

II-54 潜堤による風波の減衰について

東京大学工学部 正員 堀川清司

1. はしがき

潜堤の波高減衰効果については、従来幾つかの研究が発表されている。すなわち規則的な波を用いての水路実験、あるいは新潟県海岸での現地観測などである。これらの研究により、波高減衰比と堤高水深比との概略の關係は把握されている。筆者は今回一つの試みとして、二次元風洞水槽を用いて風波を発生させ、あるいは機械的に規則的な波を起すと同時に風を吹かせて不規則性も付加し、種々の堤高・水深比による波の変形を調べてみた。現在までにえられた成果の概要をここに報告する。

2. 研究方法

有効長36 m、幅0.6 m、高さ0.9 mの風洞水槽の一端に砂利にて $\alpha=1/15$ の斜面をつくり、反射波も出来るだけ軽減するようにした。水深は36 cm一様に固定して、種々の風速で波を発生させ、潜堤のない時の波の特性を水路延長上5点に波高計をとりつけて記録した。後に同じ波の条件の下で、潜堤(堤先端が5 cmの直立壁)の高さを種々に変えて波を記録した。潜堤は波起し機よりの距離 $x=26$ mの位置にとりつけ、解析に使用した波高計は $x=27.5$ mに位置せしめた。

解析方法としては、

- (1) 波の記録を解析する通常の方法に従って H_{max} , $H_{1/2}$, $H_{1/3}$, $\bar{H}$, $T_{1/2}$, $T_{1/3}$, $\bar{T}$ を算出し、これらの間の關係を調べる。次いで有義波をもつて波高減衰を比較検討する。
- (2) 幾つかの系列に対しては、エネルギースペクトルを電子計算機によって計算し、エネルギー密度分布の比較、卓越周期の変化を調べる。

3. H_{max} , $H_{1/2}$, $H_{1/3}$, $\bar{H}$ の間の關係

統計的に取り扱う波の記録数 N は、少なくとも100個位あるのが望ましいとされているが、筆者の記録波数は必ずしもナ分ではなく40~90であった。

図-1は H_{max} と $H_{1/3}$ の關係であり、 N により分類して示しており、また

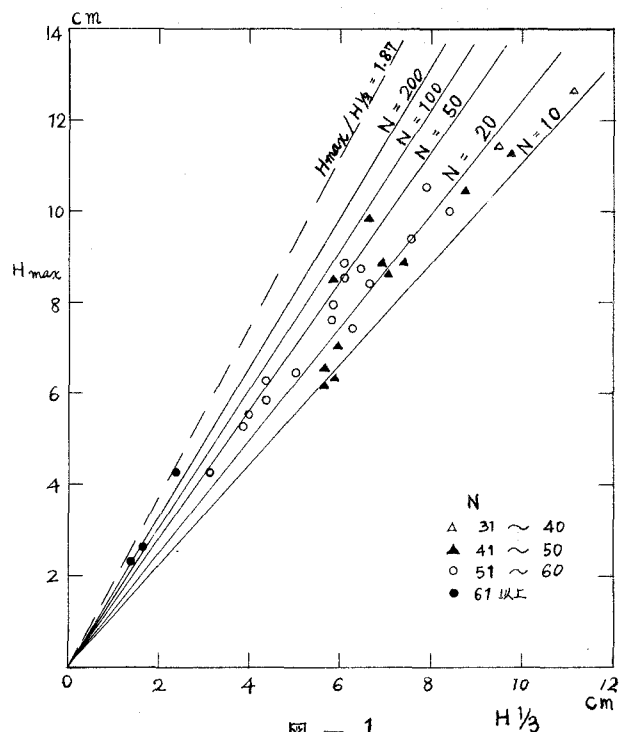


図-1

同時に Longuet-Higgins の理論, あるいは通常使用されている $H_{\max} = 1.87 H_{1/3}$ も記入してある。筆者の結果はほぼ Longuet-Higgins の結果と妥当な一致を示しているようであり、 $H_{\max} = 1.87 H_{1/3}$ よりも、はるかに小さい $H_{\max}$ を示している。後者は波数 N が小さいことから当然と考えられる。

図-2 は $H_{1/10}$ と $H_{1/3}$ との関係を示し、また $H_{1/10} = 1.29 H_{1/3}$ も図示してある。ほぼ満足すべき一致を示すが、やはり資料数の少ないことにより、直線よりやや低い値をとる傾向が多いためである。

図-3 は $H_{1/3}$ と $\bar{H}$ との関係を示してあり、 $H_{1/3} = 1.4 \bar{H}$ の関係がほぼ満ちているようである。

なお上記の波の資料は、潜堤のない場合、ある場合、風波のみの場合、規則波に風により不規則性を与えた場合、總てをプロットしたものであり、これらの間には何ら根本的な差異は認められない。以上のような結果から、以下に述べるように潜堤の波高減衰効果を調べるにあたって、 $H_{1/3}$ をもって取り扱っても基本的には何ら支障ないことが明らかになった。

4. エネルギー・スペクトルの変化

図-4 には、ある一英で 5 m/sec の風速になるように制御した場合の波の記録をもとにして、エネルギー・スペクトルを求めた結果が示されている。波の記録の読みとり時間間隔 $\Delta t = \frac{2}{60} = \frac{1}{30} \text{ sec}$ 、読みとり総数 $N = 750 \sim 800$ 、計算上の $\log$ の数 $M = 50$ とした。筆者は卓越周期が、潜堤により短い方に偏位するのではないかと期待したが、図示の如くで、このように短周期の波の場合には変化しないと考えてよいであろう。但し $h/d = 1.11$ (に $>$ に h および d は堤高および水深) すなわ

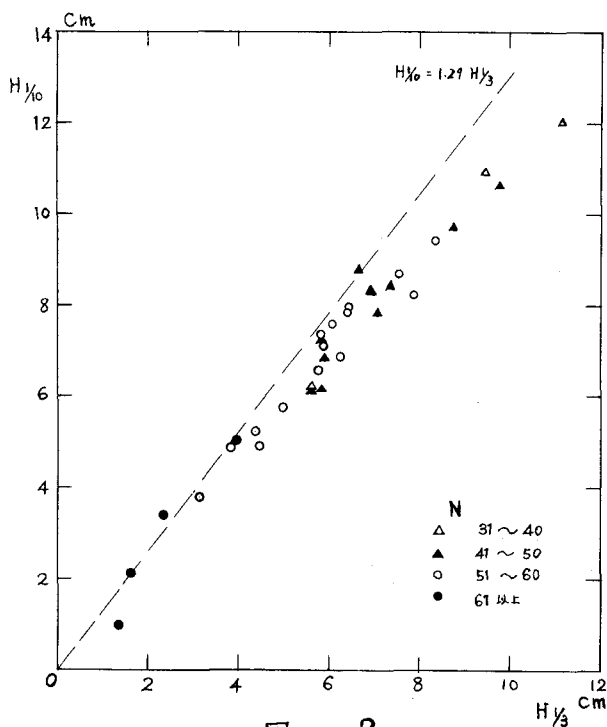


図 - 2

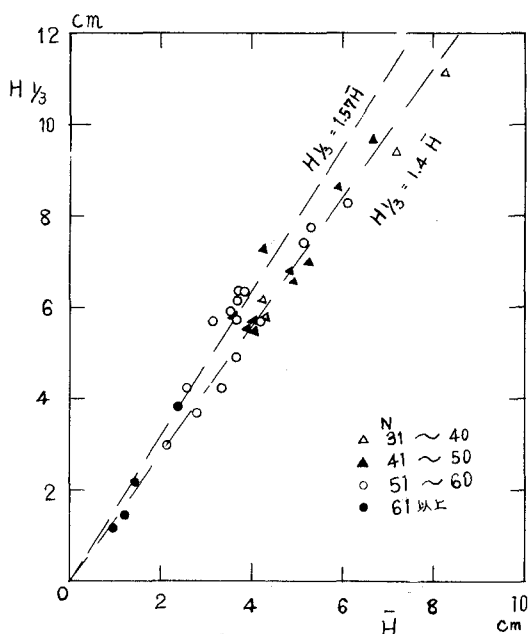


図 - 3

ち潜堤の天端が静水面上に若干出ている場合には、より周期の短い部分に更に一つの山があらわれて居り、攪乱波の発生を示している。このようなエネルギースペクトル分布より、各々の場合の全エネルギー $\bar{E}$ を求め、 $\sqrt{\bar{E}}$ と比較すれば、統計的な波高比となり、 $H_{1/3}$ の比と比較しうる。

5. 波高比

図-5は h/d を横軸にまた縦軸は潜堤通過後の $H_{1/3}$ と、潜堤のないときの $H_{1/3}$ との比 $h_{1/3}$ をとって示してある。これから次のようなことが知れる。

- (1) $\sqrt{\bar{E}}$ より求めたものと $H_{1/3}$ より求めた $h_{1/3}$ とは、ほぼ十分な一致を示す。従って普通とられるような波の記録の整理の仕方で十分にその目的を果しうる。
- (2) 長のばらつきが大きいが、波の波形勾配(こゝでは $H_{1/3}/T_{1/3}^2$ で示す)の影響よりも、堤高比が重要な要素である。
- (3) 図中の曲線は、先に筆者が規則波をもととして求めたものであるが、今回の結果をもよく表示しているようである。

- (4) 今述べているように、潜堤のエネルギー減殺効果を期待するためには、堤高を静水面付近に位置せしめ、また維持し続けなければならない。

6. 周期の変化

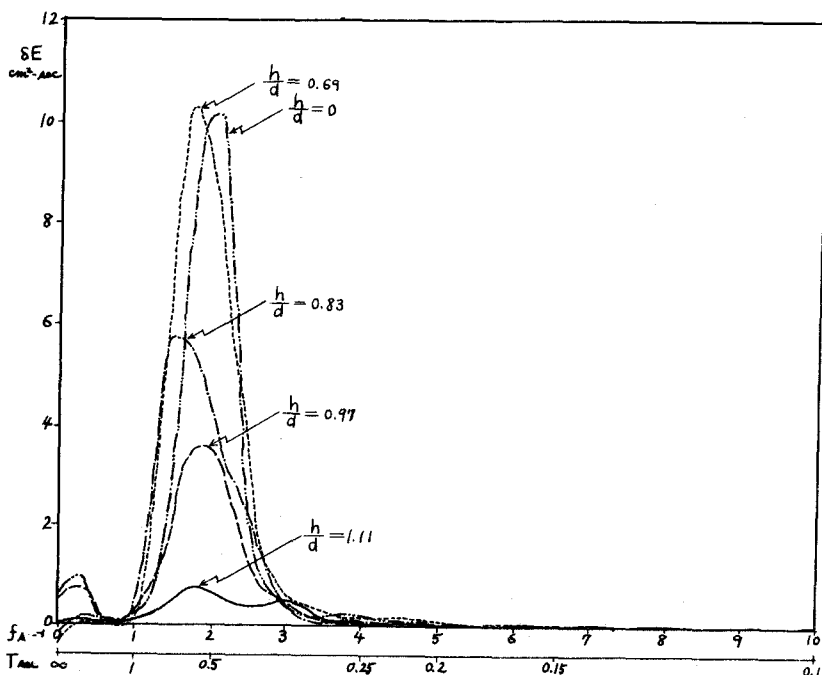


図-4

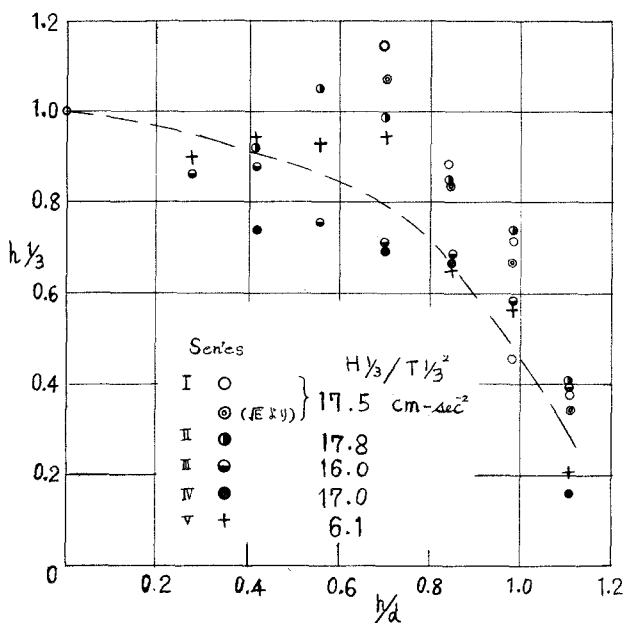


図-5

図-6には $T_{1/3}$ が h/d に伴っていかに変化するがを示した。周期の短い波については、 $h/d \leq 1.0$ まで変化はないが、 $h/d > 1.0$ となると急速に周期が短くなることが知られる。これは先の図-4にも一応あらわされていた事柄である。一対比較的周期の長い波は急速な周期の低下が認められる。このような場合についてエネルギースペクトルを計算すれば、卓越周期の短周期への移行が明らかにみられるであろう。新潟西海岸での観測の結果、潜堤内域での $T_{1/3}$ が沖での波の $T_{1/3}$ より短くなることが認められているが、上記の結果からもうなづける。

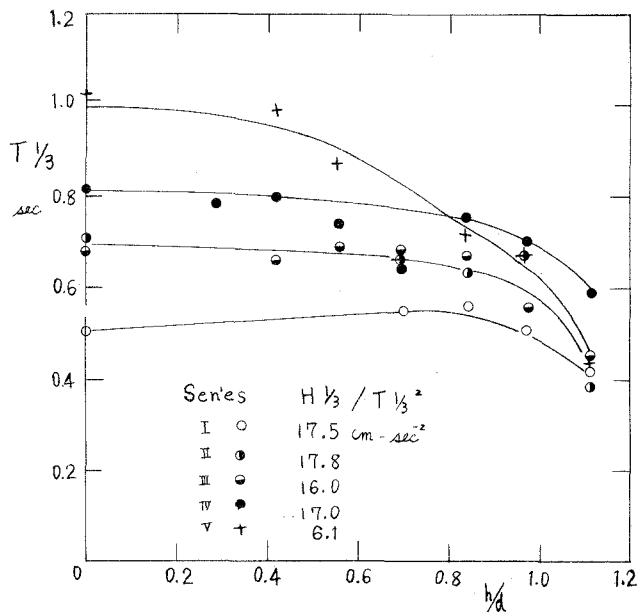


図 — 6

本研究の遂行にあたっては、東京大学工学部土木工学科港湾研究室員の熱心な協力を得、また計算にあたっては東京大学理学部地球物理学教室永田豊助手ならびに八幡製鉄株式会社の御好意を受けた。これら多くの方々に深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 堀川清司, 鮮于澈; 潜堤に関する実験的研究, 土木学会第12回年次学術講演会講演概要, 昭和32年6月。
- 2) Homma, M. and K. Horikawa; A Study on Submerged Breakwaters, Coastal Engineering in Japan, Vol.4, 1961.