

投稿論文(和文報告)

TECHNICAL

REPORT

来島大橋 4 A アンカレイジの海底掘削工事 における情報化施工

原田雅弘*・古村 学**・長谷川芳己***
西田勝彦****・角田素男†・平野晶己††

本州四国連絡橋来島大橋のアンカレイジ基礎の海底掘削工において、掘削前の海底地形測量から日々の掘削工および最終盤の仕上げ掘削工、掘削終了海底面の確認工迄の全工程に渡って、情報化施工システムを構築し、徹底した施工管理を行った。この結果、時間の節約、業務の省力化、施工品質の向上を図ることができ、施工管理の高度化を実現した。

Key Words: submarine excavation, large caisson, submarine topography, computer aided construction system

1. はじめに

来島大橋は、本州四国連絡橋尾道・今治ルート¹⁾の最も四国側に架かる橋梁であり、完成すると世界初の3連吊り橋となる。同橋では瀬戸内海国立公園の中にあるため、景観を考慮して多くの基礎が海中に作られる。本稿で紹介する来島第1大橋、第2大橋共用のアンカレイジ(4A)も海中基礎として計画された。瀬戸大橋の海中基礎は、掘削底面を大口径掘削機で平坦に仕上げたり、コンクリート台座を設けた上に大型ケーソンを設置した。

ところが当工事では、明石海峡大橋の主塔基礎工事で用いられたのと同じく、掘削海底面に直接大型ケーソンを設置する工法が、採用されることとなった。明石海峡大橋は、比較的均一な海底地盤上に基礎が設けられるのに対して、当地点は非常に複雑な岩盤上に設けられるため、砕岩棒付きグラブ船による砕岩併用掘削をとまっております。最終的に超大型グラブによる仕上げ掘削だけでは、その精度を危惧する声もあった。そこで、ズレや傾斜を生じさせずに大型ケーソンを安定設置するために、掘削底面を平坦に施工し、精度良く仕上げることが重要課題となった。これに対処するため、掘削前の海底地形測量から、試験掘削、本体工事における軟岩部の掘削、硬岩部の砕岩掘削、最終掘削盤の仕上げ掘削に至る全海底掘削工程において情報化施工を行い施工管理の高度化

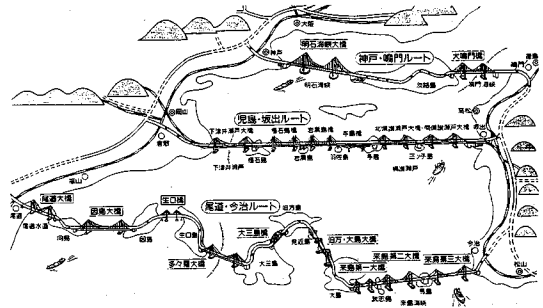


図-1 本州四国連絡橋尾道・今治ルート

を図った。

2. 工事概要

(1) 尾道・今治ルート

尾道・今治ルートは、本州四国連絡橋3ルートのうち最西部に位置し、本州側は広島県尾道市と四国側は今治市を結ぶ総延長60kmの自動車専用道路である。途中、向島、因島、生口島、大三島、伯方島、大島、馬島等の大小九つの島があり、これを10橋で結ぶ(図-1)。

(2) 来島大橋

来島大橋は、尾道・今治ルートの大島と今治の約4kmを結び、来島第1大橋、来島第2大橋、来島第3大橋の3橋からなる吊り橋である(図-2)。このうち、来島第2大橋は中央径間1030m、来島第3大橋は中央径間1020mで、完成時には世界の吊り橋のうち第11位、第12位の長さとなる。

(3) 海中基礎の施工

海中基礎の施工は、図-3に示すように①海底掘削・底面仕上げ工、②ケーソン設置工、③コンクリート工がある。本工事では、海底掘削・底面仕上げ工の後、底面に直接大型ケーソンを設置する工法を採用した。

* 正会員 (株)熊谷・大林・飛鳥・戸田・五洋来島大橋下部工東工事特定建設工事共同企業体

(〒794 今治市東門町5丁目840-117)

** 正会員 本州四国連絡橋公団第三建設局今治工事事務所第一工事長付

*** 正会員 本州四国連絡橋公団第三建設局今治工事事務所第一工事長

**** 正会員 (株)熊谷・大林・飛鳥・戸田・五洋来島大橋下部工東工事特定建設工事共同企業体副所長

† 正会員 (株)熊谷組海洋技術部 係長

†† 正会員 (株)熊谷組海洋技術部 副係長

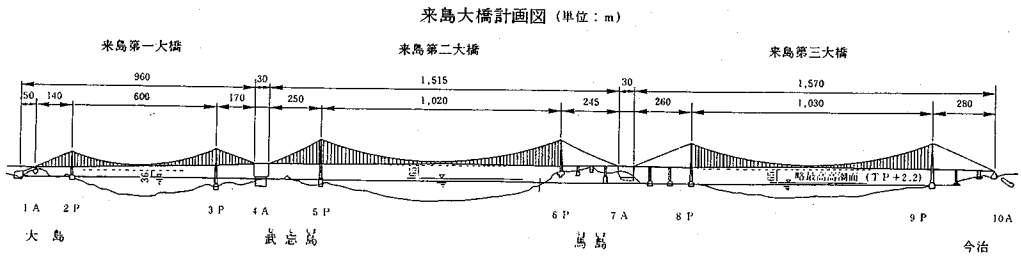


図-2 来島大橋計画図

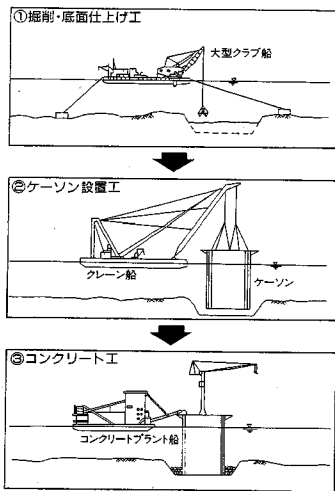


図-3 海中基礎の施工

表-1 海底掘削工施工手順

水深	グラブ船	使用バケット	海底掘削工施工手順
現地盤 ~TP-24.0m	関門 5000PS	910×410-A'バケット 17.5m ³ , 200t	直接掘削
TP-24.0m ~TP-28.0m	三友二号 2200PS	砕岩棒 50t A1'-A'バケット 8.5m ³ , 80t	砕岩掘削 1.5m×2層 1.0m×1層 3回 繰り返す
TP-28.0m ~TP-29.0m	三友二号 2200PS	砕岩棒 50t A1'-A'バケット	仕上げ砕岩 仕上げ掘削
TP-29.0m ~TP-30.0m	関門 5000PS	910×410-A'バケット 平A'バケット 18m ³ , 52t	リッパー掛け 波え掘削 確認調査 4回 繰り返す

(4) 海底掘削工

海底掘削工の施工手順を表-1に示す。海底掘削工は、まず5000PS大型グラブ船関門(図-4)を使用して、現地盤からTP-24mまでの堆積層からC_L級岩盤までの直接掘削を行った。次に直接掘削では不可能なC_L~C_H級岩盤を、2200PS砕岩棒付きグラブ船三友二号(図-5)によりTP-24m~TP-29mまで掘削した。この時砕岩掘削は、1層を1.5m~1.0mとして、まず3層の粗砕岩掘削を行い、最後に1.0mを仕上げ砕岩掘削として施工した。砕岩に使用した砕岩棒は重量50tで、これを海中で自由落下させ岩盤を砕き、ヘビーバケットで掘削した。最後に、TP-29m~TP-30mは、再度5000PS大型グラブ船に入替え、ウルトラヘビーバケットの爪を使用したリッパー掛けによって入念に仕上げた。

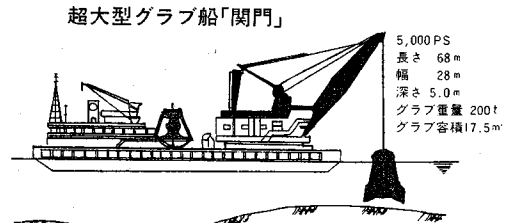


図-4 5000PS 大型グラブ船関門

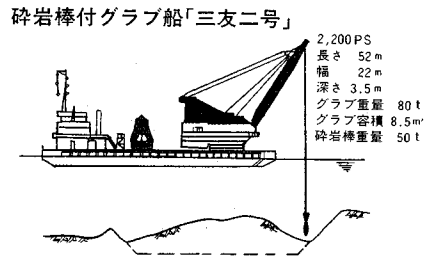


図-5 2200PS 砕岩棒付きグラブ船三友二号

3. 情報化施工システムの開発

本工事海底掘削工における情報化施工は、図-6に示す3つの管理システムを開発して行った。これらのシステムは、作業現場での情報化施工の為のシステムであるから、特に次の事項に留意して開発した。

- ① 誰にでも簡単に使え、現場の担当者のみで測定から解析、出力、作図まで行えること。特別な情報技術者や、熟練技術者を現場に配属せずに使えること。
- ② ハードシステムは特殊なものや、高価なものは使わず、全て汎用性のあるコンピュータを使うこと。計測に当っては、地形が湾になっているので船舶の入替えを行わず、グラブ船に装備している測深機を改良し、測深精度を高めた計測ができるようにすること。
- ③ コンピュータは、測定管理には現場で使われ、解析は事務所で使うなど、場所を移動して用いることが多い。従って、持運び便利な、ラップトップ型、ノート型パソコンを使用できること。
- ④ 即時性が重要なデータは、測定、解析を作業船上で瞬時に処理し、リアルタイムな表示ができること。ここで表示されたデータを、次の工程へ迅速に反映

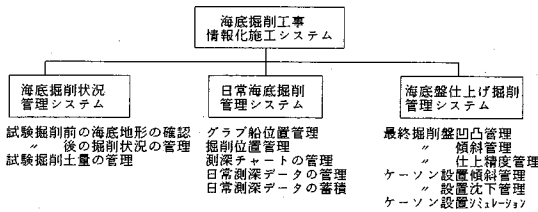


図-6 情報化施工システム

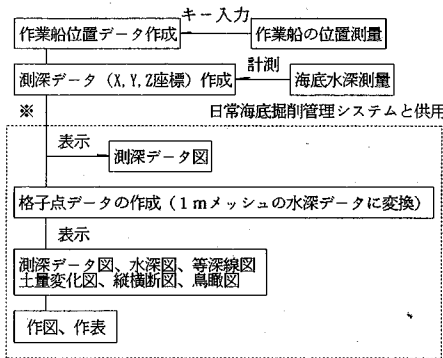


図-7 海底掘削状況システムフロー

させられること。

- ⑤ 計測, 解析, 出力, データの整理, 作図等にかかる作業の時間・人・費用を節約するものであること。システムを使う事により, 時間・人・費用のうちどれか1つでも多くかかるものであってはならない。解析, 出力, データの整理, 作図は自動で行える様にした。

(1) 海底掘削状況管理システム

海底掘削状況管理システムでは, 調査工事において掘削前の海底状況や試験掘削後の掘削状況などを計測し, 測定点データ図, 水深図, 等深線図, 土量変化図, 掘削断面図(縦横断), 鳥瞰図などを解析し, 画面表示や自動作図を行う。図-7に海底掘削状況管理システムのフローを示す。

(2) 日常海底掘削管理システム

日常海底掘削管理システムは, 毎日の海底掘削工事において, グラブ船が施工海域のどこに係留され, どこを掘削しているかを管理する。続いて, その位置で掘削した土量, 掘削深さ, 掘削形状等のデータを, グラブ船がシフトする毎に計測し, これを日常データとして保存蓄積する。さらにこれら蓄積したデータをベースとして, 全体の掘削土量の管理や掘削形状の出来形, 出来高管理等を行う。図-8に日常海底掘削管理システムのフローを示す。

(3) 海底盤仕上げ掘削管理システム

海底盤仕上げ掘削管理システムは, 掘削が最終掘削盤に近付き仕上げ掘削を行う時に使い, 最終掘削盤凹凸管

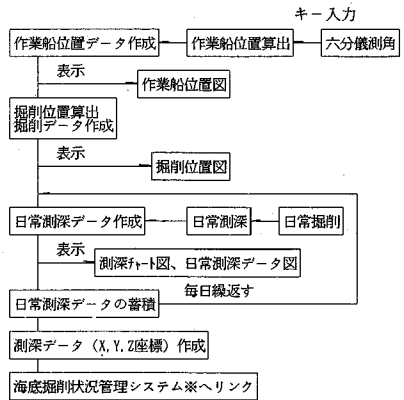


図-8 日常海底掘削管理システムフロー

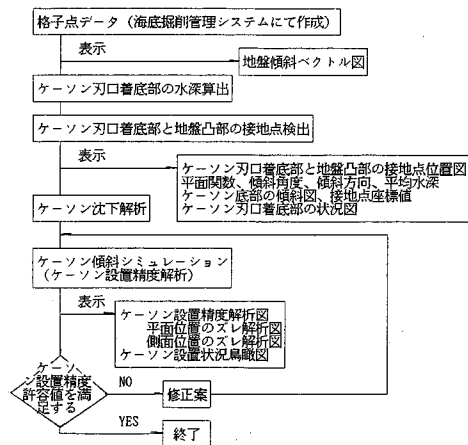


図-9 海底盤仕上げ掘削管理システムフロー

理, 最終掘削盤傾斜管理, 最終掘削盤仕上げ精度管理, ケーンン設置傾斜管理, ケーンン設置沈下管理, ケーンン設置シミュレーション等を行った。ケーンンを沈設するには, 海底掘削盤の状況や, ケーンン刃口の着底部の掘削精度を把握することが重要である。最終掘削盤に, ケーンンを着底した場合, ケーンンはどの様に傾斜するのか, その設置誤差はどの位かをシミュレーションする。ケーンンの沈設精度が許容から外れると予想された場合は, 効果的な修正案を瞬時に得る事が出来る。図-9に海底仕上げ掘削管理システムのフローを示す。

4. 海底掘削の情報化施工実例

(1) 海底掘削状況管理

海底掘削状況管理システムによる測深は, 図-10に示す方法で行った。音響測深機センサーの高さは, 測深棒に取り付けた反射ミラーの高さを, 近くの島に設けた不動点から測量し, そのミラー高さから測深棒長を引いて求めた。海底面からの深度はセンサー高から深度を引く事により求めた。

海中のセンサーを, 図-11に示すように, 円弧状に移

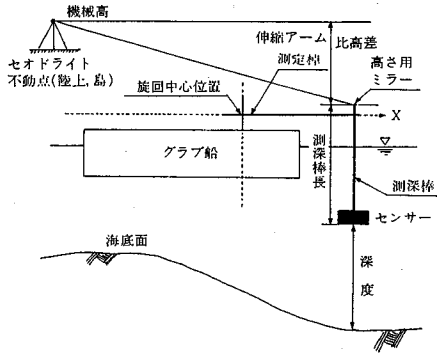


図-10 海底地盤測深方法

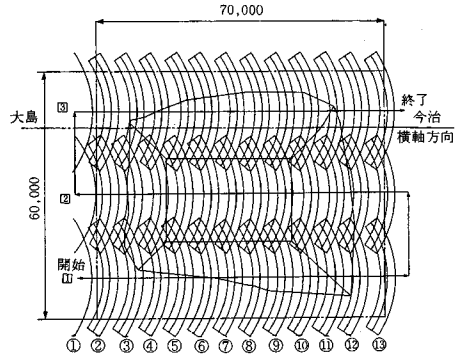


図-12 水深測量ブロック割

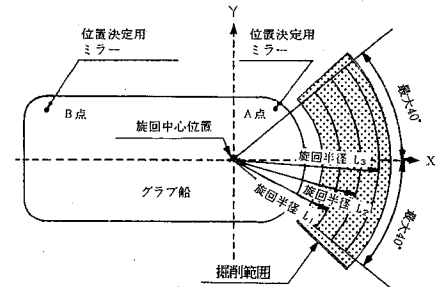


図-11 グラブ船平面図

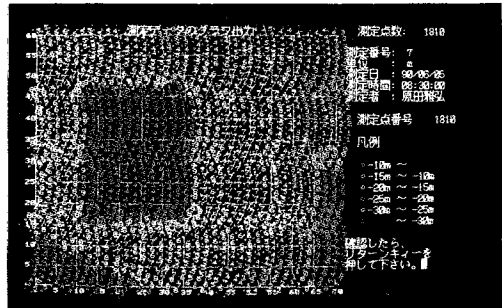


写真-1 測深データ

動させながら測深した。測定棒は、長さが3段階に伸縮するので、始めに半径 L_1 mの長さで左→右方向に、2回目に測定棒一段伸し半径 L_2 mで右→左に、3回目に測定棒を2段伸し半径 L_3 mで左→右へ旋回させながら測深を行った。

測定棒はグラブの旋回と同じ点を中心に旋回するが、この旋回中心点の平面座標はグラブ船の座標位置、及び向きから自動的に計算される。センサー位置の平面座標は、旋回中心点を原点とし、棒長と旋回角度で決まる極座標上の値を変換して求めた。またグラブ船の座標位置及び方向は、測深開始時と終了時に、船首、船尾の2点(反射ミラー位置)の測距、測角を行い、グラブ船の3次元座標位置を求めた。

図-12に示す様に調査範囲は、 $39 (=13 \times 3)$ にブロックに分割し、グラブ船を順次各ブロックの測定地点に移動して測深した。測深に要する時間は約5分(測点数130位)、グラブ船の移動に約5分、その他グラブ船の位置決め等の測深準備に5分、1ブロックの水深測量にかかる時間は合計15分程度であった。

海底掘削状況管理の例を写真-1~6に示す。計測された測深データは、写真-1の様にリアルタイムに数値に変換され測深位置にカラー表示される。水深図は、測深データより格子点データに変換され、測定範囲 4200m^2 ($60\text{m} \times 70\text{m} = 4200\text{m}^2$)、格子点数4331 ($61 \times 71 = 4331$)の、1mメッシュの水深データが得られる。

写真-2に水深図例を示す。ここでは、コンピュータのディスプレイ画面が狭く、一度に全格子点を表示できないので、測定範囲の1/25の面積を表示している。この例では、 $X=42\text{m} \sim 56\text{m}$ 、 $Y=36\text{m} \sim 48\text{m}$ の領域の格子点水深値がカラー表示されている。

写真-3に掘削前の海底地形図を、写真-4に試験掘削後の海底地形図を示す。掘削前の海底地形状況や掘削後の地形変化が良く判る。

写真-5は海底地形等深線図、写真-6は掘削横断面図を表示した例である。縦横断面図の解析では、掘削前の海底地盤高より掘削後の海底高を差引ることにより掘削土量を算出した。

(2) 日常海底掘削管理

a) グラブ船位置の測量

日常の海底掘削工事では、掘削位置やグラブ船の位置方向の決定に、六分儀と円座標を用いた。図-13に示すように、グラブ船の船首(A点)から、陸上の基準点KM-1、KM-2、KM-3を六分儀で視準し、 α_1 、 α_2 を測角する。A点はKM-1、KM-2を弦とし円周角を α_1 とする円周上に位置する事が判る。同様に、A点はKM-2、KM-3を弦とし円周角を α_2 とする円周上にも位置する点である。従って、この2つの円O、O'の交点がグラブ船の船首(A点)の位置となる。同様にグラブ船の船尾(B点)からも、陸上の基準点KM-1、KM-2、KM-3を六分儀で視準し β_1 、 β_2 を求め、グラブ船の船尾(B点)の位

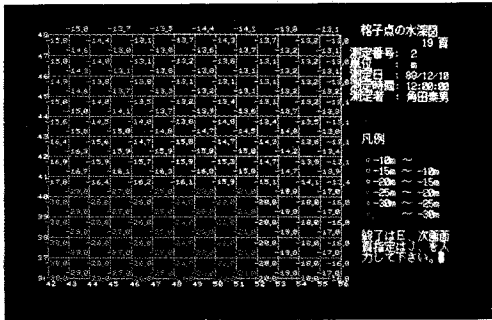


写真-2 水深図

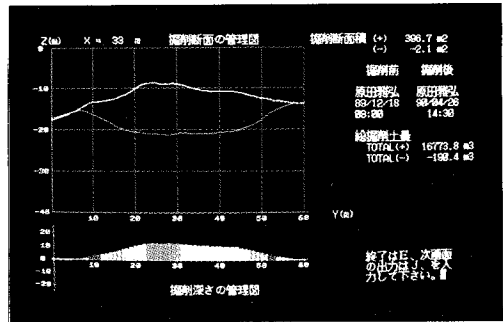


写真-6 掘削横断面図

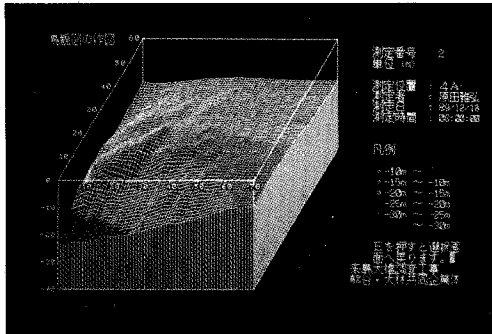


写真-3 掘削前の海底地形

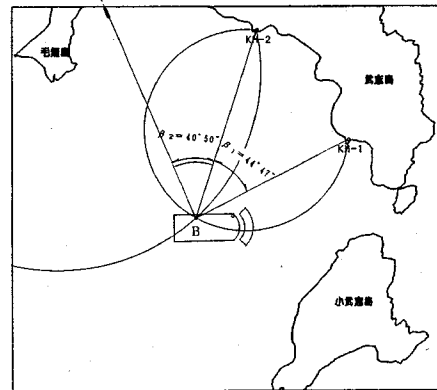
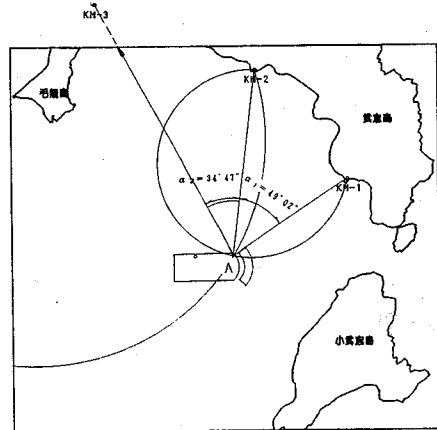


図-13 グラブ船位置の解析

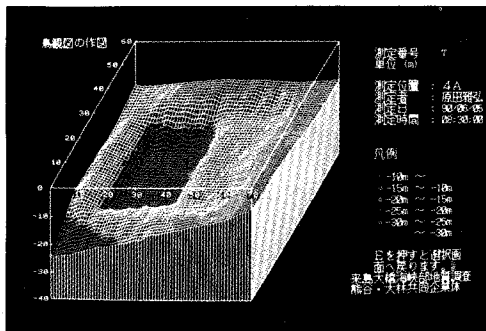


写真-4 試験掘削後の海底地形

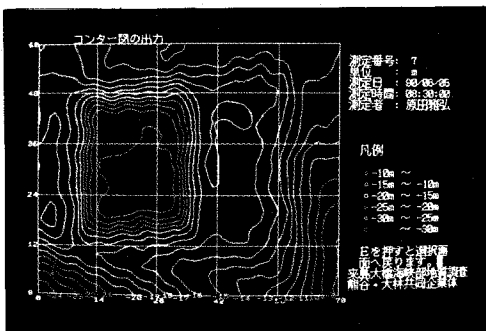


写真-5 海底地形等深線図

位置を決定する。グラブ船の船首 (A 点), 船尾 (B 点) の 2 点を求めることによって, グラブ船の位置と向きを決定する。

実際, グラブ船の作業員は, 六分儀の測角値から A

点, B 点を円座標上にプロットし, この点に円座標と同スケールの舟形定規の A 点, B 点を重ね, グラブ船の位置と方向を決めている。本システムでは, 六分儀の測角値をコンピュータに入力する事で自動的にグラブ船位置を算出した。写真-7 にディスプレイ画面の出力例を表示する。

b) 海底掘削位置の測量

グラブ船位置の測量で, グラブ船の位置と方向が判ると, そのグラブ船のバケットアームの届く範囲が求まるので, 掘削場所を求める事ができる。バケット旋回範囲

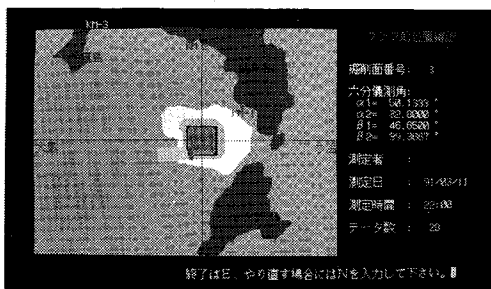


写真-7 グラブ船の位置表示

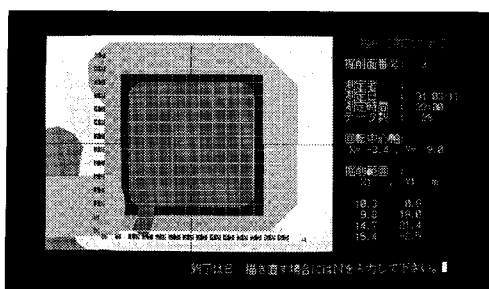


写真-9 海底掘削位置の表示

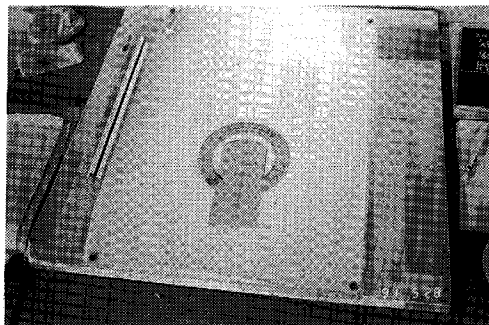


写真-8 舟形定規

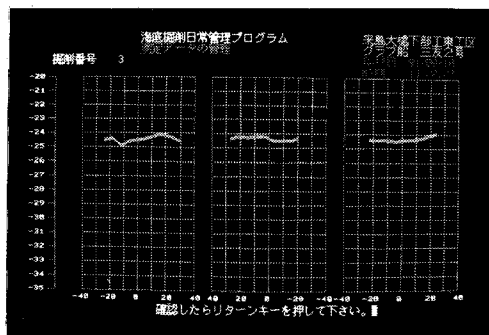


写真-10 測深チャート図

は、写真-8に示した様に舟形定規に同心円で表示されており、グラブ船の作業員は円座標のグラブ船位置に舟形定規を重ね掘削場所を求める。

本システムでは、グラブ船の位置から海底掘削位置をコンピュータが自動的に求め、ディスプレイ画面に表示する(写真-9)。また、グラブ船の位置や海底掘削の位置データは、3.5インチのフロッピーに全て記録されていくので、後日、グラブ船の位置や海底掘削の位置を確認する事ができる。

c) 掘削チャート図

ある場所での日常海底掘削が終了すると、その日の掘削の出来形を知るため測深を行う。この測深の方法は、海底地形測量の測深と同様に、棹の先に付けた音響測深機のセンサーを海中に吊り下げ、掘削場所を円弧状に移動しながら測深を行った。測深したデータはパソコンに取込まれ、その時のチャート図はディスプレイに表示される(写真-10)。

d) 日常測深データ

掘削チャート図の測深データを、掘削場所の平面図に書入れ日常測深データ図を作成する(写真-11)。

e) 日常測深データの蓄積

日常測深データのある期間に渡って蓄積し保存する。この蓄積保存したデータをまとめたものが、日常測深データの蓄積図(写真-12)である。このデータは、掘削前の地形データにその日に掘削した地形データを上書きしていくので、毎日の海底地形状況を把握することがで

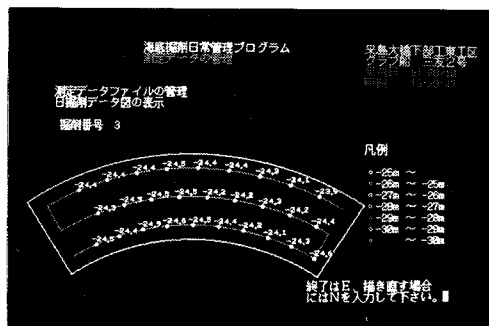


写真-11 日常測深データ図

きる。

この蓄積された日常測深データから、測深データ(写真-1参照)を作成し、更に格子点データを作成した。

そのデータを海底掘削状況解析システムに戻し、測深点データ、水深図、等深図、土量変化図、掘削断面図(縦横断)、鳥瞰図等を解析し、画面表示や自動作図を行った。

実際の日常海底掘削管理では、このようにその日施工した箇所の地形を把握管理することにより、測量管理のみならず掘削土量管理、進捗管理、出来高管理等種々の施工管理を行った。翌日の施工では、日々変化する海底地形の情報が得られていたので、「何処をどのように掘削すれば効率良く施工できるか?」といった問題に対して、即座に対応することが可能となり、施工の高度化が図れた。

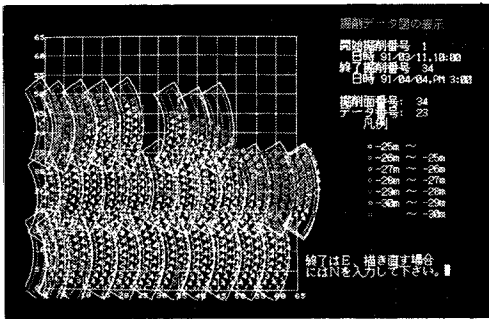


写真-12 日常測深データの蓄積図

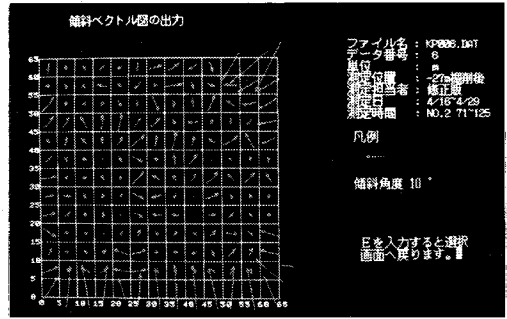


写真-13 傾斜ベクトル図

(3) 海底盤仕上げ掘削管理

海底盤仕上げ掘削管理は、海底掘削状況管理または日常海底掘削管理で得られた海底地形データより、ケーソン刃口部の水深データを算出した。続いて、海底地盤の凸部とケーソン刃口が接する点を検出し、ケーソンを支持する3点を求めた。この3点でケーソンを支えた時、ケーソンの刃口の傾斜角度、傾斜方向について解析し、ついでケーソン全体の傾斜や傾斜角度、設計位置に対する偏心量、ズレ等をシミュレーションし、その時の海底地盤におけるケーソンの設置状態を予測した。ケーソンが大きく偏心し許容値から外れた時に、どの海底地盤凸部を削れば良いか、瞬時に答を出せたので効率のよい対策が図れ、施工精度のよい仕上げ掘削が行えた。以下、本工事において行った海底盤仕上げ掘削の各管理について述べる。

a) 海底盤の掘削精度管理

ケーソンを沈設するには、海底掘削盤の状況や、ケーソン刃口の着底部の海底盤仕上げ掘削精度を把握することが重要である。海底盤仕上げ掘削精度の管理では、海底掘削状況管理または日常海底掘削管理で得られた海底地形データより、最終掘削海底盤の水深データを算出し、その鳥瞰図や等深線図、傾斜ベクトル図(写真-13)、ケーソン刃口着底部地盤の高低管理図(写真-14)、ケーソン刃口着底部の掘削精度解析(写真-15)等を表示する。

写真-14のケーソン刃口着底部における海底地盤の掘削精度解析例では、ケーソン刃口着底部は1m毎にNO.1~NO.168の番号を付け(ケーソンの周長は約168m)、各点における地盤高および地盤の凹凸を示した。また、写真-15は、ケーソンを4方向から視準した時の、ケーソン刃口着底部における掘削精度を解析した例である。これらの解析より、この着底部地盤の平均深度は-27.4m、最高点はNO.15で-25.85m、最低点はNO.90で-28.39m、凹凸の標準偏差 $\sigma=0.55\text{m}$ であること、また正面方向NO.1~NO.42の地盤が高く、背面NO.85~NO.126の地盤が低い等の情報が得られる。

b) ケーソンの設置傾斜管理

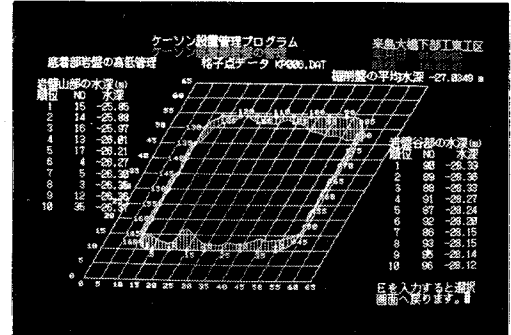


写真-14 ケーソン刃口着底部地盤の高低管理図

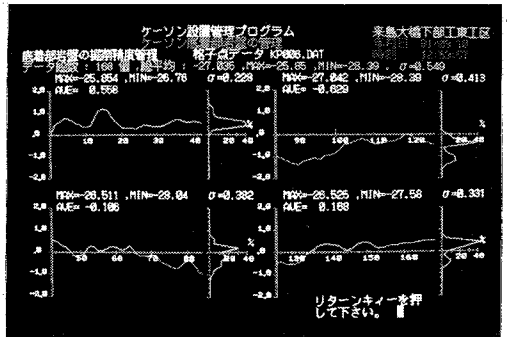


写真-15 ケーソン刃口着底部の掘削精度解析結果

前項のa)海底盤の掘削精度管理で算出した、海底地盤の凸部とケーソン刃口が接する点のうち、ケーソンを支持する3点を求める。この3点でケーソンを支えた時、ケーソンはどの程度傾斜するのか、その傾斜方向はどの方角となるかを解析する。解析は、コンピュータが自動的にケーソンを支持する3点を探し出す。写真-16にケーソンの設置点位置算出例を示す。このときケーソンの重心は、ケーソンを支持する3点を結んだ三角形の内部に必ず入っていること、またその3点で決定される平面(写真-16では $Z = -0.0091X - 0.0282Y - 25.3439$)より上に地盤の凸点が無いことが、3点を選定する条件となる。海底地盤の最高点が必ず選ばれるとは限らない。

写真-17はケーソンを海底地盤に設置した時のケーソン刃口面の傾斜状況を解析した例である。ケーソンを

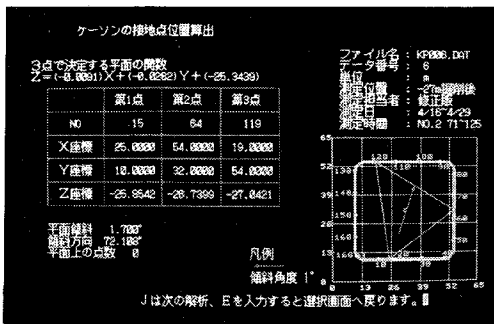


写真-16 ケーソンの接地点算出

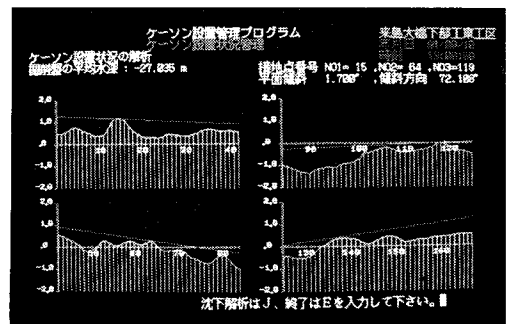


写真-18 ケーソン刃口の設置状況解析

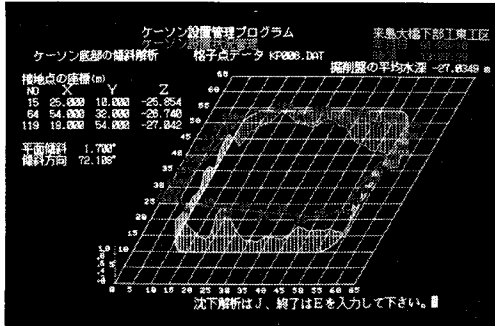


写真-17 ケーソン刃口面の傾斜解析

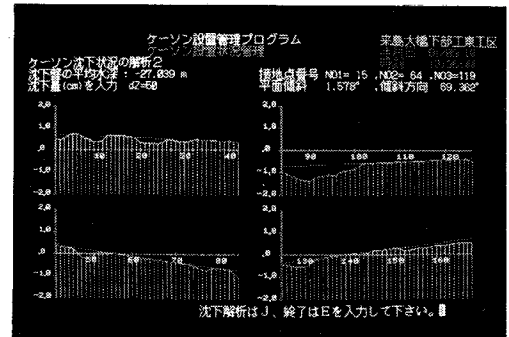


写真-19 ケーソン沈下解析

支持する3点は、NO. 15, NO. 64, NO. 119であり、傾斜角度は1.7°、傾斜方向は72.1°の方向である。写真-18は写真-17を4方向から視準した例である。

c) ケーソン沈下解析

これまでの解析から、ケーソンを設置した場合その刃口面の傾斜状況、刃口と海底盤の設置状況を知ることができた。さらにここでは、ケーソンの支持点の海底地盤上に掘削ズリがあったり、支持点地盤が破壊する等によりケーソンが沈下した場合についての予測解析を行うことが出来る。当工事では、海底盤は岩盤であるため大きな沈下は考えられないが、ここでは一例として判りやすくするため、設置したケーソンが平均で50cm沈下した場合の解析結果例を写真-19に示す。

写真-19の例では、50cm沈下することによりケーソンの傾斜角度は1.587°となり、沈下する前の傾斜角度1.700°より傾斜角度は緩くなり改善されると予測される。

d) ケーソンの設置精度管理

写真-20はケーソン本体の変形は無いものとして、ケーソン天端と下端を平面図に描き入れた解析例である。ケーソンの天端と下端のズレが判る。この天端と下端のズレは、ケーソン4隅の点のX, Y方向の変位量(m)で表わされている。写真-21は、ケーソン右側面方向から視準した設置状況である。写真-22は、写真-13の掘削海底盤に解析後のケーソンを設置した図である。

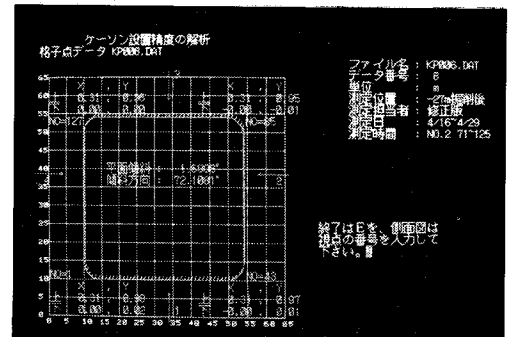


写真-20 ケーソン設置水平精度

e) 施工精度向上解析

これまでに述べた使用方法の他に、海底地盤の深度値を強制的に変えて、変化させた地盤高での各種の解析を行うことが出来る。

掘削地盤の精度が悪くケーソンが大きく傾き、許容から外れると予測された場合には、コンピュータ上で掘削精度の悪い凸部を削りとり、凹部を埋め戻し修正する事ができる。写真-20の例では、NO. 15 附近が突起しているケーソンの傾斜を大きくしている。この様な時に、この突起している部分を削り取り、再度傾斜解析を行い、どの程度傾斜が改善されるかを知る事ができる。その方法としては、まずこの突起部を10cm削りとり、この状態で傾斜解析を行ってみる。それでもケーソンの設置精度が許容範囲に入らなければ、さらに20cm、あるいは

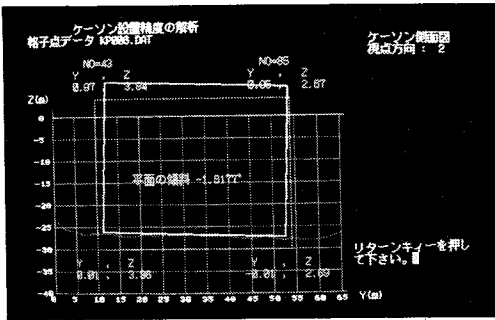


写真-21 ケーソン設置鉛直精度

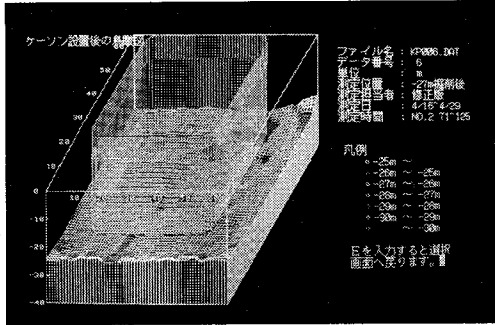


写真-22 ケーソン設置後の鳥瞰図

30cm と徐々に深く削って、それぞれの傾斜解析を行う。この突起部を 30cm 削れば、ケーソンの設置精度が許容範囲に入ると予測されれば、翌日の仕上げ掘削では、この部分を 30cm 掘削すれば良い訳で、効果的な修正案が得られる。

このようにして、解析によって得られた情報を施工にも反映させることが可能となり、効率的な掘削を行えると共に海底地盤の掘削精度、ケーソンの設置精度を向上させて行くことができた。

5. 掘削終了海底面の確認結果

平成 3 年 10 月には、掘削を終了しダイバーによる水中水準器を用いての測深をおこない、掘削底面確認工が実施された。ケーソン接置点(全 168 点)での、水中水準器による測深結果とシステムの測深結果を比較したところ、平均で 3.2cm 水中水準器での測深結果が浅い値を示した。また、接置点の凹凸の標準偏差は $\sigma=10.8\text{cm}$ であった。これらの結果より、海底面の仕上げ掘削が充分満足いく精度であることと共に、システムの有効性が確認された。

(1) ケーソン着底部地盤の測定結果

最終掘削盤におけるケーソン刃口着底部地盤の高低管理および掘削精度結果を図-14 に示す。

(2) ケーソン刃口面のシミュレーション結果

最終掘削盤におけるケーソンの設置点算出、刃口面の傾斜解析、刃口の設置状況を解析結果を図-15 に示す。

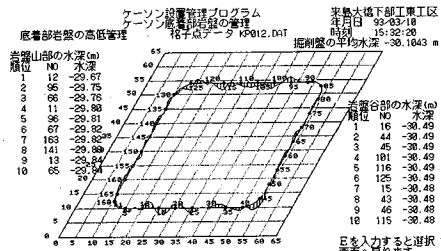


図-14 ケーソン着底部地盤の測定結果

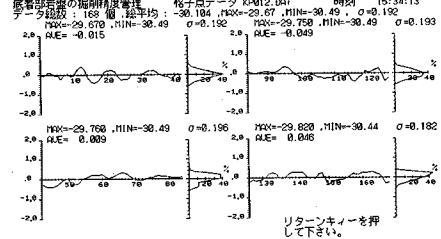


図-15 ケーソン刃口面のシミュレーション最終結果

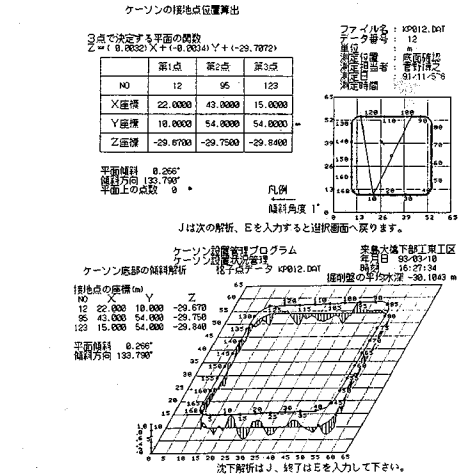


図-16 ケーソン刃口面のシミュレーション最終結果

(3) ケーソン設置シミュレーション結果

最終掘削盤におけるケーソン設置水平精度、鉛直精度、ケーソン設置後の鳥瞰図最終解析結果を図-16 に示す。

6. あとがき

当工事では、平成元年 11 月に調査工事における海底試験掘削に、初めて海底掘削管理システムを導入し、続いて平成 3 年には本工事における日常掘削管理システムを、更に平成 3 年 6 月に海底盤仕上げ掘削管理システムを導入した。こうして、調査工事における掘削前の海底地形測量から、試験掘削、本工事における軟岩部の掘削、硬岩部の砕岩掘削、最終掘削盤の仕上げ掘削に至る全海底掘削工程において、徹底した情報化施工を行った。その結果、平成 4 年 2 月には、大型ケーソンの沈設が行わ

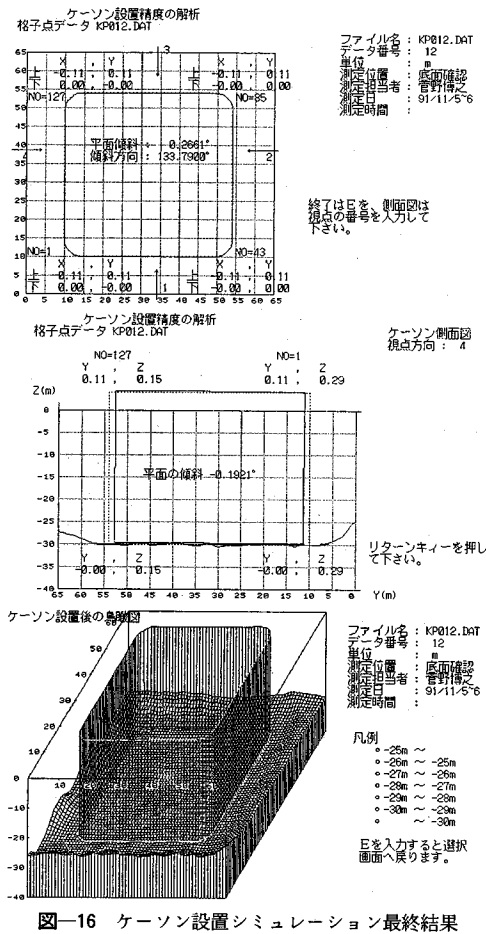


図-16 ケーン設置シミュレーション最終結果

れたが、天端の高低差は10数cm以下とほぼシミュレーションどおりに着底し、非常に高精度な施工を行う事ができ、同時にシステムの高い性能を実証した。

海洋工事では、陸上工事と違って施工箇所の地形を直接目に見る事ができない。従って、海底の地形情報を的

確に把握して、その情報を施工計画・管理に迅速に反映させることが大変重要である。また、気象や海象等の自然条件や、施工性、安全性等の条件から見ても陸上の工事より厳しい環境下で行われるので、その現場に適した合理的な施工法を前もって検討しておく必要がある。これに対処すべく、汎用性があり機動性に優れたシステムを構築し、海底掘削工事における情報化施工に挑戦した。その結果、本報告に述べたように、パソコンを利用することにより現場で瞬時に処理し、海底の地形や掘削状況を見る目が持てるし、ケーンを設置しようとした場合、どの様に据わるかを予測する計算力も、地盤の何処を削ればより精度よく設置できるか検討する能力をも持つことができる。

今後、益々海洋工事においても情報化が押し進められ、施工の高度化が図られると考えられるが、本報が少しでも貢献できれば幸いと思う次第である。本文をまとめるにあたってお世話になった関係各位に厚く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 角田素男・平野晶己・岡崎謙一・原田雅弘: 海底掘削状況管理システムの開発と適応、第8回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, pp. 317~322, 1990年12月。
- 2) 本州四国連絡橋公団第三建設局今治工事事務所: 来島大橋カタログ, 1991年3月。
- 3) 角田素男・平野晶己: 海底掘削工事における測量システム, 応用測量論文集, vol. 3 pp. 27~34, 1992年6月。
- 4) 山縣 守・平山純一・長谷川芳己・原田雅弘: 海中基礎岩盤の確認調査方法 ——本四連絡橋来島大橋の例——, 土と基礎 40-11, pp. 25~30, 1992年11月。
- 5) 角田素男・平野晶己・井上博昭・原田雅弘: 海底盤仕上げ掘削管理システムと海洋構造物据え付けシミュレーション, 第10回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集, pp. 361~368, 1992年12月。

(1993.9.14 受付)

A COMPUTER AIDED CONSTRUCTION SYSTEM FOR SUBMARINE EXCAVATION OF 4A ANCHORAGE FOR KURUSHIMA BRIDGE

Masahiro HARADA, Manabu KOMURA, Yoshimi HASEGAWA, Katsuhiko NISHIDA, Motoh TSUNODA and Masaki HIRANO

For the submarine excavation of the anchorage foundation for the Kurushima Bridge connecting Honshu and Sikoku, a computer aided construction system was set up and used to strictly control all the construction processes, including the submarine topography survey prior to excavation, routine excavation, finish and confirmation of the excavated sea bed. The result was savings in time and manpower, and improvement in quality. High quality control of construction was achieved.

In this paper we will introduce the computer aided construction system that was developed for the above project. At the same time, we will report on research into computer aided construction, which has shown great promise as a new construction method for marine projects.