

直立護岸を用いた潮汐・高潮・波浪・超波・越流による浸水モデリング

熊本大学 学生会員 堤 豪
 熊本大学 正会員 Jo Junbeom
 熊本大学 正会員 金 洙列
 京都大学 正会員 間瀬 肇

1. はじめに

気候変動により熱帯低気圧が発生し台風が出現することで、多くの国に環境面や経済面に多大な影響を与えている。日本も例外ではなく、毎年のように台風が襲来している。また、台風により高潮・高波・超波・越流による浸水や構造物の破壊などが発生し甚大な人的・物的被害が出ている。このような被害を防ぐためには、事前に大規模な高潮・高波を予測すると共にその評価と事前準備を備える必要がある。

例として2018年台風21号を挙げる。この台風は2018年の8月末に南鳥島近海に発生し、9月初旬に大阪湾に上陸した(図-1)。本州上陸時の台風の中心気圧は約950hPa、約60cmの水位上昇がみられた。関西国際空港にて最大瞬間風速58.1m/sを記録し、大阪湾にて最大水位3.29mを記録され、場所によっては5m以上の浸水高が確認されている。大雨により潮位も急上昇していたことから、風速・水位・潮位ともに観測史上トップクラスを記録している。また、この台風によって高潮が発生し、高潮・高波・超波・越流などの複合要因による浸水被害が多く確認されている。死者14人の人的被害、全壊25棟、半壊189棟、一部損壊50,053棟の住家被害が確認、また関西国際空港や南芦屋浜では高潮と高波による超波の影響で冠水したり車が流さ

れたり、この台風による被害がいかに大きかったかを物語っている。

本研究では、Jo et al. (2021)が開発した潮位・波浪・高潮・越波/打上げ・越流の複合要因による浸水予測モデルを用いて、秋田港を対象に擬似台風と直立護岸を用いた数値実験を行い、浸水予測モデルの実用性を確かめた。

2. 理論

複合浸水のコンセプトとして3つのパートに分けられる(図-2)。1つ目が潮汐・高潮・高波の影響、2つ目が超波・越流の影響、3つ目が河川流量・降雨・排水管逆流などの外的要因による影響である。超波と越流はそれぞれ、潮位は堤防より低い波の打ち上げにより浸水する状況、風と気圧により潮位が堤防より高い状況を指す。複合浸水はこれらが主な要因となって起きてしまう。本研究では2つ目の影響までを考慮した浸水推算を行なっていく。後述する秋田港における仮想実験では潮汐と排水管逆流は考慮しない。

使用する数値モデルは、金ら(2019)により開発された平面2次元非線形長波方程式と波浪モデルSWANを

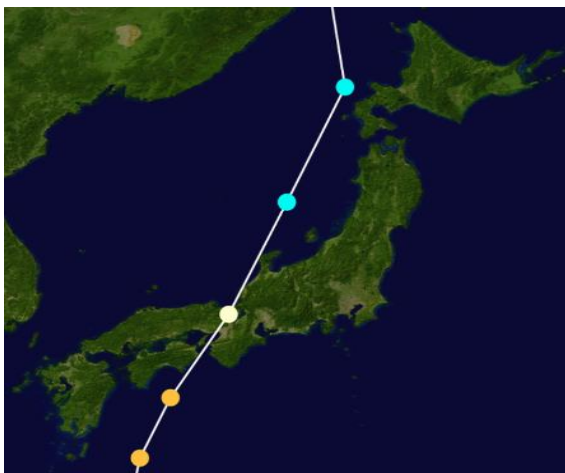


図-1 2018年台風21号の経路

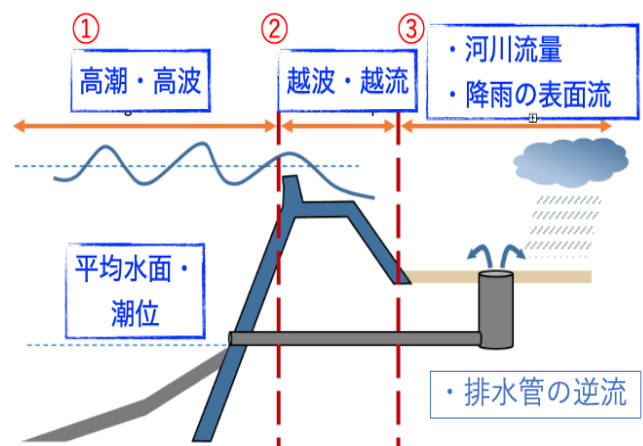


図-2 複合浸水の概念図

結合した潮汐・高潮・波浪結合モデル SuWAT を用いる。これは主に連続式と運動方程式で数値を求めていくモデルである。波浪情報の設定は IFORM で行う。風場の Mitsuyasu-fujii モデルと気圧場の Mayers モデルを用いる。

3. 計算手法

ここでは、秋田港での仮想実験での計算条件を述べていく。台風モデルに関して、風場は Mitsuyasu-fujii モデル、気圧場は Mayers モデルを用いる。架空の台風は超波と越流による氾濫が十分発生するように中心気圧を 913hPa、台風半径を 50km に設定して、台風経路は経度 40°をまっすぐ東に進むように設定する。風場において吹込み角度は 30°、風速低減係数は 0.7 とする。

次に SuWAT に関して、計算領域を 4 段階ネスティングで境界条件は与えずに計算し、D4 は解像度 300m である(図-3)。また Janssen の手法に従う波浪依存海面抵抗係数を用い、風速制限は 25m/s を適用する。マニング粗度係数は 0.025 とし、計算時間は 24 時間で 10 分毎の水位変化を割り出す。IFORM で堤防に対する波打ち上げおよび浸水要因を設定し、護岸は直立護岸、堤防の高さは 2.7m とする。

4. 結果および考察

計算結果から、計算領域の秋田港内の超波・越流による水位上昇量を比較したものを図-4 に示す。越流に

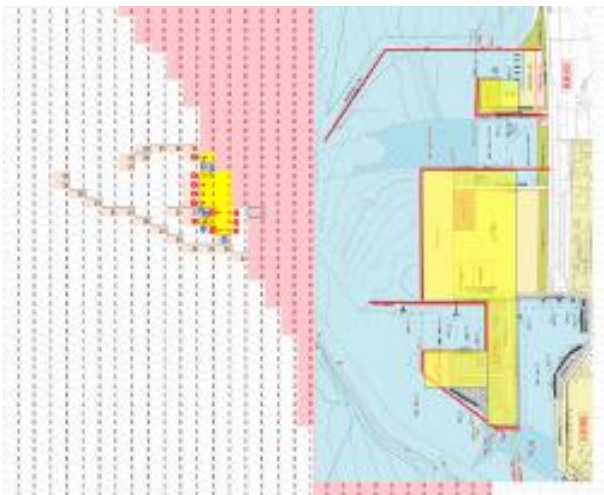


図-3 複合浸水の概念図 4 ドメインにおける防波堤(黒線), 越波・打上げ・打上げ格子(赤丸), 氾濫域(黄色)の設定

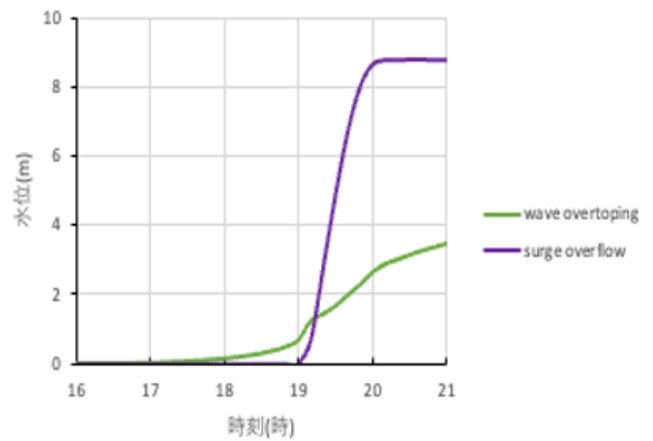


図-4 超波量と越流量の比較

よる水位が 9m 程度まで上昇しているのは計算する氾濫エリアを壁で囲んだバケツのように水が溜まっているからである。先に超波が発生し、のちに越流が発生していることが分かる。これは台風上陸前に波浪による超波が、台風上陸後に高潮による越流が発生しているためである。また、越流は超波の約 3 時間後に発生しているのにも関わらず、超波量が 2m の時には越流量が 2 倍以上になっていることから、超波は徐々に被害が出て越流は一気に影響を受けると考えられる。

5. まとめ

本研究では、秋田港を対象に直立護岸と高潮・波浪結合モデルを用いて高潮・波浪・超波・越流の擬似的な浸水推算実験を行なった。その結果、超波および越流それぞれの影響を評価できた。従って、大阪湾においてもこのモデルを使用したリスク評価が期待される。

6. 参考文献

- 1) 金洙列, 森信人, 竹見哲也, 澁谷容子, 安田誠宏, 中條壮大, 志村智也, 二宮順一: 高潮・波浪結合モデルを用いた 2018 年 21 号による高潮・波浪の推算実験, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.75, No.2, I_277-I_282, 2019.
- 2) JO, J., Kim, S., Mase, H., Mori, N. and Tsujimoto, G.: Development of a coupled coastal flood model of surge, wave, precipitation and sewer backflow for urban area, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.77, No.1, I_253-I258, 2021