

直立護岸上の構造物の前・背面における津波氾濫流速および水深について

岩手大学 学生会員 ○高橋秀和, 笹本誠, 正会員 小笠原敏記, 堺茂樹

1. はじめに

津波の遡上による氾濫流は、市街地内の構造物に多大な被害を及ぼすため、氾濫流速の正確な評価が必要とされる。その評価方法として、現地調査に基づいた氾濫流速と浸水深の関係を挙げることができる(松富・首藤, 1994)。しかしながら、地理的特性を強く受けるため、矩形構造物のような単純な構造物周りの氾濫流の特徴を知ることも重要と言える。

そこで本研究では、直立護岸上に設置した矩形構造物の前・背面の任意の位置における氾濫流速と浸水深の関係を明らかにする。特に、氾濫流が矩形構造物を完全に越流するような現象において、既存の研究成果で得られた各評価指標との比較検討を行う。

2. 実験の概要

実験は、一様な水深 $h=45\text{cm}$ の造波水槽 ($L=26 \times H=1.0 \times W=0.78\text{m}$) 内に造波板から 14m の位置に高さ 46cm の直立護岸を設置し、護岸上に矩形構造物を固定した。矩形構造物は、高さ 3.5m 、長さ 5cm とし、幅を水路幅と同じ 78cm とした。そのため、氾濫流は構造物を回り込むことなく、完全に越流して遡上する。その氾濫流の速度を小型プロペラ流速計、浸水深を容量式波高計より計測した。さらに、造波板から 2.0m の位置で入射波高 H を計測し、 $3.0, 3.9, 4.8\text{cm}$ の3通りとした。また、直立護岸先端から構造物前面の距離 x_s を $20, 30, 40, 50\text{cm}$ の4通りに変化させた。なお、図-1は造波水槽および計測装置の概要を示す。

3. 構造物前後の氾濫流および浸水深の特徴

図-2は、矩形構造物の各位置 x_s における構造物前背面の最大氾濫流の速度比 u_{mr}/u_{mf} を示す。ここで、 u_{mf} および u_{mr} は構造物前面および背面の最大速度である。 $H=3.0\text{cm}$ の場合、 u_{mr}/u_{mf} の値は構造物の位置 x_s に依らず 1 より小さくなる。この原因は、越流量が少なく構造物背後の流速 u_{mr} が非常に小さいためと推察される。一方、 $H=3.9\text{cm}$ および 4.8cm の場合、 x_s の値が大きくなるに連れて、 u_{mr}/u_{mf} の値が 1 に収

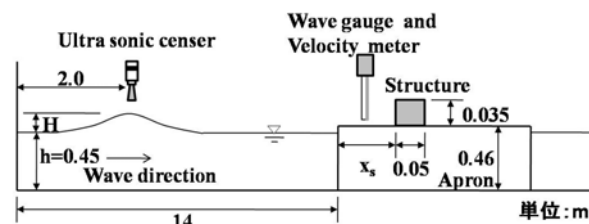


図-1 造波水槽の概要

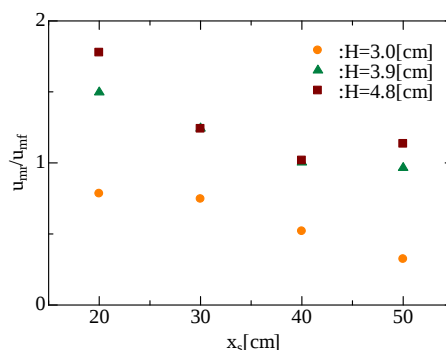


図-2 構造物の各位置 x_s における構造物前後の流速比 u_{mr}/u_{mf}

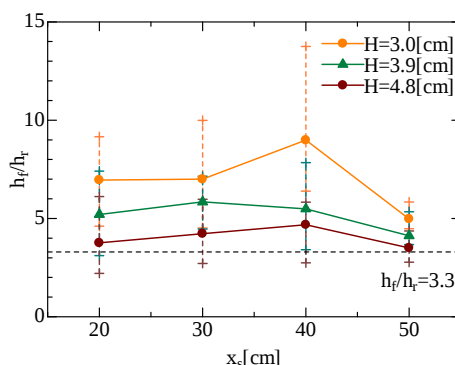


図-3 構造物の各位置 x_s における構造物前後の浸水深比 h_f/h_r

束するようになる。つまり、底面粗度が一樣かつ勾配がゼロの限定された条件であるが、海岸からある程度の距離になると構造物前後の流速は等しくなる。

図-3は、構造物の各位置 x_s におけるその前背面の浸水深の比 h_f/h_r を示す。なお、 h_f および h_r は構造物前面および背面の浸水深である。図中の破線は、岡本・松富(2009)によって提案された $h_f/h_r=3.3$ を表す。 $H=3.0\text{cm}$ の場合、越流量が少ないことから構造物背後の浸水深も小さくなるため、 h_f/h_r の値は過大

評価される。 $H=3.9\text{cm}$ および 4.8cm の場合、全体的に 3.3 を越えているが、 $x_s=50\text{cm}$ になると 3.3 に漸近する。ゆえに、 h_f/h_r の値は津波高さと海岸からの構造物の位置に依存する評価指標と推察される。

4. 氾濫流速と浸水深の関係

図-4 は、氾濫流速と構造物前背面の浸水深との関係を示す。図中の白丸は、ベルヌーイの定理より評価された簡易推定流速 u であり、

$$u = \sqrt{2g(h_f - h_r)} \quad (1)$$

と表される。また、実線はフルード数による $u/\sqrt{gR} = F_r \sqrt{h_{f\text{ or } r}/R}$ であり、 R は海面からの津波高を意味する（本研究では $R=H$ とした）。式(1)で評価された速度 u は、全ての実測値を包含するので、危険側の氾濫流速を評価する上で有効と言える。しかし、実測値は F_r の上側の包絡線を越える場合もあり、構造物周りの形状および越流の仕方によっては、予想を越えるような氾濫流速になる可能性を示唆する。

5. 越流量と越流水深について

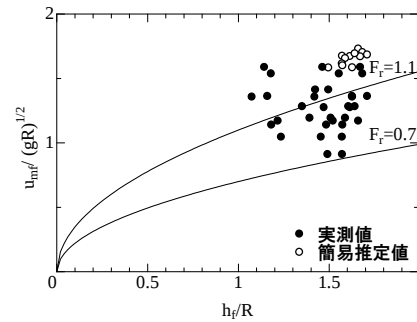
単位幅あたりの越流量 Q と越流水深 H_w の関係を図-5 に示す。図中の実線は、水谷・今村（2002）による台形堰の越流量算定式： $Q=4.0(H_w)^{3/2}$ である。越流水深 H_w の増大に連れて、越流量 Q も増加する傾向は算定式と同じであるが、その値は小さいことがわかる。この原因は、氾濫流に及ぼす構造物前面の抵抗（流れ易さ）によるものと考えられる。なお、本実験で用いた矩形構造物の場合、越流係数 C は 8.3、指数係数は 1.96 となる。次に、越流水深 H_w 、波高 H 、水深 h および構造物前面高さ H_{d1} の関係を図-6 に示す。既存の経験式は、次のように表される。

$$\frac{H_w}{H_{d1}} = a \frac{H}{H_{d1} - h} - b \quad (2)$$

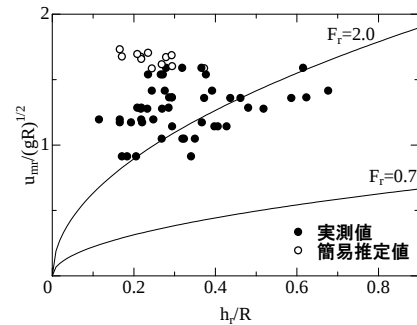
ここで、 a 、 b は実験定数であり、水谷・今村（2002）は $a=0.8$ 、 $b=0.3$ と提案している。本実験では、 $a=1.1$ 、 $b=0.8$ となる。これも上述したように構造物の形状によるものと推察されるが、越流水深 H_w は、波高 H および構造物高と水深の差 $H_{d1}-h$ に強く依存することが明らかである。

参考文献

松富英夫・首藤伸夫：津波の浸水深、流速と家屋被害、海岸工学論文集，41，pp.246-250，1994。



(a) 構造物前面浸水深



(b) 構造物背面浸水深

図-4 浸水深と氾濫流速の関係

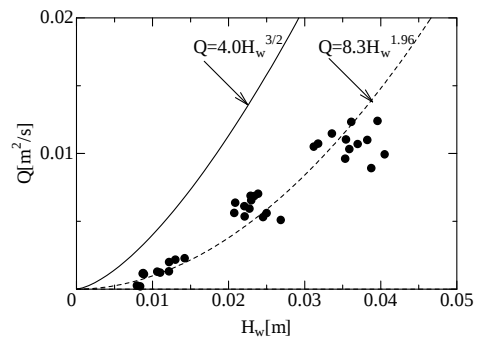


図-5 越流量 Q と越流水深 H_w の関係

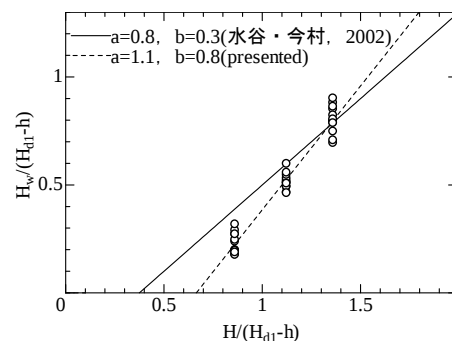


図-6 既存の経験式と実験で得られた越流水深 H_w の検討

岡本憲助・松富英夫：津波氾濫流速の簡易推定法に関する基礎的研究，海岸工学論文集，56，pp.296-300，2009。
水谷将・今村文彦：津波段波の衝撃性および越流を考慮した設計外力算定フローの提案，海岸工学論文集，49，pp.731-735，2002。