

IV-153 波浪の統計予測に基づく港湾工事等の安全管理に関する基礎的研究

○東北大学 正員 田中 伸
東北大学 正員 湯沢 昭
東北大学 正員 須田 熙

1 概要

我国のこれまでの港湾関係工事は、一般的には既設港湾の拡張が多く、荒天の時は港に逃げ込みながら長い年月をかけて作業を行なうのが普通であった。特に浚せつ作業は、平穏な気象海象の内海や港湾内での経験が主であった。近年の大規模な港湾工事は、自然現象の厳しい外洋に面した地点でのものが多い。大規模工事では、計画側から、港湾の早期完成が望まれるので、大量急速施工が要求される。この場合、大洋の大波を直接うけることが予想される港湾工事では、いつ、どのような波が来襲するかは、施工担当者にとっても未知、未経験の場合が多く、工事を急ぐあまり、不測の災害を招く事も予想される。従って、高波の合間をぬって大量急速施工を行なうには、波の予測がかかせないものとなる。又、遮蔽のない外洋シーバースにおける船舶の安全荷役に関しても、波の予報は極めて重要である。

さらに、工程管理の面から見た場合波浪予測は、港湾工事等における作業可能日数を推計することによる工事量、工事日数の算定に有用である。また、特定工種を施工するためには、限界波高以下の静穏な日が2、3日以上連続して現われない場合無意味であり、連続しない静穏な日は作業日数として期待できない。例えばケーソン据付の場合は据付、中詰、蓋コンクリート打設、設置、硬化を考えれば最低2日程度を必要とするし、ポンプ船の場合は現場へ曳航し、アンカー張り、排砂管の結合と退避のための所要時間を合計すると約7日に達するので、少なくとも2日以上静穏な日が連続しないと著しく非効率となる。防波堤工事の実績によれば、有義波高 $H(1/versus 3) = 0.5\text{m}$ 以下であれば殆どの作業が可能であり、 $H(1/versus 3) = 2.0\text{m}$ 以上になると殆どの作業が実施できなくなるのみならず、手戻り工事や災害を招くこととなる。

以上のようなことより、短期予測(1日、2日)、特に外洋を対象とした予測が精度よくなされることは、港湾工事等の安全管理や工程管理の面から非常に重要であると思われる。

2 統計的波浪予測の考え方及び使用データ

本研究の統計的手法は、いずれも気圧配置(天気図)と発生波高との間における相関関係に立脚しており、次の3つの方法により、波浪予測を行なうものである。

(ケース1)・・・クラスター分析より重回帰分析

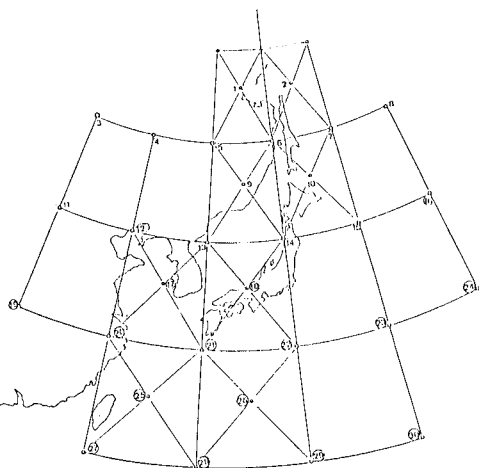
気圧配置(図2・1/参照)をパターンごとに分類(クラスター分析)し、各パターン別に波高予測式(重回帰分析)を求める。

(ケース2)・・・判別分析

波高を高さに分類し、各分類に対応する気圧配置と波高とにより判別関数を求め、新しい気圧データを入力することにより、波高を予測する。

(ケース3)・・・気圧と波高の対応

過去の気圧状態と相似している気圧に対応する波をもつて予測値とする。次に、気圧データ及び波高データは次のものを使用したことを示す。



(図2・1) 気圧配置図

(1) 気圧データ

昭和47年から昭和54年(8年分)の7時と12時の地上天気図(気象庁発行)をメッシュ(30ポイント)に分割し、各ポイントの気圧を用いた(図2・/参照)。

(2) 波高データ

北東北のある港の波高観測資料より12時間ごとの最大有義波高を使用した(昭和47年から昭和54年までの資料)。

3 波浪予測の方法論

前節の3つのケースについて、次のフローに従って計算を進める。尚、使用するサンプル数は、波高、気圧データ共約5800(365日×2×8年分)とする。

(ケース 1)

STEP 1 非階層的クラスター分析により、気圧パターンを10程度のクラスターに分類する(1クラスターの最少サンプル数は200以上とする)。

STEP 2 説明変数は、気圧データ(天気図より30ポイント、1日2回、図2・/参照)、風向、風速データとして、目的変数は波高とする。

STEP 3 各クラスターごとに重回帰分析を行ない、線形回帰式を計算する。この場合、予測する時間(12時間後予測、1日予測、2日予測、など)別に波浪予測式を求める。

STEP 4 予測として、新しい気圧データの所属クラスターを求め、その波浪予測式で予測する時間の波高を計算する。

(ケース 2)

STEP 1 波高をいくつかの階層に分類(例えば、波高が3.0m以上、波高が1.5mから3.0mの間、波高が0.0mから1.5mの間)し、これを外的基準として、気圧パターンの判別関数を計算する。この場合、予測する時間別に判別関数を求めておく。

STEP 2 新しい気圧データを(STEP 1)の判別関数を用いて所属グループを計算し、そのグループの波高範囲をもって予測値とする。

(ケース 3)

STEP 1 過去8年分の12時間ごとの天気図及びM地点の波高、風向、風速、気圧をデータベースに登録しておく。この場合、予測する時間の波高とその時点での気象データとの対応を明確にしておく。

STEP 2 新しい気圧データとデータベースの気圧パターンとの距離(ユークリッド距離、相関距離)を計算し、最小なるものに対応する波高をもって予測値とする。

4 結論及び問題点

本研究で用いられた統計的手法は、〃気象条件が同じであれば、波高も同じになるであろう〃という仮説の上に立ち、過去の類似性から波浪予測を行なったものである。本報告では、3つの方法を提案しており、これらいずれの方法においても同じような結果ができれば、その予測の信頼性は高いものと思われる。また使用したデータは、1地点のみであるが、データを変えることにより、任意の場所においても適用することが可能である。

いずれにしても、波浪予測を適切に行なうことは、安全管理、工程管理の面から欠くことのできない問題である。尚、計算結果及び予測の信頼性については、当日発表する予定である。