

地域特性を考慮した気象海象予測と GPS を利用した作業船舶の安全管理

北陸電力志賀原子力発電所建設所 正会員○宮本 武志
 北陸電力土木部 大森 義晴
 鹿島建設志賀土木工事事務所 秦 輝道
 五洋・東洋・東亜・みらい J V 中崎 康男

1. はじめに

志賀原子力発電所は、日本海に突出した能登半島西海岸の外洋に面し（図1）、復水器を冷却するための海水を取水し、放水する設備として、物揚場に取水口、防波堤沖合いに放水口を有する（図2）。これらの海域施設構築に当たっては、高波浪のため作業休止とした冬季以外でも海上作業は海象による制約を受ける。本稿では、作業可能日及び急変する気象海象状況を確実に把握し安全作業に資するため、海域工事で実施した、気象海象予測と船舶航行管理について報告する。

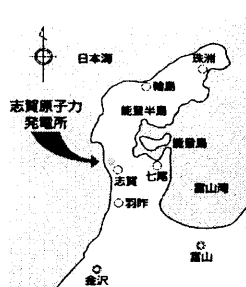


図1 位置図

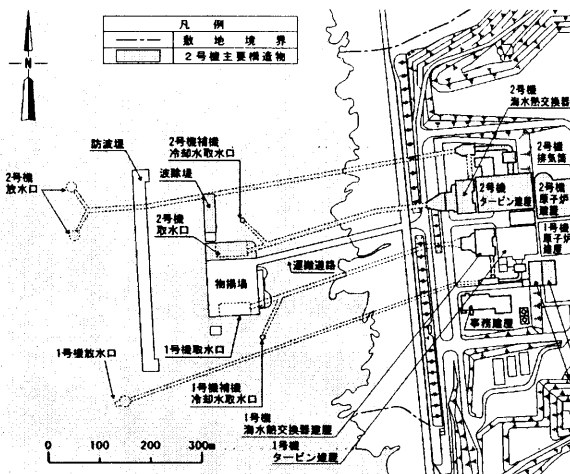


図2 発電所のレイアウト

2. 海域工事概要

主な海域工事は、取放水口をケーソン形式で構築するため、ケーソン設置箇所となる海底の砕岩・浚渫及び基礎コンクリートの打設並びにケーソン設置後の根固めコンクリートの打設であり、主として使用した船舶は引船により曳航される大型船舶である。これらの船舶は、波浪時の避難港として使用可能な金沢港が発電所から約50kmと離れていることから、波浪発生の予測結果をもとに半日程度の曳航時間に余裕をもって避難することが必要であった。また、ケーソンについてはヤードの都合により金沢港で製作したが、特に、取・放水設備に用いる有孔ケーソンは、大型起重機船による吊り曳航であり、曳航時間が長く突然の波浪の高まりには対処が困難である。このため、2日以上連続静穏（波高50cm以下）という条件下で、大型起重機船の金沢出港予定の1週間前から、気象・海象予測を十分検討し作業の可否を決定した。なお、大型起重機船によるケーソン曳航据付け作業は10回有り、これを起重機船の回航も含めて1シーズンの静穏期で施工した。

3. 気象海象予測

気象海象予測の対象海域は、発電所前面海域

と金沢港からの曳航経路及び荒天予想時における避難港（小型船舶の避難は地元漁港）までの経路とした。波浪予測手法としては、①気象

庁の波浪予測結果（数値予測モデル）を利用して予測する、②気圧配置を予想して自ら波浪推算を行う、③過去の気圧配置と出現波浪との関連性（類似天気図の手法）によって波浪を予測する、等の方法があり、ここでは地点特性を踏まえた専用の波浪推算プログラムを基本とした②の手法により予測した。また、予測結果を発電所前面の波高・波向実況波浪観測値と対比し、誤差が大きい場合には波浪推算を修正した。予測は、専門の気象予報士が現場事務所に常駐し、周辺海域の気象データを収集しながら表1の予測間隔で行い、翌日以降の作業可否を判断した。なお、予測結果、波高・波向実況観測結果等については、ユーザー認証機構

表1 予測種類及び内容

	名 称	予測時間	内 容
①	週間予測	16:30	向こう1週間の毎日の予測
②	短期予測	9:00、16:30	向こう3日間について6時間ごとの予測
③	短時間予測	6:30、12:30	向こう16時間について3時間ごとの予測

キーワード：GPS、気象海象予測、船舶航行管理

連絡先：〒925-0161 石川県羽咋郡志賀町字赤住1 TEL 0767-32-4690 FAX 0767-32-5096

を設けたインターネット専用ホームページを開設し、すべての工事関係者が閲覧できるようにした。

4. 船舶の航行管理状況

海上作業の円滑な実施と安全確保の観点から工事区域を明示する航路ブイを設置した。さらに、夜間に実施したケーソン曳航時の安全確認及び作業海域に隣接する漁場での刺し網、漁船との接触防止への利用を主目的として、GPSを全作業船に装備し、船の位置と軌跡を現場事務所のパソコン画面で把握する位置管理システム（図3）を導入した。同システムは、データの保管を含め、広域的な安全管理に有効な手法であり、次の特徴を有する。

① 海上保安庁の中波ビーコンを利用することにより、低コストと高精度を両立。

② 陸上用DMCA無線を位置及び気象データの電送に利用することにより、短時間で広範囲かつ複数隻の位置把握が可能。

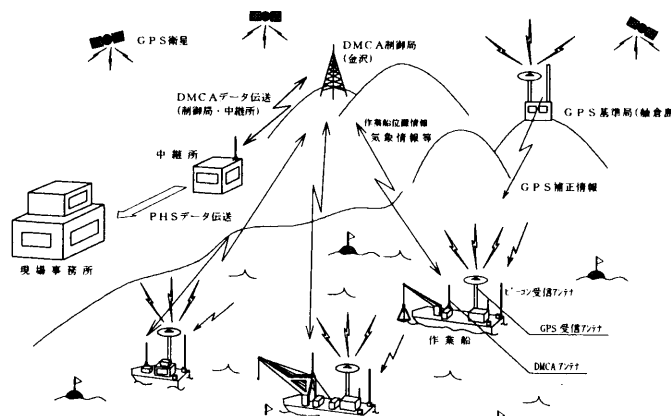


図3 航行管理システムの概念図

5. 気象予測精度と安全管理

平成11年～平成13年の3年間について、各年度末に予測波高と現地観測波高に顕著な差が現れた場合の気圧配置を整理し、予測精度の向上を試みた。予測精度の評価については、波高比に基づく適中率（図4）及び作業可否に基づく適中率（表2）を用いた。

波高比に基づく適中率については、3年間平均で、前日予報が約8割、3日前予報が約7割であり、春季・秋季は夏季に比較し予測精度は低くなった。また、作業可否に基づく適中率については、安全の観点から、特に、予測波高よりも観測波高が高い「ハズレ（ヒヤリ）」を無くすことに重点を置く必要がある。

このため、ヒヤリ事例を解析し、気圧配置の特徴を捉えることにより、同様な配置が観測・予測された場合には波浪推算に用いる条件（風速、吹送時間）に安全率を加え、現地の波高を高めて予測した。

3年間の予測業務の結果、当地において、静穏な状況から短時間（4時間以内）に1mを越える波高に急変するのは、日本海低気圧が存在する気圧配置の場合において、低気圧の進行速度が速く、中心気圧が1,000hPa未満で、対馬海峡から東進してくるケースが挙げられる。このような気圧配置以外にも晩秋には、一時的に冬型のような気圧配置となり、海象状況が急変はするケースが認められた。これらの状況は北陸地域の特徴であり、同地域で実施される工事の安全に活用できるものとする。

6. おわりに

海上作業の安全を確保する上で重要なことは、気象・海象に関する情報収集、正確な予測と情報提供である。今回の施工では、地点特性を考慮した気象・海象予測を行い、海象の急変等を遅滞なく作業船に提供した。さらに、GPSの利用により、作業船の位置把握が容易に行え、適切な航行管理（作業の効率化、広範囲の作業船の一括管理、夜間の航行時の管理）が可能となり、不測の事態でも災害を最小限に防ぐことができるものと考えられる。

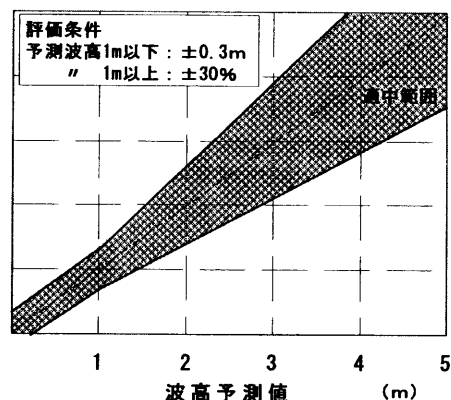


図4 波高比に基づく適中率

表2 作業可否に基づく適中率

		実測波高 H_a	
		$H_a \leq 1\text{m}$	$H_a > 1\text{m}$
予測波高 H_f	$H_f \leq 1\text{m}$	適 中	ハズレ(ヒヤリ)
	$H_f > 1\text{m}$	ハズレ(残念)	適 中