

# 鹿島港建設工事中間報告

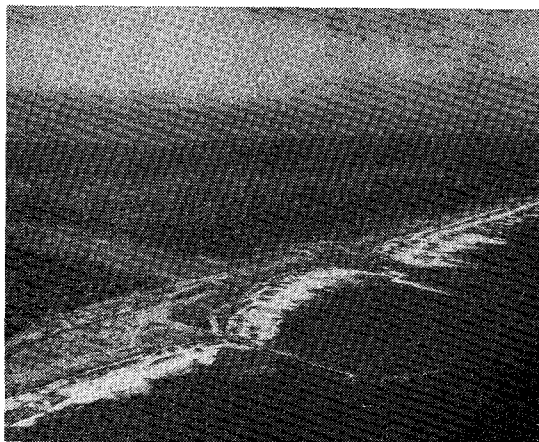
鈴木 庄 二\*

## はじめに

茨城県の東南部鹿島灘沿岸地区に大規模な臨海工業造成計画がたてられてから6年目を迎えた今日、進出企業19社の一部工場建設着手、道路、鉄道、港湾および工業用水道等の関連公共施設の整備促進など、計画達成に向けて諸々の工事は順調に進展している。

このような状況のなかで、港湾整備は本格的な建設工事の段階に入り、昭和43年度後半に第一船入港を旨として諸作業は鋭意進められている。

写真-1 鹿島港工事現場全景



しかし、建設に当っては、技術上の問題のみならず今後、きわめて急速に展開されると考えられる企業の進出との関連上生じてくる問題も少なくない。むしろ、これが鹿島港建設工事の特色ともなっている。

本文では、これらの点も含めて港湾工事の特色にふれながら工事内容を紹介して行きたい。

## 1. 鹿島開発の沿革

鹿島地区一帯は後進県といわれてきた茨城県のなかにあっても特に未開発の地域で、住民の大半は生産性の低い農地にしがみつき、あるいは半農半漁の細々とした生活に頼っている状態である。

一方、当地区は利根川や霞ヶ浦が隣接地域との交通の障害となっており、全国的な工業化、都市化の時流からとり残されてきた。しかし、見方をかえれば、当地区は生産性の低い広大な土地、霞ヶ浦を初めとする豊かな水源、あるいは豊富な労働力等の好適な工業立地条件を有しており、加えて京浜地帯から80kmに位置する有利な地理的条件をももそなえている。この点に着目して、当地区に大規模な臨海工業地帯を造成しようとする構想が昭和35年茨城県によってまとめられ、このための調査が進められた。

一方、このころ、既成都市の人口および工業の過度集中を防止し、あわせて、地域格差を是正する目的で全国的な地域開発が国の施策として進められるようになり、これと時期を同じくして鹿島地区の開発構想が脚光をあびるようになった。

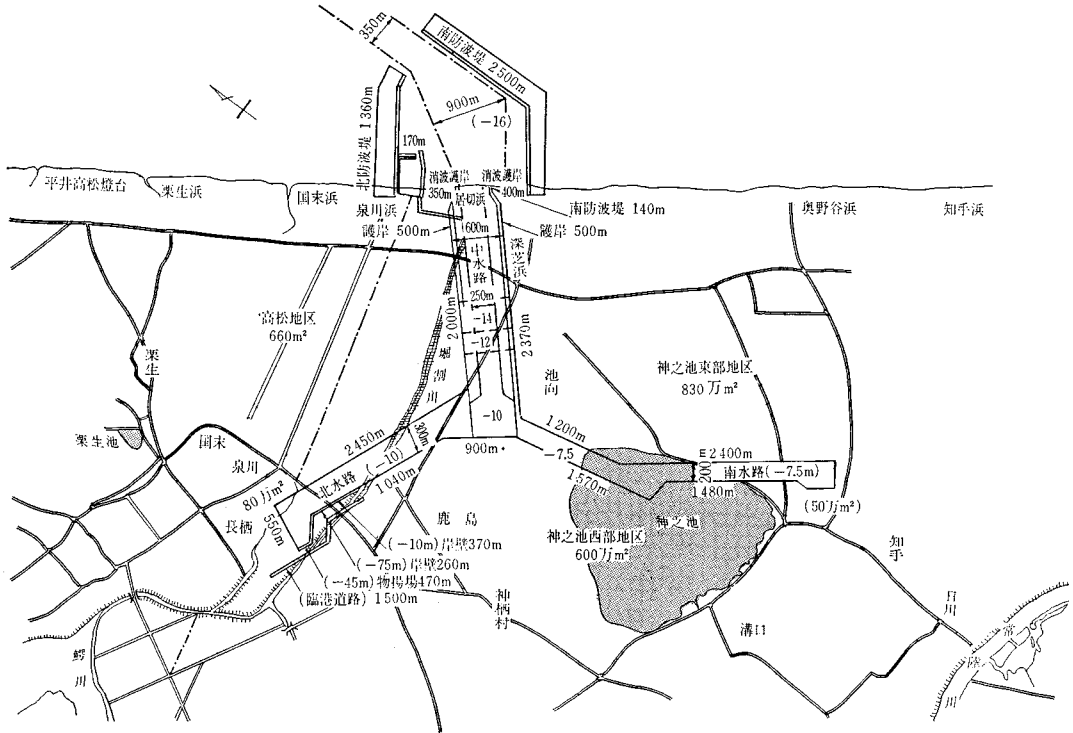
その後、昭和37年工業港を中核とした「鹿島臨海工業地帯造成計画」に関する現在のマスタープランができ上り、同38年7月、当地区が工業整備特別地域に指定されるに至って、国の強力なバックアップのもとに計画達成に向けて急速な進展を見せるようになった。

この間、港湾においては昭和36年より港湾建設のための基礎的な調査が行なわれ、同37年5月鹿島港が地方港湾に指定され、翌38年4月重要港湾に昇格、同月、港湾審議会において鹿島港港湾計画の決定を見、同年11月建設に着手した。

港湾以外の関連公共事業においても、昭和39年9月国鉄鹿島線が工事線に指定され42年3月着工の運びとなったのを初め国道51号線の改修等、後述のごとき計

\* 正会員 運輸省第二港湾建設局鹿島工事事務所調査課長

図-1 鹿島港建設計画平面図



画に向かって建設が進められている。

なお、昭和 37 年に県と地元町村からなる鹿島臨海工業地帯開発組合が設立され、用地買収、地元民との意見の調整等に当たっている。

## 2. 開発の構想と企業進出状況

開発計画の骨格は鹿島、神栖、波崎の 3 ヲ町村にまたがる約 3 305.79 万 m<sup>2</sup> に工業港を中核とした大規模な臨海工業地帯を造成するものであり、さらにその周辺には軽工業団地、住宅用地、公園緑地等を適正に配置して、健康な緑に富んだ近代的な工業都市を建設しようとするものである。

まず本計画の中核となる港湾は 10 万 D/W t タンカーや鉱石専用船の入港を目標として整備し、掘込水路の北部、高松地区約 660 万 m<sup>2</sup> を鉄鋼用地に、反対側の神之池東部地区 830 万 m<sup>2</sup> を石油化学コンビナート用地にあって、神之池西部地区 600 万 m<sup>2</sup> は石油および鉄鋼の関連企業用地として整備する。

さらに鰐川地区および波崎地区に約 590 万 m<sup>2</sup> の軽工業団地を配置する。これら工業地帯に対する総投資額は約 1 兆円、最終的な工業生産規模は約 1 兆 1 000 億円と予定されている。以上の計画のもとに、県では昭和 39 年より用地買収を開始したが、地元民一律 40% 提供を内容とする鹿島方式\*\*と呼ばれる用地買収方式によ

って、現在では計画の 80% を取得するに至っている。

このような地元の準備体制に歩調を合わせて、進出企業の誘致も順調な動きを見せ、昭和 41 年 11 月には鉄鋼一貫メーカーの住友金属工業(株)、新規設立の石油精製会社等の基幹産業を初め、三菱油化(株)等計 19 社の進出企業が公表された。

これら企業の生産計画を見ると、鉄鋼においては最終的には年間 1 000 万 t の粗鋼生産、石油精製においては 50 万バレルの精製能力、電力においては 350 万 kW の発電規模等、各企業とも屈指の生産規模と最新設備を計画しているようである。

また操業の時期については、住友金属工業(株)が昭和 43 年度後半に圧延部門で一部操業開始し、昭和 47 年度には能力 5 000 t の第 1 号高炉を運転させる計画で、現在すでに工場建設に着手している。石油精製部門では 45 年前半に原油貯蔵を開始し、昭和 46 年度には 20 万バレルの規模で精製を開始する計画であり、その他の企業も時期を同じくして昭和 47 年までには、それぞれ操業を始める予定である。

以上 18 社の生産規模は昭和 47 年で 4 600 億円、同 55 年で 1 兆 2 000 億円と計画されている。他方、関連

\*\* 工業予定地域周辺の住民よりその所有地の 40% を供出してもらい、それを工業予定地域内の住民に代替地として以前所有していた地の 60% を提供する。

すなわち、鹿島工業地区の内外の住民が一律工業用地として 40% 供出することになる。

公共事業もそれぞれ整備されつつある。道路については、51号線の夏海バイパスが昭和41年度に完成し、その他の用地買収を進めている。同じく124号線においても用地買収や改良舗装工事を進めている。

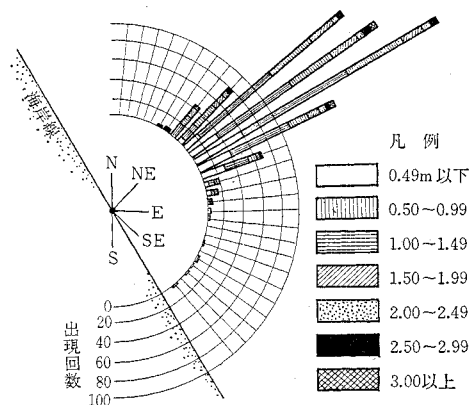
なお、東京と直結する高速道路・鹿島線の計画も具体化しつつある。

鉄道建設部門をみると、水戸～鹿島～佐原ルート of 国鉄鹿島線(76.3km)が昭和42年3月に着手され、昭和43年度中に一部営業開始を目標に進められている。

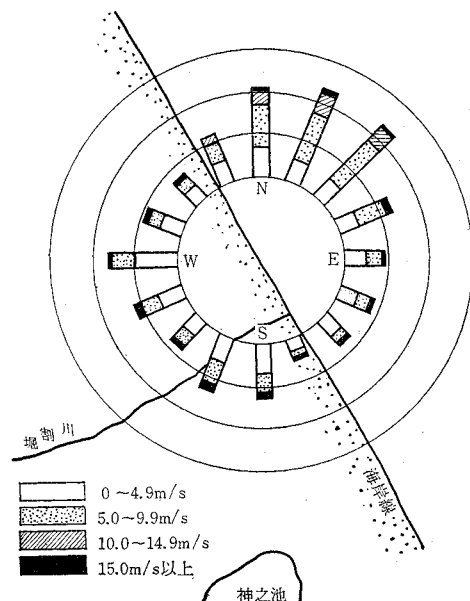
工業用水道においては、北浦を水源とする給水能力110万m<sup>3</sup>/日の計画がたてられ、第一期工事として昭和45年度に20万m<sup>3</sup>/日の給水を目標に整備する計画であるが、さしあたって昭和43年後半における進出企業の一部操業開始に合わせて、5万m<sup>3</sup>/日の給水ができる

図-2 鹿島港の気象・海象図

(1) 波向別波高出現日数(昭和37年4月～昭和41年3月)



(2) 風況図 (昭和37年1月～昭和40年12月)



よう昭和42年2月より工事を進めている。

なお、都市計画においては、まだ計画決定の段階には至っていないが、立退き住民の住宅用地予定地区への移転等は着実に進められている。

### 3. 鹿島港の計画と工事状況

#### (1) 自然条件

港湾建設のための基礎的な調査は、昭和36年より県および国の共同調査によって進められてきた。以下、主な調査の内容とともに、当港の自然条件について述べる。

##### a) 地形

当港およびその周辺の地形は、鹿島灘に面したなだらかな砂浜が続き、海底は1/100～1/130の遠浅となっている。陸上側は地盤高+7.0m～+8.0mの平坦な土地がひろがり、その大部分が砂地である。

##### b) 風

風の観測は、コーシンベン風向風速計を海岸砂丘上に建設した、地上約20mの鉄塔上に設置して行なっている。図-2に示すとおり、卓越風向はN～NEで35.6%を占め、風速10m/sec以上の出現率は13%であり、やはりN～NE方向が多い。

##### c) 波

波については、前記鉄塔上から行なう毎日9.00時、15.00時の目視観測と、水深-12m付近に設置した水压式摺動抵抗型波高計により観測している。さらに、波向は昭和38年よりミリ波レーダーによる観測を始めている。この結果は図-2のとおりで、波向はNE～ENEが圧倒的に多く、過去2.5年間の観測結果によると、有義波で1m未満が54.0%、1～2mが35.4%、2～3m 8.3%、3m以上が2.3%となっている。周期は8～11secの出現率が57.0%を占め8sec未満は27.5%である。

##### d) 潮位

当港の潮位は  $L \cdot W \cdot L = D \cdot L \pm 0.00 = T \cdot P - 0.84$  の関係にあり、 $H \cdot W \cdot L = +1.40$  mとされている。

##### e) 流況

観測は、水中ポールに小野式流速計を設置して行なっているが、まだ流況を把握するに至っていない。ただ、水深と月によってその方向と流速が変化するようであり、表-1に示すような観測結果も得られている。

表-1 流況観測結果

(昭和38年8月平均)

水深	流 向	流向出現率	最大流速
-8m	ESE～SE	92.1%	37.2 cm/sec
-12 "	SSE	100 "	17.7 "

##### f) 地 質

当港周辺の地質は -20~30 m ぐらいまでほとんど砂層で、部分的に礫まじり砂およびシルトをはさんでいる。それで深はシルトおよびローム層となっている。全般的に締っており、支持力は大きい。

### g) 漂 砂

漂砂については昭和 37 年より捕砂竹と捕砂管による浮遊砂の捕捉、レンガ屑・蛍光砂、アイソトープによる底質砂移動の観測が行なわれている。この結果、浮遊砂は主として海底面上 2 m の間で動くこと、海底砂は通常波向と一致して岸に向うこと、沿岸漂砂量は夏季は北向きであるが、冬季は南向きに変わることが多いことなどが判明し、一方沿岸漂砂量は夏冬季いずれも 20~30 万 m<sup>3</sup> の漂砂量で、その差は数万 m<sup>3</sup> と推定されている。現在、調査は防波堤の延長および、しゅんせつ排砂にともなう漂砂移動の動向把握に主眼をおいて続けられている。

### h) 模型実験

模型実験は防波堤によるしゃへい効果の実験と、波による港内外の流れ、海底地盤の変動および漂砂特性の把握の両面から行なっており、現在まで得られた結果は調査報告書等ですでに発表されている。

## (2) 港湾計画

港湾審議会で決定された鹿島港の全体計画は、まず港湾の規模を船舶の大型化に対して 10 万 D/W t タンカーの入港を可能とするものであり、その形状は掘込式港湾とし、水際線をより多く確保するため、中央航路およびその先端より南北両航路を分岐させて Y 字型とした。

外港部は 1380 m の北防波堤と、2500 m の南防波堤によってしゃへいし、北防波堤の基部に小型雑船用の船溜りを設ける。港口は当初計画では東向きになっていたが、前節の調査結果にかんがみ、北向きに変更した。理由としては、1) 漂砂の港内侵入が少ないこと、2) 風の特性が操船に有利である、3) 東方向に卓越する大きな波を防波堤によってしゃへいできることなどである。航路については 10 万 D/W タンカーを対象にして、港口幅員 350 m、水深 -16 m とし、最大幅員も同タンカーが回転できるように 900 m としている。防波堤の構造は、船溜り、北防波堤の基部から 700 m、および南防波堤の基部から 1000 m を捨石および捨ブロック堤とし、それより以深部はケーソン堤とした(図-3、表-2 参照)。

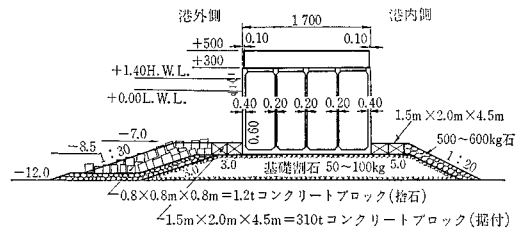
なお、南防波堤用ケーソンの設計に用いた設計波高は、東方向の波高で 30 年の未超過確率として計算した 6 m を採用している。

つぎに内港部は、幅 600 m、延長 2700 m の中央航路、幅 300 m、延長 2450 m の北航路、および幅 200

表-2 鹿島港ケーソンの種類

区間	延長 (m)	寸 法 (m)	法 重 量 (t)	コンクリート容積 (m <sup>3</sup> )	吃水 (m)	備 考	
南防波堤	C <sub>2</sub>	675	(長さ×幅×高さ) 15×17×10	1 367	557	5.19	
	C <sub>3</sub>	420	15×17×11.5	1 513	618	5.76	
	C <sub>4</sub>	405	15×17×13	1 663	679	6.33	
北防波堤	C <sub>1</sub>	255	15×8.5×7	575	235	4.36	中詰モルタル厚さ15cm 入れる
	C <sub>2</sub>	245	15×8.5×9.5	805	305	6.13	
	C <sub>3</sub>	180	15×8.5×11.0	1 107	443	6.22	

図-3 鹿島港ケーソン防波堤標準断面図



m、延長 3600 m の南航路からなり、水深は利用船舶によって異なるが、-16 m から -7.5 m をしている。内港部における公共施設は北航路先端に計画し、-10 m 岸壁 2 バース、-7.5 m 岸壁 2 バースおよび -4.5 m 物揚場 470 m を整備する。

このほか将来の需要にそなえて、南航路先端に公共用地を確保する。そのほかの水際線は、すべて企業の専用 水際線にあてられる。

以上の計画による全しゅんせつ土量は外港部 1180 万 m<sup>3</sup>、内港部 5300 万 m<sup>3</sup>、計 6480 万 m<sup>3</sup> に達する。

なお本計画を達成するに要する事業費は、公共事業関係のみで 270 億円と見積られている。

## (3) 昭和 41 年度までの工事实施状況

前節の全体計画にもとづき、建設工事は昭和 38 年に初年度事業費 5 億 150 万円着手し、昭和 41 年度まで表-3 に示す事業規模で進行した。

この間の主な仮設工事としては、作業船用船溜り、ケーソンヤードの建設および監督調査船「黒潮」の建造を行なっている。ケーソンヤードは、幅 40 m、長さ 74 m、深さ -6.8 m のドライドック方式で、船溜基部に建設された。

本ドック地点は透水性の大きい砂地盤で、浮力による揚圧力が大きくこれに対抗するために摩擦杭として H パイルを使用した。またドック底版は、厚さ 15 m のプレキャスト鉄筋コンクリート版を使用した。さらに揚水圧を低減させるために、ドックの基部に集水管を敷設した。

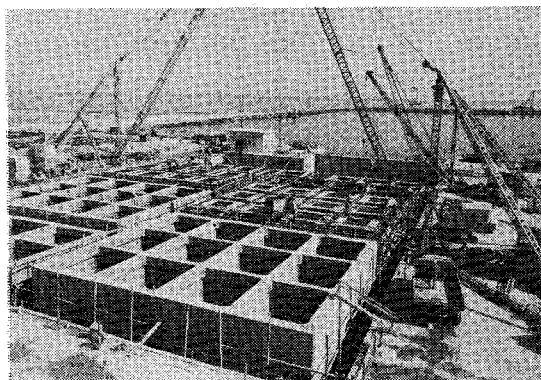
本ドックのケーソン製作能力は、南防波堤用ケーソン

表-3 鹿島港年度別事業実施状況

(単位: 1000 円)

種別地区	鹿島港		昭和 38 年		昭和 39 年		昭和 40 年		昭和 41 年		昭和 42 年	
	工種	単位	数量	事業費	数量	事業費	数量	事業費	数量	事業費	数量	事業費
直轄	南防波堤	m	0	0	646	706 400	572.5	934 380	385.9	879 100	422.0	1 584 400
	北防波堤	m	411	289 700	102	301 216	189.3	228 840	198.9	358 600	134.7	287 100
	東防波堤	m	85.4	83 750	76.4	74 900	0.4	15 360	0	0	0	0
	溜船南防波堤	m	295	128 050	186	80 400	30.0	27 380	0	0	0	0
	消波護岩		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	護岩		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	航路しゅんせつ	-10m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	泊地しゅんせつ(船溜)	-6m -4m	0	0	(9 500) 68 600	24 000	(58 800) 156 000	42 970	0	0	0	0
	北および南防波堤	m		501 500	0	0	0	0	0	0	0	0
	計					1 186 916		1 248 870		1 237 700		1 871 500
中央航路	航路しゅんせつ(中央)	-10m	0	0	0	0	(96 300) 1 919 000	287 870	(226 050) 4 415 000	662 300	(26 170) 514 000	128 500
	計		0	0	0	0	287 870		662 300		514 000	128 500
	合計					1 186 916		1 536 800		1 900 000		2 000 000
特定	航路しゅんせつ(石油)		0	0	0	0	0	0	0	0	(101 800) 2 175 000	500 000
	〃(鉄鋼)		0	0	0	0	0	0	0	0	(101 800) 2 175 000	500 000
	合計											1 000 000
	総合計			501 500		1 186 916		1 536 800		1 900 000		3 000 000

写真-2 ケーソン製作状況



を6函同時に製作することができる。サイクル工程は45日を標準としている。

監督調査船「黒潮」は非航式で、防波堤の基礎捨石部施工の検収用に建造されたものである。鹿島港の海上作業可能日数は前述のとおり非常に少なく基礎捨石部を施工しても、検収前に波により飛散・流失して適正な検収ができない場合が発生するので、これを防ぐため、多少波があってもより精度を高く測深できるように考案された。

構造は4本のスパットで基礎捨石部に立ち上がり、ラダーに沿って音響測深機を走らせるもので、幅15m、長さ30mの範囲を1回の作動で測定できる能力をもち、測定値は電子計算機によってcm単位でタイプされるようになっている。なお、測深は水深-16mまで可能である。南北防波堤は捨ブロック堤区間を大部分完了し、ケーソン堤区間も北防波堤で16函(240m)、南防波堤

で14函(210m)をすえつけており、中央航路しゅんせつでは幅員250m、延長約1200m、水深-7.5m、土量にして約6330000m<sup>3</sup>のしゅんせつを実施した。

#### (4) 昭和42年度の工事計画と施工

昭和42年度は総額30億円の事業費で、表-3のとおり施工する予定である。本節では昭和42年度の工事内容を述べながら、港湾工事の直面している問題点およびその対策について述べる。

##### a) 防波堤

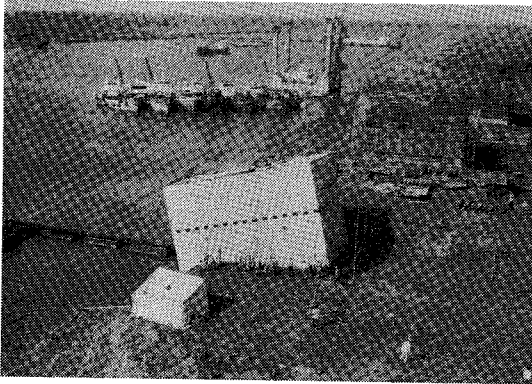
防波堤工事の問題点の一つは、海上作業可能日数が少ない点である。ケーソンすえつけ可能な海象条件を有義波高1m未満、継続日数3日間以上とすると、すえつけ可能日数は年間33回程度しか得られない。他方、当地区への進出企業の動きが、最近いちじるしく活発となり、これら企業から工場建築のスケジュールに港湾整備の進捗を合わせるよう要請されている。このために、まず防波堤の建設を促進し、できるだけ早く外港部の静穏を図り、中央航路の開口および外港部のしゅんせつを可能にしなければならない。本年度の防波堤工事は、以上の相反する二つの要因にはさまれながら、南防波堤で50函、北防波堤で17函、計67函のケーソンすえつけを予定している。これは自然条件の側から見れば厳しい工程であるが、そのための対策も種々講じている。

① ケーソン製作: 年間計67函のすえつけ工程を、過去の気象、海象条件を参考にして組むと表-4のとおりとなる。すえつけ作業が6~8月の夏季に集中するように配慮した。製作をこの工程に合わせるには、ドッ

表—4 昭和 42 年度鹿島港ケーソンすえつけ函数 (計画)

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
南防波堤	0	3	5	14	15	0	0	3	10	0	0	0	50
北防波堤	0	3	3	5	6	0	0	0	0	0	0	0	17
計	0	6	8	19	21	0	0	3	10	0	0	0	67

写真—3 ケーソン進水状況



クにおける従来の製作工程では間に合わず、今年度は南防波堤用ケーソン 8 函同時製作、1 サイクル工程を 35 日に短縮して製作するようにした。しかしこれでもなお 11 函不足することとなり、この分を種々検討の結果、中央航路しゅんせつ予定区域の砂地盤上で製作することとした。これは函台なしで直接製作し、前面をしゅんせつして、進水させるものである。このような工法は、国内で例を見ないので、あらかじめ現場で模型実験を行ない、進水状況を確認してから実施した。模型実験は水槽によって、しゅんせつ面の崩壊状況を見、また 1/10 模型ケーソンを使用して現地で実験を行なった。その結果、ケーソンによる単位面積当りの載荷重が小さいと、ケーソン長の 1/3 ぐらいまでオーバーハンクし、漸次、一連の動作で転倒気味にすべり出し、逆に載荷重が大きくと 1/5 ぐらいのオーバーハンク状態から前端がかすかに沈下し始め、ゆるい動作で進水して行く様子が観測された。実際に製作するのは北防波堤用ケーソン 11 函でこのうち、2 函を試験用としてすでに製作進水させている。進水に当っては、安全のためブレーキ用の控えアンカーを打ち、前面をまず -3m まで掘りケーソンを傾斜させ、そのあと徐々に進水させた。このときの初期すべり出しの状態はつぎのようである。すなわち、第 1 回目は模型実験の場合と大きく異なり、ケーソン長 15m に対してオーバーハンク 6.5m で転倒するように移動、進水した。これは地盤が非常に締っていたためと考えられる。第 2 回目は、少量ではあったが地下水の湧水が見られる比較的ゆるんでいる地盤のため、進水状況は模型実験どおりゆるい動作で進水した。

なお、2 回ともケーソン上部において進水時の応力測

定を行なったが、第 1 回目のときは鉄筋に 2~3 kg/m<sup>2</sup> の応力しか測定できず、第 2 回目は全然測定できなかった。

砂地盤上のケーソン進水に当っては、今後も各種の進水方法を採用し観測する予定である。ケーソン製作に関連して、コンクリートの品質管理が問題となった。すなわち、最近までコンクリート用細骨材としては現地海岸砂を使用してきたが、F・M=1.2~1.5 の細砂のため、 $\sigma_{28}/\sigma_7$  の強度増加率が平均 1.26 で、 $\sigma_{28}$  は平均 230~240 kg/cm<sup>2</sup> 程度であった。このため、ケーソンすえつけ時に既設ケーソンとの衝突でクラックの生ずることも見受けられた。しかし、最近中央航路しゅんせつ区域に礫を含む良好な砂が見出され、これを用いた結果  $\sigma_{28}/\sigma_7$  : 1.5、 $\sigma_{28}$ =280 kg/cm<sup>2</sup> 以上の良好な成績を得たので、現在はこの砂を細骨材として使用している。しかし、粒径分布が一定していないため、コンクリートおよび骨材の品質管理を常時続けて行かねばならない。

② 基礎捨石：捨石は、小名浜、沼津および尾鷲方面から海上輸送されており、その比率は小名浜 4、沼津 3、尾鷲 3 程度である。基礎捨石はケーソンすえつけ時までの期間十分に波で安定させるため、6 ヶ月以上の先行施工を行なっている。この間に沈下や波による飛散が生じ、歩留まりは 70% 前後になっている。沈下と飛散の割合はいまのところ不明であるが、これを調査するために試験的にビニールマットを敷き、沈下板を設置して測定している。しかし、初期の調査によると設置後 8 日目においてマット部分の沈下が 33 cm に対し、マットのない所は 75 cm の沈下を示している。この結果をもとに、現在では基礎捨石および被覆ブロックには、すべてマット(ビニール帆布等を含む)を敷くようにしている。

③ ケーソンすえつけ：少ないケーソンすえつけ可能日数を有効に活用するには、第一に事前に波の動向を把握して、すえつけ時期を失しないようにすること、第二にすえつけ時間を短縮することなどであるので、極力留意している。

④ すえつけ計画：当港では波浪の予測を行ない、ケーソンすえつけ工程計画をたてている。波浪予測は 1 ヶ月間予測、1 週間予測および毎日発表の 48 時間予測の 3 段階に分けており、1 ヶ月間予測で年間計画のうちの向う 1 ヶ月間のすえつけ計画を組み直し、1 週間予測によってさらに修正し、毎日発表される 48 時間予測を参考にして翌日すえつけの是非を決定するようにした。このような方法ですえつけ計画を実施に移すので、48 時間予測は行動開始の時期を判断するのに大いに役立っている。

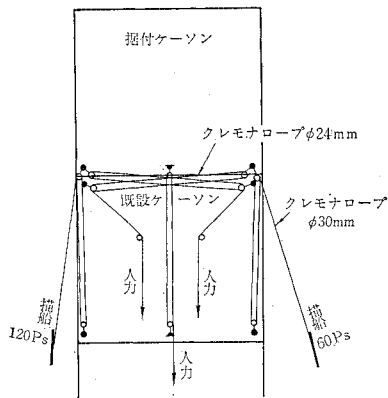
⑤ 急速沈降方法：ケーソンすえつけ時間を短縮する

には、ケーソンが法線位置に入ったならばすみやかに沈降・安定させなければならない。このための装置として、当工事事務所では、初めサイフォンによる注水方式を採用してきたが、注水時間が長く、またうねりによってケーソンがローリングするたびにロープ等によって破損をきたし、肝心のときに作動しない危険があるので、ケーソンに直接注水バルブを取り付ける方法をとった。本方法はケーソン底面より 2.5m の高さの所に、径 26 cm の開閉弁を南防波堤ケーソンの場合 1 函につき 6 個取り付けたものである。本方法は非常に効力を発揮したが、なお沈降速度を早めるために、さらに高さ 4.0 m の所に径 24 cm の注水弁を 1 函につき 4 個取り付けることにした。なお、ケーソン曳航途中の船溜りが埋没しやすいため、フロッターを取り付けてケーソンの吃水を浅くして曳航する場合があるが、このフロッターは急速沈降に役立たせるよう設計した。

⑥ すえつけ方法：すえつけの方法は、南北防波堤でやや異なる。南防波堤では、防波堤方向が南北方向であるのに対し、波向は北北東～北東が多いので、ケーソンは法線と直角に流される傾向にある。現在用いている方

図-4 鹿島港南防波堤ケーソンすえつけ段取図

(1) ケーソン引付詳細図



(2) 曳航詳細図

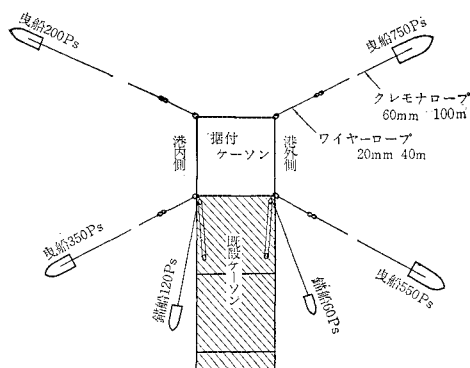
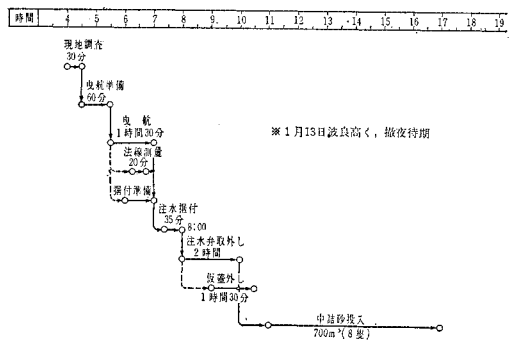


図-5 鹿島港南防波堤 8 号函すえつけ工程図

(昭和 42 年 1 月 14 日すえつけ記録)



法は 図-4 のとおりで、その主力は曳船である。これに対し、北防波堤では防波堤が陸つづきになっていることを利用して、既設ケーソン上に 2 台のブルドーザーを配置し、これと対面海上にセットしたフローティングクレーンの 2 基のウインチをもってすえつける。北防波堤はケーソンが小型なうえに波向と防波堤法線がやや一致するので、すえつけは比較的容易である。

⑦ すえつけ作業の工程：ケーソンすえつけの準備から、曳航、すえつけ、中詰砂投入までの作業工程と所要時間を事例について見ると、図-5 のようである。なお、中詰砂の投入は南防波堤ケーソンで 1800 m<sup>3</sup> を必要とし、砂は中央航路より積出しているが、投入作業は 100 m<sup>3</sup> 積みガット船 6 隻で 15 時間前後を要している。

b) しゅんせつ

中央航路の掘込みは、まず表層および +3.00 m までを陸上掘削によって取り除き、そのあとをポンプ船でしゅんせつする方式を採用した。現在ポンプ船は 4000 P.S. ディーゼル型と 8000 P.S. ディーゼル型の各 1 隻が稼働している。今年度は陸上掘削 411 000 m<sup>3</sup>、ポンプしゅんせつ 3 587 000 m<sup>3</sup> を施工する予定である。航路しゅんせつにおいては、前年度は排送距離の長さで礫層でなやまされた。しゅんせつ土砂の捨場である南海岸の埋立予定地まで、3 km の排砂管距離となり、加えて礫層に当たったため、砂礫が管内に沈殿しやすくなり、その結果、しゅんせつ時間よりも送水時間の方が長くなる場合もあった。

(5) 今後の課題

前節までに鹿島港についての概況、当面する問題点、およびその対策等にふれてきたが、今後究明しなければならない問題点も少なくない。そのうち主なものを列挙するとつぎのようになる。

a) 20 万 D/W t タンカーの入港計画

進出企業の規模の近代化、大型化にともない、当港に 20 万 D/W t タンカーを昭和 45 年までに入港させたい

との要望がある。これが具体化すると、水深 -19m における防波堤建設や、全体しゅんせつ土量が 881 億 m<sup>3</sup> に達するなどの規模になり、港湾計画上、および建設上の問題点の一つとして検討され初めている。

**b) 防波堤の急速施工**

波浪条件のよくない当港においては、防波堤のなご一層の急速施工が要求される。そのために、気象・海象予測精度の向上、ケーソンの急速すえつけの点などさらに改善の余地があると考えられる。またケーソン中詰めについては、外港しゅんせつにおけるポンプ船の活用によって、時間短縮を図ることも検討している。さらに今後、場外で製作されるケーソンをいかに能率的に進水させるかについても検討せねばならない。

**c) しゅんせつ**

礫混り砂のしゅんせつ、長距離排送の問題は今後も直面する課題であろう。特に南航路しゅんせつになると排送距離は 4~4.5 km に達し、また北航路では、厚い礫混り砂の層がひろがっている。なお、外港しゅんせつにあつては、特に港口部しゅんせつの方法が問題となってくる。

**d) 港内汚濁対策**

掘込み港湾の特性として、将来必ず表面化の問題で

ある。現在県において、模型実験等による調査研究を進めているが、汚濁の度合い、工場取排水の影響、さらに港内水入れかえの方法として、背後河川水の利用の是非等、なお今後の課題は大きい。

**e) 港内埋没**

防波堤完成時における漂砂の動向が鍵であるが維持、しゅんせつの方法等、対策を進める時期にきている。

**4. む す び**

鹿島港の建設は、本文で述べてきたとおり、いろいろの問題に直面しながらも中盤に入り目下順調に進行している。現在は企業の進出と港湾建設とが肩をならべて進んでいる状態で、港湾利用者としての企業側から、当港がより効率的に機能発揮できるよういろいろの要望が出されている。われわれは、港湾機能が一部の利用者に偏することがなく、全体的な立場になって、当港の計画を実地に移して行きたいと願っている。

本稿は港湾建設工事中間報告ということであったが、建設工事の特色、さらには鹿島港の現在の海を、より一層理解して戴くために港湾の全般にわたってふれた次第である。  
(1967.7.10・受付)

# 新しい軟弱地盤処理工法

日本道路公団理事 藤森謙一・日本道路公団理事 内田襄編著・B5判/460頁 上製 定価 3,400 円230円

- 現場ですぐ役立つ軟弱地盤処理工法の設計と施工
- 新しい軟弱地盤処理工法を初めて体系づけた技術書
- 薬液注入工法ほか新しい地盤改良工法の紹介

**●本書の特色**

- 本書を研究することによって
1. 各種軟弱地盤処理工法の選定が可能
  2. 各種軟弱地盤処理工法の設計と施工が可能
  3. 特殊な軟弱地盤処理工法の施工法がわかる

**■ 主要目次**

<p><b>第1章 軟弱地盤の調査</b></p> <p><b>第2章 軟弱地盤処理工法の計画</b></p> <p>第1節 軟弱地盤と構造物との関係</p> <p>第2節 設計</p> <p>第3節 各工法の効果および工法の選定</p> <p><b>第3章 軟弱地盤処理工法</b></p> <p>第1節 軟弱重工法</p> <p>3.1.1 軟弱重工法</p> <p>3.1.2 真空工法</p> <p>第2節 排水工法</p> <p>3.2.1 サンドドレーン</p> <p>(1) サンドドレーン工法</p> <p>(2) オランダ式サンドドレーン</p>	<p>工法</p> <p>(3) ジェット式サンドドレーン</p> <p>3.2.2 ベネパードレーン</p> <p>第3節 振動等を利用した締め固め圧入工法</p> <p>3.3.1 サンドコンパクションバイル工法(バーカッション式)</p> <p>3.3.2 サンドコンパクションバイル工法(振動式)</p> <p>3.3.3 バイアプロフローテーション工法</p> <p>3.3.4 十字バイプロ工法</p> <p>第4節 排水工法</p> <p>3.4.1 ウェルポイント</p> <p>(1) ウェルポイント</p>	<p>(2) 高揚程ウェルポイント</p> <p>3.4.2 バキュームデープウェルおよびジメンスウエル</p> <p>第5節 電気化学的処理工法</p> <p>第6節 置換工法</p> <p>3.6.2 掘削置換工法</p> <p>3.6.3 字べり置換工法</p> <p>3.6.4 爆破置換工法</p> <p>第7節 超軟弱地盤の表層処理工法</p> <p><b>第4章 その他の地盤の改良工法</b></p> <p>第1節 薬液注入工法</p> <p>4.1.1 L.W(不安定水ガラス)工法</p> <p>4.1.2 ハイドロック工法</p> <p>4.1.3 ケミセクト工法</p> <p>4.1.4 アクリル系</p> <p>4.1.5 クロムリグニン系</p> <p>4.1.6 真空グラウト工法</p> <p>第2節 石灰工法</p> <p>第3節 加熱安定工法</p> <p><b>第5章 軟弱地盤処理工法の実施例</b></p> <p>第1節 国道30号緑荘内幹線橋工事</p> <p>第2節 大垣地区</p> <p>第3節 八郎島</p> <p>第4節 泥炭地</p> <p>第5節 名古屋港高潮防波堤</p> <p>第6節 東海道新幹線</p> <p>第7節 公園住宅</p> <p><b>第6章 軟弱地盤処理用機械</b></p>
--	---	---

**新しい仮設工事の設計と施工**

八島忠編著 B5版 530頁 上製  
図版・写真版 800個以上 定価 3,600円 送料 150円

**新しい基礎工法の設計**

八島忠・中島武編 B5版 421頁 上製  
図版・写真版 450個以上 定価 2,600円 送料 130円

**新しい土留工法**

藤森謙一・内田襄編 B5版 440頁 上製  
図版・写真版 560個以上 定価 3,400円 送料 200円

**近代図書株式会社**

東京都千代田区九段北1の6の7  
電話 (263)3871・3872 (261)5818・5819 振替 東京23801番