日本周辺の極端波浪の長期解析と気象・地形要因

大成建設株式会社 正会員 〇千綿 蒔 京都大学防災研究所 正会員 志村 智也 金沢大学理工研究域 正会員 二宮 順一 京都大学防災研究所 正会員 森 信人



図-1 気象擾乱毎のGEV分布形状の違い
(青:太平洋側の下田,橙:日本海側の瀬棚
実線:(ALL)擾乱分け無し,点線:TC,破線:BC,
○:TC, Δ:BCの値をそれぞれ表す)



図−2 各気象擾乱による年最大波高に対するGEVの 位置母数µの空間分布(上:台風,下:爆弾低気圧)

1. 背景と目的

波浪に対する極値統計解析は、海岸構造物の設 計波を求めるために用いられ,工学的に非常に重 要である.その際、長期間の観測値や推算値をも とに極値波高を求め,幾つかの極値分布に対する 母数の最適化が行われるが、手順に乗っ取り関数 の最適化が行われるだけで、極端波浪を引き起こ す気象擾乱との関係は考慮されない.異なる気象 擾乱により極値分布の標本が構成されている場合, 擾乱毎に年々変動が異なるため、外力に依存した 極値分布の不確実性が内在する. そこで、日本沿 岸全域を対象に台風(TC; Tropical Cyclone)と爆 弾低気圧(BC; Bomb Cyclone)の2種類の気象擾 乱別に極端波高の極値統計解析を行い、極値分布 を決定付ける気象要因の影響を解析した.気象擾 乱によって決まる極値分布を面的に評価するため, JRA-55をもとに計算された長期波浪再解析結果を解 析に用いた.また,100m 解像度の波浪推算を用い た湾スケールでの極値統計解析によって、極値分 布に対する局所地形の影響も考察した.

2. 手法の概略

解析に用いた波浪データは、JRA-55の風速及び 海氷データを外力として WAVEWATCHIII(WW3) によって、17km 解像度で行った 34 年間の波浪推 算結果である.極端波浪を引き起こし得る気象擾 乱として台風及び爆弾低気圧に注目して分類した. 気象擾乱データは、台風に IBTrACS、爆弾低気圧 に JRA-55 の海面更正気圧から自動抽出した結果 を用いた.それぞれの気象擾乱の中心から一定距 離の有義波高を対象に、年最大波高を抽出し、気 象擾乱の種類別の極値波高とした.極値分布は位 置母数μ、尺度母数σ、形状母数kの3 母数関数で ある一般化極値分布(GEV)を仮定し、各母数の

キーワード 極端波浪,極値統計,台風,爆弾低気圧 連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町334-1 大成建設(株) TEL080-1778-9370





空間分布を推定した.

3. 極端波浪と気象要因の関係

気象擾乱の種類別に有義波高の極値統計解析を 行い,極端波浪を引き起こす気象要因と波高の関 係を解析した.一般的に太平洋側では台風,日本 海側では爆弾低気圧の影響が支配的であるため,

下田(太平洋側)及び瀬棚(日本海側)における GEVの位置母数µの分布形状は異なる特徴を示す

(図・1).特に日本海側西日本では,台風と爆弾低 気圧が混在した特徴的な極値分布を持つ.ついで, 3 母数の空間分布と気象擾乱の関係を解析した. 台風及び爆弾低気圧による極端波高の位置母数 μ の空間分布 (図・2) は各気象擾乱の経路と関連す る結果が得られた.解析対象領域における台風の 通過頻度と GEV の μ , σ , k の空間分布の相関係数 を求めると,各 0.57,0.42,-0.21 であった.爆弾低 気圧についてもこれと同様の結果が得られ,GEV 母数 μ , σ との相関係数は台風よりも高い(各 0.81, 0.67,0.29).母数 μ , σ は気象擾乱による直接的な 関係を持つのに対し,kは空間相関も低く,擾乱の 経路との相関が弱くランダムな振る舞いを持つ.

4. 極端波浪と地形要因の関係

沖波の極端波浪の極値分布に加えて 10km スケ ールの地形の影響を評価するために, 細島, 秋田, 仙台を対象に 100m 解像度の波浪推算を行い, 湾 スケールで極値統計解析を行った. 波浪推算には, WW3 に SWAN を接続した数値モデルを用い た. 例として図-3 に秋田・D2 における位置母数 *μ* の空間分布を示す. 相対水深の減少に伴う浅水変



図-4:各領域D2における年最大波高のGEVの位置母数µの岸沖分布(縦軸は相対水深kh=8の値によって無次元化.実線:平均値,網掛け:標準偏差.色は岸沖断面の違いを表す;緑:細島,赤:秋田,青:仙台).

形や屈折・回折等による波高減衰の影響が位置母数の空間分布に表れている.岸沖断面の平均的変化を調べたところ(図-4),深海域 $kh>\pi$ から浅水変形によって μ は減少し,kh<1では浅水変形・浅海砕波によって値が急減している.砕波前に μ の減少の割合が異なるのは,屈折や回折の影響が対象領域によってばらつくためであると考えられる.同様に, σ 及びkと水深の関係を解析し,浅水変形や半島周りの回折効果がGEVの各母数に与える影響を調べ,地形による沖波波高の不確実性を,極値分布をもとに明らかにした.

5. まとめ

波高の極値分布形状を決定する気象および地形 の要因について解析した.総観スケールではGEV の2つの母数は気象擾乱の経路に強く依存するこ とが分かった.また,湾スケールではより細かい スケールで地形による波の変形によって GEV の 母数が変化することを明らかにした.

参考文献

- 森信人・千綿蒔・二宮順一・間瀬肇: JRA-55 を用いた日本周辺の冬期低気圧の長期変動特性について、土木学会 論文集 B2(海岸工学)、72.2, pp. I_487-I_492, 2017.
- 志村智也・森信人: JRA-55 にもとづく日本周辺の高解像 度長期波浪推算と波候スペクトルの解析, 土木学会論文 集 B2(海岸工学), 74.2, pp. I_127-I_132, 2018.
- 3) 久保田博貴・辻尾大樹・森信人:WAVEWATCHIII-SWAN カップリングモデルの空間解像度に対する沿岸域の波浪 推算精度の検討,土木学会論文集 B3(海洋開発),74.2, pp. I_617-I_622,2018.