

愛媛大学大学院 学生員 川本若二

愛媛大学工学部 正員 中村孝幸

1. まえがき： 既に著者らは衝撃波圧に及ぼすエアー・クッションの効果について実験的に検討し、この効果が Bagnold²⁾ によって提唱されている空気圧縮モデルにより推定される結果と定性的に一致し、エアー・クッションの効果による衝撃力の低減化が可能となること²⁾を明らかにした。これに引き続き、本研究ではこのようなエアー・クッションの効果が波圧の集合体としての砕波力においても同様に出現しているのかどうかを実験的に明らかにするとともに、低減効果の定量的な把握を行なおうとするものである。

2. 砕波力に及ぼすエアー・クッションの効果

2-1. 実験装置及び実験方法

i) 壁面上に空気室のない場合(壁体のみ)： この実験は愛媛大学海洋工学科の高さ1.25 m、長さ28 m、幅1 mの造波水槽を用いて行なったもので、この水槽には一端にフラップ式の造波機が、他端に水深勾配 $2/10$ の傾斜底が設けてある。波力計としては図-1に示す形式のものをを用いた。この波力計は図-1に示すように波力計上の2点に4ゲージ法で半導体ひずみゲージがはりつけてあり、壁の中央部にある受圧面に作用する水平力が測定できるようになっている。この波力計の固有振動数は27Hz、設置水深 d は12.5 cmであり、水深は71 cmに固定した。又入射波は $T=1.84$ sec, $L_0=52.8$ cm, $H=14.2$ cm (H : 沖波波高15.5 cm)を採用した。

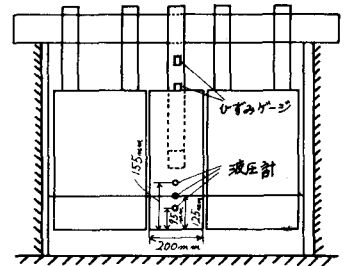
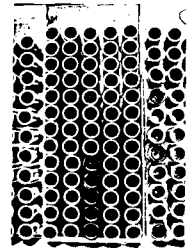


図-1. 波力計の正面図

ii) 壁面上の前面に空気室を設けた場合： この実験は写真1に示すように波力計の受圧面全体に空気室を設け、i)の実験と同様にして受圧面に作用する砕波力を測定した。空気室としては、長さ20 mmのアルミニウム製のハチの巣構造と長さ48 mmの塩ビパイプを用いた。



2-2. 実験結果： 実験i), ii)によって測定された衝撃波圧と波力の同時記録の 写真1. 48 mm $\times$ 17°付波力計

一例を図-2、図-3に示してある。図中に示されている P_1 は静水面上3 cmに固定された波圧計による衝撃波圧を、 P_2 は静水面上に固定された波圧計によるそれを、 P_3 は静水面下3 cmに固定された波圧計によるそれをそれぞれ示す。これらの図から読みとった測定波力の

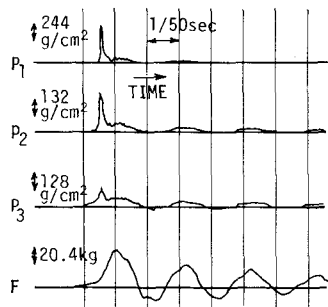
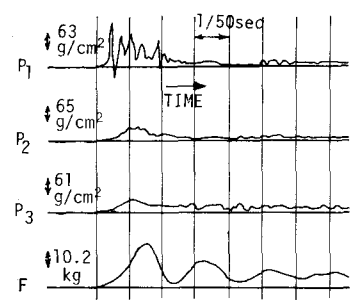


図-2. 同時波圧・波力時間曲線(壁体のみ)

図-3. 同時波圧・波力時間曲線(48 mm $\times$ 17°付き)

の最大値は、壁体だけの場合が58.8 kg、ハチの巣構造の場合が46.0 kg、48 mmパイプの場合が31.1 kgであり、平均値はそれぞれ35.6 kg, 32.2 kg, 22.9 kgとなっており、ハチの巣構造の場合、48 mmパイプの場合の平均測定波力は壁体だけの場合のそれに比較してそれぞれ約 $2/3$, 約 $3/4$ に小さくなっている。また図-2、図-3から読みとった波力のひん度分布図が図-4、図-5である。これらの図から空気室を設けない場合砕波力のばらつきがかなり大きいのに対し、空気室を有する場合そのばらつきが非常に小さくなることがわかる。

これらの実験結果を壁体の単位幅当りの測定波力になおし、さらに $\rho g H_0 d$ で除して測定波力強度の形で表示し、空気室の長さ D との関係を示すのが図-6である。 $D=0$ が壁体のみの場合を、 $D=20$ がハチの巣構造の場合を、 $D=48$ が塩ビパイプの場合を示している。図-6からわかるように空気室 D が長くなるにつれて測定波力強度の上限値が押えられるように、分布幅は狭くなりその平均値も下がる傾向がみられ、壁前面に設けた空気室は異常に大きな作用波力を低減させる効果をもつものと言える。

しかし上述してきた測定波力は2Hz程度と比較的低い固有振動数を有する波力計によるものであり、実際に作用している砕波力の作用時間がかなり小さくなることを考慮すると、測定値には波力計の動的応答効果が含まれていることが懸念される。事実、図-2、図-3にみられるように14kHzと非常に高い固有振動数を有する波圧計による測定波圧の時間曲線は鋭い立上りを示しているのに対し、測定波力の時間曲線はほぼ波力計の固有振動周期に等しい周期でゆるやかに振動している。従って本実験で用いた波力計を上目程度の振動系にモデル化して、測定されたそれぞれの波圧時間曲線を入力関数として振動応答増中率 M を求めた。その結果、壁体のみの場合 $M=0.37$ 、ハチの巣構造の場合 $M=0.51$ 、48mmパイプの場合 $M=0.9$ であった。

これらの平均増中率で実験された波力を除して求めた較正波力でそれぞれの場合を比較してみると、ハチの巣構造の較正波力は壁体のみのものの約 $1/2$ 、48mmパイプの較正波力は壁体のみのものの約 $1/4$ になっている。これを両者の場合に測定された波圧強度と壁体のみの場合のそれとの比と比較してみると、平均波圧強度で約 $1/2$ 、約 $1/5$ 、最大波圧強度で約 $1/2.5$ 、約 $1/2.2$ となり、それぞれの較正波力の比より大きくなっている。この原因としては空気室を有する場合の波圧測定が空気室内のみにおいて行われており、空気室の外側の壁面上に作用する波圧時間曲線に基づく応答増中率を考慮していないことによるものと考えられるが明確でない。

以上のように空気室を有する場合の応答増中率に上記のような不確実性を含むけれども、空気室を有する場合の応答増中率は小さくとも壁体のみの場合のそれより下がることはなく、ハチの巣構造、48mmパイプの場合に作用する砕波力は壁体のみに作用するそれと比較して、測定された波力においてみい出された $1/2.1$ 、 $1/2.6$ より大きくなることはないものと考えられる。

3. 結論： 以上測定された波力をもとにエアークッションの効果を検討してきたが、壁体のみに作用する砕波力は波圧の場合と同様に壁面上に設けた空気室によって低減され、空気室が長ければ長いほどその低減効果が大きいことが実験的に確認された。

[参考文献]

- 1) Bagnold, R.A: Interim Report on Wave-Pressure Research, Jour. of Inst. of Civil Engineers Vol.12, 1939, PP.202~206
- 2) 中村孝幸・川本浩二：砕波衝撃圧に及ぼすエアークッションの効果について、土木学会中四国支部年次学術講演会概要集，1981年5月

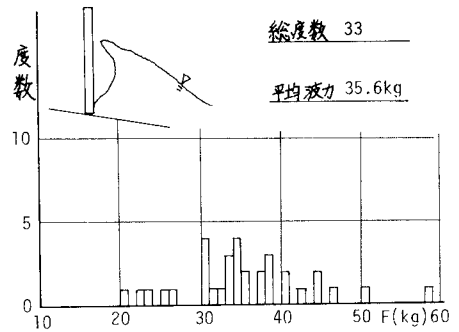


図-4. 波力のひん度分布図(壁体のみ)

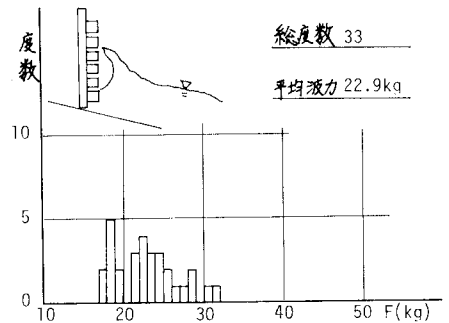


図-5. 波力のひん度分布図(48mmパイプ付き)

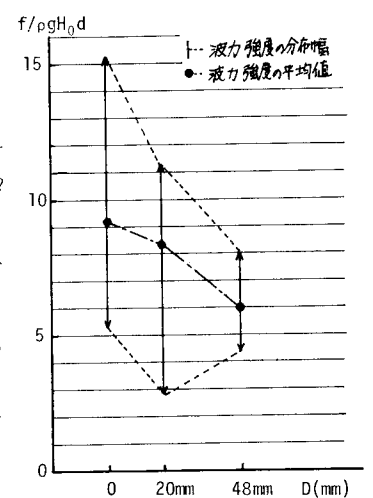


図-6. 波力強度の分布幅と平均値