

Ⅱ－58 津波による岩塊移動計算法の問題点

東北大学大学院 学生員 ○野路正浩
 東北大学工学部 正 員 今村文彦
 東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

津波の襲来により、海岸付近の岩塊が陸上に打ち上げられた例がある。本研究は、津波による岩塊の移動に関し、数値解析を行うことを最終目的としている。数値解析では、抗力及び付加質量力が岩塊に作用するものとして計算を行うが、抗力、付加質量力係数(C_D, C_M)が解析結果に及ぼす影響は大きく、岩塊移動計算法における問題点となっている。従来提案されているこれら係数の値は、定常または準定常の条件下で与えられるもので、本研究にそのままでは適用できない。そこで本論文では、段波流中で作用する流体力と流速から、 C_D, C_M を算定し、その結果について検討する。

2. 実験装置及び方法

水路は幅30cm、水路長12m、水平床のものを用いた。水路中程にゲートを設け、これより1.2m下流に岩塊モデルを設置した(図1)。このゲートを急に取り除くことで段波を発生させるが、初期条件としてゲート上流側の水深は20cm、下流側は1.5cmとした。図2に示すように岩塊モデルは、金属板により水路上部に固定されている。これに流体力が作用すると、金属板がたわみ歪が生じる。この歪を測定することで流体力を算定した。また、電磁流速計により岩塊モデルから10cm上流の流速を測定した。いずれもサンプリング間隔は1msで、得られたデータは変動を取り除くために移動平均をとった(図3)。

3. 非定常流での C_D 、 C_M 値の算定

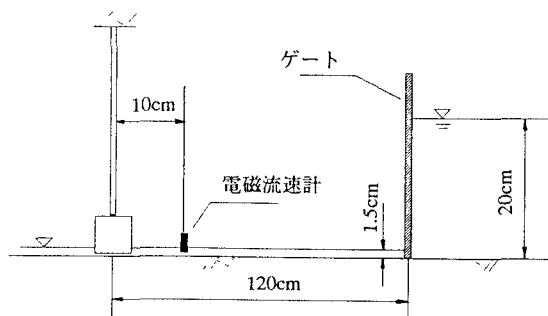
(1) 算定方法

今、微小時間 Δt 内では C_D 、 C_M 値の変動が無いと仮定する。

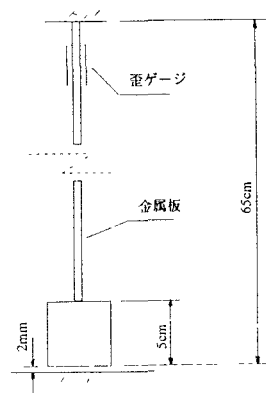
時刻 t 及び、 $t + \Delta t$ における C_D, C_M は $C_D(t + \frac{1}{2}\Delta t)$ 、 $C_M(t + \frac{1}{2}\Delta t)$ で代表できるので、次の2式が成り立つ。

$$F_m(t) = C_D \left(t + \frac{1}{2}\Delta t \right) F_D(t) + C_M \left(t + \frac{1}{2}\Delta t \right) F_I(t) \quad \dots (1)$$

$$F_m(t + \Delta t) = C_D \left(t + \frac{1}{2}\Delta t \right) F_D(t + \Delta t) + C_M \left(t + \frac{1}{2}\Delta t \right) F_I(t + \Delta t) \quad \dots (2)$$



図－1 水路概略図



図－2 岩塊モデル

この2式を連立させ C_D 、 C_M について解くと、

$$C_D \left(t + \frac{1}{2} \Delta t \right) = \frac{\begin{vmatrix} F_m(t) & F_I(t) \\ F_m(t + \Delta t) & F_I(t + \Delta t) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} F_D(t) & F_I(t) \\ F_D(t + \Delta t) & F_I(t + \Delta t) \end{vmatrix}}} \quad \dots (3)$$

$$C_M \left(t + \frac{1}{2} \Delta t \right) = \frac{\begin{vmatrix} F_D(t) & F_m(t) \\ F_D(t + \Delta t) & F_m(t + \Delta t) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} F_D(t) & F_I(t) \\ F_D(t + \Delta t) & F_I(t + \Delta t) \end{vmatrix}}} \quad \dots (4)$$

と表すことが出来る。

ここに、 F_m は実測波力、 $F_D = \frac{1}{2} \rho U |U| A$ 、 $F_I = \rho \dot{U} V$ であり、 A, V, U はそれぞれ物体の投影面積、体積、流速である。

(3),(4) 式での分母が非常に小さい時、 C_D, C_M の値が非現実的に大きな値になる。これは、段波先端が通過してしまうと、 F_I が極めて小さくなる時期に対応する。従って図4に示すように、 F_I/F_m が小さくなった時期では $C_M = 0$ として計算を行った。

(2) 算定結果

算定方法には時間間隔が大きく影響する。例えば、図5,6に先の述べた方法で求めた C_D, C_M を示し、実線及び点線はそれぞれ Δt が 1ms, 20ms で計算した結果である。 Δt が粗い場合は、 C_D がばらつくが、 Δt を細かくすることにより良好な結果が得られた。これは時間間隔を大きくすると、 C_D 、 C_M 値が一定という仮定が成立しなくなるためである。

図5より測定直後を除き3秒あたりまで C_D は比較的小さな値をとるが、これ以降約5秒まで C_D は増加している。これは水面の上昇と共に水面の変動が大きくなり、造波抵抗が増したためと思われる。一方、 C_M 値は、流速及び水深の増加と共に大きくなっているが、測定開始後約0.4秒以降ほぼ0となっている。これは先の算定方法述べた理由のためである。

4. おわりに

今回、実験結果から抗力及び付加質量力係数を算定し、図5,6の結果を得た。いずれも時間的に大きく変化しており、様々な現象に対応して抵抗力や付加質量力が変わることが示された。

参考文献

林 健二郎・竹内 俊雄：波動場における抗力係数、質量係数の時間変化について、第25回海講論文集, pp.362-366, 1978.

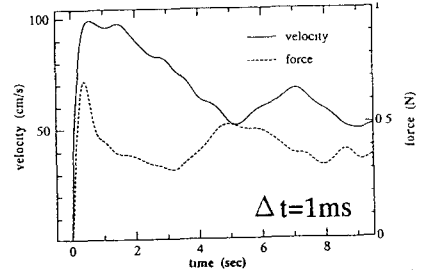


図-3 移動平均後の各測定値

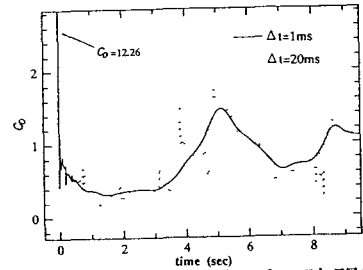


図-4 算定式中各項の時間変化

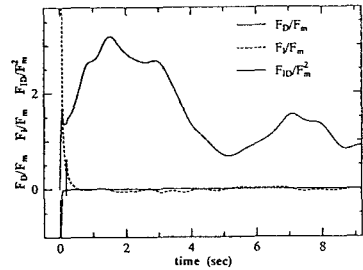


図-5 C_D の時間変化

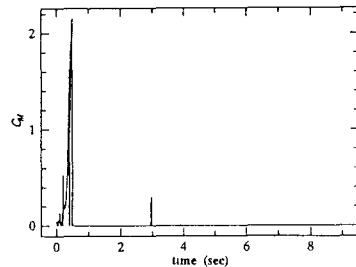


図-6 C_M の時間変化