始した。以後、掘削沈下と並行して順次第8ロッドまで打設し、予定位置に沈設後、中詰コンクリートを打設した。最後に第9ロッドを打設し、艤装と吊桁を撤去し沈設作業を終了した。図-4にロッド割図を示す。

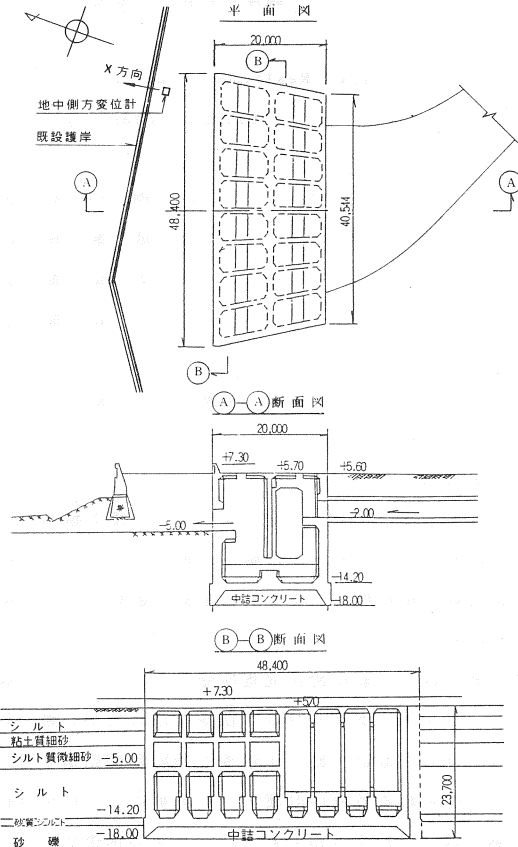


図-3 一般構造図

年月日	57			58												59	
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
工種	計画																片付
準備工																	
一次掘削工																	
構築工																	
函内掘削工																	
吊桁撤去工																	
ウエルポイント工																	
電気設備工																	
送気設備工																	
掘削設備工																	
荷役設備工																	

工期 S. 57. 10. 12 ~ S. 59. 2. 25

表-1 工事工程表

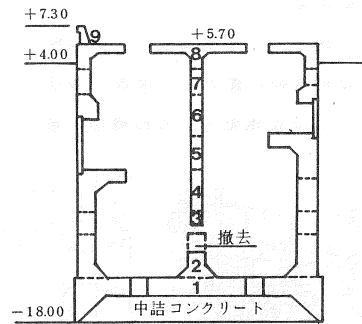


図-4 ロッド割図

3. 計測管理

排水口は、施設の性格上、既設護岸に隣接して施工されるため厳しい掘削条件下におかれている。しかも、躯体の平面形状が台形の大型異形ケーソンであるため、下記にあげる問題点が指摘された。

- 1) ケーソンの沈下管理 …… 深層混合処理層・捨石層・シルト層等の掘削沈下を行うために生じる不等沈下
- 2) 躯体の安全度の管理 …… 吊り桁部等の応力集中によるクラックの発生
- 3) 函内の圧気圧管理 …… 地下水の流入及び軟弱地盤の盤ぶくれ

護岸に近接して構築される大型異形ケーソンの情報化施工

4) 作業室内の安全管理 …… 酸素欠乏及び有毒ガスの発生

5) 既設護岸への影響 …… ケーソンの沈下に伴う護岸の安定

この対応策として表-2に示す管理項目を設定し、これに必要な計測計器を図-5に示す位置に設置した。これらの計測計器から得られるデータは、図-6に示すように、最新の電子機器(デジタル歪測定器・パーソナルコンピュータ等)を介して迅速かつ適切な処理・解析・記憶を行うものとした。また、計測結果を有効に施工へ反映させるため、図-7に示す計測管理システムに従って、データの解析と運用を行った。

なお、表-2に示す管理基準値のうち、函内気圧は、地下水の流入防止を主目的に外水圧以上とした。また、不等沈下量は、過去のケーソンの施工実績³⁾を参考に、姿勢の修正が可能な範囲と考えられる20cm、水平変位量は、要求される沈没精度から10cmに決定した。鉄筋応力については、設計許容応力の90%を、さらに護岸の安定管理⁴⁾については、過去の盛土による護岸の安定管理結果より水平変位速度(S_{H'})が、コンクリート打設時で20mm/day、沈下作業時で3mm/dayを、管理基準値とした。

管理項目	計測項目	計測機器	計器設定場所(箇所数)	管理基準値
1.姿勢制御 沈下管理	外水圧	間隙水圧計	刃口部外面(3)	—
	水荷重	水圧計	水荷重施工場所(4)	—
	函内気圧	気圧計	作業室天井(1)	外水圧以上
	刃口反力	刃口反力計	刃口部(6)	—
	液管式沈下	液管式沈下計	底版コーナ部(4)	—
	不等沈下量	傾斜計	底版中央部(1)	20cm
姿勢	絶対沈下量 (水準測量)	—	—	—
	水平変位量 (トランシット測量)	—	—	10cm
2.躯体の応力管理	応力	鉄筋応力計	ケーソン躯体内(18)	1.800kg/cm ²
3.作業室内地盤 安定管理	変位	歪ぶくれ量計	作業室内の任意点(5)	3cm
4.作業室内の 安全管理	酸素濃度 有毒ガス濃度	濃度測定器	作業室内 マシロック部(1)	労働安全衛生規則 に準じる
5.敷地護岸の 安定管理	水平変位量	傾斜計	護岸背後部(1)	構築時:20mm/day 沈下時:20mm/day
6.その他	函内監視・連絡	函内テレ ビ放送機	作業室天井(2) 作業室天井(1)	—

表-2 計測管理項目および管理の概要

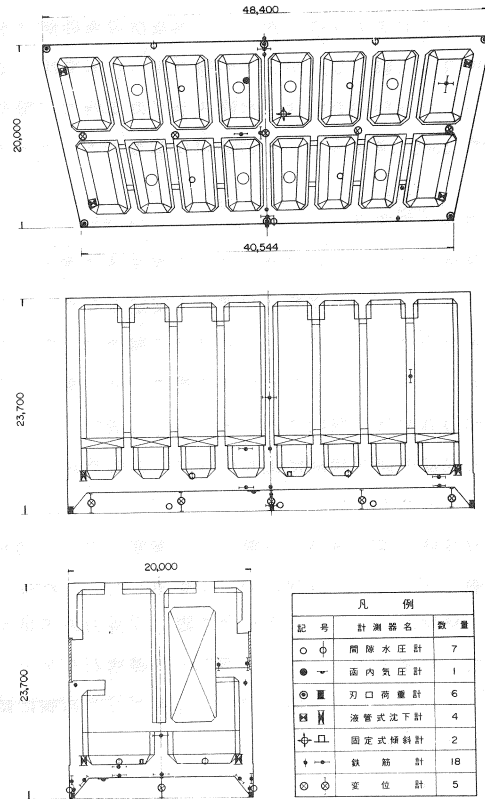


図-5 計測計器設置位置

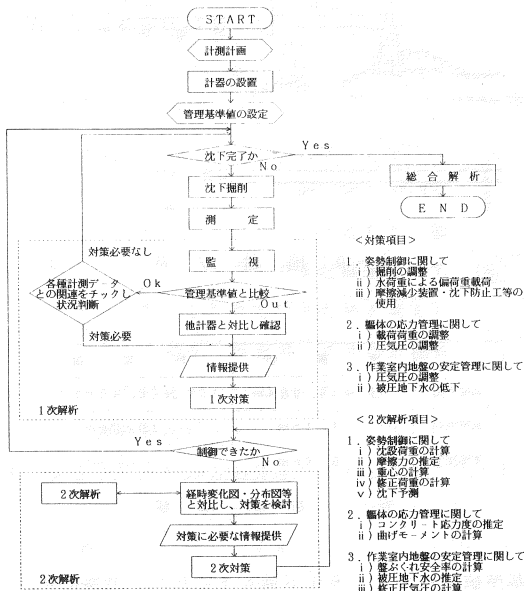


図-7 計測管理フローチャート

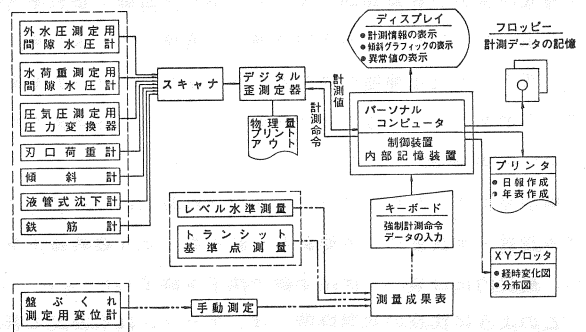


図-6 計測データ処理フローチャート

4. 計測結果

4-1 ケーソンの姿勢

ケーソンの沈下実績と不等沈下量・刃口反力を図-8に示す。ここでは、掘削地盤の地層ごとに姿勢の変動を述べる。

(1) 砂セメントル及び置換砂層

1・2ロッドの躯体を構築後、図-8中の㉔から砂セメントルの掘削に入った。掘削は主として電動バックホウ6台により行った。砂セメントルの掘削開始後、18日間で約70%の掘削が完了し、この間の累計沈下量は12cmであった。㉕のセメントル内の掘削量が80%を越えるあたりから沈下速度が急速になった。図-9に示すように、砂セメントル及び置換砂層は水砕スラグを使用して施工したが、この間に生じた不等沈下はわずかなものであった。これは、水砕スラグの支持力が想定通り得られたためと考えられ、この使用は有効であったと考えられる。

(2) 深層混合処理層

㉖から深層混合処理(DMM)による改良域に貫入した。この時期からケーソンの姿勢は非常に不安定となり、この傾向は改良域を抜けるまで続いた。DMMの掘削は、その強度が非常に大きくブレイカーを使用する程で、また躯体の沈下は、刃先部のDMMを掘削することにより可能であった。このため、刃先部の掘削状況によりケーソンの姿勢が不安定な状態にあったと考えられる。

また、改良域下端を通過する際(刃口深度C.D.L.-6.0m付近)、急激な沈下を伴い西側に大きく傾斜した。これは、支持地盤がDMMからシルトに変化する際、支持力の不足が生じ急激な沈下が発生すると共に、護岸の基礎捨石がケーソン東側前面に存在したため支持状態が不均衡になり西側に傾斜したものと考えられる。

(3) シルト層

シルト層貫入以後は、水荷重及び掘削方法を調整しながら管理基準値内で姿勢制御できたが、全般に海側へ傾斜する傾向を示した。これは、前面側は護岸に近接しているため、前面と背面との土圧強度が異なること、またケーソンの平面形状が台形をなしていることに起因しているものと考えられる。

(4) 最終制御

掘削完了時点から中詰コンクリート打設前にかけて、サンドル設置・水荷重による偏載荷・減圧等により姿勢修正を行い、最終的には表-3に示す値で沈下を終了した。

このように沈設の初期段階では、ケーソンは不安定で管理基準値を越える不等沈下量もあったが、最終的には高い精度で沈設を完了したことから、ケーソンの姿勢に関する計測管理は、一応の成果を得たものと考えられる。

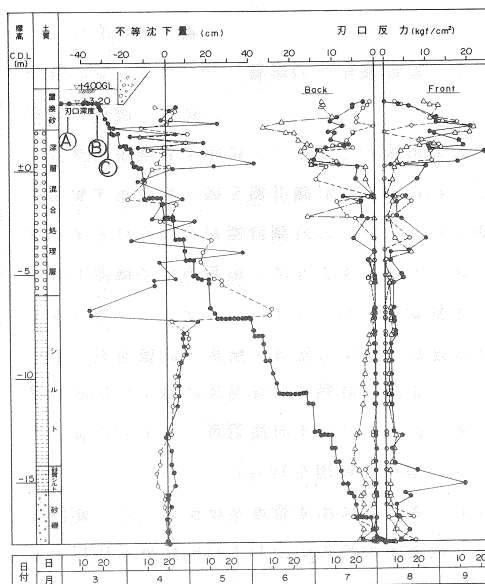


図-8 沈下実績と不等沈下量・刃口反力

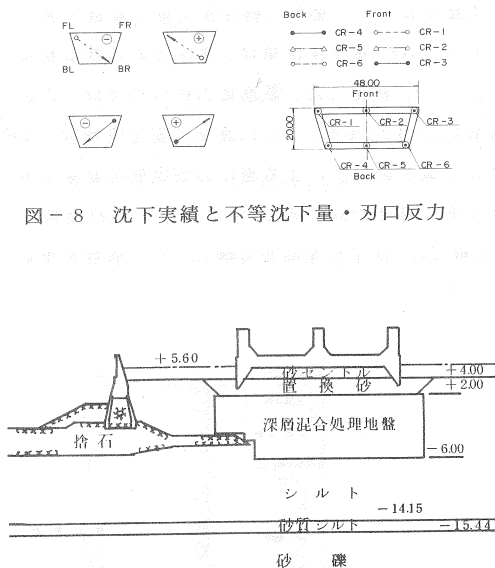


図-9 地盤改良

	実測値	許容値
鉛直方向	C.D.L.+18.004m	C.D.L.+18.00m±5cm
水平方向	4.7cm	10.0cm
不等沈下	0.8cm	—

表-3 沈設精度

4-2 沈下荷重と沈下抵抗

沈設中のケーソンの支持機構は、

$$(\text{躯体重量}) + (\text{水荷重}) = (\text{函内揚圧力}) + (\text{刃口反力}) + (\text{周面摩擦力})$$

となる。図-10にその沈下実績を示す。この図から分かるように、設計に比べ実際の沈下荷重は小さいものとなった。その原因として、1) 外水圧が設計水圧より小さかったことによる函内気圧の低下、2) 沈設作業中のエアブローの発生や地盤の乱れによる周面摩擦力の低下、3) DMMの予想以上の強度増加、などがあげられる。特に3) について具体的には、設計時においてDMM層の周面摩擦力を砂礫と同程度であると考えていたが、実際にはDMMの強度が設計強度 ($q_u = 4.5 \text{ kgf/cm}^2$) の数倍~10数倍 ($19.4 \sim 67.9 \text{ kgf/cm}^2$) となり完全に自立する状態となったため、躯体を沈下させるための刃口周辺の掘削状況によっては、ケーソン外壁と地盤の間にすき間が生じ周面摩擦力の減少がみられたものと思われる。

このように、実際のケーソンの沈下荷重と沈下抵抗の間には、非常に複雑な要因が関与することや、周面摩擦力の定量的評価の難しさなどが、精度の高い沈設予想を困難にしたものと考えられる。

4-3 刃口反力

一般に、接地圧は、砂セントルの掘削による接地面積の減少と共に増加し、躯体の沈下も漸次増していく。さらに掘削を進めると、接地圧は地盤の支持力を越えて均衡が崩れ、急激な沈下を起こす。沈下初期の刃口反力の経時変化を図-11に示す。

図-11において、④の掘削開始から⑥の刃口周辺以外の砂セントルの掘削に伴う刃口反力の大きな変動はみられない。すなわち、躯体重量が、砂セントルのうちまだ掘削されていない部分で受けもたれているためと考えられる。ただし、前面・背面共、中央の計測値がコーナー部に比べやや大きくなっている。

これは、縦横長比が大きいケーソンであるため、

長手方向にたわみが発生し、その影響で中央部の反力が大きくなったものと考えられる。

続く⑦の刃口付近の掘削に伴い、比較的スムーズな反力の増加がみられる。ところが、⑧からのDMM層貫入に伴う躯体姿勢の激しい変動により、刃口反力にも大きな変動がみられる。また、背面刃口下にDMMを噛んだため(⑨)、あるいは、第3ロッドコンクリートの打設による躯体重量の増加(⑩)に伴い、刃口反力の多少の変動もみられる。

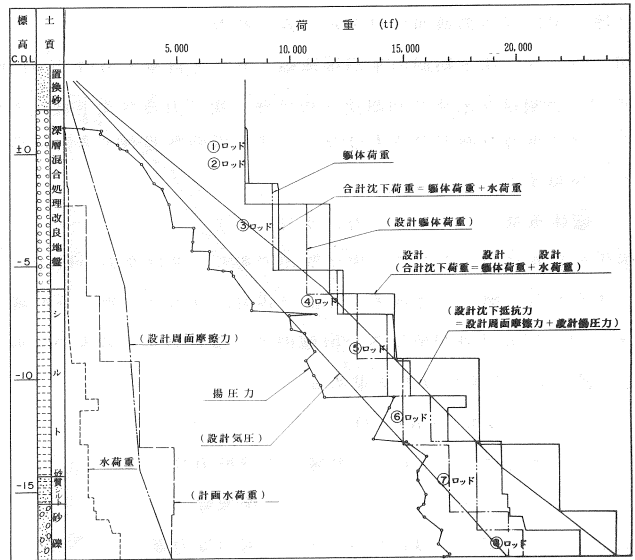


図-10 ケーソン沈下実績図

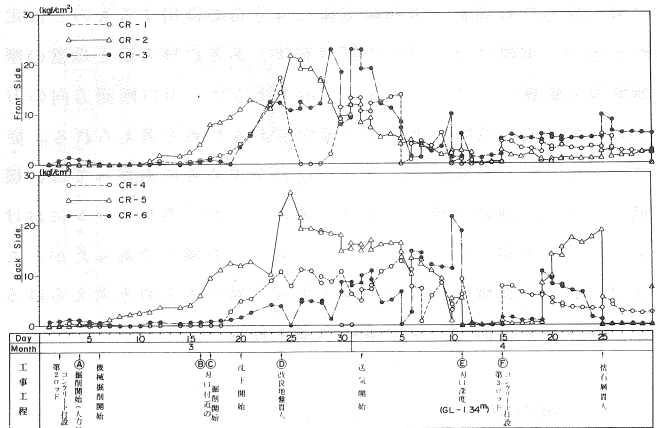


図-11 刃口反力経時変化

しかし、図-8で示すように、ケーソンの沈下が進みC.D.L.-5.0 mとなった頃から、刃口反力は減少し大きな変動はみられなくなる。この原因として、1) C.D.L.-5.0 m付近から刃口反力がシルトの強度に依存することにより、支持力が低下すること、2) 深度が深くなるにつれて、拘束土が増加し、周面摩擦力の負担割合が増すこと、3) 函内揚圧力も増加すること、などが考えられる。この傾向は、第4ロッド以後のコンクリート打設時にも現われており、躯体重量の増加に伴う刃口反力の増加はほとんどみられない。

図-12には、沈下初期の平均接地幅 (\bar{B}) と自重・刃口反力比 (W/P) の関係を示す。初期沈下時には、沈下力及び沈下抵抗力のうち、水荷重及び函内揚圧力はなく、また周面摩擦力も非常に小さいため無視すると、

$$\text{躯体重量 (W)} = \text{刃口反力 (P)}$$

の関係が成り立つ。ここで、Wは既知であり、Pは次の手順で求める。すなわち、図-13に示すように、各刃口反力計に対し分担域を定め、刃口反力計測値が各分担域内で一様に分布するものと仮定し、次式により全刃口反力を求める。

$$P = \sum L_i \cdot B_i \cdot Q_i$$

ここに、 L_i : 分担域 i の分担辺長

B_i : " 接地幅

Q_i : " 刃口反力度

図-13より、 \bar{B} が大きい時は、PはWよりかなり大きく、 \bar{B} が小さくなるにつれてPはWに近づく。これは、図-14(a)に示すように刃口反力計測値が接地幅全体に等分布で作用するものと仮定したためで、実際には、刃口の楔型形状、あるいは刃口と地盤の摩擦効果等の影響で、図-14(b)に示すように、刃口断面方向の刃口反力分布は刃口先端に集中する傾向があるためと考えられる。従って、刃口反力計測値から全刃口反力を求めるにあたっては、接地幅によって計測値の補正が必要である。なお、当ケーソンにおける刃口反力度の補正率 (W/P) は、図-13の通りであったが、これは刃口形状・地盤性状等の相違によって異なるものと考えられるので、今後数多くのデータの蓄積が望まれる。

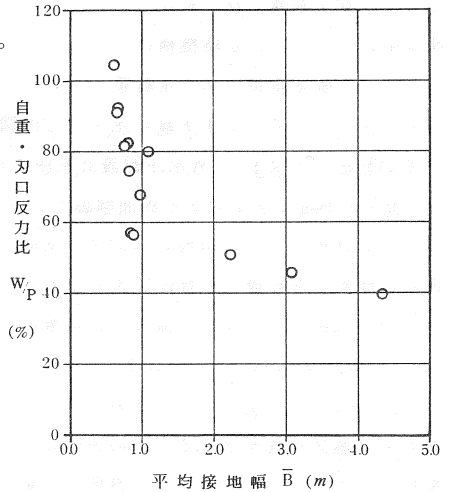


図-12 平均接地幅と自重・刃口反力比

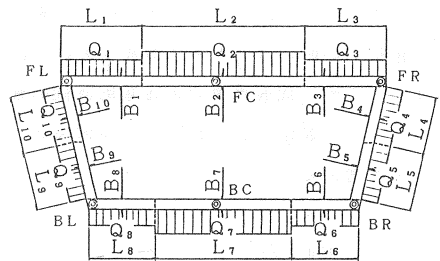


図-13 刃口反力分担域

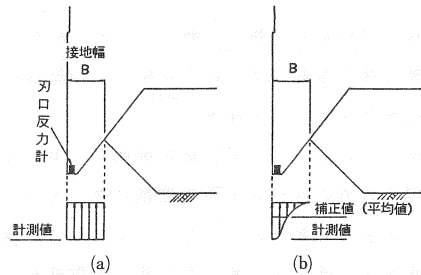


図-14 刃口反力分布

4-4 函内気圧

刃先部外水圧は、ケーソンの沈下と共に上昇するが、これに伴いケーソン作業室内への地下水の流入を防止する目的で函内気圧を上げる。ところがこの函内気圧はケーソンに対し揚圧力として作用するため、気圧を上げればそれだけ沈下抵抗力を増大させる。一方、函内気圧の上げ過ぎは、エアブローを招く恐れがあるため、函内気圧の管理には細心の注意を払う必要がある。そこで、これらの問題に対しバランスのとれた圧気圧下で施工を行うために、函内気圧計と共に外水圧計を設置し、函内の気圧管理を行った。

図-15に外水圧と函内気圧の深度変化を示す。これによれば、置換砂層及びDMM改良層に関しては比較的偏差も少なく、外水圧分布の勾配から判断すると静水圧分布を示している。ところが、シルト層においては、大き

な変動がみられる。これは、水圧計の構造上、空気圧をも一緒に計測するためエアブローの影響が大きいものと考えられる。一方、下部砂礫層においては、被圧滞水層として水圧は上部層より若干低くなっている。

函内気圧及び外水圧の各計測値に関して最小二乗法により平均値を求めたが、これによると、いずれも静水圧分布によく合った分布状態を示している。これから静水位を推定するとC.D.L.+2.5~2.9m程度となる。これは設計水位(C.D.L.+3.7m)より低いが、ケーソン沈設位置が海に面していることから潮位の影響を考慮して設計水位を大潮平均高潮面としているためである。また、今回の沈設時期においては、満潮時でC.D.L.+3.0m前後となっており、推定された静水位とほぼ一致している。下部砂礫層において水圧を静水位に換算するとC.D.L.-1.0~+1.5m程度であった。

なお、函内の気圧管理の目的として、地下水の流入防止の他に、今回の地層の様に下部に被圧滞水層を有する場合、その被圧水による作業室内掘削地盤の盤ぶくれ防止がある。当所、計画段階では、盤ぶくれ現象を逸速く察知するために変位計を設置する予定であった。しかし、沈設前の地盤調査により砂礫層の水圧が設計水圧より小さかったこと、沈設中の外水圧計測により上部層の外水圧が設計水圧に比べ小さいことが確認されたことにより、盤ぶくれに対する安全率を十分満足するものと判断した。このため変位計によるリバウンド量の計測を行うことなく無事沈設を完了した。

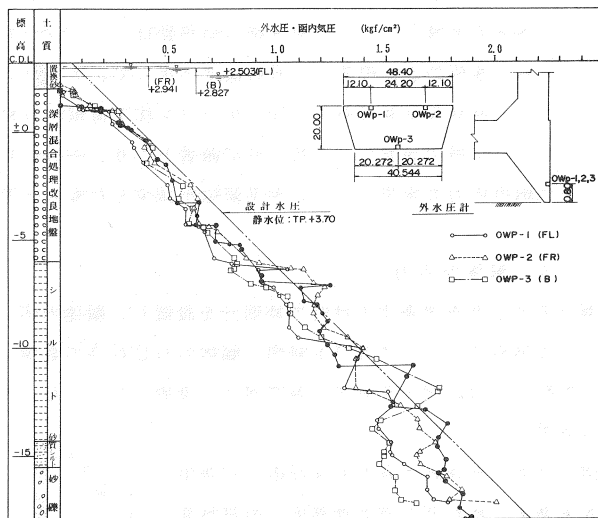
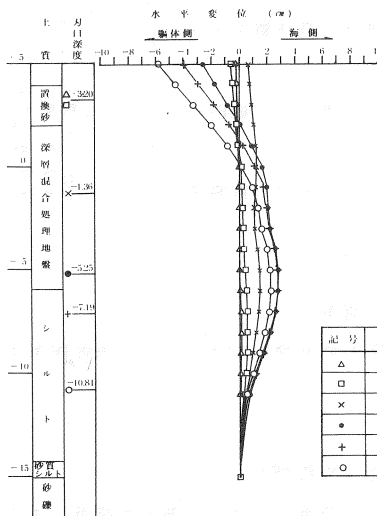


図-15 外水圧と函内気圧

4-5 周辺地盤への影響

排水口ケーソン構築地点の地盤は軟弱な粘性土であった。このため、ケーソンの構築に際し、地盤の支持力及び護岸の安定を確保する目的で、現地地盤(+5.6m)から+4.0mの切取、+4.0~+2.0mの置換砂の施工、並びに地中部+2.0~-6.0mを深層混合処理工法による地盤改良を行った。その際、

- 1) 支持力の検討は、無限地盤として計算したが、ケーソン躯体は既設護岸に近接しており、計算仮定が実際と異なる可能性がある。
- 2) 深層混合処理工法による改良地盤はその剛性が大きく周辺地盤とせん断抵抗が異なる。



記号	測定日	コンクリート打設状況
△	1983.1.31	第1ロッド打設時
□	1983.3.2	第2ロッド
×	1983.1.15	第3ロッド
●	1983.5.7	第4ロッド
+	1983.5.28	第5ロッド
○	1983.6.20	第6ロッド

図-16 地中側方変位

ことなどが考えられた。このため、先の図-3に示す位置に、地中側方変位計を設置し、地盤の挙動を把握し、地盤の安定を確認しながらケーソンの沈下・構築を行った。図-16に、ケーソン構築開始後の各ロッドのコンクリート打設日における地中側方変位を示す。

図-16より、第1・2ロッド打設日には、地中側方変位はほとんど現われていない。しかし、第3ロッド打設日の計測においては、わずかながら変動をみせており、全体に海側へ約1.0 cm 移動している。これは、第3ロッドコンクリートの増加荷重(約1,000tf)及び3月20日から始まったケーソンの沈下の影響と考えられる。第4ロッド打設日の計測では、地表面は、それまでとは逆にケーソン躯体側へ移動を始め、以後、この傾向が続き、第6ロッド打設後で、躯体側に約6.0 cmの変位となった。また、地中部変位は、第4ロッド打設日に、C.D.L.-6.0 m 付近で最大変位約3.0 cmを示し、以後、この状態を保ち、第5ロッドから第6ロッドにかけては、逆に減少傾向をみせはじめた。

このように、地盤の挙動が複雑に変化した原因を、次のように推察する。

- 1) 地表面地盤のケーソン躯体側への移動は、ケーソンの沈下に伴う連れ込み現象によるものと考えられる。
- 2) 地中変位の逆転現象は、刃口深度によって、ケーソンの支持機構が変化するためと考えられる。すなわち、DMM改良域通過までは、ケーソン沈下荷重がDMM下端に集中し、この付近の地中応力の増加をもたらし、周辺地盤のせん断変形が顕著となり、一方、DMM通過後、ケーソン支持地盤に近づくにつれて地中応力の除荷により、水平変位が減少したものと考えられる。

4-6 躯体内応力

躯体の安全性を評価する目的で鉄筋計を設置し、躯体内応力の計測管理を行った。鉄筋計は、ケーソンの主構造となる吊桁部、さらに刃口下掘削、躯体のねじれ等の影響、および作業室床版・隔壁の安全性を確認する目的で、外桁部・刃口部・床版部・隔壁部にも設置した。またこれらの配置は、最も大きな応力が発生すると考えられる位置とした。

図-17に、設計時に最も大きな応力が発生すると考えられた吊桁部の鉄筋応力の経時変化を示す。数筋応力の計測を行った他の部分においても、以下の傾向が同様にみられた。

- 1) 鉄筋応力計測結果は、設計値を大きく下回った。
- 2) コンクリート打設直後に、圧縮応力が発生する。
- 3) 短手方向に比べ、長手方向の鉄筋応力が大きな値となる。

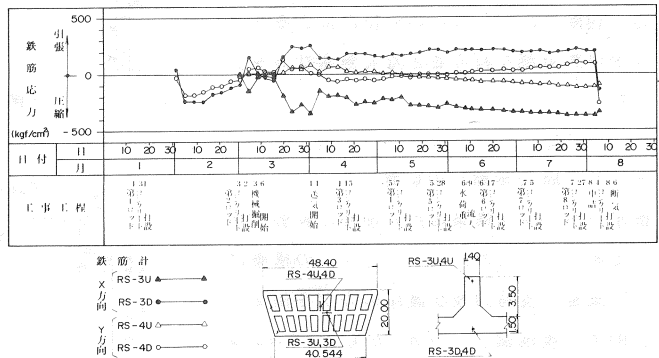


図-17 吊桁部の鉄筋応力

4-7 刃口に作用する荷重

刃口部に設置した鉄筋応力の計測結果より、刃口部に作用する水平土圧を計算した。計算は、下記に述べる方法で行った。

〔計算仮定〕

- 刃口部の構造は片持梁とする。
- 刃口部にかかる荷重は、すべて等分布荷重とする。
- 刃口部材は全断面有効と考える。また、中立軸の位置は、部材中央にあるものとする。
- 鉄筋応力が、 $\sigma_{so} > \sigma_{si}$ のときのみ、土圧が作用しているものとする。

〔計算手順〕

軸力と曲げモーメントが作用する部材の応力は、

$$\sigma_o = N/A + M/Z$$

$$\sigma_i = N / A - M / Z$$

ここに、 $\sigma_o \cdot \sigma_i$: 部材の縁応力 N : 軸力 M : 曲げモーメント

A : 断面積 Z : 断面係数

$$\therefore M = (\sigma_o - \sigma_i) \cdot Z / 2$$

一方、片持梁に生じる曲げモーメントは、

$$M = q \cdot \ell^2 / 2$$

ここに、 $q = q_{土圧} + q_{外水圧} - q_{函内気圧}$

よって、求める土圧強度は、

$$q_{土圧} = (\sigma_o - \sigma_i) \cdot Z / \ell^2 - q_{外水圧} + q_{函内気圧}$$

なお、 $\sigma_o \cdot \sigma_i$ は、計測した鉄筋応力 ($\sigma_{so} \cdot \sigma_{si}$) より算定し、また、 $q_{外水圧} \cdot q_{函内気圧}$ は、計測値を用いるものとする。

以上の手順に従って、水平土圧を推算し、その結果を図-18に示す。

この結果、刃口前面（海側）に作用する水平土圧は、静止土圧にはほぼ等しいものとなった。一方、刃口背面（陸側）の水平土圧は、刃口前面に比べおおむね3倍の値を示している。

本設計において、刃口に作用する荷重は、次式に示すように静止土圧の3倍を採用しており、計測結果からもその妥当性が示された。

$$\begin{aligned} (\text{作用荷重}) &= 3 \times (\text{静止土圧}) \\ &+ (\text{静水圧}) \\ &- 1/3 \times (\text{函内気圧}) \end{aligned}$$

しかし、計測された鉄筋応力は、設計値に比べて小さくなった。その要因として

- 1) 応力レベルの低い範囲では、コンクリートの引張抵抗を無視できないこと。
- 2) 軸力の影響を無視できないこと。
- 3) 函内気圧を1/3に減圧することがなかったこと。

などが考えられる。

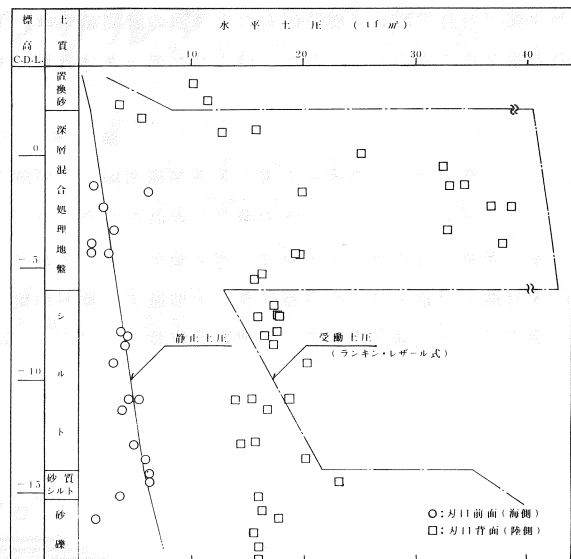


図-18 水平土圧

5. まとめ

情報化施工システムを採用した大型異形ケーソンの構築において、各種計測結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 沈設中のケーソンの姿勢は、深層混合処理 (DMM) による改良域を通過する際、通常地盤での姿勢修正法では対応しきれない面があり、特に不安定であった。また、シルト層 (C.D.L.-6.0m) 以深では、ケーソン躯体は、全般に海側へ傾斜する傾向を示した。
- (2) 沈下荷重は、設計値に対し小さいものとなった。これは、外水圧が設計水圧より小さかったため函内気圧を計画気圧以下に押えることができ函内揚圧力が低下できたため、また、エアブローの発生あるいはDMM層の刃口周辺掘削状況により周面摩擦力の低下があったためと考えられる。
- (3) 刃口反力は、砂セントルの掘削に伴い長手方向中央部に大きな値を示しながらスムーズな増加をみせた。しかし、DMM層貫入以後刃口反力に大きな変動がみられた。その後のシルト層以深では、刃口反力は減少

し安定した値で沈設を完了した。

- (4) 地中側方変位計測の結果、地表面では、ケーソンの沈下に伴う周辺地盤の連れ込み現象の影響と考えられるケーソン躯体方向への変位がみられた。また、地中部では、海側への移動がみられ、その最大値はC.D.L. -6.0 m付近で約3 cmであった。これは、ケーソン沈下荷重がDMMを通してシルト層に伝達されこの部分の地中応力が増加し、せん断変形を生じたためと考えられる。
- (5) 躯体内応力は全般に次の傾向を示した。
 - 1) 鉄筋応力計測値は、設計値を大きく下回る。
 - 2) 短手方向に比べ、長手方向の鉄筋応力が大きな値となる。
 - 3) コンクリート打設直後に、圧縮応力が発生する。
- (6) 刃口部の鉄筋応力から、いくつかの仮定のもとに刃口部に作用する土圧を計算した結果、刃口部に作用する土圧は、静止土圧の1~3倍程度のもものと算定された。

6. あとがき

排水口大型異形ケーソン工事を、当初予想されたトラブルもなく安全に、しかも高精度で施工することができ情報化施工の有用性を一層確信した。今回の計測結果は、土質工学的に関心の高いケーソンの支持機構など、多くの課題を残すものとなったが、得られたデータは貴重であり、今後の設計・施工に役立てば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 日本道路協会；道路橋示方書（Ⅱ下部構造編）・同解説，日本道路協会，昭和55年5月
- 2) 土質工学会；ケーソン工法の調査・設計から施工まで，土質工学会，昭和55年5月
- 3) 永戸孝祐・石井通夫・大原守；超大型ケーソンにおける情報化施工の近況，基礎工，1980年7月
- 4) 木村浩・田原正登・小笠原弘典・大畑徹夫；軟弱地盤上の護岸の計測管理と地盤の圧密変形解析，土質工学会中国支部 論文報告集 -地盤と建設- Vol. 1 No. 1，1983年