

(Ⅱ-50) 波浪フィルターの消波効果に関する実験的研究

明星大学 学生員 板場 英樹
明星大学 正会員 川端 猛

1. はじめに

現在の港湾の構造は、波の進入に対して防波堤を構築し、その前面に消波ブロック等を設置して波のエネルギーを逸散し、港内静穏度を高めている。防波堤開口部からの波の進入に対しては、波の進入方向を避けて開口部を設けたり、前面にも防波堤を設置する等の防止策を施している。

最近、電気学会に望月仁氏等により「波浪フィルター」なるものが発表されている。

本来、海波エネルギーを電気エネルギーに変換する際の不規則波を規則波に調整するために考案されたもののようであるが、積極的に波を制御し、船舶の航行等にも支障を期すこともなく、従来の消波構造物とは異なっている。防波堤開口部にこの波浪フィルターを設置するならば、望月氏は「海水、魚類、汚水、船舶などの出入りが自由で、しかも外海からの波の進入を防ぐ、従来とは全く異なる形式の港を造ることが出来る。防波堤についての制約は大幅に緩和される可能性がある。」と提言している。

今回、私達はこの波浪フィルターの土木構造物としての実効性について、実験的に検討することとした。

2. 波浪フィルターの設計

波浪フィルターは伝送回路の理論のうち誘導型フィルターの理論より考案されており、遮断周波数 f_c 、減衰極周波数 f_∞ 、として定数 m を定めると、図-1 のような水路の諸寸法は次の式で定められる。

$$m = \sqrt{1 - \left(\frac{f_\infty}{f_c} \right)^2} \cdots (1) \quad L_2 = \frac{\sqrt{g h (1 - m^2)}}{\sqrt{2} \pi f_c} \cdots (2) \quad \frac{L_1}{B_1} = \frac{m \sqrt{g h}}{2 \pi f_c B_0} \cdots (3)$$

$$B_3 = \frac{m B_0}{\sqrt{2 (1 - m^2)}} \cdots (4)$$

h は水深で、水路内は一定とし、また $2 B_2 = B_3$ の様に定める。

3. 実験方法

実験装置は、幅2.8m奥行13.0m深さ0.5mのコンクリート製平面水槽を用い、可変造波装置により波を発生させた。波浪フィルターは防波堤に対して直角に取り付けてある。水深は20~35cmの間で5cmおきに変化させ、防波堤角度は波向に対して、 90° ・ 75° ・ 60° ・ 45° とした。開口幅 B_0 は20cm及び30cmの2種類である。波の測定には、フィルターの前・後面にそれぞれ容量式波高計を設置し、入射波と透過波の波高・波速・周波数・波動エネルギー等の各比を求めた。

4. 実験結果

波高の変化：図-2では波高透過率は若干ではあるがフィルターの効果により低下している。また、波形勾配の増加に伴い多少波高透過率は大きくなる傾向を示している。

周波数の変化：図-3では周波数透過率は、どの波に対しても一定（100%前後）で安定し、透過後の周波数の減少は見られなかった。

波動エネルギーの変化：図-4からも明らかなように、波形勾配が大きくなる程、波動エネルギー透過率が大きくなり、フィルターを付けることにより50%程度透過率を下げる事が出来るようである。

防波堤（波向）角度による影響：図-5に示すように角度が付くに従って（ 90° ・ 75° ・ 60° ・ 45° の順に）波高及

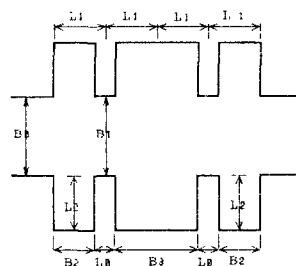


図-1 フィルター寸法図

び波動エネルギー透過率が小さくなる傾向が見られた。また、図には示していないが波速に関しては上述と逆の傾向となった。

開口幅：開口幅が広い方が透過率が大きくなる。実際の港湾に見られるように開口幅が大きい場合、フィルターが開口幅全域にわたって影響を与えるとは思えない。どの程度まで影響があるかを知るためには、もっと大きいスケールで実験していく必要があると思う。

図-2 波高透過率の変化

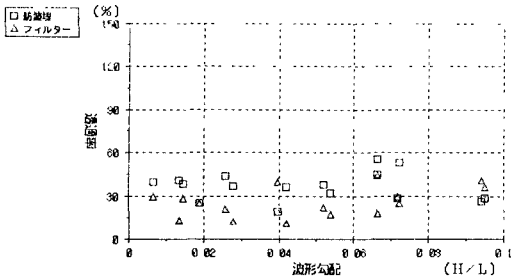


図-3 周波数透過率の変化

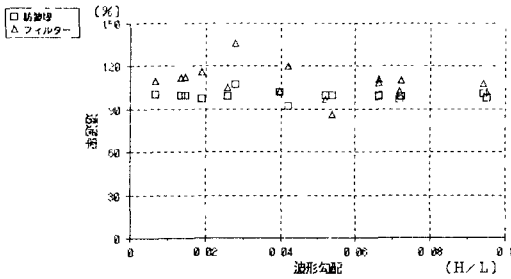


図-4 波動エネルギー透過率の変化

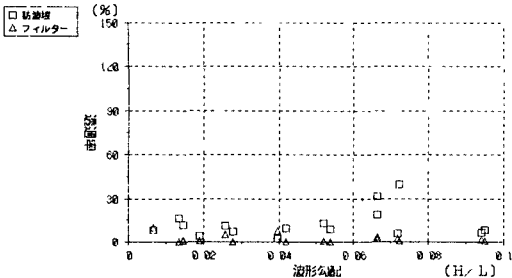
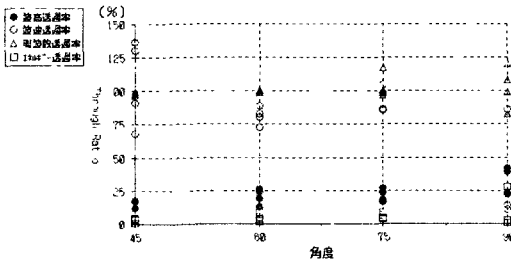


図-5 防波堤角度による各透過率 (フィルター設置)



5. 終わりに

波浪フィルターを取り付けることにより消波効果が增大することが確認できた。従来からある防波堤と組み合わせると今までと異なった防波堤形態を持つ港湾・漁港・レジャー施設等での波浪制御に威力を発揮することが可能であると思う。

一方、実験時には、時には波浪フィルターの内部で波高の増大が著しく、船舶の航行には不适当といえる状態があったことも事実である。実際の海洋では、潮汐等により、常に一定の水深であることはなく、波の周波数も常に変化しているので、設計条件以外の水深や周波数での消波効果を確認していくことも必要である。

波浪フィルターの設計の自由度は高いのであるが、実験水槽や装置の制約から僅か数種類のフィルターでしか実験を行えなかった。今後様々な研究を繰り返して、更に波浪フィルターの特性を検討していく必要があるだろう。

6. 謝辞

末筆ですが、本研究を進めるに当たり、ご助言を賜りました望月仁先生に深く感謝いたします。また、御協力いただいた諸先生及び実験に参加した学生諸君にも敬意を表します。

参考文献

望月 仁、他「波浪周波数フィルタ」 電気学会論文誌 A 110A 493-500 (1990)
望月 仁、他「波浪フィルタ」 日本音響学会誌46巻12号 (1990)
望月 仁、他「波浪周波数フィルタ」 電気学会全国大会論文集 (1990)
佐藤 利三郎「伝送回路」 コロナ社
尾崎 晃他共著 「海岸工学」 森北出版