

ケ - ソン連結目地内における流体共振特性

斎藤武久・G.P. Miao・石田 啓

1. はじめに

悲しく痛ましい事故となった大蔵海岸陥没事故では、ケ - ソン護岸連結目地内の防砂板が破損し、背後砂が流れ出したことが主な事故原因と報告¹⁾されている。防砂板の破損理由を検討する場合、主要な外力となる目地内の波力評価は重要であり、再発防止のため、連結目地内の流体運動を正確に把握することが必要不可欠であると考えられる。ところが、ケ - ソン式構造物中の連結目地のサイズは構造の代表長さに比べて微小であるため、ケ - ソン護岸に限らず、目地内での流体運動がこれまで技術的に論じられることは少なかった。本研究では、ケ - ソン防波堤を対象に、連結目地内での流体特性および流体共振の発生条件を理論的および実験的に考究する。

2. 理論解析法

ケ - ソン防波堤へ入射波が直角入射する場合を対象として、解析領域をケ - ソン外部領域、目地端部領域および目地内部領域に分割し、それぞれの領域で線形ポテンシャル理論に基づき速度ポテンシャルを定義する。次に、隣り合う領域への漸近速度ポテンシャルを誘導・接合し、目地内部における波高が発散する条件として、目地内での流体共振の発生条件を誘導した²⁾結果として、目地幅をゼロへ漸近した場合、流体共振の発生条件は $kL = n\pi$ ($n = 1, 2, \dots$, k : 波数, L : 目地長さ) となった。

3. 実験結果および考察

写真 - 1 に目地内で観察された水面形状を例示する。水面変動は、目地中央を中心とした左右対称形であり、目地両端を節とする 1 次モードの流体共振現象に極めて近い変動特性を示していることが分かる。一方、他の入射波周期の場合、写真のような極端な水面変動の発生は確認できなかった。以上のことは、特定の入射波周期に対する特異な水面変動の発生を意味し、流体共振の発生を示すものである。次に、本研究で対象としたすべての実験条件から、目地内での流体共振の発生範囲を整理した結果を図 - 1 に示す。縦軸は、

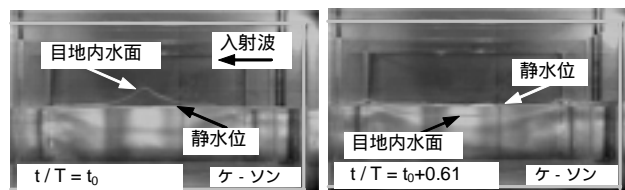


写真 - 1 共振時の目地内水位変動特性
(目地幅 3cm, $H=1.2$ cm, $T=1.22$ s; H : 入射波高, T : 周期)

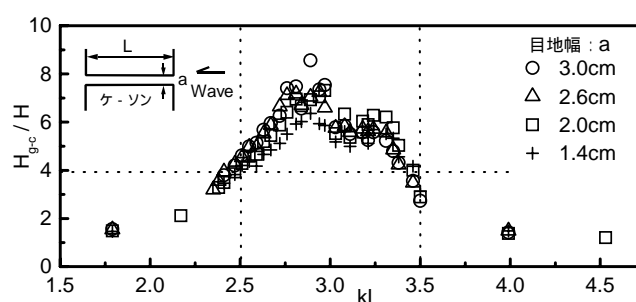


図 - 1 流体共振の発生条件

目地中央位置での最大波高 H_{g-c} と入射波高 H との比を表す。目地幅の変化によって多少変化するものの、この比が 4 倍を超える範囲は、およそ $kL = 2.5 \sim 3.5$ であることが分かる。さらに、 kL が 3 付近において、 H_{g-c} が最大となり、理論解析による漸近解とほぼ一致し、本研究で提示した理論解により、目地内における流体共振現象の発生条件が予測できることを示している。

4. まとめ

ケ - ソン防波堤連結目地内における流体共振現象の発生の有無および発生条件を検討した。漸近接合法を用いた理論解析から、ケ - ソン防波堤へ入射波が直角入射する場合、流体共振の発生条件に関する漸近解が $kL = n\pi$ ($n = 1, 2, \dots$) となることが分かった。さらに、実験から、目地内で流体共振現象が発生することを確認し、目地内の最大波高比 H_{g-c}/H が 4 倍を上回る状態は、本研究で対象とした実験範囲において $kL = 2.5 \sim 3.5$ の場合に発生することが明らかになった。

参考文献

- 1) 大蔵海岸陥没事故調査小委員会：平成 13 年度 大蔵海岸陥没事故調査小委員会 最終報告書 2002.
- 2) Mei, C.C.: The applied dynamics of ocean surface waves, World Scientific, Singapore, pp.199-206, 1989.