

解説記事・海外における海洋工事と海上足場

湯田坂 益 利*

まえがき

本州四国連絡橋、日本道路公団大島大橋、東京湾および大阪湾などの大型橋梁下部工事および沈埋トンネル工事、また CTS 関連大型けい船施設建設工事などの大型土木プロジェクトの遂行のうえから、工事の大規模性および過酷な自然条件・施工条件下において急速施工性、省力化、労働環境改善、公害防止、施工精度の高度化、施工管理の確実化などの必須要素が加わって、まさに現時点においては、斬新な施工技術の活用が不可欠視されるに至っている。

これらの大型土木プロジェクトの大部分は、施工計画検討段階より実施へと近づいており、本州四国連絡橋は本年 10 月工事着工と決定している。

計画段階においては、海外における大型機械設備を駆使した海洋における施工技術はアイデアとしての技術的興味の対象の領域にあったが、これら大型土木プロジェクトの実施段階においては、一步間違えれば大事故に直結する自然・施工条件下において、それら実際の経験を有する技術の実施もしくは活用は、まさに不可欠であると再確認せざるを得ない。

たとえそれらの技術が日本の特殊条件下でなくとも、少なくとも未経験と経験との技術的段差を踏み越えていることは事実であるからである。

本文では、海外において 1940 年代にその端を発した海洋における海底油田削井技術のベースとなった海上足場施工技術の一端と、それらの技術が 1950 年代に海洋土木プロジェクトに活用され、以来長年にわたる経験の積重ねによって独自の海洋土木技術へと発展するに至った経過と現況を、施工事例をもととして紹介したい。

1. 海洋における海底油田削井用海上足場

現在世界中でこの種の海上足場として稼働しているものは、固定式プラットフォームも含めて、その数 551 基に達している。

また、現在建造中のものは、プラットフォームを除い

* 正会員 大成建設(株)技術開発部第2開発室 技師

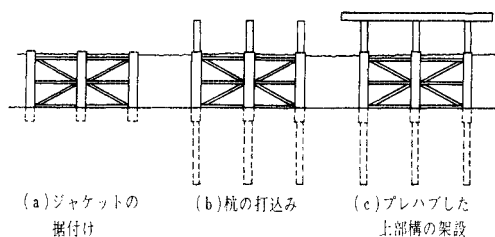


図-1 ジャケットの施工順序

て 53 隻を数えている。

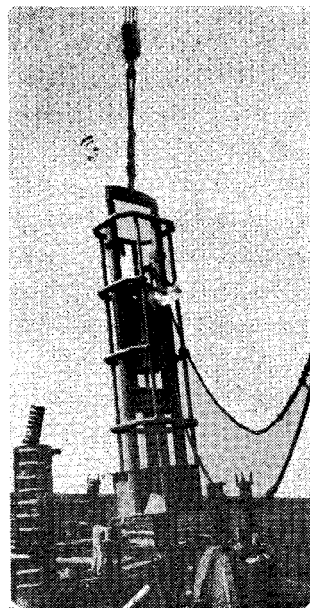
(1) 固定式プラットフォーム

——ジャケット(テンプレート)——

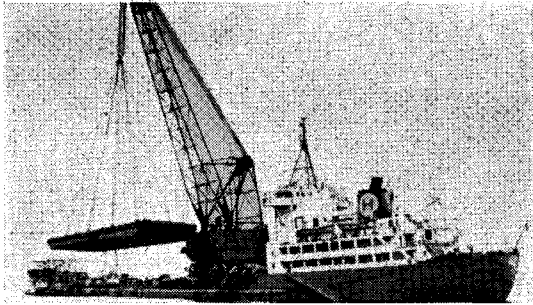
1947 年、メキシコ湾内に最初のジャケットが、75 t 吊り旋回クレーン船を使用して、水深 6 m の地点に建設された。旋回クレーンの吊能力は、1950 年代に 250 t、1965 年には 500 t と増加の一途をたどり、現在では 1600 t(旋回時)/2000 t(固定時)の旋回クレーンを搭載した海洋作業船が稼働している。すなわち、旋回クレーンの大型化、ジャケットの根固め杭打ち用ハンマーの大型化に、設計・施工技術の急速な発展が伴って、現在では水深 100 m を越える外洋にジャケットを設置することが可能になっている。

1967 年、ルイジアナ沖において、水深 104 m の地点にシェル石油のジャケットが、500 t 吊り旋回クレーン船で施工された。

このジャケットは、



(作業者)
写真-1 オフショア用ハンマーによるジャケットの根固め杭の打込み作業



(作業中)

写真-2 Challenger 1号による、北海における
海底油田掘削井用ジャケットの設置作業

φ1200 mm の根固め用鋼管杭8本のほかに、さらに8本のスカートパイルを打ち込み、全体の安定をはかっている。

H社所有の2万8000トンタンカーを改造、600t/800t 旋回クレーンを搭載した複合船は、Trinidad の東海岸 22 mile 離れた水深 60 m の大西洋上において、ジャケットの根固め用鋼管杭(φ914 mm)を海底に 76 m 打ち込むことに成功した。

また、同作業船は北海において、全鋼重 705 t のジャケットを作業半径 30 m で吊りおろした。

さらにこの複合船は、スエズ湾において、風力 7~8 の条件下で海底管布設作業を行なった。

その後、この複合船はさらに改造され、1600 t/2000 t の旋回クレーンを搭載して、水深 60 m の外洋において油田削井用ジャケットの根固め用鋼管杭(φ914 mm, $l=160$ m)を打ち込み、さらに、北海において全鋼重 3 万 t のジャケットの根固め用鋼管杭(φ1372 mm, $l=244\sim 305$ m)の打ち込み作業に挑戦している。

M社所有の吊能力 500 t の旋回クレーンを搭載したパイプラインの布設にも兼用できるデリッキバージ——複合船——は風速 17 m/sec、波高 2.5 m の条件下で、水深 45 m の海底にパイプを布設した。

このような高性能な大型機械設備が活用される理由は過酷な自然条件下にある外洋においては、湾内や遮蔽された海域とまったく異なって、工事の設計・施工にあたりできる限りプレハブ方式を採用し、綿密な計画のもとに潮流が反転する 1 時間内外の静水時に、計画された主要な作業を確実に遂行するために、できる限りの急速施工を行ない、外洋における不測のすべてのリスクをできる限り軽減することを第一義としていることにほかならないからである。

(2) 半可潜型海上足場——セミ・サブ——

現在建造中の海底油田削井用海上足場 53 隻のうち 33 隻がセミ・サブ型で、水深 183~305 m に使用できる大

型のものである。

これは、浮上型としての移動性能と、バラスト注水およびアンカー制御による定点性能が大水深の海洋において卓越しているからである。

1958 年以後、沈座型はほとんど増加しておらず、半可潜型が大水深用として急増の一途にある。

今後海洋土木技術が大水深——100 m——以上に挑戦するうえの海上足場としては、不可欠のものと考えられる。最近、この種の海底管布設用バージが建造されている。

SANTA FE-POMEROY INC. の CHOCTAW 号がそれで、このバージの計画者である R.J. Brown は、これからの海洋におけるレイバージは、半可潜型として安定性能を向上し、作業の急速性と施工管理の確実性をはかることが合理的であると強調していた。

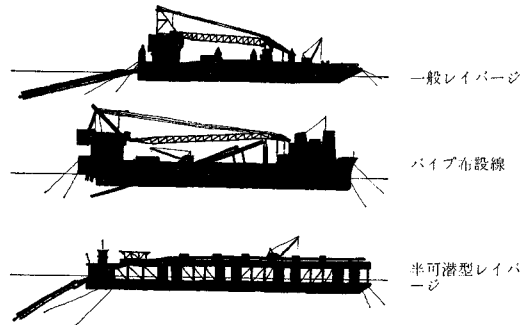


図-2 海底管布設用各種作業船

(3) ジャッキアップ型海上足場——SEP——

1950 年に デロング社・マクダーモット社の開発になる鋼管脚柱とプラットフォームとの間に昇降装置を取り付けた有脚自己昇降式・ジャッキアップ型海上足場が建造された。

以来、ルターナー社、IHC-GUSTO 社、三井造船、三菱重工などの各社が、それぞれ独自の昇降機構を開発し、この種の海上足場を建造してきた。

沈座型や半可潜型に比較して一般に建造費が低廉で、浮上状態から脚柱を投下して脚柱を海底に支持させ、プラットフォームを海面上に上昇させ自立状態に至る間短時間で済むが、水深に制限される。

現在、海底油田削井用として稼働中のものは 126 隻を数え、使用最大水深は 107 m である。

また、現在建造中のものは 12 隻であって、そのうち 91.4 m 以深に使用できるものは 6 隻を数えている。

海洋における海底油田削井用ジャッキアップ型海上足場の設計条件の一例および脚柱断面寸法と、単位ジャッキアップ能力を表-1 に参考として示す。

表-1 IHC-GUSTO 式海洋油田削井用 RIG

RIG 名	プラットフォーム 形状寸法 (m)	脚 柱 (m×本)	作業最大水深 (m)	設 計 条 件	備 考
SEA SHELL	63×32×5 (矩形)	72×8	40	水深 27.4m、波高 10m 水速 100 m/h 風速 13.7m 貫入 脚柱 1300 t ジャッキ能力各脚柱 8000 t	Royal Dutch
ILE DE FRANCE	55×53.5×7.6 (五角形)	90×5 ラチス	60	波最大削井高 15m 作業削井活荷重 6000 m 3000 t	北 海
SEDNETH II	55×53.5×7.75 (五角形)	92×5 ラチス	60	波 高 18m	北 海
CHAZAR	50.5×45×7.25 (矩形)	94×4 ラチス	60	温度 -10°C+45°C 最大削井長 6000 m 取 容 人 40 人	3000 mile 鬼航カスピ海

注：ジャッキ・アップ能力（定格値）と脚柱断面寸法
 2.0×2.0m 500 t
 2.7×2.9 m 1300 t
 5.0×5.0 m (トラス構造) 1750 t
 (SEP KAJIMA 2.4×2.4, 1600 t)

2. 海洋土木工用海上足場

(1) ジャケット

海底油田削井用固定プラットフォームの施工法は、土木技術そのものであって、普通、固定式海上足場として多用されている。

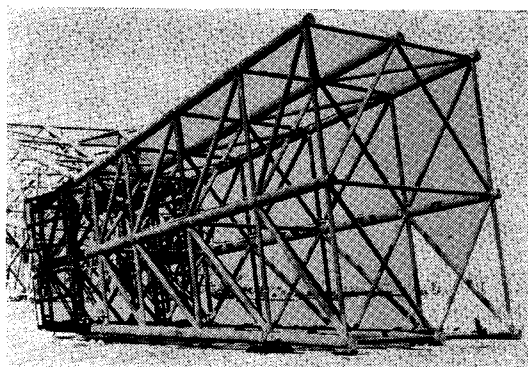
自然・施工条件によって運搬・沈設・固定の方法が異なってくる。すなわち、運搬については、フロート（自力・補助・圧気）、バージ、フローティングクレーンなどにより、設置については、固定・旋回フローティングクレーン、注水・排気、SEP 上の旋回クレーン、艀装したジャッキアップつき脚柱などによる。また、固定方法については、根固め用鋼管杭の打込み、ジャッキアップ、水バラスト、アンカーなどによっている。過酷な自然条件下においては、1時間以内の作業可能時間内に安定を確実に決めることが第一義となる。

これが海洋土木の必須条件であって、急速施工性は不測な海洋条件の諸要素を低減して確実性を期待する有効な特性である。

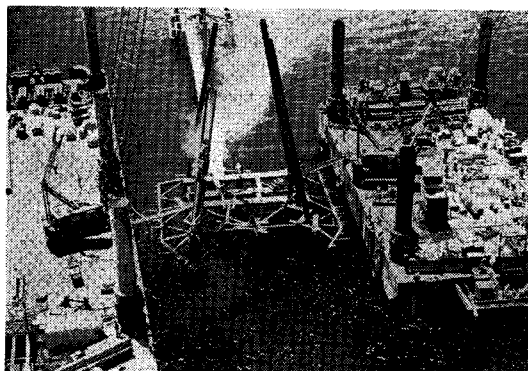
そのためには、特殊大型機械設備を十分活用できる技術が必然的に要求され、急速施工によって初めて合理性も追究されうる。

浮上型旋回クレーンバージが使用される理由は、浮上型による移動性と旋回クレーンの作業性との組合せが、多年の経験によって以上の海洋土木技術上の問題解決のひとつの鍵であることが立証されてきたからである。

事例については、油田削井用固定プラットフォームで述べたが、CTS 関連の大型けい船施設事例をあげる。クエート沖合 16 km、水深 32 m、31 万 2000 D.W.T. タンカーけい船施設のうちモアリングドルフィンにテンプレートが使用された。



(モアリングドルフィンのテンプレートをフロートにより運搬作業中のもの・デロング社施工)
 写真-3 クエート石油原油出荷棧橋工事 (a)



(デロング SEP を使用して、テンプレートに φ762×8 本 (モアリングドルフィン) の根固め用鋼管杭打込み作業中のもの・デロング社施工)
 写真-4 クエート石油原油出荷棧橋工事 (b)

φ762 mm, 8 本の鋼管杭を海底地盤中に 30 m, SEP 上の旋回クレーンとオフショア用ハンマーによって打ち込まれた。

1969 年沖縄に建設した原油中継基地の 50 万トンシーバースにおいても、仮テンプレートが使用されている。すなわち、クレーン船で支持された仮テンプレートを

表-2 国内における橋梁基礎施工用ジャケット例

使用箇所	水深 (m)	潮流速 (m/sec)	海底地盤	固定法	構造	空容積 V(m³)	鋼重 W _s (t)	W _s /V (t/m³)	備考
東名高速道路 浜名湖橋	-10		軟弱 シルト層	H-300×300 鋼管内打込み後水中 コンクリート根固め	unit / φ500×L=12.0m×6 トラス(本3×6×12m 8~9個でコの字形)	6900	約182	0.0264	ケーソン 支保枠
本四試験工事 淡路島田之代沖 建設省	-14 ジャケット 天端 (+6)	1.03	軟岩	φ500×L=5~6m 削孔 3~4m セメントモルタル 根固め	トラス φ500×L=19m×9本 8.8×8.8×19m	1470	90	0.0612	固定足場
本四試験工事 鳥島, 松島沖 鉄道建設公団	-28 (+10)	2.37	岩	鋼管 削孔 10m グラウト根固め	トラス φ1500×L=38m×4本 20×20×38m	15200	総 900 jacket 540 deck 290 その他 70	0.0592	固定足場
本四試験工事 鳴門 日本道路公団	-30~-35 (+5.5)	3.09	軟岩	削孔 アンカー	トラス□型 φ1000×L=37.5m×24本 22×22×37.5m (-12×12×37.5m)	18150 (13650)	総 700 上段 250 下段 330 その他 120	0.0385 (0.0425)	固定足場

ガイドとして、φ750mmの鋼管杭を打ち込み、パイルキャップを溶接して組杭としている。

国内における橋梁基礎施工用ジャケット型海上足場の実施例を表-2に要約する。

大島大橋のP3ジャケットは昇降装置つき脚柱を構築し、沈設中および設置位置の調節を含めて仮固定の急速化をはかっている。

(2) ジャッキアップ型海上足場

土木工用 SEP としては、デロング、IHC-GUSTO、三井造船、三菱重工、函館ドックなどの各社の独自開発になる昇降機構を装備したものが稼働している。

これらの単位脚柱あたり昇降能力は500t程度であるが、以下のものはフレキシフロート、HSA、AHI スカ

表-3 デロング式土木工用 SEP の参考値

水深 (m)	波高 (m)	風速 (m/sec)	潮流速 (m/sec)	プラットフォーム寸法 (m)	脚柱 (mm)	ジャッキ能力 (t) 単位
61	7.5	60.0	4	91.44×36.58×4.87	φ3048×57	1088
50	4.6	53.6	3	79.26×30.48×4.57	φ2438×57	907
35	3.0	44.7	2	67.05×24.35×4.26	φ1829×44	453

- 注: ① 脚柱材質 ASTM A 36 (SS 41 相当)。
- ② 脚柱は8本構成、脚柱は先端ピン支持。
- ③ 風受圧面積は SEP の1.5倍。
- ④ 波周期 8sec。

ンセンの各社など数多く現存している。

最近、IHC-GUSTO 社から WALKING SEP の構想が提案されている。すなわち、昇降装置をプラットフォームに直接取り付けず、回転テーブルに取り付け、これを介してプラットフォームと連結している。脚柱はテーブルに偏心して位置していて、SEP 移動時は、適当な半数の脚柱を無負荷にして、それらの回転テーブルを回転することによって、脚柱の位置を移動する。

初めの脚柱の位置から回転角を調節することによって移動方向を決定することができる。

移動後、脚柱に負荷し残り半数の脚柱を無負荷にし、同様の作業要領を繰り返すことによって、移動距離を増すことができる。

SEP の移動は、一般にプラットフォームを降下して浮上状態に戻して行なわれるが、このさい上載荷重を調節して水平に浮上することが、脚柱の鉛直性を保つうえに必要であり、浮上状態は海象条件に左右されるので数日を要することもある。このようなシステムによって作業荷重の調節・再配置、および下降・浮上移動・上昇・プレロードなどの作業を削除・短縮、連続的に

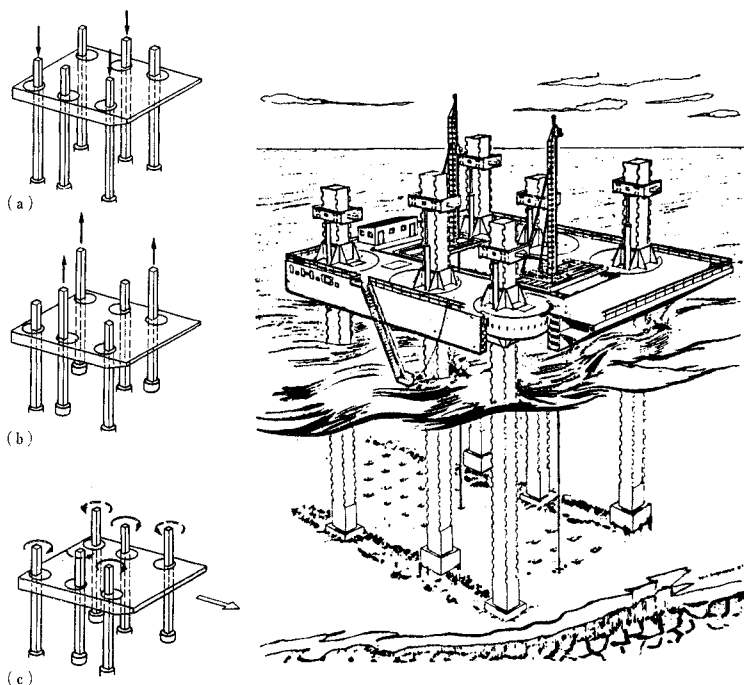


図-3 IHC-GUSTO 社による SEP のウォーキングシステム構想図

目的の作業を移動を含めて、行なうことができよう。また、掘削機械を取り付けると、かなりユニークな掘削システムが開発されよう。

最近のデロング社の水深・自然条件と土木工事用 SEP の形状寸法および昇降能力の参考値を 表-3 に要約する。

3. 海外における海洋土木工事

主として海外において、SEP を使用して海洋土木工事を長年にわたり施工してきたデロング社、西ドイツ・ストラパーク社、フランス・エルサン社の技術概要を表-4 に要約する。

とくに最近の実施例については個々に概説する。

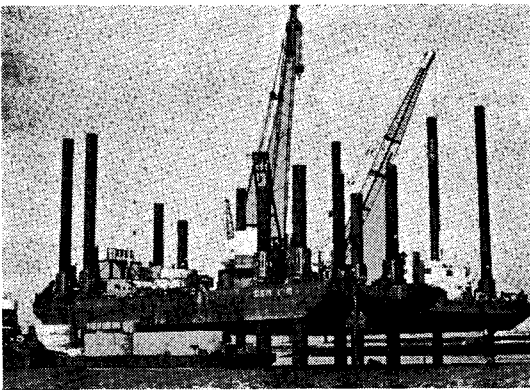
(1) グレン火力発電所冷却水取入用立坑工事 (1972 年)

フランスのエルサン社のイギリス法人であるテルムコ社が、ロンドン郊外テムズ河口付近の北海において、海岸から 400 m 離れた水深 6~7 m の地点に、 $\phi 6600$ mm のシャフト (全長 52.96 m) を 2 基、SEP (GEM 126, GEM 111) を使用して施工している。

シャフトをコンクリートのプレハプリングを仮組立てして、200 t を単位として建て込んでいる。

このために、8 脚のデロング式 SEP に 200 t 吊り旋回クレーンを搭載し、北海の条件下で 50 日間の超急速施工を実施している。

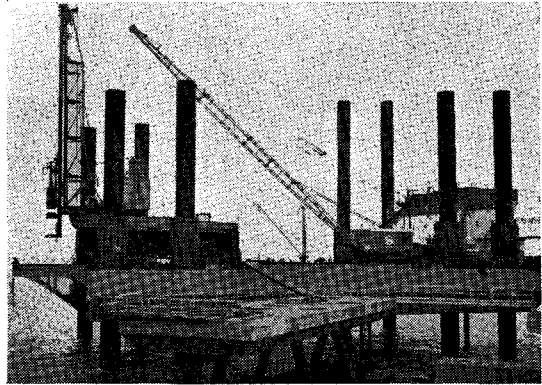
ウェルの設置当初、水深および海底地盤中への貫入を考慮すると、高さ 18.0 m が必要になるが、全重量 300 t になり旋回クレーンの吊能力以上になるため、初めに高さ 11.7 m 分を仮受鋼管杭に設置し残りを継ぎ足し、圧気を使用して、クレーンの吊能力を満足する工法を採用している。



(デロング式 SEP・GEM 126 および GEM 111)
写真-5 グレン火力発電所冷却水取入用立坑工事



写真-6 200 t 吊り旋回クレーンによって、14 リング (280 t) を圧気を利用して設置している状況



(Hubinse 13 号による $\phi 762 \cdot l 40$ m 鋼管杭の)
打込み作業中のもの・昭和 48 年 1 月撮影
写真-7 ウィルヘルムズ港公共棧橋工事

(2) ウィルヘルムズ港公共棧橋工事 (1973 年 1 月・ほぼ完成)

西ドイツのストラパーク社は、1957~1958 年に施工したノースウェスト石油 10 万 D.W.T. けい船用棧橋と、同規模の公共用棧橋の第一期工事を、ほぼ完成させている。

水深は 18 m で、Hubinsel 3 号の可動式旋回クレーン基礎ビーム上に旋回式移動台車を設置し、やぐらつきハンマー (MRB 600) によって、プラットフォームに設けられた開口部を十分活用して、 $\phi 762$ mm の特殊先端加工を施した鋼管杭 ($l=40$ m) を砂質地盤中に 17.0 m 打ち込み、600 t の設計支持力を得ている。

施工中の海象条件は、波高 1.5~2.0 m、潮流速 4.5 ノットであったが、杭の位置決め・打込み作業に支障は少なかった。

(3) RIO NITERIO 橋基礎工事 (1968~1973 年)

表-4 SEPを使用した

施 工 地 点	工事名・施工年・施工社	SEP・タイプ・名称・形状寸法ほか
西ドイツ ウイルヘルムズハーヘン	ノースウエスト石油 (けい)船棧橋杭打ち工事 1957年8月~1958年9月 西ドイツ・ストラパーク社 JV 施工	デロング式 ■ 33.53×21.43×2.40 m 8-φ1.80×30.0 m
西ドイツ フェーマルンズント (キール付近)	フェーマルンズント橋下部工事・上部架設工事 1960年 西ドイツ・ストラパーク社施工	デロング式 フビンゼル3号 48.76×30.48×4.26 m □ カットオフ 26.8×16.8 m 8-φ1.80×30.0 m フビンゼル4号 30.48×21.34×3.00 m ■ 4-φ1.80×30.0 m
アフリカ スペイン領サハラ エル ア ユーン	リン鉱石出荷棧橋工事 1966年2月~1969年10月 西ドイツ・ストラパーク社 JV 施工	デロング式 フビンゼル3号 □
ベネズエラ北部 マラカイボ湾	マラカイボ海橋基礎工事 1959年4月(工期40か月) グリーンビルフィンガー社・フィリップ ホルツマン社・ベイスフライターク社 (以上西ドイツ)ほか JV 施工	ルターナー式, エレファント号 ▲ 1辺長40m, 3脚柱 三角トラス構造 38.4 m マクダーモット式, コチ号, クヴァガ号 ■ 24.4×22.6 m, 4-φ1.83×48 m
アルゼンチン サンタフェ パラナ河	パラナ河水底トンネル 西ドイツ・ホップホーフ, イタリー・ヴィア ニーニほか JV	IHC 式リオパラナ号 ■ 38.6×30×3 4脚柱
オランダ アムステルダム港	アイ ミューデン港防波堤延長工事	IHC 式レベラール号, クランフォーゲル号 ■ 70×25×4.5 (8脚)
ルーマニヤ ユーゴスラビア 鉄門付近	ダニューブ河ダム締切工事 1965年10月~1966年5月 GEM 所有 SEP	デロング式 SEP 2 隻 □ 48×34×3.6 m カットオフ 28×22 m (小判型) 4-φ1.8×25.6 m
クエート クエート沖 16 km ベルシャ湾	クエート石油原油出荷用シーバース建設工事 1966年~1968年 デロング社施工	■ デロング 101 (8脚) ■ デロング 159 (6脚) ■ 出荷用プラットフォーム 53.3×46.0×4.0 m (4脚)
フランス ラベルダン	ラベルダン オイルターミナル 第1期工事 1966年 第2期工事 1969年 フランス エルサン社施工	第1期 プラットフォーム 40×20×4 m (PC) ■ デロング式 6脚機装 ■ GEM 111 デロング式 4脚柱使用 50×27×3.9 m, 6-φ1.8×52 m 第2期 GEM 111 6脚柱使用
イギリス イングランド北海側 イミンガム	イミンガム オイルターミナル (けい)船施設拡張工事 1969年 フランス・エルサン社施工	デロング式 GEM 126 (10脚柱可能) ■ 60.96×21.34×3.96 m 6-φ1.8×46.5 m ■ デロング式 フビンゼル4号
イギリス ウエールズ ミルフォードヘブン	ミルフォードヘブン海底岩盤掘削工事 1969年 フランス エルサン社 JV 施工	デロング式 GEM 111 ■ 50×27×3.9 m, 6-φ1.8×52 m
イギリス イングランド ニューキャスル付近	冷却用水取水立坑工事 1970年5月 フランス エルサン社施工	■ デロング式 GEM 126 (8脚柱)

リオデジャネイロ市内とニトロイを連絡する海橋は、海上区間の延長 9232 m で、主要航路を 200+300+200 m の PC 橋で渡っている。

φ1.8 m の RC 削孔設置式群杭基礎構造であって、施工条件によって 3 種の施工法が採用されている。

主要航路をはさんでの中央区間の基礎工事には、IHC-GUSTO 式 SEP (42.7×24.0×4.8 m・4 脚柱) 3 基が使用されている。

この区間は水深 22.0 m で、各杭はシルトをとおて

水深 60 m の岩盤に達している。

各 SEP 上には可傾式門型クレーンつきビルト社の大口削孔機 2 台と、削孔面の安定上コンダクターパイプを岩盤まで貫入させるために、バーデ社の駆動装置がそれぞれ装備されている。

削孔後型砕用鋼管が設置され、プレハブ鉄筋挿入後、トレミー方式で水中コンクリートを施工する。

杭頭スラブの施工はユニークな方法によっている。

施工された群杭を利用して、海上に型枠および船舶防

工 事 概 要
10万トン×2+5万トン×1 けい船, L型棧橋渡り 707 m・けい船用 473 m, ϕ 546・532 本・ ϕ 750・52 本, $l=30\sim 45$ m 3:1~20:1, 89% SEP 打込み, SEP 上旋回移動台車・やぐらつき MRB 600, 打込み速度 max 133 本/月, 最大水深 -17.25 m, 杭先端特殊鋼製ウイングつき, 杭頭プレキャストコンクリート横ばり
全長 966.4 m 併用橋, 海中橋脚基礎 7 基, 最大水深 -7.15 m, ニューマチックケーソン工法, 3号ハンガー 250 t×4=1000 t 保持, 海上コンクリート打設, ケーソン掘削沈下 (6.55 m) ハンガーコントロール, 4号橋脚施工, 現場と同一レベルに上昇, 2 @ 102.0+248.5+4 @ 102.0 m の側間架設用仮受台 4号使用
6万トン×1+4万トン×1+2万トン×1 B.R.T. けい船, 渡り 62 @ 45 m=2790 m・けい船用 505 m・補助けい船用 210 m, 合計 3505 m, 幅員 11.5 m, 最大水深 -18.0 m, PC 杭削孔設置式 ϕ 2.5, $l=22\sim 38$ m, PC 桁スパン 45 m 126 t, 横ばりプレキャスト 85 t, SEP 上アメリカンホイスト 200 t 吊り旋回クレーン, ビルト L 10 S 削孔・ ϕ 2650 8~10 m, サイクル 45 m / 3 日
全長 8678.6 m, 135 スパン・最大スパン長 235.0 m, 最大水深 -20.0 m, PC 杭 ϕ 1350-max $l=60$ m 削孔設置, 2 SEP (マクダーモット式) ギャルツギッター・パーデ削孔機 (ケーシング駆動装置つき), 延削孔長 2万5704 m, SEP (ルターナー式) 250 t 吊り旋回クレーン吊上高 62 m, PC 杭設置後周辺グラウト・先端グラウト (20~40 kg/cm ²), 60 m PC 杭設計支持力 750 t
沈埋トンネル区間長 2.9 km, ϕ 10.8×65 m RC エレメント 45, 最大浸没深度 -30 m, 平均流速 3 ノット, SEP の脚柱を定規として沈設仮固定まで正位置保持 (パラナ方式)
港口拡幅 1400 m, 800 m 各防波堤延長, 水深平均 14.5 m, 投石の積上げ・アスファルト防護・コンクリートブロック設置, 各 SEP 50 t 吊り (半径 25 m, 56 m で 25 t) 旋回クレーンつき, 施工速度 15 m/日
ルーマニヤ側 20 セル (ϕ 18 m)・438 m, 締切 14 m, 最大流速 13 ノット (ユーゴスラビア側 4 ノット), SEP にて遮蔽用鋼矢板先端支持, 導棒組立て固定後セル鋼矢板建込み, SEP 上クローラークレーンハンマー・振動杭打機
31万2000トン×1+6500トン×1 けい船, クエート沖 16 km, 水深 32 m, 主ドルフィン 2基 3× ϕ 1.8 m, $l=35$ m 打込み, ムアリン [★] ドルフィン 6基, テンプレート使用 8× ϕ 762, $l=30$ m 打ち込み, SEP デロング 101・アメリカンホイスト No. 356 (260' ブームつき), 中央出荷用プラットフォーム 1万2000 mile 曳航, 4脚柱 (デロング式ジャッキアップつき) 位置保持固定
第1期 10万トンけい船, プラットフォーム PC ボックスケーソン, 6脚柱鑿装 SEP として使用, LIMA 2400 クローラークレーン (50 t 吊り 600 t・m・135' ブーム長), SEP をプラットフォームとして固定後 GEM 111 使用. 第2期 25万トンけい船, 主ドルフィン (5- ϕ 1550), 2基モアリングドルフィン (13- ϕ 610), 2基 GEM 111 (6脚柱使用) LIMA 2400 クローラークレーン搭載, MRB 1000・ギャルツギッター削孔機併用石灰岩中貫入, 潮流速 6 ノット, 打込み工期 2か月, 杭頭スラブプレハブ方式
第2期 10万トン×2 を 20万トン×2 けい船用にドルフィン補強, ϕ 1.8 m, $l=25.4\sim 47.6$ mm, $l=45.6$ m, 28本増杭, GEM 126 上マントワック リンガーつき 100 t 吊り旋回クレーン搭載, ハンマー MRBS 1500 やぐらなし, 潮流速 5 ノット, 杭頭スラブ・プレハブ方式・主ドルフィン 7孔つき, 5~6本打ち込んでいるので将来増杭可能
25万トン・タンカー航路用浸没, 最大掘削水深 -21 m, 浸没量土砂 80万 m ³ , 岩 50万 m ³ の部分掘削, SEP にて 28×16 m 持送り作業域設置, アトラスコプロ社 OD 削孔機・BBE 57 型 6台搭載
海岸線 300 m 沖北海, 水深 9 m 潮位差 6.5 m, ϕ 2.45 m, 立坑 2基, 海底風化部分 ϕ 2.75 m, BSP ハンマーにてケーシング打ち込み, ビルト No. 2400・削孔径 ϕ 2.65 m・海底から 23 m 削孔, SEP 上アメリカンホイスト 407・200 t 吊り旋回クレーン, ケーシング・SEP にて保持, 作業日数 20 日.

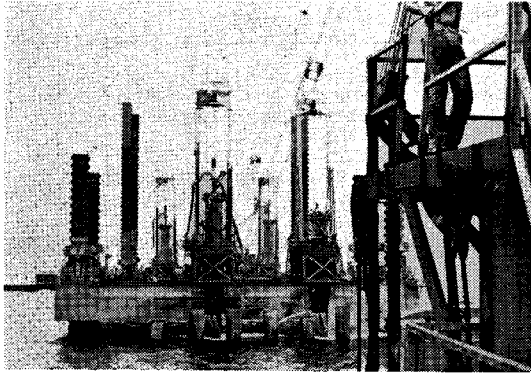
護壁になる RC ボックス・ケーソンを製作し, これを降下させて正位置に保持後, 配筋・コンクリートでん充を行なっている。他の区間の群杭基礎構造は, ハンマージャブもしくは人力掘削によっている。

1000 t 載荷試験の結果, 沈下量は 4.5 mm で, 設計値を 600 t にしている。

そのほか西ドイツのストラバーク社の設計施工になるエル・ア・ユーン棧橋工事の概要を 図-4, 写真-9 に示す。

あとがき

今後, 国内における世界的土木プロジェクトを施工技術上解決していくには, 主として海外において海洋条件下で大型機械設備を活用するに至った超急速施工技術を素直に評価し, 25年に及ぶ経験の積み重ね, 問題意識と解決の経緯を謙虚な心を持って理解し, 本質的に問題の核心に取り組んでいく態度が肝要と考える。

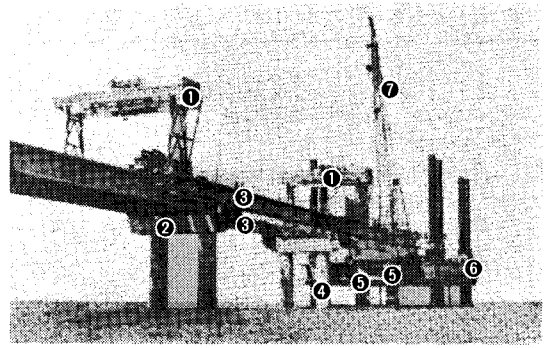


(IHC-GUSTO 式 SEP による削孔作業実施中のもの)

写真-8 RIO NITEROI 橋の基礎工事

参考文献

- 1) 土木工業協会：長大橋 および 海中大型構造物視察団報告書
- 2) Ocean Industry, 1969.3, 1973.1.
- 3) Offshore, 1970.11.
- 4) Oil and Gas International, 1968.11.
- 5) Beton und Stahlbetonbau, 1963.4, 10, 11, 1968. 1, 5, 6.
- 6) Travaux Publics, 1968.10, 1970.12

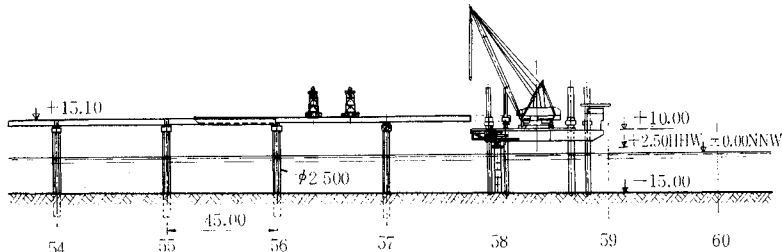


① プレキャスト部材運搬用自走式門型クレーン, ② PCプレキャスト横ばり, ③ プレキャスト部材運搬用ガーダー (自走式門型クレーン軌条), ④ $\phi 2500$ PCプレキャストパイル, ⑤ ビルト L 10 S 用コンダクターパイプ ($\phi 2800$), ⑥ デロング式 SEP (8脚柱)・フビンゼル3号, ⑦ アメリカンホイスト No. 407.

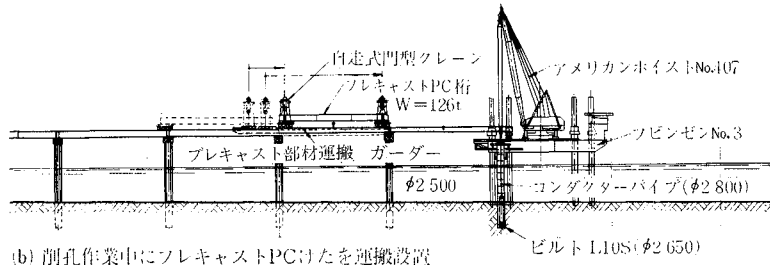
(西ドイツ・ストラバーク社/設計・施工)

写真-9 エル ア ユーン 橋橋工事

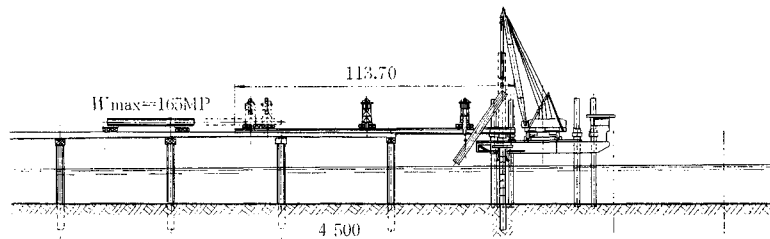
- 7) Baumaschine und Bautechnik, 1970. 7.
- 8) 大島大橋下部工事の施工, 土木施工, 14 巻 2号.
- 9) オランダ・IHC 社, 西ドイツ・ストラバーク社, フランス・エルサン社, USA・デロング社等の出版物および提供資料.



(a) SEPシフト後, コンダクターパイプを設置, プレキャスト部材運搬用ガーダー移動



(b) 削孔作業中にプレキャストPC桁を運搬設置



(c) 削孔終了後, PCプレキャストパイルを運搬設置

(西ドイツ・ストラバーク社/設計・施工)

図-4 Hubisel 3号を使用したエル ア ユーン 橋橋工事施工要領図