

Ⅱ-142 潜堤による多方向不規則波の碎波限界に関する一考察

○大阪大学大学院 正会員 川崎 浩司
 名古屋大学大学院 フェロー 岩田好一朗*
 名古屋大学大学院 正会員 水谷 法美
 運輸省港湾技術研究所 正会員 富田 孝史
 中部電力㈱電力技術研究所 正会員 川嶋 直人

1. はじめに：近年，海岸・海洋構造物の設置海域が多様化しており，海象・地盤条件等の自然条件が厳しい大水深域においても，防災機能のみならず海域利用機能を具備する構造物が求められている．このように，海洋空間の利用が沖合へと展開するにつれて，外力となる多方向不規則波動場を解明する必要性が生じている．碎波により消波効果を発揮する潜堤に関しては，潜堤による多方向不規則波の碎波限界や碎波過程を明らかにすることが極めて重要であるが，従来の研究は規則波や一方向不規則波を対象としたものがほとんどで，多方向不規則波に関する研究例は皆無に近いのが現状である．そこで，本研究では，潜堤による多方向不規則波の碎波限界を取り上げ，水理実験を行うことにより，規則波，斜交波および一方向不規則波の場合と比較しながら，その特性を考究することを目的とする．

2. 水理実験：中部電力㈱電力技術研究所の所有する平面波浪水槽(長さ 30m，幅 23m，深さ 1.2m)を用いて，水理実験を行った．本実験では，一定水深域(静水深 $h=50\text{cm}$)に設置された不透透矩形型潜堤を取り上げ，潜堤模型の諸元として，堤長 $W=300\text{cm}$ ，堤幅 $B=60\text{cm}$ と固定し，天端水深 R のみを $R=14.0, 15.5\text{cm}$ と 2 種類変化させた．また，碎波点近傍における水位変動を， 3×4 本の合計 12 本の電気容量式水位計が 4cm 間隔で構成される水位計群(以後，碎波水位計と略称)で計測した．多方向不規則波および斜交波の碎波限界に関する実験条件を，それぞれ表-1，2 に示す．ここで，多方向不規則波には，Bretschneider-光易型の周波数スペクトル，方向関数として光易型を有する波を使用した．また，2つの異なる波高，周期，波向き(ここでは，A 波，B 波と称する)から構成される斜交波の場合，A 波を造波した後に，碎波するまで B 波の入射波高 H_{ib} を大きくしていくことにより，斜交波の碎波限界を求めた．

本実験では，最大波一波が碎波する位置を目視観測により判定し，その地点へ碎波水位計を移動させ，碎波点近傍の水位変動を詳細に計測した．また，計測と同時に，潜堤周辺の波の挙動を 8mm ビデオカメラを用いて撮影した．

表-1 多方向不規則波の碎波限界に関する実験条件

有義波高 $H_{1/3}(\text{cm})$	有義周期 $T_{1/3}(\text{s})$	方向集中度 S_{max}	主波向き $\theta (\text{deg.})$
1.0	4.5	10, 25, 75, ∞	90
1.6	4.0		

表-2 斜交波の碎波限界に関する実験条件

A 波の入射波高 $H_{ia}(\text{cm})$	A 波の入射波周期 $T_{ia}(\text{s})$	B 波の入射波周期 $T_{ib}(\text{s})$	交差角 $\theta (\text{deg.})$
6.0	1.2	0.8, 1.2, 1.6, 2.0	30, 45, 60
4.0	1.6		

3. 結果とその考察：本研究では，波面，特に波峰が不連続になった時を碎波と定義し，碎波限界を実験中の目視およびビデオ画像より非碎波・碎波を確認した上で決定した．なお，多方向不規則波は多成分の波に

キーワード：多方向不規則波，碎波限界，限界相対波高，潜堤

*連絡先：〒464-8603 名古屋市中千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻
 TEL 052-789-4634 FAX 052-789-1657

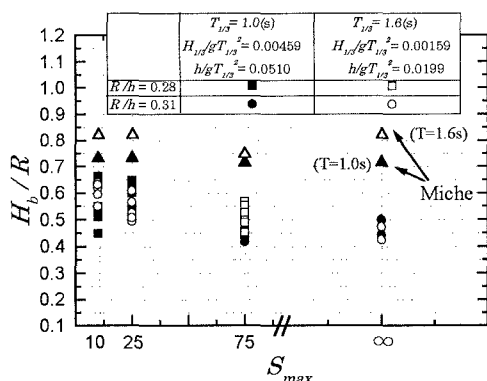
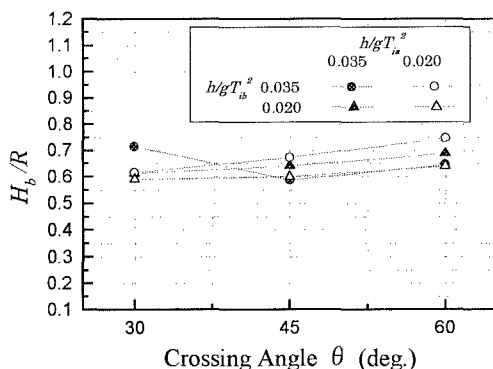
図-1 方向集中度 S_{max} と限界相対波高 H_b/R の関係

図-2 斜交波の碎波限界

より構成されているため、碎波限界も複数出現することが予想される。本研究で取り扱う多方向不規則波の碎波限界は、実験において発生した数多い碎波限界の内の一部であるため、本研究では、多方向不規則波の碎波限界を、実験において抜粋した碎波限界を平均的にみることにより議論する。

図-1は、多方向不規則波の方向集中度 S_{max} と限界相対波高 H_b/R の関係を示したものであり、同図には、Miche(1944)の式($(H/L)_b = 0.142 \tanh(2\pi R/L)_b$)を使った場合の値も示している。同図より、実験より得られた限界相対波高の上限値は、Micheの式による値よりも小さいことがわかる。そして、実験値にばらつきがみられるものの、 S_{max} の減少に伴い(波の多方向性が強くなるにつれて)、 H_b/R が平均的に大きくなっているのが認められる。この理由として、多方向不規則波では、異なる向きの波が合成して大きな波高の波が形成されるため、部分重複波の性格を帯びる波も存在するようになり、そのとき流速や波速が一部相殺されて、波高の大きな碎波が生じることが挙げられる。また、 S_{max} が小さくなるにつれて碎波限界の変動幅が大きくなっているが、これも多方向性が強くなると、波と波あるいは波と潜堤の干渉の度合いが複雑になって波が碎けるため、碎波限界に幅が生じると考えられる。

次に、図-2は、斜交波の限界相対波高 H_b/R と交差角 θ の関係を例示したもので、同図は、A波の周期 $T_a=1.2$, $1.6s$ ($h/gT_a^2=0.035, 0.020$), B波の周期 $T_b=1.2$, $1.6s$ ($h/gT_b^2=0.035, 0.020$)の場合を示す。同図より、交差角 θ の増大に伴い、 H_b/R は大きくなっているのが認められる。これは、上述したように、2つの波の流速および波速が相殺され易くなり部分重複的な性格を帯びるためと推測される。

ついで、図-1と図-2を比較することにより、規則波、斜交波、多方向不規則波の碎波限界の違いについて議論する。図-2より、斜交波の H_b/R は $0.6 \sim 0.75$ の範囲であり、図-1に示すMicheの限界波高より小さな値となるものが、ほとんどの条件に対して認められる。さらに、斜交波における H_b/R の変動は 0.675 前後を中心としており、多方向不規則波の碎波限界上限値を上回っていることがわかる。したがって、多方向不規則波の H_b/R が平均的に最も小さいことがわかる。そして、多方向不規則波の中でもより一方向性の強い波の方が平均的に限界相対波高が小さく、ついで、斜交波、規則波(Micheの式で推算したもの)の順に限界相対波高が大きくなることが指摘できる。

4. おわりに：本報告では、実験結果に基づいて、潜堤による多方向不規則波の碎波限界を、規則波と斜交波の場合と比較しながら議論し、多方向不規則波に対する限界相対波高が、規則波(Micheの式で推算したもの)と斜交波の場合と比べて平均的に最も小さいこと、そして、多方向不規則波の中でもより一方向性の強い波が平均的に限界相対波高が減少することを示した。さらに、多方向不規則波の碎波限界について検討を加えていく所存である。なお、本研究は文部省科学研究費補助金(基盤研究(B)(2)、研究代表者：名大 岩田好一郎)により行われたことを付記しておく。

【参考文献】 Miche, A. (1944) : Application aux digues maritimes, Ann. Ponts et Chaussees, Tome 114.