

砕波帯における粒径別浮遊砂濃度の時間変動に関する研究

豊橋技術科学大学建設工学系

鳥居裕康

豊橋技術科学大学建設工学系

正会員

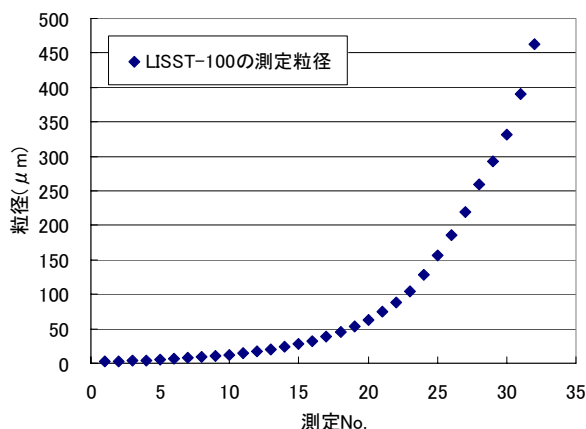
加藤 茂

1. はじめに

漂砂機構・動態の解明や計測・推定に関する研究は数多く実施されてきているが、それらは実験データ、河川流や潮流条件下での観測データ、海岸近くでの低波浪条件下での観測データによる検討が多い。実際に沿岸海域で漂砂移動の活発となるのは高波浪条件下であり、その時の漂砂動態の時間変動が把握できる観測データや砕波帯周辺での観測データの取得は非常に重要である。しかし、高波浪条件下での漂砂計測が実施された例は非常に限られており、浮遊砂挙動が十分に解明されているとは言えない。そこで日本海に面した京都大学防災研究所大湊波浪観測所の観測栈橋で得られた粒径別浮遊砂濃度と波浪（水位変動）のデータを用いて、砕波帯内での浮遊砂濃度の時間変動特性および波浪条件と浮遊砂濃度との関係の把握を試みた。

2. 観測の概要

浮遊砂濃度・粒径分布の観測は、LISST-100 でサンプリング 5 秒の平均データを計測し、それと同時に波浪条件を調べるために超音波式波高計による水位変動（10Hz）の計測を行った。図—1 は LISST-100 の測定粒径を示しており、2.5～500 μm の粒径範囲を対数的に 32 分割されている。



3. 観測 30 粒径の浮遊砂濃度変化による大別

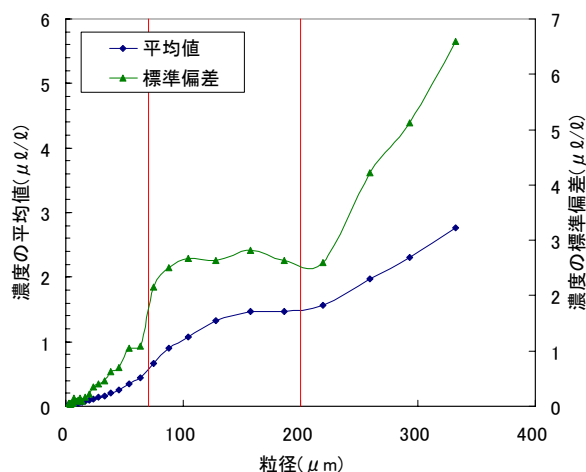
LISST-100 では 32 粒径の浮遊砂濃度が計測されるが、大粒径の 391, 462 μm において多くの計測エラーが確認されたため、本研究ではこの 2 粒径を除いた 30 粒径（2.73～322 μm ）を解析の対象とした。

図—2 は、4 時間分の観測データの粒径別浮遊砂濃度の平均値と標準偏差である。70 μm および 200 μm で変動特性の変化が見て取れる。70 μm 以下もしくは 200 μm 以上は、粒径に比例して直線的な上昇を見せているのに対して、70～200 μm ではそのような線形的な変化は見られない。

また、近接する粒径同士の相関では、200 μm 以上は全ての組み合わせで 0.7 程度と非常に高い。200 μm 以下では、その相関係数は低く、組み合わせにより値に幅がある。

これらの濃度変化の変動特性の相違点から、30 粒径のグループ分けを行う。以後、粒径 100 μm 以下の小粒径グループは G1（22 粒径）、粒径 100 μm ～200 μm の中粒径グループは G2（4 粒径）、粒径 200 μm 以上（4 粒径）の大粒径グループは G3 と呼ぶ。観測時間（4 時間）の総浮遊砂量（濃度）に対する各グループの寄与率は 22%（G1）、37%（G2）、48%（G3）となっている。グループ内の近接する粒径の濃度相関は、G3 が高く、G1、G2 は低い。

図—1 LISST-100 の測定粒度



図—2 粒径別浮遊砂濃度の平均値と標準偏差

4. 波浪条件と濃度変化の対応

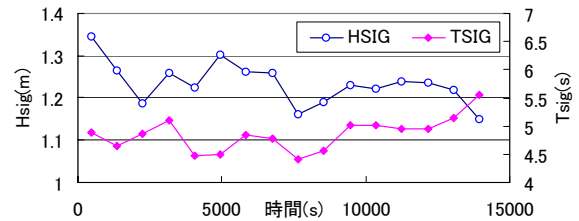
図—3に有義波高と有義波周期を示す。図—4は、図—5は15分平均浮遊砂濃度変動と波浪の時間変動である。 η_{rsm} は15分間での水位変動の標準偏差、 H_{max} は最大波高。15分平均濃度変動は、G1は H_{max} と、G2は η_{rsm} などと相関関係があると受け取れる。その場合、小粒径の浮遊砂濃度は、 η_{rsm} のような平均的な波浪の外力ではなく、 H_{max} のような一時的な波浪の衝撃力に依存し、大粒径や中粒径の浮遊砂濃度は、その逆に対応するものだと考えられる。しかしながら、これらの相関は15分のインターバルデータによるもので、データの数是非常に少ない。これらの相関関係を確かめるには、長期的な観測データが必要である。

5. パワースペクトル

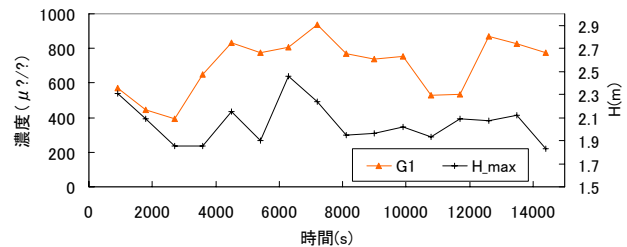
図—5は、 η_{rsm} 、G1、G2、G3のフーリエパワースペクトルとウェーブレットパワースペクトルを示している。(a) G1、(b) G2では、周波数が 10^{-3} Hzより高周波帯では、スペクトル勾配はほとんど無く、エネルギーレベルは比較的一定である。(c) G3では、G1やG2とは異なり、明らかなスペクトル勾配が見られ、低周波ほどそのエネルギーは大きい。この勾配と等しい勾配を持つのが、(d) η_{rsm} の周波数0.005 Hz以下の低周波帯である。また、(d) η_{rsm} の周波数0.005 Hz以上の高周波帯では、(a) G1、(b) G2の高周波帯と同じように比較的一定のエネルギーレベルを示している。

6. まとめ

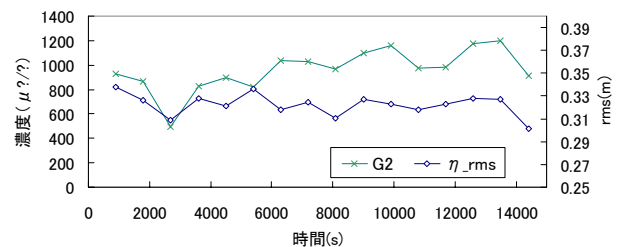
混合粒径の浮遊砂濃度の時間変化は、粒径によって異なる変動をしている。その変動特性は波浪条件（水位変動）に大きく影響されていると考えられるが、数秒程度（個々波の周期程度）での平均量では、浮遊砂濃度と水位変動との間に明確な対応関係は確認できなかった。しかし、15分平均値では、比較的大きな粒径では15分間での最大波高と浮遊砂濃度の間に対応が見られた。また、スペクトル解析では、長周期領域では大きな粒径と水位変動との間に、短周期領域では小～中粒径と水位変動との間にエネルギー分布の相関性が見られた。



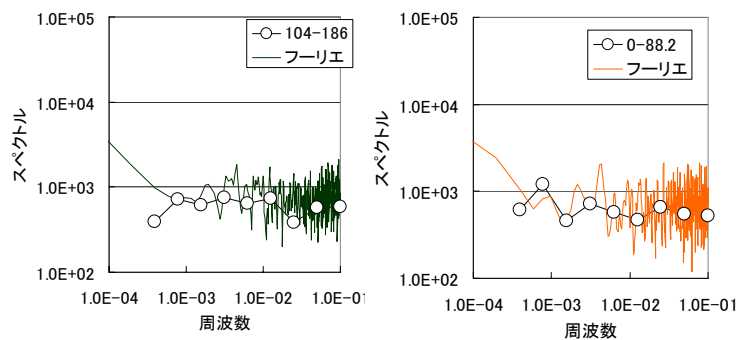
図—3 有義波高と有義波周期



図—4 15分平均浮遊砂濃度変動と H_{max} の相関

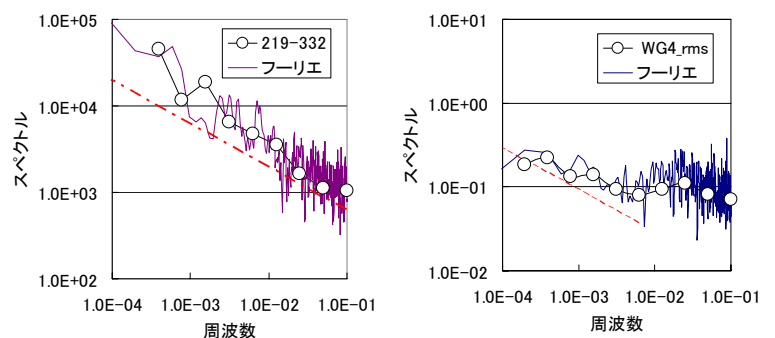


図—5 15分平均浮遊砂濃度変動と η_{rsm} の相関



(a) G1

(b) G2



(c) G3

(d) η_{rms}

図—5 パワースペクトル