

Ⅱ-71 周期が短かく、波形勾配が大きい重複波の圧力について

大阪市立大学工学部 工博

正員 永井 莊七郎

1. 直立堤の実験に関する問題点

昭和28年から34年までの7年間は主として混成防波堤の直立部に働く碎波の圧力について、35年以後現在までは $\lambda \geq 1.8H$ (λ : 防波堤の前面水深, H : 進行波高)なる平面壁の直立防波堤, 円形セル型防波堤, 鋼管防波堤などに働く波圧について研究を行ってきた。碎波の圧力の実験は一般に強い衝撃圧力を対称としたので, 実験値(実物の $1/20$ 模型において)は $p_{peak} = 30 \sim 200 \text{ g/cm}^2$, 現地に換算して $p = 6 \sim 40 \text{ t/m}^2$ で大きかった。また碎波が十分に起っているか否かも側壁のガラス板を通じて容易に確認することが出来た。したがって実験波が十分に発達した第5波から8波について侵入波の波高 H および直立部に働く圧力 P を測定し, それらの平均値で H および P の値を代表した。しかしながら直立堤の実験においては, 大部分が重複波あるいは重複波に近い波を取扱ったので, 波圧の実験値が非常に小さく大部分が $p = 10 \sim 20 \text{ g/cm}^2$ であった。また直立壁における波の状況も, 円形セル型防波堤におけるセル接続部(この部分では碎波した)の場合以外は, 非常に穏やかで, 静かに上下するだけである。したがって直立壁前面に果して完全な重複波が起っているか否かは目視だけでは確認出来ず, 直立壁直前に波高計を設置して, その波高計における波高が進行波高のほぼ2倍になった波についてその圧力と, 直立壁からの反射波の影響を受けない波高とについて考える必要がある。例えば, 波長の大小によって, 第6波から8波まで, あるいは第3波から第5波までの平均波圧をとる必要があった。このように注意深く実験を行っても, 直立壁の実験においては, 直立壁からの反射が大きいため波高の変化が大きく, また波高計の場所の僅かの差によって波高の値が変化すると, 直立壁に働く波圧が小さいので, 波高記録の僅かな誤差が実験値に大きく影響する。

次に直立防波堤においては海底の勾配によって直立堤における波形および波圧が相当変化するものである。このような海底勾配による影響については今後更に詳しく研究し第12回海岸工学講演会において発表したいと思っている。

2. 周期が短かく、波形勾配が大きい重複波について

すでに第10回および第11回の海岸工学講演会において述べたように, 『平面壁をもった直立防波堤の前面水深が $\lambda \geq 1.8H$ の場合には, 周期が比較的大きい進行波は一般に重複波を生じ, その波圧強度および波圧の鉛直分布はほぼ微小振幅波理論式に合う』。第11回海岸工学講演会(昭和39年11月)以後, 平面直立壁に関

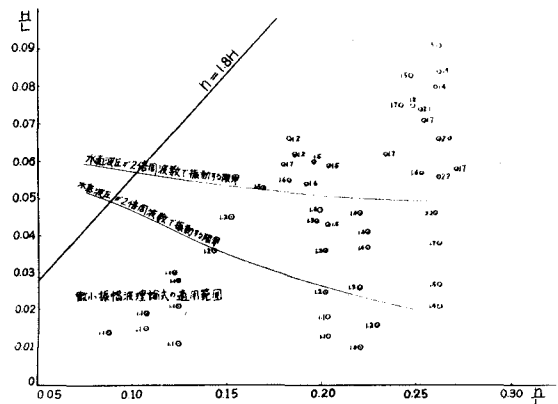


図-1 微小振幅波理論式の適用範囲

する実験も全範的に再検討して来たが、それらの実験においても上記のことが正しいことが確かめられた。また最近の検討の結果によると、『微小振幅波の重複波理論の適用範囲は図-1に示すように、水底波圧が進行波と同じ周期で振動する範囲。すなわち図-1において水底波圧が2倍周波数で振動する限界曲線より下方の範囲である。』ことが明らかになった。この限界曲線より上方の範囲においてはこの曲線から遠ざかるにつれて微小振幅波理論式が実験値に合わないが、水面波圧が2倍周波数で振動する限界曲線より

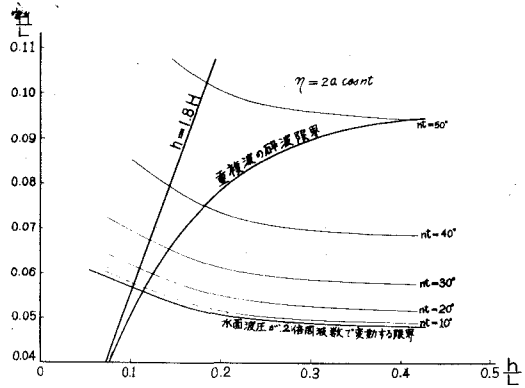


図-2 水面波圧が2倍周波数で変動する場合の波圧が最大となる時の時刻と波形勾配及び相対水深との関係

り上方では実験値より相当大きくなる。このような範囲は実際には周期が短くて(すなわち h/L が大きくて)、波形勾配 H/L が大きい場合である。また波圧が2倍周波数の振動をする場合には、波圧の最大は波の山の時に起らず、その前後の $nt = \pm(10^\circ \sim 50^\circ)$ の時に起るが、波圧の山の奥においても、波形の山の奥においても微小振幅波理論は実験値に合わない。このことは微小振幅波理論の条件より考えて当然であろう。この範囲の波においては一般に波の山付近で水分子がある程度の水平速度を持っているので、直立壁に衝突した後、水分子は直立壁に沿ってはいり、上方に凹曲線を描く場合が多い。それ故、静水面における波圧強度は $\rho g H$ より少し小さく、静水面より僅か下方で $P_{max} \approx \rho g H$ が起る場合が多い。また水中の波圧は一般に水底に向うにつれて次第に減少する。したがって一般には最大同時波圧の合力は Saint-flou 式による合力にほぼ等しいが僅かに小さいようである。第10回および第11回の海岸工学講演会において、このような波の水中圧力が静水面下でかなり増大することと報告したが、最近の実験によって詳細に検討した結果、水底が水平で、直立壁(平面)前面の波高が進行波のほぼ2倍である範囲においては、上記のように、静水面付近で $P_{max} \approx \rho g H$ で、それより以下は減少するのが正しいようである。第10回および第11回講演会で報告した実験結果は、水面が十分に水平でなかった場合、あるいは波形が相当に乱れた場合などの波圧を採用した為であって、注意深く実験を行い、かつ解析に使用する波圧を誤らなければ、波圧合力は一般に Saint-flou 式による合力にほぼ近いようである。しかし水底が水平でない場合、あるいは不規則な波の場合については今後十分に研究する必要がある。したがって実際の海において、暴風時の波を考える場合には問題は別である。これらの実問題については第12回海岸工学講演会において報告したいと考えている。