

津波遡上の最大水位に河川流量が与える影響に関する実験

国土技術政策総合研究所 正会員 中村賢人, 森啓年, 鈴木宏幸, 服部敦

1. はじめに

東日本大震災に伴う河川における津波遡上について、再現解析の結果と痕跡水位を比較したところ、複雑な地形を持つ河川においては痕跡水位の方が高い値となった。その様な中、河川における津波遡上の最大水位を把握し、数値解析の精度向上することが求められている。本報は河道内における津波遡上の最大水位を把握するため、水理模型実験を行った結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 実験模型

実験では、北上川を対象に追波湾の湾口から北上川10kpまでの河道内と周辺地形の縮尺1/330(長さ33m, 幅30m, 深さ0.5m)模型を製作した。河川流量や河道内地形が津波遡上に与える影響を把握することを主眼としたため、堤防表法肩に壁を設置し、津波が堤内地側へ越水しない状況とした。河川流量は上流(9.4kp)に設置された装置より供給し、供給量は操作可能な構造とした。また、河道内地形は河口砂洲を-1.0~0.7kp, 中州を0.5~2.7kp, 高水敷を3.1~9.1kpに設置した。

上記の模型に、東日本大震災時北上川に襲来した津波を震源断層モデルより求め、第一波目の最大水位及び周期を模型下流端に設置されている造波装置より与えた。発生した津波による水位変化を、図-1に示す32箇所(0~9.4kpの河道部24箇所、-3~0kpの湾口部8箇所)において水位計により計測した。

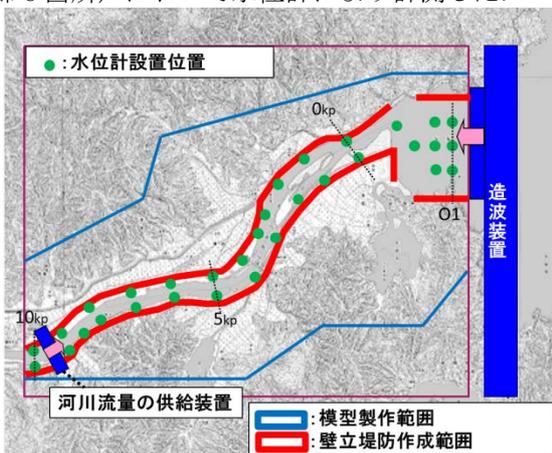


図-1 水位計設置位置

2.2 実験ケース

実験ケースは表-1に示す通り、河川流量及び河道内地形の条件に応じて、計6ケースを設定した。河川流量は、なし、10年に1度の確率で発生する河川流量5,400 m³/s及び150年に1度の計画高水流量8,700m³/sの三水準とした。なお、実験は3回実施し、

それらの左右岸平均値により整理した。

表-1 ケース一覧

ケース	堤防条件	地形条件	河川流量	入力波形
CASE I	壁立堤防	なし	なし	東日本大震災規模
CASE II			5,400 m ³ /s (模型値 2.7L/s)	
CASE III			8,700 m ³ /s (模型値 4.4L/s)	
CASE IV		なし		
CASE V		あり	5,400 m ³ /s (模型値 2.7L/s)	
CASE VI		8,700 m ³ /s (模型値 4.4L/s)		

3. 河道内地形なしの河川流量による影響

3.1 最大水位

CASE I ~ IIIにおける最大水位縦断を図-2に示す。横軸は縦断距離(kp), 縦軸は標高(T.P. m)を表している。

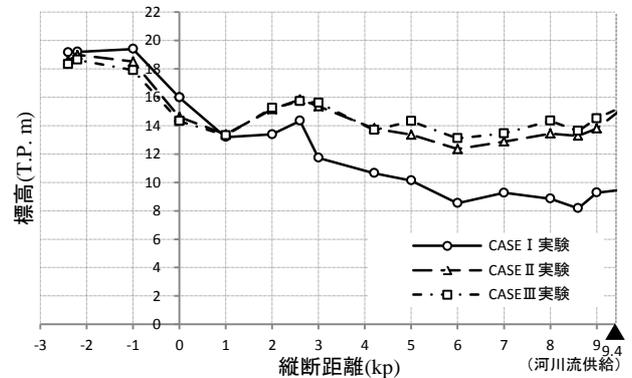


図-2 最大水位縦断図

河川流量なしのCASE Iは河川流量を供給した他2ケースよりも0kp以前において高い値、その地点以降では低い値であった。特に3kp以降では3~4m程の差が確認できた。また、CASE IIと河川流量が6割程度大きいCASE IIIを比較したとき、CASE IIIの方が湾口部では低い値、5kp以降において1m程高い値を計測し、途中で逆転する傾向であったが、全体的に1m以下の差であり、概ね同程度の最大水位であった。

3.2 初期水位

次に、CASE I ~ IIIの初期水位を図-3に示す。

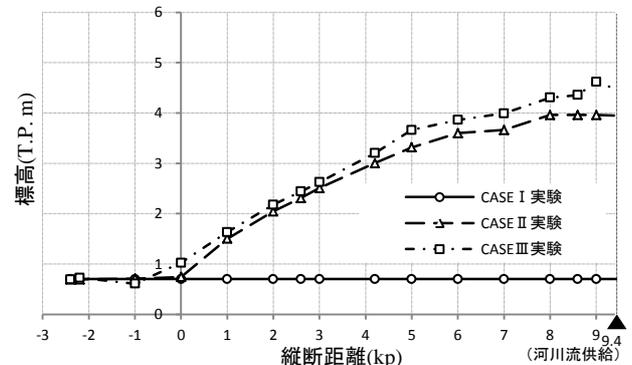


図-3 初期水位縦断図

河川流量なしのCASE I は一定の値を保つことに対し、河川流量を供給した他2ケースは上流へ進むにつれて高い値となり、9kp では3~4m程の差が生じた。CASE II と河川流量が6割程度大きいCASE IIIを比較したとき、CASE IIIが上流へ進むほど高い傾向があったが、その差は0.5m以内であり、概ね同程度の初期水位を計測した。

4. 河道内地形ありの河川流量による影響
4. 1 最大水位

CASE IV~VIにおける最大水位縦断面図を図-4に示す。

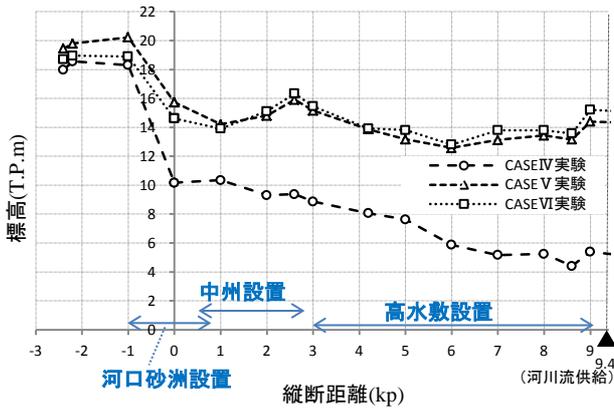


図-4 最大水位縦断面図

河川流量なしのCASE IVは河川流量を供給した他2ケースよりも全ての地点において低い値を計測し、河道部では4m以上の差を常に計測した。また、CASE Vと河川流量が6割程度大きいCASE VIを比較したとき、CASE Vは1kp以前において1m程高い値、9kpでは1m程度低い値を計測し、途中で逆転する結果となったが、全体的に1m程の差であり、概ね同程度の最大水位であった。

4. 2 初期水位

次に、CASE IV~VIの初期水位を図-3に示す。

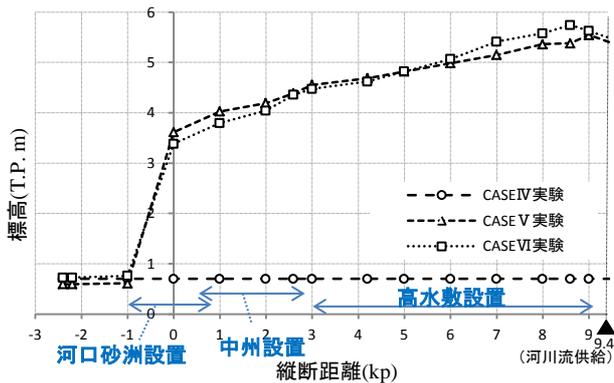


図-5 初期水位縦断面図

河川流量なしのCASE IVは一定の値を保つことに対し、河川流量を供給した他2ケースは0kpにて3m程高く、その地点以降も上流へ進むにつれて高い値となり、9kpでは5m程の差が生じた。CASE Vと河川流量が6割程大きいCASE VIを比較したとき、CASE VIが0~2kpでは低く、7kp以降では高い値を計測し、途中で逆転する結果となったが、その差は0.5m以内であり、概ね同程度の初期水位を計測した。

5. 再現解析

河川流量による津波遡上解析への影響を把握するため、CASE I と CASE IIIの実験について、再現解析を行った。計算手法は基礎方程式を非線形長波理論、数値解析法は Leap-frog 法による有限差分法の平面2次元モデル、解析格子はデカルト2mメッシュとした¹⁾。入力波形は実験で湾口部水位計(O1)が計測した値の平均、計算結果出力地点は実験にて設置した水位計と同位置とした。

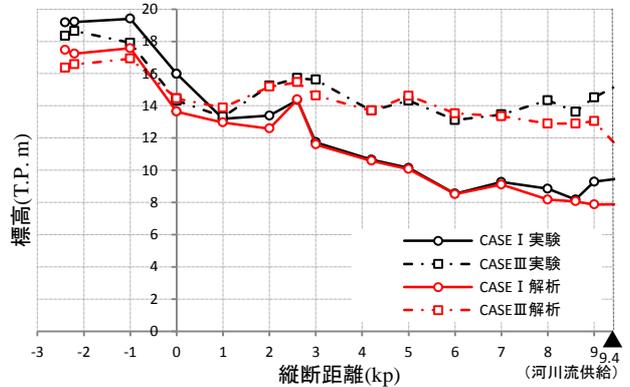


図-6 最大水位縦断面図

CASE Iにおいては、0kp以前は解析が実験よりも2m程低い値を算出したが、その地点以降から9kpまでは差が1m以内に収まり、よく再現できた。CASE IIIにおいても、0kp以前は解析が実験よりも2m程低い値を算出したが、その地点以降から8kpまでは差が1m以内に収まり、よく再現できた。

6. まとめ

河川流量の有無によって最大水位を河道部において比較したとき、河道内地形の条件に関わらず、河川流量を供給したケースが高い値を計測した。異なる河川流量供給による比較でも、河道内条件に関わらず同程度の値となった。また、これらの結果とほぼ同様の傾向が初期水位においても確認することができた。なお、福島らは河道内条件の違いにより最大水位が変化することを報告しているが、河川流量有の場合、その違いはほとんど見られなかった²⁾。

上記の結果より、今回実施した河川流量規模において津波遡上は、河川流量によって生じる逆方向の流速や河道内地形ではほとんど減勢されず、初期水位が高くなった影響により最大水位も高くなったと考えられる。

今後は異なる河川流量供給による再現解析結果の比較や、その際における初期水位の再現性について研究を進めていきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局海岸室・国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部：津波浸水想定の設定の手引き Ver.200, 2012
- 2) 福島雅紀・松浦達郎・服部敦：河川津波の特性把握に関する実験的検討，土木学会論文集 B2(海岸工学)，第69巻，第2号，pp.261-265, 2013