

底設型流動測定用石膏半球による流動測定の手順

1. 石膏半球の設置

石膏半球は海底面の近くで支配的になる底面に沿う方向の流れを測定することを目的としています。したがって、石膏半球の底板を海底面に平行になるように設置するのが最良ですが、海底近くの流れは一方向の流れと違い、多方向性の乱れの強い流れですので、固定方向にあまり神経質になる必要はありません。

石膏半球は、流れによって動くことのないよう、固定しなければなりません。その方法として、砂や玉石を詰めた土嚢、鉛、鉄塊などのアンカーに括り付ける方法や岩盤を穿って打設したアンカーボルトを利用する方法などがあります。波打ち際には、後者のアンカーボルトを用いる方法が確実です。

2. 設置期間における水温

石膏供試体の設置期間における環境水温を測定します。メモリ式水温計で連続測定するか、もしくは設置時と回収時に測定を行い、平均水温を求めます。

3. 回収

海中から回収した石膏硬化体は、表面が柔らかくなっているため、力を加えたり、ぶつけたりしないように注意して下さい。回収した石膏硬化体は底板に貼り付けたまま運搬します。

4. 残質量の測定

残った石膏硬化体を乾燥させ、その質量 m_L を測定します。質量 m_L は、石膏硬化体が底板に接着した状態でも測定できます¹⁾ が、石膏硬化体をむらなく短時間で乾燥させるため、底板から剥がして乾燥させます。

石膏硬化体は、その底板と接着剤（シリコンシーラント）で接着されています。石膏硬化体を剥がす際には、壁際のテーブルなどに底板を置いて壁を利用します。そしてその前面から接着剤の部分に金属製のスクレパーを差し込み、左右に動かしながら体重をかけて押し込んでいくと、比較的簡単に剥がれます。その際、石膏の破片が飛び散ることがありますので、作業は新聞紙等を広げた上で行い、それらをすべて拾い集めて、まとめて乾燥させます。

乾燥は、重量が減少しなくなるまで（通常、室内乾燥なら10日間程）行います。乾燥機を用いる場合は、40℃くらいで行って下さい。

5. 平均溶解速度の算出

石膏硬化体はほぼ相似形で溶解していくことから、その平均溶解速度 \bar{R} (mm/日) は次式で求められます。

$$\bar{R} = \frac{d_0}{2L} \left[1 - \left(\frac{m_L}{m_0} \right)^{1/3} \right] \quad (1)$$

ここに、 L は石膏硬化体の浸漬時間(日)、 d_0 は石膏半球の初期直径(mm)で、PH-80では $d_0=80$ mm、 m_0 と m_L はそれぞれ石膏の初期質量(g)と残質量(g)。

6. 流速値の推定

波動流の強さを表現する流速特性値(下記解説を参照)の期間平均 (\bar{v} で表す) は、以下に示す平均溶解速度 \bar{R} (mm/日) の1次式によって与えられます。

¹⁾ 乾燥させた供試体（石膏硬化体＋接着剤＋塩ビ製底板）の初期質量 M_0 と残質量 M_L を測定し、次式より求めます。

$$m_L = m_0 - (M_0 - M_L)$$

ここに、 m_0 は石膏硬化体の初期乾燥質量。

$$\text{絶対流速} : \bar{U}_{\text{abs}} = a\bar{R} + b \quad (2)$$

$$\text{2乗平均平方根 (エネルギー平均) 流速} : \bar{U}_{\text{rms}} = \alpha\bar{U}_{\text{abs}} \quad (3)$$

$$\text{流速振幅の2乗平均平方根} : \bar{U}_m = \beta\bar{U}_{\text{rms}} \quad (4)$$

$$\text{有義流速振幅} : \bar{U}_{\text{max,s}} = \gamma\bar{U}_{\text{rms}} \quad (5)$$

ここに、 a と b は実験係数、 α 、 β および γ は流動による特性値で、波動流の卓越する流動場では $\alpha \approx 1.2$ 、 $\beta = \sqrt{2}$ 、 $\gamma = 2.0$ となります。

係数 a と b は、正確には水温と流れの状態に依存し、現場で流速計を用いて決定しなければなりません（実験式は検討中）が、波動流の卓越する流動場で $5 \sim 17^\circ\text{C}$ の水温範囲では、これまでの研究によりほぼ1つの式： $\bar{U}_{\text{abs}} (\text{cm/s}) = 18.27\bar{R}$ で近似される（推定誤差 2cm/s 以下）ことが示されています。

【解説】

波動下で往復振動する海水の動きを波動流といいます。波動流速は、図1に示す測定例のように短時間に複雑に変化します。その瞬間の流速ベクトルの大きさ（絶対流速）の数分程度の短い時間の平均が U_{abs} です。この短時間での波動流速の変化は基本的に波浪スペクトルに対応します。単一波（正弦波）によって起こる変動流速のピーク値（振幅）は理論的に2乗平均平方根流速 U_{rms} の $\sqrt{2}$ 倍になることが知られています。この関係は不規則波（周期と方向の異なる多数の正弦波の重ね合わせで表現される）の場合でも成り立ち、流速振幅の2乗平均平方根 $U_m = \sqrt{2} U_{\text{rms}}$ となります。また、波浪の大きさを表現するのに「有義波」が用いられます。有義波高とは、一連の波を波高の大きいものから小さいものに並べ、上位 $1/3$ 個目までの波の波高の平均を表します。この波高における有義波高に相当するのが、流速振幅における有義流速振幅 $U_{\text{max,s}}$ です。

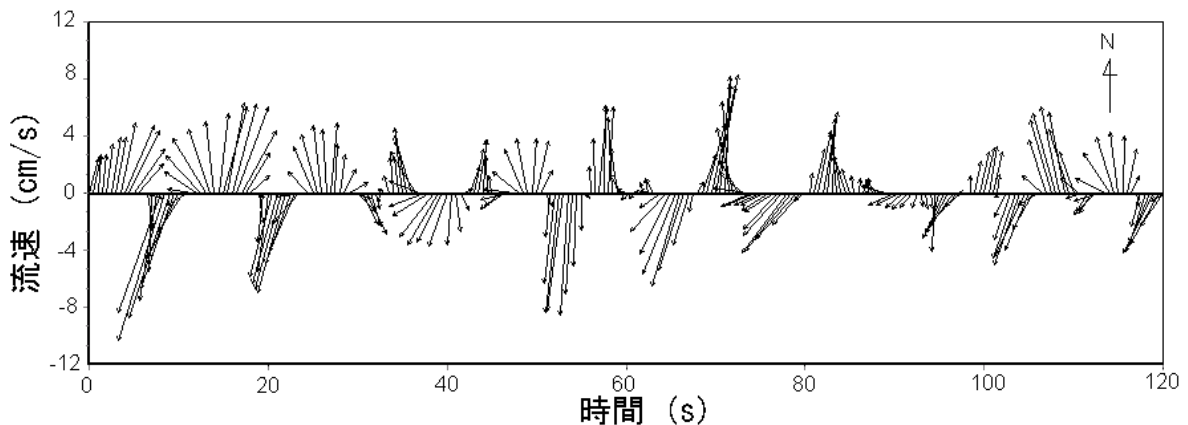


図1 波動流速の測定例