

必要連続静穏時間を考慮した海上工事の作業可否判定への
沿岸波浪数値予報モデル GPV の適用可能性に関する一検討

鹿島建設(株) 正会員 ○鈴木一輝 岩前伸幸

1. 背景と目的

海洋土木工事において、工事海域の気象・海象は日々の作業可否、ひいては工事の全体工期に多大な影響を与える。このため、海洋土木工事の日々の施工管理においては数日から一週間程度先までの気象・海象を踏まえることが重要となり、気象庁や民間の気象予報会社による各種の気象・海象予報はそれに対し有益な情報を与える。これらの予報データのうち気象庁の沿岸波浪数値予報モデル GPV（以下、CWM）の精度については、原ら¹⁾がナウファス波浪観測データとの比較を通じて検証し、海域により差こそあるものの概ね良好な精度であることを示している。一方、筆者らは、海上工事の稼働率は作業に必要な連続静穏時間により大きく異なることを報告している²⁾が、必要連続静穏時間を考慮した予報モデルの精度については検証が十分に行われていない。そこで、本研究では、必要連続静穏時間を考慮した場合の作業可否について、日本海側と太平洋側の各1地点を対象に CWM の精度の検証を目的とした。

2. 検証方法

2.1 使用データ

全国港湾海洋波浪情報網（ナウファス）³⁾による波浪観測（連続観測）データ（以下、NOWPHAS）のうち秋田と鹿島における 2020 年 4 月～10 月の波浪観測値と CWM による予報値を比較した。ここで、CWM については日本標準時 21 時を初期時刻とした予報データから、0.05 度×0.05 度の格子点値からナウファスの観測点に最も近い地点の値を抜き出して用いた。

2.2 データ処理と評価指標

はじめに、NOWPHAS、CWM それぞれから各日の 6:00～18:00 における連続静穏時間を集計する。ここで連続静穏時間は連続して静穏（作業限界以下）となる最長の時間として定義する。CWM に含まれるのは3時間間隔のデータであるため、事前に NOWPHAS の時間間隔とあわせ 20 分値に線形補間した上で集計する。作業限界は作業内容や作業船の諸元により異なるが、ここでは、有義波高 0.5m、1.0m、1.5m と有義波周期 6.0s、8.0s を組み合わせた 6 パターンを考える。次に、連続静穏時間を必要連続静穏時間と比較し、各日の作業可否を判定する。必要連続静穏時間は 4、6、8 時間の 3 ケースを検討した（本稿では 4 時間の結果のみ示す）。

以上により、NOWPHAS、CWM それぞれから判定された日別の作業可否を比較し、適中率、空振り率、見逃し率を整理する。ここで、適中率は全日数における予測が適中した日数の割合、空振り率は作業可と予報した日数のうち実際は作業ができなかった日数の割合（第一種過誤の割合）、見逃し率は作業が可能であった日数のうち作業不可と予報していた日数の割合（第二種過誤の割合）をそれぞれ表す。CWM には 72 時間先までの予報値が含まれており、1～3 日後それぞれの予報値に対して上記の比較を行った。作業可否判断の条件によってはほとんど全ての日で作業可または作業不可という状況が生じる（表-1）。この場合は気候学的な確率で予報が適中する頻度を取り除いた指標を用いる方が適切な評価ができるが、本研究では、予報データの施工時の作業可否判断への適用性を検討する上では適中率で十分評価できると考え、考慮しない。

表-1 鹿島における作業可能日数(全 214 日中)

作業限界		必要連続静穏時間		
波高	周期	4 時間	6 時間	8 時間
0.5m	6 秒	1 日	0 日	0 日
	8 秒	3 日	1 日	0 日
1.0m	6 秒	7 日	5 日	3 日
	8 秒	47 日	34 日	26 日
1.5m	6 秒	13 日	13 日	9 日
	8 秒	67 日	59 日	48 日

キーワード 海上工事, 施工可否判断, 連続静穏時間, 数値予報 GPV

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

3. 結果

秋田、鹿島において必要連続静穏時間を4時間とした場合の予報精度を評価した結果を表-2、表-3にそれぞれ示す。全体的に良い適中率となっており作業可否判断における有効性が示唆される。ただし、秋田においては波高1.0m/周期6秒、波高1.5m/周期6秒を作業限界とした場合、鹿島においては波高1.0m/周期8秒、波高1.5m/周期8秒を作業限界とした場合で他の条件と比べ適中率が低くなっており、同一の予報データであっても作業可否判断の基準によりその確度に差があることに留意が必要である。予報時間の増加にともなう精度低下については、先行研究⁹⁾でも指摘されており、1日後～3日後予報の間で精度に大きな違いはみられず、予報時間が増加すると精度が低下すると一概には言えないことが分かる。

空振り率と見逃し率を見ると、いずれの指標についても鹿島で大きめの値となっているが、これは実測と予報のいずれにおいても指標の分母にあたる作業可の事例数が少ないことによる見かけ上のものである。例えば、作業限界が波高1.0m/周期6秒の場合の作業可の日数は実測で6日、1日後予報で7日、実測・予報とも作業可であるのは3日であった。また、一部に例外はあるが全体的に見逃し率が空振り率よりも高い傾向が見られる。このことから、CWMによる作業可否判定には厳し目のバイアスがある可能性が示唆され、このような予報データの特徴を事前に把握しておくことは、工事で予報データを活用する上で有益であると考えられる。

表-2 秋田における予報精度(適中率・空振り率・見逃し率)

作業限界		1日後予報			2日後予報			3日後予報		
波高	周期	適中率	空振り率	見逃し率	適中率	空振り率	見逃し率	適中率	空振り率	見逃し率
0.5m	6.0秒	0.893	0.034	0.145	0.897	0.026	0.145	0.897	0.050	0.122
	8.0秒	0.963	0.023	0.037	0.916	0.040	0.097	0.930	0.039	0.075
1.0m	6.0秒	0.836	0.030	0.195	0.864	0.029	0.157	0.850	0.037	0.170
	8.0秒	0.953	0.041	0.018	0.944	0.047	0.024	0.893	0.066	0.071
1.5m	6.0秒	0.771	0.023	0.261	0.818	0.021	0.205	0.804	0.021	0.222
	8.0秒	0.949	0.021	0.036	0.949	0.016	0.041	0.902	0.042	0.066

表-3 鹿島における予報精度(適中率・空振り率・見逃し率)

作業限界		1日後予報			2日後予報			3日後予報		
波高	周期	精度	空振り率	見逃し率	精度	空振り率	見逃し率	精度	空振り率	見逃し率
0.5m	6.0秒	0.991	1.000	1.000	0.995	—	1.000	0.995	—	1.000
	8.0秒	0.972	1.000	1.000	0.986	—	1.000	0.986	—	1.000
1.0m	6.0秒	0.967	0.500	0.571	0.967	0.500	0.714	0.972	0.000	0.857
	8.0秒	0.808	0.375	0.681	0.790	0.429	0.830	0.766	0.667	0.936
1.5m	6.0秒	0.935	0.556	0.692	0.953	0.200	0.692	0.944	0.400	0.769
	8.0秒	0.785	0.216	0.567	0.743	0.269	0.716	0.724	0.318	0.776

4. まとめ

秋田と鹿島を対象に、必要連続静穏時間を考慮した作業可否判断におけるCWMの適用可能性を検討した結果、全体として良好な精度であることが分かった。また、実際の作業条件に合わせた集計に基づき予報の特性を把握しておくことの有用性を論じた。より長期のデータを用いた検討は今後の課題である。

参考文献

- 1) 原ら：海上施工での利用を目的とした沿岸波浪数値予報モデル GPV(CWM)の精度検証，土木学会論文集 B3(海洋開発)，Vol. 75, No.2, I_935-I_940, 2019.
- 2) 鈴木ら：必要連続静穏時間を考慮した稼働率に関する一検討，第75回土木学会年次学術講演会，II-107, 2020.
- 3) 全国港湾海洋波浪情報網(NOWPHAS, 国土交通省港湾局)：<https://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/index.html>