

東北大学大学院 学生員 笠川稔郎
東北大学工学部 正員 首藤伸夫

1. はじめに

家屋、地物等の大障害物の影響を考慮に入れた津波の陸上への遡上などの非定常計算を行なう際、それらの抵抗をどのように評価するかが、重要な問題となる。筆者らは、これら大障害物群の抵抗を明確にすべく、実験を進めてきた。本論文では、これまで行なってきた定常流に対する実験解析結果の一部とその結果を用いて非定常流における損失落差の変動について、若干の考察を加えたものである。

2. 実験概要

実験には、長さ16.0^m、幅0.8^m、高さ0.6^mの両側面がガラス張りの長方形断面可傾水路を用いた。実験用模型には、角材を用い、その大きさは、18^{cm}×18^{cm}×75^{cm}で、その平面形は正方形である。模型は、表-1に示した間隔で、水平にした水路上に、規則的に配列した。今回の実験では、水路横断方向間隔は変化させず、3本配置した。測定した水理量は、定常流、非定常流の実験、両者共、各障害物前後の水位及び水路下流端に設置してある量水槽における流量である。

定常流における実験条件を表-1に示す。

非定常流に対する実験では、流量可変式造波装置を用いた。この装置は、バルブ調節によって波の振幅を開閉時間の調節により波の周期を変化させることができる。実験方法は、最初に定常流(10.0×10³ cm³/sec)を流しておき、次に造波装置を作動させ、諸量を測定した。今回行なった実験では、開閉時間は2種類(T₁=90 sec, T₂=60 sec)を用いた。また、波の振幅には、3種類(バルブ開度β=2/3, 2/3, 1/3)変化させて用いた。非定常流に対する実験は、Case-Bの3列編成までについて行なった。

3. 結果の整理と考察

3-1 定常流

一連の実験を通じて、障害物群の最前列の損失落差が最も大きくそれ以降、最後列を除いては、そのCaseによって大きさは異なるが、ほぼ似たような水位差を示すことが確認できた。

得られたデータを既に知られている橋脚の背水高を与える実験式(D'Aubuisson式)に適用させる。D'Aubuisson式は、次の形をとる。

$$\Delta h = \frac{Q^2}{2g} \left\{ \frac{1}{C^2 b_2^2 (H_1 - \Delta h)^2} - \frac{1}{b_1^2 H_1^2} \right\}$$

Δh: 水位差 Q: 流量 C: 橋脚の平面形状による縮流係数
b₁: 上流側水路幅 b₂: 縮小断面水路幅 H₁: 上流側水位

	Case-A	Case-B	Case-C
面積占有率 (%)	48.6	36.8	30.4
縦断方向間隔 (cm)	7.0	15.0	22.0
横断方向間隔 (cm)	8.67		
最高列数	6	5	5
流量 (cm ³ /sec)	10.0, 20.0, 30.0, 40.0 × 10 ³		

表-1 実験条件 (定常流)

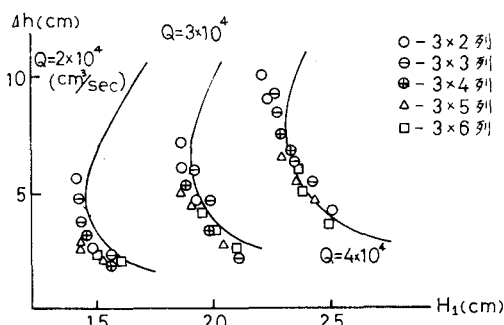


図-1 実験式との比較

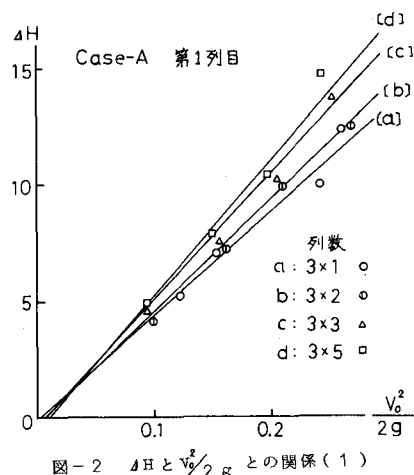


図-2 ΔHとV₀²/2gとの関係(1)

$C=0.8$ として対象とする障害物群全体の損失落差に対して、この実験式を適用しても、その損失落差を十分に評価し得なかった。しかし、最前列だけに適用してみると 図-1 に示すように Case-A の場合に 比較的よく合うことがわかる。各Caseの障害物下流側の流況の違いが原因と考えられる。従って、D'Aubuisson 式を対象とする大障害物群の抵抗に適用するには、限界があるものと思われる。

そこで、障害物を一体のものと考え、全体の損失落差(ΔH)と最前列の接近速度水頭($V_0^2/2g$)との関係に着目する。図-2 には、Case-A における ΔH と $V_0^2/2g$ との関係を列数ごとに、 $\Delta H(Y)$ 示した。各列数において、両者の間には、線形関係があり、データの相関も強い。これは、Case-B, Case-C の場合も同様である。どのCaseでも列数が増加すると $V_0^2/2g$ の係数が増加する傾向が現われている。

3-2 非定常流

定常流における ΔH と $V_0^2/2g$ との線形関係を用いて非定常流のデータについて検討する。測定された各水位-時間曲線と流量-時間曲線とは、ピークの現われる所に時間的遅れが生じたため、最前列上流側の水位のピークと流量のピークとを合わせて解析を行なった。定常流での Case-A, B, C の際の3列編成の際の ΔH と $V_0^2/2g$ との関係を 図-3 に示した。図-4a~4c には、図-3 の Case-B に対する関係式を用いた ΔH の計算値と実測値との関係を示した。図-4a と 4b は、バルブ開度(β)が異なり、開閉時間(T)が同じものである。計算値と実測値の ΔH の大きさは、異なっているが、時間的変化としては、同じ傾向にある。図-4a と 4c とは、バルブ開度が同じであり、開閉時間が異なるものである。開閉時間が長い方(T_1)が、計算値と実測値との差が大きくなっている。これは、同じバルブ開度であっても、 T_1 と T_2 とでは、最大流量が異なること(T_1 では、 $47.0 \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{sec}$, T_2 では、 $42.0 \times 10^3 \text{ cm}^3/\text{sec}$)や、最前列上流側水位の時間的変化が異なることなどが考えられる。また、計算に用いた定常流の関係が、高流量時に適用できるかも問題である。幾つかの問題点は残るが、全体的な傾向として、定常流における関係式で非定常流における抵抗を評価可能であるように思われる。

4. おわりに

定常流での大障害物群の抵抗を表わすには、従来の実験式では十分に評価できない。一方、最前列の接近速度水頭 $V_0^2/2g$ と総落差 ΔH とには、線形関係がある。従って、配列の異なる実験を行ない、その関係を明確にすることが今後の課題である。

非定常流では、流量、流速の評価など幾つかの問題点は残るが定常流における線形関係を用いることで、全体的な傾向が把握できる。

最後に、実験及びデータ整理に、熱心に協力された当時、学部生、清野潤一君に、謝意を表します。

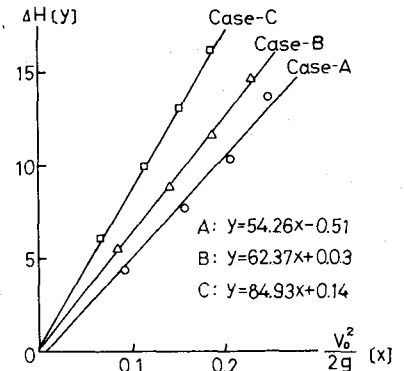


図-3 ΔH と $V_0^2/2g$ との関係(2)

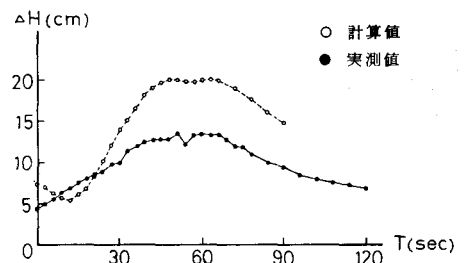


図-4a ΔH の時間変化 (T_1 , $\beta=3/3$)

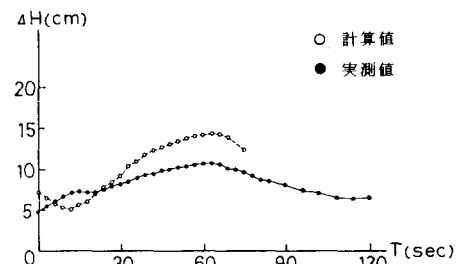


図-4b ΔH の時間変化 (T_1 , $\beta=1/3$)

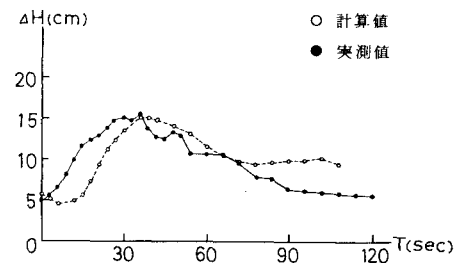


図-4c ΔH の時間変化 (T_2 , $\beta=3/3$)