

II-12

津波氾濫流の流体力特性

秋田大学 学員○大向達也

秋田大学 正員 松富英夫

1. まえがき 津波氾濫流の流体力は流れ先端部衝突時にしても、その後の準定常的な部分にしても、よく判っていない¹⁾。そこで、本研究は水理実験を通して流れ先端部衝突時と準定常的な部分での流体力特性を検討するものである。また、抗力係数の水理量への依存性についても検討を行っている。

2. 実験 津波は一様水深部、それに続く一様斜面部を伝播した後、平坦な陸上部を氾濫するゲート急開流れで模擬した。実験装置の概略を図-1に示す。貯水長が5m、一様水深部（水深 h_0 ）、一様斜面部（勾配 s ）、水平陸上部が各々2mで、全長が11mの両面ガラス張り鋼製矩形水路である。水路下流端の壁は撤去してあり、氾濫流はそこを自由透過する。斜面部、陸上部と抗力・全揚圧力の対象となる家屋模型は塩化ビニール樹脂製で、家屋模型は陸上部のほぼ中央の水路側壁に密着させて設けた。家屋模型の諸元を図-2に示す。

浸水深 h の測定は容量式波高計（図-2参照）、流速 u の評価は1点法に基づくプロペラ流速計による方法

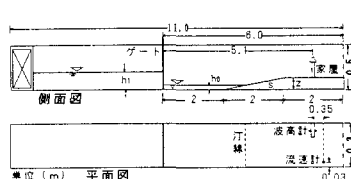


図-1 実験装置の概略

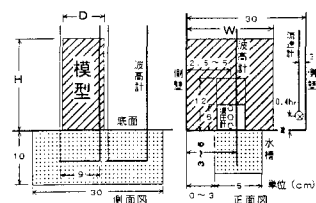


図-2 家屋模型と計測機の配置

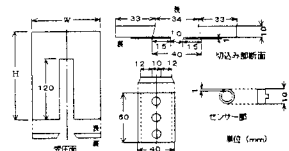


図-3 波圧計の設置方法

（開度 $\lambda = 75$ と83%）とベルヌーイの定理²⁾を用いる方法（ $\lambda = 67\%$ ）の2通りで行った。

圧力分布の測定は2cm間隔で3台の波圧計を埋め込んだ小板³⁾を切り込みを入れた家屋前面壁内で上下に移動させて行った。切り込み部の残りの空隙は他の小板で塞いだ。測定間隔は1cmで、範囲は底面上 $z = 1 \sim 6$ cmである。図-3に波圧計の設置方法を示す。

表-1 実験条件

家屋(H×W×D) (cm)	17×10×10	17×7.5×10	17×5×10
開度 λ (%)	67	75	83
斜面勾配 S	1/100	1/50	1/30
一様部水深 h_0 (cm)	1~3	1~5	1~7
貯水深 h_1 (cm)	11, 12	13, 14	15, 16

実験ケースを表-1に示す。各ケース10回ずつ実験を行った。縮尺は1/200を想定しており、本条件は周期約7~9分の津波に相当する²⁾。

3. 実験結果とその考察 図-4に各高さでの波圧 P と家屋前面浸水深 h の経時変化例を示す。 $\lambda = 67\%$ 、 $s = 1/18$ 、 $h_0 = 9$ cm、 $h_1 = 19$ cmで、流れ先端部が分裂した場合のものである。 P の下添字は底面からの高さ(cm)を表している。図中の0.23sは前面浸水深 h が最大の時、流れ先端部衝突後、水塊が上方に投げ出され、圧力が小さくなっている。0.39sはその水塊の先端が落下した時、圧力が若干大きくなっている。0.47sは水塊が完全に落下し、流れを遮断するため、圧力が小さくなっている。0.63sでは遮断が終

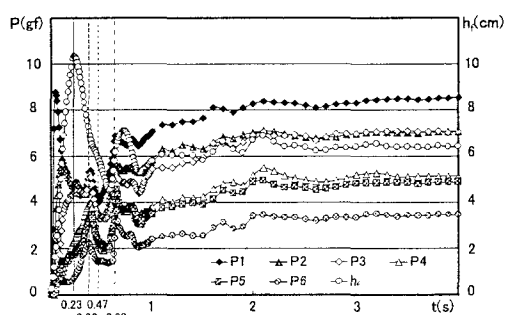


図-4 各高さでの波圧の経時変化

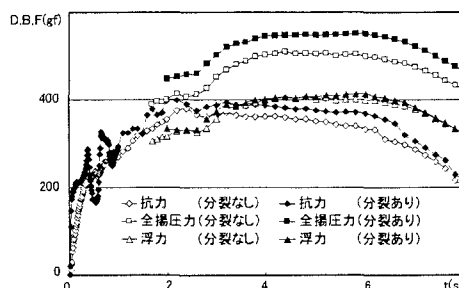


図-5 抗力と全揚圧力及び浮力の経時変化例

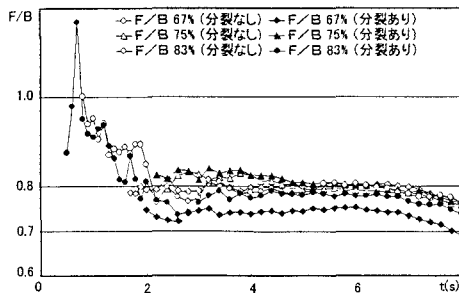


図-6 全揚圧力と浮力の比の経時変化例

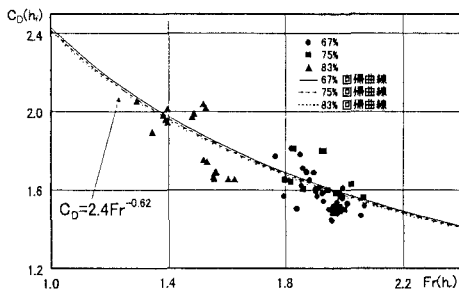


図-9 抗力係数のフルード数への依存性

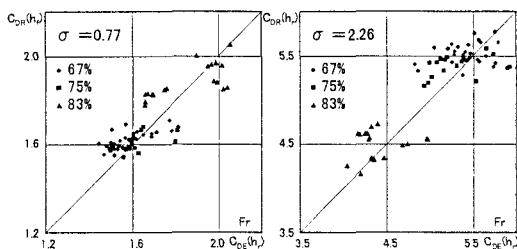


図-7 回帰と実験値の比較 図-8 回帰と実験値の比較

わり、再び流れが衝突するためか、流れ先端衝突時程ではないが、圧力が大きくなっている。

図-5に $\lambda = 67\%$ の時の抗力（形状抵抗） D と全揚圧力 B 及び浮力 F の経時変化例を示す。分裂なしのケースは $s = 1/18$, $h_0 = 3\text{ cm}$, $h_1 = 19\text{ cm}$ であり、分裂ありは図-4に示したケースのものである。この図から、①抗力は流れ先端部より背後の定常的な部分の方が構造物に与える影響が大きいこと、②流れ先端部背後では、抗力よりも全揚圧力が主体的であること⁴⁾、などが判る。

図-6に開度毎の F と B の比（ F/B ）を示す。図から、流れ先端部背後では全揚圧力の大部分（約8割）が浮力で、その割合は時間が変化してもほとんど変わらないことが判る。

抗力係数 C_D のフルード数 Fr （ $=u/\sqrt{gh}$, g :重力加速度）と λ への依存性を検討したところ、次式を得た。

$$C_D = 3Fr^{-0.62} \lambda^{-0.05} \quad (1)$$

$$C_D = 13Fr^{0.56} \lambda^{-0.29} \quad (2)$$

式(1)は投影面積を評価する際の浸水深として h_i 、式(2)は h_r を用いた時のものである。また、 C_D は流れ先端部背後の準定常的な部分で、家屋前面での全圧力が最大となる時刻のものである。式(1)と(2)から、 C_D の Fr への依存性は使用浸水深によって傾向が逆になること、 C_D の λ への依存性はどちらの浸水深を用いても大差ないことが判る。これらは既報⁴⁾と同じであ

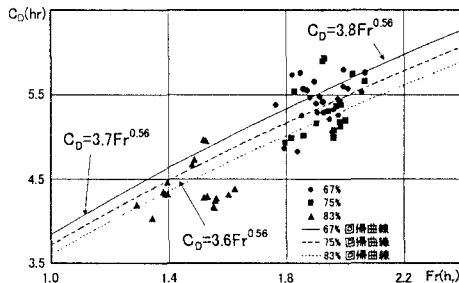


図-10 抗力係数のフルード数への依存性

る。図-7と8に抗力係数の回帰値と実験値の比較を示す。回帰値は各々式(1)と(2)から求めている。

C_D のレイノルズ数 R 、 Fr と λ への依存性についても検討を行った。その結果、回帰値の実験値に対する標準偏差 σ は R を除いたものの方（図-7と8）が小さかった。このことから、 C_D の回帰式としては R を含まない方がよいと判断した。

図-9と10に C_D と Fr の関係を示す。投影面積評価の際の浸水深として、図-9は h_i 、図-10は h_r を用いている。図中の曲線は λ をパラメータとして式(1)と(2)を示したものである。これらの図から、 λ が大きくなるにつれて、 h_i を用いた C_D は小さく、 h_r を用いた C_D は大きくなることが判る⁴⁾。また、これまでの家屋に対する C_D の値（ ≈ 2 ）から推して、 h_i を用いて投影面積を評価した方が妥当だということが判断される⁴⁾。

4. むすび 主な結論は次の通りである。①流れ先端部衝突時の圧力 P の変化は複雑であるが、前面浸水深 h_i との対応はよい。②流れ先端部背後では全揚圧力 B の大部分（約8割）が浮力 F である。③ C_D の回帰式は R を含まない方が適合度が高い。

参考文献 1) 松富：海岸工学委員会地球環境問題研究小委，1996。2) 松富ら：海工論文集，1998。3) 松富：海工論文集，1991。4) 松富・大向：海工論文集，1999。