

愛媛大学工学部 正員 中村孝幸
近畿技術コンサルタンシ 百塚靖史

1. まえがき：既に著者らの中の一人は¹⁾、台形の空気室と三角柱を組み合わせた減勢工を水平床版の下面に付加する方法により、水平床版に作用する衝撃的な揚圧力がほぼ1/3にも減勢できることなどを明らかにした。これに引き続き本研究は、上記減勢工と比較して構造が簡単で実用的と考えられる矩形の空気室の集合体より成る減勢工を採用するとともに空気室の高さを変化させることにより得られる減勢度の実態について明らかにする。そしてこれら減勢度に関する実態が、空気圧縮モデルを用いて予測されるかについても検討するものである。

2. 実験装置および実験方法：(1) 実験装置；水平床版の模型は、幅50cm、長さ20cm、厚さ0.6cmの鋼製の平板である。また減勢工を有する水平床版のそれは、図-1に示すように上述した平板の下面に矩形の空気室を格子状に配列したものである。空気室の高さ D としては、 $D=1, 2, 5\text{ cm}$ の3種類を採用した。用いた波力計の構造は、図-2中にその概略を示すように鋼板2枚を両端でボルト締めた固定梁形式のもので、波力計の下端に取り付けられた板に作用する鉛直方向力のみが測定できるようにになっている。この波力計の固有振動数は、測定時において平均で400Hz程度であり、揚圧力の作用時間(0.03秒程度)から考えて動的応答の効果を無視して揚圧力の測定が行えるものと考えられる。また本実験では、図-2中に示すように板の波向方向における中心位置に波圧計を設置して波圧の測定も行っている。(2) 実験方法；実験は、2次元造波水槽の一端に反射板を設けて重複波を生じせしめ、反射板より半波長離れた重複波の腹の位置に水平板あるいは減勢工を有する水平板を設置し、これらに作用する揚圧力および波圧の測定を行った。この実験状況の概要を図-2に示す。そしてクリアランス R としては、図-2中に示す R で定義し、この R を水平板および減勢工を有するそれの両者について0, 8.5 cmの2種類に変化せしめた。また水深 h は70cmと一定にし、作用せしめた波は入射波高 $H=12.7\text{ cm}$ 、周期 $T=1.49\text{ 秒}$ の1種類とした。

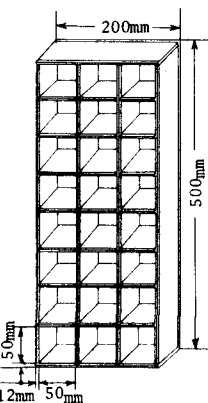


図-1 減勢工を有する水平板

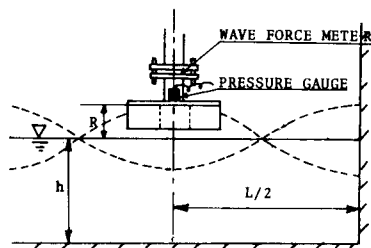


図-2 実験状況の概要

3. 減勢工による揚圧力の低減化：図-3(a)～(d)は、一例として $R=0\text{ cm}$ の場合について、減勢工の空気室の高さ D を各種変化させたときの揚圧力の強度分布の変化を示すものである。これらの図より、揚圧力の強度 $F^*(=F/\rho g H B l)$ 、 ρ ：流体密度、 g ：重力加速度、 B ：波向方向と直角な方向における板の長さ、 l ：波向方向における板の長さ)の分布は、 D の増大とともに特に強度の大きな揚圧力が低減するようにその分布幅が狭くなっていることが認められる。そして揚圧力の出現は、減勢工を設けることにより比較的規則的なものへと変化することがわかる。次にこのような強度分布より得

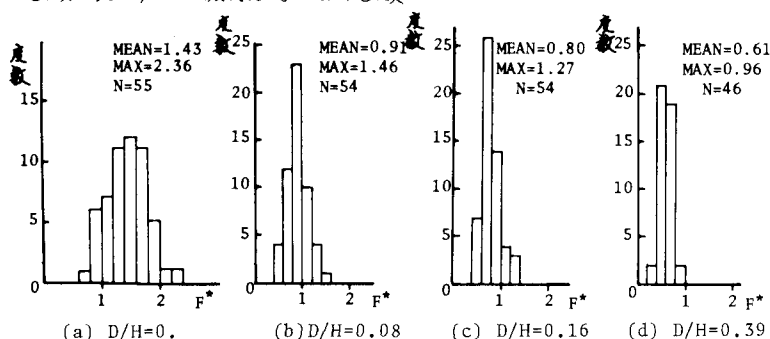


図-3 空気室の高さ D による揚圧力の強度分布の変化

られる最大値および平均値に着目して、減勢工を設けた場合とそれを設けない場合との比、すなわち減勢度 ϵ について検討してみよう。図-4, 5は、各々揚圧力および波圧に関する減勢度 ϵ_F, ϵ_P の D/H による変化を R/H をパラメータにして示すものである。これらの図より、 ϵ_F と ϵ_P の両者は R に関係なく D の増大につれ減少し、 $D=5\text{cm}$ ($D/H=0.39$)において最大値に着目すると $\epsilon_F=0.4$ 、 $\epsilon_P=0.3$ 程度にもなることがわかる。そしてこの ϵ_F の値は、著者らの中の一人が上記と同様の空気室の高さをも有する台形の空気室と三角柱を組み合わせた減勢工を用いて得た $\epsilon_F=0.35$ に近い値になっており、図-1に示すようなエアークッション効果の発揮できる簡単な構造の減勢工を用いても揚圧力が有効に減勢できるものと言えよう。

4. 空気圧縮モデルの適用性：前述した減勢工を有する水平板に作用する波圧の空気室の高さ D による変化が空気圧縮モデルを用いて説明できるかについて検討してみた。空気圧縮モデルは、空気室の高さ D のピストンが、初期速度 U_0 をもつ厚さ K の水塊により断然圧縮されるものとして導かれるもので、ピストン内の最大空気圧 P は尤易により示されているように式(1)を解いて求められる。

$$\frac{PKU_0^2}{P_0D} = 5\left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{7}{5}} + 2\left(\frac{P}{P_0}\right)^{-\frac{5}{5}} - 7 \quad (1)$$

ここに P_0 は大気圧を示し、 P_0, P の両者は絶対圧での表示になっている。そして式(1)の左辺側に示される無次元量は、Impact数あるいはBagnold数と呼ばれるもので上記モデルを支配する重要な量である。本研究では、この無次元量の算定にあたり、 D については減勢工の高さが、 U_0 については微小振幅重複波理論による算定値が適用できるものとした。また空気圧縮に供される水塊の厚さ K については、水塊の質量が平板の付加質量の半分で与えられるものとして、その板全体にわたる平均厚さ $\pi L/8$ が適用できるものとした。図-6は、一例として $R=8.5\text{cm}$ の場合の式(1)による算定結果と実験結果との比較を示す。この図より、両結果は D の増大につれ波圧強度は低下するという定性的な傾向は一致しているものの定量的には算定値が実験値の2倍程度の大きさになっていることがわかる。この定量的な相違の理由の一つとしては、上述した K の算定に関する仮定が妥当でないことが挙げられる。すなわち波圧のピーク値が出現する時間位相において波面は未だ板の両端部に達しておらず、付加質量の算定に用いるべき基準長として板の波向方向における長さ L を用いると過大な水塊の厚さを与えることになるものと考えられる。このため、上記基準長として矩形空気室の幅 a ($=5\text{cm}$)を採用し、 $K=\pi a/8$ として再計算してみた。この結果を図-6中に示すが、算定値は実験値に波圧強度の最大値と平均値との間にあり、ほぼ妥当なものと言えよう。

5. 結語：以上の検討より、エアークッション効果を利用した構造の簡単な格子型の減勢工を用いることにより、水平床版に作用する揚圧力が有効に減勢できることや空気室の高さによる減勢度の変化が空気圧縮モデルを用いてほぼ予測されることなどが明らかとなった。

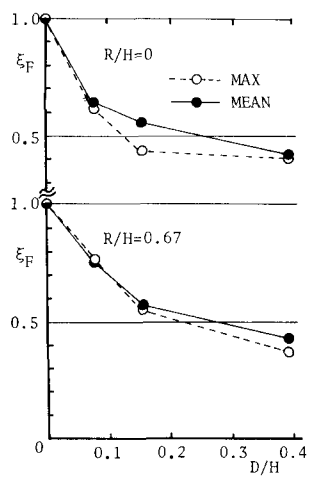


図-4 揚圧力の減勢度の変化

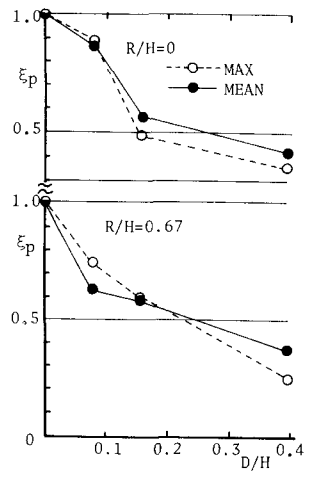


図-5 波圧の減勢度の変化

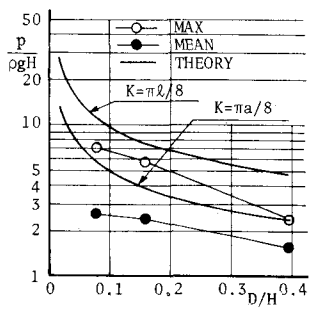


図-6 波圧強度に関する実験結果と算定結果との比較

参考文献) 1) 中村他, "橋樑に作用する衝撃揚圧力の減勢法に関する研究", 第30回海峯論文集, pp.342~346, 1983.
2) Mitsuyasu, H., "Shock pressure of breaking wave", Proc. of 10th ICCF, pp.268-283, 1966.