

代表波法による局所漂砂量の予測精度

○ 名古屋工業大学 学生員 守屋 隆夫

名古屋工業大学 正会員 Mohammad Dibajnia

1. はじめに シートフロー現象による漂砂の移動は、高濃度の移動砂層が形成されるため多量の土砂移動が引き起こされ、海浜地形に大きな影響をおよぼす。従って、この現象に対する知見を得ることは海岸過程を予測するにあたって必要不可欠である。現地の局所漂砂量を予測するにあたっては現地観測により実際の底面流速時系列波形を得て、波別解析法を用いて計算するのはもっとも精度よく望ましいが、実際問題の多くの場合それは不可能である。近年数多く提案されている非線形波浪場モデルを用いて数値計算により底面流速波形を求めることも考えられるが、砕波等の問題でこれらのモデルがまだ開発途中段階であり全沿岸領域に使えないのは現状である。また、沖合構造物等にもとめられる解析は規模が大きく、時系列解析に必要な時間や費用などが大きな負担となり、特に設計初期段階では実用的であるとはいえない。そこで、現時点では代表波法による解析が実務で行われている。この方法では沖波波高および周期が与えられれば、まず任意の水深における底面流速の全振幅、非対称パラメーターおよび尖度パラメーターが計算可能であり、これらより近似的に代表波が形成され、漂砂量を予測できる。しかし、代表波法は盛んに実際問題に使われて来ているにも関わらず、今までその有用性および精度が直接的に検討されていない。本研究では、現地のような不規則非線形非対称流速波形下で行われた漂砂量実験データを用いて代表波の作成方法を提案しその精度を検討することを目的とした。

2. 解析方法 実験データとして、山下ら(1996)および Dibajnia ら(1998)によるものを利用した。これらの実験は振動流装置で中央粒径 0.2mm の砂を用いてシートフロー条件下で行われている。代表波は実験で用いられている不規則流速波形の有義値 $\hat{u}_{1/3}$, $T_{1/3}$, $(u_{\max}/\hat{u})_{1/3}$ および $(2T_{pc}/T)_{1/3}$ を用いて磯部・堀川(1981)の方法にならい以下の式で作成した (図-1 参加)。

$$\Theta_2 = \frac{(2T_{pc}/T)_{1/3}}{\pi} \times \arcsin \sqrt{\frac{\mu_u^2 \mu_T^2 - 1}{\mu_T^2 - 1}},$$

$$\Theta_1 = \frac{1 - (2T_{pc}/T)_{1/3}}{\pi} \times \arcsin \sqrt{\frac{\mu_u^2 \mu_T^2 - 1}{\mu_T^2 (\mu_T^2 - 1)}} - \Theta_2,$$

$$\mu_u = \frac{1 - (u_{\max}/\hat{u})_{1/3}}{(u_{\max}/\hat{u})_{1/3}}, \quad \mu_T = \frac{1 - (2T_{pc}/T)_{1/3}}{(2T_{pc}/T)_{1/3}}$$

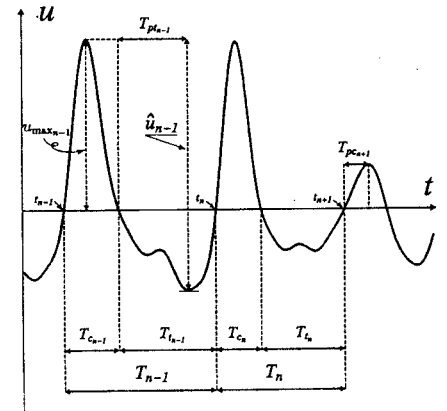


図-1 代表波における記号の定義

これより、代表波の流速波形 u は次式で表される：

$$\begin{cases} \text{if } -\Theta_2 T_{1/3} \leq t < 2T_{pc} - \Theta_2 T_{1/3} : & u = \left(\frac{u_{\max}}{\hat{u}} \right)_{1/3} \times \hat{u}_{1/3} \times \sin \left(\frac{\pi t}{2T_{pc}} \right) \\ \text{if } 2T_{pc} - \Theta_2 T_{1/3} \leq t < T_{1/3} - \Theta_2 T : & u = \left[1 - \left(\frac{u_{\max}}{\hat{u}} \right)_{1/3} \right] \times \hat{u}_{1/3} \times \sin \left(\frac{\pi [t - T_{1/3} (1 + \Theta_1)]}{T - 2T_{pc}} \right) \end{cases}$$

上記の波形を用いて Dibajnia・Watanabe (1998)の算定式により漂砂量を計算した。横軸に無次元漂砂量実験値 Φ_{meas} 縦軸に解析による無次元漂砂量 Φ_{cal} をとってプロットしたものが図-2である。図中の実線、破線は $\Phi_{cal} = a \Phi_{meas}$ ($a=0.5, 1, 2$) である。これを見ると本代表波法で漂砂量を精度よく予測できることが分かる。さらに、流れによる影響を検討するため、データの中から Bretschneider・光易型 (M) および JONSWAP 型 (J) のスペクトルを持つ不規則波形をそれぞれひとつずつ選択し定常流と波の共存場の解析を波別解析法と代表波法の二通り行った。時系列データおよび代表波に、定常流速 U を -50 cm/s から 50 cm/s まで 5 cm/s 刻みでたしていくことにより漂砂量を算定した。横軸に代表波による無次元漂砂量 Φ_{rep} 縦軸に波別による無次元漂砂量 Φ_{ww} でとった値を図-3に示す。この図からは、同じ流れを加える場合代表波

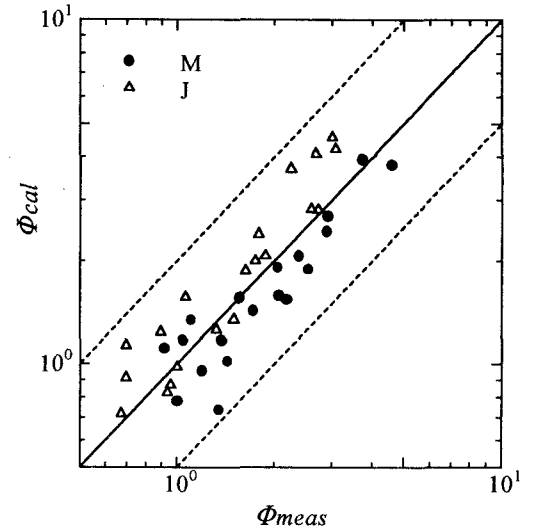


図-2 漂砂量の実験値と計算値の比較

法による漂砂量は波別解析よりも小さな値をとることが確かめられる。特に沖方向の漂砂については比較的大きなずれが見られる。また、Bretschneider・光易および JONSWAP のスペクトル型を持つ不規則波形においては大きな差異はみられない。図-4は代表波に対する定常流速を 1.15 倍にして解析したものである。この場合はより精度の良い計算結果が与えられた。この結果は 1.15 倍については経験的な定数でしかなく、また 2 つのケースでしか比較・検討していないため必ずしも十分な結果とはいえないが、代表波による漂砂量の解析において、流れを考慮したうえでも十分に適用できる可能性があることを表していると考えられる。今後の課題としましては流れが共存する場合の代表波の具体的な作成方法を検討する必要がある。

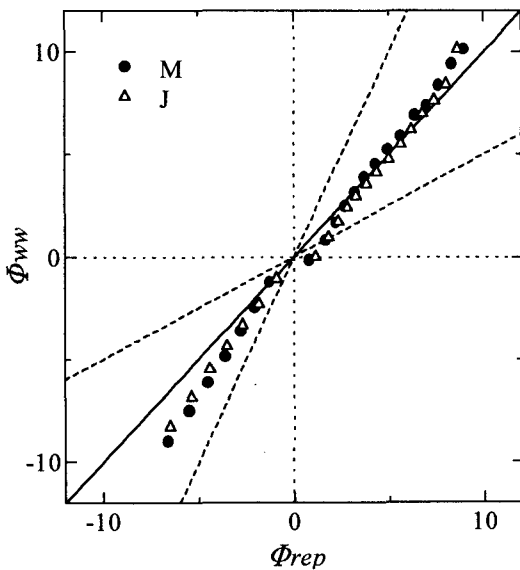


図-3 流れによる漂砂量の代表波、波別による比較

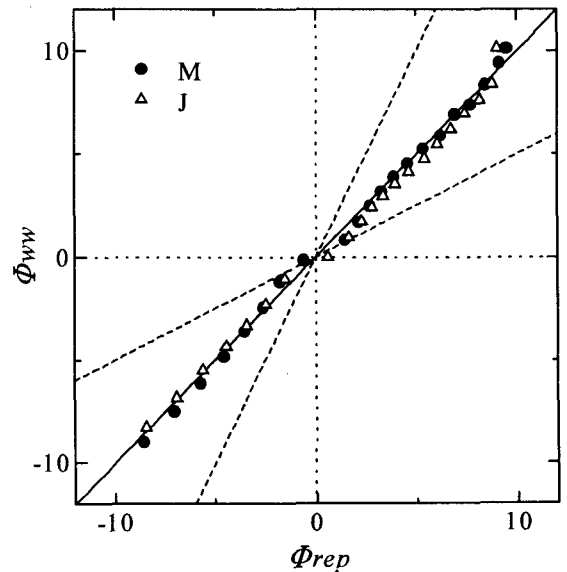


図-4 流れによる漂砂量の代表波、波別による比較(定常流速 1.15 倍)

参考文献 : Dibajnia and Watanabe(1998), Coastal Engineering 35 pp. 67-183.
Dibajnia ら(1998), 海岸工学論文集, 第 45 巻, pp. 471-475.
山下ら(1996), 海岸工学論文集, 第 43 巻, pp. 476-480.