

東京大学工学部 正会員 工博 堀川 清司
 東京大学大学院 学生会員 工修 小森 修藏
 東京大学工学部 学生会員 山田 昭郎

1. 緒言 第18回年次学術講演会において、潜堤による風波の減衰について報告したが、今回はさらに一歩進めて潜堤による波のスペクトルの変形と実験室で調べ検討してみた。その結果をここに報告する。

2. 実験方法 実験に使用した水路は、長さ50m、幅0.6m、高さ0.9mの風洞付二次元造波水路である。不規則波は大きく2つにわけて、フラッター式造波機で起こした波に風をあてて不規則性を加味させたものと、風だけで起こしたものである。沖波は潜堤を置かない状態で測定した。潜堤背後の測定点は潜堤のうしろ0.4mの点とあとは1.2m間隔に3点設けた。水深は40cmで一定とした。潜堤は造波機から26mの位置に置いた。また潜堤模型は5cmの角材を積み上げてゆく方式のものであり、実際に実験した堤高は $h=20, 30, 40$ cmの3通りである。したがって潜堤高と水深との比 h/d は0.50, 0.75, 1.00の3通りとなる。

3. 実験結果と考察 実験で得られた波形から $\sqrt{E}$ を計算し、波高減衰比を算出してみると h/d が0.5程度ではほとんど減衰しておらず、潜堤の効果は期待できない。 h/d が0.8以上になると効果は急によくなり、波高減衰比は0.7から0.5と下がりゆく。これは、堀川が規則波ならびに風波で行なった実験結果とたいへんよく一致している。^{1), 2)}

4. エネルギー・スペクトルの変化

波形は沖波と潜堤背後で4点記録したわけであるが、ここではまず沖波波形のパワースペクトルと潜堤背後1.6mの測定点でのパワースペクトルを比較してみる。パワースペクトルを計算するにあたっては、読み取り間隔 $\Delta t = 0.1$ sec, 読み取り総数 $N = 700$ 個, $\log$ の最大値 $m = 50$ とした。図-1に示すのがフラッターと風とで起こした波の例であり、図-2が風だけで起こした波の例である。沖波波形のパワーと潜堤通過後のパワーを比較してみると、2つの例とも波が潜堤を通過するとパワーが高

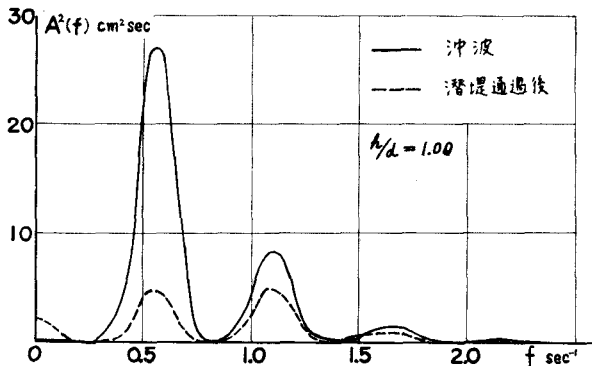


図-1 パワースペクトルの例 (フラッターと風による波)

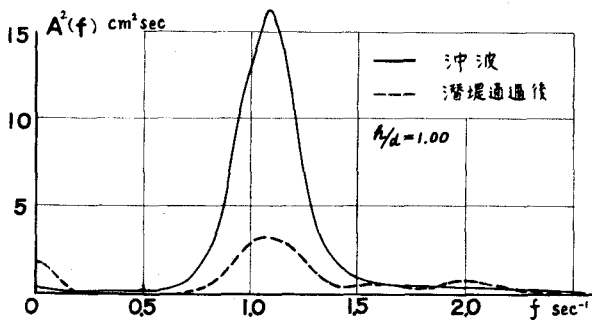


図-2 パワースペクトルの例 (風波)

周波数域に移っていった。これをさらに理解しやすくするために、パワースペクトルの1つ前の段階である自己相関関数のグラフでみよう。図-3に図-1のパワースペクトルを求める前の自己相関関数を示す。沖波の自己相関関数は大きく卓越する成分波の周期が1つであることを示しているが、潜堤通過後には半周期の成分波が(すなわち2倍周波数の成分波が)基本卓越周期の成分波と同じくらいの割合で出てくることがわかる。いま2つの卓越する周波数の成分波があり、倍周波数の関係にあるとする。すなわち波が

$$\eta(t) = A_1 \cos \omega t + A_2 \cos(2\omega t + \alpha) \dots (1)$$

で成り立っているとすると、その自己相関関数は、

$$R(\tau) = \frac{1}{2} (A_1^2 \cos \omega \tau + A_2^2 \cos 2\omega \tau) \dots (2)$$

となる。もちろん他の周波数成分も含んでいるのであるが、ここでは2つの卓越する成分波に注目し、単純化して考えている。式(2)において $A_1 \approx A_2$ とすると、図-3B のようになる。逆に図-3B から潜堤通過後は式(1)のような波形になっていると思われる。図-2の風波の例ではそれ程めだたないが、やはり2倍周波数成分が相対的に大きくなっている。潜堤により卓越周波数の成分波は減衰し、その2倍周波数の成分波の方へエネルギーが移ってゆくようである。

5. 結 語 潜堤によって卓越周波数の成分波のエネルギーは2倍周波数の方へと移ってゆくことがわかった。実験室では周波数バンド幅の広い波を起こすことがむずかしく、あらゆる周波数について定量的に検出してゆくことは至難なことであるが、今後も実験を進めてゆく予定である。2倍周波数ばかりでなくさらに高周波域に移ってゆくものと思われるが、われわれが行なった計算の精度では断定しかねるのもっと精度をあげて検討するつもりである。また各点で測定した波形からエネルギーを計算してみると、潜堤通過直後ではエネルギーが一時小さくなるような結果も得られているが、これはこの付近では非線形性が強く、正弦波の重ねだと考えるパワースペクトルの方法が適用出来ない領域であるためであろう。このあたりの取り扱い方も現在検討をしている。

最後にこの研究を進めるについて終始御指導いただいた本間仁博士に心より謝意を表する。

参考文献

- 1) 堀川清司; '潜堤による風波の減衰について' 第18回年次学術講演会 1963
- 2) 堀川清司・鮮于淑; '潜堤に関する実験的研究' 第12回年次学術講演会 1957
- 3) 本間仁・酒匂敏次; '潜堤に関する研究' 第5回海岸工学講演会 1958
- 4) 本間仁・堀川清司; '潜堤に関する研究(II)' 第6回海岸工学講演会 1959

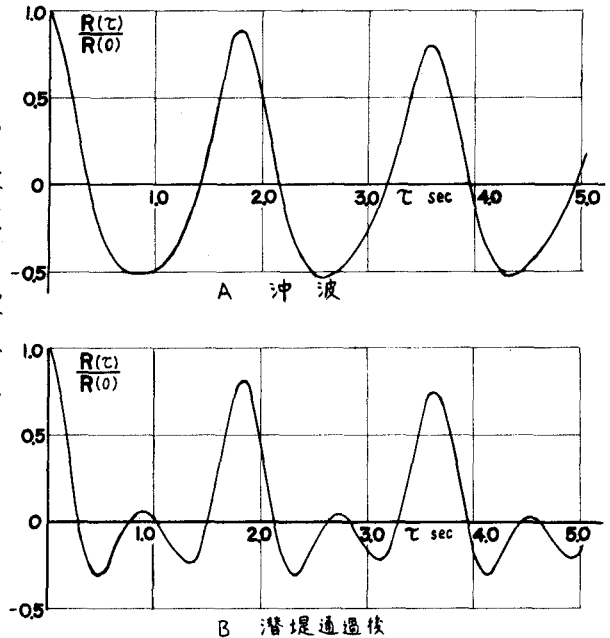


図-3 自己相関関数(フラッターと風で起こした波の例)