

1. まえがき

不規則に変動する海の波の特性は、代表波高・代表周期、パワースペクトルおよび波群特性から把握できる。波群特性とは来襲波の波の連なり上の特徴であり、特に波群内の高波の連の存在は海岸構造物の安定性に対し無視できないと考えられる。しかし、波の連なり方は海底地形、気象条件、波浪状況等により多種多様に変化するため、現地波は海岸工学上ランダムな波として取り扱われる傾向にあり、その波群特性評価に関する十分な検討は行われていない。一昨年、波群特性の高い波の抽出法として、主成分分析法が有効であることを報告した。

今回は、本解析手法によって異なる2地点の波浪状況の相違や低気圧の通過に伴う一連の異常波浪状況の時間変化を把握する場合にも適用できることが得られたので、ここに報告する。

2. 解析に用いた現地波形

表-1 現地波形の諸元

地点	日時	個数	個数合計
A地点	SS3.10.29 14時~10.29 18時	3	24
	SS3.11.28 12時~11.29 18時	16	
	SS3.12.2 18時~12.3 2時	5	
B地点	SS7.6.27 15時~6.28 1時	6	22
	SS7.10.9 9時~10.9 17時	5	
	SS8.2.18 9時~2.19 5時	11	

解析には、新潟県A地点と宮城県B地点の各3つの一連の異常波浪時の観測波形(有義波高 $H_{1/3} > 2\text{m}$)46個を用いた。観測波形は、両地点とも水深15mに設置された超音波式波高計により、2時間毎に20分間測定された。各地点の観測波形の日時、個数を表-1に示す。

図-1には、解析波形の有義波高 $H_{1/3}$ 、有義波周期 $T_{1/3}$ の時間推移を示す。有義波周期については、A地点が $T_{1/3} \approx 8$ 秒、B地点が $T_{1/3} \approx 11$ 秒とB地点の方が大きい傾向にある。

3. 解析手法

主成分分析法は、それぞれの波形から解析に用いる数種類のパラメーターを求め、これらの持つ情報を低次元に縮約して各波形の特性を客観的に評価するものである。

(1) パラメーターの選定

試行錯誤的に6つのパラメーター(表-2)を選定した。

この中で、 $H_{1/3}$ 以外の5つが波群性を表わすパラメーターであり、各値が大きいほど波群特性の高い波形と考えられる。

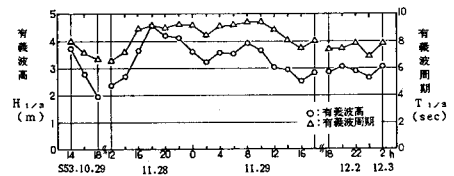
(2) 主成分分析法

本解析は、6次元のデータを2次元のデータで表わすことを試みた。本手法については、まず全波形から6つのパラメーターの値を求める。次に、6つのパラメーターの内各2つについて相関係数を求め、固有値計算、固有ベクトル(u_1 , u_2)計算を行なった後、第1主成分 u_1 、第2主成分 u_2 を求める。各波形毎の(u_1 , u_2)を2次元平面上にプロットし、解析結果について検討する。

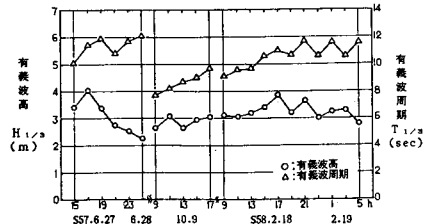
4. 解析結果

全46波形について計算した相関係数、固有ベクトルを表-3に示す。これより、次の点が言える。

(i) 有義波高と波群性を表わすパラメーターとの相関は非常に低いが、波群性を表わすパラメーター間の相関



(1) 新潟県A地点



(2) 宮城県B地点

図-1 現地波浪の時間推移

表-2 パラメーターの説明

パラメーター	記号	説明
有義波高	$H_{1/3}$	波高の代表値
平均波長	$\bar{L}(H_{1/3})$	1つの波形において、 $H_{1/3}$ を連続して超える波数を連続と見なし、1波群内で平均した値。高波の連を表わす代表値。
平均繰り返し長さ	$\bar{L}(H_{1/3})$	1つの波形において、1つの波群の中で最初に $H_{1/3}$ を超える波から次に $H_{1/3}$ を超える波の間の波までの波数を繰り返し長さと言ひ、1波群内で平均した値。
Groupiness Factor	G.F	SHWEH(波のエネルギーの時間変化曲線)の変動係数。
隣合う波の波高の相関係数	r_1	連続する2つの波の波高の相関を表し、相関が高いほど引続く波がより高い波となる確率が高くなる。
合田のパラメーター	Qp	1つの波形のパワースペクトルから求まる値で、スペクトル形の尖鋭度を示す。

係数は0.3~0.6とそれぞれある程度の相関が見出せる。

特に、 $\overline{J(H_{1/3})}$ と $\overline{I(H_{1/3})}$ 、 $\overline{J(H_{1/3})}$ と r_1 の相関が高い。

(ii) 固有ベクトル表より、第1主成分では5つの波群性を表わすパラメーターがほぼ同程度の高い寄与率を有し、第2

主成分では $H_{1/3}$ が非常に高く寄与している。したがって、第1主成分は波群特性の程度を表わす因子、第2主成分は波高の大きさを表わす因子と区別できる。

また、解析結果では、全データの持つ情報の内、第2主成分までで約63%の情報が吸収されていた。

(1) 2地点の波浪状況の比較

46個の波形の(u_1 , u_2)を u_1-u_2 平面上にプロットすると、図-2のような分布となる。 u_1 値が大きいほど波群特性が高く、 u_2 値が大きいほど波高の大きい波であると考えられる。同図には、A、B地点のプロット点を包含する領域も示した。これより、各地点の占有領域に違いがあることがわかる。A地点はB地点より u_2 軸上に広く分布するのに対し、B地点はA地点より u_1 軸上の大きい方に楕円状に分布している。従って、2地点の波浪状況を比較すると、B地点の波はA地点ほど波高が大きくならないが、A地点よりも波群特性が高くなる傾向があると考えられる。

(2) 一連の異常波浪の時間変化

波形観測地点の波浪状況は、低気圧の移動に伴って変化し、波浪の発達期、最盛期、減衰期の過程をたどり、来襲波の波高変化と対応づけられる。そこで、一連の異常波浪の発達~減衰過程において、解析結果を基に波群特性を含めた波浪状況がどのように変化するか調べた。

図-3は、図-2のプロットのうち昭和53年11月28日12時から11月29日18時のA地点の16波形について示した時間推移である。これをみると、一連の異常波浪の波高(u_2 軸)と波群特性(u_1 軸)の関係が、波浪状況の時間推移に対し、 u_1-u_2 平面上で半時計回りの軌跡として描かれる。この時は、図-1からわかるように、二山形の波浪の最盛期を含んだ波浪変化である。波浪の発達(u_2 の増大)とともに波群特性が高くなり(u_1 の増大)、11月28日18時に波浪の最盛期に達し(u_2 最大)、その後一旦波浪は減衰し波群特性も低下する。再び波浪が発達し始めると波群特性も高くなるが、減衰期に入り両者とも低い方に移行していく。このことは、波浪の発達期の方が減衰期より波群特性が高いと言うRyeの報告と一致する。

5. あとがき

以上の検討より、現地波浪の波群特性およびそれを含めた波浪状況を把握する際に、本手法の適用が有効ではないかと考えられる。今後は、気象状況と波群特性の関係についても検討したい。

(参考文献) (1) H. Rye: Wave Group Formation among Storm Wave, Proc. 4th ICCE, pp164~183, 1980.

表-3 相関係数と固有ベクトル

(1) 相関係数表

	$H_{1/3}$	$\overline{J(H_{1/3})}$	$\overline{I(H_{1/3})}$	G.F	r_1	Qp
$H_{1/3}$	1	0.182	0.058	0.099	0.201	0.118
$\overline{J(H_{1/3})}$	0.182	1	0.604	0.331	0.552	0.430
$\overline{I(H_{1/3})}$	0.058	0.604	1	0.506	0.450	0.343
G.F	0.099	0.331	0.506	1	0.338	0.314
r_1	0.201	0.552	0.450	0.338	1	0.511
Qp	0.118	0.430	0.343	0.314	0.511	1

(2) 固有ベクトル表

	第1主成分 u_1	第2主成分 u_2
$H_{1/3}$	0.162	0.919
$\overline{J(H_{1/3})}$	0.479	0.006
$\overline{I(H_{1/3})}$	0.464	-0.285
G.F	0.383	-0.242
r_1	0.465	0.122
Qp	0.409	0.040

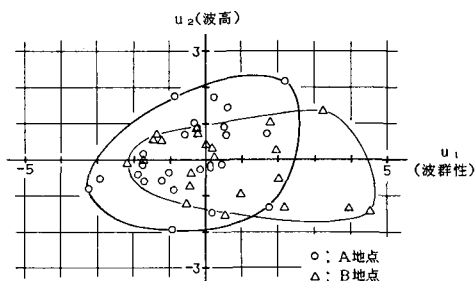


図-2 分析結果

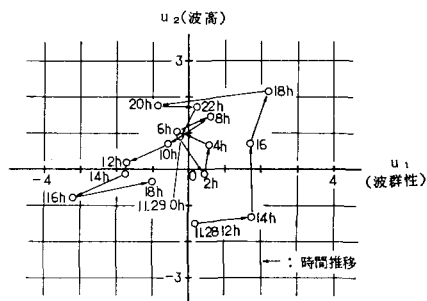


図-3 波浪状況の時間変化