



海域制御構造物の開発に関する共同研究報告書 (12)

平成2年11月

建設省土木研究所
河川部海岸研究室

Copyright © (1990) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

海域制御構造物の開発に関する 共同研究報告書(12)

建設省土木研究所	海岸研究室	室 長	宇 多 高 明
		研究員	小 俣 篤
石川島播磨重工業(株)	機械鉄構事業本部		櫻 井 清 一
(株) 大 林 組	設計第一部		増 井 直 樹
五洋建設(株)	土木設計部		喜 島 恭 彦
清水建設(株)	技術第一部		吉 田 洋二郎
東亜建設工業(株)	技術開発部		荻 野 秀 雄
東急建設(株)	施工本部土木技術部		原 幸 一
東洋建設(株)	土木本部工事部		原 敬 一
戸田建設(株)	土木技術開発室		佐 藤 敏 文
飛島建設(株)	研究開発部		大河原 重 昭
日本テトラポッド(株)	技術部		野 口 雄 二
三井建設(株)	東京土木支店		安 芸 義 兼

要 旨

MMZ計画策定の手引き(案)は計画編、構造設計編、施工編、維持管理編の4編からなる。本報告は、これらのうち施工編の原案を取りまとめたものである。本手引き(案)施工編では、海域制御構造物の施工一般に係わる事項、および各型式の施工に係わる事項を取りまとめた。

キーワード：海洋開発、MMZ計画、共同研究、海域制御構造物、手引き(案)、施工編、

施工法

序 論

(1) はじめに

近年、余暇時間の増大にともない、地方自治体をはじめとして全国各地でリゾート開発に関する関心が高まっている。こうした中で海洋性レクリエーションに関する需要も高まりつつあり、建設省でもマリーナ・マルチ・ゾーン (MMZ) 構想を推進し、外洋に面した沿岸域の有効利用を図ろうとしている。この構想の軸になるのが、沖合の水深 5 ～ 20m に設置され、波、流れ、漂砂を制御することのできる海域制御構造物である。この構造物によれば、その消波効果によって静穏な海域環境を創出することができ、さらに背後の沿岸域を高度に利用可能となる。

土木研究所では、沿岸域の有効利用を旨とした MMZ 構想を推進するために、総合技術開発プロジェクト「海洋利用空間の創成・保全技術の開発」に関する研究を昭和61年度より実施している。また、この総プロの一環として昭和61年 8 月より土木研究所と民間企業15社との間で共同研究「海域制御構造物の開発」を進めている。その成果の一部は既に「海域制御構造物の開発に関する共同研究報告書(1)～(11)」としてとりまとめた。本報告書は、海域制御構造物の施工に関する研究開発の結果を「MMZ計画策定の手引き(案)施工編」として取りまとめたものである。ここに述べられている内容は、共同研究の一環として設けられた施工ワーキングにおける検討の結果得られたものであり、最終的には委員会等での検討を受け完成されるものである。

(2) 研究の目的と研究体制

本共同研究は、昭和61年度より開始された総合技術開発プロジェクト「海洋利用空間の創成・保全技術の開発」の一環として、同年 8 月より土木研究所と民間企業15社の間で進められている。民間企業15社は、以下の 3 グループに大別される。

第 1 グループ 乱れと反射を利用した海域制御構造物の開発

飛島建設(株)

清水建設(株)

三井建設(株)

五洋建設(株)

大成建設(株)

第 2 グループ 没水型消波構造物の開発

清水建設(株)

大成建設(株)・(株)間組・東急建設(株)・石川島播磨重工業(株)

東洋建設(株)

日本テトラポッド(株)

第 3 グループ ハイブリッド型消波構造物の開発

(株)大林組

住友金属工業(株)・東亜建設工業(株)

新日本製鐵(株)・戸田建設(株)

また、土木研究所側は昭和63年度より第1, 第3グループに関して海岸研究室のほかに構造研究室, 基礎研究室が参加している。本総プロでは、最終的な研究成果として、「MMZ計画策定の手引き(案)計画編, 構造設計編, 施工編, 維持管理編」を作成することを目ざしている。この目標を達成させるために、消波, 構造, 施工の3ワーキングを設け、手引き(案)作成のための検討を進めてきた。本報告書は、施工ワーキングでの検討結果に基づいて作成された「MMZ計画策定の手引き(案)施工編」である。以下に施工ワーキングの構成員を示す。

建設省土木研究所	海岸研究室	小 俣 篤
石川島播磨重工業(株)	機械鉄構事業本部	櫻 井 清 一
(株)大林組	設計第一部	増 井 直 樹
五洋建設(株)	土木設計部	喜 島 恭 彦
清水建設(株)	技術第一部	吉 田 洋二郎
東亜建設工業(株)	技術開発部	荻 野 秀 雄
東急建設(株)	施工本部土木技術部	原 幸 一
東洋建設(株)	土木本部工事部	原 敬 一
戸田建設(株)	土木技術開発室	佐 藤 敏 文
飛島建設(株)	研究開発部	大河原 重 昭
日本テトラポッド(株)	技術部	野 口 雄 二
三井建設(株)	東京土木支店	安 芸 義 兼

(社名のアイウエオ順)

目 次

序 論

「MMZ 計画策定の手引き（案）施工編」

..... 共 通 編

第1章 総 則	1
第2章 型 式	2
第3章 事前調査	4
3.1 概 説	4
3.2 気 象	4
3.3 海 象	6
3.4 地形・土質	8
3.5 施工環境条件の調査	9
第4章 工程計画	12
4.1 概 説	12
4.2 稼働率	12
4.3 工程計画	14
第5章 安全管理	15
5.1 概 説	15
5.2 安全管理の基本	15
5.3 安全管理組織の設置・運営	17
5.4 災害事故防止対策	18
5.5 緊急措置	19
第6章 関連法規	21
6.1 概 説	21
6.2 主要法規の概要	21
6.3 工事許可申請の手続き	24
第7章 品質・出来形管理	26
第8章 施工方法、仮設計画の共通事項	27
8.1 杭打ち工	27
8.2 捨石工	28
8.3 鉄筋コンクリート工	30
8.4 仮設計画	31

..... 特定型式編

第9章 連結ブロック式	33
第10章 H型スリット板ジャケット式	46
第11章 スリットケーソン式 (有脚式)	55
第12章 斜板ジャケット式	65
第13章 斜板ケーソン式	75
第14章 中詰スリットセルラー式	89
第15章 並列Y字壁式	96
第16章 スリットケーソン式 (重力式)	106
第17章 鋼板セル式	111
第18章 捨石式	126
第19章 膜構造式	132

あとがき

第1章 総 則

本手引きは海域制御構造物の施工に関する技術的基準を取りまとめたものである。海域制御構造物は、当該海岸の自然・社会条件等を十分に把握した上で、安全かつ合理的に施工しなければならない。

〔解 説〕

海域制御構造物は波、流れ、漂砂を制御し、静穏海域を創出することを目的として水深5～20mの海域に設置される海洋構造物であり、その施工は種々の自然・社会条件の制約を受ける。したがって海域制御構造物の施工に際しては、当該海岸の自然・社会条件を十分に把握して慎重に計画を立案するとともに、施工の安全にも十分に配慮しなければならない。また、海上での構造物の施工に関しては種々の施工関連指針があるので、本手引きのほかにこれらの指針（下記）にも準拠する必要がある。

<準拠すべき指針の一覧>

土木工事共通仕様書	建設省各地方建設局
土木工事施工管理基準	建設省各地方建設局
土木工事品質および出来形の規格値	建設省各地方建設局
土木工事安全施工技術指針	全日本建設技術協会、建設省大臣官房技術調査室監修（昭和63年）
港湾工事共通仕様書	日本港湾協会、運輸省港湾局編修（昭和58年）
港湾工事品質・出来形管理基準	日本港湾協会、運輸省港湾局編修（昭和63年）
港湾工事安全施工指針	日本埋立浚渫協会（昭和61年）
海洋工事安全施工要領	日本土木工業協会他（昭和62年）
コンクリート標準示方書	土木学会（昭和61年）

陸上工事、海上工事は種々の法規によって規制を受ける。海域制御構造物の施工に当たっても、これらの法規を遵守しなければならない。

第2章 型 式

施工性から見た海域制御構造物の型式分類は次のようである。

- 有脚式
- 重力式
- 鋼鈑セル式
- 捨石式
- 膜構造式
- その他

〔解 説〕

ここで取り上げる海域制御構造物は、「計画編」第4章で記述されている構造・施工型式の構造物である。構造物の施工手順、施工方法等は型式ごとに異なるので、MMZ計画の策定に際しては、当該海岸の自然・社会条件を十分に把握し、これらの条件と施工性の関係について十分な検討を行う必要がある。

各型式のうち、有脚式はブロック、鋼製ジャケット、ケーソン等の構造物本体を基礎杭により支持し、海底に固定する型式である。重力式は海底に設置した捨石マウンド等の基礎の上にケーソン等の構造物本体を設置する型式である。鋼鈑セル式は鋼鈑セルを海底地盤中に根入れさせた上、セル内に中詰材を投入する型式である。没水捨石式は海底に投入した砂・石等の中詰材を被覆石、被覆ブロック等で覆う型式である。膜構造式は膜材でできた袋体の中に海水等の流体を充填して海底に固定する型式である。各型式の構造の詳細は「計画編」を参照されたい。施工の観点から見た各型式の特徴を表-2.1に示す。

表-2.1 各型式の施工性に関する対照表

構造・施工型式		堤体の構築概要	製作ヤードの条件	堤体の運搬・据付の条件
有脚式	連結ブロック式	ガイドを仮設して精度良く杭打ちを行い、杭にブロックを組み込む。	プレキャストブロック製作には大型の施設を必要としない。	ブロックの運搬・据付には中規模の起重機船が必要である。
	H型スリット板ジャケツト式	ジャケツト型の堤体を精度良く設置し、ジャケツトをガイドとして杭を打設する。	鋼製ジャケツトおよび大型RC構造物の製作ヤードが必要である。	運搬には大型起重機船を用いるか、または台船への積載曳航が必要である。据付には大型の起重機船が必要である。 ----- (浮上ケーソンとすれば曳航も可) -----
	斜板ジャケツト式			
	スリットケーソン式	ガイド管付ケーソンを精度良く設置し、ガイド管付ケーソンをガイドとして杭を打設する。	大型RC構造物の製作ヤードが必要である。	
重力式	斜板ケーソン式	陸上で製作した堤体をマウンド上に設置する。		
	スリットケーソン式			
	中詰スリットセルラー式			
	並列Y字壁式	捨石置換した海底面上に堤体を設置する。		
鋼板セル式		堤体を直接海底に打設する。	鋼板セルの製作ヤードが必要である。	
捨石式		捨石およびブロックを投入し敷均す。	被覆ブロックの製作には大型の施設を必要としない。	起重機船等を特に必要としない。
膜構造式		堤体を海底に直接設置する。	膜体は専門の工場で製造する。	中規模の起重機船が必要である。

第3章 事前調査

海域制御構造物を合理的かつ安全に施工するためには、当該海岸の自然・社会条件を十分に調査して、適切な施工条件を設定する必要がある。事前調査では、気象、海象、地形・土質、施工環境条件について調べる必要がある。

〔解 説〕

3.1 概 説

施工に関する事前調査の目的は、主として以下の作業の基礎資料を得ることにある。

- ① 海上作業の稼働率を求める。
- ② 構造物の施工時の安定性を確認する。
- ③ 施工方法、機械、設備、作業船の選定を行う。
- ④ その他の施工計画を作成する。

事前調査のうち、自然条件に関する項目には気象、海象、地形・土質などがある。これらの調査では、海域制御構造物の計画・設計時に行われた各種調査機関の資料・定期刊行物、近隣の気象台、観測所等の資料、当該海岸における過去の施工実績等をできるだけ入手する必要がある。さらに、事前に現地踏査を行うとともに、必要に応じて現地

観測、深浅測量、土質調査等を実施する。また、施工に際しては施工環境条件に関しても調査を行う必要がある。事前調査の項目を表-3.1にまとめて示す。環境保全に係わる調査の方法に関しては、法律、通達等によって定められている事項が改訂されていないかどうかを常に確認しておく必要がある。

表-3.1 事前調査の項目

事 項	調 査 項 目
気象	風、降雨、降雪、霧、雷、気温
海象	波浪、潮位、潮流、漂砂、水温、流水等
地形・土質	地形、土質
施工環境条件	作業基地・陸上製作ヤード、避泊地・着岸施設、周辺施設、漁業関係、底質、水質、危険物

3.2 気 象

3.2.1 風

(1) 一 般

風は波浪や高潮の発生を支配するとともに、海上工事のための作業機械や船舶の稼働を阻害する要因となるため、設置海域の風の特徴を十分把握する必要がある。風向、風速の記録は、気象庁が求めているの

で、比較的容易に各地区の特徴を知ることができる。気象庁の風速記録は一般に地上約10mで測定されたものであり、これらの記録をもとに工事区域の風向、風速の特性を推測する場合には、海上と陸上の差、高さの差等観測地点との違いを確かめ補正する必要がある。また、海上風の風速は通常陸域の1.5倍程度になるので注意が必要である。

施工環境条件として用いられる風の実測記録には、各地の気象台や観測所で取得されている観測記録を利用することが多い。気象観測は特例的な場合を除き、気象業務法を基本とする関係法令の適用を受け、定められた基準、方法によって実施されている。記録は既に資料として編集され販売されている例もある。気象庁および関係機関から定期的に刊行されている資料を表-3.2に示す。

表-3.2 気象関係の刊行資料

気象要覧	気象関係の統計値および解説	備考
気象庁海洋気象観測資料	波浪等の海上気象関係資料	2回/年
ベビーマップ	毎日9時の縮刷天気図	月刊
その他	累年気候表、各種年表、台風経路図	——

(2) 台風および季節風

台風は太平洋上に発生した熱帯低気圧が発達して中心風速が17m/sec以上に発達したものであり、気圧低下や強風を伴うので高潮や高波を発生させる要因となる。強風や高潮、高波は、施設や施工途中の構造物に多大な被害を与えるので、当該海岸に来襲する台風の性質を十分に把握しておく必要がある。台風の発生回数は年間20～30回程度であるが、それらのうち日本本土を襲う台風は、多くて年間5～10個である。また、大部分は7～11月に来襲する。風は台風の中心に向かって反時計回りの方向に吹き込む。したがって、風の影響は台風の進行方向の右側（危険半円）において大きく、高潮などの被害も生じ易い。台風が来襲する恐れのある場合には、作業船の退避や手もどり防止等の対策を事前に検討しておく必要がある。

日本海沿岸では冬季の西高東低の気圧配置により強い季節風が発達し、高波浪が頻繁に来襲する（冬季風浪）。また、冬の終りから春先にかけては、大陸で発生した低気圧が著しく発達して東ないし北東に進み、日本海および北海道沿岸に強風、異常波浪をもたらすことがある。「春一番」はこの種の低気圧による強風を表す。したがって、施工計画を作成する際にはこのような季節風の特徴を十分に理解しておく必要がある。

3.2.2 降雨、降雪、霧、雷

降雨、降雪は一般に工程を阻害する要因となる。したがって、工事区域における年間降雨量、月別降雨日数等の降雨特性を把握する必要がある。降雪は作業基地内施設の積載荷重となるほか、冬期の陸上作業工程を支配する要因となる。

霧や雷は海上作業や作業船の航行に支障を与える要因であり、発生時期や場所に極めて特徴があるので、過去の記録や地元での情報を収集し、工事の阻害とならないよう注意する必要がある。

これらの資料としては、表-3.2に示した刊行物を用いるとよい。

3.2.3 気温

気温はコンクリート工事における温度管理や鋼構造物の出来形管理等に影響を与える要因であるから、事前に十分把握しておく必要がある。この場合にも表-3.2の資料を用いることができる。

3.3 海 象

3.3.1 波 浪

海上工事は、波による影響を特に大きく受ける。波が高いと作業船の動揺が激しく施工不能になったり、ケーソンの中詰めや裏込めの流出、コンクリート型枠の流失などの手もどりを生ずる原因となる。また、季節によっては、午前中は穏やかでも午後から高波浪となり工事ができなくなることもある。また、波向も海上工事においては重要な影響要因であるので、波高、周期同様に事前の把握が必要である。したがって、当該海岸における波浪の出現率、年間や一定期間（季節、月、週）内の波向別波高・周期の出現頻度を把握しておく必要がある。

海の波は不規則な波形をしており、一般にはこれを統計的に処理した代表波として表示される。

① 最高波 ($H_{\max}$, $T_{\max}$)

ある波群中で最大の波高を示す波

② 1/10最大波 ($H_{1/10}$, $T_{1/10}$)

ある波群に関し、波高の高い順に全波数の1/10の数の波を選び出したとき、それらの波の平均波高および平均周期を有する波を1/10最大波という。

③ 有義波 ($H_{1/3}$, $T_{1/3}$)

ある波群に関し、波高の高い順に全波数の1/3の数の波を選び出したとき、それらの波の平均波高および平均周期を有する波を有義波と言う。

波浪の資料としては近隣の観測所（海岸保全施設築造基準参照）で得られた資料を用いるとよい。既存の資料のない場合には波浪推算による予測を行う必要がある。

3.3.2 潮汐、潮位

潮汐は太陽や月の天文現象に基づく規則的な潮位変動で、普通1日2回、場所と時期によっては1日1回の変動を繰返す。しかも変動の幅は時間的に変化するので、海上工事では潮汐資料抜きで施工計画を作成することは不可能である。海上保安庁発行の潮汐表あるいは気象庁発行の潮位表をもとに、施工時の潮位（天文潮）を常に把握することが大切である。

1日2回潮のとき周期は平均12時間25分であり、
1日1回潮の周期は24時間50分である。

潮差は朔（新月）および望（満月）の1～3日後に最も大きくなる（大潮）。また、上・下弦の1～3日後には最も小さくなる（小潮）。1年のうちでは春・秋分前後の潮差が最大である。潮位は種々の状況に応じそれぞれ次のように定義される（図-3.1参照）。

▽	計画高潮位 (H. H. W. L.)
▽	朔望平均高潮位 (H. W. L.)
▽	大潮平均高潮面 (H. W. O. S. T.)
▽	小潮平均高潮面 (H. W. O. N. T.)
▽	平均潮位 (M. S. L.)
▽	小潮平均低潮面 (L. W. O. N. T.)
▽	大潮平均低潮面 (L. W. O. S. T.)
▽	朔望平均干潮位 (L. W. L.)
▽	基本水準面 (C. D. L.)

図-3.1 潮位の説明図

① 計画高潮位 (H. H. W. L.)

当該海岸で生じる計画上の最高潮位。一般に朔望平均満潮位に偏差を加えて求められる。

② 平均潮位 (M. S. L.)

ある期間中 (実用上は 1 カ年) の潮位を平均した潮位。

③ 朔望平均満潮位 (H. W. L.), 朔望平均干潮位 (L. W. L.)

我が国において慣用的に用いられている潮位で、朔および望の日から 5 日以内に現われる各月の最高 (低) 潮位を平均した水位。

④ 大潮平均高潮面 (H. W. O. S. T.), 大潮平均低潮面 (L. W. O. S. T.)

大潮時の高潮あるいは低潮を長期間にわたり平均した潮位。

⑤ 小潮平均高潮面 (H. W. O. N. T.), 小潮平均低潮面 (L. W. O. N. T.)

小潮時の高潮あるいは低潮を長期間にわたり平均した潮位。

⑥ 基本水準面 (C. D. L.)

海図の零位、すなわち海図の水深の基準値のことであり、平均水面から主要 4 分潮の半潮差の和を差引いた水位。

基本水準面はその港の最低低潮面とほぼ一致する。ただし、日本海沿岸などでは干満の潮位差に比べて平均水面の季節的な変動が激しいため、基本水準面より低い潮位が現われる場合があることに注意する必要がある。海上工事では、基準 (零位) とすべき水面に工事用基準面 (W. D. L.) が定義される。一般に、我が国ではこの基準面を基本水準面と一致させることが多い。また、基本水準面と東京湾平均海面 (T. P.) との関係を明らかにしておく必要がある。なお、これら基準面のほかに検潮記録の読み取り基準面 (O. D. L.), 各地域で慣習的に用いられている O. P., Y. P. 等の基準がある。潮位を使用する際には以上の基準面をとり違えないように留意する必要がある。

当該海岸で使用できる潮汐資料のない場合には潮位観測を行う必要がある。この場合、量水標をを設置して潮位を観測する方法が一般的である。量水標を設置する際には、沈下や移動が生じず、波浪による水面変動ができるだけ少ない場所を選定する必要がある。水面が動揺している時の読み取り方としては、はじめに波の山の水位を続けて 10 個、次に波の谷の水位を続けて 10 個読み取り、この 20 個の水位を平均する方法が一般的である。

3.3.3 潮 流

潮流は潮汐の干満に伴って湾内または海岸付近に生ずる海の流れであり、その大きさや方向は周期的に変化する。潮流は一般に大潮時に速く、小潮時に遅い。潮流速が特に大きい場合には、海中作業はもちろん、船舶の係留、ケーソンの据付等の海上作業が困難となる。このような場所で施工を行う際には、潮流の時間的な変化、表層から低層までの流速分布等を十分に調査しておく必要がある。潮流は潮汐とは異なり局所的に流向流速が変化する場合が多いので、建設地点の潮流資料は現地での観測、情報収集により取得することが望ましい。我が国の代表地点の潮流資料には、潮汐と同様に潮位表、潮汐表を用いることができる。

3.3.4 漂 砂

海浜や海底を構成する底質が波や流れなどの作用によって移動する現象を漂砂と呼ぶ。風による海浜の砂の移動（飛砂）を広義に漂砂に含める場合もある。

海浜に設置した仮設施設周辺では沿岸漂砂による堆積または侵食を生じることがある。また、海中に設置する SEP の脚周辺では、高波浪により洗掘を生じて工事の障害となることもある。このように、浅海域、特に碎波帯内での基礎工事は、漂砂の影響を受けることが多いので、施工箇所周辺の漂砂特性（沿岸漂砂の卓越方向、底質粒径、移動限界水深、沿岸漂砂量等）とその影響範囲を十分に把握しておく必要がある。

3.4 地形・土質

3.4.1 海底地形

海底地形は一般に深淺測量により測定される。深淺測量は、計画・設計段階でなされるので、施工時には既存資料の補充またはチェックが主となる。その目的は、次の通りである。

- ① 広い地域の海底地形の概要を知る。
- ② 航路および泊地の水深を調査する。
- ③ 施工数量を算出する。
- ④ 施工着手前および施工後の海底地形変化を調べる。

深淺測量は、測定位置の平面的な測量と水面から海底までの水深測量から構成され、各々は測量結果に要求される精度によって方法が異なる。また、その精度は、位置測量と水深測量のうち精度の悪い方に支配される。したがって、両者の精度のバランスを考えることが重要となる。

a) 測深の基準面

音響測深機またはレッドで測定した水深は、測深時の水位を基準として記録される。測深時の水位は潮汐、波浪によって絶えず変動するから、絶対的な基準面を基準とする値に補正する必要がある。基本水準面が設定されている水域においては、基本水準面を水深の基準面とする。測量予定区域の基本水準面が明らかでない場合は、潮位を観測し、調和分解によって基本水準面を設定する。基本水準面を水深の基準として用いる場合には、海上保安庁が公表した最新の資料を用いることを原則とする。

b) 測深方法および測深機器

主な測深方法としてはレッドによる方法と音響測深機による方法に大別される。その他、測深ポールを利用する方法もある。測深方法を選定する条件は、測深面積、測点数、計測深度と精度、機械器具の調達条件等である。

音響測深機は、超音波発生装置、受信装置、記録装置および動力源から成る。海水温や塩分濃度が標準値と異なると、超音波の速度が変化し、誤差の原因となるので補正が必要となる。

レッドを用いた測量では、ロープの先端に取り付けたレッド（重錘 4～8 kg）を吊り下げて海底に着地させ、そのときのロープの長さより水深を測定する。したがって、潮流流速の大きな所ではレッドが流されたり、あるいはロープがたわむ等の原因で誤差が大きくなり得ることに注意を要する。

3.4.2 土 質

土質は、施工法や機械能力の検討、工程計画の作成等の基礎資料として無くてはならないものである。施工に関して必要な土質資料は、土質の種類や成層状況を知るための土質柱状図、地盤の固さを知るためのN値等である。施工地域の土質は通常設計図書に示されるが、示された区域外の土質条件が知りたい場合や、既存の土質資料が不十分と考えられる場合には、土質調査を別途実施する必要がある。

土質を判断するために必要な資料の採取方法や分析試験の方法は、施工方法、目的によって異なる。したがって、調査を必要とする工種、調査方法に応じて工事内容に適した調査を行うべきである。また、調査結果は建設地点の土質の代表値となるため、調査位置の選定にも十分に配慮する必要がある。

3.5 施工環境条件の調査

3.5.1 一 般

ここでいう施工環境条件とは、作業基地、陸上製作ヤード、避泊地・着岸設備、周辺施設等の立地条件、漁業への影響、水質等の環境条件、危険物の有無等である。これらの調査に当たっては、現地踏査により周辺施設の状況を把握し、関係する諸官庁、漁業組合、地元団体等へ出向いて十分な調査を行い、工事中に周辺環境へ悪影響を及ぼさないようにしなければならない。

3.5.2 作業基地、陸上製作ヤード

工事には作業基地が必要である。作業基地の機能が不十分であると、施工中の作業能率の低下や作業員のストレスの要因となることもあるので、十分な調査の上で作業基地の計画を作成する必要がある。また、作業基地には倉庫、材料置場の機能や、居住性が必要とされる場合が多い。このため、作業基地の仮設に際しては、飲料水および生活用水の確保は必要不可欠であり、水道の取水位置や容量等を調査する必要がある。現場で必要とする水量が多い場合には在来の利用者の利便を阻害することもあるから、そのような場合には水道管理者との協議が必要である。また、状況によっては井戸の新設が必要である。

陸上製作ヤードは資材の仮置場、コンクリートプラント、ブロック製作・仮置場等からなり、施工に欠かすことのできない施設である。したがって、その仮設に当たっては、十分な面積を有するとともに搬入・搬出が効率的な場所を探す必要がある。一般には、着岸施設と隣接することが望ましい。陸上製作ヤードまでの道路状況については、搬入する資材、機械の形状寸法を考慮して検討する。特に交通規制を必要としたり、運送時間を制限される場合には、海上輸送による方法も検討する。また、電力を外部から得る場合には、電力を使用する時期や電力利用のための手続きについて調査する。工事用水の排水は、濁水処理が必要となる場合もあるので、施工計画時に検討しなければならない。

作業基地および陸上製作ヤードの仮設においては、まず施工に必要な機械、資材の置場や事務所、倉庫、宿舍などの建物に必要な用地を確保する。用地には、公共用地を利用できる場合、民有地を借用する場合などがあるが、利用目的の制限を受ける場合もあるので都市計画上の地域指定や付近の土地利用状況を十分に調査した上で決定すべきである。また、建設工事のための作業基地は、地域の生活環境を乱すと受け取られる例もあるので、作業基地周辺の地域住民との相互理解が得られるように配慮することが重要である。

3.5.3 避泊地・着岸施設

海上への資機材の搬出、作業員の往来、荒天時の作業船の待避等のために、避泊地および着岸施設を計画しなければならない。避泊地は、描鎖や描索を伸出できるよう陸岸の広さ、障害物、水深等に注意するとともに、外海の波浪が遮られる箇所に設ける必要がある。一般には工事海域近隣の港湾の中で、十分な余裕のある港が選定される。また、事前に海上保安部、漁業組合、付近の作業所等と調整を行っておく。

着岸施設は、荷役作業の規模、能力、作業時間等と密接に関係するので、泊地および接岸進入路の広さ、海面の静穏度、クレーンの設置計画等を考慮して計画する必要がある。

3.5.4 周辺施設

施工の障害となる施設、あるいは施工により影響を与える施設（海底ケーブル、ブイ等）がある場合には、その取り扱いについて施設の管理者等と協議する必要がある。埋設物などは、防護、移設、一次撤去等について協議する。また、空港付近では、航空法により作業船の高さの制限を受けることがある。

3.5.5 漁業関係

漁業に及ぼす種々の影響に関しては、計画の段階で漁業補償等の合意が図られるが、施工に伴う水質の変化や海上交通の制限などにおいて問題が生ずることがあるので注意を要する。海域の漁業施設には魚礁、定置網、いけす等が、海浜では漁網の干場修理場等がある。これらの施設の設置期間、漁期は一定していないことが多いので、施工に当っては同じ海面を利用する立場からこれらの設置状況をよく把握しておかなければならない。

3.5.6 底質、水質

工事に伴って発生する水底土砂を処分する場合、「海洋汚染および海上災害の防止に関する法律」（昭和45年法律第136号）に規定される有害水底土砂、または「底質の暫定除去基準」（昭和50年10月28日、環境庁水質保全局）を越える底質に該当すれば、法規上の制約が課せられる。そのため、海上工事で水底の土砂を処分するときは、これらの法律、基準に該当するかを、事前に調査しなければならない。

有害水底土砂または暫定除去基準値を越える底質を処分するときは「底質の処理・処分等に関する暫定指針」（昭和49年5月30日、環境庁水質保全局）によって水質の調査が必要になる。その他の普通の底質を処分する場合でも、工事の性質、周辺の環境により、適宜必要な項目について水質の調査を行う。測定方法は「水質汚濁に係る環境基準について」（昭和46年環告第59号）に定める方法によるものとする。

3.5.7 危険物

機雷や爆弾類が埋没している可能性を残す海域では、海上工事に際して爆発等による事故を未然に防止するために、工事着手前に探査工を行う必要がある。探査工は、磁気探査、潜水探査および確認探査から成る。磁気探査によって異常磁気反応を検出した場合には、潜水探査でさらに入念に探査し、磁気反応の対象物体を取り除いて再度確認のために磁気探査（確認探査）を行う。

(1) 磁気探査

磁気探査には、埋没鉄類の強磁性を利用する方法が取られている。磁気探査の主要機器はセンサー（磁気探査装置）のほかセンサーと海底面の距離を測るための音響測深機、センサーの位置を測定するための位置測定装置から成る。

(2) 潜水探査

潜水探査は、磁気探査の結果検出された異常地点を中心に、一定の範囲について潜水土によって異常物体を探査することをいう。あらかじめ設定した浮標や見通し竹を中心にして、所定の範囲をポータブル簡易探査計、または真ちゅう製の突棒を用いて調べる。

3.5.8 土捨て場、土取場

施工に必要な土砂、あるいは施工によって生じる残土の処理場を確保するために、事前に土捨て場、土取場を決定しておく必要がある。土捨て場、土取場の決定に際しては、工事の効率、周辺への影響を十分に考慮する必要がある（3.5.6 底質、水質参照）。

第4章 工程計画

海域制御構造物の施工においては、気象、海象条件等を十分に検討することにより算定した工種ごとの稼働可能日数、稼働率等をもとに工程計画を決める必要がある。

〔解 説〕

4.1 概 説

海上作業は、陸上作業に比べて一般に作業条件が不確定である。したがって、海域制御構造物の施工に際しては、気象、海象条件について検討した上で工種ごとの稼働可能日数、稼働率等を算定しなければならない。稼働可能日数とは、暦日による日数から休日および作業船の定期・臨時修理等による非稼働日と、気象・海象などの自然現象による稼働不可能日数を差し引いたものである。稼働不可能日数を算定する際に考慮すべき主な事項は以下の通りである。

- ①波浪（波高，周期，波向） ②風速，風向（卓越風向）
- ③潮位，潮流 ④降雨，降雪，霧
- ⑤気温，湿度，結氷 ⑥日出，日没時刻
- ⑦河川の水位・流量

事前調査によりこれらの条件を十分に把握するとともに、付近の工事实績等も参考にして稼働不可能日数を算定する。参考として、海上作業の工種別にみた波高，風速，潮流および降雨量に対する稼働限界条件の例を表4.1に示す。

4.2 稼 働 率

稼働可能日数の暦日日数に対する割合を稼働率と呼ぶ。工種毎の稼働率を算定するには、まず波高，潮流流速，風向，風速，降雨量等の各要因ごとに稼働不可能日数を求め、要因*i*の不稼働率 X_i を算定する。次に、波浪による不稼働率が独立して発生する確立 $1/N_H$ を1として、要因*i*の不稼働率が独立して発生する確立 $1/N_i$ を全要因について求める。最後に、次式により工種毎の稼働率 Y を算定する（表4.2参照）。

$$Y = 1 - \left\{ X_H + X_W \times \frac{1}{N_W} + X_R \times \frac{1}{N_R} + \dots \right\} \quad (4.1)$$

ここに、要因に関する添え字は、H：波高，W：風，R：降雨・・・を表わす。以上の方法が一般的であるが、気象・海象のデータが十分でないときは、過去の工事实績より適切な稼働率を決めることもできる。

作業の中には稼働できる静穏日が数日間継続しないと施工できない工種もある。例えば、ケーソンを曳航据付けする場合には、曳航据付けから中詰作業，蓋コンクリートの養生日程を考慮すると、作業可能日が連続して3～4日必要である。したがって、連続作業が可能な波高の出現率は過去の実績や最新の気象

-13-

提案者 1. 土木工業会、本州四国連絡橋施工計画における提案、3月、全般、昭和46年
2. "、"、明石海峡、昭和47年
3. "、"、備讃瀬戸、昭和48年
4. "、"、明石海峡、昭和49年
5. 日本建設機械化協会、東京湾横断道路工程計画分科会、昭和49年
6. 井上
7. 運輸省第二港湾建設局
8. Glenn
9. 鹿島港における海上工事作業基準

注1) Glennの提案は H_{max} で示されているので0.5倍して $H_{1/3}$ とした。
 注2) 井上の提案は時間当たり降雨量で示されているが、そのまま日当たり降雨量と考えた。
 注3) 自航とは通船や測量船等の航行、自航運搬船等による運搬をいう。
 注4) 電航とは非航作業船を電航または押船によって運搬することをいう。

表-4.2 稼働率算定手順

要因	稼働率	不稼働率	各不稼働率が独立して発生する確率	独立して発生する不稼働率
波(H)	y_H	$x_H = 1 - y_H$	1	x_H
風(W)	y_W	$x_W = 1 - y_W$	$1/N_W$	$x_W \times 1/N_W$
雨(R)	y_R	$x_R = 1 - y_R$	$1/N_R$	$x_R \times 1/N_R$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

情報をもとに、作業工程と合わせて算定する必要がある。

4.3 工程計画

(1) 一般

工程計画は、施工の実施段階を時系列で表示するものであり、施工計画の集約であるとともに、施工実施時の進捗状況の確認にも利用される。施工は一般に多くの工種から成るので、工程計画を作成する際には各種工種の施工順序や、工種別の作業量を決定する必要がある。施工順序を決定する場合には、各種作業の相互関連、海象・気象等の自然条件、作業船、資機材、作業員の確保等を考慮する必要がある。工種別の作業量は、作業用船舶・機械の能力および作業性を考慮し、各工種の作業所要時間を実績等より求めて時系列化して決定される。このとき、作業時間が制限される工種、あるいは連続して実施しなければならない工種があるので注意を要する。一般的な工程計画の作成フローを図-4.1に示す。

(2) 工程表

作成された工程計画を暦日に図表化したのが工程表である。工程表は施工計画の予定を示す役割のみではなく、工事の進捗状況を確認するためにも用いられるものであり、次の条件を満たしている必要がある。

- ① 施工の順序が明記されていること。
- ② 施工に必要な期間が把握できること。
- ③ 施工の進捗状況の確認に用いることができること。
- ④ 重点的に管理すべき工程が明示されていること。

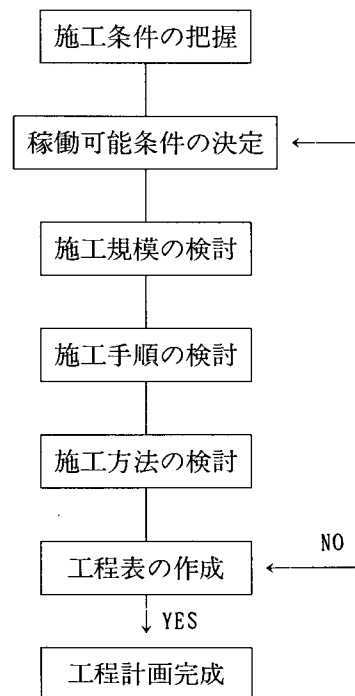


図-4.1 工程計画の決定フロー

第5章 安全管理

海域制御構造物の施工に際しては、陸上および海上での作業が安全かつ円滑に実施されるよう、適切な安全管理を計画、実施しなければならない。

5.1 概 説

海上工事では様々な自然現象によって施工の制約を受ける。したがって、作業が困難となることも多いので、安全管理を十分に検討して、工事の安全かつ円滑な実施を図る必要がある。

また、施工の安全管理は種々の建設工事に係わる法規の制約を受ける。陸上工事および海上工事を含めて、安全管理に適用される主な法規等を表-5.1に示す。安全管理を計画する場合には、これらの法規に従うとともに、現場の状況を十分に把握して、事故等が生じないように配慮しなければならない。

表-5.1 安全管理に関する主要法規

内 容	法 規
施工全般	労働基準法、労働安全衛生法、クレーン等安全規則 等
海岸関係	海岸法、港湾法、公有水面埋立法、河川法 等
船舶関係	船舶法、船舶安全法、船員法、海上衝突予防法、海上交通安全法 等
危険物関係	危険物の規則に関する政令・規則、消防法 等
公害関係	海洋汚染および海上災害の防止に関する法律、水質汚濁防止法、水産資源保護法、廃棄物の処理および清掃に関する法律 等

5.2 安全管理の基本

5.2.1 基本事項

(1) 原 則

安全に施工を進めるための基本は、海上工事の特異性を理解して、諸作業を効率的に進めることにある。そのために、着工に先立ち現場を綿密に調査するとともに、確実な施工計画を立案する必要がある。さらに、施工においては、海上作業独自の危険性を認識して安全管理を実施するとともに、作業者に安全の基本的事項を忠実に実行させ、工事全般の安全を確保する。また、自然状況の変化等に対しては、臨機応変に迅速かつ的確な措置をとるものとする。

(2) 調査・準備・施工および応急措置の基本要領

- a) 工事開始に先立って、現地海岸の気象・海象・地形・航路の状況・水深・地質条件等を十分に調査検討して施工計画を決定する。これが安全管理の前提条件である。
- b) 施工計画の作成にともない、作業基地の計画、設備・船舶・機械器具の配置、施工方法、工程等を検討し、これらに基づいて作業手順・所要人員・資材等の計画を作成する。
- c) 作業は、統一的な指揮系統の下に責任者の指示によって安全・確実・迅速に行う。
- d) 天候の急変等の突発的な変化に対して、責任者は予想し得る全ての緊急事態に対応できるように安全対策を講じておく。また、気象・海象の状況を常に把握して無理のないよう作業を進める。予想外の状況の変化に対しては、直ちに関係者に報告し、迅速・的確な措置を講ずる。
- e) 作業船の安全運行に万全を期するとともに、周辺海域における一般航行船舶等の安全確保にも十分配慮する。さらに、現場海域の環境の保全にも配慮する。

5.2.2 安全確保

(1) 工事海域の設定・表示

工事海域は、関係官庁等の許可・届出の際、指示設定を受けるものであり、灯浮標等により表示しなければならない。

(2) 航行船舶の安全確保

工事海域内の作業船、通船等に対する安全を確保する。

(3) 泊地の安全確保

工事海域の泊地（錨地および係留地）計画を作成し、泊地での作業の事故防止に務める。

(4) 係留船の安全確保

係留索、防弦材等を確実に機能させ、係留船の安全性を確保する。

(5) 作業基地、陸上製作ヤードの安全確保

作業基地、陸上製作ヤード内での作業、資材運搬、および周辺交通、周辺住民に対する安全を確保する。

(6) 気象、海象状況の監視

施工中の海象状況については、常に監視し作業条件を確認するとともに、気象・海象状況の急激な変化に備える必要がある。海上工事の場合には、特に波浪の変化に注意する必要がある。波浪観測手法は種々あるが、量水標等を利用した目視観測は様々な状況下で実施できるので便利である。この方法は、入射波を容易に見通すことのできる高い位置にトランシットを設置して、波の峰および谷の高さを量水標等の目盛りより直接読み取り波高を算出するものである。この場合、微小な波は無視して測定する。ただし、海面上の測定位置高さを Z 、測定対象の海面までの水平距離を X とすれば、 $X/Z \geq 20$ では一般に観測は困難となる。

5.2.3 警戒・警備

(1) 警戒船

下記事項のいずれかに該当する場合には、警戒船を配備する。

- ① 告示または公示による交通制限を伴う工事
- ② 航路、航路周辺海域等の船舶交通が特に輻輳する海域で行われる工事

③ 爆破作業，潜水作業等危険度の特に高い工事

警戒船は，作業の実施海域付近において主として次の業務を行う。

- ① 工事作業および航行制限の内容に関する情報を通航船舶等へ提供する。
- ② 工事作業の実施海域に異常接近する船舶等に対して注意を喚起する。
- ③ 工事作業の実施海域内の関連施設および工事作業に従事する船舶に異常接近する船舶等の監視を行うとともに，関係者への通報を行う。
- ④ 工事作業の区域を示す標識その他の関連施設の異常の有無を監視するとともに，関係者に通報する。
- ⑤ 工事作業の実施に伴って発生した海上交通の安全を阻害する事故に対し，人命の安全の確保および被害拡大防止のための必要な措置を行う。

警戒船の配備隻数は，工事实施海域に異常接近した船舶が回避限界線に到達するまでに注意を喚起することが可能であるように決定する。

(2) 陸上の警備

作業基地，陸上製作ヤード内での作業，資材の運搬等においては，作業員，周辺交通，周辺住民の安全を確保するために警備員を配置することが必要である。

(3) 警戒業務管理

警戒業務を適切に実施するため，警戒業務管理者等を選任し，管理体制を整備する。

5.2.4 運行管理

施工においては，使用作業船，工事海域の状況等を考慮し，必要に応じて運行管理体制，警備・警戒，泊地・避泊地の安全確保，作業限界の指示，標示灯・航路標識の維持管理，通信連絡，緊急措置および救難体制等に関する運行管理規定を制定する。運行管理の業務内容は以下の通りである。

- ① 配船計画の作成
- ② 運行の制限，中止または変更の判断
- ③ 基地と作業船，作業船相互の通信手段，警戒船の警報装置等の通信系の確保
- ④ 各種作業の安全性の確保
- ⑤ 船舶の定期的な点検
- ⑥ 作業員の教育および訓練

5.3 安全管理組織の設置・運営

労働安全衛生法に基づき所定の安全管理の責任者等を選任し，安全衛生管理組織を設置する。海洋工事安全施工要領には安全管理組織が図-5.1のように示されている。特に，海上工事は多種の作業船等を使用するので多数の業者を必要とする。したがって，工種，作業員とも種々混在することから，安全管理組織はその運営に当り，最適な施工指揮系統を明示するとともに，安全管理組織を弾力的に運営して工事の安全を図る必要がある。

安全管理組織は，①安全衛生管理活動の実施（災害防止協議会の開催，安全計画の作成，安全巡視の励行，定期的な安全点検，安全指示書等の準備，安全・公害防止等の教育），②現場巡視，③安全衛生管理機

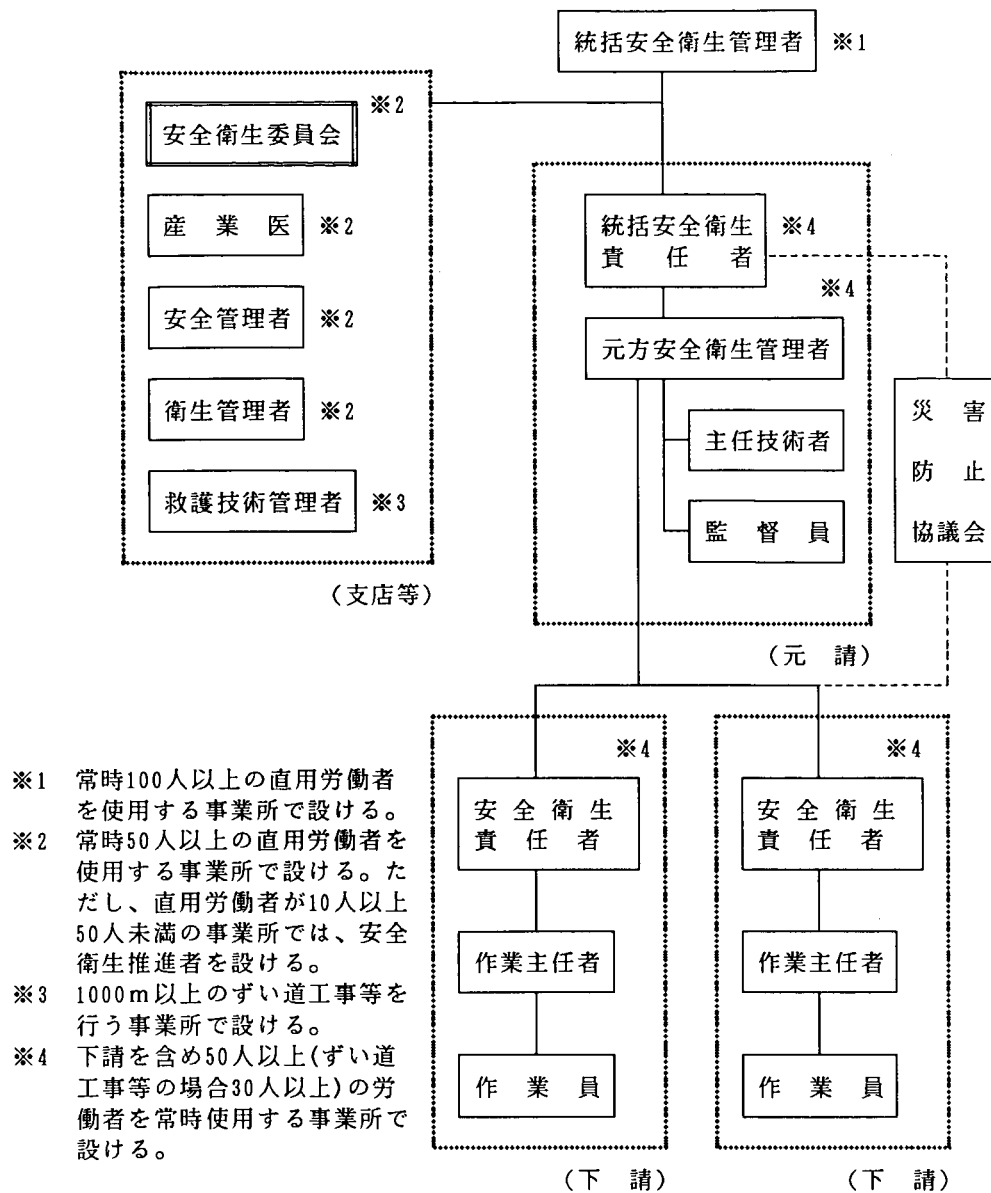


図-5.1 安全衛生管理組織

関との連絡・協調，④安全衛生教育および訓練，に務めなければならない。

5.4 災害事故防止対策

災害事故防止対策は，労働災害防止対策，火災・爆発防止対策，海難防止対策，公害防止対策，公衆災害防止対策等から成る。施工に際しては，災害事故を未然に防ぐように万全の対策を図るとともに，万一の事態に備え保険の準備にも配慮する必要がある。各災害事故防止対策の内容の一例を表-5.2に示す。

表－5.2 災害事故防止対策の内容

災害項目	対策項目	留意事項
労働災害防止対策	・ 墜落・落下等の防止 ・ 酸素欠乏防止 ・ 作業員の健康管理	・ 労働安全衛生法等の遵守 ・ 作業環境の管理、救命胴衣等の着用を確認する。 ・ 定期健康診断を実施する
火災・爆発防止対策	・ 火気の使用管理 ・ 爆発物の管理 ・ 接触発火、自然発火の危険がある物質の管理 ・ 消火器等の配備・表示 ・ 防火に関する教育訓練	・ 法定資格のある防火管理者を選任し、事前に消防計画を作成して訓練、設備の点検・整備を行う。 ・ 危険のある火元には火元責任者を指名する。
海難防止対策	・ 作業船の整備・点検 ・ 運転標準に基づく適正な操船 ・ 乗組員、作業員の教育・訓練 ・ 警戒船、標識の配備 ・ 積載荷重の管理 ・ 気象・海象の監視	・ 作業条件を常時確認する
公害防止対策	・ 公害防止関連法令の遵守 ・ 公害防止管理体制の確立 ・ 公害関連工種の抽出、管理	・ 水質汚濁防止、廃棄物処理、騒音規制、振動規制、水産資源の保護等に関する法令、条例等を確認・遵守する。 ・ 公害発生の恐れのある工種を抽出し、法令等に照合した検査基準に基づき管理する。
公衆災害防止対策	・ 資機材搬出入に伴う交通災害の防止 ・ 第三者の立入防止対策	・ 道路交通法等の教育・指導 ・ 作業区域の明示

5.5 緊急措置

(1) 原則

緊急措置の原則はまず人命救護であり、第二には適切な初期活動による被害の拡大防止、第三には連絡報告を确实迅速に行い応援手配を要請することである。緊急事態が発生した場合には早急に各部の責任者・要員を動員し、事故の状況・推移を把握して、事故現場・作業施設・使用船舶に指示連絡を行う。また、同時に関係機関に報告するなどの措置をとる。

緊急事態の発生に際しては、災害の再発・拡大防止を図るために事態に応じて必要な決定および指令を行う救難組織を設定する。組織には救難、通報連絡、作業船等の通行管理、外部との渉外・広報等の各責任者および要員を定める。

(2) 即応体制の整備

各作業現場、各作業船等毎に責任者（船舶にあっては船長）を指名し、予想される事故に即応できる非

常配置と活動任務を事故内容別に作成する。また、その非常配置表を掲示する。さらに、それぞれの災害事故を想定して非常配置表による教育訓練を定期的を実施する。

工事事務所，運行管理室，夜間当直室には通報連絡先一覧表を掲示しておく。通報連絡先一覧表の中から選定してそれぞれの各事故別ごとに緊急時連絡先系統図を作成する。

(3) 事故発生時の報告

事故発生時には作業責任者は応急措置を実施するとともに，速やかに工事責任者および関係部署へ事故発生とその内容を報告する。また，海難，労働災害等の事故が発生した場合には，それぞれの関係官庁に対し，定められた期間内に事故報告書を提出する。

第6章 関連法規

海域制御構造物の施工においては、施工に関連する法規を遵守しなければならない。特に、構造物の設置海域、工種等により関連する法規が異なることに注意する必要がある。

〔解 説〕

6.1 概 説

海域制御構造物の施工は海上工事のみならず陸上工事をも含むことから、施工関連法規は下記の3項目に分類することができる。

- ① 工事全般に関する法規
- ② 海上工事に関する法規
- ③ 陸上工事に関する法規

本章では、主要関連法規の概要を示すとともに、工事に際しての許認可申請の手続きをとりまとめる。

(1) 工事全般に関する法規

工事全般に係わる法規は、建設省「土木工事共通仕様書」等に示される各工種に共通した関連法規である(図-6.1参照)

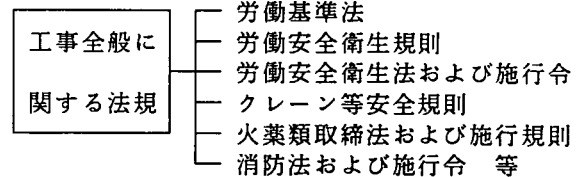


図-6.1 工事全般に関する主要法規

(2) 海上工事に関する法規

海上工事に係わる関連法規は、水域全般に適用される法規と水域ごとに適用される法規に分類される。さらに、前者は環境保全と海上交通に関する法規に分類される。これらの分類を図-6.2に示す。

(3) 陸上工事に関する法規

陸上工事に係わる関連法規を分類すると図-6.3となる。なお、ここでいう陸上工事とは、捨石、中詰砂の採取から臨海部でのケーソン、ブロック等の製作までを含む。

6.2 主要法規の概要

海域制御構造物の施工では特に海上工事が主体となることから、海上工事に関する主要規則の概要を以下に示す。

6.2.1 水域全般に関する法規のうち環境保全関連法規

(1) 公害対策基本法

公害防止のため事業者、国および地方公共団体の公害防止に関する責務を明らかにし、公害防止に関する施策の基本を定める。公害とは事業活動によって生ずる大気汚染、水質汚濁、土壤汚染、騒音、振動、

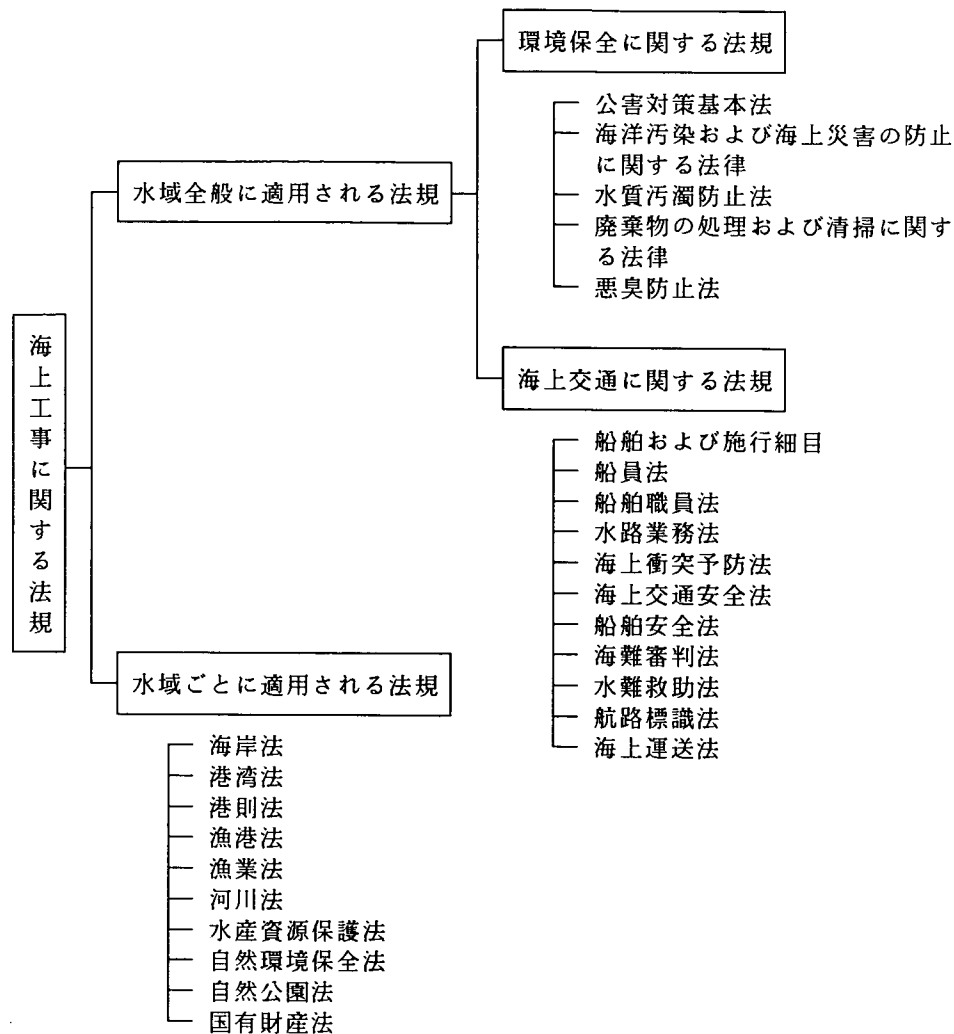


図-6.2 海上工事に関する主要法規

悪臭など人間の生活環境に係わる被害を生ずるものをいい、この法律に基づいて大気汚染、水質汚濁、騒音に係わる環境基準が定められている。

(2) 海洋汚染および海上災害の防止に関する法律

船舶、海洋施設から油および廃棄物を排出したり焼却することを規制する。これにより海洋の汚染および海上災害の発生、拡大を防止し、船舶航行の危険防止を講ずることにより、海洋環境の保全ならびに国民の生命、財産の保護を目的とする。

(3) 水質汚濁防止法

特定施設を設置する工場および事業所から公共用水域に排出される排水の水質を規制する。

(4) 廃棄物の処理および清掃に関する法律

廃棄物を産業廃棄物と一般廃棄物に区分し、その処理体系を整備する。産業廃棄物の処理は事業者の責任とされ、その収集、運搬、処分に関する基準が定められている。

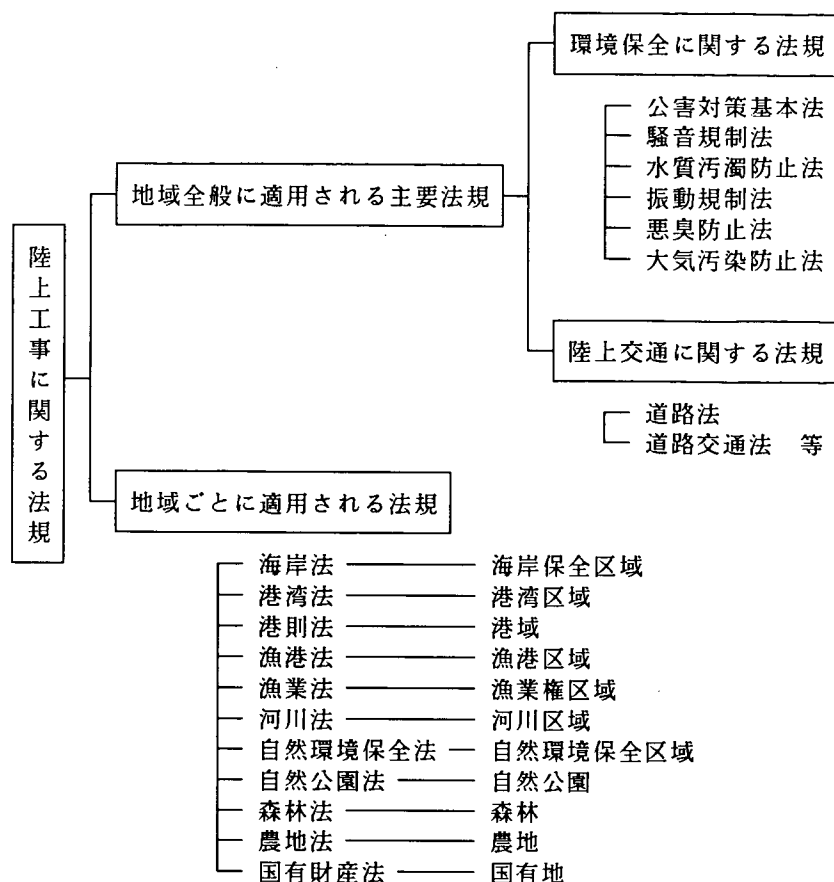


図-6.3 陸上工事に関する主要法規

(5) 悪臭防止法

工場、事業所において発生する悪臭（アンモニア、酸化水素など）の排出を規制し、生活環境を保全することを目的とする。

6.2.2 水域ごとに適用される法規

(1) 海岸法

各種の災害から海岸を保全することを目的とし、海岸保全区域内で海岸管理者以外の者が、土砂の採取、堀削および盛土等を含め、工作物の建設、海岸保全施設に関する工事等を行う場合の手続きを定める。

(2) 港湾法

港湾の秩序ある整備と適正な運営を図るとともに航路を開発し保全することを目的とし、港湾区域内において工事等を行う場合の手続きを定める。

(3) 港則法

港内における船舶交通の安全および港内の整頓を図ることを目的としており、危険物積載船や水路の保全のための禁止・許可規定を定める。また、港内における工事等の許可規定を定める。

(4) 漁港法

水産業の発展を図るために、漁港を整備しその維持管理を適正に行うことを目的としており、漁港区域

内の水域または公共空地で、工作物の建設、改良および土砂の採取等を行う場合の水面および土地の占用に係わる手続きを定める。

(5) 河川法

河口部では河川法が適用される。河川法は河川を適正に管理することを目的とし、流水占用、土地占用、土砂などの採取、堀削および工作物の建設等を行う場合の規制・手続きが定められている。

6.2.3 水域全般に関する法規のうち海上交通関連法規

(1) 船舶法および施行細目

日本船舶の範囲、名称変更の許可制、修繕等による積載量の変更の申請に関して規定する。

(2) 船員法

船員の労働時間、安全および衛生、就業規則等の労働条件を規定する。

(3) 船舶職員法

船舶に乗り組む船員の資格を規定し、船舶航行の安全を図ることを目的とする。

(4) 海上衝突予防法

船舶の衝突を予防し、船舶交通の安全を図ることを目的としており、海洋と海洋に接続する航行水域の水上にある船舶および水上航空機に対し適用される。

(5) 海上交通安全法

船舶交通が輻輳する海域内の交通方法を定め、危険を防止するための規制を行い、船舶交通の安全を図ることを目的とする。巨大船、巨大物件曳航船などを航行させる場合には、航行予定時刻その他運輸省令で定める事項を海上保安庁長官に通知し、また、航路および航路周辺で工事等を行う場合には、海上保安庁長官の許可を受けなければならない。

(6) 航路標識法

航路標識を整備し、船舶交通の安全を確保することを目的とする。

6.3 工事許可申請の手続き

海上工事等を行う場合の許可申請手続きは、関連法規の目的により多少の差はあるがほぼ同一である。主要法規に基づく工事許可申請手続きの方法を図-6.4に示す。

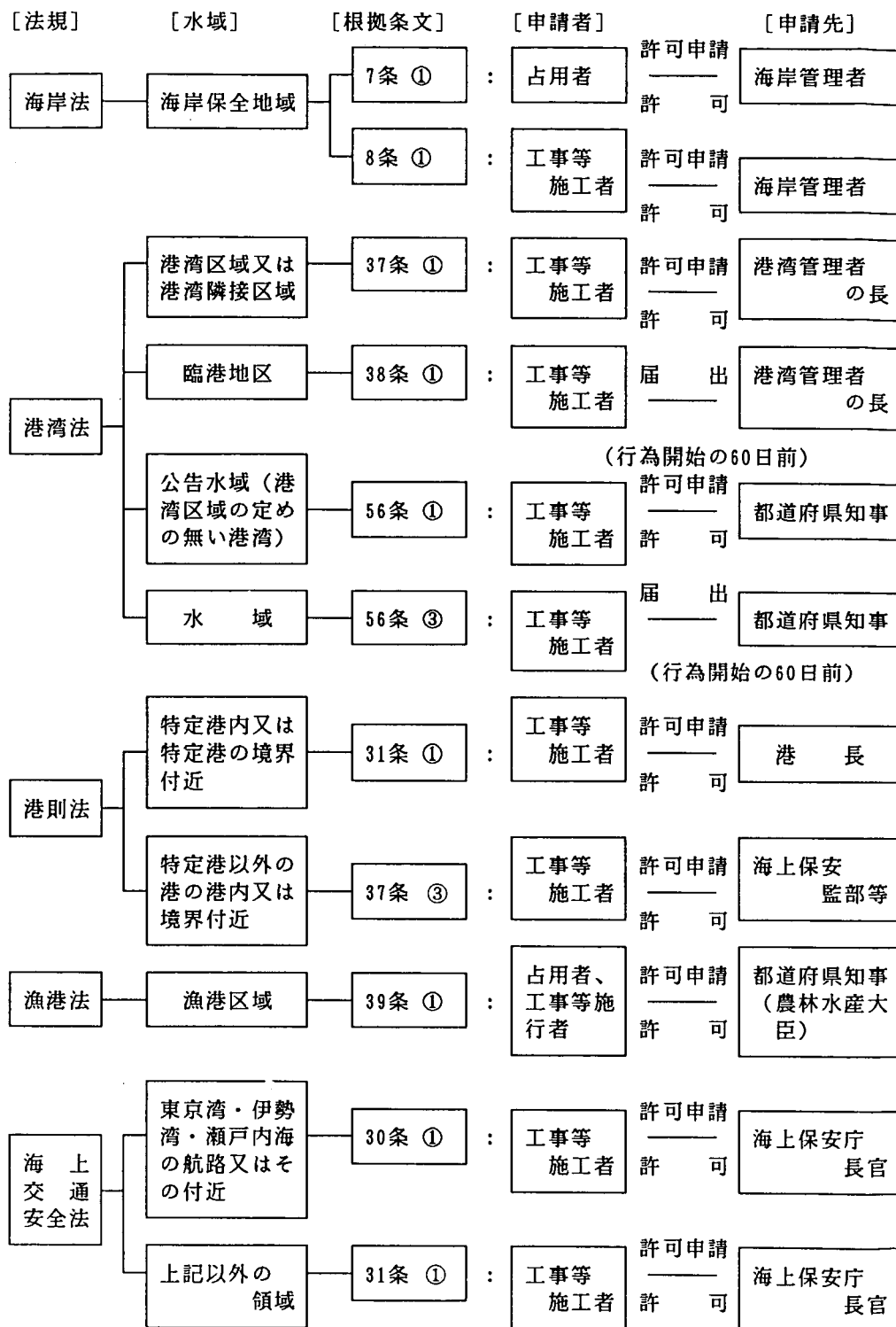


図-6.4 主要法規に基づく工事許認可申請手続き

第7章 品質・出来形管理

海域制御構造物が、計画された機能性、安定性、耐久性を確保できるよう、施工に際しては資材の品質および施工された構造物の出来形を管理しなければならない。

〔解 説〕

構造物の各部材や接合部が所定の強度を得るには、施工が確実に行われる必要がある。このためには、コンクリート、鋼材等の品質の管理、据付け、取付け溶接等の作業の管理を十分に行う必要がある。また、構造物が計画された機能、安定性を満足するためには、計画通りの施工がなされる必要がある。そのためには、杭、ケーソン、基礎等の出来形を管理する必要がある。品質管理の主な項目を表-7.1に、出来形管理の主な項目を表-7.2に示す。品質・出来形管理は、土木工事施工管理基準、港湾工事品質・出来形管理基準、コンクリート標準示方書等に準じて実施することを原則とする。

表-7.1 品質管理の主な項目

品質管理の項目	管理内容、方法
コンクリート	配合、スランプ、空気量、強度、骨材粒度、温度
モルタル	フロー値、強度
鋼材	外観、寸法、強度
鉄筋	外観、寸法、強度
石材	形状、重量、硬度
ゴム材	外観、寸法、強度
溶接材	材質
溶接	強度、放射線透過試験、超音波探傷試験

表-7.2 出来形管理の主な項目

出来形管理の項目	管理方法
海底均し	潜水調査、測深
杭位置・傾き	測量
捨石均し	潜水調査、測深
部材寸法	計測
堤体寸法(ケーソン、ジャケット等)	計測
堤体据付(ケーソン、ジャケット等)	測量

第8章 施工方法、仮設計画の共通事項

本章は各型式の施工方法のうち共通事項である杭打ち工、捨石工および鉄筋コンクリート工の内容を示すとともに、仮設計画の一般事項を記述するものである。

8.1 杭打ち工

(1) 一般

杭打ち工は鋼管杭を海底面に打設するものであり、一般には次の項目について検討する必要がある。

① 杭打ち方式

杭打ち船、起重機船、SEP、仮設栈橋等の選択を行う。

② 打ち込み工法

建設地点の自然条件、周辺環境に適した工法を選択する。

③ ハンマ

地盤条件、杭の特性に適したハンマを選定する。

④ 杭の建込み

杭打ちの平面位置、鉛直精度およびその維持方法を決定する。

(2) 杭打ち方式の選定

海上での杭打ちには、一般に杭打ち船、あるいは起重機船を用いた方式が用いられる。また、建設地点の地形、土質、海象条件等によっては栈橋の仮設、あるいは仮埋め立てにより陸上での杭打ちと同様に施工する場合もある。また、特に稼働率が悪い場合には、SEP等の利用を検討する。

(3) 打ち込み工法の選定

杭の打ち込み工法を選定する場合には、建設地点の土質条件、杭径、騒音等を考慮して、適切な打ち込み工法を選定する。各工法の特徴を表-8.1に示す。

(4) ハンマの選定

海上での杭打ちでは、杭打ち機械の交換が容易でないため、ハンマの選定を慎重に行う必要がある。ハンマの選定を誤ると打撃力不足により所定の深度までの打ち込みが困難になる場合や、過大な打撃力により杭に有害な変形を生じる場合がある。したがって、ハンマの選定に際しては、以下の条件を慎重に検討する。

① 杭の全長、外径、重量、根入れ長、打ち込み精度

② 海底地盤の条件（土質、N値）

③ 打ち込み時の打撃力により生じる杭材の応力度

(5) 杭の建込み

杭を建込む場合、2方向からトランシットを用いた視準による位置決めおよび鉛直精度の確認を行う必要がある。打ち込み精度の管理は予め設定された許容値を満足するように行わなければならない。

表-8.1 杭の打ち込み工法の概要

工 法	概 要	特 徴
打撃工法	落錘の打撃エネルギーにより杭を地盤中に貫入させる工法である。	施工速度が速く、大きな支持力が確実に得られる。しかし、発生する騒音が大きい。
振動工法	杭に上下振動を加えて打ち込む工法である。	杭頭の損傷が少なく、比較的柔らかな地盤では短時間で打ち込める。打撃工法に比べて騒音は小さい。
圧入工法	杭を油圧ジャッキ等で静的に貫入させる工法である。	無騒音、無振動であり杭頭の損傷がない。硬質地盤では圧入装置が大きくなり、海上作業では不経済となり易い。他工法の補助工法としても利用される。
中掘工法	杭の中空部に挿入されたスクリーオーガ、バケットオーガ、リバースサーキュレーション等で杭先端の地盤を掘削し、杭頭部より排土しながら打設する工法である。	比較的施工速度が遅く、大型の機械設備が必要である。大口径杭の施工が可能であり、孔壁崩壊の心配もない。
併用工法	各々の工法の持つ特徴を組み合わせ有効な工法としたものである。例えば以下のような併用が考えられる。 ①ウォータージェットと振動（または打撃、圧入）工法の併用 振動、打撃または圧入工法で、打ち込みが困難な地盤にウォータージェットを併用すると打ち込みが容易となる。 ②中掘と打撃、圧入、または振動工法の併用 中掘工法により先端抵抗を少なくして打撃、圧入あるいは振動工法を行えば打ち込みが容易となる。	ウォータージェットを併用すると杭の打ち込みが容易となるが、大量に使用する水の排水処理が必要となる。

8.2 捨 石 工

(1) 一 般

捨石工は、従来の混成堤マウンドの施工方法とほぼ同様と考えてよい。その作業は、捨石運搬、投入、均しからなる。捨石工の実施に先立ち、気象・海象条件、海底地形、土質条件、石材供給条件、捨石量、運搬距離、投入範囲、工期等を考慮し、工法や船舶の選定を行う。また、捨石工を実施するときは、洗掘、沈下、散乱が生じないように配慮する必要がある。

(2) 運 搬

石材の運搬は、陸上運搬、仮置き、積み出し、海上運搬からなる。海上運搬の方法は、建設地点の海象条件、地盤条件、海底地形、運搬距離、捨石投入量等を考慮して、一般には以下から選択される。

- ① 台船+引船
- ② ガット船
- ③ 全開式底開きバージ+引船・押船

(3) 投 入

捨石投入には一般に以下の方法がとられる。

- ① 台船上の捨石をクローラークレーンまたはタイヤショベルにより投入する。
- ② ガット船により投入する。
- ③ 全開式底開きバージにより直接投入する。

これらの方法の特徴を表-8.2に示す。

表-8.2 捨石投入方法の特徴

使用船舶	台 船	ガット船	底開き式バージ
積載量	小	中	大
1回当たり投入量	ショベルまたはクローラークレーンの能力	グラブの容量	積載量
波浪条件	静穏	比較的静穏	比較的静穏
必要水深	比較的小	比較的大	比較的大
適用条件	浅海での捨石工に用いられる。	中規模の捨石工あるいは大規模マウンドの仕上げ用の投入に用いられる。	大規模な捨石工の投入に用いられる。

捨石の投入には、一般に投入区域（マウンドののり尻、のり肩等）をブイ等により明示しておく。

(4) 均 し

均しは、一般に荒均しと本均しとに分けられる。マウンドの場合、荒均しと本均しの区間は図-8.1のように区分される。荒均しは通常 $\pm 30\text{cm}$ 、本均しは $\pm 5\text{cm}$ の精度が要求される。

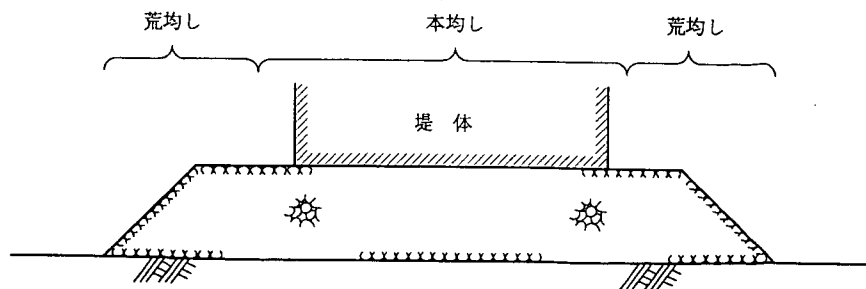


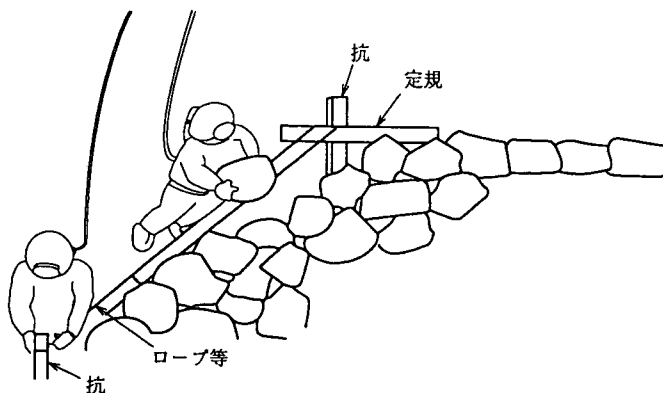
図-8.1 マウンド本均しと荒均しの範囲

① 荒均し

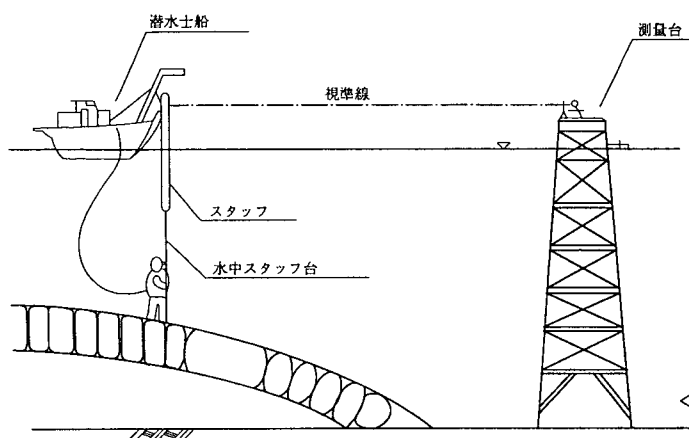
定規（丁張）を用いてロープ等を張り、ロープ等を目標として均す（図－8.2）。均し面積が大きい場合には、機械均しを行うこともある。

② 本均し

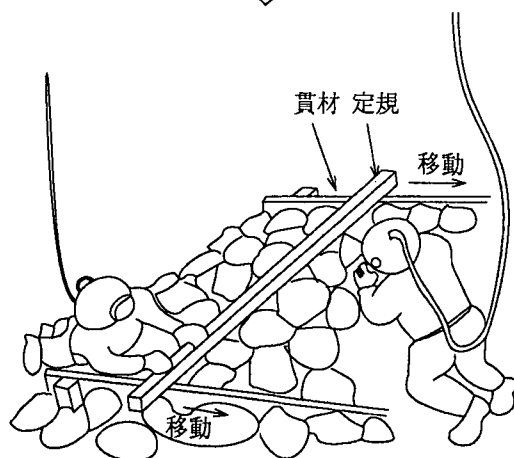
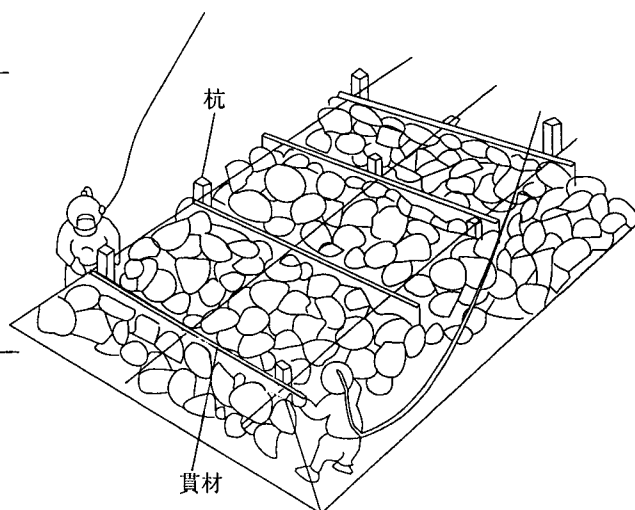
潜水士船により水中スタッフを用いて必要箇所を測深し（図－8.3 a）,貫材等を設置して定規を目標として均す（図－8.3 b）。



図－8.2 荒均しの方法



a) 本均し時の測深



b) 本均しの方法

8.3 鉄筋コンクリート工

鉄筋コンクリート工は主に鉄筋の加工・組立、型枠組立、支保工設置、コンクリート打設、養生、型枠脱型よりなる。鉄筋コンクリート工の詳細は、土木学会コンクリート標準示方書等に準ずるものとする。ここでは、鉄筋の加工・組立、型枠組立、コンクリート打設について、その留意事項を記す。

鉄筋の加工、組立に関しては、以下の点に留意する。

- ① 鉄筋は図面に示された形状および寸法と一致するように、材質を害さない方法で加工する。
- ② 組立前に鉄筋を清掃し、浮き錆や鉄筋とコンクリートとの付着を害する恐れのある異物

図－8.3 本均しの方法

を取除く。

③ 鉄筋は正しい位置に配置し、コンクリート打設時に移動しないよう十分堅固に組立てる。

④ 鉄筋のかぶりが正しく確保されるように、スペーサ等を適切な位置に用いる。

型枠組立に関しては、以下の点に留意する。

① 型枠は設計図書に示された部材の形状、寸法に従い、コンクリート打設の工程、型枠の取外し、転用等の施工計画に基づき、原則として施工図を作成して施工する。

② 型枠には、組立ておよび取外しが容易であり、接合部からモルタルが漏れず、さらにコンクリートの側圧等による有害な変形、沈下を生じない強度と剛性を有するものを用いる。

コンクリート打設に関しては、以下の点に留意する。

① 構造物に要求される強度、耐久性および外観を満足するように、施工設備の能力、労働力、天候等を総合的に考慮してコンクリート打設の計画を決定する。

② コンクリート打設を始める前に、打設場所を清掃し、全ての異物を取除く。

③ コンクリート打設は、あらかじめ定められた打設計画に従い実施する。また、運搬・打設を速やかに行うことにより、コンクリート材料の分離およびスランプの低下を防ぐよう注意する。

④ コンクリートの打設中およびその直後には、鉄筋間や型枠内に空隙を生じないように内部振動機を用いて十分な締固めを行う。締固めにおいては、鉄筋、型枠およびその他型枠内に配慮してあるものに、位置の狂いや損害を与えないように注意する。

⑤ コンクリート打設後、低温、乾燥、および急激な温度変化等による有害な影響を受けないように養生する。また、硬化中に有害な振動、衝撃および荷重を加えないように保護する。

8.4 仮設計画

8.4.1 作業基地

作業基地には設置海域近隣の港湾を利用するのが最も有利である。作業基地には以下の施設が必要である。

① 堤体、あるいはブロック製作ヤード（函台、ブロック台、鋼板の加工台、鉄筋ヤード、型枠ヤード、資材置場、作業通路等）

堤体、あるいはブロック製作ヤードを計画する場合には、特に堤体、あるいはブロックの重量が護岸（岸壁）の安定性に影響のないようにする必要がある。さらに、海上への搬出の際、製作した堤体やブロックの吊り上げに支障のないように、ヤード位置を決定する。岸壁等の安定性を確保できない場合には、製作位置を陸側にずらす、杭等により岸壁を補強するなどの対策が必要である。

② 仮置ヤード

③ 資材ヤード（鋼管、鉄筋、鉄骨、型枠、鋼管杭、捨石等の仮置場）

④ 積み出し施設（接岸可能な岸壁等）

積み出し施設を堤体、ブロックの製作ヤードと同一とすれば積み出し作業を簡略化できる。積み出し施設には①と同様の注意が必要である。

⑤ 避 泊 地

⑥ コンクリートプラント，骨材ストックヤード

生コンクリートを外部より購入しない場合に必要な設備，ヤードである。

⑦ 倉庫，事務所等

8.4.2 設置海域

設置海域の仮設設備としては，以下のものが考えられる。

① 測 量 台

一般に汀線と平行な方向に長く構造物が設置されるため，岸沖方向の測量基点として必要である。

② 浮 標 燈

工事区域を明示し，作業船等の進入目印になるとともに，第3者災害等を防止する。

③ 常設アンカー

船舶のアンカリングを容易にし，施工性を向上させる目的，および避難を容易にする目的で設置されることが多い。

④ 汚濁防止膜

捨石投入時等に発生する汚濁水の拡散防止のために，汚濁防止用の膜を捨石工等の実施時に設置する。

⑤ 鋼管杭打ち用導材

鋼管杭を打設するためのガイドとして仮設するもので，鋼管杭の打設精度を支配する重要な仮設設備である。堤体をガイドとする型式では不要である。

第9章 連結ブロック式

9.1 概 要

連結ブロック式構造物は、海底に打設した鋼管杭にプレキャストブロックを通したのち、鋼管杭とプレキャストブロックを一体化して構築する構造物である（図-9.1～図-9.2）。本型式の施工は以下の特徴を有する。

- ① プレキャストブロックの製作および据付時、特殊な作業船や機械を必要としない。
- ② 主要構造部材は陸上で製作されるので品質管理が容易である。
- ③ 海底の均し作業がほとんど不要で、水中作業が少ない。

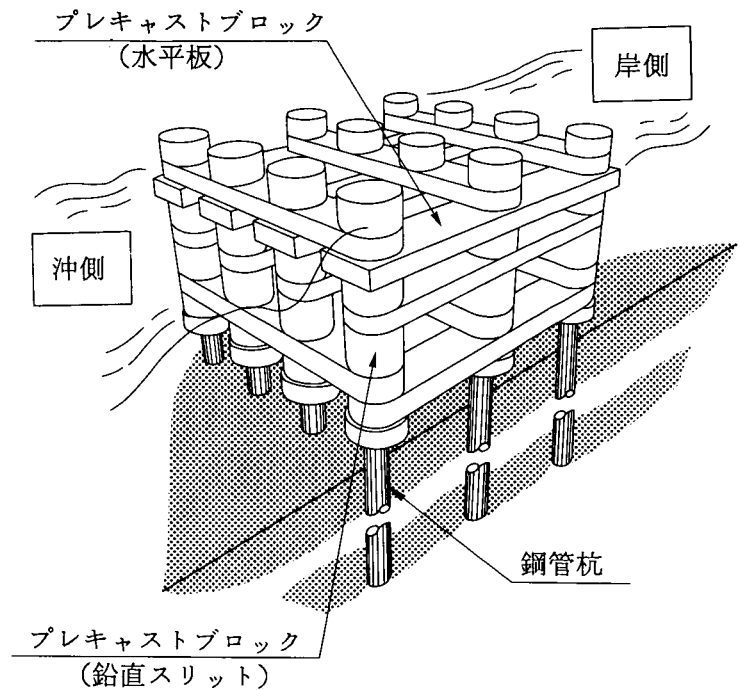


図-9.1 連結ブロック式の概要図

9.2 施工手順

連結ブロック式の施工フローを図-9.3に、また、このフローによる施工要領を図-9.4に示す。

9.3 施工方法

9.3.1 杭打ち工

「8.1 杭打ち工」を参考に杭打ち方式、打ち込み工法を検討する。連結ブロック式は、プレキャストブロックの組合せからなる一種のプレハブ構築工法であり、その組立て作業に影響を与える杭の打ち込み精度には、十分配慮する必要がある。

杭の打ち込みの精度は、構造設計上設定したブロック受けおよびプレキャストブロックの形状からその許容値が決定さ

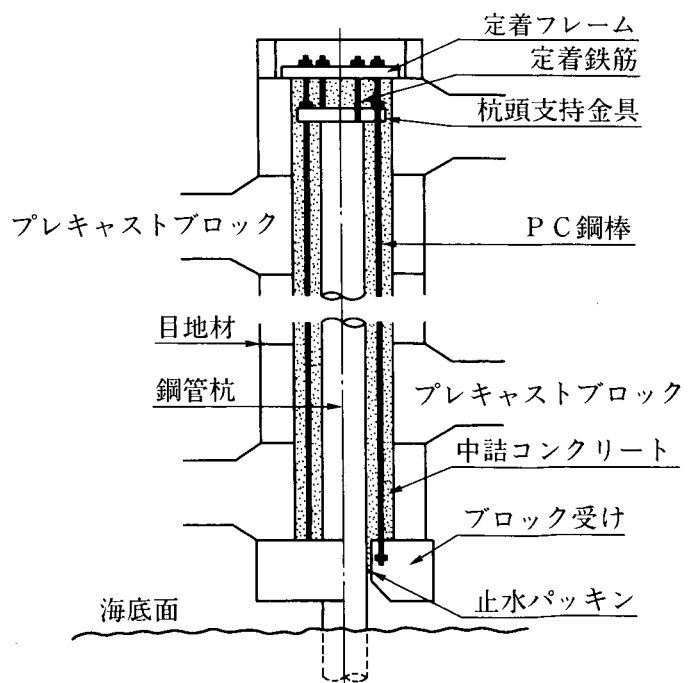


図-9.2 連結ブロック式の構造断面図

れる。杭打ち作業においては、必要とする杭の打ち込み精度を確保するために、杭打ち施工形態に応じた導棒および導材を使用する（図-9.4③導棒打設、④鋼管杭打設参照）。

なお、ブロックの据付工に必要となる海底地盤面の確認は、杭打ち工の完了後、ブロック受けの据付前に行う。

9.3.2 プレキャスト ブロック製作工

(1) 一般

プレキャストブロックは、設計図に示された形状、寸法、品質等を満足するように製作しなければならない。一般に、プレキャストブロックは現地で製作ヤードを設け製作する。プレキャストブロックの製作手順は以下に示す通りであり、鉄筋組立、型枠組立、コンクリート打設についての留意事項は、「8.3 鉄筋コンクリート製作工」と同様である。

① 製作ヤードの造成

コンクリートの打設時に基礎地盤の変形、沈下等が生じないように製作ヤードを水平に敷均し転圧する。

② 底型枠組立

基礎地盤の沈下が生じないようにベース材としてH形鋼等を敷く。

③ 円筒内型枠組立

④ 鉄筋組立

⑤ 側型枠組立

⑥ コンクリート打設

⑦ 養生

⑧ 側型枠、円筒内型枠脱型

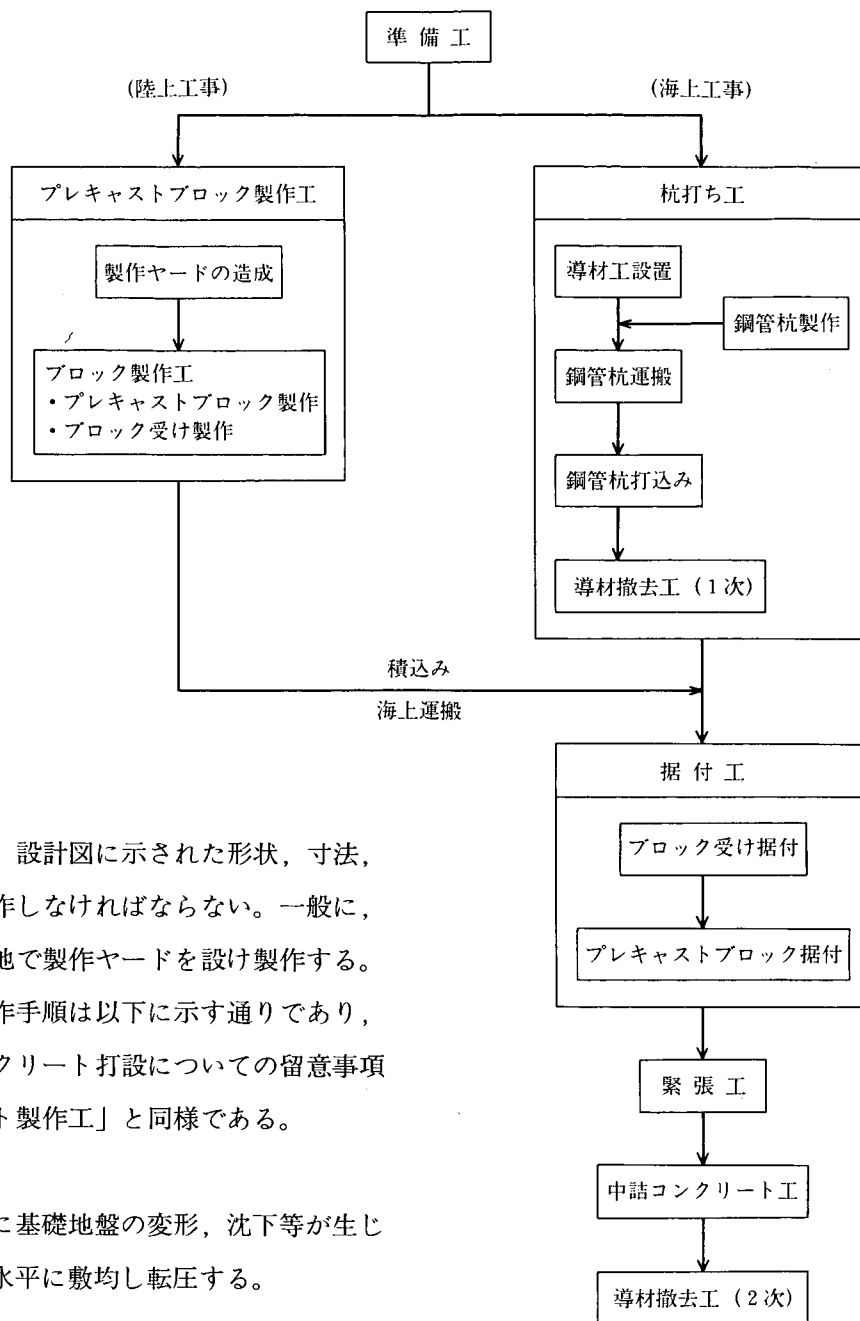


図-9.3 連結ブロック式の
施工フロー

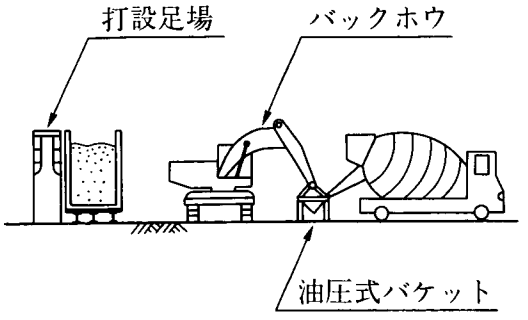
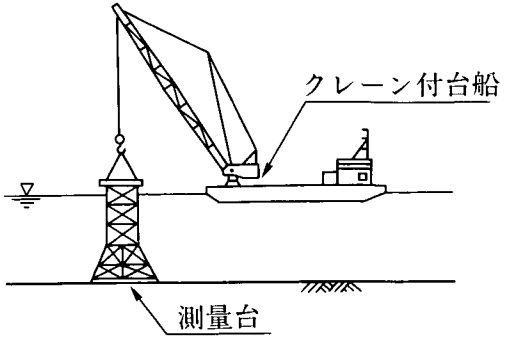
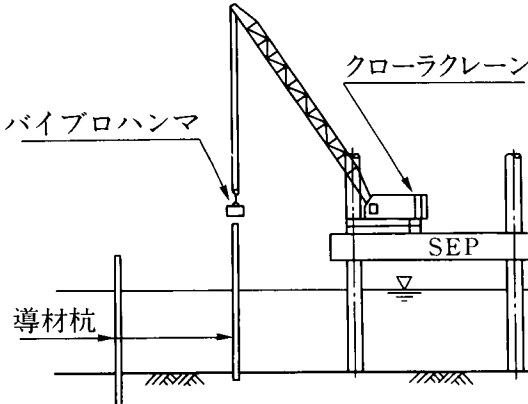
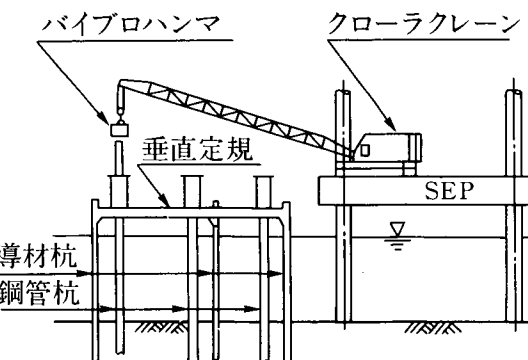
手順	①プレキャストブロックの製作	②測量台設置
施 工 要 領 図		
作業内容	ブロック受け、プレキャストブロックを陸上製作ヤードで製作する。	杭打設の位置出しのために測量台を設置する。
手順	③導枠打設	④鋼管杭打設
施 工 要 領 図		
作業内容	杭打ち工のための導枠を所定の位置に打設する。	パイプロハンマ、またはディーゼルハンマにより鋼管杭を打設する。

図-9.4 施工要領図(1)

手順	⑤ブロック積み込み	⑥ブロック据付
施工要領図		
作業内容	プレキャストブロックを積み込み運搬する。	ブロック受け設置後、プレキャストブロックを順次据付ける。
手順	⑦緊張	⑧中詰コンクリート打設
施工要領図		
作業内容	プレキャストブロックの据付け完了後、PC鋼材を緊張する。 なお⑧の中詰コンクリート打設後に再度PC鋼材を緊張する方法もある。	プレキャストブロックと鋼管杭の間に充填材としてコンクリートを打設する。

図-9.4 施工要領図(2)

⑨ 転居・仮置

所定の強度が発現してから、プレキャストブロックの転居・仮置を実施する。

(2) 材 料

a) 鋼 材

プレキャストブロックおよびその組立に使用する鋼材は、鉄筋、PC鋼材、構造用鋼材および鋼管等である。鋼材は JIS 規格に適合するものを標準とする。

b) コンクリート

コンクリートはレディーミクストコンクリートを用いることを標準とする。その選定に当たっては、所要の強度、耐久性、水密性が得られるよう配慮する。コンクリートの品質は、構造物の種類、環境条件、部材断面などに応じて、所要の強度および耐久性に加えて、作業に適するワーカビリティを有するように定める。

9.3.3 据 付 工

(1) ブロック受けの据付

ブロック受けは所定の位置に正確に据付けなければならない。ブロック受けの据付の施工手順を以下に示す。

① 海底地盤面の確認

海底地盤面の確認を行い、必要であれば不陸等の均しを行う。

② 積込、運搬・据付

起重機船でブロック受けを吊り下げ、揺れ等により吊り鋼材および杭頭支持金具に衝撃力を発生させないように積込、運搬・据付を慎重に行う。

③ 海上での足場設置

④ 杭頭支持金具の位置調整

ブロック受けは、杭頭から鋼材により吊り下げられ、所定の位置が確保される。したがって、その据付においては組み立てられたブロック受けの位置を十分点検する必要がある。

⑤ 杭頭支持金具の固定

⑥ ブロック受けの固定

(2) プレキャストブロックの据付

プレキャストブロックの据付作業は、一般に起重機船を利用して行う。据付精度の良、不良は構造物の出来形に大きく影響するので、正確に据付を実施する必要がある。

プレキャストブロック据付時の注意事項を以下に示す。

① プレキャストブロック据付は一般に海上作業となり、気象、海象の影響を受け易い。したがって、作業の安全を配慮して船舶機械器具等には能力に十分余裕あるものを選定する。

② 据付に際して、プレキャストブロックに設計上考慮されている以外の荷重が働かないように、吊り具や吊り方法を工夫する。

③ 構造物形状を考慮してプレキャストブロックの据付順序を決定する。

④ プレキャストブロックの水平を保ち、プレキャストブロックに衝撃力が発生しないように注意して据付ける。

⑤ プレキャストブロック相互の接触面の密着度を増加させるために接触面に目地材を塗布する。目地材には、プレキャストブロックと同程度の強度を有する水中硬化型のセメント、樹脂等を用いる。

9.3.4 緊張工

(1) 緊張材

緊張材は高強度のPC鋼材で、試験によってその品質が確かめられたものでなければならない。PC鋼材として一般に使用されているものにはPC鋼線、異形PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒および異形PC鋼棒がある。一般に広く使用されているものについては、品質その他がJIS G 3536およびJIS G 3109に規定されている。PC鋼材は腐食環境下に置かれることになるので、適切な防食工を施す必要がある。

(2) 緊張装置

緊張装置は緊張荷重を考慮して、適切なものを使用する。緊張装置の使用前には、キャリブレーションを行わなければならない。また、使用中でも衝撃が作用したと判断されたときは、再度キャリブレーションを実施し、その結果を記録する。緊張装置の配置図の一例を図-9.5および図-9.6に示す。

(3) 緊張作業

緊張作業を行う際には、綿密な緊張計画を立て、所定のプレストレスが導入できるように十分検討し、準備しなければならない。緊張作業のフロー（鋼管杭1本当たり）を図-9.7に示す。また、緊張作業における注意事項を以下に示す。

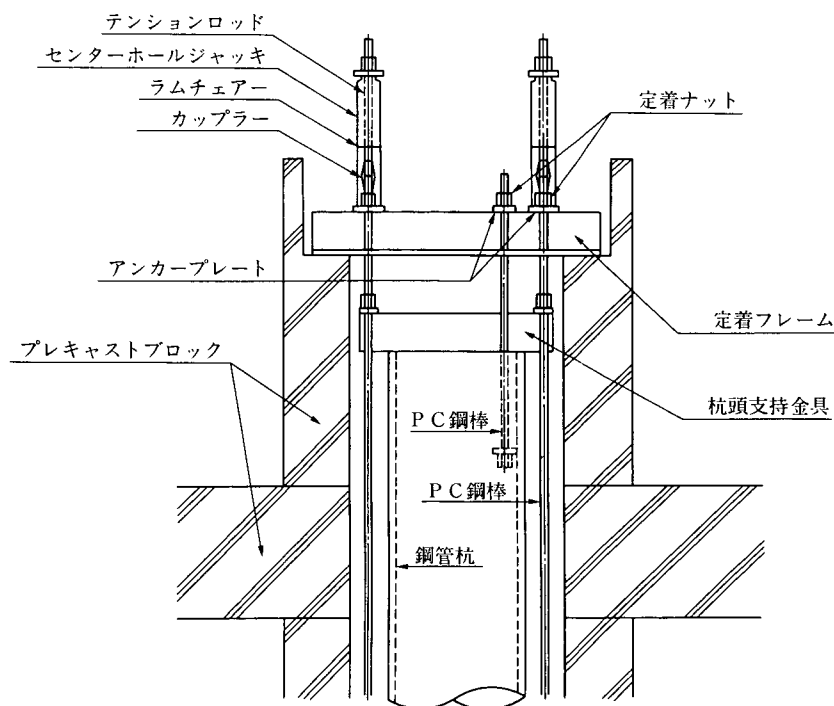


図-9.5 緊張装置の配置図（杭頭部付近の断面図）

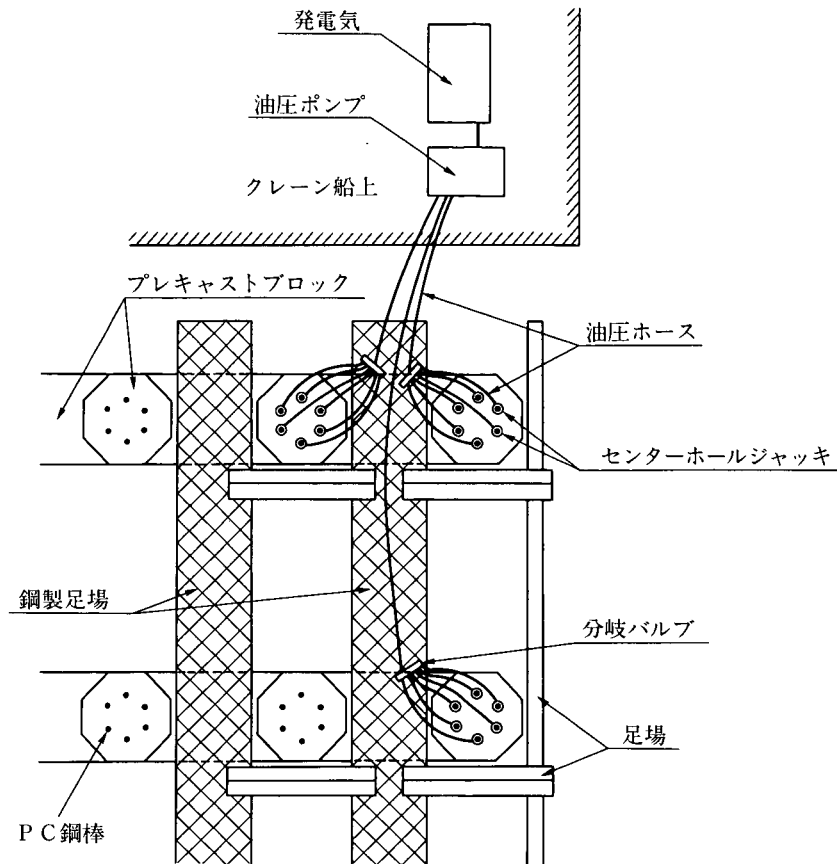


図-9.6 緊張設備の平面配置図

- ① 緊張材を引張る場合には、各緊張段階においてプレキャストブロックに有害な応力が生じないように、緊張材を引張る順序、方法ならびに引張力の大きさに定める。
 - ② 支圧面が、緊張材と直角になるように定着具を取付ける。
 - ③ 定着具および接続具は、設計図に示された形状および寸法に一致するように組立て、設計図に示された位置および方向に正しく配置する。
 - ④ PC鋼材緊張時のコンクリートの圧縮強度は、締付力を与えた直後にコンクリートに起こる最大圧縮応力度の1.7倍以上とする。
- (4) 緊張管理
- 緊張作業終了後、PC鋼材に所定の緊張力が与えられたことを確認しなければならない。緊張力の管理には、次に示すような事項に十分注意する必要がある。
- ① 種々の原因によるばらつきを考慮して、緊張材に与えられる引張力が所定の値を下回らないように、緊張材1本ごとに緊張管理を行う。
 - ② 緊張材に与える引張力は、荷重計の示度ならびに緊張材の伸び量により測定する。

9.3.5 中詰コンクリート工

中詰コンクリートは水中施工となるので、「コンクリート標準示方書」の水中コンクリートに準じる。中詰に用いるコンクリートには所要の強度、耐久性、水密性等をもち、品質のバラツキの少ないものを用いる。また、コンクリートの打設は、最下部から上方へ向かって徐々に実施し、所定の打上がり面まで継続して行わなければならない。中詰コンクリートの施工の一例を図-9.8に示す。

9.4 資機材計画

9.4.1 船舶・機械計画

主要船舶・機械は工程計画、施工方法に基づいて、適切に配置されるように計画しなければならない。このうち配船計画は、船種が施工方法決定の段階で付随的に決定されるので注意しなければならない。以下に本型式の主要工種について主な船舶・機械の規格を決定する基準を記す。

(1) 杭打ち工

鋼管杭の打設精度を得るため、架設導材工および定規材を使用する。定規材等の製作に使用するクローラークレーンの規格は作業半径、吊り荷重等により決定されるので、選択に際しては充分検討しなければならない。

クレーン付台船または自己昇降式作業台船は自然条件等により決まる稼働率を考慮して選定する（表-9.1参照）。ディーゼルハンマーの規格決定については、鋼管径、鋼管重量、根入長、打ち込み地盤の標準貫入抵抗値等により決定する。バイプロハンマー使用の場合は土質、N値、鋼管杭の重量を考慮して必要偏心モーメントを求め、その規格を決定する。発電機の規格についてはバイプロハンマーの決定に伴い決定される。

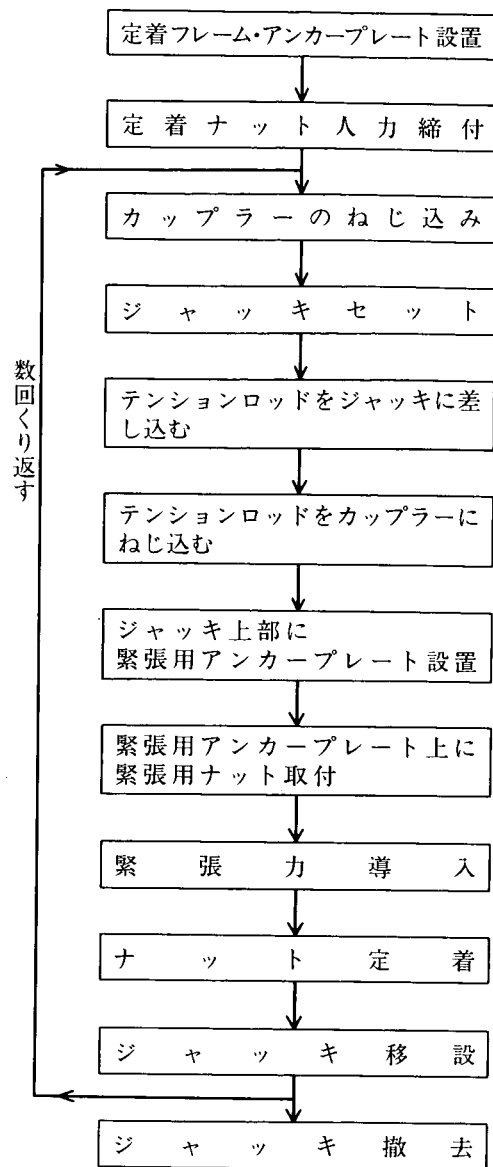


図-9.7 緊張作業のフロー

表-9.1 自己昇降式作業台船とクレーン付台船の比較

検討項目	水深	波高	移動	工事水域
自己昇降式作業台船	比較的浅海に適する (レグ長による)	比較的高くても作業可	曳船による	狭くてよい
クレーン付台船	大水深でも可	高いと作業不可	揚錨船 + アンカリング	広く必要

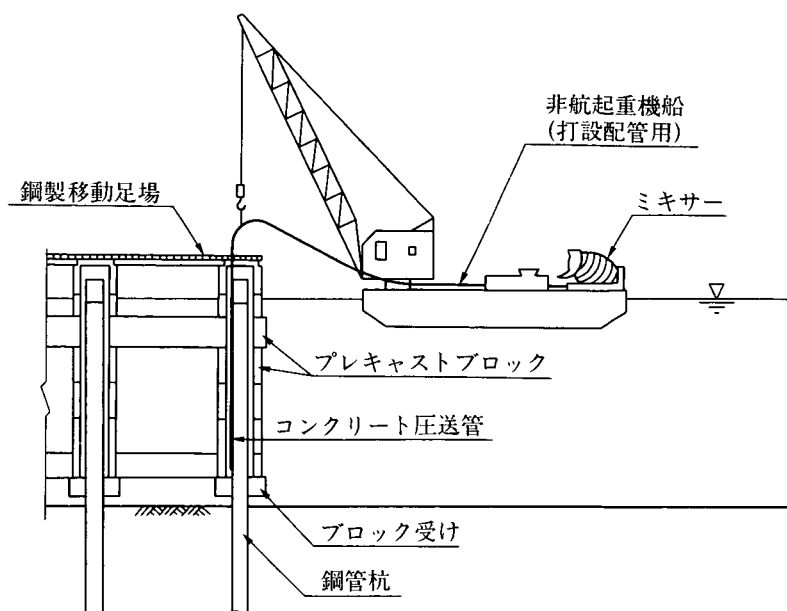


図-9.8 中詰コンクリートの施工例

(2) ブロック運搬・据付工

ブロック運搬・据付工には非航起重機船を使用するが、その規格はプレキャストブロックの最大重量、作業半径、現場条件等を考慮して決定する。

(3) 緊張工

PC 鋼棒の緊張作業に使用する電動油圧ポンプ、センターホールジャッキの規格は、所定の緊張力が確保できるよう十分な能力を有するものを選択する。

(4) 中詰コンクリート工

中詰コンクリート打設は、陸上より自航起重機船によりコンクリートを運搬し、非航起重機船に設置されたコンクリートポンプで圧送することにより行う。コンクリートポンプおよびアジテーターの能力は工程等を考慮して決定する。コンクリート打設の数量によってはコンクリートプラント船が必要となる。また、水深10m程度を想定した場合の使用船舶・機械をまとめ表-9.2に示す。

9.4.2 資材計画

資材計画に際しては、設計図および仕様書に基づいて、材料の形状寸法、材質、数量などを把握し、納期、納入場所および納入方法を決めなければならない。

工程計画に際しては原則として日程計画を優先させ、これを充分満足できるように必要となる資材の調達を図る必要がある。

資材使用計画表は、工程表、仕様書などにに基づき所要材料の品名、品質、規格、数量、注文、納入、消費の時期、作業場所への運搬、転用などの要領を示すものであり、工事当初にこれらの内容の詳細をとりまとめる必要がある。計画作成に当たっては、特殊注文品の納期、資材の単純化、標準化、代替品の検討に留意し、経済性も十分に考慮する必要がある。また資材は二次運搬をはじめ不要な作業を必要としないよ

表-9.2 主要な船舶・機械の例(1)

工 種	船舶・機械名	規 格 の 目 安	台数	摘 要
ブロック製作工	クローラークレーン	150 t吊り	1 台	ブロック転地
	トラッククレーン	〃	〃	〃
	〃	35~40 t吊り	〃	ブロック積み込み
	〃	16~20 t吊り	2 台	型枠、鉄筋、 コンクリート打設
	バックホー	1.0 m ³ 級	1 台	ヤード整地
	タイショベル	2.1 m ³ 級	〃	〃
架設導材工 鋼管杭工 (導材二次撤去 工を除く)	クローラークレーン	150 t吊り	〃	導材工、鋼管杭打
	クレーン付台船 (自己昇降式 作業台船)	1000 t積 (昇降能力 1500 t級)	〃	鋼管杭打、 導杭打抜き
	引 船	800~1000 ps	〃	〃 、 〃
	揚 描 船	360~420 ps	〃	
	台 船	500 t 積	〃	
	ハイドラマ-	90 KW	〃	導材工、鋼管杭打
	〃	150 KW	〃	鋼管杭打
	発 電 機	300 KVA	〃	導材、鋼管杭打
	鋼管チャック	鋼管用	〃	
ブロック運搬 据付工	非航起重機船	全旋回120~150 t 吊	〃	ブロック据付
	引 船	800~1000 ps	〃	〃 運搬・据付
	揚 描 船	360~420 ps	〃	〃
	台 船	500 t 積	〃	〃
	潜水土船	ダイバー 2 組乗込み	〃	〃 据付
	グラウトミキサー	50 ㍑, 強制練り	〃	〃
	発 電 機	2~3 KVA	〃	〃
	クローラークレーン	150 t 吊り	〃	ブロック運搬
	トラッククレーン	35~40 t 吊り	〃	〃
	〃	16~20 t 吊り	〃	〃
	トラック	10 t 積み	〃	〃

(水深約10mを想定)

表-9.2 主要な船舶・機械の例(2)

工 種	船舶・機械名	規 格 の 目 安	台数	摘 要
緊 張 工	非航起重機船	全旋回120～150 t 吊	1 台	緊張
	引 船	800～1000 ps	〃	〃
	揚 描 船	360～420 ps	〃	〃
	電動油圧ポンプ	3 連型, 700 kg/cm ²	〃	〃
	センターホールドリフト	両動型, 50 t	〃	〃
	発 電 機	2～3 KVA	〃	〃
天端・中詰 コンクリート工	非航起重機船	全旋回120～150 t 吊	〃	生コン打設配管用
	自航起重機船	全旋回 50 t 吊	〃	生コン運搬用
	引 船	800～1000 ps	〃	生コン打設
	揚 描 船	360～420 ps	〃	〃
	コンクリートポンプ	40 m ³ /h	〃	〃
	アジデータ	6 m ³ 積み	〃	生コン運搬
	リフトトラック	500 kg 積み	〃	柱鉄筋組立用
	トラッククレーン	16 t 吊り	〃	〃
導材二次撤去工	非航起重機船	全旋回120～150 t 吊	〃	
	引 船	800～1000 ps	〃	
	揚 描 船	360～420 ps	〃	
	台 船	500 t 積	〃	
	ハイパワーポンプ	90 KW	〃	
	発 電 機	300 KVA	〃	
海上工事全般	交 通 船	130～180 ps	〃	
	警 戒 船	180～250 ps	〃	
水切り工	トラッククレーン	35～40 t 吊	〃	

(水深約10mを想定)

う適時、適所への搬入が必要である。

本型式の主な資材と規格を下記に示す。

① 鋼管杭

鋼管杭の形状規格は JIS A 5525 に規定されている。鋼材は SKK41 や SKK50 を用いるのが一般的である。

② レディーミクストコンクリート

レディーミクストコンクリートの材料、種類および呼び方、品質、配合、製造、運搬、品質管理、試験方法、検査などについて、JIS A 5308 に規定されている。

③ 鉄筋

鉄筋コンクリート用棒鋼の形状規格は JIS G 3112 に規定されている。鋼材は SR24, SR30, SD30A, SD30B, SD35 を用いるのが一般的である。

④ PC 鋼棒

PC 鋼棒の形状規格は JIS G 3109 に規定されている。鋼材は SBPR, SBPD を用いるのが一般的である。

⑤ 定規材

定規材として、構造用鋼材（棒鋼、形鋼、鋼板、平鋼）、H 形鋼杭などを用いる。構造用鋼材については JIS G 3191 ～ 3194 に、また H 型鋼杭については JIS A 5526 に形状規格が定められている。

9.5 仮設計画

連結ブロック式の仮設工事に必要な仮設設備を表-9.3 に示す。

直接仮設設備と間接仮設設備の区分は場合により多少異なるが、本工事施工のために直接必要なものを直接仮設としてある。

仮設設備は例として示したもので施工方法により変化するものである。たとえば生コンクリートを外部から購入できない場合はコンクリートミキサープラントを仮設設備として採用することになる。

鋼管杭打設用定規、連結ブロック

製作用基礎は製作仮置ヤードの地盤条件によりその構造を十分に検討する必要がある。製作ヤードの舗装も作業性を考慮して検討する。

現場の条件によるが、一般的にはブロック製作ヤードと間接仮設設備（現場事務所等）が一体として作

表-9.3 主な仮設設備の例

直接仮設設備	間接仮設設備
工事用道路 ヤードクレーン 資材、機材ヤード ブロック製作ヤード ブロック保管ヤード 電力設備 給水設備 導材、定規材ヤード 海上測量台 岸壁、栈橋 係留設備・シンカー オイルフェンス 灯浮標	現場事務所 各種倉庫 建設車両ヤード 鉄筋加工小屋 型枠下拵え小屋 宿舎 厚生施設 輸送車

業基地を設けることが望ましい。この場合、この作業基地はブロックの搬出の可能な岸壁に隣接する場所を選定する。また、作業基地の計画については船舶機械を効率的に使用するために施工計画時に充分に検討する必要がある。

第10章 H型スリット板ジャケット式

10.1 概 要

H型スリット板ジャケット式構造物は、上部のSRCジャケット構造と、下部の鋼製ジャケットからなる。SRCジャケット構造は、鉄筋コンクリート（RC）製の消波板と鉄骨鉄筋コンクリート（SRC）製のジャケットの一体構造を有する。また、下部の鋼製ジャケットは、RC製の消波板と鋼製のジャケットが一体となっている。構造物は、上部、下部を貫通する鋼管杭により支持される（図-10.1）。

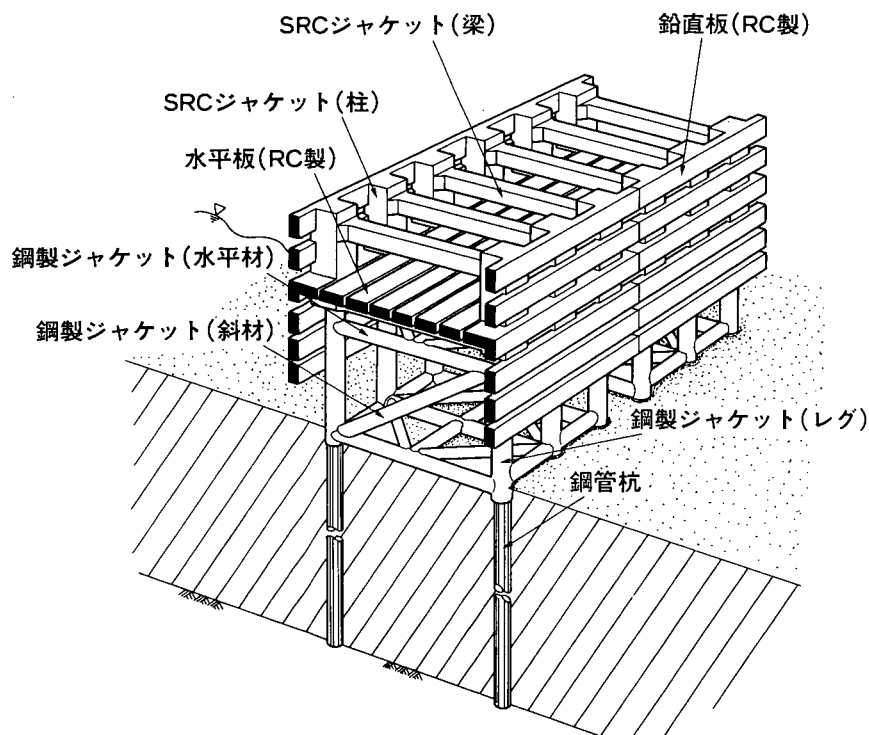


図-10.1 H型スリット板ジャケット構造物の鳥瞰図

10.2 施工手順

本構造物の施工手順を図-10.2にフローで示す。また、施工要領を図-10.3に示す。

10.3 施工方法

10.3.1 鋼製ジャケット製作工

鋼製ジャケットの製作は加工図の作成および原寸作業、部材加工、ジャケットの組立および溶接の手順で行う。

加工図の作成は加工をスムーズに進めることを目的とし、設計図面に加工上の障害がないことを確認し、加工上必要な断面の部分詳細図を作成する。また、寸法表記を追加し、加工手順を考慮した継手位置を決定するとともに、継手の詳細図を作成する。

原寸作業では、施工方法を考慮に入れ、設計図に基づいて各部材の正確な寸法を決定する。さらに、各部材の取り合い関係の不備と工作上的支障をチェックし、部材加工図、定規および型版等を作成する。

部材の加工に際しては以下の点に留意する。

- ① 罫書の際、完成後も跡の残るような部分には、劣化防止のため原則としてタガネ、ポンチは使用しない。また罫書作業に際しては、溶接および歪取り等による収縮変形量を考慮する。
- ② 主要部材の切断手法は鋼種、形状に応じて適切な手法を用いる。また切断線にかえり、不揃いのある場合はグラインダーにより平滑に仕上げる。
- ③ 曲げ加工は原則としてプレスによる冷間曲げ加工とする。作業に際して曲げ治具を用いて曲げ傷などをつけないよう注意する。
- ④ 部材の歪取りが必要な場合は、プレス、ローラーまたはガス炎加熱法等によって矯正する。

鋼製ジャケットの組立は、平面組立、面起こし、立体組立、消波板の製作の順に行う（図-10.4）。また、各部材の組立に関しては以下の点に留意する。

- ① 組立中に沈下が生じないように、十分に強固な地盤、架台等の上で組み立てる。
- ② 溶接順序を十分に考慮する。
- ③ 所定の組立精度が得られるよう十分に注意する。

また、溶接は必要な継手性能を満足するよう、下記の事項を確認したのち慎重に施工する。

- ① 鋼材の種類と特性。
- ② 溶接方法、開先形状および溶接材料の種類と特性。
- ③ 組み合わせる材片の加工、組立精度、溶接部分の清浄度と乾燥状態。
- ④ 溶接材料の乾燥状態。
- ⑤ 溶接条件と溶接順序。

10.3.2 SRC ジャケット製作工

SRC ジャケットの概略製作フローを図-10.5に示す。SRC ジャケットの製作は一般に数段に分けて行う。通常、SRC ジャケットの下端から水平板の上端までを第一段目の製作ブロックとする。これより上部は1日のコンクリート打設量、鉄筋、型枠の組立の作業性等を考慮して数段の製作ブロックに分割する。鉄筋、型枠、コンクリート作業に関しては「8.3 鉄筋コンクリート製作工」による。

10.3.3 鋼製およびSRC ジャケットの運搬工

鋼製およびSRC ジャケットの運搬は台船に積み込んで曳航する方法が一般的である。施工条件によっ

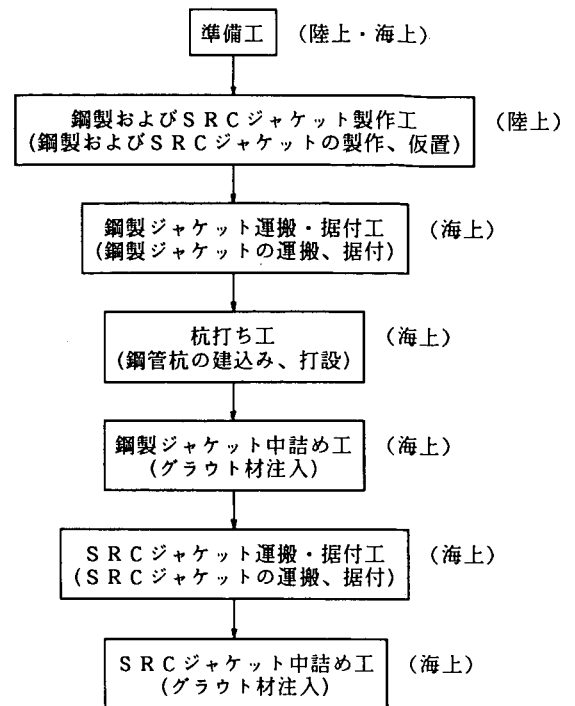


図-10.2 施工フロー

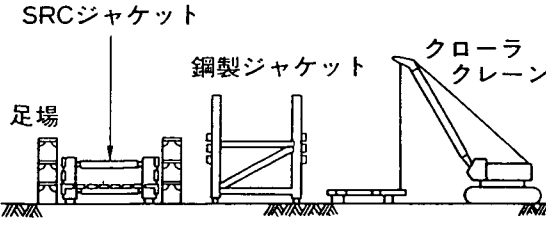
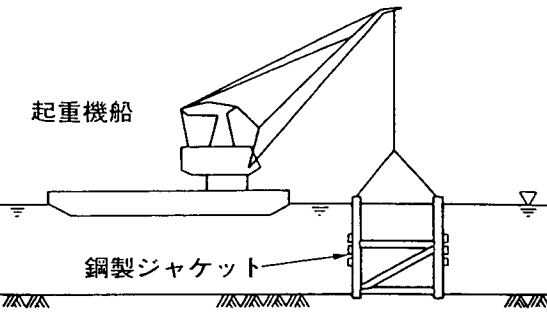
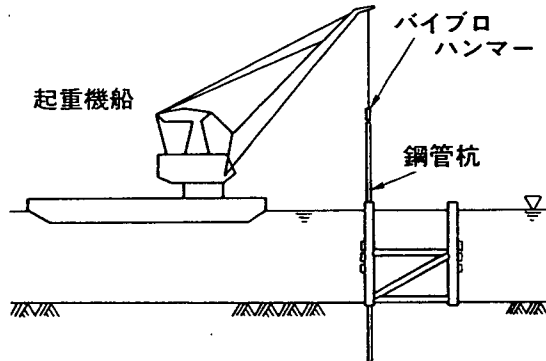
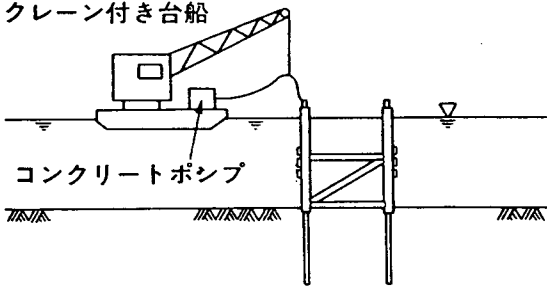
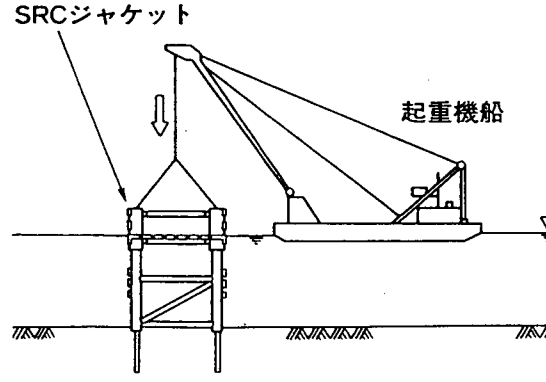
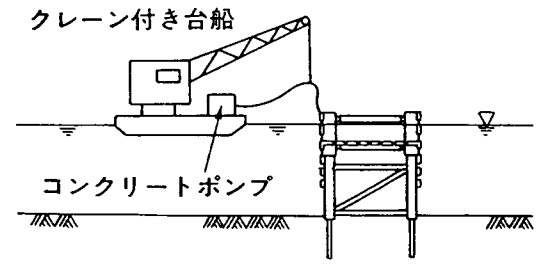
工種	①鋼製およびSRCジャケット製作工	②鋼製ジャケット運搬・据付工
施工要領図	 SRCジャケット 鋼製ジャケット クローラークレーン 足場	 起重機船 鋼製ジャケット
主な作業内容	鋼製ジャケットとSRCジャケットをヤードで製作する。	鋼製ジャケットを台船に積み込み、現地まで運搬し、クレーン船により据付ける。
工種	③杭打ち工	④鋼製ジャケット中詰め工
施工要領図	 起重機船 パイロハンマー 鋼管杭	 クレーン付き台船 コンクリートポンプ
主な作業内容	鋼管杭を鋼製ジャケットレグに建込み、鋼製ジャケットを導材として鋼管杭を打設する。杭と鋼製ジャケットはシムプレートを使用して溶接固定する。	鋼製ジャケットレグと鋼管杭の間にグラウト材を注入し固定する。
工種	⑤SRCジャケット運搬・据付工	⑥SRCジャケット中詰め工
施工要領図	 SRCジャケット 起重機船	 クレーン付き台船 コンクリートポンプ
主な作業内容	SRCジャケットを台船で現地まで運搬しクレーン船で吊り、先に設置した鋼製ジャケットにジャケットレグを利用して据付ける。	SRCジャケットのスリーブ鋼管と鋼製ジャケットレグとの間にグラウト材を注入し固定する。

図-10.3 施工要領

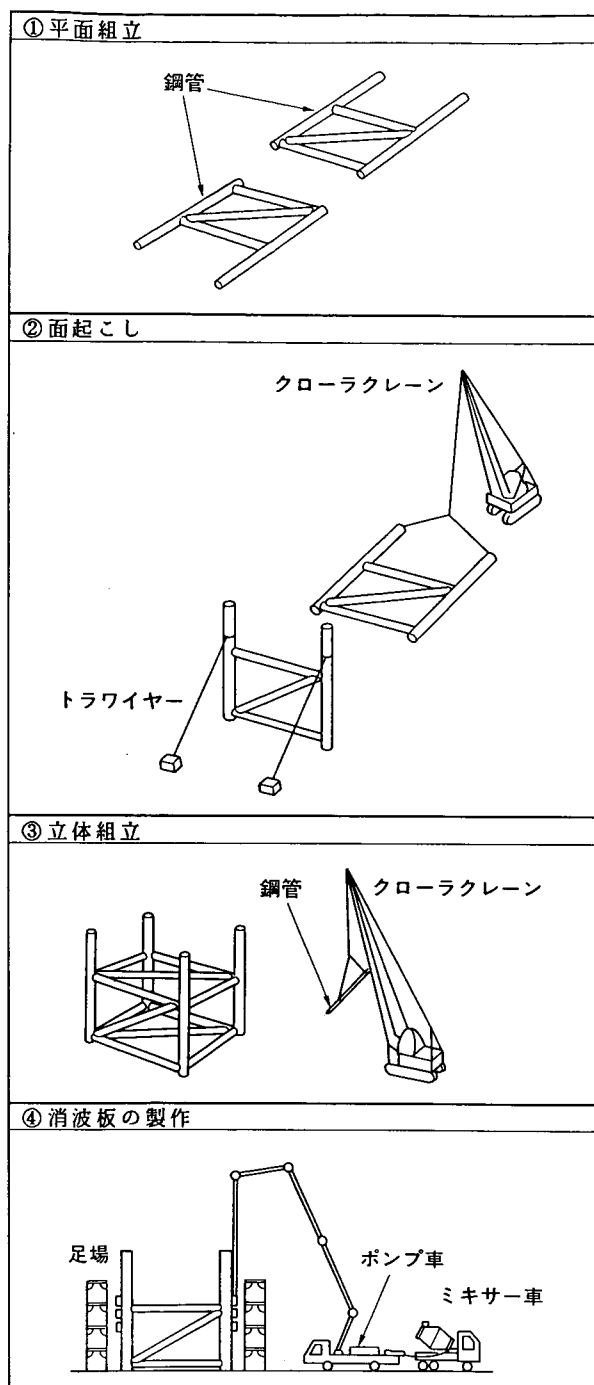


図-10.4 鋼製ジャケットの組立

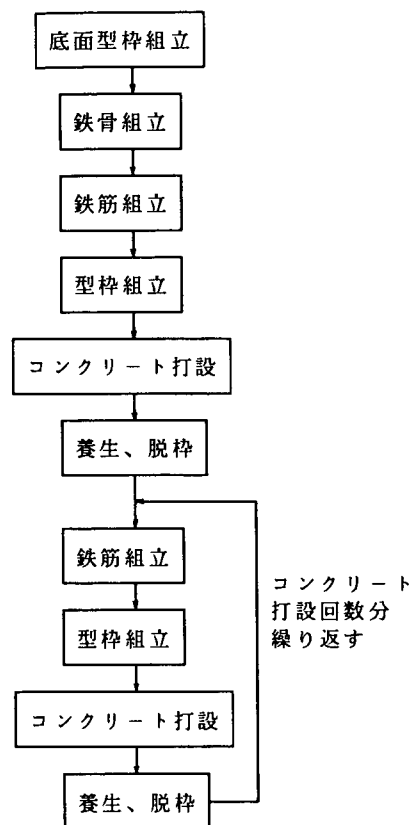


図-10.5 SRCジャケットの
制作フロー

ては、起重機船で吊上げた状態で引船により運搬する方法もある。

曳航に際しては、潮流、波高、風速、干満等の海象条件を考慮して、必要な曳航速度が得られるように引船の所要馬力を決定する。

10.3.4 ジャケット据付工

(1) 据付方法

鋼製およびSRCジャケットの据付作業には通常起重機船を使用する。一般に据付工は海上作業となるた

め、気象、海象の影響を受け易い。したがって、使用する船舶・機械は作業の安全性を考慮して、能力に十分余裕のあるものを選定する必要がある。また、鋼製ジャケットの据付時の安定性を確保するために、一般にジャケット底面にマッドマットを取付けておく。据付工の施工順序は次のようである。

- ① ジャケットを施工現場に曳航し、ジャケットを積んだ台船を係留する。
- ② 台船上のジャケットを起重機船で吊上げる。
- ③ ジャケットの据付位置に移動する。
- ④ 位置決めを行い、ジャケットを据付ける。

(2) 鋼製ジャケットの位置決め

据付の位置決めは、陸上から直接視準する方法、または海上測量台に設けた測点を利用して測量する方法がある。海上に設置した測量台を用いる場合の例を図-10.6に示す。最初に設置する鋼製ジャケットは、一連の構造物据付の出発点となるので、特に慎重な位置決めを行う。据付時の位置決めの際には次の事項に留意する。

- ① 陸上または海上に目測用の目標を設置しておき、大まかな位置決めはこれを用いてできるように計画する。
- ② 測量用の視準目標を鋼製ジャケットの上部の見易い位置に設置する。
- ③ 最初のSRCジャケットの据付が完了したらこの上に基準点を設ける。2回目以降の据付時に位置決めの目標として使用する基準点は、定期的に測量して水平移動および沈下の有無をチェックする。

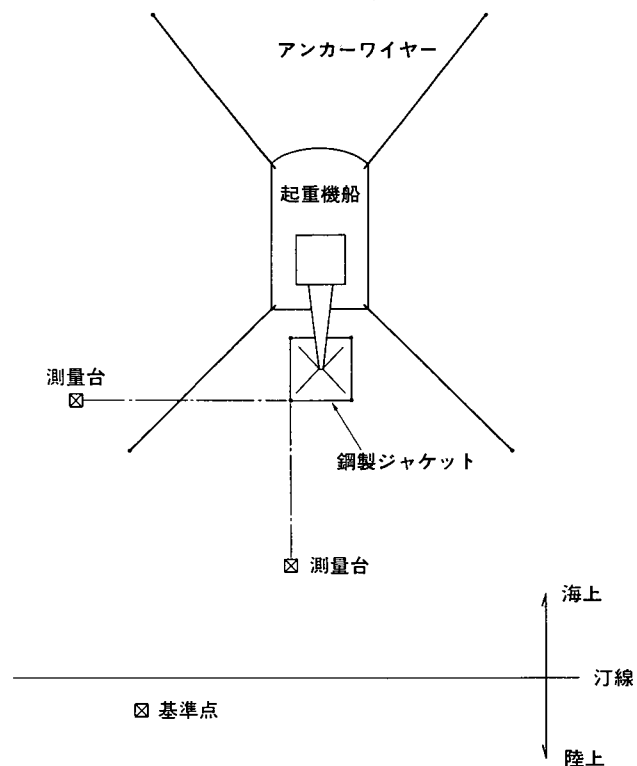


図-10.6 鋼製ジャケット据付測量の例（平面図）

(3) 設置海底面の調査・均し

鋼製ジャケット据付作業に先立ち、設置位置の海底を潜水士により調査し、障害物等がないことを確認する。また、設置地盤に不陸が大きい場合は、ガット船等により海底面の均しを行う。

10.3.5 杭打ち工

杭打ち方式、打設工法、ハンマーの選定および杭の建込みは、「8.1 杭打ち工」によるものとする。

(1) 鋼製ジャケットの傾き、高さの調整

鋼管杭打設前に鋼製ジャケット据付時の傾き、高さの調整を行う。調整方法は以下のようである。

- ① 四隅の鋼製ジャケットレグ内に鋼管杭を建込み、調整作業に必要な支持力が得られる深さまで打設する。

- ② 鋼管杭を建込んだ鋼製ジャケットレグ4カ所にジャッキ取付け用治具を取付ける。
- ③ 4カ所のジャッキにより鋼製ジャケットの傾きおよび高さを調整し、鋼製ジャケットレグと鋼管杭とを鋼鈑を用いて仮止めする。
- ④ まず、1カ所の鋼管杭について、ジャッキおよび治具を撤去し、仮止めを取外した後、最終根入れまで打設する。最後に杭頭を溶接する。これらの作業を他の3カ所についても順次行う。

(2) 杭頭の溶接

鋼管杭の打設終了時点では、杭打ハンマー打設代のため杭がレグ天端より数メートル長い状態にある。この杭頭を切断して撤去した後、シムプレートを用いて杭頭部とレグを溶接で結合する（図-10.7参照）。

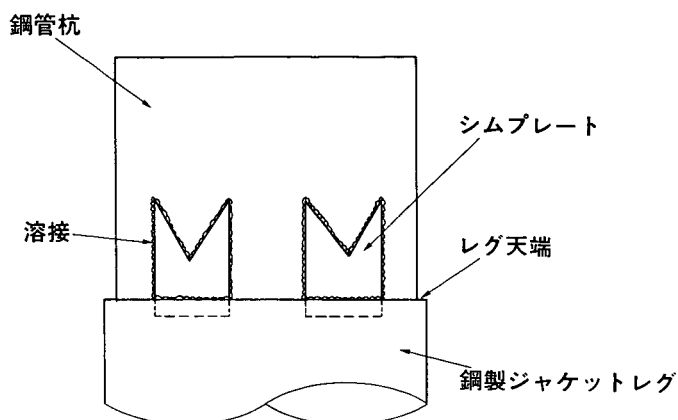


図-10.7 シムプレートを用いた杭頭の溶接例

10.3.6 中詰め工

中詰め工はグラウトポンプでセメントミルクを空隙に注入することにより行う。中詰め工は2回行う。1回目には、鋼管杭を打設し杭頭溶接が終了した後に、鋼製ジャケットレグと鋼管杭の間にセメントミルクを注入する。2回目には、SRCジャケットの据付が終了した後に鋼製ジャケットレグとSRCジャケットのスリーブ鋼管の間にセメントミルクを注入する。注入は最下部から行い、上方に向かって所定の打上がり面まで継続して行う。グラウト材注入のためのグラウト配管、ゴムシート材は製作ヤードにて鋼製およびSRCジャケットに取付ける（図-10.8参照）。

グラウト材は、注入に適した流動性があり、かつ所要の圧縮強度ならびに付着力を有し、耐久性および水密性のあるものを使用する。グラウトの配合例を表-10.1に示す。グラウト材注入時には、汚濁水の漏洩がないように潜水士による監視を行い、漏洩が発見された場合は作業を中止し、適切な処置をしたのち作業を再開する。

表-10.1 グラウトの配合例

(1 m³当り)

水 (W) (kg)	セメント (C) (kg)	W / C (%)
5 8 7	1 3 0 3	4 5

10.4 資機材計画

10.4.1 船舶・機械計画

本型式の施工に使用する標準的な施工機械および船舶を、各工種別に表-10.2に示す。本表に記した船舶・機械の規格は、水深10mの海域に施工する場合の目安である。表において、鋼製およびSRCジャケットの運搬は台船により行い、鋼管杭は全旋回式起重機船とバイプロハンマーにより打設するものとしている。また、杭打ち工に使用する船舶・機械は杭打ち方法により大きく異なるので、杭打ち方法に応じた船

表-10.2 主要な船舶・機械の例

工 種	船舶・機械名	規 格 の 目 安	数 量	摘 要
製作工	クローラクレーン	40t吊	4 台	鋼管、鉄筋、型枠組立等
	コンクリートポンプ車	ブーム式	1 台	コンクリート打設
運搬工 据付工	起重機船	150t吊, 400t吊	各 1 隻	積込み・運搬・据付
	台 船	300t積, 600t積, 800t積	各 1 隻	運搬
	引 船	300PS, 500PS, 800PS, 1500PS	各 1 隻	運搬・据付
	揚錨船	35t	1 隻	
	潜水土船	100PS	1 隻	据付
	交通船	150PS	1 隻	
杭打ち工	起重機船	全旋回150t吊	1 隻	鋼管杭打設
	台 船	300t積	1 隻	鋼管杭運搬
	引 船	1500PS, 500PS	各 1 隻	鋼管杭運搬・打設
	揚錨船	30t	1 隻	
	交通船	150PS	1 隻	
	バイプロハンマー	120KW	1 台	鋼管杭打設
	発電機	600KVA	1 台	鋼管杭打設
中詰め工	クレーン付き台船	300t積35t吊	1 隻	グラウト材注入
	引 船	800PS	1 隻	グラウト材注入
	揚錨船	15t	1 隻	
	潜水土船	100PS	1 隻	
	交通船	150PS	1 隻	
	グラウトミキサー		1 台	グラウト材注入
	グラウトポンプ		1 台	グラウト材注入

※水深約10mを想定

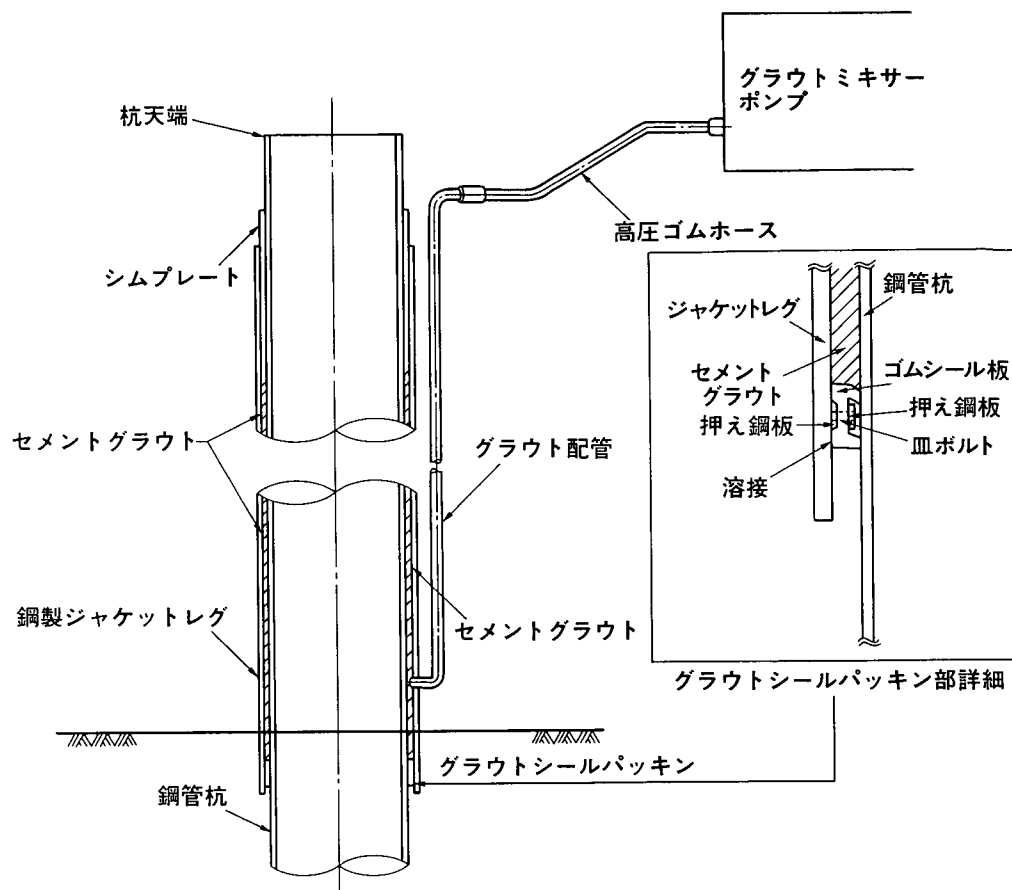


図-10.8 グラウト配管とシールの例

舶・機械を定める必要がある。

10.4.2 資材計画

本型式に使用する主要な資材を表-10.3に示す。

表-10.3 工種別主要資材

工 種	資 材
製 作 工	コンクリート
	鉄筋
	鋼管
	鋼材
	電気防食用資材
	型枠材
	支保工材
	足場材 その他
杭 打 ち 工	鋼管杭
	杭頭溶接用鋼材 (シムプレート)
中 詰 め 工	モルタル

10.5 仮設計画

本型式の作業基地には以下のような諸施設が考えられる。

- ① 鋼製ジャケット製作ヤード
- ② SRCジャケット製作ヤード
- ③ 鋼製およびSRCジャケット仮置ヤード
- ④ 資材ヤード(鋼管, 鉄筋, 鉄骨, 型枠, 鋼管杭)
- ⑤ ジャケット積み出し施設(接岸可能な岸壁等)

⑥ 作業船の泊地

⑦ コンクリートプラント設備、骨材ストックヤード

③はジャケット仮置時の重量が護岸（岸壁）に影響の無いこと，起重機船の吊上げ能力内にあることを考慮する。また，①および②の設備が上記の条件を満たすならば，その設備を兼用してもよい。⑦は生コンクリートを外部の生コン工場より購入できない場合に必要な設備である。

第11章 透過水平板付スリットケーソン式（杭式）

11.1 概 要

透過水平板付スリットケーソン式（杭式）は、図-11.1に示すようにケーソンと杭から構成される。したがって、その施工はケーソンの製作を主とする陸上作業と、ケーソンの据付および杭打設を主とする海上作業とに分類される。

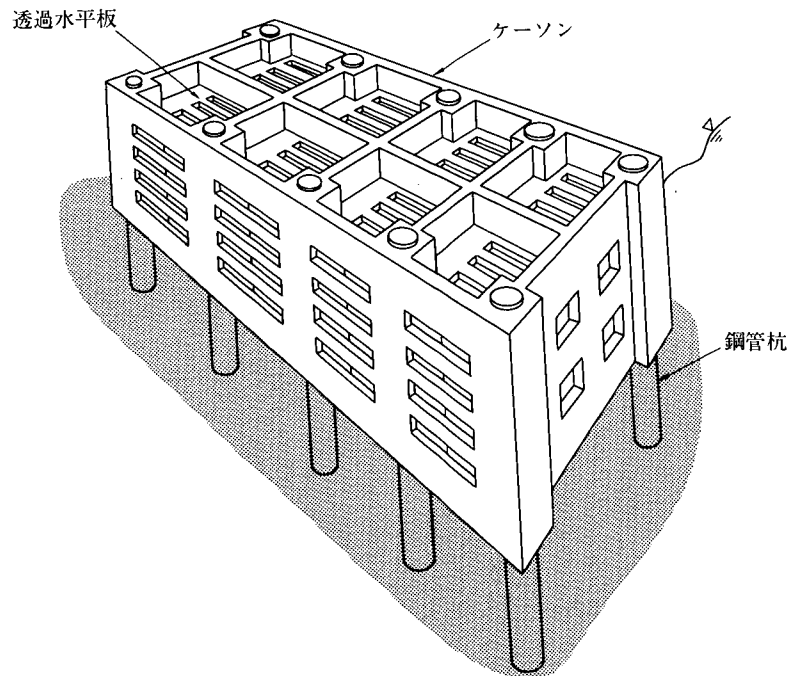


図-11.1 構 造 図

11.2 施工手順

本型式の一般的な施工フローを図-11.2に、施工要領を図-11.3に示す。以下に各工種の施工概要を述べる。

a) ケーソン製作工

ケーソン製作は近隣の港湾の岸壁上で行い、ガイド管組立の後に通常のケーソンと同様の方法で製作する。

b) 設置海底面の均し工

ケーソンを設置する海底面はガット船により均す。

c) ケーソン運搬工

製作ヤードより据付位置まで大型起重機船にてケーソンを吊上げ運搬する。

d) ケーソン据付工

運搬したケーソンは大型起重機船で所定の位置に据付ける。

e) 杭打ち工

ケーソン据付後バイプロハンマ（旋回起重機船）によりガイド管に沿って鋼管杭を打設する。

f) 鋼管杭固定工

鋼管杭打設後コンクリートポンプで鋼管杭とガイド管の間にモルタルを充填し、さらに鋼管杭にコンクリートを中詰めする。

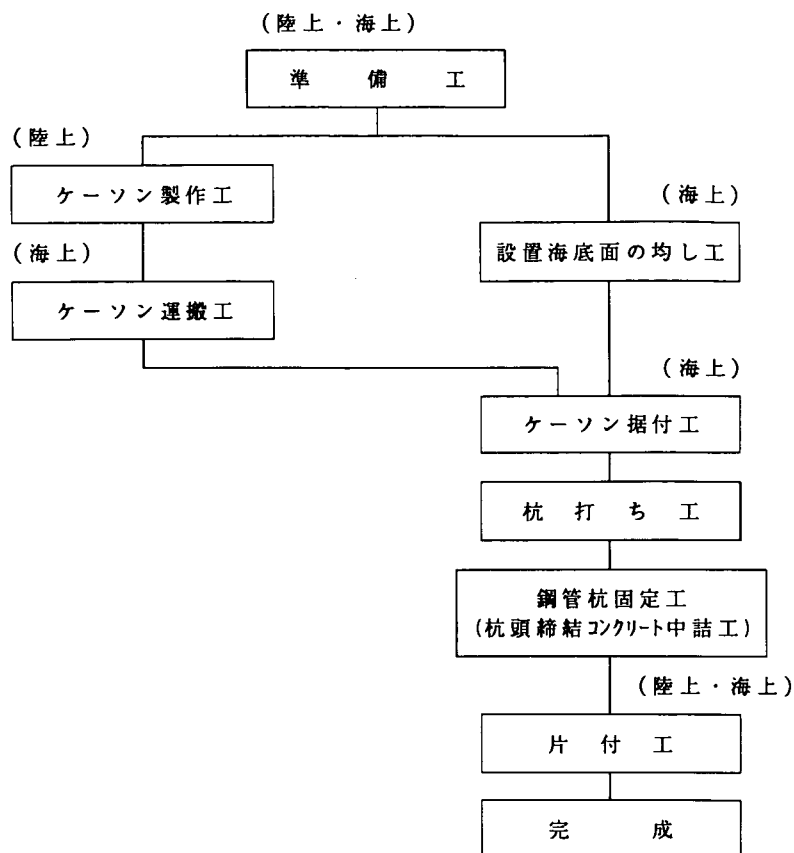


図-11.2 施工フロー

11.3 施工方法

11.3.1 ケーソン製作工

ケーソンはガイド管および梁部材（鋼材）を組立て、これを骨格としてコンクリートを打設することにより製作する。すなわち、構造は一種の鉄骨鉄筋コンクリートとなる。したがって、ケーソン製作に先立ちガイド管を組み立てる必要がある（図-11.4）。ケーソン製作のフローを図-11.5に示す。また、鉄筋コンクリートの施工は「8.3 鉄筋コンクリート工」に従うものとする。

11.3.2 設置海底面の均し工

ケーソン設置場所の地盤に不陸が大きい場合は海底面の均しを行う必要がある。この場合、潜水士の指示によりガット船のグラフを用いて海底の極端な凸部を浚渫するか、あるいは極端な凹部へ土砂を投入することにより不陸をなくす（図-11.6 a）。また、高い均し精度を必要とする場合には、ガット船の船尾に鋼製のブレードを吊下げ移動することで不陸を整形するか（図-11.6 b）、あるいは碎石等の投入、均しを行い、所定の均し精度を確保する。

11.3.3 ケーソン運搬工、据付工

ケーソン運搬工、据付工のフローを図-11.7に示す。また、各作業場所における作業内容を以下に示す。

(1) 作業基地

吊り枠をセットした大型起重機船をケーソン吊り上げ位置まで移動し、吊りワイヤをケーソンの吊り鉄筋にセットする。吊り鉄筋のセット後、ケーソンを徐々に吊り上げ（図-11.8 a）、大型起重機船を移動してケーソンを水面まで巻下げる。引船と大型起重機船を曳航ワイヤで接続し作業基地から引き出す（図-11.8 b）。

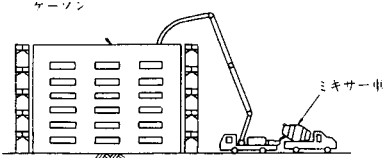
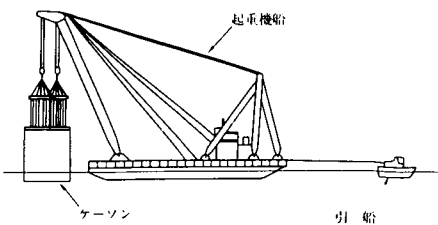
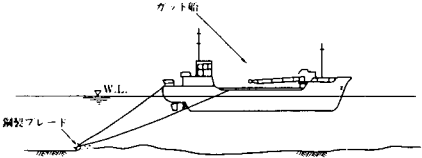
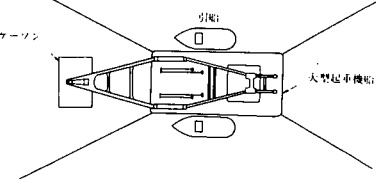
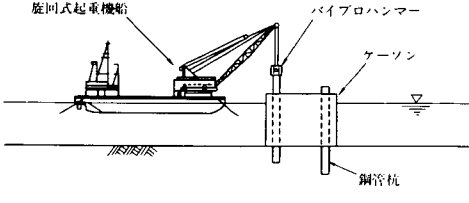
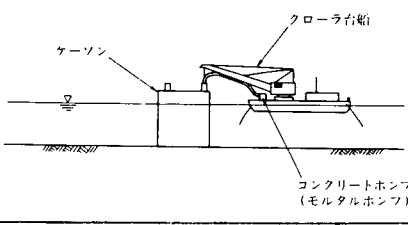
工種	①ケーソン製作工	②ケーソン運搬工
施工要領図		
主な作業内容	・ケーソン製作工（型枠、鉄筋組立、コンクリート打設）	・ケーソン吊上げ（吊枠、ワイヤセット） ・ケーソン運搬
工種	③設置海底面の均し工	④・ケーソン据付工
施工要領図		
主な作業内容	・基面均し	・ケーソン据付（位置決め、引き寄せ据付）
工種	⑤杭打ち工	⑥鋼管杭固定工
施工要領図		
主な作業内容	・杭打設（杭積込、運搬、打設）	・グラウト注入（材料運搬、混練、注入） ・中詰工（コンクリート運搬、打設）

図-11.3 施工要領図

(2) 建設地点

引船により曳航してきた大型起重機船を据付位置付近でアンカリングし（図-11.9）、ウインチ操作により据付位置まで移動する。据付はトランシットによる誘導に従い徐々に巻下げて行う。据付後設置状況の確認を潜水士により行い、吊り鉄筋から吊りワイヤを外し据付は完了する。

11.3.4 杭打ち工および鋼管杭固定工

ケーソン据付後ただちに鋼管杭の打設および杭とケーソンの固定を行う必要がある。作業は鋼管杭打設、杭頭締結、杭とケーソンの間隙充填、鋼管杭中詰の順に行う。

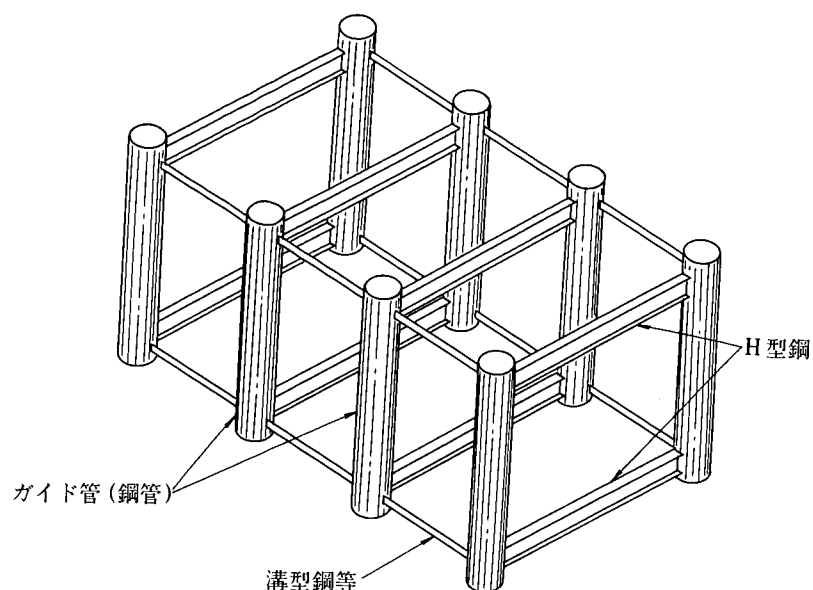


図-11.4 ガイド管組立図

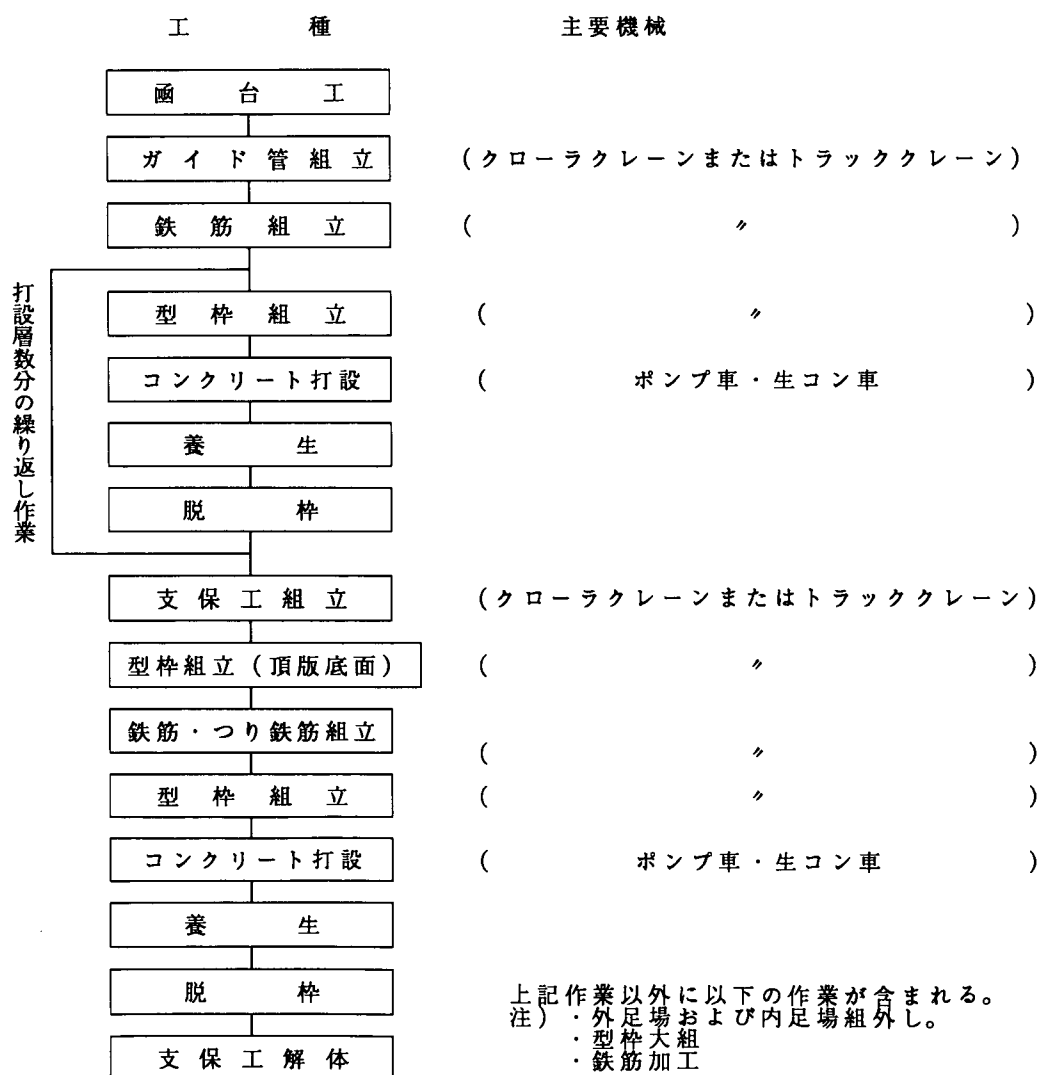
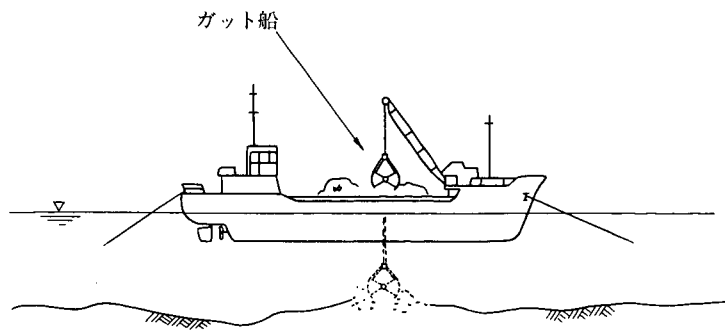
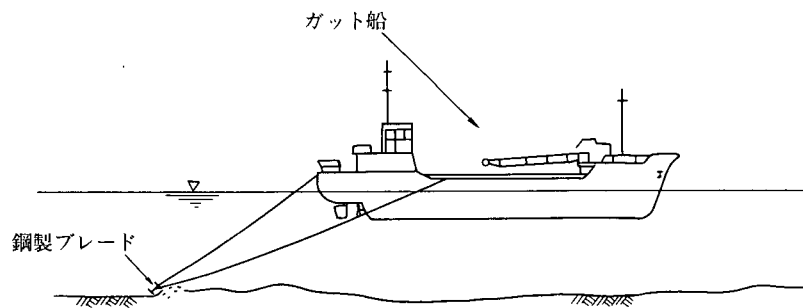


図-11.5 ケーリン制作フロー



a) 浚渫による整形



b) 鋼製プレートによる整形

図-11.6 設置海底面の均し工

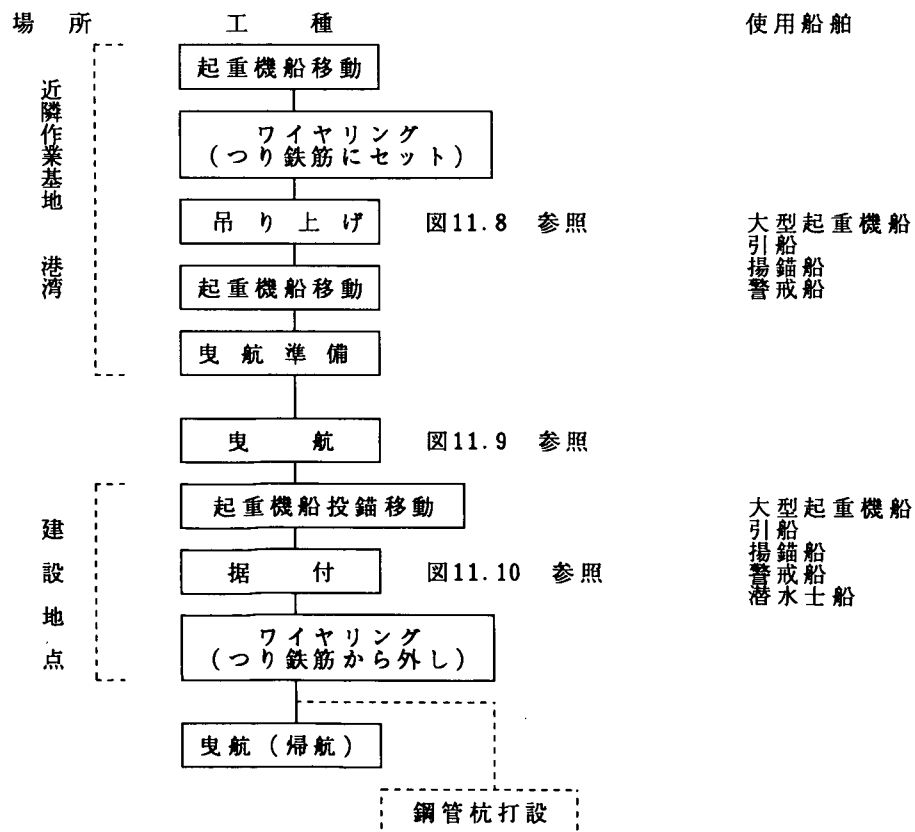
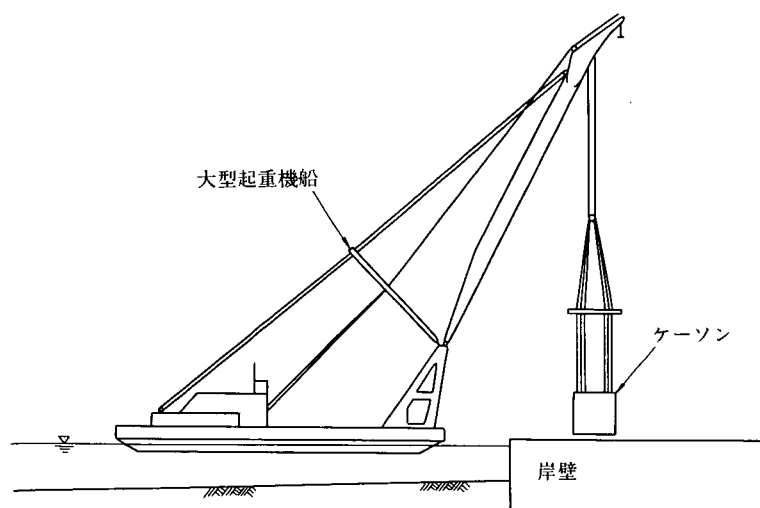
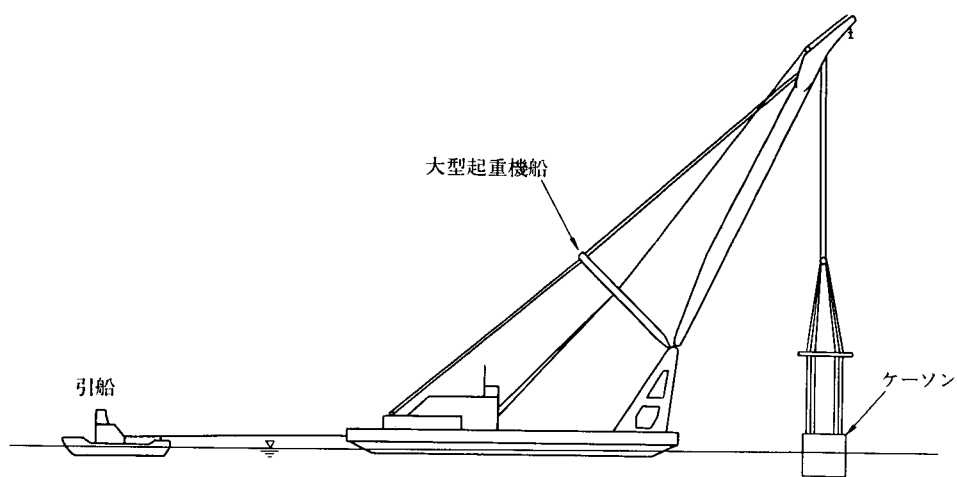


図-11.7 ケーソン運搬工・据付工フロー



a) 吊り上げ（進水）状況



b) 運搬（曳航）状況

図-11.8 ケーソン運搬工の例

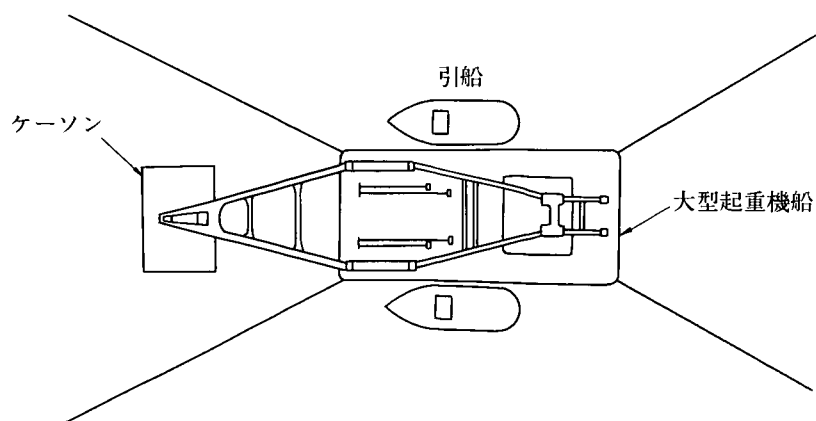


図-11.9 ケーソンの据付状況

(1) 杭打ち工

杭打ちハンマの種類としてはドロップ式、スチーム式、ディーゼル式およびバイプロ式（「8.1 杭打ち工」参照）があり、これらの選定に当っては鋼管杭の形状、寸法、重量、根入れ長さ等と土質、気象、海象等の自然条件を十分検討した上で決定しなければならない。ただし、砂質地盤で外洋に面した海域を想定した場合には、バイプロ式（旋回式起重機船使用、図-11.10）が有利と考えられる（表-11.1参照）。

(2) 杭頭締結

杭頭締結は鋼管杭周辺へのモルタル充填までの期間およびモルタル充填後モルタルの強度発現までの数日の間、鋼管杭とケーソンを結合しておくことを目的とする。締結にはガイド管と鋼管杭を鋼板で溶接接合する方法を用い（図-11.11参照）、必要な資機材はクローラ台船等にて運搬する。

(3) コンクリート中詰工

① モルタル充填

杭頭締結後、鋼管杭とガイド管の間にモルタルを充填する。モルタルには、適当に膨張し、早期に強度を有し、施工時に適度の流動性があるものを使用する。モルタル充填にはモルタルポンプを使用し、吐出口は常に充填したモルタル中に維持しながら順次クローラ台船等にて吐出管を巻上げる（図-11.12参照）。

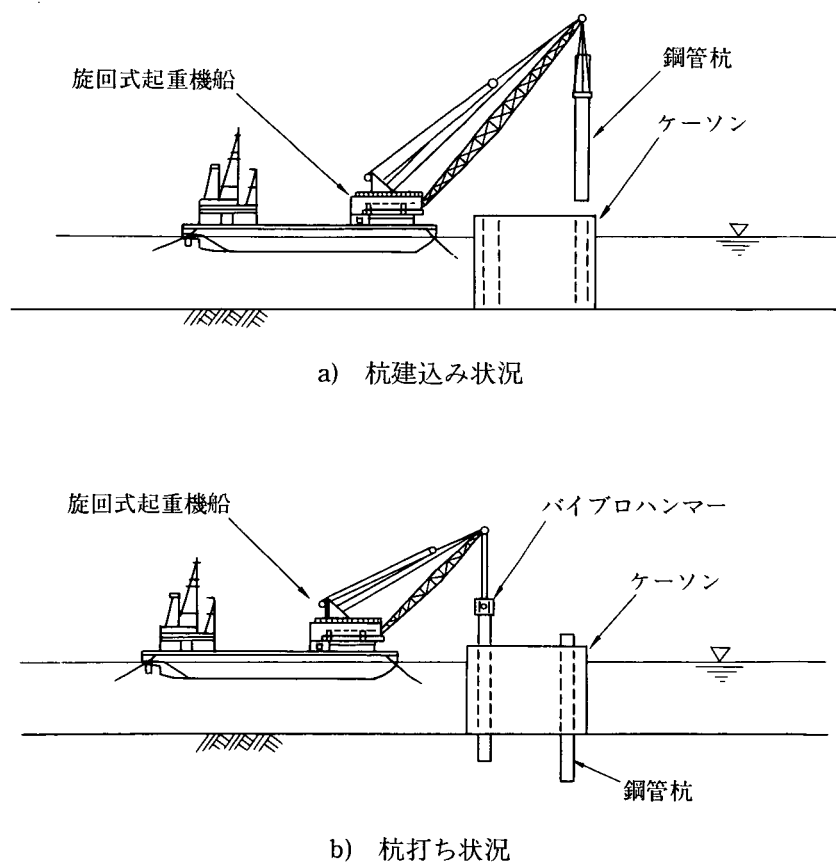


図-11.10 バイプロ式による杭打ち工

表-11.1 鋼管杭打設工法の比較表

工 法 名	適 用 性
杭打船工法 (ディーゼルハンマー)	・杭打船を（ケーソンに対して）固定する必要があり、作業限界波高は0.5m程度である。この結果稼働率が低い。 ・非旋回式であるため施工性が悪く、急速施工には不向きである。
起重機船工法 (ハイブローハンマー)	・起重機船とケーソンの相対変位がある程度許容されるため、作業時の波高は1.0m程度まで許容される。 ・旋回式であるため、施工性は良い。
S E P工法 (ディーゼルハンマー)	・ジャッキアップ後はS E P本体の動揺もなく、施工性は良い。ただし、浮遊時およびジャッキアップ時の安定性はあまり良くない。 ・汎用性の高い作業船ではなく、杭打ち工のみに拘束されるため、経済性はあまり良くない。

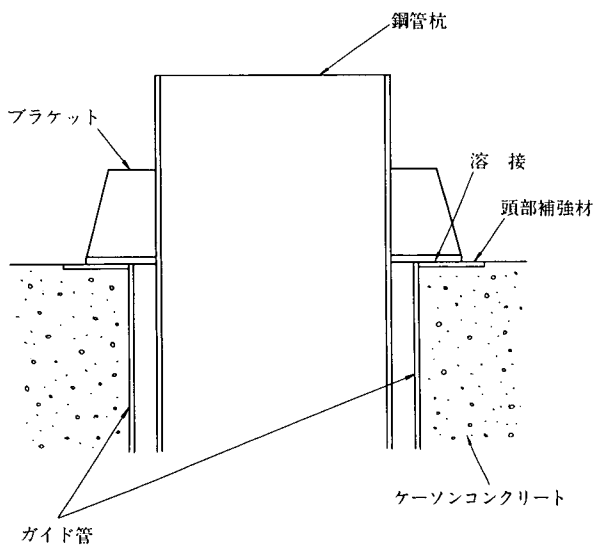


図-11.11 杭頭締結の一例

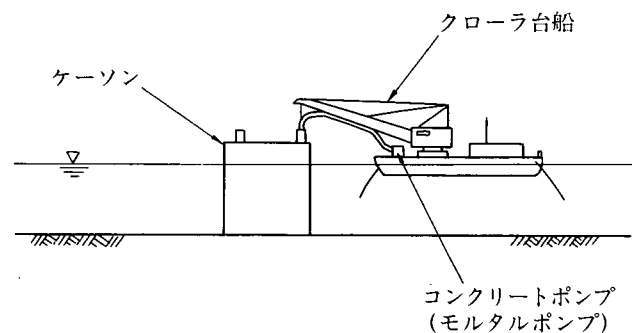


図-11.12 モルタル充填および鋼管杭中詰状況図

② 鋼管杭中詰

杭頭締結、モルタル充填後鋼管杭にコンクリートを中詰めする。コンクリート打設にはコンクリートポンプを使用しモルタル充填と同様の方法で行う。また、中詰完了後引き続き防食のために杭頭部をコンクリートでコーピングする。

11.4 資機材計画

11.4.1 資材計画

本型式の施工に必要な資材は工程および仕様書に基づいて確実に納入する必要があり、搬入方法、経路、場所、保管方法等は施工計画時に十分検討する必要がある。主要資材は各工種ごとに以下のものがある。

a) ケーソン製作工

ガイド管（鋼管杭）

鋼材（H型鋼，溝型鋼など）

鉄筋およびつり鉄筋

コンクリート

型枠・支保材

足場材

その他

b) 杭打ち工・固定工

鋼管杭

コンクリート

モルタル

杭頭締結用鋼材

その他

以上の資材のうち海上作業（杭打ち工・固定工）に使用するものはケーソン据付後ただちに使用するもので、その調達は特に注意を要する。

11.4.2 機材計画

本型式の施工に必要な機材はケーソン製作時等に使用する陸上機械とケーソン据付、杭打設等に使用する作業船舶とに分類できる。

使用船舶機械の選定に当っては、調達の可能性・能力を確認するとともに、船舶の場合には停泊地、避難港等の利用水域を確保する必要がある。また、設置海域までの回航計画も十分に検討しておく必要がある。一般的な使用船舶機械とその能力を表-11.2に示す。

11.5 仮設計画

本型式の作業基地には以下の施設が必要である。

- ・ ケーソン製作ヤード（函台，鉄筋ヤード，型枠ヤード，資材（鋼材）置場，作業通路等）
- ・ 資材ヤード（鋼管杭等）
- ・ 積出し施設（接岸可能な岸壁等）
- ・ 避泊地

特にケーソン製作ヤードの製作位置はケーソンの完成後の重量が護岸（岸壁）に影響のないこと，大型起重機船の吊上げ能力以内にあることなどをチェックして決定すべきである。

表-11.2 主な船舶・機械の例

工 種	使用船舶機材	規格の目安	選定考慮事項
ケーソン製作工	クローラクレーン	40～50 t 吊程度	・ 型枠重量と作業半径 および必要高さ
	ポンプ車	$60\text{m}^3/\text{h} \sim$ $90\text{m}^3/\text{h}$ 程度	・ 1 回 当り コンクリー ト 打 設 量
ケーソン運搬据付工	大型起重機船	1,000～ 1,300 t 吊程度	・ ケーソン、吊材およ びワイヤー重量と必 要アウトリーチ
	引 船	2,000～ 3,000PS程度	・ 曳航力および曳航速 度
	揚錨船	15～25 t 吊程度	
鋼管杭打設工	パイプロハンマ		・ 土質および杭仕様 による
	旋回式起重機船	50～ 100 t 吊程度	・ パイプロハンマおよ び杭重量と必要アウ トリーチ
鋼管杭固定工	コンクリートポンプ モルタルポンプ		・ 打設量による
	クローラ台船	20～50 t 吊程度	

※ 水深10mを想定。

第12章 斜板ジャケット式

12.1 概 要

斜板ジャケット式は、コンクリート製の斜板と鋼製ジャケットの脚、およびこれを海底地盤に固定する鋼管杭により構成される構造物である（図-12.1）

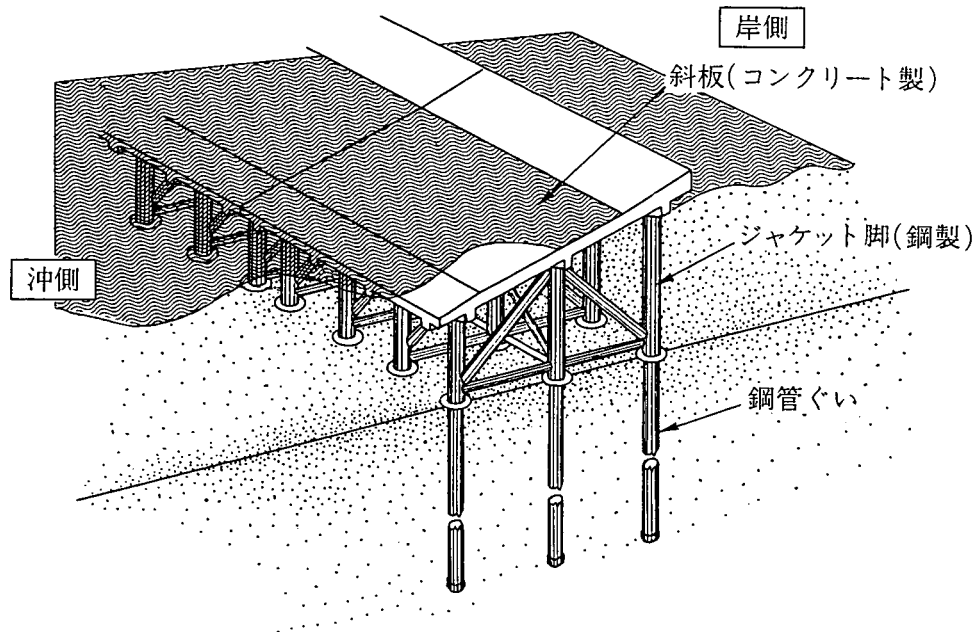


図-12.1 概 念 図

海域制御構造物は、多くの場合外洋に面した海域に建設されることから、波浪等の影響を被ることが少ないよう急速施工が可能で、かつ施工時の信頼性が確保できるものでなければならない。この点に関し、斜板ジャケット式は以下のような特徴を有する。

- (1) 設置位置での海上工事が少なく、堤体据付後、主として杭打ち工、モルタル充填工のみで施工を完了できる。
- (2) ジャケットと杭の接合はモルタル充填により比較的容易に行える。
- (3) 杭打設はジャケットレグ（主柱）をガイドとして利用でき、位置決めおよび建込みが容易である。

12.2 施工手順

斜板ジャケット式の施工フローを図-12.2に、施工要領を図-12.3に示す。以下に各工種の概略施工方法を述べる。

① 堤体製作工

海に面した陸上製作ヤードで、脚となるジャケットを組立てる。また、斜板のコンクリートを打設し、斜板と脚が一体となる堤体を製作する。

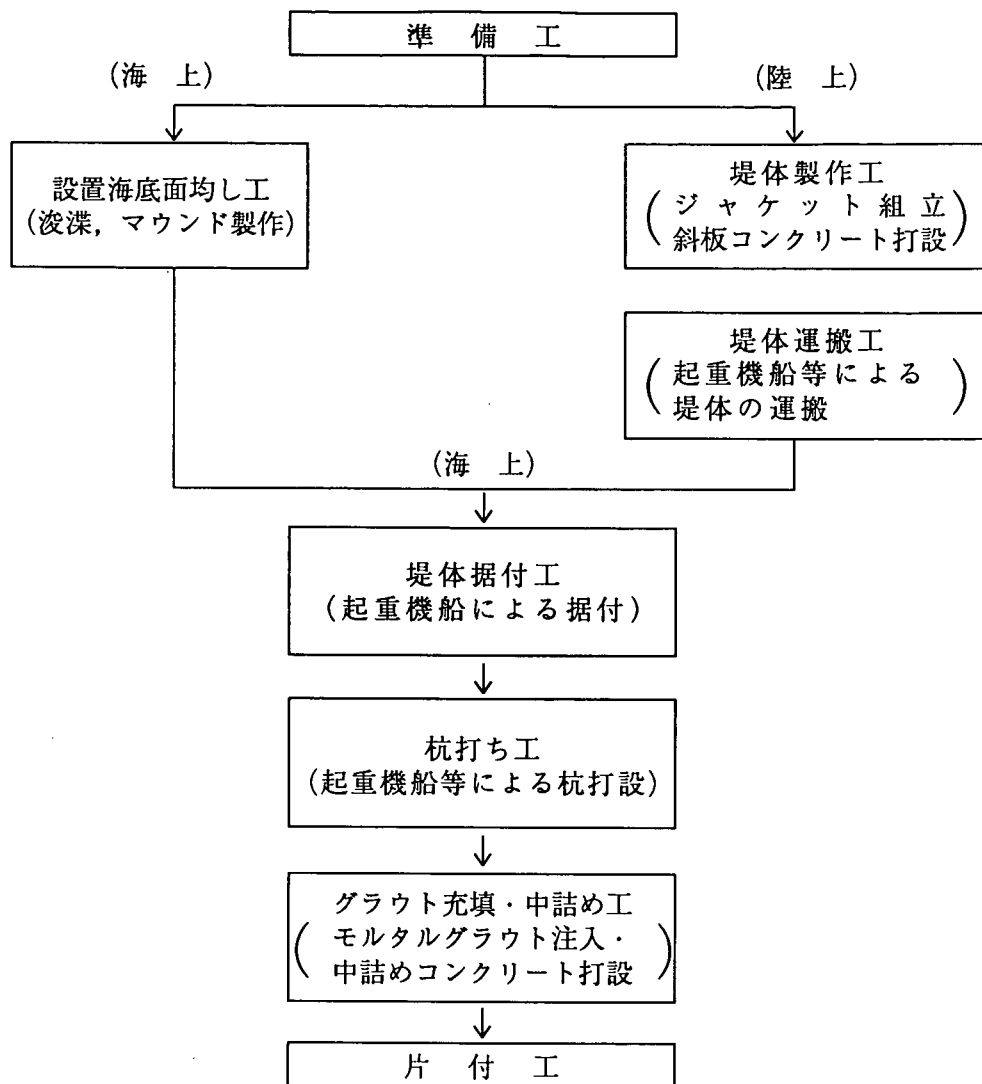


図-12.2 施工フロー

② 設置海底面均し工

堤体設置位置の海底面をグラブ浚渫船等により均す。また、捨石マウンドを製作する。

③ 堤体運搬工

製作ヤードにおいて非航起重機船等により堤体を吊り上げ、吊った状態または台船に積載した状態で設置位置へ運搬する。

④ 堤体据付工

起重機船により運搬した堤体を所定の位置に据付ける。

⑤ 杭打ち工

堤体据付後、ジャケットレグ内に杭を建て込んで位置決めを行い、杭を打設する。杭打設後、杭頭部を切断、整形する。

⑥ グラウト充填・中詰め工

鋼管杭打設後、ジャケットレグ（主柱）と杭の間にグラウト（無収縮モルタル）を注入する。また、鋼管杭の海底面より上部にコンクリートを充填し、中詰めする。

工種	① 堤体製作工	② 設置海底面均し工
施工要領図		
主な作業内容	製作ヤードで堤体を製作する。 ・ジャケット組立 ・斜板コンクリート打設	設置位置の海底面をグラブ浚渫船等により均す。
工種	③ 堤体運搬工	④ 堤体据付工
施工要領図		
主な作業内容	製作ヤードより非航起重機船によって堤体を吊った状態または台船に積載した状態で設置位置へ運搬する。(図は起重機船による堤体運搬方式)	起重機船により所定の位置へ据付ける。
工種	⑤ 杭打ち工	⑥ グラウト充填・中詰め工
施工要領図		
主な作業内容	起重機船等により杭を打設する。	グラウト注入, 中詰めコンクリートを打設する。

図-12.3 施工要領図

12.3 施工方法

12.3.1 堤体製作工

堤体は陸上製作ヤードで斜板と脚とが一体となるよう製作する。作業は、鋼製ジャケット組立、鋼製ジャケット上部の鉄筋コンクリート製斜板の製作の順に行う。堤体の製作に当っては、堤体の向き（斜板の方向）に注意する必要がある。堤体の据付時、堤体に対して起重機船を陸側に位置させる場合には、製作ヤードでの堤体の向きは斜板の高い側を岸壁側とする。岸壁長さは起重機船を効率的に利用するために、据付予定の全ての堤体が岸壁際に並べられる長さがあることが望ましい。十分な岸壁長さがヤードに確保できないときは、①堤体製作基数を分割して据付を複数回に分ける、②堤体を岸壁に平行に2列以上で製作し、岸壁まで移動させる、③堤体を台船等の浮体上で製作することにより不足岸壁長を補う、等の対策をとる。堤体の主構成部材である脚（鋼製ジャケット）および斜板（鉄筋コンクリート製版）の施工方法について以下に述べる。

(1) 鋼製ジャケット製作

鋼製ジャケット製作の作業フローを図-12.4に示す。図の左半分は工場での製作・加工作業を示す。

a) 本組立て

鋼製ジャケットの本組立ては、平組みしたあと、横断方向の脚をその構面を起して立体組をする方法を標準とする。ジャケットの各部材は、一旦仮溶接して寸法、ねじれ変形、溶接箇所のルート間隔の検査を行い、本溶接を行う。ジャケットの変形を防止するためには、組み立て用定木（基礎）の沈下対策を行う必要がある。

b) 溶接・検査

溶接は、有資格者により行わなければならない。また、溶接作業は次の点に留意して良好な条件で行わなければならない。

- ① 風雨時（風速は10m/s以上）または低温時は風、雨よけ等の対策を行う。
- ② 溶接部の塗装・油・スラグなどを丁寧に除去する。
- ③ 感電事故を防止する。

溶接部分は、外観検査（外的欠陥の判定）、超音波深傷試験（JIS Z3060）および放射線通過試験（JIS Z3104）により検査する。

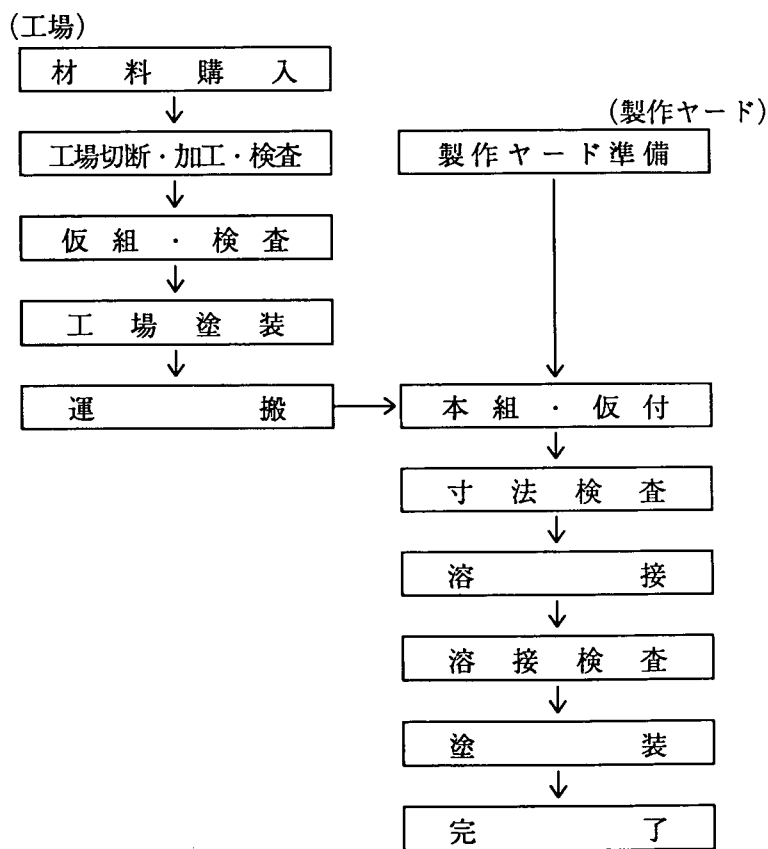


図-12.4 鋼製ジャケットの制作フロー

(2) 鉄筋コンクリート製斜板の製作

斜板の製作は「8.3 鉄筋コンクリート工」を参照し、以下の順に行う。

a) 支保工・型枠工

地表に立てた支柱あるいは鋼製ジャケットに支保工けた材を支持させ、これにより小ぶり、支柱を支持する等の方法をとる。型枠は、完成したコンクリート構造物の形状寸法を正確に保つため十分な強度を有するものとし、モルタルが漏れないように据付ける。

b) 鉄筋工

「8.3 鉄筋コンクリート工」の鉄筋組立の項を参照する。特に、配筋に当ってコンクリートのかぶり確保は鉄筋の防食上重要であるから、指定されたかぶりを確実に確保できるようスペーサー等を使用して施工する。

c) コンクリート打設

「8.3 鉄筋コンクリート工」のコンクリート打設の項を参照する。この構造体では特にコンクリートの打設量が大きくなるので、打設計画に従って材料の分離防止、コールドジョイント防止等に注意する。鋼製ジャケットレグの被覆コンクリートも同時期に打設する。

d) 養生

コンクリート打設後の養生は、湿潤養生（湿布等）もしくは膜養生（樹脂剤の散布による被膜形成等）等により行う。

e) 支保工、型枠撤去

鉄筋コンクリート板の支保工、型枠取り外し時期は表-12.1を目安とする。

表-12.1 型枠取り外し時期の目安

最低気温	使用セメントの種類	柱および壁	斜板およびはり下
5℃以上	普通ポルトランドセメント	5日	11日
	早強ポルトランドセメント	3日	8日
18℃以上	普通ポルトランドセメント	4日	9日
	早強ポルトランドセメント	2日	6日

（表中の日数はコンクリート打設後の日数）

12.3.2 設置海底面均し工

設置海底面均し工は位置出し、浚渫および均し、マウンド用の捨石投入、荒均し、遣方設置、本均しより成る。位置出しでは、海上測量台等を設置して堤体設置位置を計測する。標識ブイ等を設置した後に、浚渫等により設置位置付近の海底面の整形を行う。浚渫および碎石マウンド製作にはグラブ浚渫船、ガッ

ト船等を使用する。捨石投入に際しては投入範囲を標識ブイ等により表示して投入する。マウンド荒均しはグラブ船等のバケットおよびダイバーのウォータージェット等の使用により行う。マウンド本均しは「8.2 捨石工」と同様の要領によりダイバーが遣方（杭、貫材）、定規を使用して行う。

12.3.3 堤体運搬工

堤体運搬工の作業フローを図-12.5に示す。岸壁際で製作された堤体を設置位置まで運搬する方法には次の方法がある。

- ① 起重機船で堤体を製作ヤードから吊り上げ、堤体を吊った状態で引船により設置位置まで運搬する方法（図-12.6参照）。
- ② 起重機船で堤体を製作ヤードから吊り降し、台船に堤体を乗せて曳航する方法（図-12.7参照）。

起重機船による運搬方法は製作ヤードから設置場所までの距離が短く、海域の波浪等の条件がそれほど問題とならないとき適する。堤体を起重機船で安全に吊り上げるためには、吊りワイヤーの荷重を均等にするよう吊り治具を使用する。起重機船の能力選定は吊り上げる時の堤体の重量に吊り治具重量を加えた荷重に余裕を考慮して決定する。また、堤体を運搬する前に、航路を十分に検討する。

12.3.4 堤体据付工

堤体据付工の作業フローを図-12.8に示す。堤体据付は起重機船により行う。据付時の起重機船の配置を据付堤体の海側にするか陸側にするかは、海底地形、近隣の構造物、航路等を考慮して決める。

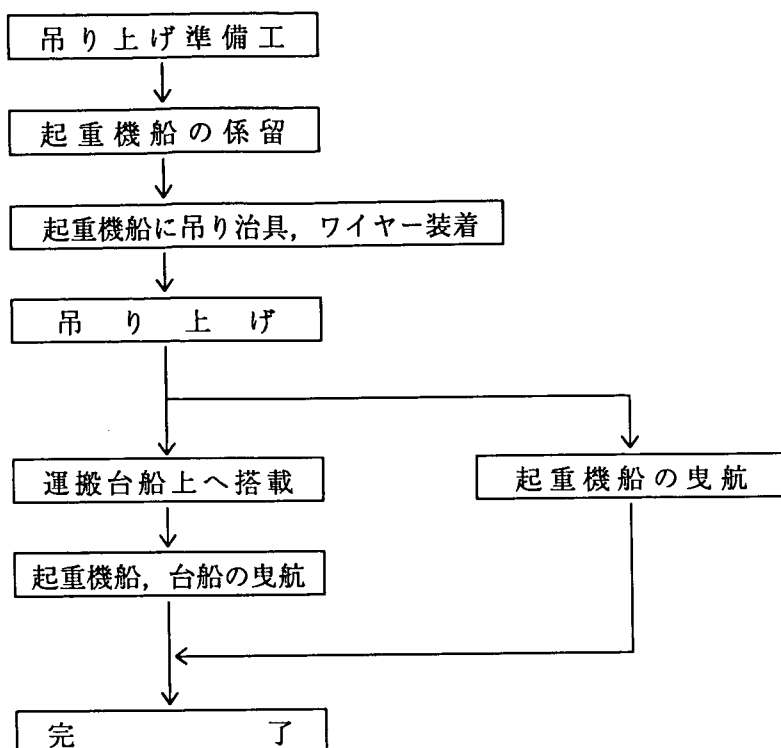


図-12.5 堤体運搬工の作業フロー

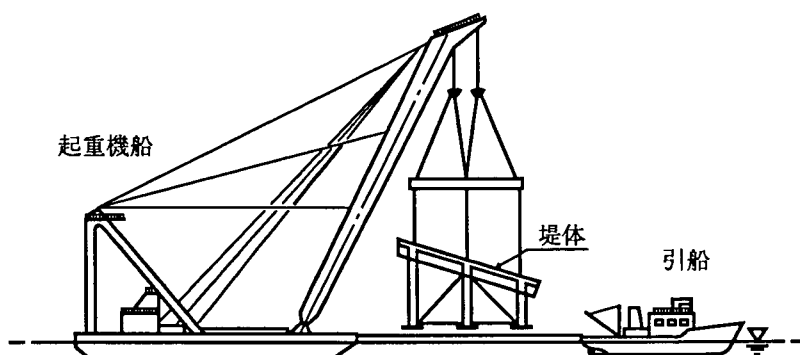


図-12.6 起重機船による運搬方式

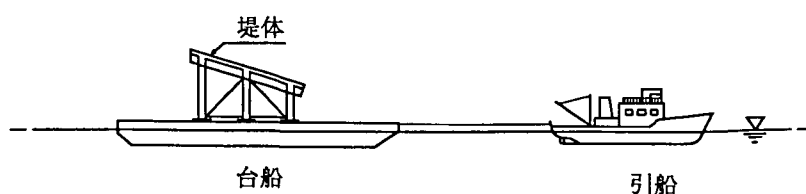


図-12.7 台船による運搬方式

一基目の堤体の据付時には、陸上もしくは仮設海上測量台に設置したトランシット、レベル、仮設導材等により据付位置を確認して据付を行う。二基目以降の堤体は、隣接する設置済堤体に導材をつけ、平面的な位置が決定できるようにして順次据付を行う。起重機船により堤体を吊り降し、設置後高さ、水平度を確認して据付を終了する。起重機船による堤体据付例を図-12.9に示す。据付終了後、吊りワイヤーの取りはずし作業のうち水中部分はダイバーにより行う。

12.3.5 杭打ち工

杭打ち工は、「8.1 杭打ち工」に述べられた諸事項を検討し、計画する。以下に本型式特有の事項について述べる。作業は、杭打船の係船索どり、ハンマ装着、杭積載台船配置、杭の建込み、杭打設、杭頭切断の順に行う。

鋼管杭は、ジャACKETレグ（支柱）に杭を建込み、ジャACKETレグをガイドとして打設する。杭の打設は、四隅の杭4本を先行させて、順次残りの杭を打設する順序を標準とする。

杭打設用ハンマはディーゼルハンマ、バイプロハンマ、スチームハンマ等から選定する。本型式における杭打設の特殊条件として、斜板中央部の杭の場合は、杭打船が杭打設位置に近づくれないので、一般に起重機船を使用した吊りハンマ方式が効率的である。また、設置した堤体の陸側に杭打船を配置することにより、打設作業に与える波浪の影響を小さくすることができるので、この点からも吊りハンマ方式による打設が有効である。杭打設終了後、斜板上にある杭を切断する。杭頭の切断はクレーンで杭頭を吊りながら行う。

12.3.6 グラウト充填・中詰め工

グラウト充填、中詰め工は、台船機装、レグ（支柱）の底部シール、モルタル注入、杭内底蓋設置、杭内コンクリート中詰めより成る。

ジャACKETレグ（支柱）と杭の間に無収縮モルタルを注入充填し、杭とジャACKETを一体化する。また、杭の内側をコンクリートで中詰め充填する。無収縮モルタル注入に先き立ち、モルタルが流出しない

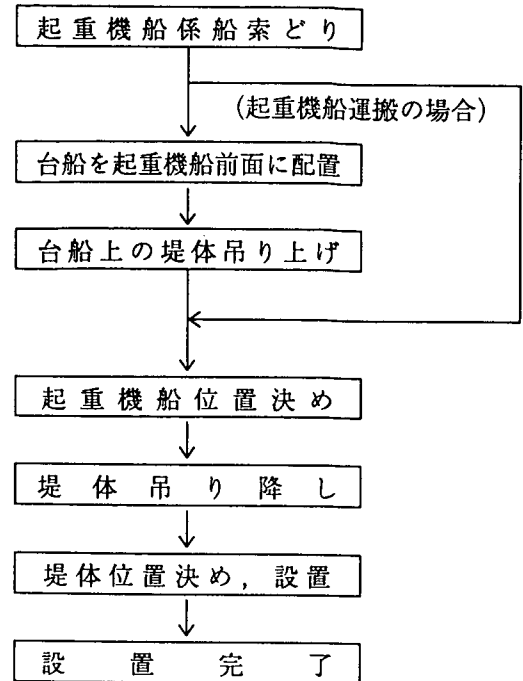


図-12.8 堤体据付工の作業フロー

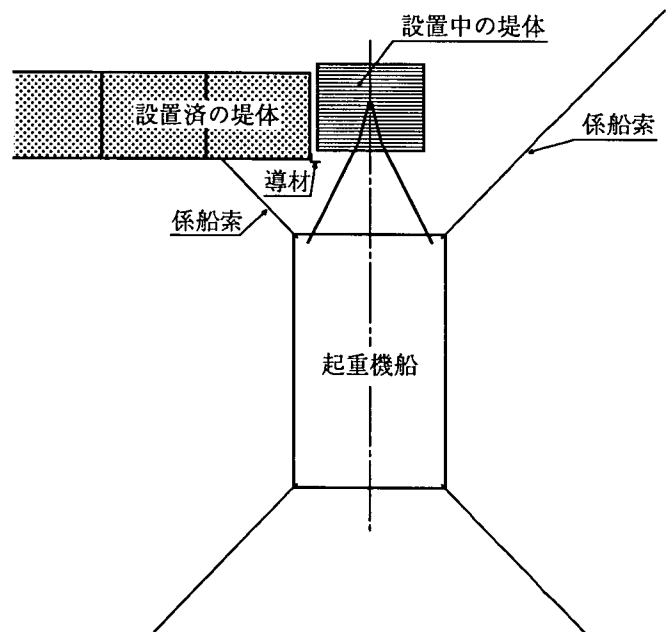


図-12.9 起重機船による据付例

ようにレグ（主柱）の底部のすき間をシール剤等で塞ぐ。堤体が十分な重量をもつので通常は杭とジャケットの仮付等による固定は不要である。

モルタル注入は、作業船上に設けられたモルタルミキサーによってモルタルを製作しグラウトポンプにより注入パイプ中を圧送することにより行う。このための作業船にはセメントサイロ、計量器、ミキサーグラウトポンプ、クレーン、水タンク、骨材置場等を設けるものとする。注入時は注入パイプの先端が常に1m以上モルタル表面より下にあるように調整する。

杭のコンクリート中詰めには、コンクリート打設に先き立ち杭内に吊り底蓋を設置し、トレミー管によりコンクリートを打設する。このための作業船にはコンクリートミキサープラント設備とクレーン、コンクリートポンプ等を設ける。

12.4 資機材計画

12.4.1 資材計画

工事に使用する資材の多くは注文生産品であり、施工時期を充分注意して入荷するようにする必要がある。そのため、工程計画に照し合わせて資材の調達計画を立てる必要がある。

本型式の施工に必要な主要資材の一例を表-12.2に示す。コンクリートは付近の生コンプラントより調達することができないときは、仮設用のコンクリートミキサーを設置してセメント・骨材等を購入して生産する。また、設計で定まる資材の仕様、数量により資材計画を立て、工事に遅れをきたさないよう入荷を図ることが重要である。

表-12.2 主要資材の例

本 工 事 用 資 材	仮 設 用 資 材
鉄 筋 コ ン ク リ ー ト ジャ ケ ッ ト 用 鋼 材 杭 モ ル タ ル 中 詰 コ ン ク リ ー ト 電 気 防 食 用 資 材 吊 り ピ ー ス 等 の 金 物 砕 石 等 の 海 底 均 し 用 資 材	支 保 工 材 型 枠 材 海 上 測 量 台 位 置 出 し 用 導 材 ジャ ケ ッ ト 組 立 用 定 木 堤 体 吊 治 具

12.4.2 機材計画

機材計画の目的は、工事の要求する諸条件に機材を適合させるとともに、機械化施工による工事の安全、品質の向上、工期の短縮および原価の低減を図ることにある。本型式の施工に必要な主要建設用船舶機械の一例を表-12.3に示す。以下に工事に必要な主要な機械の能力容量の選定についての考え方を示す。

(1) 起重機船

堤体据付用の起重機船の選定は次の要素を考慮して行う。

a) 吊り荷重

堤体重量、吊り治具重量、他に工地上想定される荷重。

表12.3 主要な船舶・機械の例

工 種	船舶・機械名	規格の目安	台数	摘 要
堤体製作工	トラッククレーン	15～25t 吊り	1	支保工,型枠,鉄筋等
	トラッククレーン	35～45t 吊り	2	ジャケット組立等
	ポンプ車	45m ³ /hr	1	コンクリート打設
	トラック	4t～10t 積	2	
設置海底面 均し工	グラブ浚渫船	2m ³ ～6m ³	1	浚渫, マウンド製作
	土 運 船	200m ³	1	浚渫土運搬
	台 船	200t 積	1	マウンド材運搬
	引 船	180～300ps	2	浚渫船,土運船,台船
	潜水士船	ダイバー二人用	1	マウンド均し
堤体運搬工 および 堤体据付工	トラッククレーン	45t 吊り	1	陸 上 補 助
	非航起重機船	1500～2500t 吊り	1	運 搬 , 据 付
	引 船	1000～4000ps	2	〃
	揚 錨 船	360～480ps	1	〃
	交 通 船	180ps	1	〃
杭 打 ち 工	自航起重機船	ジブ旋回式100～150t吊り	1	杭 打 ち
	バイプロハンマ	60～90KW	1	〃
	発 電 機	200～300KVA	1	〃
	台 船	500t 積	1	杭 運 搬
	引 船	250～500ps	1	台 船 曳 航
グラウト充填・ 中詰工	クレーン台船	200t 積, 25t 吊り	1	
	引 船	180ps	1	台 船 曳 航
	潜水士船	ダイバー二人用	1	グラウト注入
	コンクリートポンプ		1	コンクリート中詰用
	コンクリートミキサ		1	〃
	グラウトポンプ		1	グラウト注入
	グラウトミキサ		1	〃
	発 電 機	125KVA	1	ポンプ, ミキサ用

(注) 本表は水深約10mを想定した場合の例である。

b) アウトリーチ

堤体吊り上げ, 吊り降し時の堤体位置により必要なアウトリーチ。具体的には堤体製作ヤードの配置等により検討する。

c) 揚 程

堤体高さ, 吊り治具, ワイヤ一部分の高さ, 製作ヤードの地盤高さ。

(2) 杭打ち船

ハンマのタイプ, 能力が決定されて打設方式(吊りハンマ方式かリーダー方式か)が決まれば必要な起重機船, 杭打ち船の大きさ, 能力が決まる。一般に杭打ち船と巻上げ力の関係は次の通りである。

$$\text{起重機船の場合} \quad \frac{\text{巻上げ力 (t)}}{\text{排水トン (t)}} \approx \frac{1}{5} \sim \frac{1}{6}$$

$$\text{杭打ち船の場合} \quad \frac{\text{巻上げ力 (t)}}{\text{排水トン (t)}} \approx \frac{1}{10}$$

起重機船のアウトリーチと揚程、杭打ち船のリーダ高さは主として杭の長さにより決定される。

12.5 仮設計画

本型式の施工に必要な主要仮設設備の例を表-12.4に示す。直接仮設設備と間接仮設設備の区分は場合により多少異なるが、大まかな目安として本工事施工のために直接必要なものを直接仮設とした。仮設設備は例として示したもので施工方法により変化するものである。たとえば生コンクリートを外部から購入できない場合はコンクリートミキサープラントを仮設設備として採用することになる。一例として堤体製作ヤードのレイアウトを図-12.10に示す。

表-12.4 主な仮設設備の例

直 接 仮 設 設 備	間 接 仮 設 設 備
工 事 用 道 路 , 舗 装 ヤードクレーン 定木等の堤体仮設基礎 岸 壁 , 栈 橋 支 保 , 足 場 工 材 料 置 場 電 力 設 備 給 水 設 備 堤 体 吊 り 治 具	現 場 事 務 所 各 種 倉 庫 車 庫 , 駐 車 場 建 設 車 輛 置 場 コンプレッサ等の機械室 鉄 筋 加 工 小 屋 型 枠 下 拵 え 小 屋 宿 舎 厚 生 施 設 輸 送 車

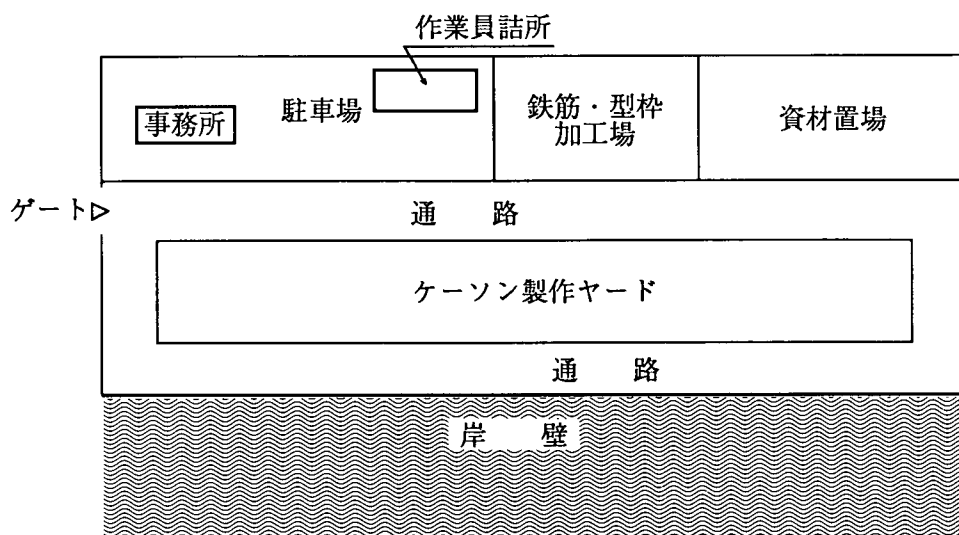


図-12.10 制作ヤードレイアウトの一例

ジャケット組立用定木あるいは堤体製作用基礎は製作ヤードの地盤条件により構造を十分に検討する必要がある。特に製作ヤードの岸壁（護岸）に関しては、堤体重量により円弧すべり、法線のはらみ出し、沈下等が発生しないかどうか十分検討し、必要であれば対策をとるものとする。

第13章 斜板ケーソン式

13.1 概 要

斜板ケーソン式は、捨石マウンドとコンクリートケーソンで構成される没水型の重力式構造物である（図-13.1）。その施工方法は、陸上ヤード等で製作されたコンクリートケーソンを起重機船等で運搬した後、あらかじめ海中に設置した捨石マウンド上に据付けるものである。

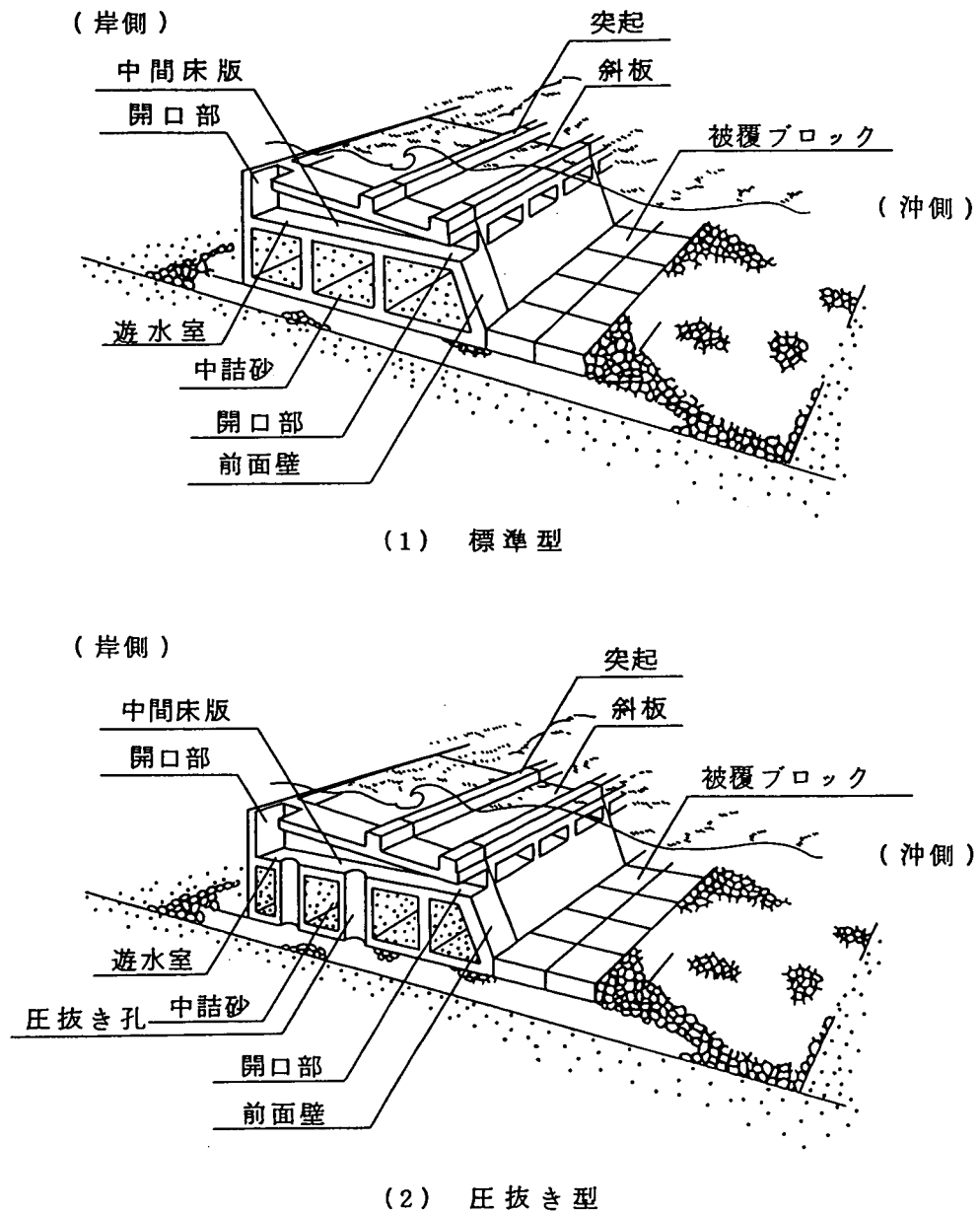


図-13.1 斜板ケーソン式の模式図

13.2 施工手順

本型式の基本的な施工フローを図-13.2に示す。施工フローのうちケーソンの中詰め工は、進水・運搬方法などからケーソン製作中に行う場合と、ケーソン据付け後に行う場合とがある。前者では中詰め重量

を考慮しても合理的な施工が可能である。一方、ケーソンを浮上運搬する場合には、進水前に中詰めを行うとケーソンが浮上しなくなるので、後者の方法となる。いずれの方法にするかはケーソンの規模や施工条件を十分検討して決定する必要がある。

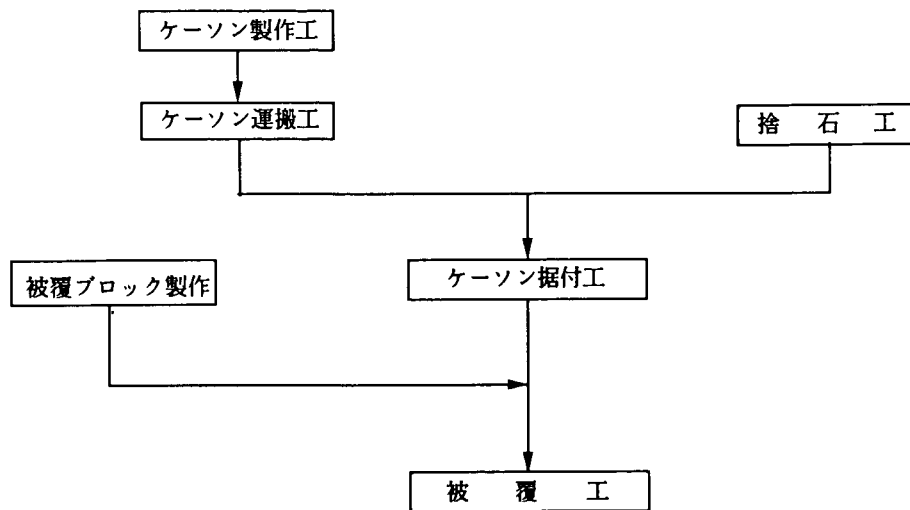


図-13.2 基本的な施工フロー

基本的な施工方法の例として、a) ケーソンを起重機船で吊り上げて運搬する場合の施工要領を図-13.3に、b) ケーソンを浮上させ引船を用いて運搬する場合の施工要領を図-13.4に示す。以下に、主な作業内容を述べる。

a) 起重機船でケーソンを吊り上げて運搬する場合

① ケーソン製作工（下部工）

ケーソン製作ヤードで中間床板下端までコンクリートを打設し、中詰め材を投入する。

② ケーソン製作工（上部工）

中間床板より上部の躯体コンクリートを打設する。

③ 捨石工

ガット船により捨石を投入し、潜水士により均しを行う。

④ ケーソン運搬工・据付工

起重機船でケーソンを吊り上げて設置場所まで運搬し沈設する。

⑤ 被覆工

潜水士によりマウンド上に被覆ブロック・被覆石を据付ける。

b) ケーソンを浮上させ引船を用いて運搬する場合

① ケーソン製作工

ケーソン製作ヤードで躯体コンクリートを打設する。

② 捨石工

ガット船により捨石を投入し、潜水士により均しを行う。

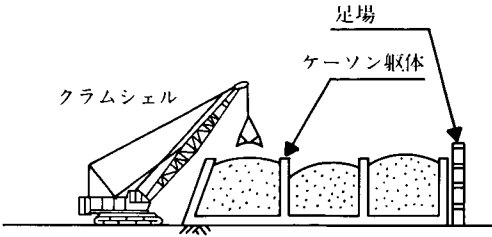
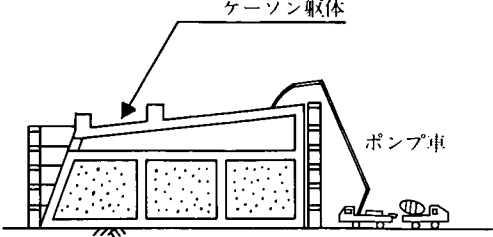
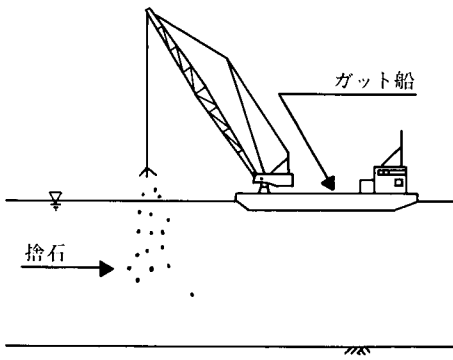
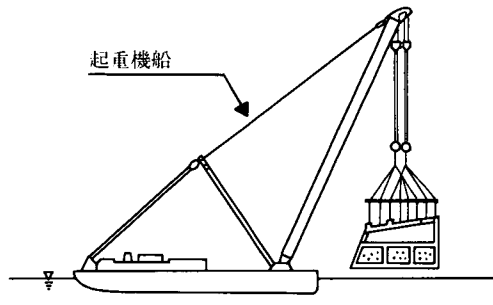
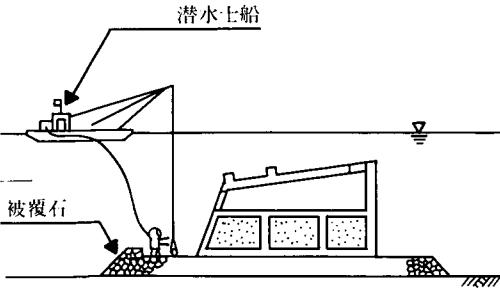
工 種	① ケーソン製作 (下部工)	② ケーソン製作 (上部工)
施 工 要 領 図		
主な作 業内容	ケーソン下部のコンクリート打設。 中詰め砂を投入する。	ケーソン上部のコンクリート打設。
工 種	③ 捨 石 工	④ ケーソン運搬工・据付工
施 工 要 領 図		
主な作 業内容	ガット船により捨石を投入し、潜水土 により均しを行う。	起重機船でケーソンを吊り上げて設置 場所まで運搬し沈設する。
工 種	⑤ 被 覆 工	
施 工 要 領 図		
主な作 業内容	潜水土によりマウンド上に被覆ブロッ ク・被覆石を据付ける。	

図-13.3 吊り上げ運搬方式の施工要領

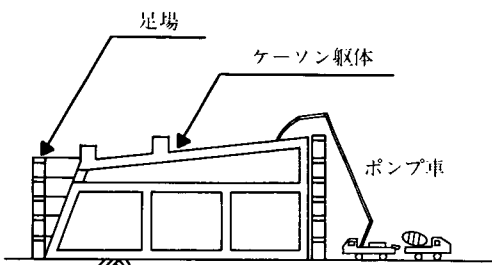
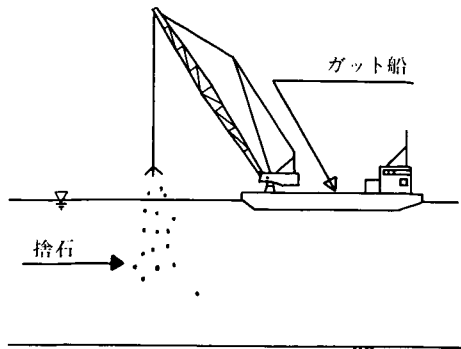
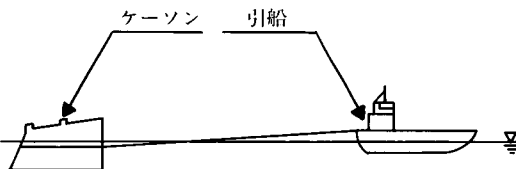
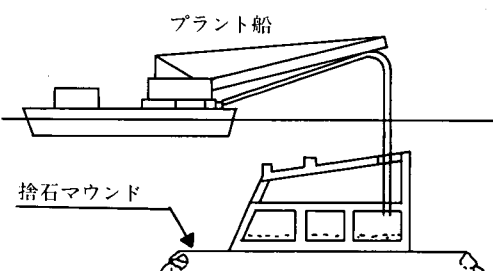
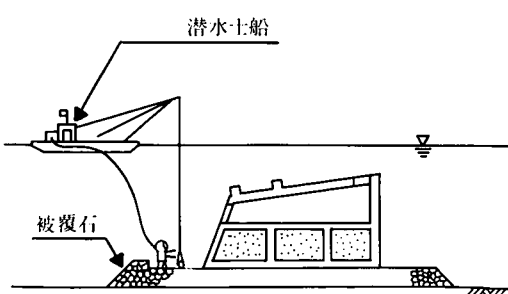
工 種	① ケ ー ソ ン 製 作	② 捨 石 工
施 工 要 領 図		
主な作業内容	ケーソン製作ヤードで躯体コンクリートを打設する。	ガット船により捨石を投入し、潜水士により均しを行う。
工 種	③ ケ ー ソ ン 運 搬 工	④ ケ ー ソ ン 据 付 工 ・ 中 詰 工
施 工 要 領 図		
主な作業内容	ケーソンを進水し据付場所まで引船等を用いて運搬する。	運搬したケーソンを所定の位置に沈設し中詰めを行う。
工 種	⑤ 被 覆 工	
施 工 要 領 図		
主な作業内容	潜水士によりマウンド上に被覆ブロック・被覆石を据付ける。	

図-13.4 浮上運搬方式の施工要領

③ ケーソン運搬工

ケーソンを進水させ据付場所まで引船等を用いて運搬する。

④ ケーソン据付工・中詰工

運搬したケーソンを所定の位置へ沈設し、中詰めを行う。

⑤ 被覆工

潜水工によりマウンド上に被覆ブロック・被覆石を据付ける。

13.3 施工方法

13.3.1 ケーソン製作工

本型式はコンクリート製ケーソン構造物であるため、従来のコンクリートケーソンと同様の施工方法が考えられる。本型式の施工方法を検討する際に留意すべき構造上の特徴は次の通りである。

- ① 完全に没水した構造物である。
- ② 前面上部と斜板に開口部を有する大きな遊水室がある。
- ③ 岸沖方向が非対称形である。

以上のように、一般のケーソンに比べるとやや複雑な構造であるため、ケーソンの製作は場所打一体製作方式によることが望ましい。この製作方式によれば、接合が複雑であっても構造物としての一体性の確認が比較的容易である。ただし、プレキャスト製作方式によっても一体性が十分に確保できる場合にはこの方式でもよい。また、ケーソンの製作方式は、現場付近で利用できる設備、大型起重機船や浮ドックの回航、ケーソン長距離運搬の必要性等を考慮して、経済性、施工性について十分検討し選定する。

a) ケーソン製作ヤード

ケーソンの製作には広い用地と設備を必要とするが、陸上ヤードで製作できない場合はフローティングドック等を採用する場合が多い。また、ケーソンの製作場所と運搬方法との関係を図-13.5に示す。

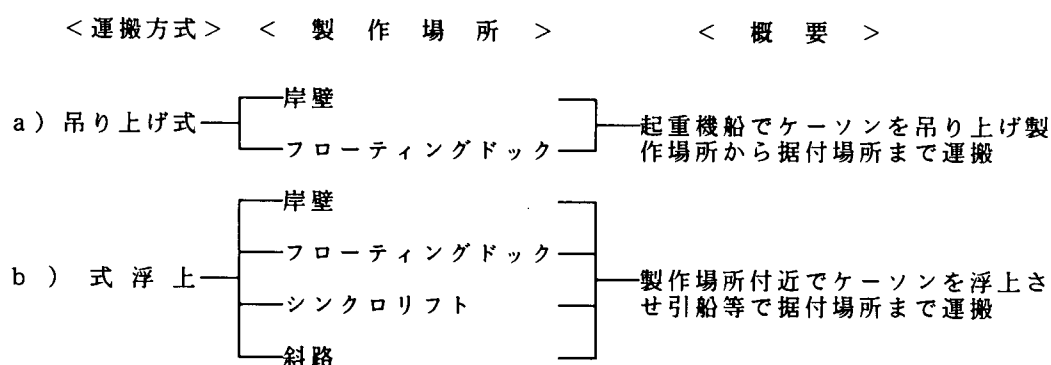


図-13.5 ケーソンの制作場所・運搬方法

b) 函台

函台は通常何回も使用するものであり、かつケーソン底部のコンクリートの打設場でもあるので、平坦でケーソンの荷重に対して十分な耐力をもつ必要がある。また、進水に際してケーソン底部と函台の付着

力が問題にならないよう完全に絶縁しておく必要がある。絶縁材には、ルーフィングペーパー、ベニア板等が用いられる。

c) ケーソン製作

ケーソンの製作は、一般に数段に分けて行う。1段の高さは、型枠の構造、鉄筋組立作業やコンクリート打設量等によって決められる。通常、壁部では1層の打設高さは3m以下とされている。また、ケーソンの天端には、吊り上げや曳航、据付に必要なワイヤーロープなどの取付け金具を埋め込む。

鉄筋コンクリート工の一般的な事項については、「8.3 鉄筋コンクリート」に準じる。

ケーソン躯体の製作は次の順に行う（図-13.6参照）。

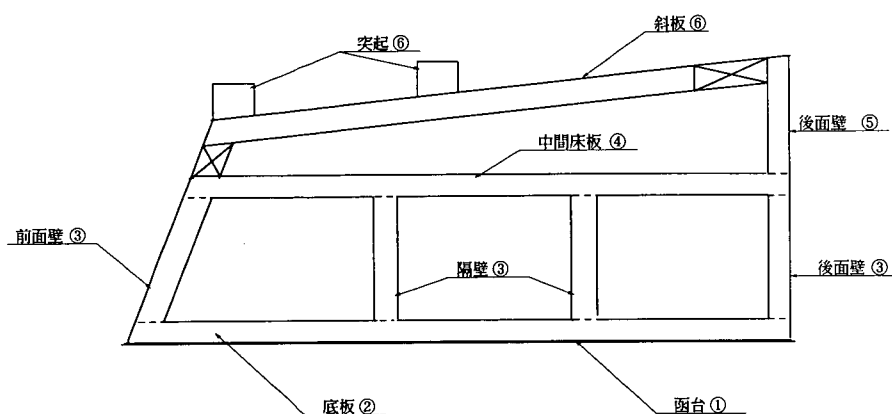


図-13.6 ケーソンの制作順序

① 函台工

絶縁材等を準備し、取り付ける。

② 底板工

ケーソンの底板コンクリート打設。

③ 下部壁工

中間床板より下部の壁（前面壁、側壁、隔壁、後面壁）のコンクリート打設。

④ 中間床板工

中間床板のコンクリート打設。

⑤ 上部壁工

中間床板より上部の壁（側壁、隔壁、後面壁）のコンクリート打設。

⑥ 斜板工

斜板および突起のコンクリート打設、吊り金具の取付け。

13.3.2 ケーソン運搬工

ケーソンの運搬方法は製作場所と合わせて検討する必要がある、図-13.5に示した方法に大別される。運搬工は、ほとんどの場合に据付等との連続した作業工程にある。したがって、気象海象条件とともに、運搬工に必要な時間に加えて次工程に要する時間も考慮して、連続して静穏な状態が予想されるときに運

搬を行う。また、ケーソンを浮上させて運搬する場合は、運搬に先立ち進水作業を行う。

(1) ケーソン進水

進水はケーソンが重量物であることから入念な準備と確実な作業を必要とする。進水方法は、製作方法と併せて経済性や施工性について十分検討して選定する。

a) 進水時期

ケーソンのコンクリートが所定の強度に達すれば進水できるが、継続して施工するケーソンの製作工程や捨石工等の関連する工程を検討して進水時期を決定する。また、工程のなかで進水から据付までに期間がある場合は仮置きを検討する。

b) 進水準備

本型式は、非対称形であることから、きつ水調整のためバラスト等の検討と対策が必要である。また、進水中の事故防止のために使用機器の点検・整備を綿密に行う必要がある。

c) 安定条件

ケーソンを浮上させて曳航する場合、その安定性が重要である。ケーソン浮上時の安定条件を以下に示す。

$$I/V - \overline{CG} = \overline{GM} > 0 \quad (13.1)$$

ここに、 V ：排水容積、 I ：きつ水面の長軸に対する断面 2 次モーメント、 $\overline{CG}$ ：重心と浮心の距離（重心が浮心より上にあるとき $\overline{CG} > 0$ とする）、 $\overline{GM}$ ：傾心と重心の距離である。安全のため $\overline{GM}$ はきつ水の 5 % 以上にすることが望ましい。

d) 進水方法

代表的な例として、①起重機船を使用し吊り下す方法と、②フローティングドックによる方法について示す。

① 起重機船を使用し吊り下す方法

ケーソンの吊り下しには吊り杵を使用するのが原則であり、水平の状態で吊り下す。起重機船の能力は、ケーソンの重量のほかに吊り杵等の重量も加算し、十分余裕のあるものを選択する。吊り杵は構造計算に基づき設計し、安全性を確認しておく。

本形式は、天端に傾斜があるため、各々の吊りワイヤロープに荷重が均等に分散するよう、ワイヤロープの長さには十分注意する必要がある。

② フローティングドックによる方法

ドックが水平を保つよう各室の注水量を調整しながらドックを沈降させ、ケーソンを浮上させる。ケーソン浮上時、ケーソンがドック側壁または相互に接触しないようケーソンにロープまたは緩衝材を取り付けておく。また、ドックの沈降およびケーソンの浮上に伴うロープの弛みは常に調整し、ドック本体に移動が起こらないよう十分注意して作業を進める。

(2) ケーソン運搬

a) 吊り上げ式

起重機船によりケーソンを吊り上げて、製作場所あるいは仮置き場所から設置場所まで運搬する方法である。比較的大型の起重機船が必要となるが、設置場所に到着し係船した後、直ちに据付作業を行える利点がある。

ケーソンの吊り上げには、起重機船を使用し吊り下す進水方法と同様の注意が必要である。本型式1体当りの重量は1,000～3,000t程度になると考えられるので、起重機船や引船はこの重量に見合ったものを選定する必要がある。

b) 浮上式

ケーソンを浮上させて運搬する方法は、大別すると①大回しをかける方法、②曳航環をつける方法、③起重機船を使う方法、④押船を使う方法の4種類がある(図-13.7)。③、④の方法は、一般に曳航距離が小さくて静穏な場合に使われ、①、②は長距離を曳航する場合に有効である。引船、押船や起重機船の規模、能力あるいは曳航ロープの太さ等はケーソンの重量や容積等を考慮し適切なものを選択する。

中詰め材等の投入のための開口部を有する場合は、ケーソンの各室内に浸水しないような措置を講じておく必要がある。また、ケーソンには、海上衝突予防法等の法規に基づく灯火・形象物を設置する。このほかに排水ポンプ、発電機、据付用ウィンチなどを設置することもある。曳航用ワイヤの取付位置は、ケーソンのきつ水以下で、浮心付近の高さに取り付けることが望ましい。

13.3.3 ケーソン据付工

ケーソンの据付に当っては、据付後の中詰め作業完了までの所要日数を検討し、その地域の気象・海象条件から、最も効率的に施工できる時期を選定する。

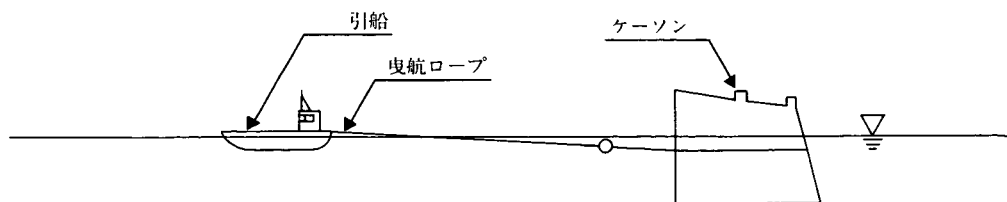
ケーソンの据付方法は、運搬方法との関係、現場の潮位や潮流、調達できる機械設備の条件などを比較検討して決定するが、大別すると①ウインチ方式、②起重機船方式、③起重機船と引(押)船の併用方式に分けられる(図-13.8)。①による方法で、据付台船のウインチによりケーソン位置の調整を行い据付ける。②は、起重機船によって均等に吊り荷重がかかるように鋼製ケーソン吊り枠を使用し、ケーソンを吊って直接据付ける方法である。③の起重機船と引(押)船の併用による据付は、起重機船のウインチのみでは「うねり」の影響によって法線に対する調整に時間を要するような場合に採用される。

据付後に中詰めを行う場合、ケーソンの沈設は中詰め室に注水して行うが、注水する方法にはサイフォン、ポンプ、注水バルブなどがある。その設備の能力や個数はケーソンの大きさや所要注水速度などを検討して決定する。

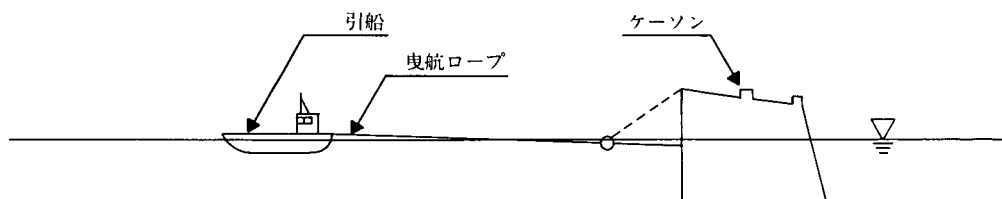
ケーソンの位置決めは、測量台や陸上に設置したトランシットや光波距離計等を使用し慎重に行う。

13.3.4 中詰め工

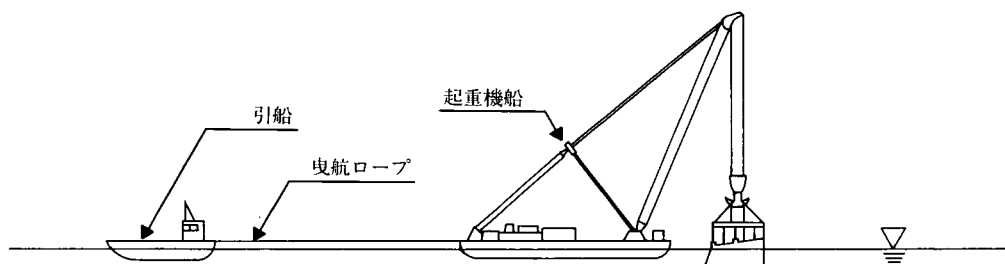
本型式における中詰めの施工は、製作・運搬方法などからケーソン製作中に行う場合とケーソン据付後に行う場合がある。前者は、中詰め重量を考慮してもケーソン製作ヤードから起重機船によりケーソンを吊り上げて運搬据付を行う方が合理的な場合に採用され、下部コンクリート打設後、中間床板の施工前にクラムシェル等により中詰め材を投入して施工する。後者は、主にケーソンを浮上させて運搬する場合の



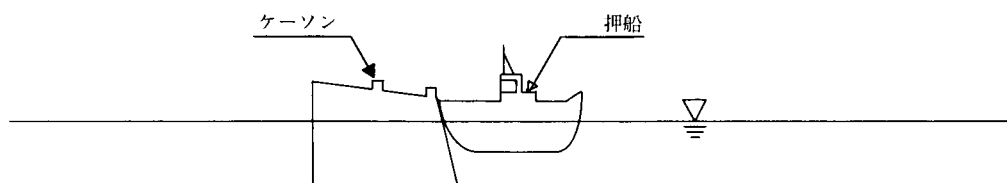
a) 大回しをかける方法



b) 曳航環をつける方法



c) 起重機船を使う方法



d) 押船を使う方法

図-13.7 浮上運搬の方法

方法であり、完全に没水した構造物である本型式の特徴から、サンドポンプ等を使用した流体輸送による施工が望ましい。13.3.5 捨石工

捨石工は「8.2 捨石工」に準ずるものとする。

13.3.6 被覆工

被覆工は、捨石表層が波浪によって散乱しないように設置されるもので、ケーソン前趾および後趾付近の被覆ブロックと被覆ブロックよりのり面側の被覆石とで構成されている。

(1) 被覆ブロック

被覆ブロックは、ブロック製作ヤードで製作し、ケーソン据付後できるだけ早い時期に据付ける。ブロック製作ヤードの規模・設備等は、ブロックの大きさ、製作個数、工事規模等を考慮して設ける。製作したブロックは、陸上クレーンまたはクレーン船によって運搬台船に積み込み、現場まで運搬される。したがって、ブロックヤードはこれらの作業船が接岸できる岸壁等に隣接していることが望ましい。

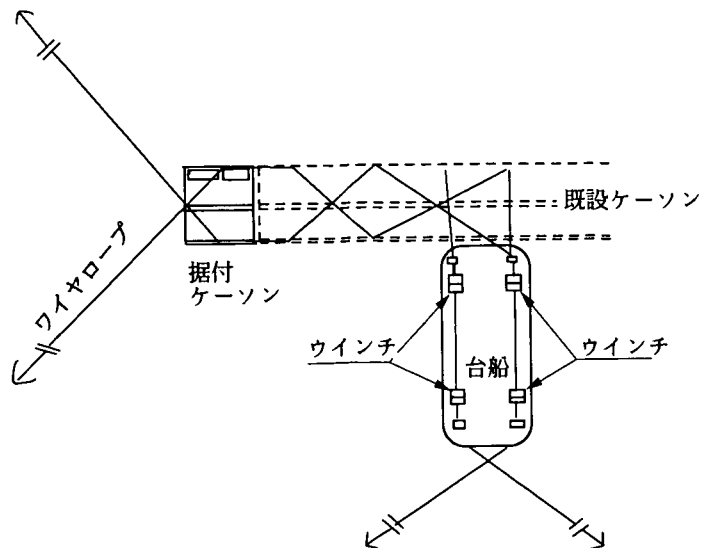
ブロックの製作は、基本的には一般のコンクリート工事と同じであるが、ブロックと製作台とはルーフィングペーパー等を用いて絶縁する。ブロックは、吊り上げ方法に応じて予め吊り金具を埋込む必要がある。

ブロックの据付には、一般にクレーン船が使用される。クレーン船には、ブロックの重量に見合った吊り上げ能力と、アウトリーチを備えたものを使用する。また、据付作業は波浪等の気象・海象条件に強く影響されるため、計画的に実施する必要がある。

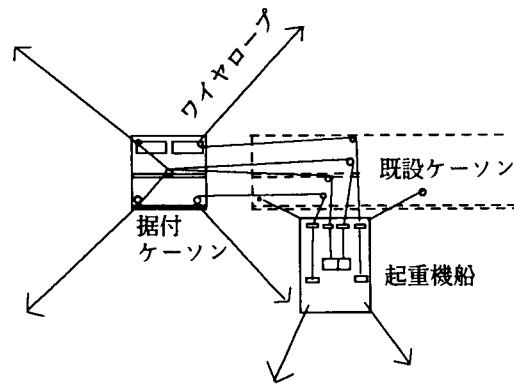
(2) 被覆石

被覆石は、工事中の捨石の被災防止、および工程の短縮をはかるため、ケーソンの据付作業時に支障とならない範囲については捨石均しの完了した部分から投入し、均しておくことが望ましい。

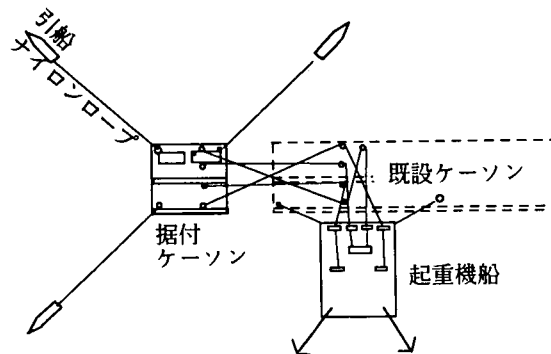
通常被覆石の捨込みはガット船により行うが、被覆厚さは比較的薄いので均し作業が容易なように位置を指示しながら捨込む。



a) ウインチ方式



b) 起重機船方式



c) 起重機船と引(押)船の併用方式

図-13.8 ケーソンの据付方法

被覆石の均しは、被覆石の重量が約 1 t 程度あるので、潜水士船のウィンチを使用し、潜水士によって行う。

13.3.7 洗掘防止工

洗掘防止工は、波浪、潮流等によって捨石マウンドののり尻が洗掘されることを防ぐために実施されるものである。洗掘防止マットとしては、アスファルトマット、合成繊維マット、合成樹脂系マット、帆布等があり、捨石工ののり尻付近に敷設される。マットの敷設は、通常は起重機船等を使用して潜水士によって行い、敷設がある程度進んだ段階で捨石を投入してマットを押え、固定する必要がある。また、使用機材等の選定に当たっては、材料の強度、形状を十分把握して計画する。

13.4 資機材計画

13.4.1 船舶・機械計画

施工方法などによって使用する機械や船舶の種類・規模等は様々である。特に大型のケーソンを施工する場合には、起重機船やフローティングドック等の現有台数や調達条件を十分把握して計画する必要がある。また、必要な船団数は、工事量を 1 船団当りの標準施工量で除して求める。代表的な例として、本型式を起重機船により吊り上げ曳航して水深 9 m の海域に設置する場合を想定したときの使用船舶・機械の一覧を表-13.1に示す。

13.4.2 資材計画

本型式に使用される主な資材は、ケーソン部のコンクリート、鉄筋、注排水管、吊り金具および砂等の中詰め材料、捨石等の石材である。また、地盤改良が必要な場合には、改良方法により様々な材料が使用される。

コンクリートには、レディミクストコンクリートを使用するのが一般的である。捨石用の石材は、使用量が大量になることが多いので採取場所の立地条件も考慮し、運搬方法やストックヤードの必要性などについて検討する必要がある。

13.5 仮設計画

本型式の場合、ケーソンの施工方法により仮設設備は大きく異なる。したがって施工条件を十分検討して仮設計画を立てる必要がある。仮設設備の一例を表-13.2に示す。船舶関係では、通常の泊地のほか台風等の異常時に緊急避難のできる避難港をあらかじめ考慮しておく必要がある。

作業基地は建設地点付近の港湾や既設のケーソン製作設備のある場所を利用するのが最も有利である。ケーソンの製作方法として、斜路式を採用する場合は斜路、乾ドック式の場合はドックや排水ポンプ等の固定施設に加えて、材料、型枠置場、鉄筋加工場、クレーン等の運搬設備、受変電所等の動力設備等が必要である。フローティングドックによってケーソンを製作する場合は、ドックの係留場所が静穏で、きつ水に十分な水深を有する必要がある。さらに、係留場所の背後に型枠置場、鉄筋加工場等の作業用地が必要である。大型起重機船での吊り下し方式では、護岸前面の水深と起重機船のきつ水、製作するケーソンの中心位置と起重機船のアウトリーチの関係等に留意する。また、使用する岸壁や護岸等の設計載荷重は

表-13.1 主な船舶・機械の例

工 種	船舶・機械名	規格の目安	数 量
ケーソン製作および 中詰砂投入工	トラッククレーン	10t 吊り	2 台
	コンクリートポンプ車	ブーム式	1 台
	クラムシェル	2 m ³ バケット	1 台
	トラクタショベル		1 台
捨石投入工	潜水土船	D 100PS	2 隻
	交通船	D 150PS	1 隻
捨石均し工	潜水土船	D 100PS	12 隻
	交通船	D 150PS	1 隻
ケーソン運搬工	非航式起重機船	ジブ固定式3000吊り	1 隻
	引船	D 4000PS	1 隻
	引船	D 3000PS	2 隻
	揚錨船	D 80t吊り	1 隻
	交通船	D 150PS	1 隻
ケーソン据付工	非航式起重機船	ジブ固定式3000吊り	1 隻
	引船	D 4000PS	1 隻
	引船	D 3000PS	2 隻
	揚錨船	D 80t吊り	1 隻
	潜水土船	D 100PS	4 隻
	交通船	D 150PS	1 隻
被覆ブロック工	クローラクレーン	100t吊り	1 台
	起重機船	非航旋回70t 吊り	1 隻
	台船	500t積み	1 隻
	引船	D 450PS	2 隻
	潜水土船	D 100PS	2 隻
	交通船	D 150PS	1 隻
被覆石工	潜水土船	D 100PS	10 隻
	交通船	D 150PS	1 隻

※水深9mを想定

表-13.2 仮設設備の一例

a) 作業基地

区 分	工 種	施 設 名
陸上工事	石材採取	モータブール、クラッシングプラント、ストックヤード、火薬庫、濁水処理設備
	船 積	シップロード、栈橋
海上工事	船 舶	泊地、積出岸壁
共 通	基 地	事務所、宿舍、作業員詰め所、船舶管理設備
	各種ヤード	ケーソンヤード、鉄筋加工場、型枠および足場加工場
	電 力	受変電設備、発電設備、照明設備
	水	水道、排水処理施設
	油	給油施設

b) 建設地点

区 分	工 種	施 設 名
海上工事	測 量	測量台
	安 全	工事区域ブイ

一般に $0.5 \sim 2.0 \text{ t/m}^2$ であるので、その安定性について検討が必要である。この方式でも岸壁背後に型枠置場、鉄筋加工場等の作業用地が必要である。また、全ての方式について、付属設備（試験室、事務所、作業員詰め所、駐車場）の用地や資材搬入道路が必要である。

代表的な例として吊り下し式およびフローティングドック式の一般的なケーソン製作ヤードの平面配置図をそれぞれ図-13.9と図-13.10に示す。

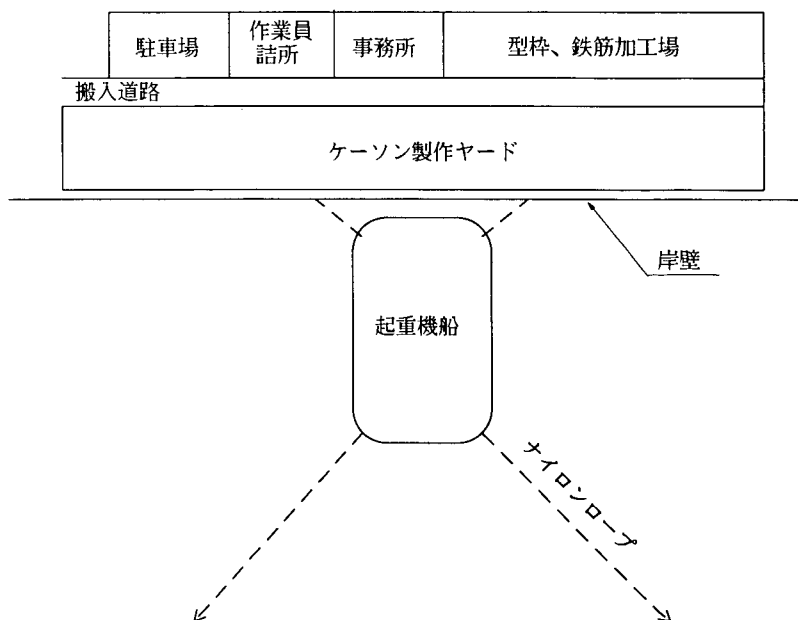


図-13.9 吊り下し式

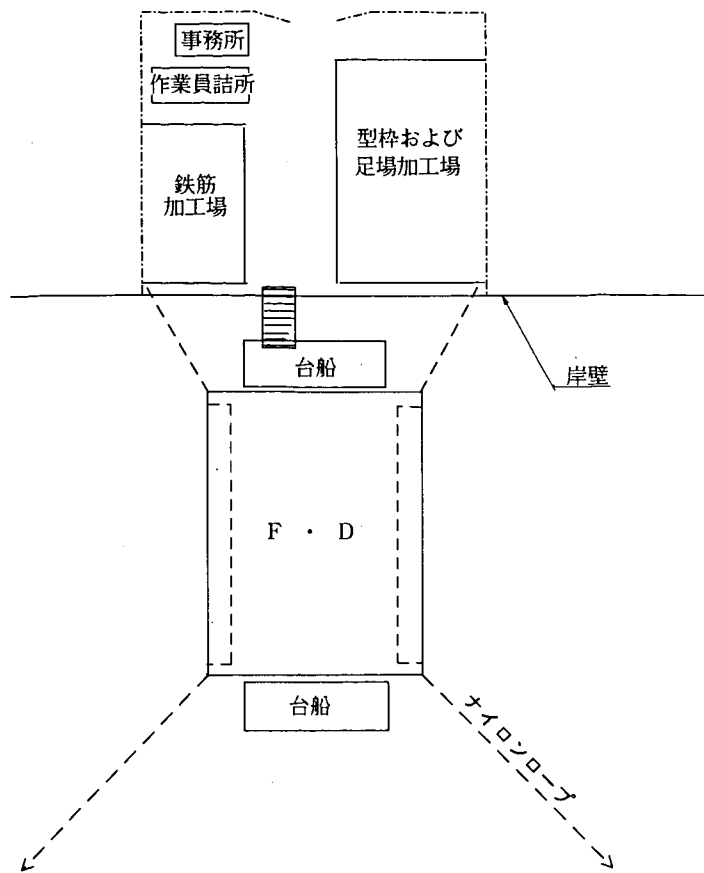


図-13.10 フローティングドック式

第14章 中詰スリットセルラー式

14.1 概 要

中詰スリットセルラー式は天端上水深が異なる岸側沖側2列の潜堤で構成される(図-14.1)。その構造は捨石マウンド上にスリット壁のセルラーブロックを設置し、スリットセルラー内に異型ブロックを中詰するものである。

施工の特徴は、コンクリート製のスリットセルラーおよび異型ブロックを陸上製作することにより、海上作業を少なくしたところにある。

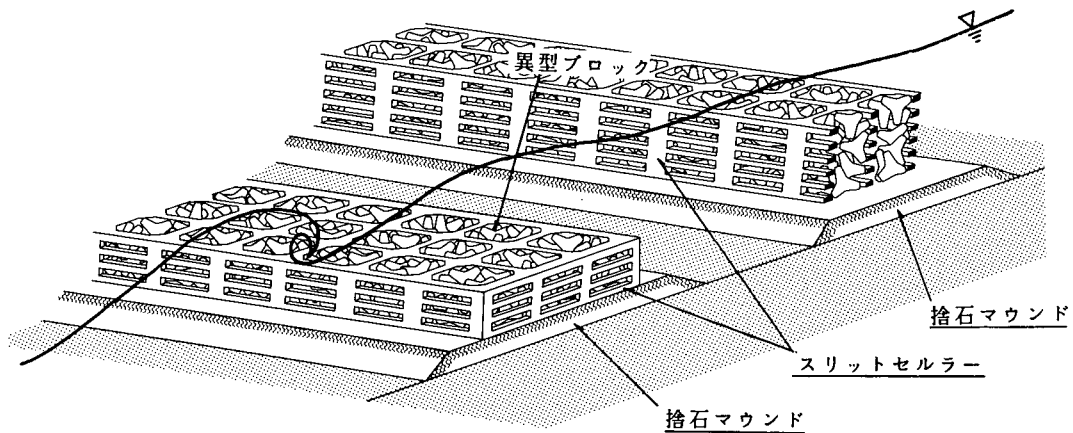


図-14.1 概 観 図

14.2 施工手順

本構造物の施工フローを図-14.2に、施工要領を図-14.3に示す。以下に各工種の施工手順の概要を述べる。

- (1) 陸上製作ヤードにおいてスリットセルラー函体と中詰めブロックを製作し、必要に応じて仮置する。
- (2) 陸上製作の工程を考慮して、海上での捨石の投入、均しを行い、マウンドを設置する。
- (3) 均しを終了した捨石マウンド上に海上運搬したスリットセルラーを据付ける。
- (4) 設置したスリットセルラー内に異型ブロックを中詰めする。
- (5) スリットセルラーの岸側沖側の捨石マウンド上へ被覆石を投入し、均しを行う。

14.3 施工方法

14.3.1 中詰め用異型ブロック製作工

(1) 製作ヤード計画

製作ヤードは、打設ヤード、作業路および仮置ヤードから成る。所要面積や各施設の配置は、1日当りの異型ブロック製作個数、養生期間、仮置個数等を考慮して、作業が安全・確実に、能率的に行えるよう計画する。異型ブロックの仮置方式としては2段積み以下を原則とする。

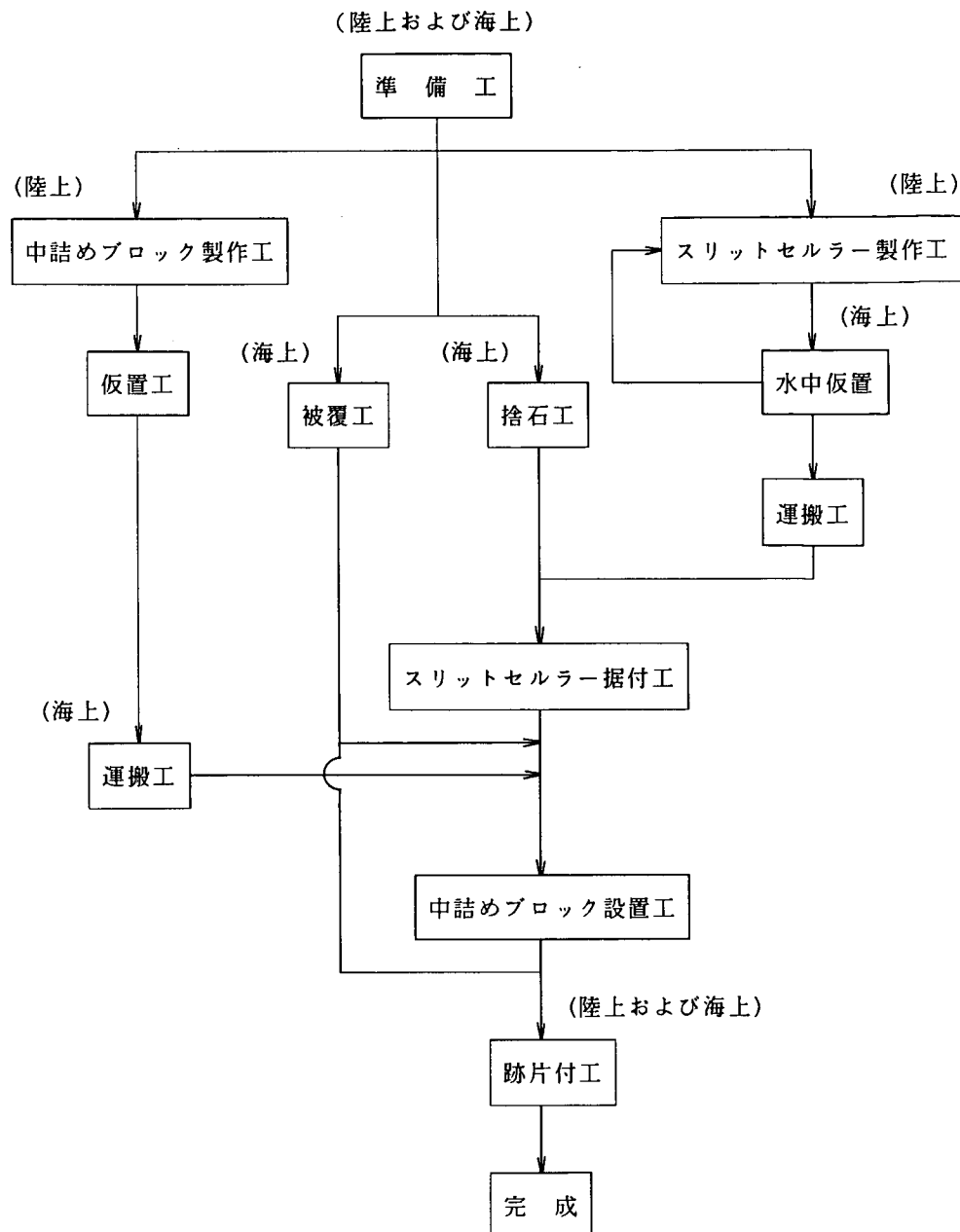


図-14.2 施工フロー

(2) 製作・養生・仮置

異型ブロック製作の標準的な工程は図-14.4に示す通りであり、これを1サイクルとして実施する。

異型ブロックの製作には生コンクリートを使用する場合が多いので、搬入時には品質を十分に管理する。コンクリート打設時の締固めに際しては、コンクリートが型枠のすみずみにゆき渡るようにすると共に、材料分離が生じないようにする。側枠脱型や転置の時期は所要強度の発現時期を調べた上で行う。また転置および仮置に際しては不要な衝撃を与えないようにする。

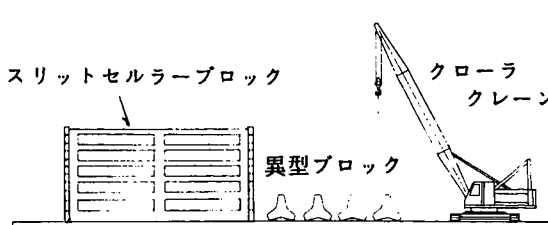
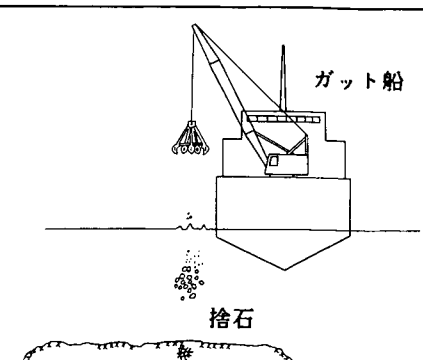
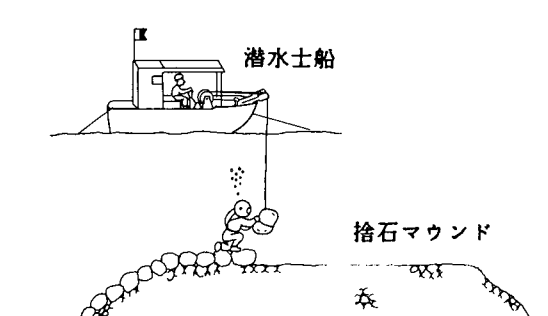
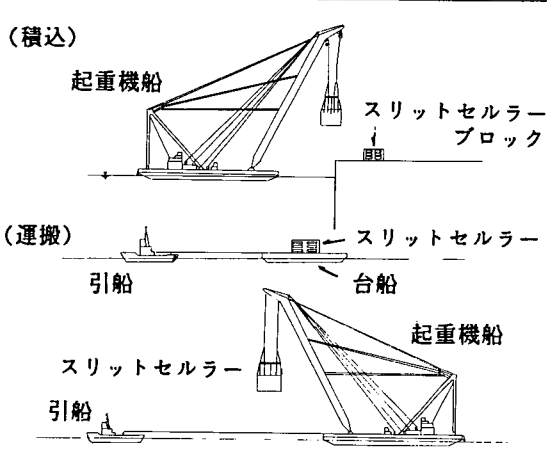
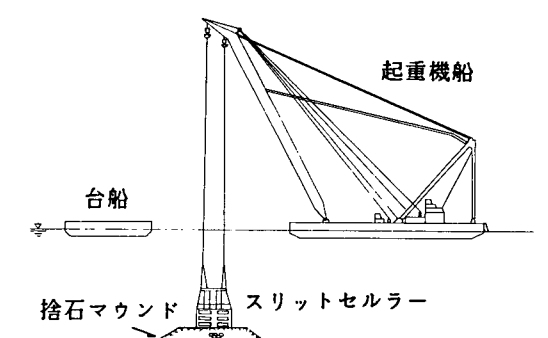
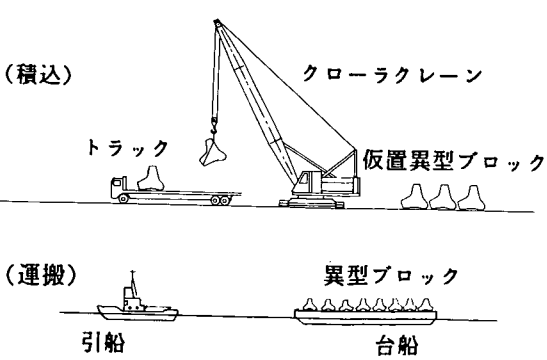
工種	①スリットセルラー，異型ブロック製作工	②捨石工（基礎捨石投入）
施工要領図	 スリットセルラーブロック クローラークレーン 異型ブロック	 ガット船 捨石
主な作業内容	陸上ヤードにおいてスリットセルラーと中詰用異型ブロックを製作する。	ガット船により石材の運搬，投入を行う。
工種	③捨石工（表面均しおよび荒均し）	④スリットセルラー積み込みおよび運搬工
施工要領図	 潜水士船 捨石マウンド	 (積み込) 起重機船 スリットセルラーブロック (運搬) 引船 台船 起重機船 スリットセルラー
主な作業内容	スリットセルラー据付面の表面均しおよび被覆石の荒均しを行う。	起重機船により吊り上げた状態，または台船に積み込んだ状態で，仮置場より据付現地まで曳航運搬する。
工種	⑤スリットセルラー据付工	⑥異型ブロックの積み込みおよび運搬工
施工要領図	 起重機船 台船 捨石マウンド スリットセルラー	 (積み込) クローラークレーン トラック 仮置異型ブロック (運搬) 引船 台船 異型ブロック
主な作業内容	現地へ運搬されたスリットセルラーを起重機船を使用して吊り上げ，所定の位置へ据付ける。	異型ブロックを仮置ヤードより岸壁まで運搬し，クレーンにより台船に積み込み，これを据付位置まで引船で運搬する。

図-14.3(I) 施 工 要 領

工種	⑦中詰め用異型ブロック据付工	⑧被覆工
施工要領図		
主な作業内容	現地へ運搬された異型ブロックをクレーンによりスリットセルラー内に据え付ける。	被覆石投入後、潜水士船ウインチおよび潜水士による均しを行う。

図-14.3(2) 施 工 要 領

14.3.2 スリットセルラー製作工

(1) 製作ヤード計画

スリットセルラーは500t/個～1000t/個の重量であることから、製作後の運搬を考慮して、製作ヤードは、起重機船による直接積み出しが可能な岸壁の背後地もしくはフローティングドックとする。

(2) 製 作

スリットセルラーの製作における鉄筋コンクリート工は「8.3 鉄筋コンクリート工」に準ずる。また、スリットセルラーは製作後潮差のある海域に設置されることから乾湿によるコンクリートの伸縮、コンクリート中の塩水の凍結融解等によるひび割れが生じる場合がある。このような場合コンクリートの劣化および鉄筋の腐食を生じさせコンクリートの破壊につながる恐れがある。さらに、建設後の補修も難しい。したがって、水密性が大きくなるように良質なコンクリートを入念に打ち込み、所要の鉄筋のかぶりを保持できるような適切な方法をとる。

スリットセルラー製作における留意点は次の通りである。

- スリットセルラーと製作ヤード地盤とはルーフィングペーパー等を用いて完全に絶縁する。
- スリット部があるため、特に十分な支保工を用いて正確な形状寸法を確保して型枠を組み立てる。
- コンクリートは数段に分けて打設する。1回当りのコンクリートの打設高さは、打設能力によって定められるが、施工の確実性を配慮して通常3m以下とする。同一段のスリットの梁は1回で施工

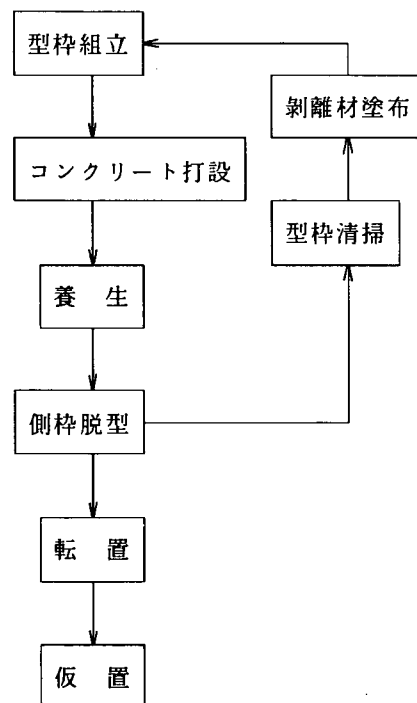


図-14.4 異型ブロック製作工フロー

し、打継目はスリットの梁部でなく柱部に設ける。また、段打ちにおける打継目では打設済コンクリート表面のレイタンスを除去するとともに十分に洗浄し、新たなコンクリートを打設する。

d) 吊り筋を正確な位置に定着させる。

(3) 水中仮置

製作されたスリットセルラーの養生期間中、ストックするための製作ヤード面積が不足する場合には、波浪に対して安全でしかも地盤の安定した水中仮置ヤードを設ける。起重機船による吊り上げはコンクリート強度が十分に発現した後に行う。吊り具にはセルラーに無理な水平力のかからない鋼製の吊り杵を用いる。

14.3.3 捨石工

基礎マウンドの捨石工は、「8.2 捨石工」によるものとする。本型式での均しはセルラー据付工等との工程を考慮して、セルラー2函分程度の範囲を先行して施工する。スリットセルラーを設置する捨石面は±5cm精度の本均しを行い、その他の面は±30cm精度の荒均しを行う。基礎の施工天端高は、上部の堤体工の荷重によって沈下する量をあらかじめ見込み、適切な余盛をしておく。

14.3.4 スリットセルラー運搬工、据付工

(1) 運搬工

スリットセルラー1函の重量は、設計および施工の関係から500t～1000tになる。したがって一般には大型の起重機船（1000t～2000t吊り）を用い、そのまま吊り上げた状態、あるいは台船に積み込んだ状態で仮置地点から据付地点まで曳航運搬する。場合によっては特殊なフロートを取り付けて浮上させて運搬する。

(2) 据付工

スリットセルラーは大型起重機船によって据付けるが、大重量であるため吊り上げ能力だけでなく起重機船の作業性能、稼働限界も考慮し、事故防止上の観点から十分な工程管理を行う。スリットセルラーの据付精度はケーソン据付に準じるが、現場条件等により適宜定める。

スリットセルラーは、異型ブロックにより中詰めされるまでは耐波安定性が確保されない。したがって、作用波力の小さな沖側のセルラーを先行して据付けることにより、岸側セルラーの施工中の安定性を向上させるよう配慮する。さらに、異型ブロックの中詰めを速やかに行う。また、施工時の海象を十分に把握して施工時期を選ぶ必要がある。最近では、リアルタイムに波浪予測するシステムを併用して工程管理することもある。

14.3.5 中詰め異型ブロック運搬工、据付工

(1) 運搬工

仮置ヤードの異型ブロックをクレーンあるいはトラックにより積み出し岸壁へ運搬し、ストックする。クレーン付台船または台船に異型ブロックを積み込んだ後、据付地点まで曳航する。台船上への積込に際しては、曳航中の動揺等により荷崩れが生じないように積み方に注意する。

(2) 据付工

運搬した台船上の異型ブロックをクレーンによってスリットセルラー内に据付ける。異型ブロックの据

付の際、潜水土の投入指示によりスリットセルラーに衝撃を与えないように密に設置する。セルラー側壁内が狭いので潜水土の作業の安全には十分注意する。

中詰め異型ブロックの投入量は空隙率を50%として算出することを標準とするが、セルラー側壁およびスリット部の影響を考慮してあらかじめ模型等で異型ブロックの空隙率を確認し、投入数量を算出しておく。

14.3.6 被覆工

被覆工に使用する1個当りの石材重量は設計重量の-20%~+100%程度の範囲とする。この範囲を越えると十分なかみ合わせができず、被覆石全体としての抵抗が低下する。マウンドに使用する捨石は通常200~300kg/個程度であり、 $H_{1/3}=2\sim3\text{m}$ の波浪で移動することもある。したがって手戻り防止のために基礎捨石均しはあまり先行せずスリットセルラー据付直前に行い、据付後すぐに被覆石の投入、均しを行う。特にスリットセルラー沖側の被覆工を優先して行う。被覆石の均しは±50cm程度の精度で行い、被覆石ののり尻から順に上部へ行う。

14.4 資機材計画

本型式の施工に必要とする主要な使用船舶機械の例を表-14.1に示す。スリットセルラーの吊り上げに必要な非航起重機船は1000t~2000t吊りと大型であるから、配船計画に特に注意が必要である。

次に、主要な工種別資材と標準的な仕様を表-14.2に示す。鉄筋等の鋼材を保管する場合には、海水の飛沫による錆の発生に対して適切な対策を講ずるべきである。

14.5 仮設計画

直接工事に関係する仮設設備としては、スリットセルラーおよび異型ブロックの陸上製作ヤード、スリットセルラー、異型ブロックおよび捨石の積み出し岸壁がある。また必要に応じてスリットセルラーの水中仮置場を整備する。特にスリットセルラー製作ヤードは、起重機船により直接積み出しが可能な岸壁背後で、しかも十分な広さを持たすよう計画する。

表-14.1 主な船舶・機械の例

工 種	船舶・機械名	規格の目安	台数	摘 要
異型ブロック製作工	クローラー クレーン	35t 吊	1～2 台	型枠, 転置, 仮置
スリットセルラー 製作工	〃	〃	1～4 台	型枠, 鉄筋, 他
	コンクリート ポンプ車	20～40m ³ /h	1～2 台	コンクリート 打設
異型ブロック運搬 ・据付工	クローラー クレーン	35t 吊	2～4 台	積込・積降
	トラック	11t 積	2～6 台	陸上運搬
	クレーン付台船	500t積, 25t吊	2～4 隻	海上運搬・据付
	台 船	200～500t積	〃	海上運搬
	引 船	各 種	—	曳航・揚錨等
	潜水土船	ウインチ付	2～4 隻	据付
スリットセルラー 水中仮置・運搬・ 据付工	非航起重機船	1,000t吊	1～2 隻	仮置・積込, 据付
	台 船	800～1,000t積	1～2 隻	運搬
	引船・揚錨船	各 種	—	曳航・揚錨
捨石・被覆石工	ガット船	499t級	2～4 隻	積込・運搬・ 投入
	潜水土船	ウインチ付	—	均し

*水深10mを想定

表-14.2 工種別主要資材

工 種	資 材	標 準 仕 様
異型ブロック	コンクリート	設計基準強度=180ないし240kgf/cm ²
	型 枠	鋼 製
スリットセルラー	コンクリート	設計基準強度=240ないし270kgf/cm ²
	型 枠	鋼および木製
	支保工・足場	—
捨石工	石 材	所要の比重・強度・重量のもの
被覆石工	石 材	同 上
	コンクリートブロック	石材では入手困難な時使用する。

第15章 並列Y字壁

15.1 概 要

RC 壁柱式は、Y型垂直板、蓋板、水平板等からなる上部工と、連結支持梁、支柱、底版等の下部工とが一体的に構成された重力式鉄筋コンクリート構造物である（図-15.1）。

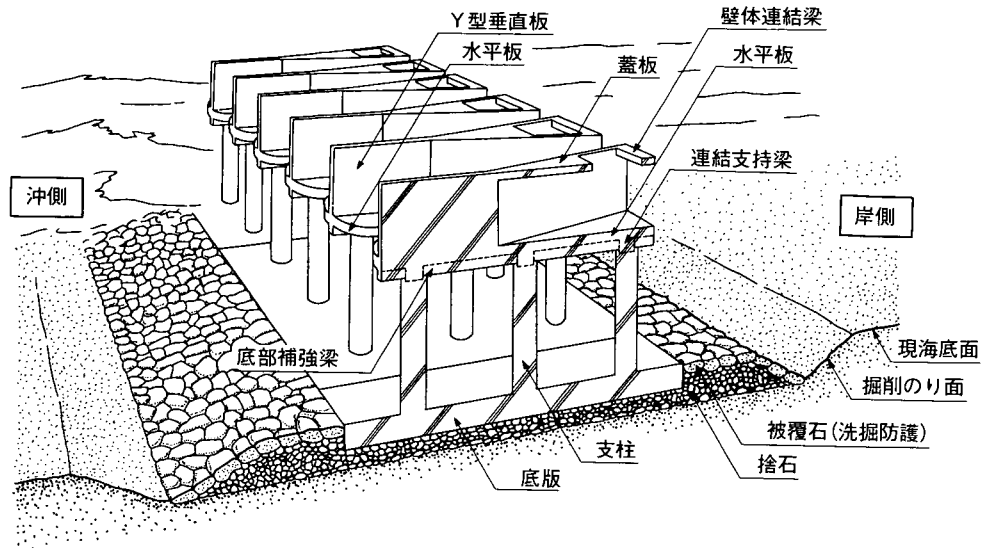


図-15.1 RC壁柱式構造物の模式図

本型式は、施工上、以下の特徴を有する。

- ① 鉄筋コンクリート製の堤体（以下堤体と略す）を陸上ヤードにおいて一体製作することにより、製作の迅速化および耐久性の向上を図ることができる。
- ② 製作の完了した堤体を現地へ運搬・据付けることから施工時の安全性が高い。

15.2 施工手順

本形式の施工フローを図-15.2に、施工要領を図-15.3に示す。

① 堤体製作工

堤体は、全て陸上ヤードにおいて製作する。

したがって、コンクリート工事は陸上ヤードのみで実施される。

② 浚 渫 工

洗掘が予想される場合においては、堤体据付地点の海底表層土を所定深度までグラブ式浚渫船により床掘し、表層土を除去する。

③ 捨 石 工

堤体を据付ける基準高さまで基礎捨石を投入し、天端面を均す。

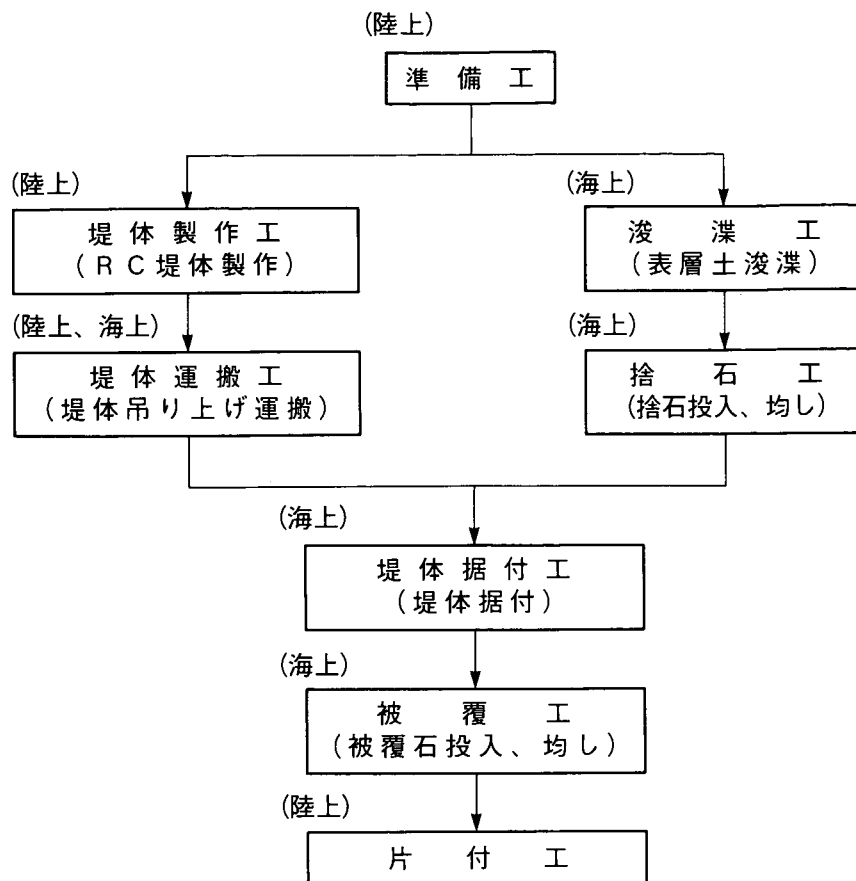


図-15.2 施工フロー

④ 堤体運搬工

製作の完了した堤体を非航起重機船により据付地点まで吊り上げ運搬する。

⑤ 堤体据付工

現地まで運搬した堤体を非航起重機船により所定の位置に据付ける。

⑥ 被覆工

基礎捨石上に、洗掘防護用被覆石もしくは被覆ブロックを設置する。

15.3 施工方法

15.3.1 堤体製作工

(1) 概要

堤体製作工は、通常のコンクリート工事と同様であり、以下のように構成される。

a) 調査・計画

調査・計画に際して、設計図書および現場条件の調査・検討を行い、工法（運搬・打設・養生）、配合、材料仕様および型枠・支保工を選定する。

工種	① 堤体製作工	② 浚 渫 工
施工要領図		
主な作業内容	陸上ヤードにおいて堤体を製作する。	グラブ式浚渫船により所定深度まで浚渫する。
工種	③ 捨 石 工	④ 堤体運搬工
施工要領図		
主な作業内容	1) ガット船により捨石を投入する。 2) 潜水土により捨石を均す。	非航起重機船により堤体を吊り上げ現地まで運搬する。
工種	⑤ 堤体据付工	⑥ 被 覆 工
施工要領図		
主な作業内容	現地まで運搬された堤体を非航起重機船により基礎捨石上に据付ける。	基礎捨石表面に被覆石を据付け、均す。

図-15.3 施 工 要 領

b) 施 工

施工は、「8.3 鉄筋コンクリート製作工」に準ずるものとする。

c) 検 査

完成後、寸法検査およびひびわれ調査を行う。

(2) コンクリート工事

ここでは特に本型式特有のコンクリート工事に関する事項のみを記す。

a) 打 設

堤体構築に用いるコンクリートは、現場打設を行う。なお、現場打設コンクリートと同等の品質が得られる場合は、接合部の施工方法を考慮して、プレキャストコンクリート部材を用いても良い。

コンクリートは、以下の順序に打設する（図-15.4）。

- ① 底版
- ② 支柱 ただし、連結支持梁下端まで
- ③ 支柱頭部、連結支持梁下部、底部補強梁
- ④ 水平板、連結支持梁上部
- ⑤ Y型垂直板下部
- ⑥ Y型垂直板上部、蓋版、壁体連結梁

なお、③および④、⑤および⑥を各々一体打設としても良い。

b) 打継目（施工目地）の処理

堤体の打継目は、すべて水平打継目であり、柱、壁とスラブとの間に打継目を設ける場合、継目をスラブ天端よりやや高めにしておく（図-15.5）。

c) 吊り環の設置

堤体の積み出しおよび運搬時に各吊りワイヤーに均等な荷重が作用するように、底版の周囲に吊り環を均等に配置する（図-15.6）。

15.3.2 浚 渫 工

(1) 概 要

浚渫工は、洗掘が予想される場合の対策として行うものである。すなわち、予想される洗掘深度まで表層土を除去し、基礎捨石および被覆石（ブロック）により置き換え、堤体底版上面が海底地盤面と同一レベルとなるようにする（図-15.7）。したがって、洗掘の恐れのない地盤条件では浚渫を必要としない。浚

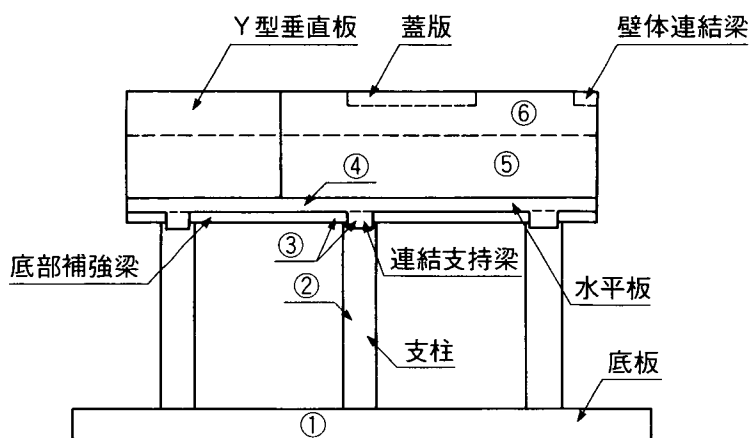


図-15.4 コンクリートの打設順序

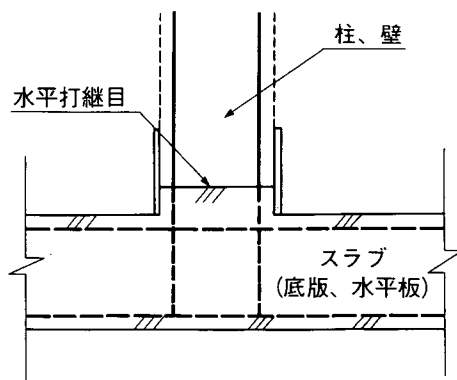


図-15.5 柱、壁とスラブとの水平打継目

渫工は、掘削、土砂運搬、土砂処分の各作業よりなり、掘削作業終了後、底面およびのり面の位置・深度を計測する。浚渫工には、浚渫船、土運船、引船、揚錨船、警戒船よりなる船団が必要である。

(2) 掘 削

本浚渫工では、埋立てを必要としないこと、床掘りであること、比較的小規模な浚渫であることから、通常グラブ式浚渫船を用いる。グラブ容量は、土質条件、浚渫土量、工期を考慮して定めるが、一般には4～6 m³程度である。グラブ式浚渫船の場合、1回の浚渫幅は、船幅程度である。よって、構造物の所要浚渫幅を考慮して、浚渫区画割りを定める。また、1層の掘削深度は、グラブ容量が4～6 m³の場合、概ね2 m程度である。

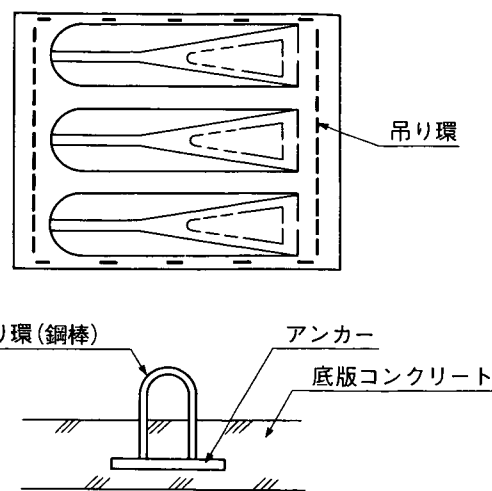


図-15.6 吊り環配置および詳細図

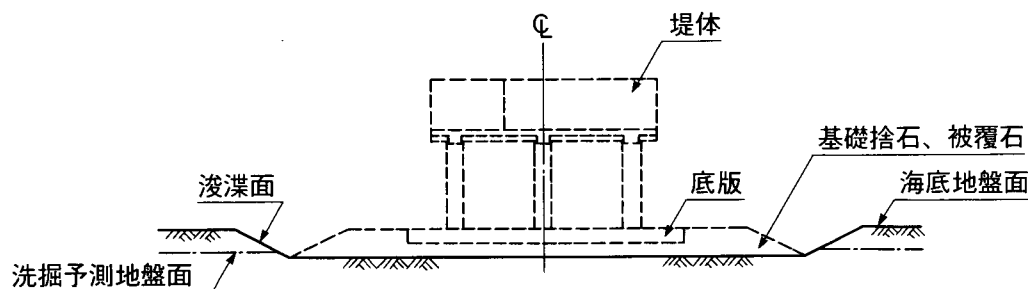


図-15.7 浚 渫 面

掘削に際し、浚渫位置および深度を常に把握する必要がある。位置の確認は、陸上の基準点、もしくは海上に設置した測量架台を視準して行い、深度は、音響測深機等を用いた水深測量により照査する。なお、浚渫に際しては、施工時において波浪・流れによる埋没が生じないように範囲・深度（余掘り量）を定めるとともに、土質条件に基づきのり面勾配を設定する。

(3) 運搬および処分

浚渫土の運搬および処分には土運船、引船を用いる。浚渫土はグラブ式浚渫船より土運船に直接積込まれ、あらかじめ指定された区域まで曳航し投棄される。なお、必要に応じて、投棄区域での汚濁防止対策を講じる。

15.3.3 捨石工

捨石工は、「8.2 捨石工」に基づき実施する。なお、投入した基礎捨石の天端均しには、本均しと荒均しがあり、堤体設置箇所は本均し、それ以外の箇所は荒均しとする（図-15.8）。

15.3.4 堤体運搬工および据付工

(1) 概 要

陸上ヤードにおいて製作した堤体を起重機船により吊り上げ現地まで運搬した後、基礎捨石上に据付け

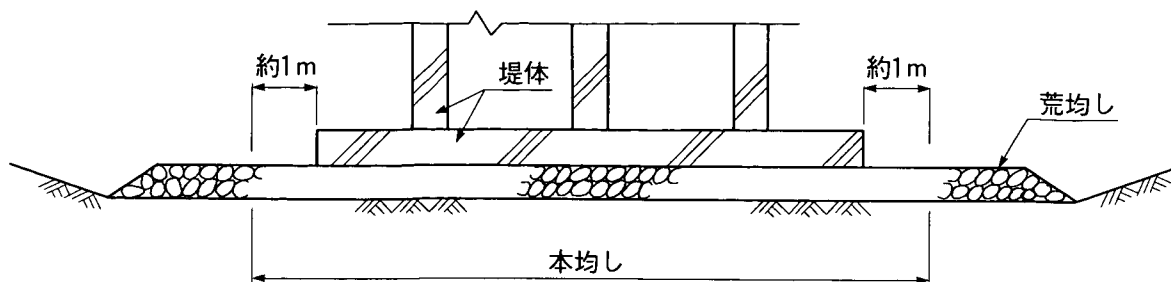


図-15.8 均し方法とその範囲

る。通常、堤体の運搬、据付には非航式起重機船のほか、引船、揚錨船、警戒船、潜水士船より成る船団を用いる。工事に先立って航路における障害物を調査し、障害物があれば撤去する。また、運搬中の突風、天候の急変等に対応した避難場所を選定する。

(2) 運 搬

堤体は起重機船により吊り上げた状態で引船により運搬する(図-15.9)。起重機船の背後には、ブレーキング用引船を用いるとともに、前後に警戒船を適宜配置する。

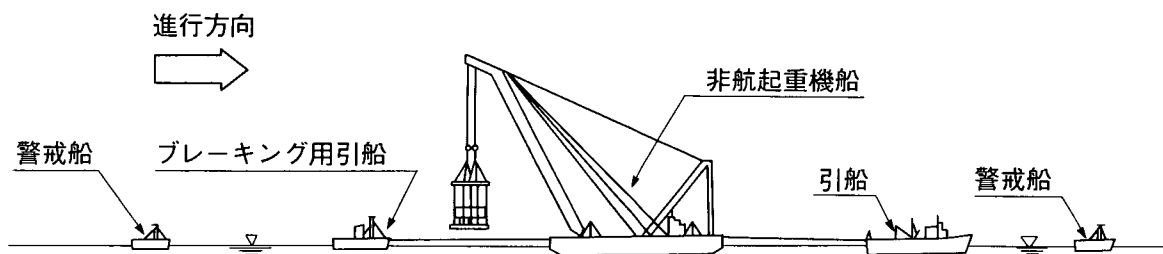


図-15.9 堤体運搬の状況

(3) 据 付

据付精度は、気象・海象条件によって影響を受け易いことから、 $H_1/3 \leq 0.5\text{m}$ となる期間を予測し、据付を行う。

a) 位置決め

起重機船をアンカー等により緊張係留し、船体および吊り下げ堤体の動揺を制御しつつ(図-15.10)、陸上、海上測量架台もしくは隣接堤体上から測量して位置を定める。

b) 沈設・着底

起重機船により吊り下げたまま沈設し、基礎捨石上に堤体を着底させる。

15.3.5 被 覆 工

被覆工は、基礎捨石の散乱を防止するものであり、被覆石もしくは被覆ブロックにより基礎捨石を被覆する。被覆材はガット船により運搬し、潜水士船もしくはクレーン付台船により運搬・据付けを行い、潜水士により均しを行う。

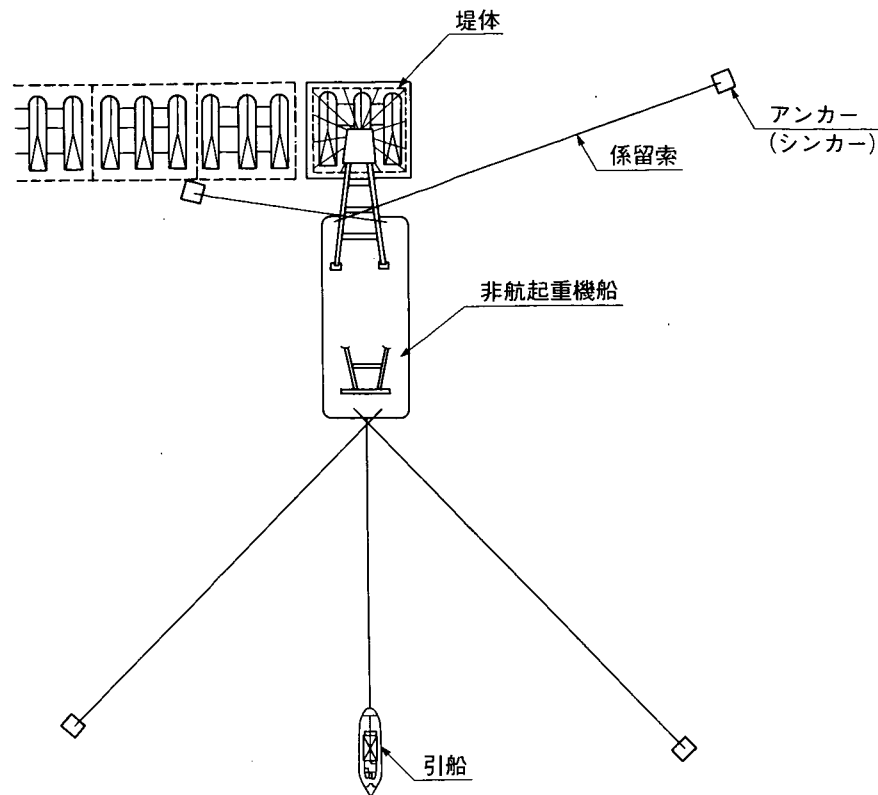


図-15.10 起重機船位置決め

15.4 資機材計画

15.4.1 船舶・機械計画

本構造物の施工に用いる主な船舶・機械を表-15.1に示す。なお、船舶の規格は、水深10mでの施工を想定した場合の目安である。

(1) 堤体製作工に用いる機材

a) コンクリートの供給・運搬

堤体製作工程、コンクリート量、およびプラントの製造能力（骨材等のストック容量も含む）を考慮して生コンの供給量を定める。コンクリートプラントの規模として30～50m³/hrの製造能力があれば対応可能である。供給量に合わせて、コンクリートのヤード内運搬に用いるポンプの性能を定める。

b) 鉄筋・型枠・支保工の加工・組立

鉄筋数量に基づき加工機の台数を定める。また鉄筋および型枠の重量に合わせて、クレーンの性能を定める。

(2) 浚渫工に用いる工事用船舶

浚渫工に必要な工事用船舶は、主として浚渫深度、波浪条件、土質条件、浚渫土量、面積、浚渫土運搬距離、工期を考慮して選定する。

(3) 捨石工および被覆工に用いる工事用船舶

捨石工および被覆工に用いる工事用船舶は、主として設置水深、波浪条件、全石材量および1日当り投

表-15.1 主な船舶・機械の例

工 種	船舶・機械名	規 格 の 目 安	摘 要
堤 体 製 作 工	生コンプラント、 ミキサー車 (ヤード外)	30~50m ³ /hr	コンクリート製造 (1日当り打設量)
	コンクリート ポンプ	30~50m ³ /hr	ヤード内の コンクリート運搬 (1日当り打設量)
	バイブレータ、 コンプレッサ	—	コンクリート打設
	鉄筋加工機	—	鉄筋加工
	クローラクレーン	25 t 吊	型枠加工、鉄筋・ 型枠組立
浚 渫 工	グラブ式浚渫船	6 m ³ バケット	掘 削 (1日当り浚渫量)
	引船	D-1000 P S	浚渫土運搬 (1日当り浚渫量)
	土運船	800m ³ 積	浚渫土運搬 (1日当り浚渫量)
	揚錨船、警戒船	—	補 助
捨 石 工 お よ び 被 覆 工	ガット船	199 G T 級または 499 G T 級	石 材 運 搬 (1日当り投入量)
	クレーン付台船	25 t 吊	石材運搬、据付
	潜水土船	D-30 P S	据付、均し
	警戒船	—	補 助
堤 体 運 搬 工 お よ び 据 付 工	非航起重機船	2000~3000 t 吊	堤体吊り上げ、据付 (堤体重量)
	引船	D-2000~D-3000 P S	堤 体 運 搬 (堤体重量)
	潜水土船	—	補 助
	揚錨船、警戒船	—	補 助

ただし、水深10m程度の場合を想定

入量、全均し面積および1日当り均し面積に基づき選定する。

(4) 堤体運搬工および据付工に用いる工事用船舶

堤体の運搬および据付に用いる起重機船は、堤体重量、積み出し時の所要アウトリーチ、ヤード前面水深に基づき選定する。また引船の性能および隻数は、選定した起重機船の大きさに基づき定める。

15.4.2 資材計画

本構造物の施工に用いる主な資材を

表-15.2 主な資材

表-15.2に示す。

(1) 堤体製作工に用いる資材

a) コンクリート

堤体製作工には、通常の方法よりなるコンクリート ($f'_{ck}=270\text{kgf}/\text{cm}^2$ ・普通ポルトランドセメント等を使用) を用いることから、陸上ヤード近傍の生コン工場より供給する。

工 種	資 材 名	規 格 の 目 安
堤 体 製 作 工	コンクリート	$f'_{ck}=270\text{kgf}/\text{cm}^2$
	鉄 筋	S D 35
	型 枠	—
	支 保 工	—
捨 石 工	石 材	50 ~100kgf/個
被 覆 工	石 材	0.5~2tf/個

b) 鉄 筋

鉄筋は製造工場より陸上もしくは海上運搬により搬入し、陸上ヤードにおいて保管・加工を行う。

c) 型枠・支保工

型枠および支保工の組数は、堤体の基数および工期に基づき定める。これらの加工、組立ておよび保管は陸上ヤードで行う。

(2) 捨石工および被覆工に用いる資材

a) 石 材

石材は産地によって材質・形状等が異なることから、できるだけ同一産地より入手することが望ましい。また、産出能力は工期等に影響を及ぼすため、所要石材の1日当りの産出量をあらかじめ調査し、施工数量(通常50~150 m^3 /日程度)との対比を行う。産地より陸上輸送された石材を一時ストックヤードに仮置する。

b) ブロック

被覆工に用いるコンクリートブロックは、堤体と同様、陸上ヤードにおいて製作する。

15.5 仮設計画

本形式では陸上において堤体を製作することから、作業基地は主として堤体製作ヤードとして用いられる。基地の選定に際し、所要スペースのほか、堤体運搬用の起重機船の吃水およびリーチ、さらに既存岸壁等を用いる場合は、堤体の単位面積当りの重量(通常4~5tf/ m^2)が許容上載荷重以内にあることも確認する必要がある。堤体製作ヤードのレイアウト例を図-15.11に示す。

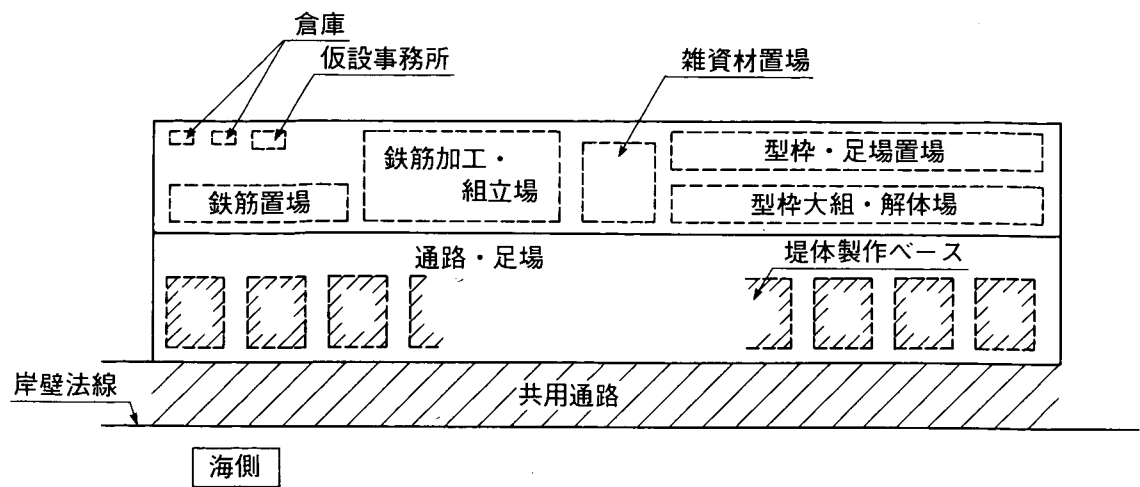


図-15.11 堤体製作ヤードのレイアウト例

第16章 透過水平板付スリットケーソン式（重力式）

16.1 概 要

透過水平板付スリットケーソン式（重力式）は、基礎部（捨石部）とケーソンから構成される（図-16.1）。したがって、その施工はケーソンの製作を主とする陸上作業と、捨石工およびケーソンの据付を主とする海上作業とに分けられる。

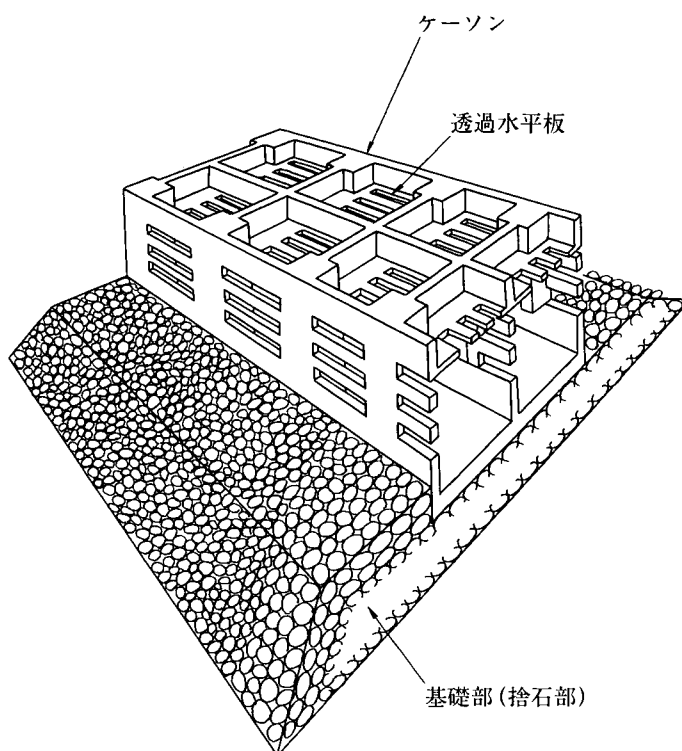


図-16.1 構 造 図

16.2 施工手順

本型式の一般的な施工フローを図-16.2に、施工要領を図-16.3に示す。以下に各工種の施工内容を述べる。

(1) ケーソン製作工

ケーソン製作は近隣の港湾の岸壁上で通常のケーソンと同様の方法で製作する。

(2) 捨 石 工

基礎捨石の投入はガット船を用いて行い、潜水士により所定の形状に均す。

(3) ケーソン運搬工

製作ヤードより据付位置までケーソンを大型起重機船により吊り上げ運搬する。

(4) ケーソン据付工

運搬してきたケーソンは大型起重機船で所定の位置に据付ける。

(5) 中詰め工

コンクリートで中詰めを行う場合、プラント船等にて潜水士の指示に従い打設する。ただし、ケーソンの自重のみで耐波安定性を確保できる場合には中詰め工は不要である。

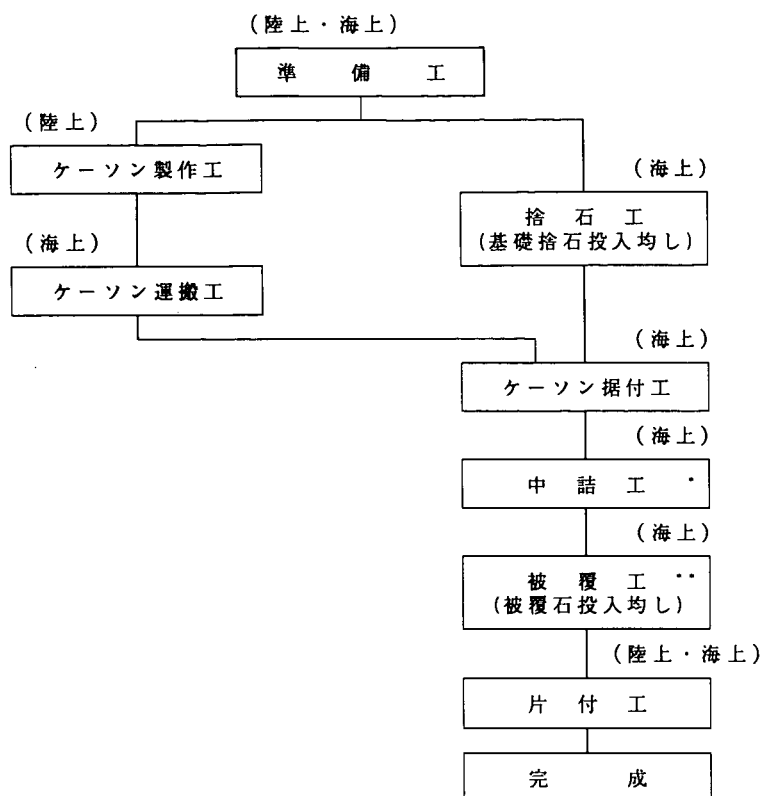
(6) 被 覆 工

被覆石はガット船から投入し、潜水士により所定の形状に均す。

16.3 施工方法

16.3.1 ケーソン製作工

ケーソンの製作は一般のスリットケーソンの製作方法とほぼ同様である。標準的なケーソンの製作フローは図-11.5と同様であり、杭式の場合のガイド管組立が不要である。



* ケーソンの耐波安定性によっては不要な場合がある。

図-16.2 施工フロー図

16.3.2 捨石工

捨石の投入は一般にガット船で行う。また、均し工は、基礎捨石本均し、基礎捨石荒均しから成る。施工方法については「8.2 捨石工」に準ずるものとする。

16.3.3 ケーソン運搬工および据付工

ケーソン運搬工および据付工は杭式の「11.3.3」と同様である。

16.3.4 中詰め工

コンクリートの中詰めはプラント船で行う。この場合トレミー管の移動等に起重機船を使用し、打設状況は潜水士により確認する。

16.3.5 被覆工

被覆石の投入はガット船で行う。また、被覆石均しは定規（丁張）を設け潜水士船のウインチを使用しで行う（図-16.4）。

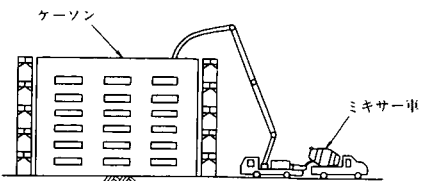
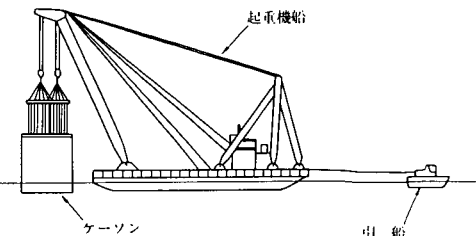
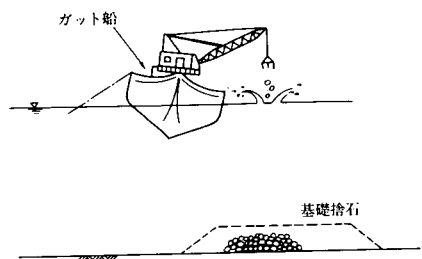
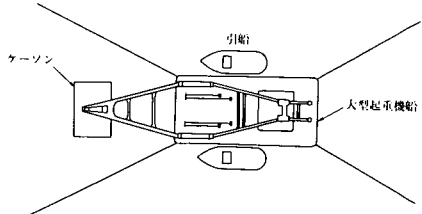
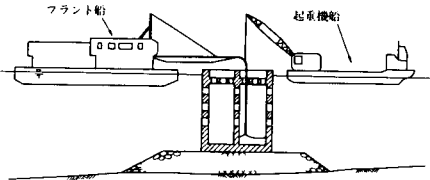
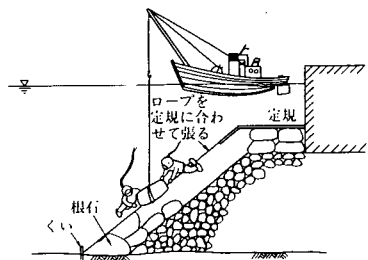
工種	①ケーソン製作工	②ケーソン運搬工
施工要領図		
主な作業内容	・ケーソン製作工（型枠、鉄筋組立、コンクリート打設）	・ケーソン吊上げ（吊枠、ワイヤセット） ・ケーソン運搬
工種	③捨石工	④・ケーソン据付工
施工要領図		
主な作業内容	・基礎捨石投入 ・基礎捨石均し	・ケーソン据付（位置決め、引き寄せ据付）
工種	⑤中詰め工	⑥被覆工
施工要領図		
主な作業内容	・中詰めコンクリート打設	・被覆石投入 ・被覆石均し

図-16.3 施 工 要 領 図

16.4 資機材計画

16.4.1 資材計画

本型式の施工に必要な資材は工程計画および仕様書に基づいて確実に納入する必要があり，搬入方法，経路，場所，保管方法等は施工計画時に十分検討する必要がある。主要資材として各工種ごとに以下のものがある。

(1) ケーソン製作工

鉄筋およびつり鉄筋

コンクリート

型枠・支保材

足場材

その他

(2) 捨石工および被覆工

基礎捨石

被覆石

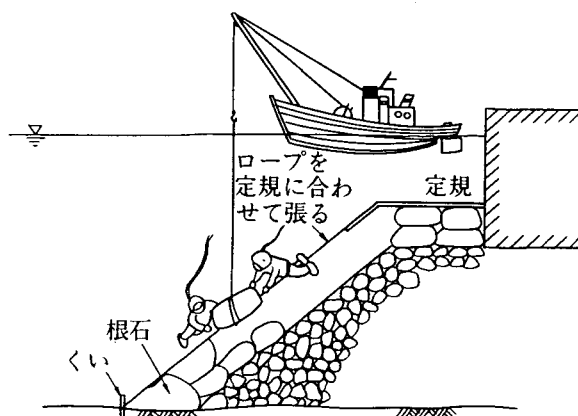


図-16.4 被覆石均し状況図

16.4.2 機材計画

本型式の施工に必要な機材はケーソン製作時等に使用する陸上機械と，ケーソン据付，捨石工等使用する作業船舶とに分類できる。使用船舶機械の選定に当っては調達の可能性・能力を確認するとともに，船舶の場合には停泊地，避難港等の利用水域を確保する必要がある。さらに，現地までの回航計画も十分に検討しておく必要がある。一般的な使用船舶機材とその能力を表-16.1に示す。

表-16.1 主な船舶・機械の例

工 種	使用船舶機材	規格の目安	選定考慮事項
ケーソン製作工	クローラクレーン	40～50 t 吊程度	・ 型枠重量と作業半径および必要高さ
	ポンプ車	60～90 m ³ /h 程度	・ 1 回 当 り コ ン ク リ ー ト 打 設 量
ケーソン運搬据付工	大型起重機船	1,000～1,300 t 吊程度	・ ケーソン、吊材およびワイヤー重量と必要アウトリーチ
	引 船	2,000～3,000 PS 程度	・ 曳航力および曳航速度
	揚錨船	15～25 t 吊程度	
捨石工および被覆工	ガット船	499 総トン	・ 水深、施工量、工程
	潜 水 士 船	D30PS 3 t 吊	

※ 水深10mを想定。

16.5 仮設計画

杭式の「11.5」と基本的に同様である。ただし、多量の石材を使用するため、資材ヤード（石材ストックヤード）を確保する必要がある。また、施工量によっては積み出し施設が複数必要となる場合がある。

第17章 鋼板セル式

17.1 概 要

本型式は鋼板セルとスリットブロックの複合構造物である。その施工方法は、根入れ式鋼板セル工法を中心とするもので、鋼板セルを打設、中詰めした後にスリットブロックを据付けて一体化するものである（図-17.1）。

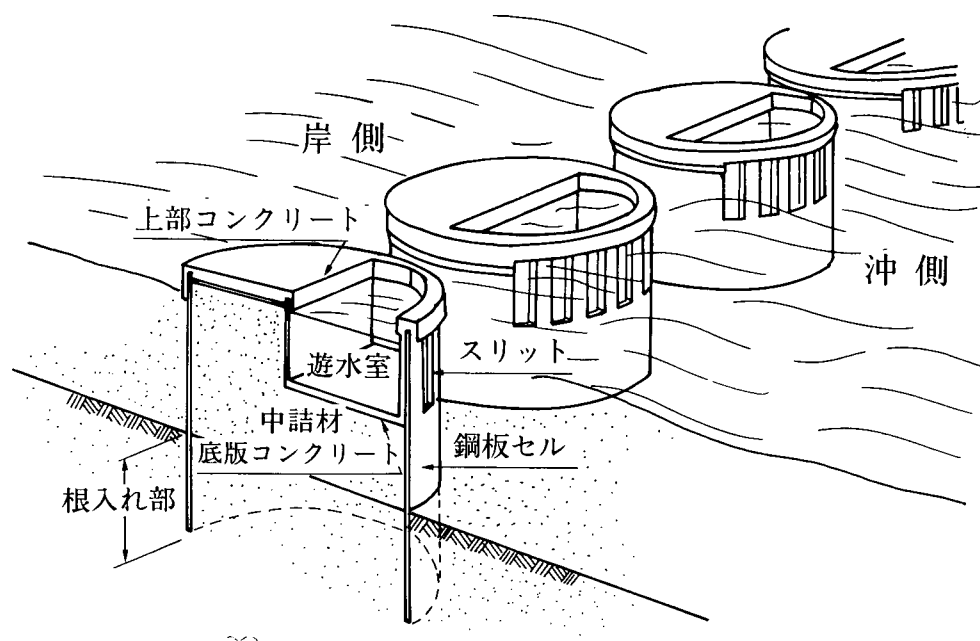


図-17.1 鋼板セル式海域制御構造物

根入れ式鋼板セル工法は、あらかじめ製作した鋼板セルを起重機船で運搬した後、同調運転させた複数台のバイプロハンマによる強大な振動力で海底地盤に直接打ち込み、中詰めを行って安定した構造体を作る工法である。

鋼板セルそれ自体は剛性の小さいものであるから、中詰め未施工時の安定性には十分注意する必要がある。このため、施工に際しては以下の点に留意する必要がある。

- ① 鋼板セル打設後は直ちに中詰めする。
- ② 水中作業を極力減らす。
- ③ スリットブロック据付のための中詰め均し作業を速やかに行う。
- ④ 鋼板セルとスリットブロックとの一体化は慎重に行う。

17.2 施工手順

本型式の施工フローを図-17.2に、施工要領を図-17.3に示す。

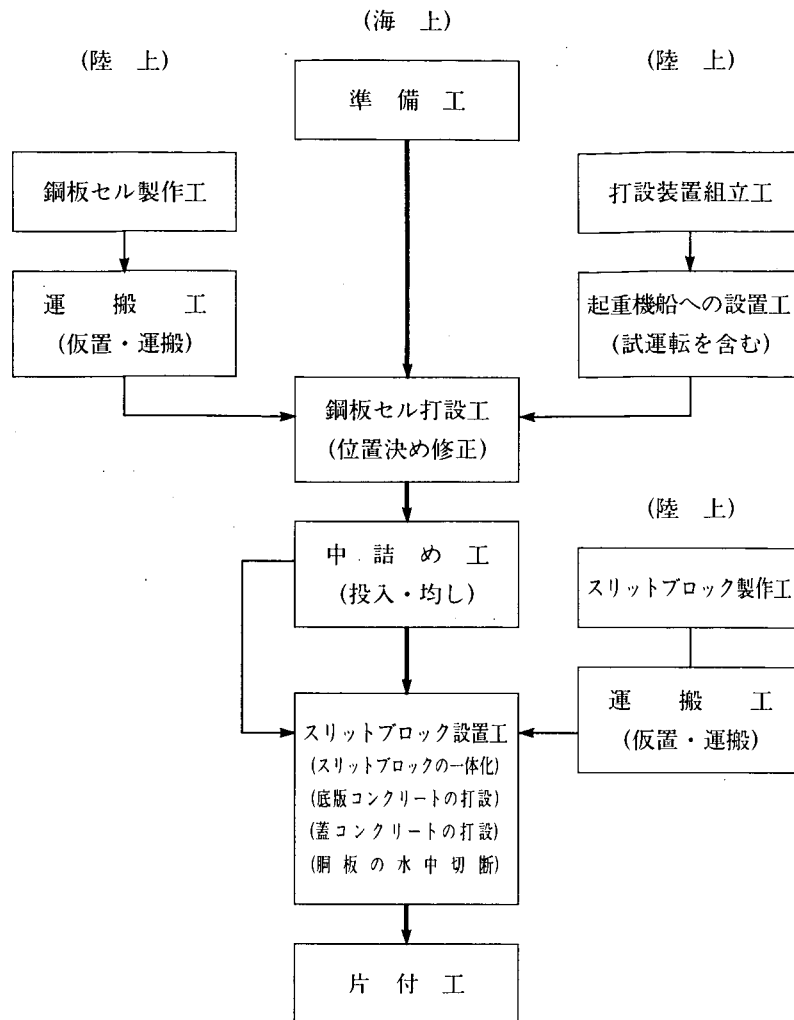


図-17.2 施工フロー

17.3 施工方法

17.3.1 鋼板セルの製作工

鋼板セルの製作方法には、①ブロック建込み方式、②リング積み重ね方式、③分割積み重ね方式等がある。製作方法は、これらの中から鋼板セルの大きさ、数量、打設工程、製作場所のスペース、使用する設備機器類等を考慮して、適切な方法を選択する。

(1) リング積み重ね方式

リング積み重ね方式は、適当な大きさのリング状セル殻を製作し、それを数段積み重ねて所定の高さの円筒状のセルとする方法である。ロールベンダーによる工場加工が必要であり、少数の鋼板セルを製作する場合に適した方法である。多数の鋼板セルを製作する場合は工期も長くなり、大量の仮置が必要となる。

(2) 分割積み重ね方式

分割積み重ね方式は、鋼板セルを縦横多数に分割した円弧状の鋼殻をあらかじめ製作し、それを下から順次積み重ねて円筒状のセルとする方法である。ロールベンダーによる工場加工が必要であり、この場合も少数の鋼板セルを製作するのに適した方法である。

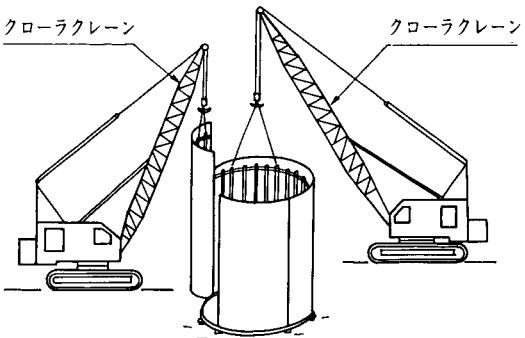
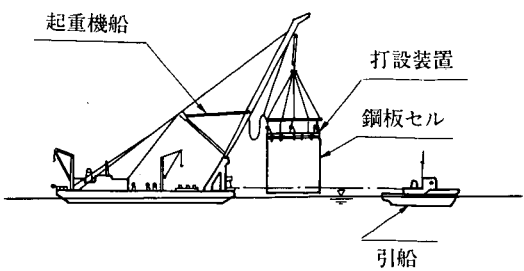
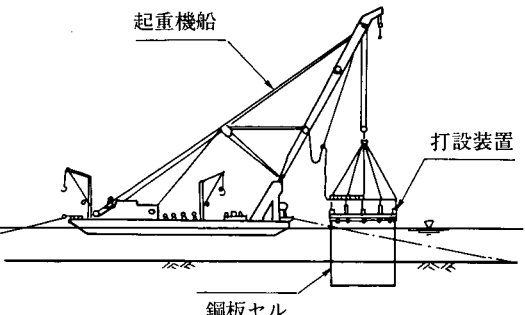
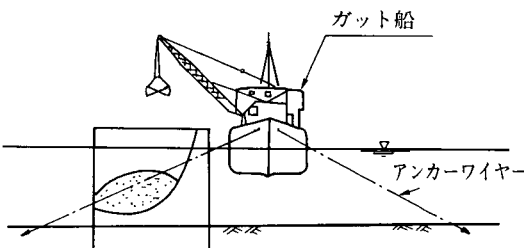
工 種	① 鋼板セル製作	② 鋼板セル運搬
施 工 要 領 図		
主 な 作 業 内 容	① 鋼板を溶接，胴板を造る。 ② 曲げ加工台で横リブを取付け，ブロックを造る。 ③ 4個のブロックを大組台に運搬，組立てて，溶接で一体化する。	① 岸壁に仮置。 ② 打設装置をチャッキング。 ③ 起重機船で吊ったまま建設地点まで引船で曳航。
工 種	③ 鋼板セル打設	④ 中詰投入
施 工 要 領 図		
主 な 作 業 内 容	① トランシット等で，位置の誘導を行う。 ② 傾斜のチェック，修正。 ③ 高さのチェック，打込み速度の調整。 ④ バイプロハンマ運転，停止。	① ガット船の係留。 ② 中詰め砂または中詰め石の投入。 ③ 均し。

図-17.3(a) 施 工 要 領

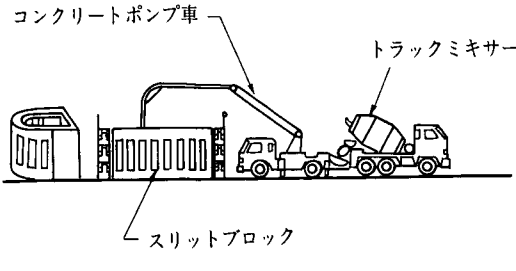
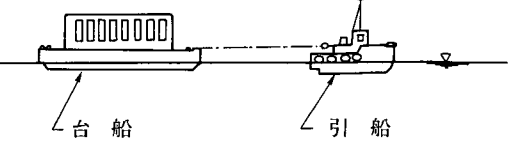
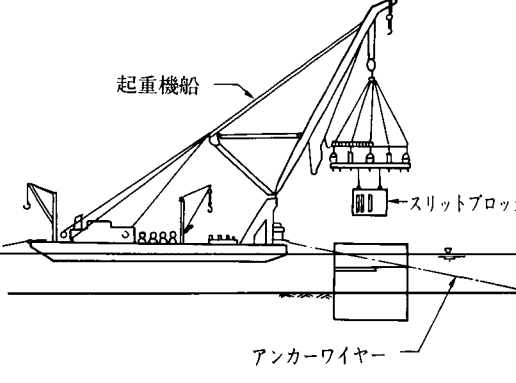
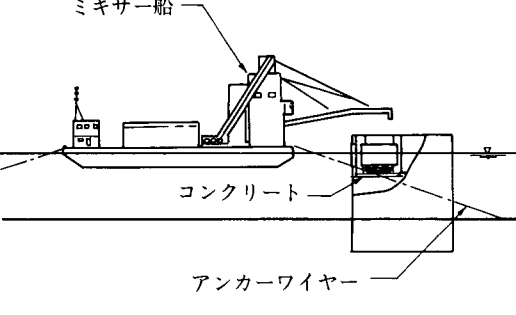
工 種	⑤ スリットブロック製作	⑥ スリットブロック運搬
施 工 要 領 図		
主 な 作 業 内 容	① 型枠の組立・解体。 ② 鉄筋加工・組立。 ③ コンクリートの打設。	① 起重機船による台船への積み込み。 ② 引船による曳航。
工 種	⑦ スリットブロック据付	⑧ 間詰コンクリート打設
施 工 要 領 図		
主 な 作 業 内 容	① 中詰め栗石の均し。 ② セル打設用起重機船で吊り取り，据付。	① 鉄筋加工組立。 ② コンクリートの打設。水中部は水中コンクリートとする。 ③ 底版コンクリートも同様に施工。

図-17.3(b) 施 工 要 領

(3) 鋼板ブロック建込み方式

鋼板ブロック建込み方式は、鋼板セルを縦に数分割した円弧状の鋼板ブロックをあらかじめ製作し、それらを建込んで円筒状のセルとする方法である。3つの方式の中では、大量生産に適し、打設速度に合わせた製作が可能な方式であり、製作精度も優れている。この方式による鋼板ブロックの製作・建込みの手順を図-17.4に示す。

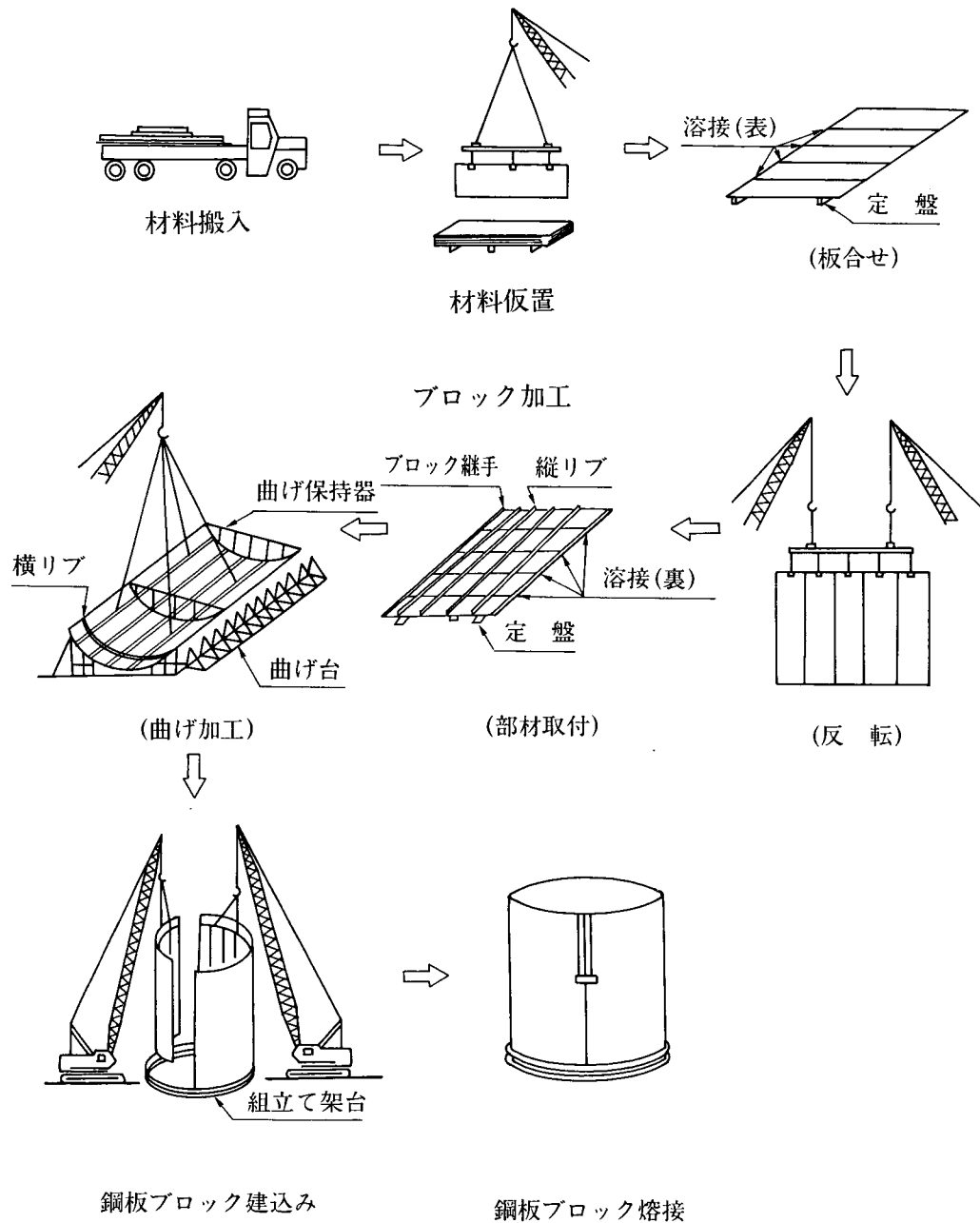


図-17.4 ブロック制作・建込み手順

(4) 製作要領

主要部材には、JIS 規格に合格している材料を使用し、加工開始前にミルシートと照合して品質を確認する。材料の寸法や形状の許容差は、それぞれのJIS規格に示された値に従うものとする。材料の保管期間中に著しい錆の発生や損傷のないよう十分に注意する。

製作に着手する前には、必要に応じて原寸図を作成し、設計図の不備や製作上の支障がないかを確認する。また、けがきを行う場合は墨を用いる。一般には白色を用いるが、特殊材（高張力鋼等）には色を区別しておくといふ。引張力を受ける部材にはタガネやポンチを用いない方がよい。

主要部材の切断には自動ガス切断機を使用する。また、曲げ加工を行う場合は、材料にじん性の低下や有害な欠陥を与えないように配慮する。組立に際しては、部材中心のずれや部材相互の目違い、有害な変形等が生じないように注意し、設計で定められた形状、寸法、部材の組合せ精度が確保できるように適当な治具を用いることが望ましい。また、必要に応じて適当な作業足場を用いる。

溶接は、必要な継手性能を満足するよう、下記の事項を事前に確認した後、慎重に施工する。

- ① 鋼材の種類と特性。
- ② 溶接方法、開先形状および溶接材料の種類と特性。
- ③ 組合せる材片の加工・組立精度、溶接部分の清掃度と乾燥状態。
- ④ 溶接材料の乾燥状態。
- ⑤ 溶接条件と溶接順序。

運搬や組立に用いる吊り金具や治具を鋼板セル本体に溶接する場合は、その溶接部が十分な強度を有するよう施工する。また、それらを除去する場合には、鋼板セル本体に有害な欠陥が残らないよう十分に注意する。

17.3.2 鋼板セルの運搬工

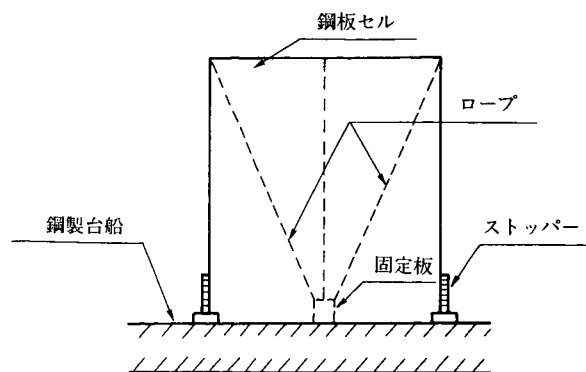
鋼板セルはたわみ性に富んでいるので、吊り上げて移動する場合は十分注意を払う必要があり、現地まで安全に運搬できる方法を選定する。

鋼板セルの運搬には、①台船による方法、②起重機船による方法等がある。台船による場合は、積み込みに起重機船や陸上走行クレーン、クローラクレーン等を用い、吊り荷重、揚程、アウトリーチ等を考慮して十分能力のあるものを選定する。運搬経路における海象条件に応じて、鋼板セルの滑動や転倒を防止するためラッシングなどを施し、安全を十分に確保する。ラッシングの一例を図-17.5に示す。

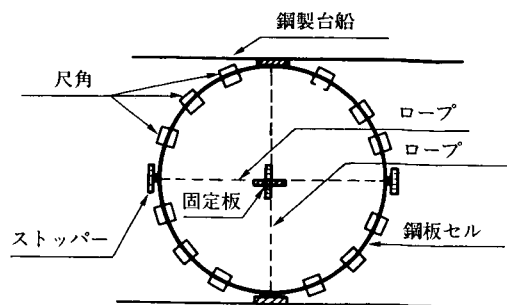
使用する台船は鋼板セルの重量や寸法に適した大きさのものとし、曳航に使用する引船は鋼板セルの風力抵抗も考慮して選定する必要がある。また、起重機船による場合には、打設用起重機船を用いる場合が多い。この場合には、2台の油圧ユニットを用意し、油圧ホースは二系列配管するといふ。このとき、油圧チャックの把持力に十分注意を払う必要がある。

17.3.3 鋼板セルの打設工

鋼板セルの打設には、専用の打設装置を用いる。打設時の貫入抵抗がセル各部で大きく異なると、傾斜、位置ずれが生じることがあるので、打設に際しては貫入速度を調整しながら慎重に施工する必要がある。



側面図



平面図

図-17.5 ラッシングの一例

- 鋼板セルの位置決めは、陸上や測量台に設置したトランシットや光波距離計、又は適切な位置決め装置を用いて行う。打設深さは、鋼板セルの天端をレベルで視準することによって管理する。鋼板セルの打設状況の一例を図-17.6に示す。

17.3.4 中詰め工

鋼板セルは中詰め未施工時には不安定な状態にあるので、打設完了後、直ちに中詰めを行う。

中詰め材料には良質な砂や碎石

を使用する。その投入方法には、①ガット船による方法、②揚土船による方法、③旋回式起重機船による方法、④上記の組合せによる方法等がある。一般にはガット船による方法が多い。

急速施工を行う場合には、鋼板セルの直径や投入量によって異なるが、揚土船による方法が適しており、ガット船を使用して2方向から行うこともある。ガット船および揚土船による中詰め例を図-17.7に示す。

中詰め材の投入は、一部に片寄ることなく鋼板セルの中心部に投入し、周辺部への土圧が均等に作用するように配慮する。作業船は波やうねりによって動揺するので鋼板セルに接触しないようにアンカーリングを確実に行う。

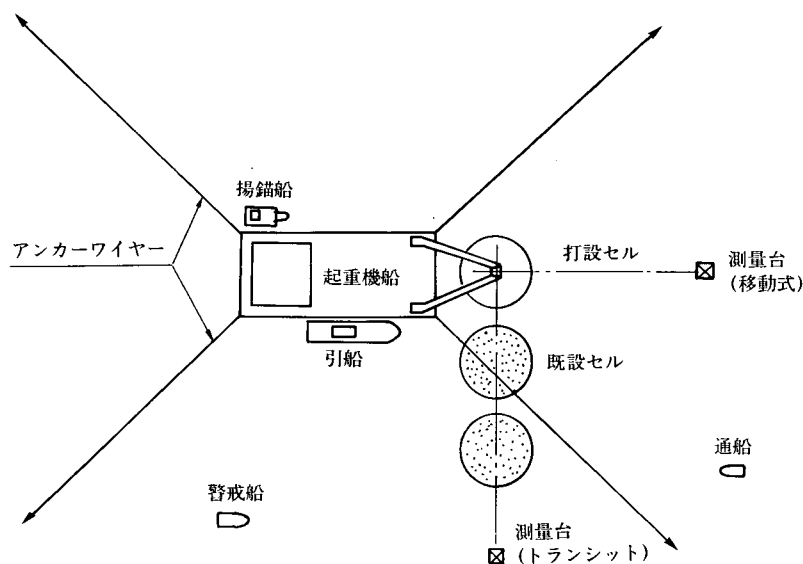
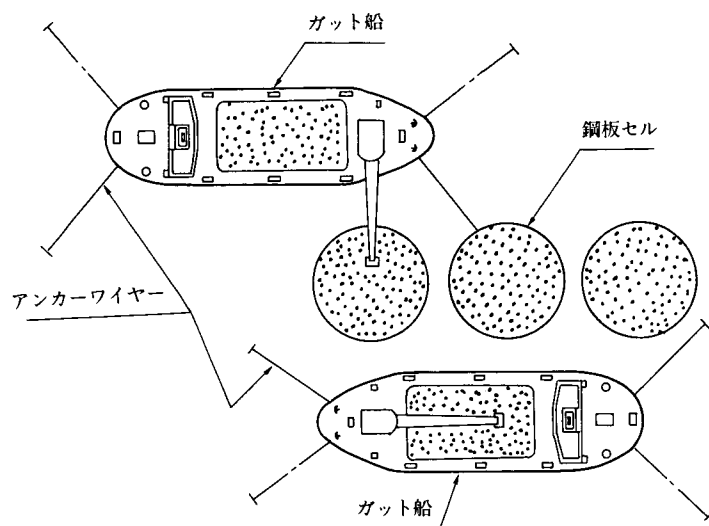
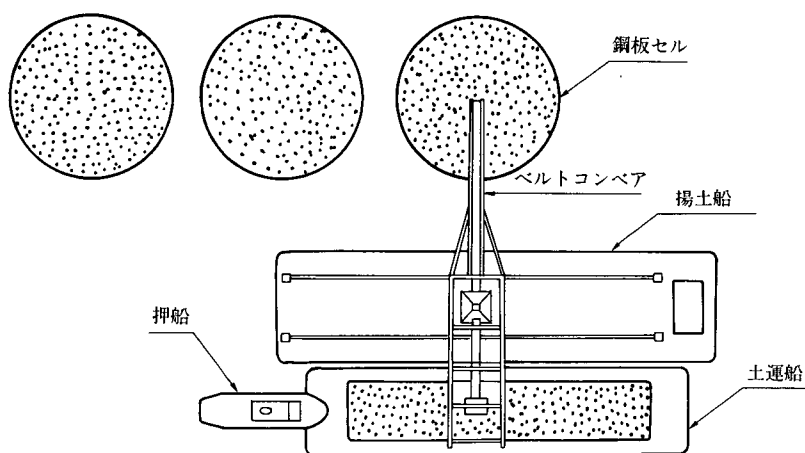


図-17.6 鋼板セル打設状況の一例



a) ガット船による方法



b) 揚土船による方法

図-17.7 ガット船および揚土船による中詰め例

17.3.5 スリットブロックの製作および設置工

(1) スリットブロックの製作

スリットブロックの製作は、8.3 鉄筋コンクリート工に示す留意事項を守り、通常のコンクリートケーソンの製作と同様に行う。しかしながらスリット部は形状が複雑であり、鋼板セルとの一体化のため継ぎ鉄筋を設けるので、型枠の組立やコンクリートの打設には十分な注意が必要である。

(2) スリットブロックの運搬・据付

あらかじめ製作されたスリットブロックを起重機船で吊り、現地に運搬して鋼板セル内に据付ける。運搬距離が長い場合は、台船に積み込み現地に運搬して、起重機船で据付ける。

(3) スリットブロックの一体化

スリットブロックや鋼板セル内側に接続鉄筋やスタットボルトを取り付けておき、コンクリートを打設することにより一体化する。コンクリートには特殊水中コンクリートを用いる。

(4) 底版コンクリートの打設

スリットブロックを一体化した後、特殊水中コンクリートで底版を施工する。

(5) 胴板の水中切断

スリットブロック前面のセル胴板を潜水夫により水中切断する。切り取った胴板は起重機船で吊り取り、台船に積み込み陸上のスクラップヤードに運搬する。

(6) 蓋コンクリートの打設

スリットブロック背面に中詰を施工し、表面を均したのち、蓋コンクリートを打設する。

17.4 機材計画

17.4.1 打設装置および関連設備

(1) 構成機器

鋼板セルの打設には、専用の打設装置が必要である。打設装置の構成は、①バイプロハンマ、②連動装置、③油圧チャック、④ベースリング、⑤吊り治具などである。関連設備としては、⑥発電設備、⑦油圧設備がある。これらの構成機器はバイプロハンマの使用台数によって決まる。バイプロハンマ1台当りの構成は図-17.8に示すおりである。

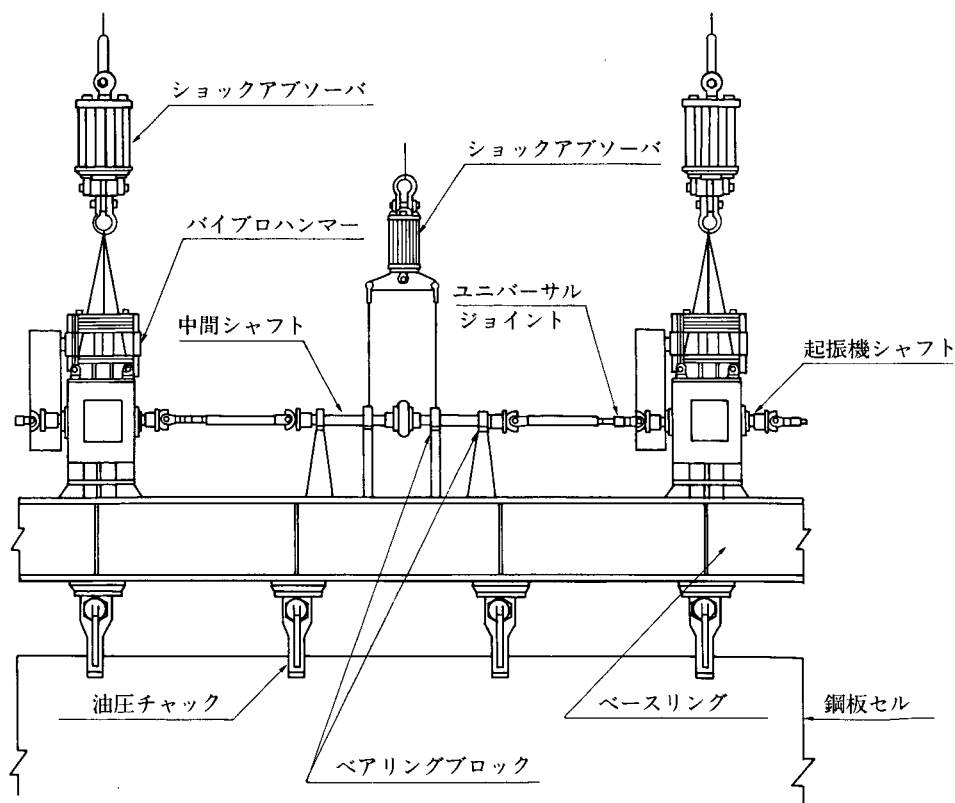


図-17.8 打設装置の構成 (バイプロハンマ1台当り)

(2) バイプロハンマ

バイプロハンマは、発生する振動により地盤の摩擦抵抗や先端抵抗を低減させ、鋼板セルを打ち込むものである。地盤の状況（例えばN値30以上）によってはウォータージェットを併用する場合もある。バイプロハンマの使用台数は、海底地盤の土質や硬さから必要振幅を推定し、全振動重量、偏心モーメントや起振力などから次式を満足するように求める¹⁾。

$$n \cdot K_0 / Q_0 \geq a', n \cdot P_0 > T_v \quad \dots\dots\dots (17.1)$$

$$Q_0 = Q_c + Q_B + n \cdot Q_v \quad \dots\dots\dots (17.2)$$

$$T_v = \{ \mu_s N \cdot l_s / 50 + \mu_c C \cdot l_c \} 2 \pi D \quad \dots\dots\dots (17.3)$$

μ_s, μ_c, η は次式で与えられる。

$$\mu_s = 0.05 + 0.95 e^{-0.77\eta} \quad (\text{砂質土})$$

$$\mu_c = 0.13 + 0.87 e^{-0.77\eta} \quad (\text{粘性土})$$

$$\eta = n \cdot P_0 / Q_0$$

動先端抵抗をチェックする場合は次式による。

$$Q_0 > R_U \quad \dots\dots\dots (17.4)$$

$$R_U = \alpha \cdot N \cdot S \cdot e^{-0.0652I} \quad \dots\dots\dots (17.4)$$

I は次式で与えられる。

$$I = n \cdot K_0 \omega^2 / g$$

ここに、

n：バイプロハンマの使用台数， K_0 ：バイプロハンマの1台当りの偏心モーメント（kf・cm）， Q_0 ：全振動重量（kgf）， Q_c ：セル殻の重量（kgf）， Q_B ：ベースリング重量（kgf）， Q_v ：バイプロハンマ1セット当りの重量（kgf）， P_0 ：バイプロハンマ1台当りの起振力（kgf）， T_v ：動摩擦力（kgf）， a' ：必要振幅（cm）， μ_s, μ_c ：低減率， η ：振動加速度（G）， l_s, N ：根入れ部における砂質土の全層厚（cm）および平均N値， l_c, c ：根入れ部における粘性土の全層厚（cm）および平均粘着力（kgf/cm²）， D ：セルの直径（cm）， R_U ：動先端抵抗（kgf）， α ：砂質土4，粘性土8， S ：セル先端の面積（cm²）， ω ：円振動数（s⁻¹）， g ：動力の加速度（cm/s²）， I ：力積（kgf・s）

(3) 連動装置

連動装置は、バイプロハンマの起振機軸間を連結し、それぞれのバイプロハンマが同調運転し一体となって、強力な振動を発生するための装置である。ユニバーサルジョイントや中間シャフト、タイヤカップリング等からなり、ベアリングブロックで支持されている。

ユニバーサルジョイントは、使用中の取付け角度を考慮して、モータの起動トルクが伝達トルクを越えないように決定する。

中間シャフトは、伝達トルクによって生じる応力が許容応力以内になるように断面を決定しなければならない。そして、タイヤカップリングは、モータの起動トルクが許容トルクを越えないように型式を決定

1) 根入れ式鋼板セル協会：根入れ式鋼板セル工法施工積算マニュアル，1984.

する。

(4) 油圧チャック

油圧チャックは、バイプロハンマの起振力を鋼板セルに確実に伝達するもので、全把持力がバイプロハンマの総起振力より大きいものとする。

専用のバイプロハンマを用いた場合、バイプロハンマ1台当りの油圧チャックは80ton型3台が必要となる。連動装置等を含めたバイプロハンマ1セット当りの重量(Q_v)は12,000kgf程度である。

(5) ベースリング

ベースリングは、バイプロハンマ、連動装置、油圧チャックなどを一体として組み込み、バイプロハンマの起振力を鋼板セルに均等に伝えるための架台であり、剛性の高い構造体である。ベースリングの基本断面は、バイプロハンマの取付け点を支点とし、油圧チャック取付け点を荷重作用点とする連続梁として設計する。連続梁に作用する集中荷重は、油圧チャックの伝達力で全起振力が等分に分配されるものと仮定する。

(6) 吊り治具

吊り治具は、鋼板セルおよび打設装置を吊り下げるためのもので、自重を含めた吊り重量とバイプロハンマの起振力や動的引き抜き力に耐えられる構造とする。吊り治具の形状は、ベースリングの吊り点の数から決められ、一般に多角形となる。吊り治具の部材断面は軸力と曲げモーメントを受ける長柱として設計する。

(7) 発電設備

打設装置用の電力は台船又は起重機船に搭載した発電機から供給する。発電設備には、発電機、制御盤、起動盤、キャプタイヤケーブルなどがある。

(8) 油圧設備

油圧チャック用の油圧ユニットおよび発電機は起重機船に設置する。

17.4.2 打設装置の組立て

打設装置の組立てフローを図-17.9に示す。組立要領としては、ベースリングにバイプロハンマ、連動装置、油圧チャック等を仮組し、取付方向、取付精度等を確認した後、本組する。

組立場所は、バイプロハンマ、連動装置、油圧チャック等を仮置きし、組立てを行うのに十分な広さを有するとともに、起重機船により打設装置が直接吊り取りできる、

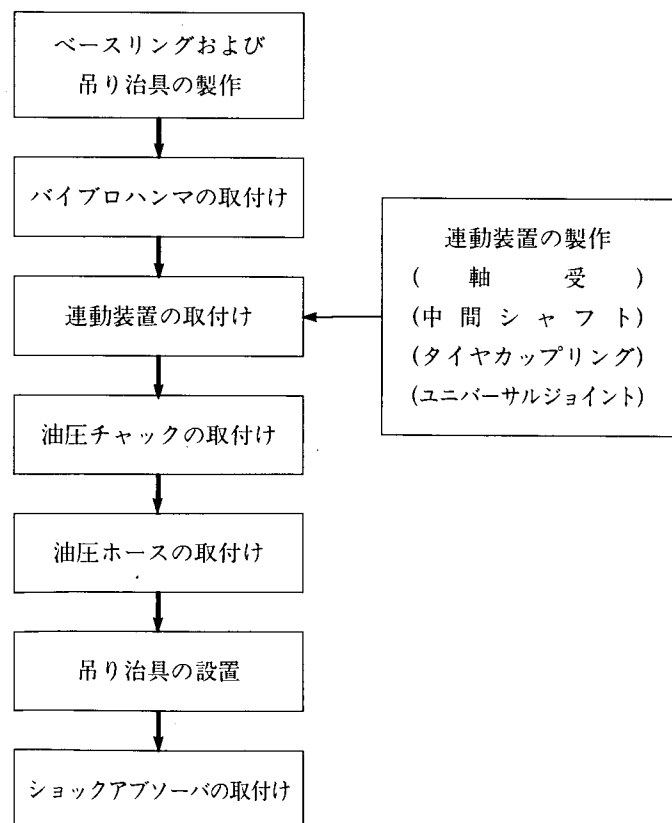


図-17.9 打設装置の組立てフロー

水際線であることが必要である。
さらに、クレーン、溶接機などの設備や材料、労働の手配が容易に行えることが望ましい。組立作業は高所作業となるため、作業性、安全性に十分注意する必要がある。

17.4.3 起重機船への設置および試運転

打設装置およびその付属設備を起重機船に設置するフローを図-17.10に、付属設備の配置例を図-17.11に示す。付属設備の起重機船への配置は作業性、安全性、操船性を考慮して、複雑とならないように配置する。

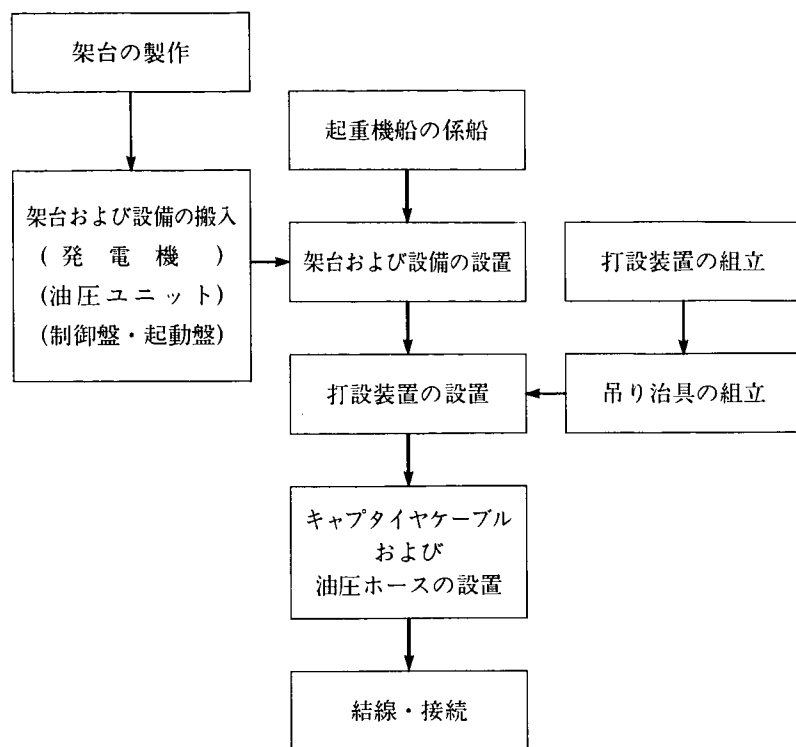


図-17.10 打設設備の設置フロー

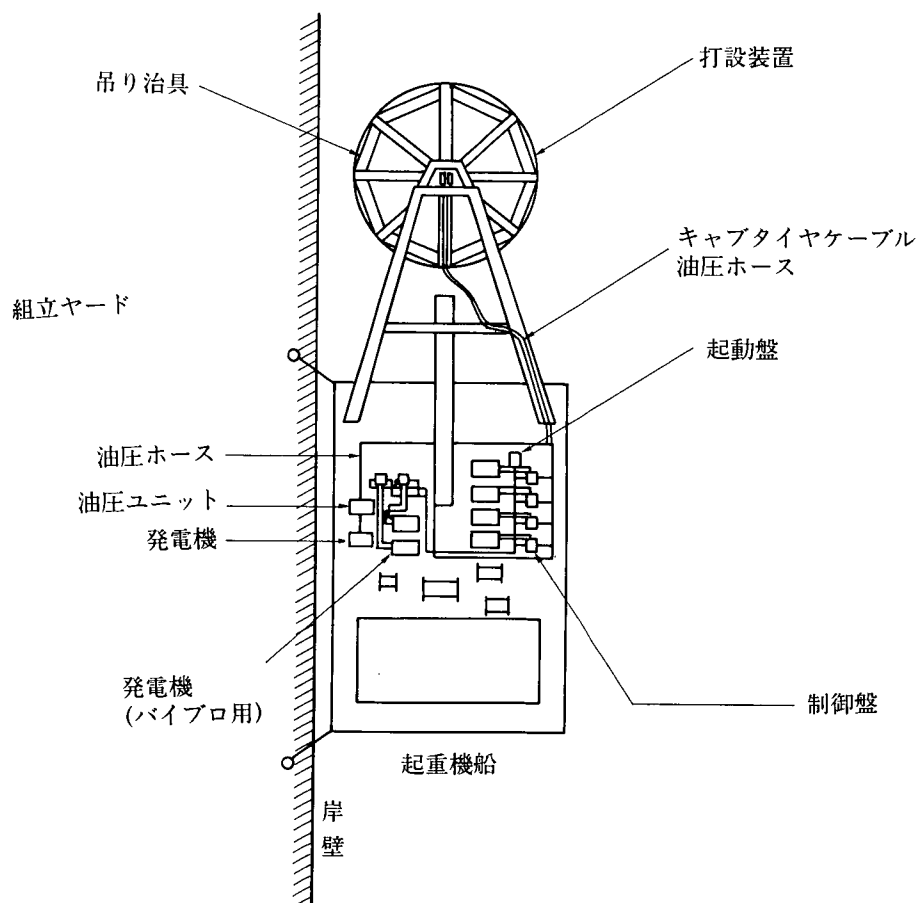


図-17.11 付属設備の設置例

バイプロハンマ用の発電機は台船に設置する場合もある。この場合、キャブタイヤケーブルの接続が簡単に行えるよう配慮が必要である。また、打設装置のトラブルを防止するために、試運転を繰り返して行い異常の有無を確認する。

17.4.4 起重機船の選定

起重機船の大きさは吊り荷重、揚程、アウトリーチ等を考慮して決定する。起重機船の吊り荷重は次式から求める。

$$U = \xi Q + T_v \quad \dots\dots\dots (17.6)$$

$$Q = Q_0 + Q_x \quad \dots\dots\dots (17.7)$$

ここに、U：起重機船の吊り荷重 (kgf)、 ξ ：動荷重係数 (1.0～1.5)、 Q_x ：吊り治具、ショックアブソーバ、吊りワイヤー等の重量 (kgf)、 T_v ：動摩擦力（根入れ部分の周面摩擦力）(kgf)

使用船舶・機械一覧表を表-17.1に示す。この例は水深11mに施工することを想定した場合のものである。

17.4.5 中詰用船舶機械

中詰めに使用する作業船の種類や大きさ、能力等は、中詰めの量、鋼板セルの直径、鋼板セルの打設工程などから投入作業が最も効果的に行えるように選定する。一般には、ガット船や揚土船を使用する例が多い。

17.5 仮設計画

17.5.1 鋼板セル製作ヤード

鋼板セルの製作は、一般に、①製作および積み出し施設のある工場、②仮設ヤード、③作業台船等のいずれかの場所で行う。

製作場所の決定に当っては、鋼板セルの大きさや製作数量、積み出し工程、打設地点までの距離、クレーンの設備能力、ストックヤードの有無、岸壁の形状、水深、水際線の長さ等を十分考慮する必要がある。

17.5.2 鋼板セル製作用の仮設設備

鋼板セル製作のための仮設設備は、製作方式により異なるが、一般に多く使用されている鋼板ブロック建込み方式の場合では、①定盤加工台、②曲げ加工台、③組立架台等である。仮設設備レイアウトの一例を図-17.12に示す。

(1) 定盤加工台

定盤加工台は、1ブロックの胴板を溶接しジョイント部材や縦リブを取付けるための加工台である。H型鋼やL型鋼で作られ、基礎にはコンクリートブロックが用いられる。

(2) 曲げ加工台

曲げ加工台は、定盤加工台で製作された1ブロックの胴板を曲げ加工する架台で、L型鋼等で作られる。曲げ加工台に胴板を乗せることにより所定の曲面が形成される。横リブや曲げ保持材を取付けて鋼板セルの分割ブロックが作られる。

表-17.1 主な船舶・機械の例

工 種	船 舶・機 械	規 格	台 数	摘 要
鋼板セル製作工	クローラクレーン	150 t 吊り	3 台	鋼板セルの製作
	トラッククレーン	45 t 吊り	2 "	"
	高 所 作 業 車	20 m 級	4 "	"
鋼板セル打設工	起 重 機 船	600~700 t 吊り	1 隻	鋼板セルの打設
	引 船	1500ps	1 "	"
	揚 描 船	240ps	1 "	"
	交 通 船	125ps	1 "	"
	警 戒 船	50ps	1 "	"
	バイプロハンマ	VM ₂ -25000A	5 ~ 6 台	"
	発 電 機	450KVA	5 ~ 6 台	"
	"	60KVA	1 "	"
	油圧チャック	80 t 用	10~18 "	"
	油圧ユニット	45kW	1 "	"
	ショックアブソーバ	30 t 用	5 ~ 6 "	"
	連 動 装 置		5 セット	"
	同 時 起 動 盤		1 式	"
	ベ ー ス リ ン グ	φ17 m	1 基	"
	吊 り 治 具	φ17 m	1 "	"
スリットブロック 設置工	起 重 機 船	10 t 吊り	1 隻	運搬・据付け
	ミ キ サ ー 船	0.75m ² DE240ps	1 "	"
	引 船	125, 250, 600ps	3 "	"
	台 船	100 t 積み	1 "	"
	揚 描 船	60ps	2 "	"
	交 通 船	125ps	1 "	"
	警 戒 船	50ps	1 "	"
	潜 水 士 船	D30ps, 3 t ウインチ	3 "	"

※ 水深11mを想定

(3) 組立架台

組立架台は、曲げ加工台で製作されたそれぞれの分割ブロックを一体化する台で、H型鋼で作られる。分割ブロックを特殊台車で運搬し、大型クレーンで組立架台上に建て込み、全自動溶接機で溶接して、一体化した鋼板セルを製作する。

- (海)
- | | |
|---------------|---------|
| ○ No.1 ~ No.6 | 組立架台 |
| ○ a ~ e | 完成セル仮置場 |
| □ A1 ~ A4 | 定盤加工台 |
| □ B1 ~ B4 | 曲げ加工台 |

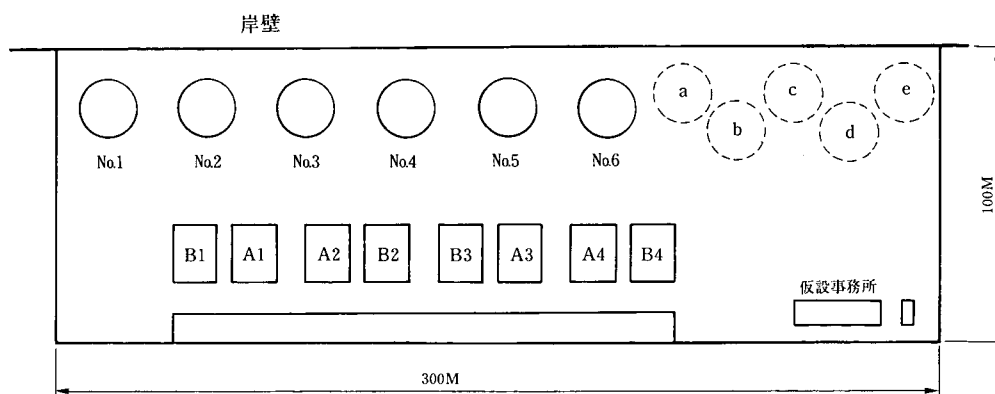


図-17.12 制作ヤード

17.5.3 ベースリング

ベースリングの製作は、既存の工場で行うのが望ましい。製作方法は、ベースリングの大きさ、製作場所の広さ、使用する設備機器等を考慮して適切に選定する。なお、ベースリングは振動部材であるので溶接は慎重に行う必要がある。

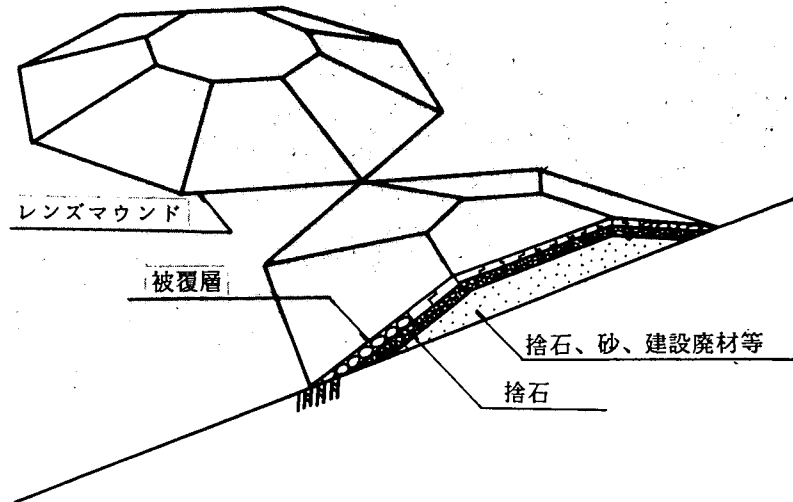
17.5.4 スリットブロックの製作ヤード

スリットブロックの製作場所を決める際には、大きさ、製作数量、積み出し工程、施工地点までの距離、クレーンの設備能力、ストックヤードの有無、岸壁の形状、水深、水際線の長さ等を十分考慮する必要がある。

第18章 捨石式

18.1 概 要

捨石式の堤体は中詰め部と被覆層より成る。中詰め部は砂、捨石等で製作し、外側には重量の大きいものを使用する。天端付近の被覆には被覆ブロックを、のり面の被覆には被覆石を用いる。また、のり尻部には洗掘防止マウンドを設ける（図-18.1 参照）。



18.2 施工手順

捨石式の施工フローを図-18.2に、施工要領を図-18.3に示す。以下に各種の施工方法の概略を述べる。

図-18.1 鳥 瞰 図

① 盛砂工（盛砂投入，均し）

盛砂は、自航グラブ船で積込運搬し、潜水土船による投入指示に従い投入する。盛砂投入完了後、潜水土船により均しを行う。

② 捨石工（捨石投入，均し）

捨石は、自航グラブ船で積込運搬し、潜水土船による投入指示に従い投入する。捨石投入完了後、潜水土船により均しを行う。

③ 被覆ブロック工（被覆ブロック製作，転置）

被覆ブロックは陸上製作ヤードで製作する。製作完了後、所定の強度に達した後にトラッククレーン等で転置する。

④ 被覆ブロック工（被覆ブロック運搬，据付）

被覆ブロックは岸壁まで陸上運搬し、トラッククレーンにより台船に積み込み、海上運搬する。海上運搬したブロックは、台船上のクレーンで吊り降し、潜水土船により据付ける。

⑤ 被覆石工（被覆石投入，均し）

被覆石は、自航グラブ船で積込運搬し、潜水土船による投入指示に従い投入する。被覆石の投入完了後、潜水土船により均しを行う。

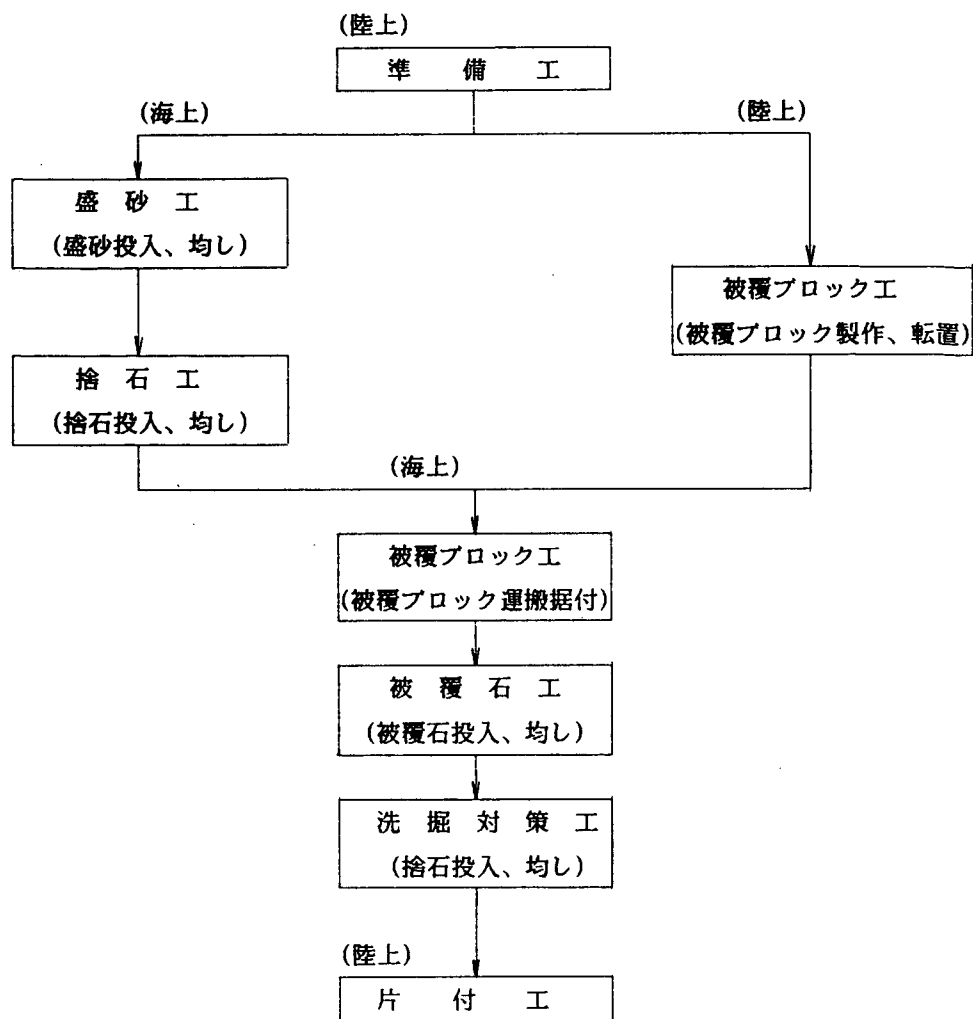


図-18.2 施工フロー

⑥ 洗掘対策工（捨石投入，均し）

洗掘対策工の捨石投入，均しの施工方法は捨石工に準ずる。

18.3 施工方法

18.3.1 盛砂工

(1) 盛砂投入

盛砂材料は，積出基地より購入砂を運搬するものとする。

盛砂の積込運搬は，通常自航グラブ船（350m³～650m³積）で行う。投入開始前に投入区域を旗，ブイ等で明示し，潜水士船による投入指示に従い盛砂を投入する（図-18.4 参照）。盛砂が完成に近づいたら断面測量を行い，仕上げ断面を十分確認して入念に最後の投入を行う。

(2) 盛砂均し

盛砂投入完了後，潜水士船により均しを行う。盛砂断面は円形に近くなるので，断面形状を把握するためには入念な測量を実施し，遺方を十分に設置して均しを行う必要がある。

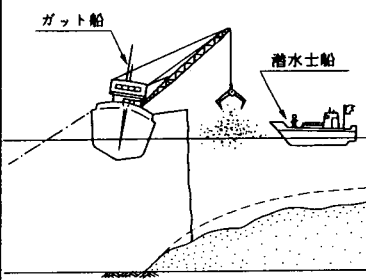
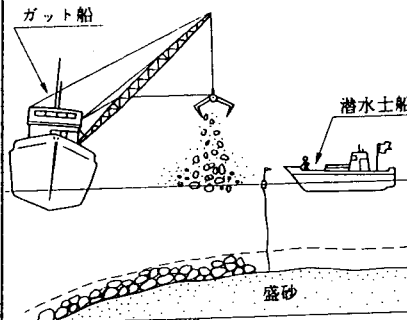
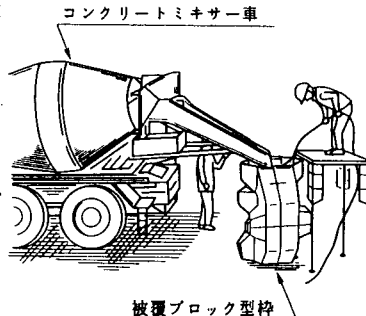
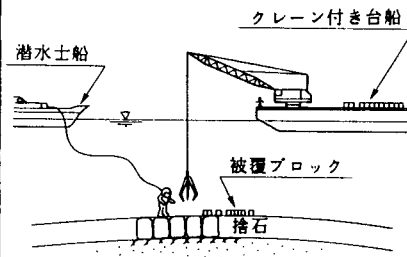
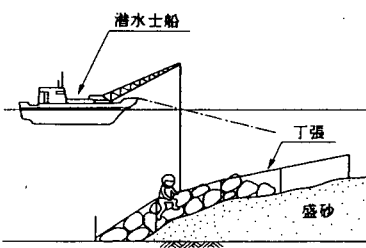
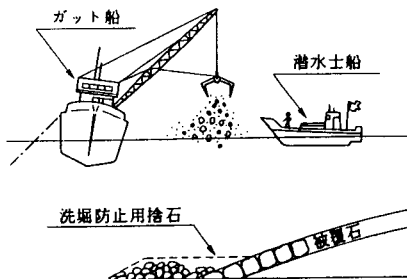
工種	①盛砂工（盛砂投入、均し）	工種	②捨石工（捨石投入、均し）
施工要領		施工要領	
主な作業内容	盛砂を投入し潜水土船により均す。	主な作業内容	捨石を投入し潜水土船により均す。
工種	③被覆ブロック工（被覆ブロック製作、転置）	工種	④被覆ブロック工（被覆ブロック運搬、据付）
施工要領		施工要領	
主な作業内容	被覆ブロックを陸上ヤードで製作し、所定強度の達成後、転置する。	主な作業内容	被覆ブロックを台船に積み込み、海上運搬し据付ける。
工種	⑤被覆石工（被覆石投入、均し）	工種	⑥洗掘対策工（捨石投入、均し）
施工要領		施工要領	
主な作業内容	被覆石を投入し潜水土船により均す。	主な作業内容	捨石を投入し潜水土船により均す。

図-18.3 施工要領

18.3.2 捨石工

石材の積込運搬は、ストック量、積み込み能力、積み込み量、運搬距離、運搬時間、運搬時期、捨て込み能力などを総合的に検討し、石材の投入に支障をきたさないよう余裕をもたせて計画する必要がある。詳細は「8.2 捨石工」に準ずる。

18.3.3 被覆ブロック工

(1) 被覆ブロック製作、転置

a) 型枠組立

被覆ブロックの型枠は底版と数枚の側枠より構成されるが、底版の枚数はブロックの転置に要する養生日数の関係により、通常1セットの側枠の2倍の数量が必要となる。また、型枠の必要数量は、1回のブロック製作サイクルと全体の工期・数量およびヤードの条件を検討して決定する必要がある。型枠組立はブロックの大きさによるが、人力又はクレーンにより吊り上げ、ボルトやクリップによって組立てるのが一般的である。型枠組立前に、はく離剤の塗付作業を丹念に行い、錆が出ないようにまたコンクリートが付着しないように注意する。

b) コンクリート打設

型枠組立後、コンクリートの打設を行うが、打設方法として広く利用されているのは、次の方法である。

- ① コンクリートミキサー車からシュートを利用して直接打ち込む方法
- ② コンクリートバケットをクレーン等により吊って打ち込む方法
- ③ 移動式足場を使用してコンクリートミキサー車から直接打ち込む方法
- ④ ブロック製作ヤードを掘込式にして①の方法で打ち込む方法

また、打設に際しては、コンクリートをよく締固め、スぺージングを行って、気泡および水抜きをする必要がある。

c) コンクリート養生および型枠脱型

打設完了後、シート等で養生を十分に行い、所定強度（目安として $35\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度）に達した後に型枠脱型を行う。

d) ブロックの転置

製作完了後、所定強度（ブロック吊り上げ可能強度）に達したら、トラッククレーン等で転置する。

(2) 被覆ブロック運搬据付

被覆ブロックの運搬据付は、陸上での積込・運搬・仮置・海上運搬・据付の順に行う。

被覆ブロックは、ブロック製作ヤードよりトラッククレーンによりトラックに積み込み、積み出し岸壁まで陸上運搬し、仮置する。陸上仮置されたブロックをトラッククレーンによって台船に積み込み、引船により据付現場まで海上運搬する。さらに、台船上のクレーンにより所定の位置に吊り降し潜水士船を用いて据付ける（図-18.5 参照）。

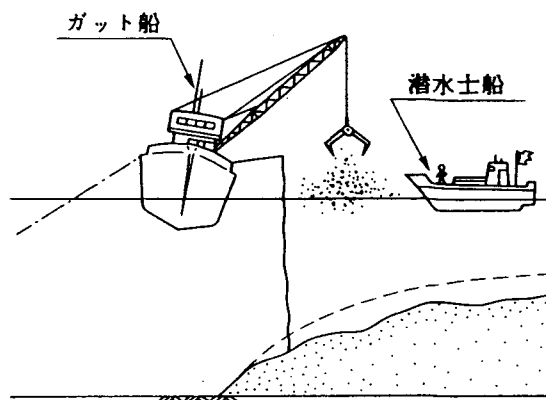


図-18.4 盛砂投入

18.3.4 被覆石工

被覆石の運搬は「8.2 捨石工」の運搬に準ずる。被覆石投入も一般的に自航グラブ船（350 m^3 ～650 m^3 積）で行う。ただし被覆石の投入方法は捨石投入とは異なり、潜水士の指示により計画的に投入する必要がある。また、海面付近で石を放出投入せずに、グラブバケットにより直接基礎面付近に投入するが多い。

被覆石の均しは、遣方に基づいて、潜水士船のウインチを使用し、のり尻からのり肩に向かって行う。被覆石は捨石の洗掘あるいは流失防止のために設置されるものであるため、特に個々の石のかみ合わせが十分となるよう隙間を出来るだけ少なくする必要がある。

18.3.5 洗掘対策工

洗掘対策工は、レンズマウンド本体構造物ののり尻部が洗掘されるのを防止するために設置するものである（図-18.6 参照）。施工方法は「8.2 捨石工」に準じる。

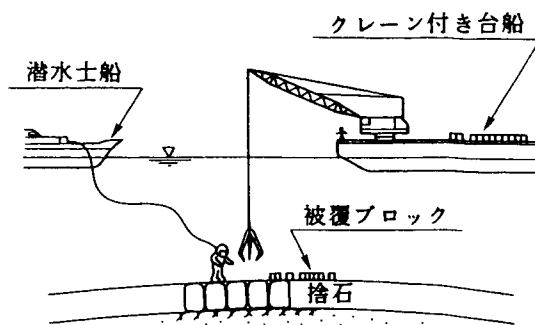


図-18.5 被覆ブロック据付

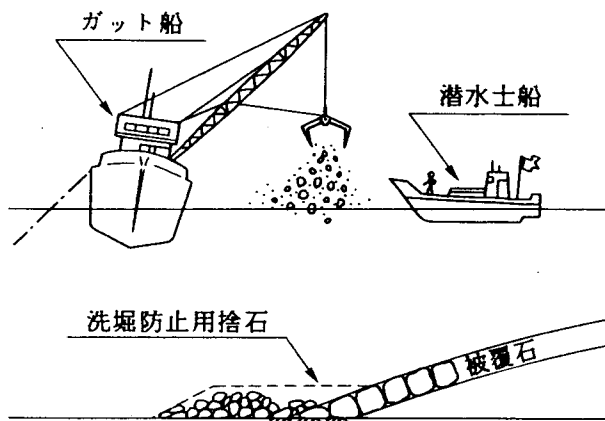


図-18.6 洗掘防止用捨石投入

18.4 資機材計画

18.4.1 船舶・機械計画

船舶、機械を順調に稼働させるためには、それぞれの船舶、機械が常に良好な状態に整備されていなければならない。そのためには作業開始前の点検、月例の自主検査など、船舶、機械の整備計画に必要な時間を工程計画に組込むべきである。船舶、機械の点検・検査には法規に定められたものが多いので留意する必要がある。本型式の主要な船舶機械を表-18.1に示す。この表は水深10m程度を想定して作成したものである。

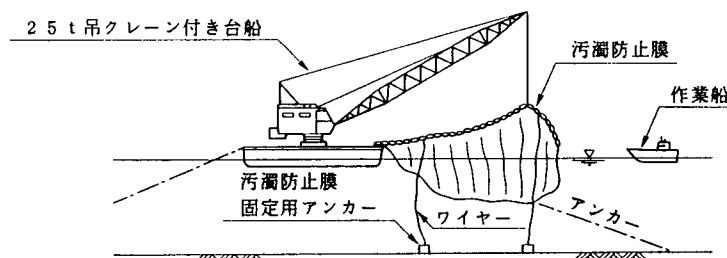


図-18.7 汚濁防止膜設置

18.4.2 資材計画

資材計画に際しては、原則として工程計画が優先するため、これを十分満足して進捗できるよう、必要となる資材の質・量ともに適時、適切な調達を図る必要がある。

資材使用計画表は、工程表、仕様書などより所要材料について品名、品質、規格、数量、注文、納入、消費の時期、作業場所への運搬、転用などの要領を検討、決定するもので、工事当初にこれらの内容の詳細を取りまとめる必要がある。計画の作成に当っては、特殊注文品の納期、資材の単純化、標準化、代替品の検討に留意し、経済性を十分にとり入れなければならない。また、資材使用計画表は資材の手持ちや

表-18.1 主な船舶・機械の例

工 種	名 称	規格の目安	摘 要
盛 砂 工	自航クラブ船	350m ³ 積～650m ³ 積	盛砂運搬投入
	潜 水 士 船	4.9t、3t ウインチ付	盛砂均し
捨 石 工	自航クラブ船	350m ³ 積～650m ³ 積	捨石運搬投入
	潜 水 士 船	4.9t、3t ウインチ付	捨石均し
被覆ブロック工	コンクリートミキサー車	4.4～4.5m ³	被覆ブロック製作
	トラッククレーン	20～22t 吊	被覆ブロック転置、積込
	トラック	11t 積m ³	被覆ブロック運搬
	クレーン付台 船	25t 吊	被覆ブロック据付
	引 船	D-250PS	同 上
	台 船	100t 積	同 上
	潜 水 士 船	4.9t、3t ウインチ付	同 上
被 覆 石 工	自航クラブ船	350m ³ 積～650m ³ 積	被覆石運搬投入
	潜 水 士 船	4.9t、3t ウインチ付	被覆石均し
洗 掘 対策工	自航クラブ船	350m ³ 積～650m ³ 積	捨石運搬投入
	潜 水 士 船	4.9t、3t ウインチ付	捨石均し
汚濁防止膜設置撤去	クレーン付台 船	25t 吊	汚濁防止膜設置撤去
	引 船	D-250PS	同 上
	台 船	100t 積	同 上
	潜 水 士 船	4.9t、3t ウインチ付	同 上
全 般	交 通 船	D-50PS	

※水深10mを想定

二次運搬をはじめ余分な管理費を必要としないよう適時、適所への搬入が必要である。本型式の主要な資材を表-18.2に示す。

表-18.2 主要資材一覧表

名 称	規格の目安	備 考
盛 砂	シルト分15%以下	盛 砂 工
捨 石 (1)	10～200kg/個	(中詰用) 捨石工、洗掘防止工
捨 石 (2)	200～400kg/個	捨石工 (吹出し防止用)
被 覆 石	1,000kg/個	被覆石工
被覆ブロック	2t/個	被覆ブロック工

18.5 仮設計画

(1) ブロック製作ヤード

a) 製作ヤードの選定

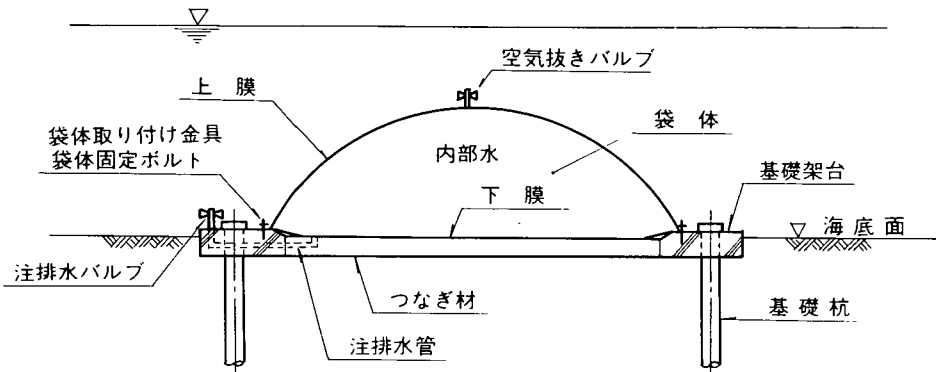
製作されたブロックは、一般に陸上クレーン又はクレーン付台船等の海上クレーンにより台

船に積み込み、現地まで運搬される事が多い。したがって、製作ヤードは積み出し施設として

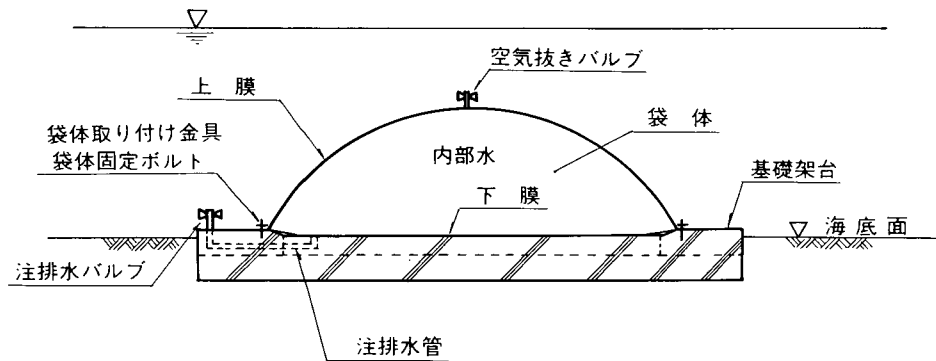
第19章 膜構造式

19.1 概 要

本型式は、上部構造の袋体、下部構造の基礎架台と基礎から構成され、下部構造には杭式（図－19.1）と重力式（図－19.2）の2種類がある。杭式では、運搬・据付時の袋体・架台重量が比較的軽量である一方で、据付後に杭の打設と杭を架台に結合する作業が必要である。重力式では、運搬据付時の袋体・架台重量を軽くするため、架台内に打設するコンクリートを場所打ちする作業か、あるいはシンカーを取付ける作業がある。しかし、据付け後の海上作業が少なくて済む。



図－19.1 杭式基礎構造図



図－19.2 重力式基礎構造図

19.2 施工手順

本型式の施工フローを図－19.3に、杭式の場合の施工要領を図－19.4に示す。

(1) 袋体製作工

工場で膜材を製造し、袋体に加工する。

(2) 基礎架台製作工

作業基地内製作ヤードで基礎架台を製作する。

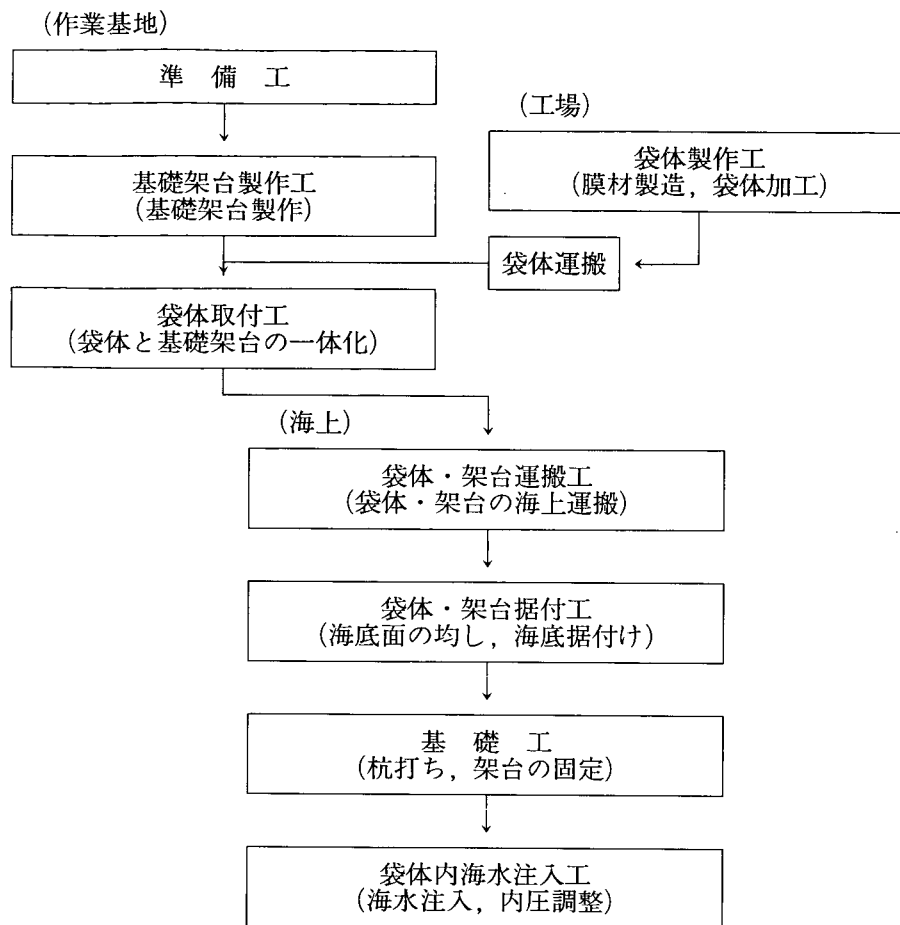


図-19.3 施工フロー

(3) 袋体取付工

工場から運搬された袋体を基礎架台に取付け、両者を一体化する。

(4) 袋体・架台運搬工

一体化した袋体・架台を設置海域まで下記方法により運搬する。

- ① 起重機船による吊り上げ
- ② 台船上に積載
- ③ 浮上・曳航

(5) 袋体・架台据付工

起重機船により袋体・架台を均した海底面に据付ける。

(6) 基礎工

杭式では、杭打工により杭と架台を結合する。重力式では、架台内に水中コンクリートを打設するか、架台にシンカーを取付ける。

(7) 袋体内注水工

袋体内に海水を注入し、所定の内圧に調整する。

工種	① 基礎架台製作、袋体取付工	② 吊り込み
施工要領図	クローラークレーン 袋体・架台 (陸上ヤード)	起重機船 吊り治具 袋体・架台 (陸上ヤード)
主な作業内容	岸壁に隣接して、基礎架台を製作し、袋体を取付ける。	起重機船で袋体・架台を吊り込む。
工種	③ 袋体・架台運搬工	④ 袋体・架台設置工
施工要領図	起重機船 袋体・架台 引船	起重機船 潜水土 袋体・架台
主な作業内容	起重機船で袋体・架台を吊った状態で設置海域まで曳航する。	あらかじめ、均した海底面に、袋体・架台を設置する。
工種	⑤ 基礎工	⑥ 袋体内注工
施工要領図	杭打ち船 クレーン付き台船 モルタルプラント ディスクカッター 潜水土 鋼管杭 袋体・架台	クレーン付き台船 潜水土船 ポンプ 袋体・架台
主な作業内容	設置後、直ちに杭を打設し、杭を所定の高さで切断して杭と架台を結合する。	袋体内に海水を注入し、所定の内圧に調整する。

図-19.4 杭基礎形式の施工要領

19.3 施工方法

本型式の施工方法は、据付時の袋体・架台が大型であるため、その製作場所、運搬方法が工程を左右する。したがって、施工計画の作成に当っては、通常の施工に必要なとされる調査に加えて、造船所など大型の構造物が製作できる施設などの調査も行う。

19.3.1 袋体製作工

(1) 膜材の製造

袋体に使用するゴム引き布の材質・仕様は「構造設計編」による。膜材の傷、補強繊維とゴムの接着不良および品質のばらつきは袋体の損傷・変形をもたらすので、膜材の製造は十分な品質管理ができる工場で行う。

(2) 袋体の加工

袋体は、長尺のゴム引き布を切断し、表面処理の後、接着材で貼合わして袋状に加工する。接着部の不良および膜材の傷がないように十分な品質管理が必要である。

(3) 袋体の運搬

袋体に損傷を与えないように、折りたたむかシャフトにロール状に巻取り、梱包して作業基地に運搬する。運搬方法には、梱包形状、重量および運搬経路に応じて適切な手段を選ぶ。

19.3.2 基礎架台製作工

(1) 作業基地

作業基地は、基礎架台を製作して袋体を取付ける製作ヤードと作業船が避難・係留する係船施設とに分けられる。作業船の効率的な運用を図るため、一般に両者は設置海域に近い同じ地区に設置する。作業基地には、架台の製作方法や一体化した袋体・架台の海上運搬方法により以下の場所を選定する。

① 起重機船で吊って運搬する場合（設置海域と作業基地が近い場合など）

起重機船が接岸できる岸壁に接する陸地とする。

② 台船で運搬する場合（設置海域と製作ヤードが遠い場合や台船上で製作する場合）

陸上で架台の製作と袋体の取付けをする場合は①と同じである。台船上で製作・取付けをする場合は台船が接岸できる岸壁とする。

③ 浮上・曳航で運搬する場合（一体化した架台・袋体が大型の場合など）

ケーソン船が接岸できる岸壁、あるいは、ドライドックやスリップウェーなどの進水施設をもつ造船所とする。

(2) 基礎架台の製作

基礎架台は、設計図に示された形状、規格および品質等を満足するように製作する。特に膜材に接する面は、袋体に損傷を与えないように平滑に仕上げる。陸上製作の場合には、完成した架台を陸上で移動しなくて済むように、起重機船の作業範囲内で組立作業を行う。用地の制限などで陸上移動が必要な場合には、レール・台車など岸壁までの移動設備を用意する。

基礎架台を台船上やケーソン船上など海上で製作する場合は、船の設備や水域の状況に応じた機械・資材供給設備を用意する。造船所などの進水設備を借用する場合には、既存設備を有効に活用した作業計画

を立てる。

19.3.3 袋体取付工

工場で製作した袋体は、梱包を解いて架台上に広げ、架台とボルトで固定する。袋体の取扱いに際しては、袋体に損傷を与えないように吊り治具、防護材などを用意して慎重に作業する。固定に当っては、袋体のボルト位置に穴明け加工を行い、取付け金具で袋体を押さえてボルト締めをする。ボルトの締付け力はトルク管理をする。

袋体の取付け後、袋体を設計圧まで空気で膨張させ、漏気（空気圧試験）、膨張時の形状および取付け金具類の状況を検査する。

19.3.4 袋体・架台運搬工

(1) 起重機船で吊って運搬する場合

起重機船で吊って運搬する場合には、一般に、起重機船により袋体・架台の据付けまで行う。したがって、起重機船上および架台上には、運搬以降の作業に必要な機器・設備を装着して袋体・架台を吊り込む。吊り込みに際しては、袋体・架台に過度の変形を与えないように、十分な大きさと剛性をもつ吊り治具を用意する。吊り込みを終了した起重機船は引船で設置海域まで曳航する。

(2) 台船で運搬する場合

台船上で基礎架台を製作し、袋体を取付けた場合は、不要な資材を撤去した後、引船で設置海域まで曳航する。長距離を曳航する場合は、袋体・架台を台船に固縛するなど荒天対策を施す。

陸上で製作・取付けをした場合は、起重機船または陸上クレーンで台船上に袋体・架台を積み込む。吊り込み時の注意点は起重機船で運搬する場合と同様である。

(3) 浮上・曳航の場合

基礎架台には、曳航・係留用の設備、バラストおよび防舷材などを取付ける。また、架台の乾舷は一般に低いので、架台に開口部がある場合は密閉して進水させる。進水後、漏水や傾きがないことを確認して、引船で設置海域まで曳航する。

19.3.5 架台・袋体据付工

据付に当っては、設置海底面をガット船のグラブ、ブレードの引回しおよび潜水土などにより所要の平坦度まで均す。海底面より突出する岩塊、沈船および埋没物なども適切な方法で撤去する。なお、洗掘の恐れや地耐力が不足する場合には基礎マウンドまたは地盤改良を行う必要がある。

据付は、架台・袋体を完全に没水させるので、沈下時の速度・傾斜および、据付位置の精度を起重機船により制御する。なお、起重機船を使わないで運搬した場合でも据付け時の制御に起重機船が必要である。沈設直前には、袋体に過度な浮力が働かないように、袋体内に若干の海水を注入して空気を抜く。据付位置は、2点以上からトランシット、光波測距器などで海面上の吊り治具を視準して誘導する。

台船や浮上・曳航で運搬した場合は、設置海域で起重機船の吊り込み作業を行う。その際の設備、注意点は起重機船で運搬する場合と同様である。なお、浮上・曳航運搬の場合には密閉した開口部を沈設直前に再び開き、ポンプまたはバルブなどにより架台内に注水する。

19.3.6 基礎工

(1) 杭式基礎の場合

杭式では、袋体・架台の据付後、それらを安定させるため、直ちに杭打ちおよび杭と架台の結合を行う。杭打ちは、「8.1 杭打ち工」に準じて施工するが、架台内の穴を通して杭を建込むので、潜水士の誘導が必要である。打込みに際しては、杭が袋体に接触しないように注意するほか、打込みで架台が移動しないように四隅の杭から行う。

杭打ち後、架台より突出する部分は、ディスクカッターまたは潜水士により切断し、杭と穴の隙間には水中モルタルまたは水中コンクリートを充填して杭と架台を結合する。ただし、杭とモルタルまたはコンクリートとの間に大きな付着強度が要求される場合は、膨張モルタル、スパイラル鉄筋を溶接した鋼杭および水中スタッドなどを使用することがある。

(2) 重力式基礎の場合

重力式では、運搬・設置時の架台重量を軽くするため、設置後に現場打設が可能な部分のコンクリートを水中コンクリートにするか、シンカーを取付ける。水中コンクリートの場合はコンクリートプラント船により打設し、シンカーの場合は起重機船で取付ける。

19.3.7 袋体内海水注入工

基礎工終了後、設置した袋体・架台の注水バルブと作業船のポンプをホースで接続し、海水を袋体内に注入し、所定の内圧に調整する。

19.4 資機材計画

19.4.1 資材計画

基礎が杭式で水深約5mに施工する場合に必要な主要資材の一例を表-19.1に示す。

19.4.2 船舶・機械計画

資材計画に示した条件で、起重機船方式により運搬する場合に必要な主要船舶・機械の一例を表-19.2に示す。

19.5 仮設計画

19.5.1 作業基地

作業基地は、19.3.2(1)で述べたように、種々の場所が想定されるが、基礎架台を製作して袋体を取付け、積み出しをする製作ヤードと、作業船が係留・停泊する係留施設に分けられる。製作ヤードには、基礎架台製作ヤード、袋体取付けヤード、資材置場、事務所、宿舍、倉庫、電力・給水・排水設備などを用意する。係留施設では、給水・給油設備などを用意する。

表-19.1 工種別の主要資材の例

工種	材料名	仕様	備考
袋体製作工	ゴム引き布 空気抜き管 注水管 接着材・表面処理剤 梱包材料ほか 袋体製作治具・金具	設計編 6.5 3-3-1	消耗品 仮設材
基礎架台 製作工 袋体取付け工	型鋼・鋼板 鉄筋 型鋼・鋼板 注水バルブ 袋体内圧力計 袋体固定金具 型枠材 袋体取付け治具ほか	fck= 240kg/ cm ² 程度 SD 30 SS41, STK41	仮設材 仮設材
袋体・架台 運搬・設置工	吊り治具・金具 固縛用具ほか		仮設材 仮設材
基礎工	鋼杭 水中特殊コンクリート 捨て石	SKK 41	

表-19.2 主な船舶・機械の例

工種	船舶・機械名	規格の目安	数量	摘要
袋体製作工	工場施設・機械類 トラック	11t	一式 1台	袋体運搬
基礎架台 製作工	クローラクレーン	50t 吊り	1台	鋼材加工組立
袋体取付工	鋼材加工組立機械類 トラック	11t	一式 1台	鋼材加工組立 鋼材運搬
袋体・架台 運搬工	起重機船 揚錨船 引船 潜水土船 ガット船	非航固定式 150 t 吊り 240PS 1000PS 299G/T	1隻 1隻 1隻 2隻 1隻	運搬、据付け " " 据付け 海底均し
袋体・架台 据付工	潜水土船 共通使用船舶機器*1		2隻 一式	"
基礎工	杭打ち船 揚錨船 引船 引船 台船 潜水土船 クレーン付き台船 ディスクカッター 引船 潜水土船 クレーン付き台船 引船 潜水土船 モルタルプラント 共通使用船舶機器*1	D-22ディーゼルパイルハンマ 装備 240PS 1000PS 650PS 400t 80 t 吊り 発電機を含む 650PS 80t 吊り 650PS	1隻 1隻 1隻 1隻 1隻 2隻 1隻 一式 1隻 2隻 1隻 1隻 2隻 一式 一式	杭打ち " " " " " 杭切断 " " " " モルタル注入 " " "
袋体内注水工	クレーン付き台船 引船 潜水土船 水中ポンプ 共通使用船舶機器*1	80 t 吊 650PS ホース、発電機を含む	1隻 1隻 2隻 一式 一式	注水、調圧 " " "

ここに示す主要船舶・機械は、水深 5 m 程度の構造（鋼製架台重量約 70t、架台平面寸法 11m × 33m、袋体重量約 5 t、杭式基礎）を起重機船で運搬する方法を想定した。

*1 共通使用船舶機器とは、通船、測量船、警戒船、灯浮標および無線電話など海上工事全般に使う作業船や機器をいう。

あ　と　が　き

本共同研究も最終年度に入り、研究成果をもとに平成２年度末を目標として MMZ 計画策定の手引き（案）（計画、構造設計、施工編、維持管理編）を完成しなければならない。このため、施工ワーキングのみではなく、消波および構造ワーキングにおいても取りまとめを急速に進めている。これらの検討成果は、今後委員会等での検討を受け、最終的に手引き（案）として完成される予定である。

海域制御構造物の開発に関
する共同研究報告書 (12)

I S S N 0386-5878
共同研究報告書 第 48 号
平成 2 年 11 月 (1990 年)
河川部海岸研究室

要旨 MMZ 計画策定の手引き (案) は計画編、構造設計編、
施工編、維持管理編の 4 編からなる。本報告は、これらのうち施
工編の原案を取りまとめたものである。本手引き (案) 施工編で
は、海域制御構造物の施工一般に係わる事項、および各型式の施
工に係わる事項を取りまとめた。

キーワード：海洋開発、MMZ 計画、共同研究、海域制御構造物、手引き (案)、
施工編、施工法



郵便はがき

305-□□

41円切手
をはいて
下さい

茨城県つくば市大字旭一番地
建設省土木研究所
河川部海岸研究室
行

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





共同研究報告書 第 48 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属(住所)

氏 名

印

共同研究報告書第 48 号

