

## 広頂堰を越流する流れのエネルギー減衰に蛇籠が及ぼす効果に関する研究

防衛大学校 学生会員 ○林 大地  
 防衛大学校 正会員 多田 毅  
 防衛大学校 正会員 宮田 喜壽

### 1. はじめに

東日本大震災以降、防潮堤や海岸堤防のみならず、道路盛土などを含めた複合的な津波対策、いわゆる多重防御の概念が提唱されており、個々の構造物には津波エネルギーを反射・減衰させる効果が期待されている。著者らのグループは、これまで、防潮堤や盛土構造物を想定した広頂堰型の構造物の形状が、津波の越流時のエネルギー低減効果に与える影響に着目した研究<sup>1) 2)</sup>を行い、堤防の形状によって減衰率が異なり、斜面-階段型が最も効果的にエネルギーを減衰させること、構造物の背後に蛇籠を設置するとさらに減衰率が大きくなること、津波が堤防を越流し十分に流下するにしたがって底面摩擦によりエネルギーが減衰し堤防の形状による差が小さくなることを確認した。その成果を踏まえて本研究では、蛇籠の設置個数や詰石の粒経が流れエネルギーの減衰に及ぼす効果を解明するために、斜面-階段型の堤防背後に蛇籠を設置し、その条件を様々に変化した水理実験を実施し、その効果を検討した。

### 2. 実験方法

本研究では、水平に設置された長さ 16m、幅 0.6m の開水路実験装置を用いた。実験では下流端から約 7m 付近に広頂堰を設置し、堰の越流前と越流後の水深と流速を計測し、蛇籠設置個数及び詰石の粒経が津波エネルギー減衰効果に及ぼす影響を調べた。本実験では、既往の研究で最もエネルギー減衰が大きかった斜面-階段型の堤防を使用した。その堤防の概要を図-1 に示す。蛇籠は、流下方向の長さ 10cm、高さ 5cm、幅 60cm とし、これを図-1 中に示す位置に 0~4 個設置した。また、蛇籠の詰石として平均粒経 3.5mm、12mm、28mm の 3 種類を使用し、それぞれ粒経小、粒経中、粒経大とした。実験で用いた蛇籠を図-2 に示す。作用させた流れは定常条件とし、単位幅流量  $q=0.111\text{m}^2/\text{s}$ 、 $0.022\text{m}^2/\text{s}$  の 2 ケースとし、それぞれを流量大、流量小とした。

結果の整理では、堰への接近地点と堰背後の各地点での全水頭を  $H = 0.5 v^2/g + h$  で算定し、模型背後の各地点での全水頭  $H$  の接近全水頭  $H_0$  に対する比をそれぞれの地点でのエネルギー透過率  $K$  として算定した。ここで、 $v = q/h$  は流速、 $g$  は重力加速度、 $h$  は水深である。越流前では、容量式波高計で水深を計測し、流量と水深から流速を算定した。越流後では、ピトー管を用いて流速を測定し、流量と流速から水深を算定した。越流前の計測点は堰の位置よりも堰高の 2 倍程度上流側とし、越流後は、流線が水平となり流速が最も速い地点から、下流側に向かい 3m 程度までの間で数地点とした。

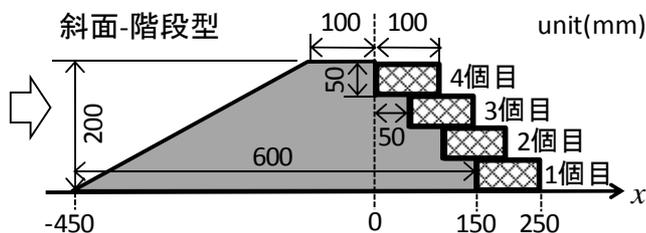


図-1 実験で用いた堰の形状と  $x$  座標の定義



図-2 実験で用いた蛇籠 (粒経中)

### 3. 実験結果と考察

蛇籠の設置個数の影響が顕著に表れた粒経小を例として、堰からの距離とその距離の時点でのエネルギー透過率との関係を図-3 に示す。両流量共に設置数が 1 個の場合に最もエネルギー透過率が小さく、3 個の場合

キーワード 広頂堰, 蛇籠, 越流, エネルギー減衰

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL.046-841-3810 Email : tada@nda.ac.jp

は蛇籠無しと概ね同じ、4個の場合は蛇籠無しよりも高い透過率を示した。流量大で蛇籠1個のとき、透過率は蛇籠無しの場合を10%程度下回る。また流量小の場合では35%程度下回る。流量小で蛇籠1個では $x=1.25\text{m}$ で跳水が発生した。蛇籠1個の場合、写真-1のように階段部を流下した水流の大部分が蛇籠の中を通過することによってエネルギーが大きく減衰していると考えられる。また、蛇籠4個の場合、写真-2のように堤防を越流した水流が蛇籠の中を通らずに蛇籠自体をも越流する量が多いことから、蛇籠1個と比較して高い透過率を示す。

続いて詰石の粒径の影響が顕著に表れた設置個数4個の場合を例として、粒径ごとの流下距離とエネルギー透過率との関係を図-4に示す。両流量共に粒径小のとき最も透過率が大きくなる。流量大では、堰からの距離 $x$ が大きくなるにつれてエネルギーはゆるやかに減少する。一方流量小では、粒径小と粒径中は堤防越流直後に透過率0.7付近を示すが、流下するに従って急激にエネルギーが減少し、特に粒径中においては $x=3\text{m}$ の時点で40%の減少が見られる。粒径大においては、堤防越流直後の時点ですでに大きくエネルギーが減少しており、 $x=2.5\text{m}$ の時に透過率0.22で跳水が発生した。粒径大では、蛇籠の透水係数が大きいいため、透水係数の小さい粒径小の写真-2と比較すると写真-3のように越流した水流が蛇籠内を通過しやすくなり、蛇籠でエネルギーが減衰していると考えられる。

以上より、蛇籠は堤防の構造自体による減衰効果をも高め、堤防背後のエネルギーを減衰させることが確認された。また、広頂堰背後に蛇籠工を設置した場合に、蛇籠に流入する水量が多くなるとよりエネルギーが減衰することがわかる。

#### 4. おわりに

広頂堰背後に設置する蛇籠の数や粒径を組み合わせることで、効果的に津波エネルギーをできることが確認された。今後は、本実験で得られた成果を減災に結び付ける方法を検討する予定である。

#### 参考文献

- 1) 多田 毅, 宮田喜壽, 平川大貴, 弘中淳市, 小浪岳治, 大谷義則: ジオグリッド蛇籠工を有する耐津波土構造物の提案, ジオシンセティクス論文集, Vol.29, pp.81-86, 2014.
- 2) 黒木拓磨, 林 大地, 多田 毅, 宮田喜壽: 広頂堰を越流する流れエネルギーの減衰メカニズムに関する研究, 第41回土木学会関東支部技術研究発表会, II-8

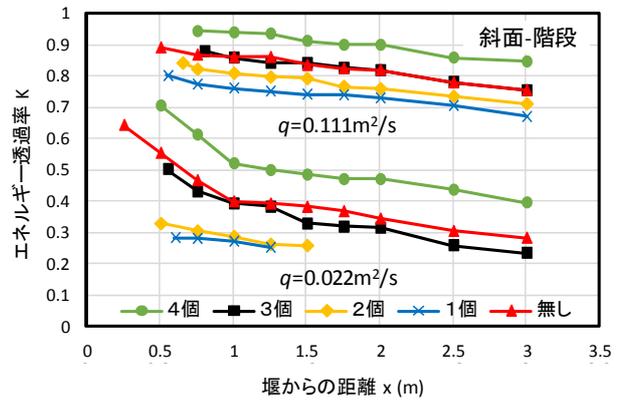


図-3 堰からの距離とエネルギー透過率の関係 (蛇籠詰石の粒径小で蛇籠設置数を変えた場合)

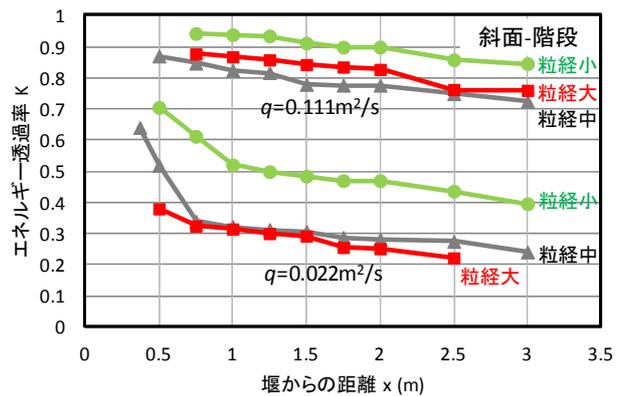


図-4 堰からの距離とエネルギー透過率の関係 (蛇籠設置数4個で蛇籠詰石の粒径を変えた場合)



写真-1 蛇籠設置数1個, 粒径小, 流量小の流況



写真-2 蛇籠設置数4個, 粒径小, 流量小の流況



写真-3 蛇籠設置数4個, 粒径大, 流量小の流況