

北海道大学工学部 正員 ○牧倉 忠興
北海道大学工学部 正員 岸 力

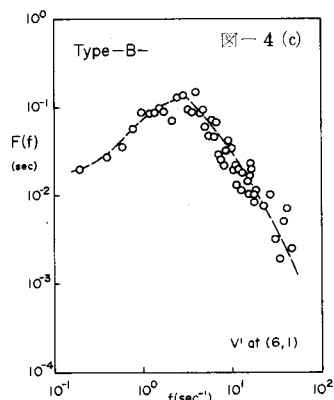
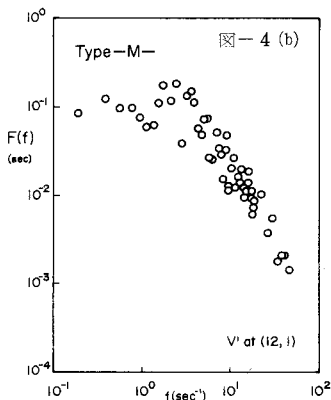
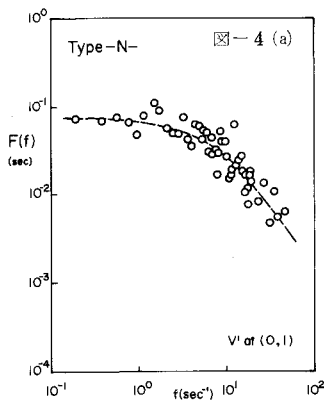
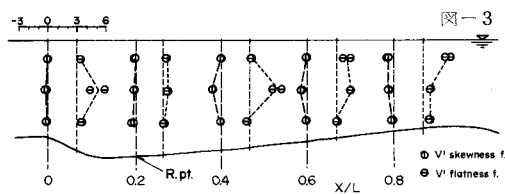
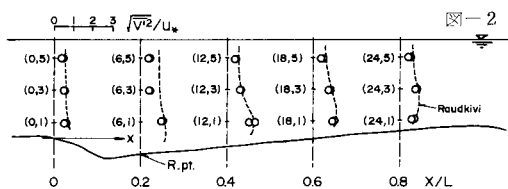
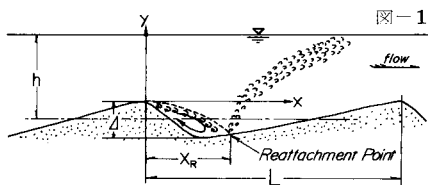
2次元河床波上の流れを模式的に図-1に示す。砂堆の直下流には図のような剥離域が形成される。砂堆の crest からは絶えず小さな渦が放出され、この渦が剥離域の外縁に沿って流下し再付着点に達する。再付着点付近には滞留している流体塊があり、crest から来る小さな渦がこれを刺激する。これによって滞留している流体塊は或る周期を持って河床を離脱して上昇を始め、平均流とともに流下して水面に達する。これが bursting 現象であり、砂堆上の流れではその発生位置が固定して居りほぼ再付着点と一致する。河床波を有する開水路水流の流れと bursting の計測を 1) 河床波が定常状態に達した段階でそれを固定した清水流及び 2) 移動床上の浮遊砂を含む流れについて行なった。乱れの測定には Hot-Film 流速計(X型)を用いた。

1. 固定した河床波上の清水流

測定には幅 10cm, 高さ 30cm, 長さ 8m の両面プラスチック製可変勾配水路を用いた。図-2は流れ測定の測点の配置及び鉛直方向の乱れ強度 $\sqrt{v'^2}/u_*$ の分布を示している。測定時間は各点 20 sec, 読取周期は 0.01 sec である。河床付近の $\sqrt{v'^2}$ は再付着点の上付近で非常に大きな値となり、それより下流に向って平均流速の加速領域では次第に減少する。この傾向はこれまでに数人の研究者によって行われた測定結果と同様であり、一例として Raudkivi

による結果を破線で示した。また、 $\sqrt{v'^2}$ は burst した流体塊が上昇する軌跡上で大きな値をとっていることが解る。このことは図-3に示した v' の歪度及び尖度の分布上でもより明瞭であり、burst した流体塊の通過による強い鉛直異方向性が見られる。これは一般的な乱流境界層内に置かれた物体後方の乱れの測定結果とも指摘されて

いるところである。図-4(a),(b),(c)に鉛直方向成分 v' のエネルギー・スペクトルの例を示す。(a)は一般の剪断乱流で



見られる分布形状を示すもの(N型), (c)は1セルごの卓越した周波数が明瞭に見られるもの(B型), (b)はそれらの中間的性質を有するもの(M型)である。図-5はこれらの種類のスペクトル形状の砂堆上における空間的な分布を示したものであり、これらに述べた種々の考察の結果と良く一致していることが判る。なお、この傾向は U' に71でも顕れるが U' 程明瞭ではない。以上の結果から、移動床流では砂堆直下流の再付着点付近における河床砂の露上りが激しく、浮遊砂はburstした流体塊とともに流送されて行くことが予想できる。

2. 移動床上の浮遊砂流

測定は幅30cm, 高さ50cm, 長さ15mの両面プラスチック張り鋼製可変勾配水路を用いて行なった。

図-6は全記録1,440secを240等分し、その各々(6秒間=サンプリング数600個)についての区間平均値($\sim$ で表示)を描いたものであり、全体の予測測の概要を示している。浮遊砂濃度^(C)の測定は光学式濃度計を用い、流速と同時に計測を行った。移動床であり、かつ河床波が3次元性を有するため前述の固定床流に比較して非常に不規則ではあるが全体の傾向は次のようである。河床波のcrestの通過時刻は図-6の最上段に矢印で表示した。

U' はcrestで極大となり再付着点付近で極小となる。 $\tilde{U}$ は再付着点付近で極大となりburstingによる効果が良く顕れている。 $\tilde{C}$ も $\tilde{U}$ と同様に再付着点付近で極大値を持ち、浮遊砂量も大となることを示している。 $\tilde{U}$ 及び $\tilde{C}$ も固定床の場合程明瞭ではないが、先に述べた事柄を裏付けている。

次に全記録を20秒間毎に

分割し、その各々についてスペクトル解析を行なった例(最初の3波の河床波)を模式的に図-7に示す。即ち空間的には1個の砂堆について7~9箇所を観測を行ったことに相当する。固定床の場合と比較して特徴的なことは、再付着点付近で U' のスペクトル分布がB型となり、 $\tilde{U}$ 単独ではB型とはなっていないことである。このことは、河床の砂を浮上させるために乱れの $\tilde{U}$ 成分が減衰することによるものと考えられる。また、 $\tilde{U}$ 及び $\tilde{C}$ の歪度及び尖度はほぼ正規分布をみせられて良く、固定床の場合のような歪度非対称性を示さないことも浮遊砂の効果によるものであろう。

謝 辞: 本研究には文部省科研費(代表者中央大・林教授)の援助を受け、本学大学院生渡部英二、小野寺直両君の協力を得たことを記し謝意を表します。

参考文献: Raudkivi, A.J.

Loose Boundary Hydraulics, 1967. 岸・松倉, 文部省科研費(総合A)研究成果報告, 1979. 今本・上野, 第28回年講, 1973. 河村・久保田・西村, 第29回年講, 1974. 橋・原口・渡辺, 第29回年講, 1974.

図-5

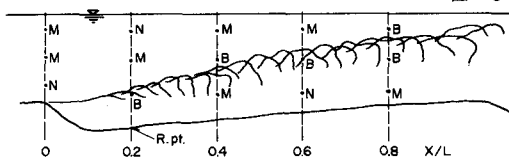


図-6

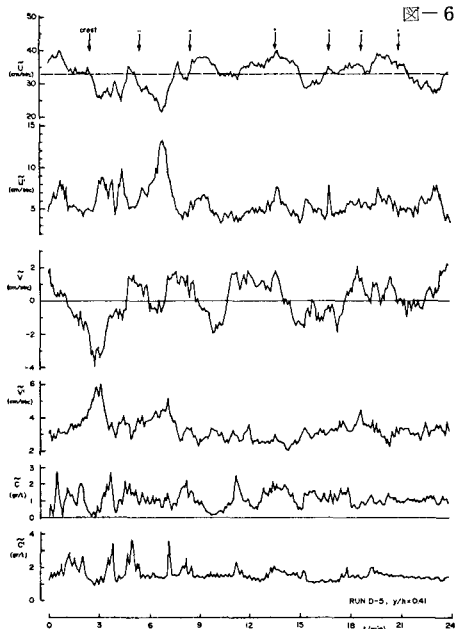


図-7

