

Ⅶ-14 石膏球を用いた沿岸域の平均流速簡易測定手法の開発

徳島大学大学院	正会員	上月康則
徳島大学大学院	フェロー	村上仁士
(株)ニタコンサルタント	正会員	米田耕造
徳島県	正会員	小西哲也
徳島大学大学院	学生員	○戸高英二

1. はじめに

1999年6月に施行される環境影響評価法には、地域特性を考慮して環境影響評価の必要性を個別に判定する「スクリーニング」と予測項目ならびに調査、予測および評価の手法を事業ごとに個別に設定する「スコーピング」が義務づけられている。また、これまで多くの事業で実施されてなかった事後調査について行われる場合もあり、金銭的・人的・時間的費用等の社会的コストは非常に大きなものになる恐れがある。したがって、事業が環境に与える影響の評価と対策を効果的に行い、しかもそれに要する費用や労力、時間等を節約するいわゆる効率的な方法を検討することが、今後の環境影響評価の課題である。

たとえば、流速の測定手法としては、流速計などに比べ安価で長時間にわたる平均的な流れ強さと多地点で同時測定が簡易に行える石膏球法も有効な手法であろう。しかし、石膏球の減耗の程度は、平均流速の他にも、水温、塩分などの諸条件によって異なってくることから、各季節・各地点のデータを統一的に扱う方法は提案されていない。そこで、本研究は上記の問題を踏まえ、石膏球の減少率を流速に換算する式を求めることを目的に行った。

2. 流速換算実験

川俣¹⁾は室内実験より、

$$v = \{1 - (m(\tau)/m_0) \cdot 1 - k\} / \{(1 - k) \beta \tau\} - \alpha / \beta$$

t : 石膏体の浸漬時間, $m(\tau)$: τ 時間後の重量, m_0 : 石膏体の初期質量, m : 残存質量

r_0 : 初期減耗速度, k : 直線 $\log(1000 r_0) - \log(m/m_0)$ の傾き

という流速換算式を求めている。しかし、ここでは石膏の減耗に及ぼす塩分の影響は考慮されていない。そこで、本研究では流速、水温、塩分の3条件を変化させた室内実験を行い、塩分を考慮した流速換算式を求めることとした。

実験方法は、石膏球を水に浸しながら、振とう機によって一定の速さで左右に動かし、6時間毎に48時間にわたっての変化を測定した。実験条件は水温、塩分、流速の3要素を組み合わせ、各条件における初期減耗速度 r_0 、傾き k を求めた。なお、流速は $v = 4A/t$ (A : 振幅, t : 周期) から求めた。

図-1に石膏球の減耗速度の変化を示す。これより、 $\log(1000 r_0)$ と $\log(m/m_0)$ は直線になり、傾き k もほぼ一定となった。このことから、 k を常数とすると、 $k = 0.515$ が得られた。

つぎに、流速と初期減耗速度 r_0 の関係について調べると、図-2より、流速と初期減耗速度 r_0 の関係はほぼ直線であることがわかった。このことから、初期減耗速度 r_0 は①式で表現できた。

$$r_0 = \alpha + \beta v \quad \cdots \textcircled{1}$$

水温 T と①式の切片 α との関係を図-3に、水温 T と①式の傾き β との関係を図-4に示す。図-3、4より、水温と切片 α 、傾き β の関係はほぼ直線になり、切片 α 、傾き β はそれぞれ②、③式とすることができた。

$$\alpha = A + BT \quad \cdots \textcircled{2}, \quad \beta = A' + BT \quad \cdots \textcircled{3}$$

また、それぞれの直線の傾き B 、 B' は塩分が異なる場合においてもほぼ一定

表-1 実験条件

水温 (°C)	塩分 (s.p.u)	流速 (cm/s)
10	20	1.25
15	30	2.50
20	40	3.75
25	—	5.00

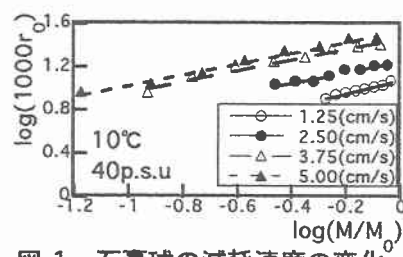


図-1 石膏球の減耗速度の変化

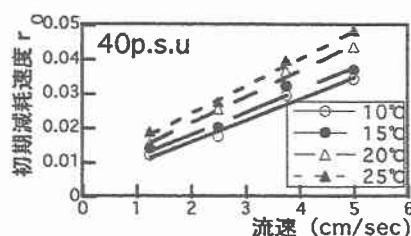


図-2 流速と初期減耗速度 r_0 の関係

であり、B、B'を定数として考えることができる。塩分20p.s.u～40p.s.uのB、B'の値を平均して求めると次の定数となった。

$$B=2.908 \times 10^{-4}, B'=1.304 \times 10^{-4}$$

さらに、塩分とA、A'の関係は図-5、6のような直線になり、式④、⑤が得られ、 α 、 β は式⑥、⑦で表される。

$$A = (-13.96 + 0.5522S) \times 10^{-4} \quad \dots \textcircled{4}$$

$$A' = (20.90 + 0.6905S) \times 10^{-4} \quad \dots \textcircled{5} \quad (S: \text{塩分})$$

$$\alpha = (-1396 + 52.20S + 290.8T) \times 10^{-6} \quad \dots \textcircled{6}$$

$$\beta = (2090 + 69.05S + 130.4T) \times 10^{-6} \quad \dots \textcircled{7}$$

以上の結果より、塩分、水温の要素を考慮した流速換算式⑧が求められた。

$$\bar{v} = \{1 - (m(\tau)/m_0)^{0.485}\} / \{0.485\beta\tau - \alpha/\beta\} \quad \dots \textcircled{8}$$

つまり、平均水温、平均塩分、石膏球設置時間、石膏球重量減少率の4変数を代入することにより、流速換算値 $\bar{v}$ を求めることができる。

3. 実海域における実証実験

流速換算式の実海域における適応性を調べるために、つぎのような実験を行った。調査地域は、鳴門海岸および北海道茶津湾であり、調査期間および調査回数は、鳴門は98年10月～99年1月の4ヵ月間で計18回、北海道では98年11月において計6回調査を実施した。測定項目は、4潮汐間の水温、塩分、流速の連続データおよび石膏球設置時間、石膏球重量減少率である。鳴門および北海道の実験概要図を図-7に示す。

鳴門、北海道それぞれの海域で測定した平均水温、平均塩分、石膏球設置時間、石膏球重量減少率を2. で求めた流速換算式に代入し、得られた流速換算値 $\bar{v}$ と流速計による実測値 v' の関係を図-8に示す。流速換算値 $\bar{v}$ と実測値 v' は鳴門、北海道ともに1:1には対応していなかったものの、相関の高い直線関係にあり、流速換算値 $\bar{v}$ と実測値 v' は式⑨、⑩のように示すことができた。

$$v' = 0.358 + 1.606 \bar{v} \quad \dots \textcircled{9} \quad (\text{鳴門})$$

$$v' = -0.469 + 5.622 \bar{v} \quad \dots \textcircled{10} \quad (\text{北海道})$$

このことから、海域の特性によって関係式は一様ではなかったが、現地で測定した平均水温、平均塩分、石膏球設置時間、石膏球重量減少率の測定値から平均流速を推測することも可能であることがわかった。

4. まとめ

石膏球を用い、安価で簡易に平均流速を測定する方法を示すことができた。今後は本法の環境アセスメントへの活用方法について検討する予定である。

本研究は、社会法人四国建設弘済会、建設事業の技術開発に関する助成の支援を受け、行われた。

【参考文献】1) 川俣茂：生物の生息環境としての流動とその調査方法，月刊海洋，Vol.24，No.8，pp.492-497，1992。

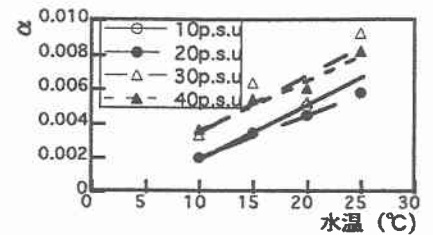


図-3 水温と切片 α の関係

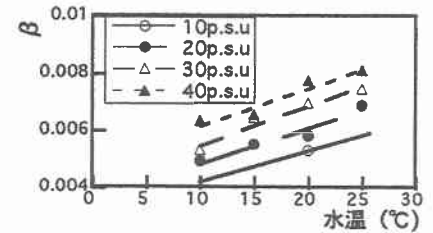


図-4 水温と傾き β の関係

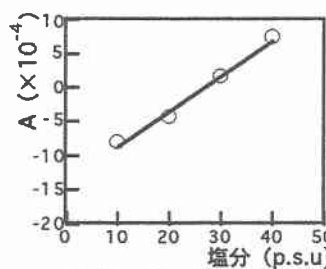


図-5 塩分とAの関係

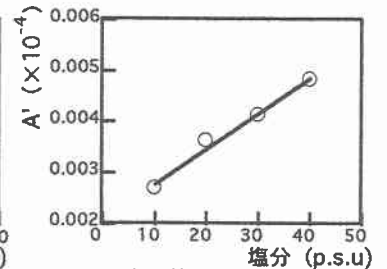


図-6 塩分とA'の関係

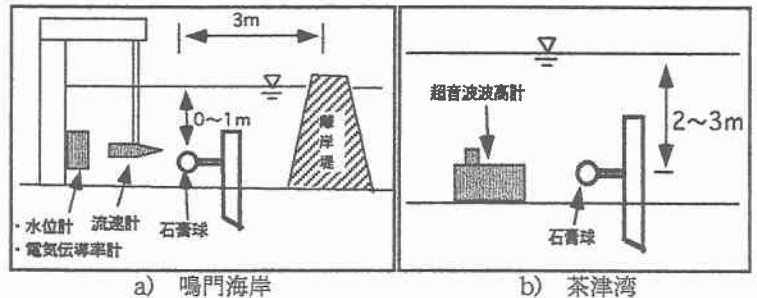


図-7 実験概要図

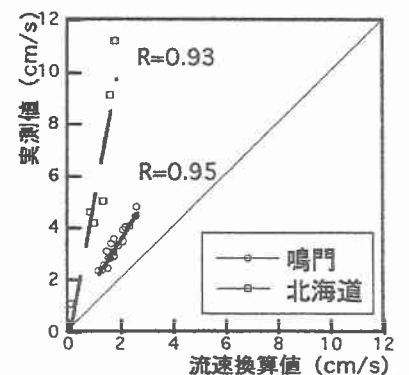


図-8 実測値と換算値の関係