

川崎重工業KK第一ドック拡張工事

河野康雄* 多々良 恭輔****
 斎藤光雄** 小松雅彦*****
 井上道夫***

1. 緒 言

本報告は神戸市生田区東川崎町にある川崎重工業KKの「第一ドック」明治35年6月竣工のいきよ能力を増大するために、今回実施した拡張工事の概要を記したものである。「第一ドック」は山崎敏二郎氏の設計により、明治29年11月着工されたが、シルト質とたびかさなる湧水崩壊に悩まされながら6カ年の長年月を経て完成したものである。しかしながら、今回の改造工事はドックのゲート方向への拡張工事という困難な工事であったにもかかわらず、わずか10カ月半で完成したもので、その間修繕船の使用を中止したのは163日に過ぎなかった。工事は構築当時の工法である仮締切を行わず、新ゲート部に大型ケーソンを使用し、延長部には水中プレキャストコンクリート工法を採用したものである。工事に要した主要資材、その他は表一のごとくである。

写真一 拡張工事着手前の全景



* 正員 パシフィックコンサルタンツKK 常務取締役技師長
 ** 正員 同上 取締役第二部長
 *** 川崎重工業KK 総務部営繕課長
 **** 同上 前課長
 ***** 正員 運輸省第三港建前神戸港工事事務所長

表一 工事用資材、その他

区分	ケーソン本体	ドック本体	計
品名			
鋼材	111 t	100 t	211 t
セメント	240 t	1500 t	1740 t
砂	445 m ³	3100 m ³	3545 m ³
砂利	677 m ³	5600 m ³	6277 m ³
撤去せる在来コンクリート量		約	4500 m ³
そのうち水中作業による撤去量			3000 m ³
ドック本体工事延べ人員			30000人

いまここに、構築当初の記録と、今回の工事記録とを併記して、先人の労苦をしのぶとともに、明治と昭和の時代における土木技術の水準を知り、軟弱地盤における今後のドック工事の参考資料として、多少とも益するところがあればと考えて取りまとめたものである。

2. 拡張までの経過

「第一ドック」は明治35年6月完成以来、60年あまりの間いく多の艦船の造修を行ってきたが、戦後わが国経済の発展にともない、外航船舶の大型化はもちろん入港船舶も年とともに増加したので、築造当時その威力を誇った本ドックも現状においてはその狭隘さがかこつ情勢であった。すなわち、神戸港に入港する修繕船舶の実績をみると、昭和27年における90万総トンが、昭和33年には190万総トンと約2倍の増加を示し、しかもその過半数が8000総トン以上の船舶で占められており、今後もなお増加の傾向が予想されるのである。従って、この需要に即応するめ、「第一ドック」の早急の拡張が要求されるに至り、本計画の実施となったのである。設計としてドック拡張の工事を極力節減せしめるよう計画するのは当然のことであるが、構造物自体が会社の生産活動の対象物であるため、その使用停止期間の短縮が本工事計画立案上大きな要素であった。一方工期を台風季節よりははずすため、予備設計に着手した昭和33年3月初旬当時において、すでに工事完成が34年9月と決定されていたので着工までに十分な調査を行ない得ず、工事中においても地質調査を行ない、施工方法の検討を行ないつつ工事を進めたのである。

3. 改造前構造物の状況と記録による施工法

地下構造物の状況は不明であるが、その主要寸法は表

図-1 平 面 図

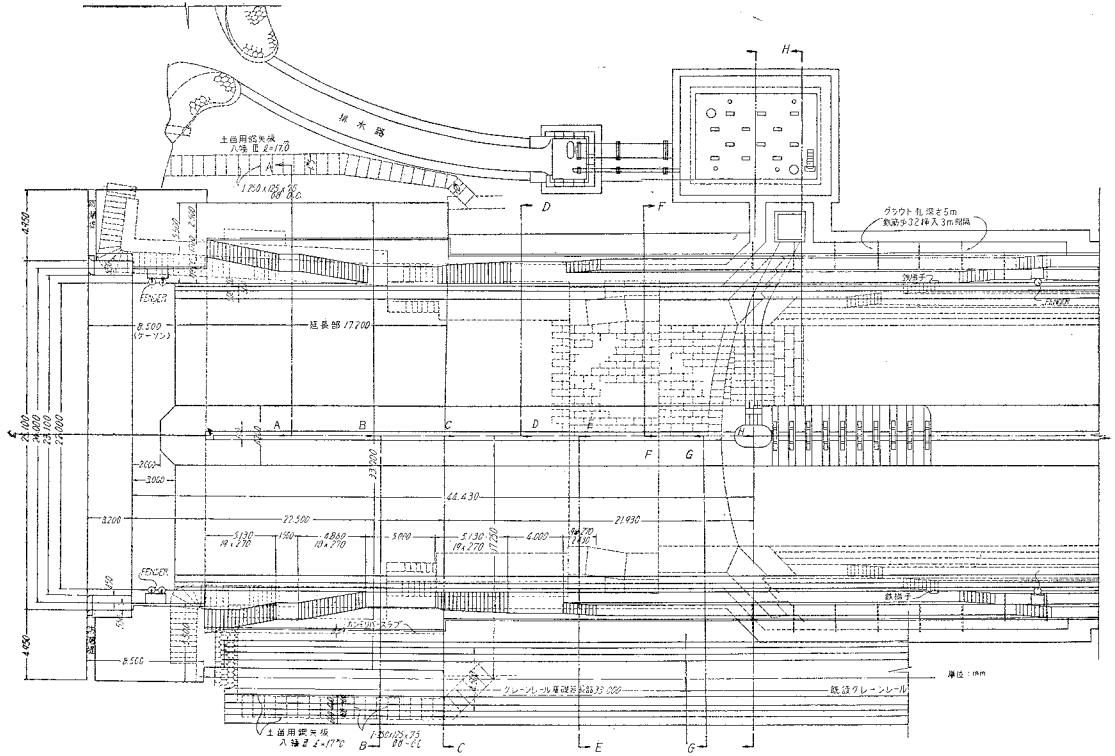


表-2 「第一ドック」の規模

項 目	改 造 後	改 造 前	
長さおよび 巾	ドック延長(扉内側まで)	160.00 m	128.98 m
	ドック内上部内巾	24.18 "	24.18 "
	下部内巾	22.00 "	15.84 "
	ドック入口上部内巾	24.00 "	19.51 "
	下部内巾	22.00 "	15.84 "
深 さ	8.33 m	8.54 m	
吃 水	5.50 m	5.50 m	
総トン数	10 000 G.T		
排水ポンプ	5 000 t/h 2 台	5 000 t/h 1 台	
排水時間	2.5~3.0 h	5.0~5.5 h	
注水時間	1.0 h	1.0 h	
	10 t×11 m/3.5 t×23.1 m	10 t×11 m/3.5 t×23.1 m	
クレーン	1 台	1 台	

一2 のとおりである。また露出部分から判断して、構造物には特にいちじるしい破壊箇所は見当らなかったが、施工継手からは各所とも多少のろう水が認められた。工事記録によると、当初ドライの状態にて行なう方針で、一端より順次締切りを行なうこととしたが、締切内部の水を排除中に底部が水面上に持ちあげられ、仮締切の一部は沈下し、本工法は失敗に終わった。以後計画は変更され、掘削、杭打ち、コンクリート打ちともすべて水中で実施する計画となった。作業の第一段階として直径 3.66 m の井筒(下部 7.32 m は木造、上部の 7.32 m より 8.84 m まではレンガ造)がドック入口に7基、入口付近

ドック長手の方向に8基が沈められ、さらに直径 3.05 m の井筒が前記7基の前面に沈設された。井筒の深さは-14.94 m から-16.15 m までである。また井筒間の空所は厚さ約 2.0 m のコンクリートで填充された。

井筒沈下の進行に従がい、ドック底の掘削はプリストマンしゅんせつ機により実施され、掘削後杭打ちが行なわれた。杭打ちには9基の杭打機が使用された。杭は末口 21.6 cm のもので特別箇所には 9.14 m のものが使用されたが、ほかは 6.71~7.62 m の長さのものが中心間隔 0.76 m に打ち込ま

れ、さらに沈泥の流出に備えドック周辺にさく杭が準備された。従って杭の総数は1万本に達した。また杭の間には慎重に粗石が填充され、杭はドック底コンクリート中に 0.30~0.46 m 埋め込まれるように施工された。なお、杭の支持力は直接荷重を載せて試験されたが、平均約 25.0 t であった。

次にコンクリートの施工であるが、当時の考え方としてコンクリートに海水を使用することはよい結果を得られないという考えのもとに、締切内の海水を清水に置きかえることに決定した。ドック内の水量は約 80 000 t であったが、この交換のためには計算上約 310 000 t の水

が必要となった。清水は表面より注入し、海水は底から排水した。

コンクリートは 0.91 m^3 の鉄製スキップとクレーンによりドック底面全部を入口より順次打設し、側壁は満潮面下 2.44 m まで水中施工し、以後ポンプアップして、側壁上部はドライの状態で行った。またドックはこのままドライにした場合、重量不足をきたすので粗石と砂利、約 6000 m^3 が投入された。このカウンターウェイトはドック壁体内面の切石によるライニングにより重量が増加するに従いがい、順次これを取りのぞいた。

以上のような施工経過によりドックの構築は終了したが、竣工後のろう水はほとんどなかった。

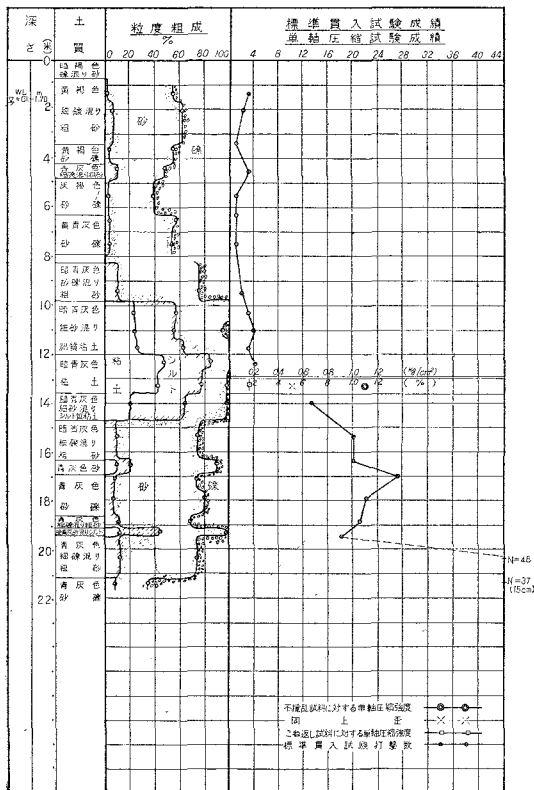
4. ドック拡巾のために行なった各種の調査

今回の計画に対する設計資料が不足のため、設計に先だち次のような調査を行なった。

- 1) 構造物の寸法の確認
- 2) 旧ドック周辺の地質調査
- 3) コンクリート強度試験

上記調査のためには、きよ底壁体ならびに周辺に 30 本のボーリングを行ない、コンクリートの強度試験にはこれから採取されたサンプルを利用した。なお本調査によっても確認されない事項については工事と並行して検討することとし、設計の不十分な事項については、資料

図-2 試錐位置 Hole No. 1



として残る唯一の図面をもとにして検討した。

(1) 現ドックの構造寸法

前記 30 本のボーリングによりドック全般の構造寸法を把握することは困難であるが、ボーリングを行なった箇所では壁厚、きよ底厚ともほぼ設計図面と一致した。

(2) ドック周辺の地質

ドックの構造ならびに地質の状況を調査するために水平 9 本、垂直 60 本、計 69 本のボーリングを行なった。

図-2 はその粒度組成ならびに貫入試験成績の代表的なものを示したものである。

(3) コンクリート強度試験

きよ底およびきよ壁より採取されたコアは、直径 4.5 cm 、長さ 10 cm 程度であったため、正規の試験はできなかったが、試験結果は表-3 のとおりである。なお動弾性係数は超音波法により測定を行なったが、 $E_s = 23 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 程度であった。

表-3 記録によるコンクリート配合と今回行なった試験結果

材 料		きよ底	きよ壁	備 考
モルタル	砂 利	1:1	1:1 $\frac{1}{2}$	セメントの大部分は英国製
モルタル	セメント	1	1 $\frac{1}{2}$	
	火山灰	1	1	
	石灰	0.19	0.25	
	砂	3	4	

圧縮試験結果

直径 $d(\text{cm})$	高さ $h(\text{cm})$	断面積 $A(\text{cm}^2)$	表面乾燥飽和状態の重量 $W(\text{g})$	比重	圧縮強度 (kg/cm^2)
4.46	9.85	15.61	358.8	2.33	162.7
4.60	8.74	16.61	325.3	2.24	194.5

引張り強度試験結果

直径 $d(\text{cm})$	長さ $l(\text{cm})$	πdl	$\sigma_t(\text{kg/cm}^2)$
4.65	3.79	55.366	12.8
4.60	3.56	51.447	16.7
4.70	4.15	61.246	10.2

5. 工法の検討

本拡張を行なうための設計はその施工方法、特にドライの状態で行うか否かにより、大きく変動するがその工法として次の2つが考えられた。

- (1) ウェルポイントにより水位を低下し、ドライにて施工する方法
- (2) ゲートの締切りにより、ゲートの内部はドライにて施工し、ゲートの海側は水中施工する方法

この2つの工法について検討した結果ウェルポイントにより水位を低下することは可能であるが、さらにゲートを利用し内部を締切り、ドライにて拡巾を行ない得れば、施工はさらに簡単となるので(2)を採用することに決定した。

ドック内面を両壁とも 1.0 m 削った場合のきよ体の安定計算は次の5項目について行なった。

実物の約 1/50 の模型を硬質塩化ビニールでつくり、次のような実験を行なった。

- a) 曲げ実験
- b) 逆曲げ実験
- c) ねじり実験

以上の実験結果は省略するが、観測資料の検討から次のような結果が得られた。

a) 曲げ、逆曲げのような uncombined stress に対しては、大体はりの理論から計算した結果を適用できるが、この場合計算値は、実測値よりかなり大きくでるので、実験式で検討する必要がある。種々の実験資料から修正係数は約 0.4 となった。これより断面二次モーメント

トを適当に仮定すれば理論式を求めうるものと考えられる。この結果の当否は、さらに実験を数多くくり返す必要があると考えられるが、はりの理論をそのまま適用する場合の目安となるであろう。

b) 曲げ、逆曲げの実験で、はりの理論と異なる点は、横隔壁のある部分では、ない部分に比してひずみの発生がいちじるしく異なり、ひずみ距離曲線は隔壁部で屈折する。これは隔壁の拘束によるものと考えてよからう (図-6)。

c) 曲げとねじりがともに作用する combined stress の場合、外壁、底板では曲げ単独の場合に比し、ひずみの発生が小さいのに反し、隔壁では前者の方がいちじるしく大きい。この結果から、隔壁はねじりに抵抗する部材で、今後隔壁部の設計にはこの事実を考慮する必要があると考えられる。また施工に当たり、なるべくねじりの生じないように注意する必要がある。

d) 隔壁断面は主応力と最大ねじりせん断応力を計算し、その結果に a) で述べた修正係数をかけた値に対し、設計計算を行なうのも一方法であろう。

e) 測定結果を相似性にもとづき検討すると、ほぼ設計に用いられた値に近く、模型実験の結果を実際のケーソン設計に十分利用できると思われる。

f) 模型のたわみからは、隔壁部のたわみは隔壁のない部分のたわみにくらべ急激に変化し、たわみ曲線は屈曲する。

g) と同様隔壁の影響と思われるが、実際のたわみ曲線は両者の中間をとるものと考えられる (図-7)。

(2) ケーソンのひずみの実測

ひずみの測定にはカールソン型ひずみ計および同型鉄筋計 (いずれも共和無線研究所製) を使用した。カールソン型ひずみ計は、あらかじめケーソンのコンクリート

図-6 荷重 80.5 kg 時の試験別ひずみの比較 (横隔壁)

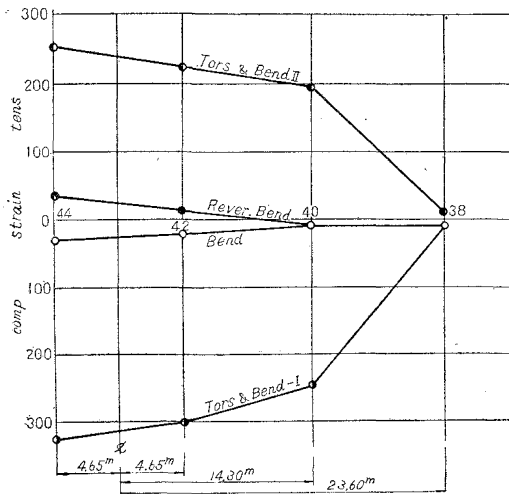


図-7 川重一ケーソン模型荷重距離たわみ曲線

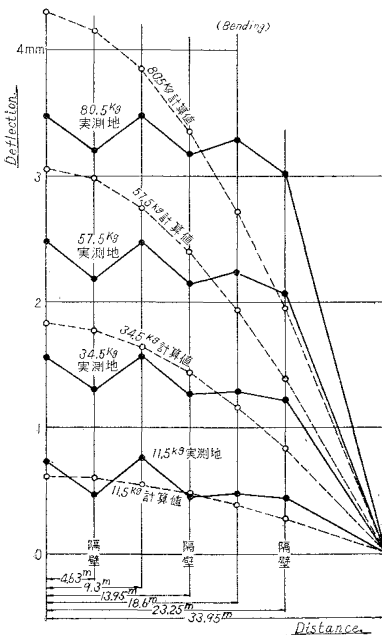
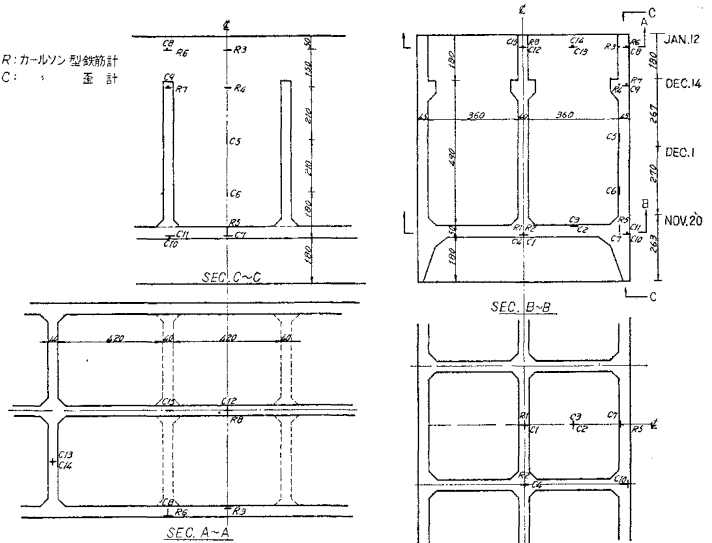


図-8 カールソン型鉄筋計ひずみ計設置位置



と同配合のコンクリートを作ったブロックの中に埋め込み、これをケーソンのコンクリート中に設置する方法をとり鉄筋と完全に絶縁した。またカールソン型鉄筋計は、鉄筋を計器の長さ（約 1.2m）だけ切断してその間に計器をそう入し、両端を溶接して鉄筋と一体になるようにした。これら計器の設置位置は 図-8 に示したとおりである。

図-9(a)

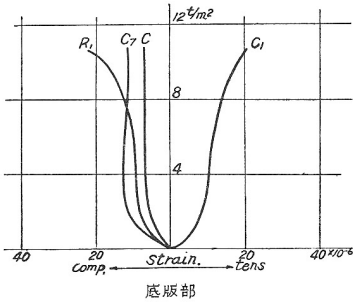


図-9(b)

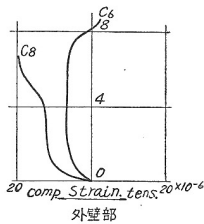


図-10(a) 床版部沈設時のひずみ

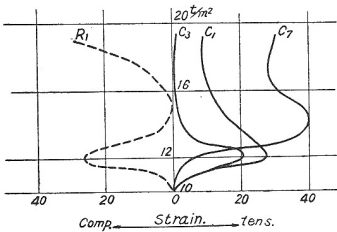


図-10(b) 外壁部沈設時のひずみ

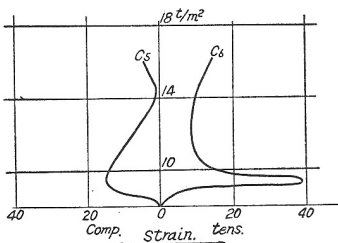
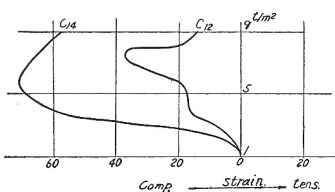


図-10(c) 隔壁(横)部沈設時のひずみ



うにした。これら計器の設置位置は 図-8 に示したとおりである。

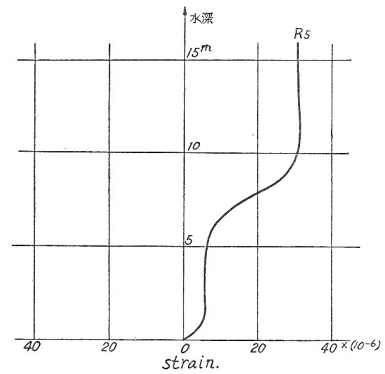
a) 浮遊曳航時のひずみ (図-9(a), (b))

b) 沈下終了仮締切時のひずみ (図-10(a), (b),(c))

壁体は三辺固定一辺自由版として、坂 静雄博士の提案された普通階差法*と Zurmühl の改良階差法**による結果を理論値として、測定値と比較してみた。測定値数が少ないが、測定値は二、三をのぞき理論値より小さく出ており、改良階差法の解に近い。

荷重 1.2 t/m^2 で、ひずみが急増し、以後急減しているが、この点で外壁、隔壁の増厚が行なわれたためである。図-11 は、三辺が完全に固定しているかどうかを見るために、底版と壁と

図-11 床版・壁打継部の鉄筋計の読み



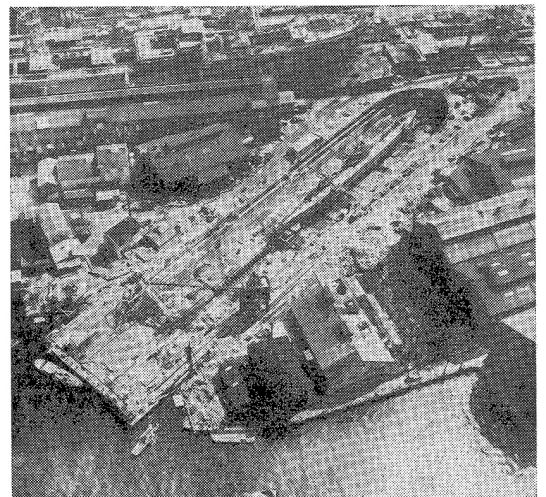
の打断部に鉄筋計をそう入してケーソンの沈下のつど測定したもので、水深 0~6 m の壁増厚前と 8~16 m の増厚後とも、水圧が増加してもひずみが増加せず直線となっていることから、壁の固定辺は回転を起こしておらず、完全固定であると推論できよう。

底版については、四辺固定版として計算した結果を理論値とし、実測値と比較したが、浮遊時、沈下直後とも、実測値は理論値よりはるかに小さかった。

c) 完成時のひずみ ケーソンを弾性支承上のはりとして結果を理論値とし、実測値と比較した。理論値と符号の異なるものも少数あったが、大体の傾向はよく似ており、概して実測値の方が理論値よりも小さく出てくるのがわかった。

以上の比較検討の結果、浮遊時、沈下時につき、壁体を三辺固定一辺自由版とし、改良階差法によって応力計算を行ない、完成時のケーソンについては弾性支承上のはりと考えて応力計算をし、前記の壁体設計値をチェックすれば、最も経済的で厳密な設計ができるものと思われる。今回の実測では、隔壁に生ずるねじりによるひずみは出ていないようであるが、これはねじりを生じない

写真-2 拡張工事竣工寸前の全景



* 日本建築学会論文集 1 (1936)

** 成岡昌夫, 外 4 氏: 土木学会誌 44 卷 7 号 (1959)

よう慎重に施工されたためであると思われ、ねじりについでの理論的な考察をするまでに至らなかった。

7. 工事の実施

(1) 全般計画

工事の性質上次の5工区に分割して実施された。

表-4 工事区分

区 域	工 事	内 容	
新設部	1. 新ゲート部	ケーソン	護岸撤去・ケーソン製作および沈設・新ゲート取付
	2. 延長部	プレバクトコンクリート	護岸撤去・しゅんせつ・杭打・プレバクトコンクリート
既設改造部	3. 旧ゲート部	既存ウェル付近の補強	旧ゲート石張撤去・側壁補強・きょ底補強
	4. 旧ドック部	拡中のためのけずり取り	側壁裏側のアンカーブロック構築・側壁のけずり取り
	5. ポンプ室	ポンプ増設	旧ポンプ撤去・新ポンプ増設・変電所新設

工事は、昭和33年11月1日ドック側壁背面のアンカーコンクリート打設および延長部土留シートパイル打ちから開始され、続いてケーソンすえつけ地盤の造成とドック内部のけずり取りが実施された。ケーソン本体の製作は、神戸港工事事務所の函台において同所の設計、施工で進められた。

(2) 仮設備と工事に資材の搬入

第一ドック付近は、工場が建て込んでいるため、仮設備の空地がなく、既設の建物を撤去してその跡を利用したほどで、その面積は最少限に止めねばならなかった。従って、ケーソン沈設用のコンプレッサー室、工事事務所、セメント倉庫など、現場に近接を要するもののみ構内に設け、コンクリートプラントは、三ノ宮駅付近(トラックにて7~8分の距離)に設置した。地上障害撤去物はトラックで搬出し、海底のしゅんせつによる泥土は土運船で、港外に搬出した。圧縮空気は、工場作業用のものを使用し、ケーソン沈設用には別に、100HP3台を設置した。

(2) 新ゲート部工事(ケーソン沈設)

a) ケーソンの製作 函台において製作されたケーソンの主要寸法は次のとおりである(図-3参照)。

高 さ 9.8m (当初計画では8.0m)
 長 さ 35.0m
 巾 8.5m
 曳船時重量 約2000t
 吃 水 約8m

ケーソンの高さは、当初8mで製作を開始したが、沈設部のボーリングの結果一部に不安定な地層のあることが判明したので、安全を期してケーソンの沈設を1.8m深くして高さを9.8mとした。

コンクリート打設は4回にわけて行なった。

b) 岸壁の撤去と地盤造成 ケーソン沈設位置は、旧護岸の突端部に相当し、旧護岸コンクリートならびに木

杭の撤去にはかなりの日数を要したのに、本作業がケーソン曳航日を決定する結果となった。ケーソン沈下部のしゅんせつは、護岸撤去と同時に着手したが、軟弱地盤であったため、地盤造成には約1m厚の砂を投入する計画であったが、砂の拡散とめり込みのため8.5×35mのケーソン面積に対し、約900m³の砂を必要とした。

c) ケーソンの曳航、沈設 製作されたケーソンは海上3.5kmをタッグボートにより曳航し定位位置にすえつけた。すえつけ後のめり込みはわずかであったが、ケーソン隔壁、肉付コンクリート打設および隔壁内への水張りによって、ケーソンは徐々にではあるが約20cmのめり込みを示した。

沈設途中ケーソンの内部で、構築当初の足場または締切に使用されたと考えられる約200本の杭が掘り出され、杭の一部がケーソン双口下(旧ドック側)にあたるものもあり、ケーソン沈下の進捗ならびに沈設に大きな影響があった。しかし慎重に沈設を進めた結果ケーソンは約40日をもって沈設を完了したが、計画位置に対し傾斜、移動もきわめて微量なものであった。すなわちケーソン30mm、きょ内側に60~70mm、立体的には戸当り底面にて20mmの傾斜であった。ケーソン沈下完了直後にオイルジャッキを使用して、地耐力試験を3カ所実施したが、その値はほとんど平均しており、ひずみ5mmで100t/m²ひずみ20mmで370/m²を記録した。

d) 戸当石の取りつけ 戸当石のすえつけには、ケーソンの両側柱間に戸当部分をはきんで二列のシートパイルを建てこみ、下部はマキハダをつめ、モルタルを打ち込んで固めドライアップして施工する計画であったが、ケーソン沈設後にドライアップした結果、シートパイルとシールパイルの継目よりかなりのろう水があった。したがって戸当石設置の時には、4"ポンプ3台で排水を行なった。なお石は小豆島産のものを使用した。新ゲート取りつけ後、最初のドック内部排水試験では、戸当石からのろう水は全然認められなかった。

e) ゲート(扉船)の改造とすえつけ ゲート(扉船)は従来使用していたものを改造して用いたが、本改装は1カ月間で終了した。なおゲートは溶接構造であったので、溶接後の全体ひずみにより戸当部が同一平面におさまるかどうかが懸念されたが、戸当部の木材の仕上面を特に入念に行なった結果、良好な成果をおさめた。

(3) 延長部工事(水中プレバクトコンクリート)

a) シートパイルの打設 延長部は旧護岸を撤去し新造する計画であるため、土留のため、護岸の撤去に先立ち鋼矢板打ちを行なった。この部分の護岸は旧ドックのきょ口部に当り、明治35年施工のものであるが予想外に堅固で、土中に築造当時の障害物も多かったために一日打込数は当初計画の半数以下となった。矢板総数は

北岸 96 枚, 南岸 135 枚で(長さ 17m)ハンマーはドツ式エヤーハンマーを用い, 南岸, 北岸に 1 基あて計 2 基を使用し, 実働 1 日 1 台(徹夜作業をふくむ)平均 3.85 枚であった。

b) 岸壁撤去としゅんせつ 陸上部の岸壁は, さく孔の上, 発破作業により取りこわしを行ない, 水中部分の場合も工法は陸上と同じく潜水夫をもってさく孔の上, 発破作業を行なった。爆発が在来ゲートならびにドック本体コンクリート部におよぼす影響を考慮して, 当初はこの方法を禁止していたが, 工程促進のためよぎなく使用したのである。しかしながら火薬量を新ドックの壁体として残置する旧コンクリート部(以下再用コンクリートと呼ぶ)からの距離約 8m 付近は 500g 以内, 20m 付近で 1500g 以内と制限した。その結果, ゲートおよび再用コンクリート部に対する影響は皆無であった。本工事の大部分は水中工事であるためその進捗状況の把握が困難で潜水夫の報告で海底, 護岸の状況を知り, 毎日撤去部分の深浅測量を行なって, 工事の進捗を推定したが, これが遅々として進まず, 工程計画を圧迫して最大の難工事となり, これに続くケーソン沈設, プレパクトコンクリートの工程にも重大な影響を与えた。

かかる海中作業では, 関係者が不断に状況を知る必要があるが, 潜水夫の報告では調査範囲がせまいので, ほかの方法として水中写真, アクアラング, 水中テレビを計画したが, それぞれ海水の汚濁, 寒冷ならびに工期的に間に合わぬという理由で実施できなかった。

岸壁撤去に動員された潜水夫は延べ約 2900 組におよび最高 1 日 35 組が昼夜 2 交代で作業を行なった。本作業中, 狭いきょ口部は潜水夫の舟としゅんせつ船で満たされ, これ以上潜水夫の増員は不可能の状態であった。

c) 杭打ち工事 延長部のきょ底は, 掘削後新しく杭打ちを行なったが, 新杭の本数決定のためには既設杭の強度と腐食状態を知る必要があった。このため後述の引抜抵抗試験を行なったが, 末口径 15cm, 長さ 5.5m の杭 1 本にて約 10t 以上の測定値が判明したので, 安全率をふくめて, なおよゆうのある箇所は, 設計よりも杭数を少なくした。

また, 引抜かれた杭はケーソン下部のものと同様に, 60 年も経過した杭とは考えられないほど良質の状態であった。

新杭打ちは杭打船を使用し, ドロップハンマーにて施工した。海中の杭の引抜試験は陸上と異なり, 測定方法が面倒であるので, 今回は海上クレーン船(能力 50t)を使用する方法を選択した。すなわち一定条件のもとでは, クレーンにかかる荷重の変化と船の吃水は比例するためあらかじめクレーンに 1~15t までの荷重をかけて,

各荷重の吃水線をクレーン船に測定・表示しておき, 改めて海中杭引抜試験の場合は, 引抜寸前のクレーン船の吃水線によってその杭の抵抗値を求めたものである。

d) プレパクトコンクリート工事 延長部のコンクリート打ちは, メタルフォームを用い, プレパクトコンクリートによる水中施工を行なった。

なおケーソンとプレパクトコンクリートの接触部は, 不等沈下の問題もあるが, 荷重と下部支持状態よりみて大きな不等沈下は無いものと考え, ケーソンに密接して壁体コンクリートを打設した。しかし載荷後においてドック内の排水を行なったが, ろう水は全然なかった。プレパクトコンクリートの打設は底板部, 北側壁, 南側壁体と 3 回にわけて実施した。注入ポンプは空気量 4 m³/min (使用空気圧 6~7 kg/cm²), 注入ホース径 1¹/₄" を使用したが, モルタル注入量は 1.8~2 m³/h/台であった。また, 粗骨材は 4~20cm 程度のもを使用し(空げき率 34~35%), 細骨材は粗粒率 1.72 のものを使用した。なお注入モルタル 1 バッチあたりの配合は, 次のとおりであった。

セメント(イワキ)	100 kg
イントルージョンエイド	1.6 kg
水セメント比	70%
ボゾラン	40 kg
砂	193 kg
フロー	(16~20)sec

8. む す び

本ドックが明治年間に構築されたものであるため資料も少なく, かつ構造物がすべて地下のものであるので構築の詳細を知るためには, 掘削とボーリングによるほかに, これが計画の推進にとって第一の隘路であった。

従って, 最も安全確実な計画は, 旧ドックを取りこわして, 新たに構築することであった。この見地からドック拡張計画は, 本報告の方法とは別個に数案準備されたが, 工費ならびに工期の点より考えて多少の補強を行なっても, 旧ドックを利用する本案には比較にならなかった。本計画では, 構造不明の箇所は努めて詳細に調査し, また安定計算も常に安全側にとって, これの不明箇所より起こる諸問題を解決した。本工事進捗上, 最も困難をきわめたのは, 水中きょ体コンクリートの取りこわしであった。作業場所が建物に近接しているので, 火薬量を制限したためであるが, 今後この種水中構造物の撤去については, さらに検討を要する問題であろう。

近時, 船隻の増大にともない, ドックの新設・旧ドックの拡張などの計画を散見するが, 本報告がこの種工事の計画の参考となれば幸いである。

(原稿受付: 1960.12.10)