

II-317

可動斜板堤 (BEACH) の水理特性について

大成建設(株) 正会員 田中 良弘
同 上 同 上 酒井 雅史
室蘭工業大学 正会員 近藤 俊郎

1. はじめに

海洋空間開発においては、静穏な海域を創出し、その内水域を有効利用するために、より経済的かつ景観を損なわないような構造物の開発が望まれている。この要請に応えるべく、従来よりこれらの海域では、潜堤が多く用いられている。潜堤は、ケーソン防波堤に比べ、作用する波力が小さいため、構造物としてはコンパクトにまとまり、経済的な利点を持つ反面、消波効果が少ないという欠点を有している。本研究では、海水浴海域やマリナの簡易式消波堤として、優れた消波効果を持ち、より経済的で、容易にかつ短期間に施工可能な新形式の可動斜板堤（図1）を提案する。本研究の目的は、この可動斜板堤(BEACH)について消波特性や安定設計及び部材設計時に必要とされる波力などの水理特性を模型実験によって明らかにすることにある。

2. 可動斜板堤の構造形式

可動斜板堤は、図2の構造図に示すように斜板の一端がピン構造で、斜板は2タイプあり、格子構造で内部に空気室のあるエチャンパー型と裏面にフロッカーを取り付けたフロッカー型がある。斜板は波動に応じて動き、入射波を碎波して消波する機構である。また、エチャンパー型の場合、異常波浪時には、空気室の圧縮空気を排出し、斜板を水中部に容易に収納することができ、潜堤への変換が可能であり、広範囲の波浪に対して安定した消波効果を生み出すものである。そのため、従来の消波堤に比べ建設コストの大幅な低減が可能となり、また構造体の重量を軽くすることが可能で、軟弱地盤上への設置も地盤改良なしで行うことができる。

3. 実験概要

実験水槽は2次元水槽(L47×B0.8×D1.6)を用い、模型前面の水深を40cm（実大4m）とした。模型縮尺は、現地での設置状況を想定し、 $S=1/10$ とした。実験波は波高 $H=1, 2$ m、周期 $T=4\sim 10$ sec（実大）合計14波の規則波を用いている。容量式波高計による波高、三分力計による水平波力・鉛直波力、波圧計による斜板上及び基礎底面の波圧分布の測定を行った。実験はエチャンパー型とフロッカー型の2種類の模型について実施した。

4. 実験結果

(1) 消波特性

図3～6に両タイプの反射率 K_R 及び透過率 K_T 、エネルギー

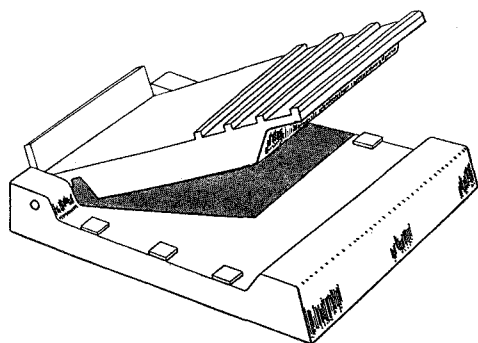


図1 可動斜板堤の概念図

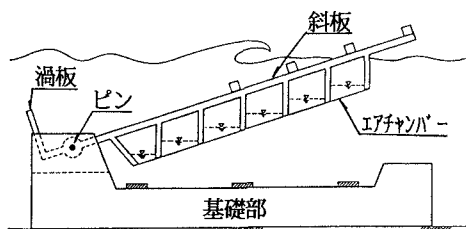


図2 可動斜板堤の構造図（エチャンパー型）

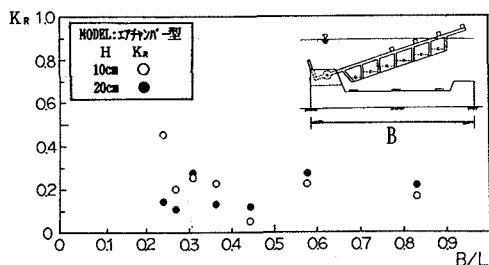


図3 反射率（エチャンパー型）

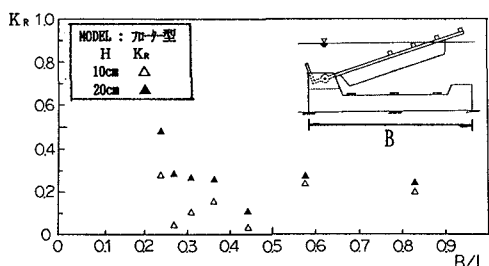


図4 反射率（フロッカー型）

損失率 K_L^2 を示す。反射率では両タイプともほぼ同様の測定値が得られ、最大で $K_R=0.45$ 、全体的には $K_R \leq 0.3$ を示している。周期の変化でみると、 $T=6\text{sec}$ の波で最も小さな値とり、また波高の大きい方が大きな反射率を示している。

透過率 K_T 、エネルギー損失率 K_L^2 も両タイプは同様の値を示し、波長が長くなると波が斜板を乗り越えてしまうため、透過率が大きくなる。エネルギー損失率は長周期では反射率、透過率とも大きくなるため、短周期に比べ、著しく低下してしまう。
(2) 波力特性

図-7 に水平波力と鉛直波力の測定波形の一例を示す。 $T=6\text{sec}$ までは、水平力最大時と鉛直力最大時の位相差はほとんど認められないが、 $T=7\text{sec}$ 以上になると顕著な位相差が現れる。鉛直力最大時の水平力 F_H と最大水平力 $F_H^{\max}$ との比を F_H^0 、同様に水平力最大時の鉛直力 F_V と最大鉛直力 $F_V^{\max}$ との比を F_V^0 と定義し、波長との関係を図8及び9に示す。短周期では、 $F_H^0=0.3\sim 0.8$ と安定した値を示すが、周期が長くなるにつれて逆向きの水平力が作用する。また、エフチャップ型よりもフーター型に作用する水平力の方が大きいことから、空気室内の圧縮空気がダンパーの役目を果たし、波力を吸収すると思われる。 F_V^0 も、短周期では、 $0.4\sim 0.8$ と安定しており、長周期で波高が20cmの場合、堤体に押し込み力が作用する。さらに、 F_H^0 と同様にフーター型に作用する鉛直力の方がほぼ大きな値を示している。

(3) 波圧分布

斜板上は水面付近の波圧が衝撃圧の作用により非常に大きな値を示している。斜板上の測定点毎の周波数による波圧変化は同一波高ではそれほど顕著ではなく、ほぼ一定の値を示している。底面波圧分布は、エフチャップ型の場合は台形分布を示し、堤体の前から後にかけて徐々に小さくなる。フーター型の場合は前から後にかけてほぼ同様の大きさの最大波圧が同時に作用する。

5. 結論と今後の課題

(1) 本実験結果より、 $T=6\text{sec}$ 以下の波浪に対して消波効果が最も大きい。長周期の波浪に対しては斜板長を長くするか、潜堤として機能させることが効果的であると考えられる。また、エフチャップ型の方が、波浪状況に応じて、潜堤への変換が容易で幅広い適用が可能であると考えられる。

(2) 斜板が可動するため、水平波力が著しく低減されるとともに長周期では顕著な位相差が現れることからこれらを考慮した堤体の安定計算が可能である。

今後の課題としては、碎波の有無や不規則波による詳細な波力・波圧の把握実験、ピン部材の素材選定と耐久性の検討、施工法、建設コストに関する検討などを実施し、本消波堤の実用化に向けて関係各位からの意見を参考に開発を推進する予定である。

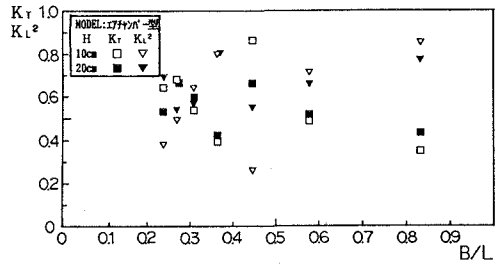


図5 透過率・エネルギー損失率（エフチャップ型）

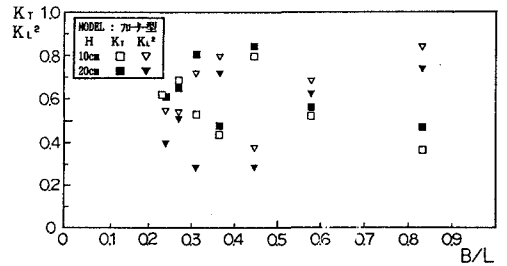


図6 透過率・エネルギー損失率（フーター型）

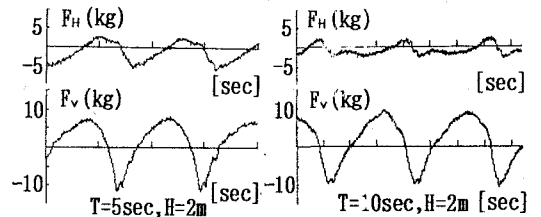


図7 測定波形（エフチャップ型）

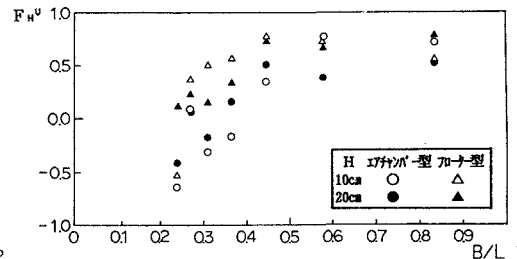


図8 鉛直力最大時の水平力と最大水平力の比率

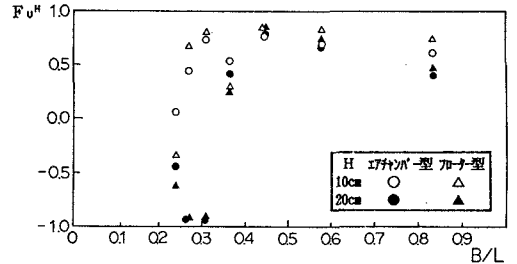


図9 水平力最大時の鉛直力と最大鉛直力の比率