

海上計測の現状と問題点

財団法人立派協会 明石恵介、八木英樹
 五洋建設(株) 澤畑誠
 東洋建設(株) ○田中裕作、岡憲二郎

1. はじめに

現場における計測情報は施工管理、安全管理などの管理面における評価ばかりでなく、研究あるいは技術開発における創造的な役割など広い分野で積極的に活用されるべきものである。工事規模の大型化・複雑化、解析内容の高度化に伴い、現場の実像を技術者に正確・迅速に伝える必要性が大きくなってきたといえる。

海上工事においては、その大半が直接目視しにくい海中で施工されるため、出来高管理、出来形管理あるいは出来高検収、出来形検査を目的とした現場計測が主として行われてきた。しかし、以下に示すような海上工事の特性を考えると、さらに計測を効率化し、あるいは次の施工段階へフィードバックするために計測情報の活用をシステム化をすすめることが重要であると思われる。

(a) 施工の進捗や安全性が気象・海象条件に強く支配されているため、気象・海象の正確、迅速な予測が必要である

(b) 施工の大部分が海面下で行われるため、地盤や構造物の挙動を目視できない

(c) 工事に伴う環境への影響を極力押えるため、工事区域周辺の環境監視が必要である

これらの必要性に対応する現場計測が現在海上工事においてどの程度行われているかという現状とその問題点を次の3項目に整理して次章以下に述べる。

(a) 気象・海象にかかわる観測

(b) 構造物の安定にかかわる現場計測

(c) 環境の保全にかかわる現場計測

2. 気象・海象にかかわる観測

2. 1 気象・海象観測

近年の海上工事は、海象条件の厳しい外洋性海域で、しかも大水深のものが増加する傾向にある。こ

のため工事の計画・設計はもとより、施工計画立案や施工管理の面でも気象・海象データの重要性は一層大きくなってきている。

この気象・海象データとは風速、風向、降雨量、霧、積雪量、気温、波高、周期、波向、潮位および潮流などであり、気象・海象観測によって得られるものであるが、一般の現場計測とは工事の実施結果とは関係のない自然現象を対象としている点でその趣きを異にしている。しかし、海上工事では工事の進捗および安全が気象・海象条件に強く支配されており、その重要性は一般の現場計測に劣るものではない。

計画・設計・施工計画立案および施工管理に必要な気象・海象データの種類と使用状況は表4. 1に示すとおりであり、利用目的によってそれぞれ異なっている。たとえば、計画・設計のためには工事地点（あるいは工事地点近傍）での十数年間にわたる

表4. 1 気象・海象データの利用

目 的		データの 種類	データの整理方法
計画 設計	構造物の 配置	通常時の 統計値 十数年分	・各事象の月別階級別 出現頻度 ・年間平均値 ・各事象間の相関分布
	構造物の 規模	異常時の 統計値 十数年分	・各事象の極値の抽出 と統計処理
施工 計画	施工方法 工事工程 使用船舶 機械の 選定	通常時の 統計値 数年間分	・各事象の月別階級別 出現頻度 ・各事象の非超過確率 分布 ・連続静穏期間 ・各事象間の階級別重 複出現率
	安全計画	異常気象 海象の 出現傾向	・月別出現頻度と出現 時のパターンの把握

データが必要であり、これを統計処理して、気象・海象の地域的特性や設計波高などが得られる。しかし、現在はまだこのような長期間の海象データは集積されておらず、波浪推算などを利用している。また施工計画立案のためには工事地点（あるいは工事地点近傍）での数年間のデータが必要であり、これを統計処理して工種別稼働日数などの算定が行われる。これに対し、施工管理のためには広範囲な地域に及ぶリアルタイムのデータが必要であり、これらに基づいて作業の実施あるいは中止、使用船舶機械の避難の必要の有無などを決定するための気象・海象予測が行われる。

以上から、工事の計画・設計および施工計画立案のための気象・海象観測は工事の事前調査の一部であり、施工管理のための気象・海象観測は現場計測情報システムの一部と考えられるので、以下後者について考察を行う。

2. 2 気象・海象予測の必要性

施工管理のための気象・海象観測を現場計測情報システムと考えると、これは入力情報として気象・海象データを、また出力情報として気象・海象予測を有するシステムを構成している。

この気象・海象予測の海上工事における重要性は極めて高く、たとえばケーソンの据付けを例にとると次のとおりである。一般にケーソンの据付け作業は有義波高0.5m以下、風速10m/s以下、日降雨量10mm以下の静穏日の2～3日程度の連続を必要とするが、気象条件の厳しい外洋では据付け可能回数は通年でもせいぜい20～30回程度しかない。したがって工事の円滑な遂行のためにはこれらの少ない機会を確実に捉えることが必要である。その反面、作業中に高波を受けると作業の中断や、やり直しのみならず、ケーソンの滑動やマウンドの破壊による工事の手戻りの可能性も生じるので、このようなことは極力避ける必要がある。このように工事の円滑な遂行のためには精度の高い波浪予測が不可欠なことは明らかである。

ここでは気象・海象予測をシステムとしてとらえ

①気象・海象データの現状

②気象・海象予測の現状

③気象・海象予測システム

について以下に概説する。

2. 3 気象・海象データの現状 1)

現在、気象観測は気象庁により全国各地の気象官署や洋上の船舶、ブイで観測されており、それらのデータは日本気候表、気象庁年報、および気象月報などの形で収集整理されている他、毎日9時、16時、22時の3回気象通報としてラジオ放送されている。また、異常気象には注意報や警報（大雨、強風）が不定期に発表されている。

一方、海象資料のうち潮位と潮流は潮位表、潮汐表、潮流図および水路誌などで工事に必要な情報は得られ、特に観測の必要はない。これに対し波浪観測は運輸省、北海道開発局、沖縄総合事務局、建設省、農林水産省、気象庁、海上保安庁および地方自治体などにより、現在180の沿岸性海域で長期的な観測が実施されている。これらの成果は、たとえば運輸省では「管内波浪観測台帳」、「波浪に関する拠点観測年報」として公開されているが、リアルタイムでのデータは船舶による目視および計器観測海洋気象ブイロボットによる観測などが気象庁に通報されているのみである。気象庁ではこれらのデータに基づいて、船舶向けの外洋波浪予測と内部情報としての沿岸波浪予測を実施しているが、現在はこれらの情報を直接には利用できず、結局はラジオ通報による波浪の概況と不定期の注意報および警報（波浪）が利用できるにすぎない。

以上が気象・海象予測に利用できる一般的なデータであるが、これらは局地的な気象・海象予測に関して必ずしも十分なデータとはいえず、特に海象データの不足が目立つ。このような気象・海象データの現況に対し、大規模な海上工事では、工事地点の近傍に波高計、風速計などを設置して独自の気象・海象観測を実施している例もあるが、面的な情報ではないためやはり十分とはいえない。

2. 4 気象・海象予測の現状

現在一般的な海上工事における気象・海象予測は気象・海象のラジオ通報と目視による現場海象状況に基づいて、最終的には現場担当者の判断によって実施されており、通常気象・海象時の予測精度はかなり良いが、気象・海象の急変による異常気象・海象を予測しきれないきらいがある。この結果、作業可能日における作業の休止、施工箇所の被災による手戻り、あるいは作業船舶の遭難などが発生した例

があり、特に作業船舶の遭難は人命がかかわるだけに重要な問題である。また、このような予測方法では、中期あるいは長期の予測は不可能であり、中期から長期にわたる効率的な工程計画は期待できない

一方、最近の大規模な海上工事では工事地点の近傍で独自の気象・海象観測を実施して、客観的な気象・海象の実況データを得ると共に、発注者が専門のコンサルタントと契約を結び、短期から長期におよぶ局地予報を実施する例も増えている。それらは小名浜港、鹿島港、苫小牧東港および御坊火力発電所などの建設工事において採用されており、これらの専門コンサルタントは気象庁と契約して、気象・海象に関する詳細な最新データを入手し、その予測精度はかなり良くなってきている。ちなみに小名浜港における作業可能あるいは不能に関する予報適中率は短期が80～85%、中期が75%、長期が65%と報告されている。2) しかし、より円滑な工事の遂行と特に作業船舶の遭難などの事故を防ぐためには、今後も予測の精度を上げるべく努力していく必要がある。

2.5 気象・海象予報システム 1)

以上述べたように、現在の気象・海象予測とその他の気象・海象データをさらに整備する必要のあることが判明した。したがって、今後の課題は気象・海象データおよび予測の充実を図ることと、それらを一体化した気象・海象予報システムを構築することと考えられる。

このような観点から、運輸省および気象庁では以下のことを評価あるいは実施しており、それらの今後の発展が期待される。

①気象・海象観測体制の強化

波浪とそれに密接に関連した海上風のデータ収集や外洋波浪のデータ収集を目的とした観測を船用波浪計のリアルタイム処理装置や観測ブイなどにより強化すると共に、それらのデータを人工衛星を利用してリアルタイムで収集する情報網を整備する。また、リモートセンシング技術の応用による面的な波浪の観測を推進する。

②気象・海象予報システムの構築

沿岸波浪観測網等から得られる膨大な量の沿岸波浪データの集積を行ない、工学的・統計的利用のための解析および提供を行なう沿岸波浪セ

ンター（仮称）を整備する。

3. 構造物の安定にかかわる現場計測

3.1 現場計測の現状

軟弱地盤上に建設される港湾構造物においては、構造物の安定はもちろん、完成後の挙動についても慎重な検討が必要である。そのため事前の設計段階においては模型実験によって工法や断面の検討を行ない、また施工中においても各種の計測器を設置して構造物の挙動を観測している。特に不確定な要素が多い海上工事では、施工中の現場計測は構造物や地盤の挙動を定量的に観測することで、その重要性が認識されてきた。

過去の港湾工事の施工例を調査した結果、施工中や施工が完了した後に

- a) 軟弱地盤の地盤改良効果
- b) 施工に伴う構造物や地盤の挙動
- c) 鋼製構造物の部材の応力度

等に関して計測を実施して

- イ) 施工中の安全性の確認
- ロ) 設計法の確認・修正

を行なった工事例が数多く見られた。3)

しかし、海上工事はその施工延長が長く、広範囲であるため、全区域に渡って計測することは工程の上でもコストの上でも困難であることから、ある区域を観測工区として特定して集中的に計測を実施してきた。このため、実際には計測した結果をもとに次の施工段階にただちにフィードバックして施工を進めるという短期的な対応を行なった事例は少なく次の設計のための基礎資料となるような中・長期的な対応とした事例が多くあった。

海上での計測はその殆どが土中あるいは水中部の測定であり、しかも施工が機動性の悪い大型作業船で実施されるため、測定項目や測定計測器の選定には特に注意を必要とするものである。図4.1は、軟弱地盤を砂杭で改良した二重鋼矢板護岸の標準断面図である。この工事では図4.2に示すように、施工時の矢板応力、変位、タイロッド張力の計測および背面土周辺の動態観測用に変位、沈下量の計測を行なった。その中で、水平変位や沈下量はトランシットやレベルで測定するので比較的容易に観測で

きるが、応力、張力は電氣的に測定するため、計測器やコードの破損が起きた時には計測できない事態も生じた。

その他の港湾工事の計測事例を調査した結果においても同様に、沈下量や水平変位量を測定項目とした事例が最も多く、次いで間隙水圧、傾斜計、部材応力、土圧を測定項目としていた。このことは、沈下や水平変位、間隙水圧等が地盤の破壊を予知するうえで重要な項目であることが分かる。

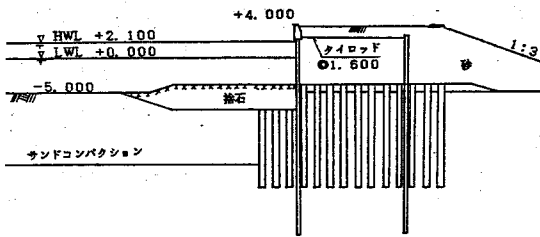


図4.1 二重鋼矢板護岸の標準断面図 4)

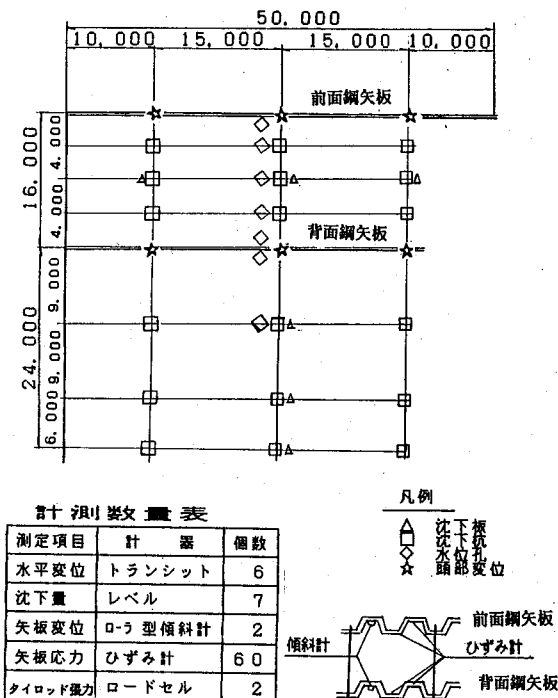


図4.2 計測器の配置および数量 4)

3.2 現場計測の問題点

前述のように、現場計測は出来形測定、安全性の

確認、設計法の修正等に利用されてきた。しかし、護岸あるいは港湾構造物においては計測の環境が悪いため、計測計画を立案するに際して問題点が多いここではこの問題点について述べる。

(1) 計器の選択

現存する計器について測定方式とその問題点についてまとめたのが表4.2である。

ここに、計測器が水中に設置される場合が多く、また施工時に計測器が荒っぽい取扱いを受けるという海上工事の特性を勘案して、表4.2を参照したい。

表4.2 測定方式とその問題点

区 分	計測項目	計器と 測定方式	計器の設置			測 定			計 器		
			計器の破損	リード線の保護	設置深度	計器の傾き	所要時間	自動化	感応部周辺土の乱れ	検出精度	耐用年数
沈 下	地表面 沈下	沈下板式	▲			▲	▲	▲	▲	▲	△
		音 測					▲	▲		▲	△
	層別沈下	挿入型	▲		▲	▲	▲	▲	▲	△	△
		埋込型	▲	▲	△	▲	△	△	▲	△	▲
側 方 変 位	地表変位	変位杭	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	△
		伸縮形	▲	▲		▲	△	△	▲	▲	▲
	地中変位	挿入型	▲		△	▲	▲	▲	△	△	△
		埋込型	▲	▲	△	▲	△	△	△	△	▲
間 隙 水 圧		間隙 水圧計	▲	▲	△	△	△			△	▲
土 圧		土圧計	▲	▲	△	▲	△	△		△	▲
ひ ず み		ひずみ計	▲	▲	△	▲	△	△		△	▲

凡例 △---問題点少 ▲---問題点多

したがって計測器の選定にあたっては、以下の事項について総合的に判断、決定することが必要と考える。

- 電気センサー、キャップタイヤなどの計測器と、その周辺機器を含めた精度、信頼性と耐久性

ii) 埋設、設置した装置、器材を工事の施工からどのように保護、維持するかといった保護策

iii) 計器の埋設、設置技術

ボーリング技術、計器設置技術（設置位置、方向等の精度）、ボーリング孔の埋戻し技術および材料

iv) 測定結果をリアルタイム処理することの可能性

v) 測定作業の内容、難易

一方、計測器の設置数量については、同一条件に少なくとも2ヶ以上の計測点を設け、異常値データの検証が可能となるような配慮が必要と考えられる。また、工事の性格から長期にわたって利用される場合も多いので、計測機器は安定性、耐久性、使い易さを主眼とし、機構的に単純なものが良いと考えられる。

(2) 計測項目

次に計測項目のうち重要と考えられる問題点についてみてみよう。 5)

(A) 沈下

港湾あるいは埋立地工事における沈下や側方変位の観測には不動点が必要となる。ところが軟弱地盤での海上作業では広範囲にわたって地盤が変位しているため近傍基準点の信頼性が低下することになる。このため近傍基準点遠方の不動の引照点と結んでおき、定期的に近傍基準点をチェック、補正することが必要となる。

(B) 側方変位

計器の設置位置は法先付近に重点が置かれる。剛性の高いパイプでは局部的な変位には追従しない。また、ガイドパイプ下端を硬い不動層まで入れないと信頼性を疑うような結果が生ずる。傾斜計は最近高精度のものが作られているので、測定精度はガイドパイプの種類、配置法に依存するものと考えられる。

(C) 間隙水圧

間隙水圧の測定は破壊の兆候を把握するためと、圧密の進行を知るために実施される。間隙水圧計は排水距離最大の盛土中央線上、間隙水圧コンターが描ける配置、破壊臨界内を把握する配置が考えられるが計器の数や重点の置き方が問題となる。臨界内の位置は現行計算法により正確に求めることはできない

が、計測器設置の決定にあたっては類似の事例を参考にすると良い。

(D) 土圧

土圧の計測は主として盛土中の挙動を知るのを目的とするが、長期にわたった計測はあまり多くないのが現状である。一方土圧の測定値には間隙水圧をも含んでいるので、有効応力状態を知るためには間隙水圧計を併設する必要がある。

(3) 計測の頻度と期間

港湾系構造物の建設工事は、長期化することが多いが、埋立工事はとりわけ施工期間が長い。計測は施工に合わせて粗な頻度で良いと思われる。計測期間については長期間の連続測定の実施が重要となり、この間の計測データを類似工事の設計施工に利用する方向で考えていく。

測定頻度について、いまだ定見はないが、対象とする施工現場における軟弱地盤の特性、施工速度などを考慮したうえで、例えば来馬らによって提案された下記表4. 3が参考となる。 6)

表4. 3 現場計測実施頻度の標準

工 程	計 測 実 施 頻 度
施工中	3～7日毎 (ただし危険箇所は毎日)
施工途中の放置期間	7～30日毎
施工完了後1ヶ年間	1～3ヶ月毎
その後5ヶ年間	3～6ヶ月毎

4. 環境の保全にかかわる現場計測

4. 1 水質の監視・計測

海上工事はその特質上、波浪・潮汐といった海象をはじめ自然環境の影響を強く受け、また工事の大半が直接目視しにくい海中で行なわれるなど、考慮すべき事項がきわめて多い。

しかるに現状では、気象・海象の影響について程度や時期などを的確に予測する技術や手段が十分でなく、工事に際し自然環境を制御できる部分はきわめて少ない。しかも、最近では沿岸海域利用に対する社会的要請の多様化、漁業権が設定されている海域

での権利の侵害、水産資源の保護など工事実施上の配慮要因も増加している。

したがって、海上工事の施工にあたっては、工事管理の一施策として施工による環境への影響を常時監視し工事管理者に対し、水質・振動・騒音等の環境に関する情報を正確・迅速に提供すると共に、海洋の汚染等の建設公害防止には万全の対策を施さなければならない。

本章では、海上工事で特に関係が深い水質汚濁防止対策にかかわる現場計測について述べる。

4. 2 計測項目

海上工事における水質監視・計測の主な目的は、工事に伴う周辺海域の水質環境、特性の変化を把握し、工事管理者がとるべき対策等についての判断ができるような情報を得ることといえる。

工事による周辺海域への影響を把握する方法としては、工事に伴って発生、変化するSS（浮遊物質）pH（水素イオン濃度）等の水質を計測する直接的な監視・計測と、工事の影響を受けるとされる底質・生物などの項目を監視・計測する間接的な方法とがあるが、通常の状態においては前者の方法が採用され、得られた情報は工事周辺海域の水質環境を示す指標として利用されている。

計測項目の決定にあたっては、工種ごとに周辺環境に影響を与えると予想される主たる建設行為（環境影響要素）を整理するとともに、水質の汚染、水中光量の減少といった環境変化の現象形態とその構成要素（環境因子）例えば、pH、DO（溶存酸素）SS等を抽出しておかなければならない。

表4. 4に環境影響要素と環境構成因子の関係を示す。

工事周辺海域の全般的な環境変化やその変化の因果関係を明らかにする上で必要なものが計測項目になるが、さらに測定の簡便さ、速さ、自動計測の可能性、他の水質環境因子等との相関関係の明確さ等を考慮して決定されるべきといえる。

工事で取扱う土砂、泥等によるにがりの発生、拡散に伴う他の水質環境因子、例えばN、Pなどのような栄養塩類やHg、Cdなどのような有害物質等の溶出、拡散等の影響を監視・計測するような場合には、前もってそれらの溶出量、拡散範囲等とにがりの発生量、拡散範囲等との関係を明らかにしてお

き、にがりの監視・計測結果からそれらの変化、影響を把握するようにすることによって、現場での計測項目を簡便で、実用的な計測方法によって行なえるものにすることができる。

海上での工事においてはその性質上、工事中ににがりを発生する場合が多いが、一般ににがりの規制は、SSで要求され、JISK0102（工場排水試験方法）のろ紙法が利用される。

しかしこの方法は測定に時間がかかるため、現場の迅速な判断指標とはなりにくい。このため現場でにがりを管理する場合には濁度とSS、または透視度とSSの関係式を事前に図表として求めておき、

表4. 4 環境影響要素と環境構成因子の関係

環境構成因子 ⇒ 環境影響要素	懸濁物質	有害物質	水素イオン濃度	化学的酸素要求量	N-ヘキサン抽出物質	大腸菌群数	溶存酸素	総窒素	総リン	全有機炭素
余水処理	◎	△		◎			◎	○	○	○
揚土	◎	△		◎	◎		◎	○	○	○
直投	◎	△		◎	◎		◎	○	○	○
捨石・被覆石	◎	△			◎					
敷砂	◎	△			◎					
サンドバイル	◎				◎					
SCP	◎	△			◎					
余盛り土砂	◎									
盛り土撤去	◎	○		○	○	○	○	○	○	○
コンクリート打設	◎		◎							
裏込め	◎									
表埋め	◎									
中詰め	△									
ブロック据付	△									
基礎杭打設	△									
鋼矢板打設	△									
攪拌注入	△		◎							

(注) ◎---直接的影響があるもの
○---関係が比較的大きいもの
△---関係が比較的小さいもの

現場で簡単に求められる濁度または透視度からSSを知る方法が取られている。

現状における水質連続監視装置では、濁度を測定するものが普及しており、その他水温、pH、溶存酸素、塩分、アンモニアイオンの6項目が連続計測項目として設定されている例が多い。

4. 3 計測箇所

計測箇所は、工事海域における汚濁物質の拡散状況、工事内容、周辺海域の利用状況等を考慮して決定されるべきであるが、一般的には以下に示す区域の境界に監視ラインが設定されることが多い。

- a) 工事海域 : 工事施工上必要であると考えられる区域
- b) 環境監視海域 : 工事に伴う水質環境の変化を監視すべき区域
- c) 一般海域 : 工事による影響は受けないと想定される区域

4. 4 計測データの取得

データを取得する方法は、一般的には固定監視局と移動監視局の2方式が考えられる。

固定監視局として、ブイ・観測塔・気球などが、また、移動監視局としては、船舶・航空機・自動車などが考えられる。

表4. 5に各監視局の一般的評価を示す。

表4. 5 海域監視方法の一般的評価 (7)

監視方法 評価項目	航空機	観測船	パイプ 取水 陸上局	観測塔	ブイ
海面監視	○	○	×	○	○
海中監視	×	○	○	○	○
海底監視	×	○	×	×	×
監視範囲	◎	○	×	△	×
連続性	×	△	○	○	○
移動性	◎	○	×	×	△
機動性	◎	○	×	×	×
汚染源探知	○	○	×	△	×
有人・無人	有	有	有・無	有・無	無

海岸近くでの水質データの取得には、塔またはパイプ取水陸上局が有利となるが、塔方式は水深が深くなると高価となるため、通常、海域での固定監視

局としては、ブイ方式が採用されている。

しかしブイに取付けて海域で安定に使用できる計測センサーの種類には限りがあり、現在海域で自動計測されている項目は6～7項目である。

計測機器については、防水加工、耐水加工など機器自体の問題のほかに、センサー部への汚物・生物の付着、採水系統の目づまりの問題、電源の問題等があり、保守および点検は、陸上の場合より入念に行なう必要がある。

一般に、沿岸海域でのブイによる自動監視・計測では、一週間に一度程度巡回して保守をおこなわないと正しい測定値が得られないと、いわれている。

船舶による移動監視局の場合には、採水をおこなえば、必要に応じた分析方法により計測することができる。

5. 今後の展望

海上土木工事の分野においては以上述べたように気象・海象、構造物の安定、環境に関する計測が工事の円滑な実施に対して重要な位置を占めている。これらの計測結果をより効果的に工事の実施に適用してゆくためには、以下の項目を今後の開発課題として向上を目指す必要がある。

(a) 計測、データ処理の効率化

常に施工状況を把握しておくためには、大量の計測情報を迅速に入手する必要がある。これには計測、データ処理の自動化を導入することが有効であると考えられる。

(b) 計測値の信頼性の向上

計測情報の迅速な入手とともに重要なことは情報の信頼性である。より正確な情報を得るためには計測器の精度、耐久性を増すことや、自動化による人為ミスの防止等が対策として考えられる。

(c) 計測データの解析、評価方法の確立

得られた計測データをいかに有効に使うかという手法が問題となる。データ解析の手法開発や解析結果の表現方法、さらに管理基準値の設定等が必要である。

その中で、ここでは特に(a)、(b)に対する有効な解決方法であると思われる計測、データ処理

の自動化について考察を行なう。

まず、計測、データ処理の方法について完全自動化、準自動化、マニュアルの各タイプ毎に利点と問題点を対比して、表4. 6にまとめてみる。

表4. 6 各タイプの計測器の利点と問題点

タイプ	利 点	問 題 点
A 完全 自動 化	計測時に気象海象の影響をうけにくい 大量のデータを処理しやすくリアルタイム処理ができる	装置は複雑であり故障しやすく、維持管理に手間がかかる コストが高い
B 準 自動 化	維持管理しやすい 大量のデータを処理しやすく準リアルタイム処理ができる コストはタイプAとCの中間 長期計測に向きやすい	データの収集は野外収録器（データレコーダー）にマニュアルで行なうため、気象・海象の影響を受けやすく、計測に手間がかかる
C マ ニ ア ル	維持管理しやすい 低コスト 長期計測に向いたものが多い	データ収集時に気象・海象の影響を受けやすく、計測に手間がかかる 大量のデータをリアルタイムで処理できない

表にまとめたように計測、データ処理の自動化によって、安定した計測ができることと大量のデータをリアルタイムに処理できるという利点がある反面逆に装置の維持管理の手間やコストアップという問題があり、どんな場合に完全自動化あるいは準自動化を適用するのが望ましいかを考える必要がある。

一般には工事規模が大きくなる程自動化のメリットが大きいことは容易に理解できる。また、構造物の安定についての計測もリアルタイムに大量のデータを処理できるという自動化のメリットを受けやすい項目である。気象・海象観測についても気象・海象条件の急変が工事の施工に重大な影響を与えることから、今後自動計測を十分に利用した予報システムが期待される分野である。

環境計測については、測定点が散在している場合が多く、計測機器の保守点検や電源供給に問題があるうえ、自動計測に適用できるセンサーの種類が限られていることや、測定データの伝送の難しさ等の理由で自動計測の適用が困難な分野である。

このように自動計測の適用を考える時、海上計測に対する自然環境条件を十分に考慮する必要がある。具体的にはデータの信頼性向上の難かしさや計測に要するコストの大きさを検討したうえで、計測の目的や現場条件を十分に考慮して完全自動からマニュアル操作まで最適と思われる方法を選択し、それらを併用して計測を行なってゆくことが重要である。一方、計測そのものの問題点として、計測の必要性項目、頻度、方法等を考える場合は工種や現場条件に応じて臨機応変に決める必要がある。

もうひとつの問題点として、計測によって得られる情報をどのように施工に生かすかということがある。計測結果を出来形の確認に利用するだけでなく施工へフィードバックさせることによって工事の安全、確実な進捗をはかる必要性は関係者の間で十分認識されており、今後さらに充実してゆべき分野である。その一端として、計測結果を施工のコントロール情報や施工計画情報として活用するという、計画へのフィードバックを含んだ工事管理システムが大規模工事を対象として構想されているので、その成果を期待したい。

(参考文献)

- 1) 越村安英：波浪の調査について
1982 埋立と浚渫 No.104
- 2) 吉村芳男：港湾工事のための波浪予報
1970 第17回海岸工学講演会論文集
- 3) 全国港湾工事報告会報告概要集
No.12 ～No.28
- 4) 堤 一高：二重矢板壁護岸工事 1975
全国港湾工事報告会報告概要集 No.21
- 5) 例えば 高田直俊他：
埋立盛土工事における現場計測工法の
現状と問題点
1981 現場計測工法シンポジウム
- 6) 来馬章雄、森田悠紀雄：
護岸及び港湾構造物における現場
計測工法の現状と問題点
1981 現場計測工法シンポジウム
- 7) 日本海洋開発産業協会他：
汚染海域浄化システムの設計研究総合報告書

1976