

ドライベッド上の桁を乗り越える段波に関する基礎的研究

大阪産業大学 学生会員 ○南 智弥
 佐藤工業(株) 荒木広周
 東洋建設(株) 中村彩乃
 大阪産業大学 正会員 水谷夏樹

1. はじめに

市街地などの陸上を遡上する津波の数値計算においては、街区における建物密集度に応じた粗度係数 n を経験的に与えることで浸水計算を行うことが一般的である。しかしながら、建物には津波が乗り越えて進むことができる高さで乗り越えられない高さのものがあり、これらは特に区別して取り扱われてはいないと考えられる。本研究では、ドライベッド上で乗り越えられる高さの桁を設置した場合の段波の挙動を可視化実験によって調べた。また、二次元計算の結果と比較を行い、粗度係数 n の取扱いについて考察した。

2. 実験方法の概要

実験は、図-1に示す長さ 3.3 m×幅 0.39 m の水路に 1/40 のアクリル製勾配(長さ 2.0 m, 高さ 0.05 m)を挿入した。勾配の終端に高さ 5 cm の水平床を接続し、勾配の終端から 20 cm の位置に幅 2 cm, 高さ $h=1, 2, 3$ mm の桁を水路全幅に渡って設置した。桁を中心に段波内部の可視化計測を行った。また、桁の中心から上下流にそれぞれ 4.5 cm の位置に超音波水位計を設置して水位の計測を行った。段波は急開ゲートによるダムブレイク流れであり、実験条件は貯水槽内水位を $H=6, 8, 10$ cm にそれぞれ変化させて行った。

数値計算は非線形長波方程式による平面二次元計算とし、時間項を前進差分、移流項を一次風上差分、圧力項を中心差分によって解いた。 $dx=dy=5$ mm である。計算はドライベッド上であり、先端の移動条件は小谷ら(1998)と同様に取り扱った。また、桁の取扱いは、桁高さを底面形状として物理的に与える場合と底面をフラットとし、桁位置の粗度係数 n を変化させる場合について行った。

3. 結果と考察

図-2は、貯水位 $H=10$ cm、桁のないフラットな底面の場合の実験と計算結果の時間変化の比較である。粗度係数は計算領域全域においてアクリルの粗度係数 $n=0.0083$ を与えた。図中の *up* と *down* の表示は、桁の上下流側の水位計の位置における結果を示す。各諸量の立ち上がり時刻はほぼ一致している。上流側の最大水位差は 3 mm 程度だが、下流側は約 5 mm である。流量については実験値が計算値を上回っているが、水位、流量とも全体的には良好に再現できていると考えられる。

図-3に桁高さ $h=1$ mm のケースについて示す。ここでは数値計算において物理的に桁高さを与えた場合と、 $n=0.0332$ (元の粗度係数の 4 倍) を与えた場合を示す。粗度係数は複数の検討を行い、計算領域全体で物理的に桁高さを与えたケースと最も水位差が小さくなる場合とした。超音波水位計の結果は、桁による水面変動が激しくノイズが多いことから省略した。上流側の水位において $t=5$ s 付近で上昇が生じている。これは障害物の設置による堰上げを示しているが、桁高さと粗度の計算とでは初期の変化が異なっている。一方、流量は粗度を与えた場合に、下流側で増加しており、実験結果とも差が大きくなる。

図-4は、桁高さ $h=3$ mm のケースである。 $n=0.0664$ (元の粗度係数の 8 倍) を与えた。上流側の水位が最大値になる時刻において堰上げが 10 mm 程度発生している。粗度を与えた場合の堰上げ水位は小さい。与える粗度の値を大きくすれば、両者を一致させることは可能であるが、下流側の水位も上昇するため、適切な値を見つけることは難しい。粗度を与えた場合に、下流側の水位は上昇するものの流量は減少している。これについては障害物の両側において運動量が合うように粗度を与える必要があると考えられる。

図-5は、桁高さ $h=3$ mm のケースにおける桁周辺の段波先端部の変化である。桁に衝突した段波の先端は、

キーワード 陸上遡上津波, 障害物を乗り越える流れ, 粗度係数

連絡先 〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1 mizutani@ce.osaka-sandai.ac.jp

下流側上方へ射出され桁を越えて着水している。数値計算は、段波の衝突による圧力の上昇を表現できないことから、桁の上流側で不自然な水位低下が見られる。桁の下流側の水位は、粗度を与えた計算、桁高さを与えた計算、実験の順となっており、数値計算において鉛直方向の運動量を考慮できないことから、流下方向への過剰な運動量の移流が生じていると考えられ、今後、こうした現象のモデル化が必要になると考えられる。 $t=3.53\text{ s}$ 以降の計算では、桁による堰上げが上流側へ伝播を始めて行くが、実験にはそうした様子は見られず、この点についてもモデル化が必要になる。

4. まとめ

本研究では、街区における津波伝播計算の高精度化に資する目的で、桁を乗り越える段波の可視化実験と数値計算を実施した。障害物による現象の変化は、水位や流量だけでなく、運動量について障害物の前後で検討する必要があることがわかった。

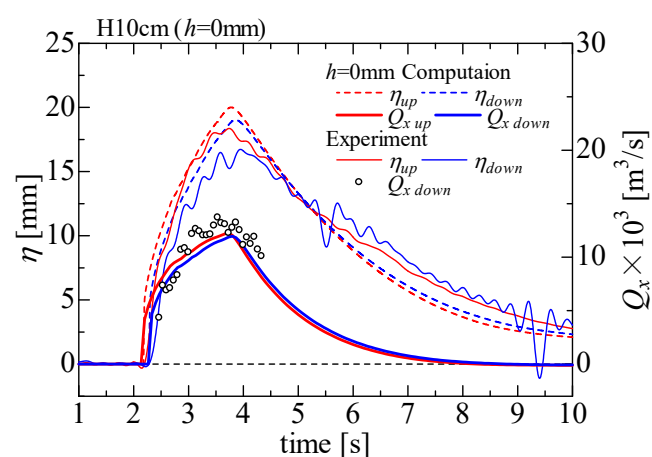


図-2 $H=10\text{cm}$, $h=0\text{mm}$ の水位と流量の時間変化

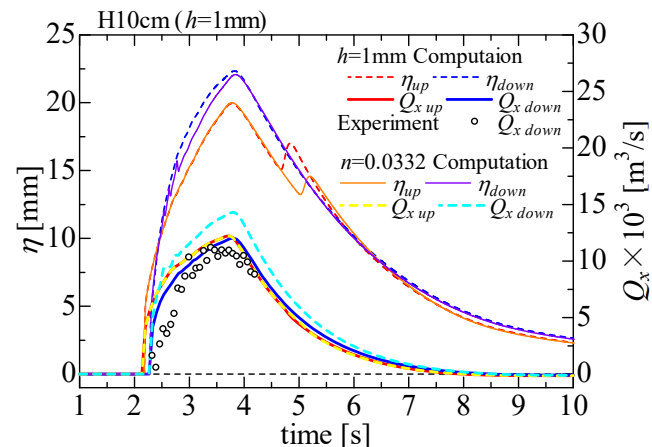


図-3 $H=10\text{cm}$, $h=1\text{mm}$ の水位と流量の時間変化

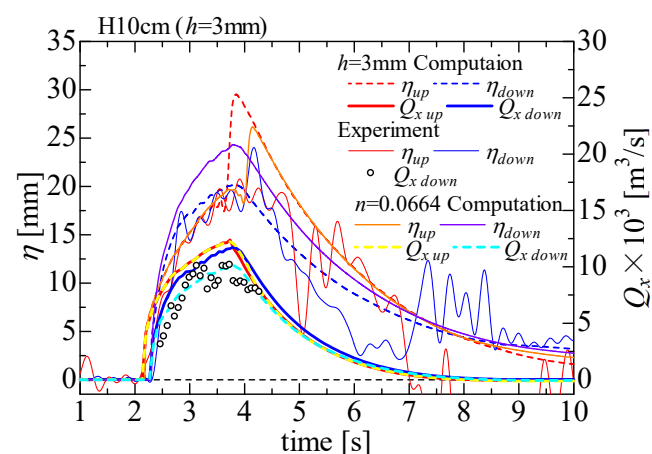


図-4 $H=10\text{cm}$, $h=3\text{mm}$ の水位と流量の時間変化

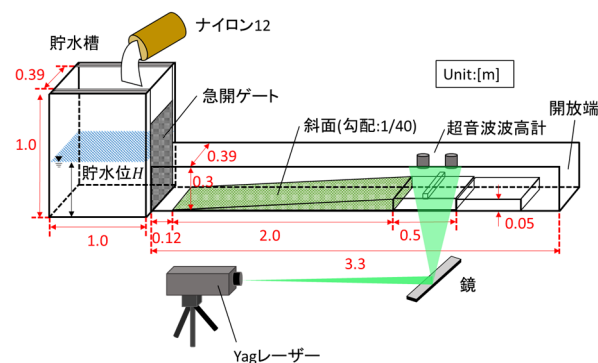


図-1 実験水槽と計測装置の概要

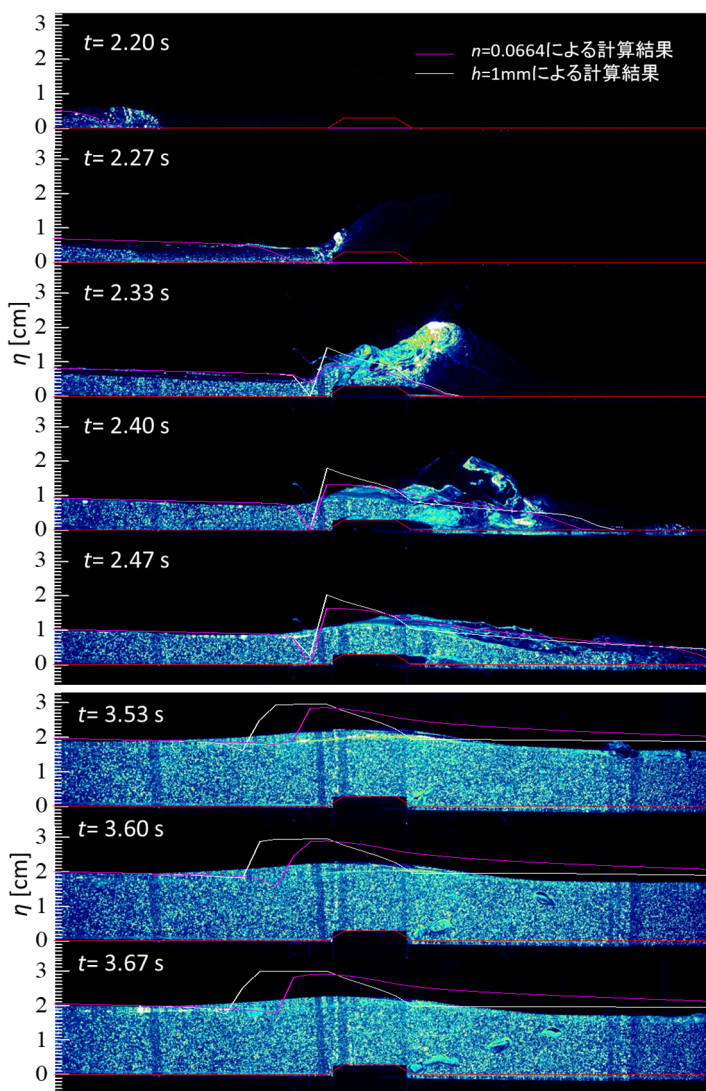


図-5 $H=10\text{cm}$, $h=3\text{mm}$ の桁周辺の段波先端部の変化