

非越波型防波護岸の最適断面形状の検討

九州大学工学部 学生員 ○上久保祐志 香月 理
正会員 入江 功 村上啓介 牛房幸光

1. まえがき

高波浪が来襲する外洋に面した沿岸域に、空港やプラント施設を施工することが検討されつつある。これらの施設を安全にかつ確実に保全するために、越波量を十分に小さくする事が要求されている。また、施工費用および景観の面から低天端であることも同時に要求される。筆者らはこの要請に応える護岸の一つとして、図-1に示す非越波型防波護(フレア型護岸)を提案し、その越波阻止機能および作用波圧特性について実験的な検討を行っている。非越波型防波護岸は従来の直立護岸と比較して限界天端高さ(越波量がゼロになるために必要な最小の護岸天端高さ)を格段に低くすることができるが、入射波高相当の静水圧の数倍程度の波圧が堤体に作用するため、水平波力と同程度のオーダーの鉛直波力が作用する¹⁾。このような鉛直波力は、護岸の安定性を損なうため、鉛直波力の低減が可能な護岸断面形状の検討が必要となる。

本研究は、非越波型防波護岸の越波阻止機能は損なわず、かつ、作用波圧の低減が可能な最適護岸断面形状を、水理模型実験および数値シミュレーションにより検討することを目的とし、その手始めとして護岸断面形状の違いが越波阻止機能に与える影響について検討した結果を報告する。

2. 水理模型実験

2.1 実験条件と護岸断面形状の考え方

実験は、一端に勾配1/30の不透過傾斜を有する二次元造波水路(0.2m×0.15m×7.5m)を用いて行っ

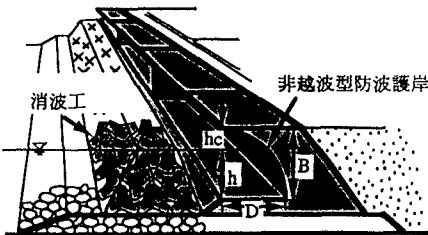


図-1 非越波型防波護岸

た。沖側の水平床における水深は $h_0=0.11\text{m}$ とし、入射波の周期は0.62s、0.77s、波高は2.2cm、3.5cm、波形勾配は0.036とした。護岸断面は、図-2に示すTYPE-A、B、C、およびTYPE-D、E、Fで、TYPE-AとTYPE-Dは同形状である。ここで、円弧状の凹断面を持つ非越波型防波護岸は、その円弧状の奥行き深さが深いほど、越波を阻止する機能は高くなるが、水面下の護岸断面形状はTYPE-Aのように水面上の円弧と同一曲率で連続である場合が最も越波阻止効果が高いのか、あるいはTYPE-Cのようにさらに奥行きを深くすると阻止機能が向上するのか、またはTYPE-Bのように護岸底部を前方に出しても越波阻止機能は変わらないのかについては不明である。そこで、静水面上の護岸奥行き容積 V_s が一定で、静水面下の断面形状が異なるTYPE-A、B、Cの護岸について越波阻止機能の相違を検討した。つぎに、護岸前面での波面が最も遡下した時点(引き波時)で

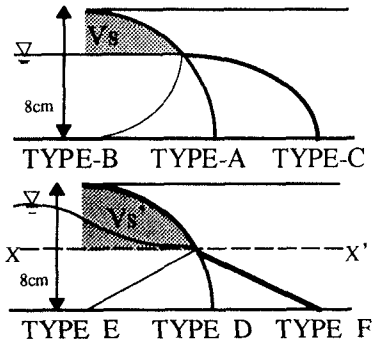


図-2 水理模型実験で用いた護岸断面

表-1 護岸断面形状の違いによる
限界天端高さの相違

	$H_0/h_0=0.2$		$H_0/h_0=0.318$	
	h_2/H_0	TYPE-Aとの差	h_2/H_0	TYPE-Aとの差
TYPE-A	0.682	-	0.714	-
TYPE-B	0.795	0.169	0.786	0.101
TYPE-C	0.568	-0.162	0.643	-0.097
	h_2/H_0	TYPE-Dとの差	h_2/H_0	TYPE-Dとの差
	h_2/H_0	TYPE-Aとの差	h_2/H_0	TYPE-Aとの差
TYPE-D	0.682	-	0.714	-
TYPE-E	0.682	0.000	0.714	0.000
TYPE-F	0.682	0.000	0.714	0.000

のX-X線よりも上の護岸奥行き容積 V_s が一定で、X-X線より下の断面形状が異なるTYPE-D、E、Fの護岸について越波阻止機能の相違を比較した。

2.2 実験結果および考察

実験結果を表-1に示す。表中には各護岸断面の限界天端高さ hc/Ho 、およびTYPE-B、CについてはTYPE-Aに対する hc/Ho の差、TYPE-E、FについてはTYPE-Dに対する hc/Ho の差を示している。

TYPEA、B、Cについて見ると、 $Ho/h_o=0.2$ と 0.318 の両ケースともに、護岸の限界天端高さは静水面下の奥行き深さが最も大きいTYPE-Cの場合が最も小さく、次いでTYPE-A、Bの順で限界天端高さは大きくなっている。つまり、静水面上の護岸断面形状が同じであっても静水面下の形状によっては限界天端高さに違いが生じることになる。この理由として、図-3に示すように、護岸前面での波面が最も遡下した時点（引き波時）で、TYPE-Cの断面はTYPE-Aの断面に対して V_2 だけ大きな容積を持ち、TYPE-Bの断面はTYPE-Aに対して V_1 だけ容積が減じる事によるものと考えられる。このことは、TYPE-D、E、Fの hc/Ho を比較するとさらに明らかになる。表-1に示すように、護岸前面で波面が最も遡下した時点での水面下の断面形状が異なるTYPE-D、E、Fでは、限界天端高さに違いは見られない。つまり、図-2に示したX-X線よりも上の断面形状が同じであれば、X-X線よりも下の形状は任意に取ることができることを示している。

3. 数値シミュレーション

3.1 数値計算の条件および結果

SMAC法を用いて護岸前面での水塊の運動の様子を計算した。計算では、まず、水塊が非越波型防波護岸に作用する場合を対象とした。図-4(a)、(b)はTYPE-AとTYPE-B（図-2参照）の各護岸前面での波面の変化の様子を示したものである。両図とも護岸の高さは8cm、設置水深は5cmで、各セルに与えた流速の初期条件は98.6cm/s（ $T=0.62s$ の場合の波速に相当）である。

実験の観察より、不連続な断面形状を持つTYPE-Bの護岸前面での波当たりの状況は、連続な断面形状を持つTYPE-Aに較べて激しく飛沫の飛散等も顕著

であったが、本数値計算によっても、このような状況が再現されていると思われる。ただし、護岸前面での流体運動をより正確に再現し、計算により波圧、波力等を算定して最適護岸断面形状を検討するためには波動場を対象とした解析を行う必要がある。現時点ではプログラムの改良が完全ではなく、結果が得られ次第報告する。

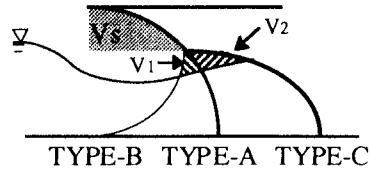


図-3 護岸前面での引き波時の波面の様子

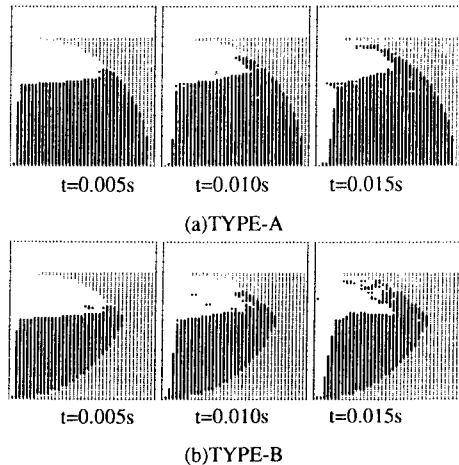


図-4 数値シミュレーション結果

4. あとがき

本研究では、非越波型防波護岸の最適断面形状を検討する手始めとして、護岸断面形状の違いが越波阻止機能に与える影響について検討した。引き波時に水面上に露出する部分の断面形状が同じであれば、水面下の形状は越波阻止機能に影響を与えないことを示した。今後は、数値シミュレーションにより、波圧、波力の算定を行い、最適断面形状を具体的に検討する予定である。

（参考文献）

- 1) 村上啓介 他(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