

消波工の空隙率を変えることによる衝撃碎波圧の低減

九州大学工学部 学生員 ○香月 理 上久保祐志

正会員 入江 功 村上啓介 牛房 幸光

1. はじめに

筆者らは、低天端でかつ越波が非常に生じ難い護岸としてフレア型護岸を提案し、その越波阻止機能と護岸に作用する波圧・波力特性を実験的に検討している¹⁾。フレア型護岸は、その護岸断面が凹形状であるため護岸前面での波当たりは直立護岸に比べて激しく、入射波高相当の静水圧の数倍程度の波圧が護岸静水面付近に生じ鉛直波力の増大をもたらしている。このような鉛直波力の増大は護岸の安定性を損なうものであり、フレア型護岸の安定性や耐久性を十分に確保するためには、作用波圧を低減する必要がある。一般に、護岸に作用する波圧を低減する目的で護岸前面に消波工が設置され、その天端は護岸天端とほぼ等しく取られる。このような高天端の消波工をフレア型護岸に適用すると、消波工前面での波の這い上がりが顕著となり、フレア型護岸の越波阻止効果は低下する。従って、フレア型護岸の越波阻止機能を十分に発揮するためには、低天端でかつ消波機能が高い消波工が必要となる。本研究は、低天端の消波工として、その天端が静水面に一致する場合について、消波工の空隙率が消波機能および護岸に作用する波圧の低減におよぼす効果について明らかにすることを目的とする。

2. 実験装置と実験条件

実験は、図-1に示す2次元造波水槽（長さ20 m、高さ1.2 m、幅0.6 m）の中に水平床を設置し、水平床部の水深を $h=0.3$ m として行った。実験に用いた消波工は、高さが0.3 m、幅0.6 m、奥行き $B=0.49$ m で、塩化ビニール製のパイプ（外径38 mm）を図-2のように格子状に組み合わせ作成した。塩化ビニールパイプの間隔を各方向に等しく変化させ、消波工の空隙率が $\varepsilon=43.1\%$ 、 63.7% 、 81.5% の場合、および、 $\varepsilon=0\%$ （不透過堤体）の場合について実験を行った。実験に用いた入射波は、波高 $H_0=3$ 、 5 、 7 、 9 、 11 cm で、周期は各波高について0.8秒から2.4秒の間で変化させた。図-1に示すように、堤体の入射側に3本、通過側に2本の容量式波高計を設置して水面変動をサンプリング周波

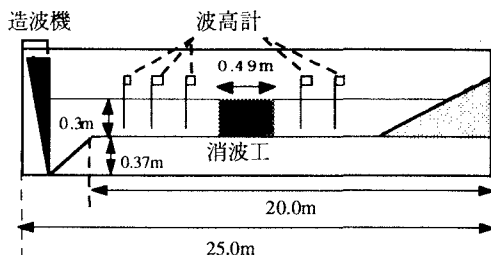


図-1： 実験装置図

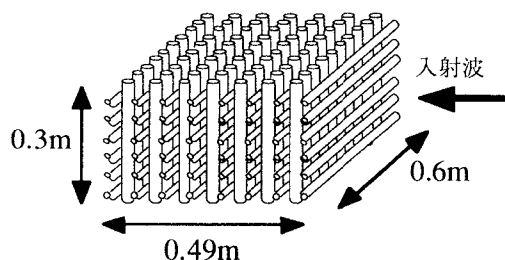


図-2： 消波工

数100Hzでデータレコーダーに記録し、分離推定法を用いて通過率・反射率を求めた。

3. 実験結果と考察

図-3(a),(b)は、相対水深 kh ($kh=2\pi d/L$, L は入射波長) に対する通過率 K_t の変動を、入射波高 $H_0/h=0.17$ および 0.30 の場合について示したもので、図中の各記号は消波工の空隙率 ε が 0% 、 43.1% 、 63.7% 、 81.5% の場合を示している。消波工の天端は静水面と一致し、その天端上では常に越波が生じているため $\varepsilon=0\%$ の場合でも通過率はゼロとはならない。これらの図より、消波工の空隙率が小さくなるに従って消波機能が大きくなる傾向が見られるが、相対水深 kh に対する通過率 K_t の変動特性は空隙率にはよらず、 kh の増加に伴い単調に減少する傾向を示している。このような傾向は、他の入射波高の場合についても同様に見られる。今回の実験に用いた入射波の波長は消波工の堤体長に比べて十分大きい ($kh=1.37$ の場合で $B/L=0.36$)

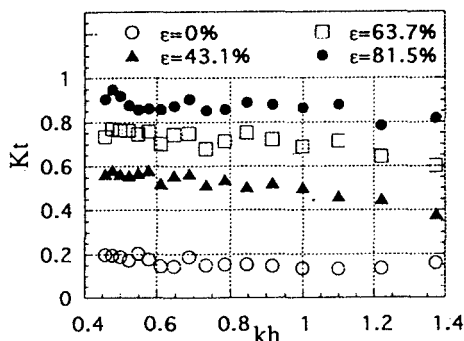


図-3(a)：相対水深 kh に対する通過率 K_t の変動 ($H_o/h=0.17$)

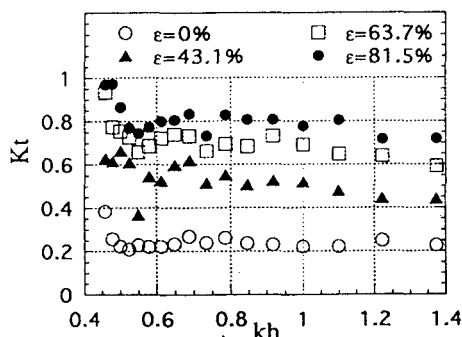


図-3(b)：相対水深 kh に対する通過率 K_t の変動 ($H_o/h=0.30$)

通過率は相対水深 kh に対して単調に変化したものと考えられる。また、消波工の天端上での越波の状況は、入射波高 $H_o/h=0.17$ の場合に比べて 0.30 の場合の方が顕著であったが、図-3(a),(b)を比較すると通過率には大きな違いは見られない。これは、入射波高が大きくなるに従って、消波工天端上での越波量は増大するが、同時に消波工内部でのエネルギー損失も増大するため、両者がバランスして通過率に大きな違いが生じなかったものと考えられる。

図-4(a),(b)は空隙率の変化に対する通過率の変動を、 $kh=0.61$ と 1.37 の場合について示したものである。図中の白抜きの各記号は入射波高が異なる場合の通過率を示しており、●はその平均値を意味している。これらの図より、通過率は消波工の空隙率の減少に伴いほぼ直線的に減少する傾向を示している。また、 $\epsilon=0\%$ の場合に若干のばらつきは見られるが、入射波高の変化に対する通過率の変化は非常に小さい。図-3に示したように、相対水深 kh に対する通過

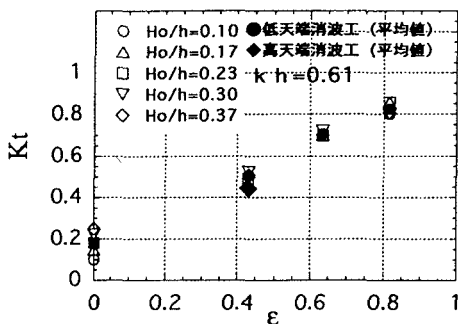


図-4(a)：空隙率 ϵ に対する通過率 K_t の変動

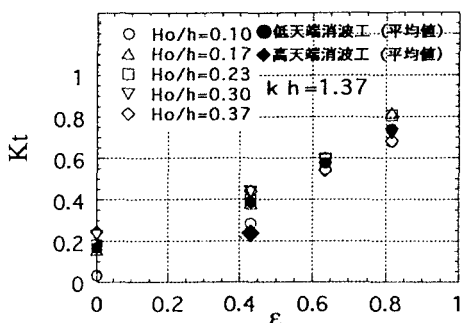


図-4(b)：空隙率 ϵ に対する通過率 K_t の変動

率の変動特性は、空隙率が変わってもほぼ同じであるので、同様の傾向は他の相対水深についても言えると考えられる。次に、消波工上での越波の有無が通過率に与える影響を考察する目的で、 $\epsilon=43.1\%$ の場合について、消波工の天端上で越波が生じない条件（消波工の天端高さが2倍の場合）を満たす実験結果を◆で示している。 $\epsilon=0\%$ でかつ天端上で越波が生じない場合の通過率がゼロであること併せて考察すると、越波が生じることにより通過率はおよそ2割程度増加することがわかる。

4. あとがき

本研究は、低天端の消波工として、その天端が静水面に一致する場合を対象に、消波工の空隙率が消波機能および護岸に作用する波圧の低減におよぼす効果について検討することを目的に行った。本報告では、消波工の空隙率が消波機能におよぼす効果についてのみ述べたが、波圧の低減に及ぼす効果については講演時に述べるものとする。

(参考文献)

1) 村上ら (1996)：非越波型防波護岸の護岸天端高さと作用波圧について、海岸工学論文集、Vol.43, pp.776-780