

都市河川における河川内構造物が治水安全度に及ぼす影響評価

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○伊藤 学
 日本大学理工学部 正会員 宮本 守
 日本大学理工学部 正会員 吉川 勝秀

1. はじめに

治水整備や高度経済成長期より河川沿いに建物が建てられ、高い堤防が設置されることによって、河川と都市が分断されている。しかし近年、河川空間が見直されている。河川空間の整備を行ううえで親水性の向上が重要となる。親水性向上の有効的な手段の一つとして、河道内に遊歩道を設けるリバーウォークの設置が挙げられる。しかし、河道内に構造物を設置すると洪水・高潮時に氾濫を助長する可能性が懸念される。

そこで本研究では、典型的な都市河川である日本橋川を対象とし、リバーウォークを設置した際の水理的影響を明らかにし、治水安全度を評価した。

2. 水理的影響評価の方法

本研究では何も構造物が無い状態を無構造物状態とし、河川内構造物を設置した際の水位と無構造物時の水位差を影響量とした。影響量を明らかにするために、各河川内構造物を設置した際の水位を示す必要がある。

そこで、水位を視覚的、定量的に示す事が可能である1次元解析ソフト MIKE11 を使用した。

(1) モデルの概要

基礎式として、連続式・運動量保存式（サン・ブナン式）を用い、橋脚を考慮した式として、Naglar 式を用いた。Naglar 式を以下に示す。

$$Q = K_N b \sqrt{2g} \left(Y_{ds} - \theta \frac{V_{ds}^2}{2g} \right) \left(H_{us}^* + 0.3 \frac{V_{us}^2}{2g} \right)^{\frac{1}{2}}$$

ここに、 $H_{us}^* = h_{us} - h_{ds}$ 、 K_N : 流量係数、 θ : 調整係数、 g : 重力加速度 (9.81 m/s^2)、 Y_{ds} : 橋梁下流の水深 (m)、 V_{us} : 橋梁上流の流速 (m/s)、 V_{ds} : 橋梁下流の流速 (m/s)、 h_{us} : 上流断面における水位 (m)、 h_{ds} : 下流断面における水位 (m)、 b : 橋脚を除いた橋梁開口幅である。なお、 θ は橋梁開口比 M によって変動する。

(2) 計算条件

本モデルの適用範囲は上流端を神田川との分派点とし、下流端を隅田川との合流点とした。

高潮時の上流端境界条件は、平水時流量である $3 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、下流端境界条件は計画高水位である 5.1m が最高潮位になるようなsinカーブで想定した潮位を用

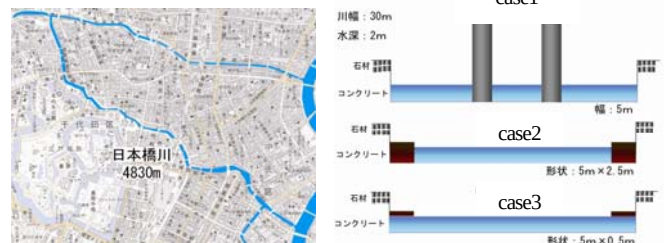


図-1 対象河川

図-2 想定した河川内構造物

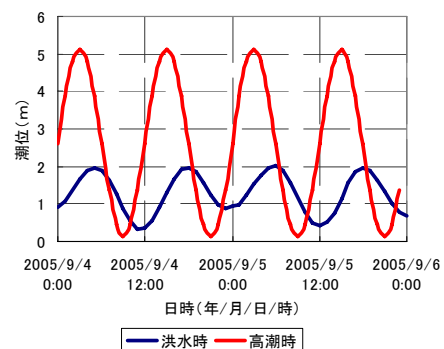


図-3 下流端境界条件

図-4 各種材質に対する Manning の粗度係数 n の設定範囲

いた (図-3)。洪水時の上流端境界条件は計画高水流量である $290 \text{ m}^3/\text{s}$ (一定)とし、下流端境界条件は実測値の潮位データを用いた (図-3)。河床粗度は河床材料を考慮し 0.020 とした。

(3) 想定した河川内構造物

想定したリバーウォークとして、阻害面積の極端に大きい形状と小さい形状の2つを想定し、実際に日本橋川に設置されている形状に近い橋脚を想定した。想定した河川内構造物を図-2に示す。設置区間は上流端より $2000\text{m} \sim 2500\text{m}$ 地点とし、リバーウォーク部分の粗度は素材を考慮し、 0.025 とした。また、橋脚、リバーウォーク 1、リバーウォーク 2 を設置した場合をそれぞれ case1、case2、case3 とし、解析を行った。

3. 評価の結果

高潮時の解析結果を図-5に示す。結果より、河川

内構造物の影響がほとんど確認出来なかった。洪水時の解析結果を図-6に示す。最高水位は橋脚の3.5mとなった。本研究では、無構造物との水位差を影響量とするため、無構造物との水位差を図-7に示す。各河川内構造物の最大影響量は橋脚が51.8cm、リバーウォーク1が30.8cm、リバーウォーク2が6cmであった。

4. リバーウォーク2の影響量に関する考察

実際に設置する形状に近いリバーウォーク2(case3)に対して考察を行った。

(1) 水位上昇量の分析

解析結果より case3 の影響は case1 と比べ約 1/8.6 であり、case2 と比較すると約 1/5.1 であった。よって、リバーウォーク2の影響は他河川内構造物に比べ治水安全度が高いことが明らかになった。

また橋脚の本数を変化させ感度分析を行い、無構造物状態との水位差を図-8に示す。橋脚の感度分析の結果、橋脚の本数によって影響量が大きく変化していることが分かった。

(2) 植樹基準との比較による考察

case3 の影響量と植樹基準の比較を行った。植樹基準では、規定の間隔を空け植樹を行われた際の水位上昇は最高でも1cm程度とされている。しかし、植樹基準は川幅の広い河川に対して設けられているため比較が不可能である。そこで、等流水深を用い無次元化し比較を行った結果、植樹基準に比べ case3 の影響量は5.2倍であった。よって、リバーウォーク2(case3)の設置は実際に設けられている基準と比較すると影響は大きいことが明らかになった。

(3) 感度分析からの考察

無構造物状態における設置区間の粗度を0.020から0.001ずつ変化させ、感度分析を行った。感度分析より、case3の影響量は0.020から0.021に変化させた時と0.020から0.022に変化させた時の中間と近似していた。よって、リバーウォーク2(case3)は約0.0215に変化させた時と同等である。図-4より、粗度の変化量0.0015は各素材の変化量よりも小さいことから、影響としては小さいことが明らかになった。

5. まとめ

本研究では、河川内構造物の影響を定量的に判断可能であるモデルを構築し、リバーウォークを設置した際の影響量を明らかにする方法を示した。また、影響量を3つの視点から考察することによってリバーウォーク2設置に関して以下のことが明らかになった。

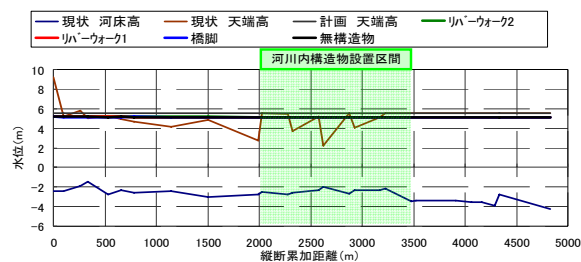


図-5 高潮時における水位の縦断形

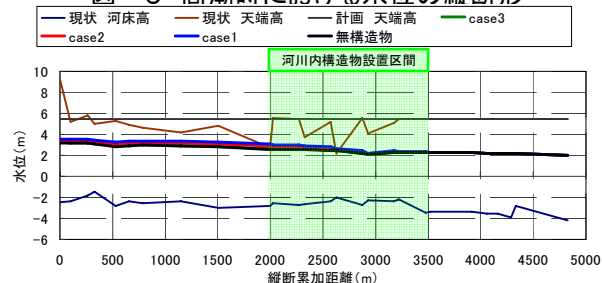


図-6 洪水時における水位の縦断形

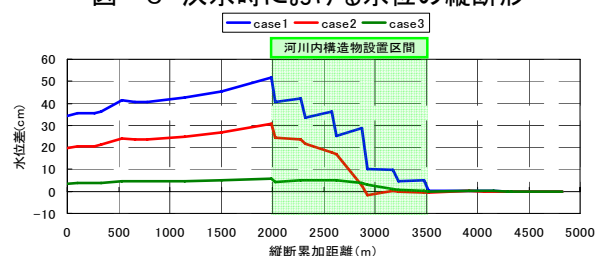


図-7 洪水時における水位差の比較

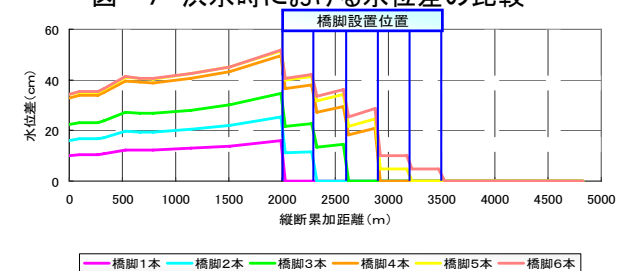


図-8 橋脚の本数に対する各影響量

- ① 橋脚の影響量に比べ 1/8.6、リバーウォーク1の影響量と比べ 1/5.1 であった。
- ② 植樹基準に比べ影響量は 5.2 倍であった。
- ③ 感度分析より、粗度を 0.020 から 0.0215 に変化させた時と近似していた。

以上より、リバーウォーク2の設置は、他河川内構造物との影響量の比較、粗度の感度分析より阿智吸い安全度が高い。しかし、設置に関して実際に設けられている基準に比べ大きいことが分かった。また橋脚設置の影響量は本数、設置位置によって大きく変化するため、治水安全度の検討には詳細な検討を要する。

参考文献

- ・ 土木学会 水理委員会 水理公式集、土木学会 p89、1999 年
- ・ リバーフロント整備センター：河川における樹木管理の手引き、山海堂、p52、1999 年