

II-42

港湾における波浪予測

八戸工業大学 学生員○ 加藤 とも子
 八戸工業大学 学生員 下崎 有希子
 八戸工業大学 学生員 佐々木 文夫

1. はじめに

港湾工事において、波浪は作業船の稼働状況に影響するところが大きく、各港湾工事現場では的確な施工管理、安全管理を行うために何らかの方法で波浪の予測を行っている。しかし、波浪予報の情報提供がない多くの港では、的確な波浪予測を行うことは難しい状態にある。本研究では、このような場所において、容易に予測が可能な波浪予測方法を開発し、予測シミュレーションによる予測精度の検証を行ったものである。

2. 本研究の波浪予測法

本研究の波浪予測法は、統計モデルを用いた統計論的方法であり、波浪データと気圧配置の動きとの関係を統計的に分析し、予想気圧配置図を用いて数日後の予測を行うものである。分析方法は、気圧配置の動きを画像的に捉えるために、質的なデータも扱うことのできる数量化分析を用いた。波高予測については、作業の連続性を考慮し、1～3日後の予測を目的とする。また、作業の可否が重要であることから、モデル作成のための分析方法は、数量化分析の1つでグループの判別に用いられる数量化分析Ⅱ類を適用し、基準波高（作業船の作業限界波高）より上か下かの判別型とする。今回数量化分析に使用したソフトウェアは、Microsoft (R) Excel のアドイン・ソフトウェアである Excel 統計を用いた。

3. 数量化分析Ⅱ類による波高予測モデルの作成

数量化Ⅱ類による分析に使用したデータは、予測地点である岩手県久慈港の波高計による波高（AM9:00 の有義波高 4 年分）、地上気圧配置図（AM9:00 4 年分）を用いた。外的基準である波高については、海上作業の限界波高を基に表1・2とし、説明変数には表3に示すアイテム及びカテゴリを用いた。気圧配置図については、緯度・経度線で図1に示すようにブロック分けを行い、各ブロックでの気圧中心の有無により気圧配置を画像的に捉えるようにした。また、季節によって特有の気圧配置があることから、夏場（4月～10月）、冬場（11月～3月）と分け、各 case について1～3日後予測の分析を行い、各群がよく分離されるように各データのサンプルスコアを求め、1群・2群の判別の度合いを線形判別関数により判別率で表した。分析は、数量化分析ソフトにより、表1・2の群のコードと表3のアイテムに反応したカテゴリコードを入力して行う。

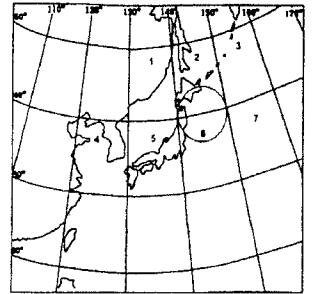


図1 ブロック分け

表1 caseⅠ 外的基準（基準波高 1.5m）

外的基準		群のコード
予測日の波高	$H \leq 1.5\text{m}$	1
	$H > 1.5\text{m}$	2

表2 caseⅡ 外的基準（基準波高 1.0m）

外的基準		群のコード
予測日の波高	$H \leq 1.0\text{m}$	1
	$H > 1.0\text{m}$	2

表3 説明変数

アイテム	カテゴリ	カテゴリコード	備考
2日前・1日前の波高	$H \leq 1.0\text{m}$	1	2日後解析の場合は2日前の波高のみ、3日後解析の場合は、3日前の波高のみ。
	$1.0 < H \leq 1.5\text{m}$	2	
	$H > 1.5\text{m}$	3	
	ない	1	
2日前・1日前・当日の各ブロックの気圧中心	高気圧ある	2	気圧配置図より読み取る。台風は低気圧とみなす。
	低気圧1000hpaより大	3	
	低気圧1000hpa以下	4	
2日前・1日前・当日の予測地の等圧線の数	2本以下	1	図1の円の中に含まれる本数を気圧配置図より読み取る。
	3～4本	2	
	5本以上	3	

4. 分析結果

分析結果を表 4 に示す。判別的中率において、case II は case I に比べやや低い中率となっている。また、2 日後、3 日後と予測日が長くなると的中率は低下することが判る。しかし、修正判別の中率においては各 case とも高い値となり、1 日後解析で 91%以上、2 日後解析で 88%以上、3 日後解析で 86%以上の高い中率を得ることができた。ここで、修正判別の中率とは、本研究での波高予測は AM9:00 の有義波を予測しようとしたものであるが、実測の波高データを調べてみると急激に波高が上昇あるいは下降した場合を除いても、AM9:00～PM5:00 の間で 0.2 m 程度の変動があり、作業にほとんど影響しないことから外的基準に ±0.2m の許容範囲を設け、表 5 に示すように補正した場合の的中率である。

表 4 分析結果

	基準波高		サンプル数	相関比	判別的中率	修正判別の中率
Case I 一夏	1.5m	1 日後解析	769	0.3858	87.3	92.2
		2 日後解析	769	0.3071	82.1	88.0
		3 日後解析	755	0.2669	81.1	86.1
Case I 一冬	1.5m	1 日後解析	527	0.4996	90.1	94.5
		2 日後解析	527	0.4381	88.6	93.0
		3 日後解析	517	0.4097	87.4	92.5
Case II 一夏	1.0m	1 日後解析	769	0.3857	78.3	91.7
		2 日後解析	769	0.2802	74.5	88.4
		3 日後解析	755	0.2394	71.8	86.5
Case II 一冬	1.0m	1 日後解析	527	0.4150	81.0	92.4
		2 日後解析	527	0.4093	81.2	92.0
		3 日後解析	517	0.3409	77.8	89.2

表 5 外的基準の補正

	カテゴリ	修正後カテゴリ	群のコード
case I の外的基準	$H \leq 1.5m$	$H \leq 1.7m$	1
	$H > 1.5m$	$H \geq 1.3m$	2
case II の外的基準	$H \leq 1.0m$	$H \leq 1.2m$	1
	$H > 1.0m$	$H \geq 0.8m$	2

5. 波高予測シミュレーションによる予測精度の検証

4 の分析で作成した波高予測モデルを用いて、2000 年 1 月～12 月の波高計データと実況及び予想気圧配置図を使用しシミュレーションを行った。新しいデータは、表 3 のどのカテゴリに反応しているのかを読み取り、サンプルスコアを求める。このサンプルスコアが分析時の線形判別関数により、どの群に近いのかを判別することで、予測精度の検証を行った。

表 6 に結果を示すように、1 日後予測においてモデル作成時の修正判別の中率に近い値となり、90.5～96.4%の高い値を得ることができた。2 日後及び 3 日後予測においては、モデル作成時の修正判別の中率よりやや低い値となったが、79.9～88.9%の値を得ることができた。以上の結果、1 日後予測においては高い精度で予測可能と判断できる。また、2 日後及び 3 日後予測においても作業の段取りを行う上で目安にできると考えられる。

表 6 シミュレーションの結果

	基準波高		サンプル数	シミュレーションの修正判別の中率	モデルの修正判別の中率
Case I 一夏	1.5m	1 日後解析	140	135	96.4
		2 日後解析	136	116	85.3
		3 日後解析	134	107	79.9
Case I 一冬	1.5m	1 日後解析	105	97	92.4
		2 日後解析	81	70	86.4
		3 日後解析	81	72	88.9
Case II 一夏	1.0m	1 日後解析	140	133	95.0
		2 日後解析	136	120	88.2
		3 日後解析	134	113	84.3
Case II 一冬	1.0m	1 日後解析	105	95	90.5
		2 日後解析	81	71	87.7
		3 日後解析	81	70	86.4

6. まとめ

本研究での数量化分析Ⅱ類を適用した波高予測モデルは、予測シミュレーションの結果より、高い精度で予測が可能であることを立証できた。つまり、波浪予報の情報提供がない港に本波浪予測法を適用すれば、容易に高い精度で波高予測が可能となる。

7. 参考文献

- 有馬 哲・石村 貞夫 共著
：多変量解析のはなし 1987 p 313 東京図書株式会社
- 須田 熙・湯沢 昭
：波浪予測に基づく外海シーバースの待ち行列に関する研究
第 339 号 1983 p 177 - 185
- (財) 日本気象協会 編集
：気象 FAX の利用法 Part I Part II 1996 Part I p131 Part II p132