

II-181

直線開水路流の空間構造に関する検討

日本大学工学部 大学院 ○ 松村 憲 佳

日本大学工学部 正 員 長林 久 夫

日本大学工学部 正 員 木村 喜代治

1. はじめに

本報告は、フラットライトとトレーによる断面の可視化を連続的に数断面撮影する方法を開発し、広長方形開水路流に適用して流れの空間構造の検討を行っている。実験は幅40cm、長さ15m、水深約5cmの滑面長方形水路にて行った。測定水理量は、平均流速 $V=14.3\text{cm/s}$ 、レイノルズ数 $Re=6900$ 、フルード数 $Fr=0.21$ 、摩擦速度 $U^*=0.82\text{cm/s}$ である。解析方法は、参考文献(2)と同様で $y=2, 3, 4\text{cm}$ の水平断面が 0.35sec の時間間隔で連続して可視化され、各面での平均流速、渦度、二次元発散の平面構造が得られた。

2. 実験結果及び考察

図-1は側壁面から $Z=7\text{cm}$ 離れた測線上の主流流速の時系列波形の $Y=3\text{cm}$ 断面に対する $Y=2\text{cm}$ 断面の相互相関係数を示したものである。この例は下断面の解析長： T を 50cm として、解析開始位置： DX を 0cm から流下方向に 10cm ずつ変化させた移動相互相関係数である。この図では各 DX 地点の上流側約 5cm に強い正の相関が見られ、その周期は数区間連続している。またそれぞれの相互相関の時系列における周期性はほぼ 40cm 程度である。

図-2は各測線 $DX=20\text{cm}$ の相互相関係数を平面表示したものであり、解析長による変化を検討している。いずれの解析長にも流下方向に約 40cm の周期性をもった強い正の相関が見られる。

図-3は $Y=2, 3\text{cm}$ 断面の主流流速、渦度、二次元発散の相互相関係数であり、主流流速の相関の構造と比べると渦度、二次元発散の相関は微細であり、この中に正負の相関が見られる。

共分散関数
 $C_{y_1 y_2}(\tau) = E \{ (y_1(DX+x) - \mu_{y_1}) \cdot (y_2(DX+x+\tau) - \mu_{y_2}) \}$
 相互相関係数
 $R_{y_1 y_2}(\tau) = C_{y_1 y_2}(\tau) / C_{y_1 y_1}(0) \cdot C_{y_2 y_2}(0)$
 ここで
 τ : 隔たり距離, T : 解析長 (20, 50, 100cm), μ_y : 平均値
 DX : 解析開始位置 (0cm, 10cm...90cm)

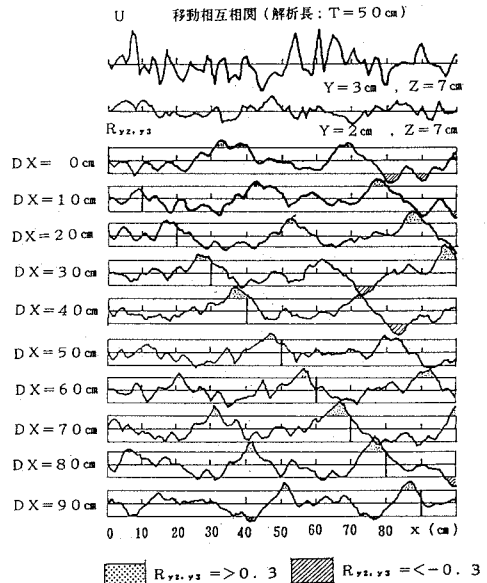
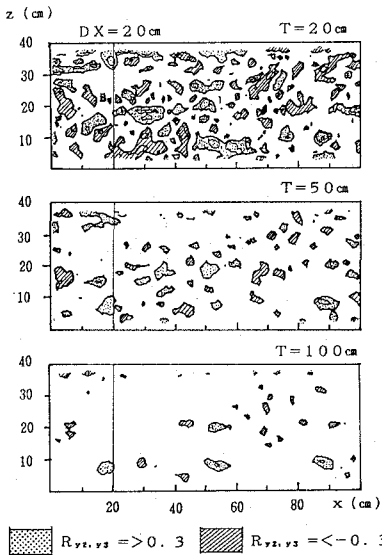


図-2 相互相関係数の平面表示と解析長： T

図-1 移動相互相関係数と解析開始位置： DX

図-4は主流流速、渦度、二次元発散の平面構造の上断面に主流流速相互相関の平面表示を重ねたものである。下断面の領域は、上断面での各領域内の渦度、発散の正負のパターンが下断面と最も相関を有する地点に移動させて示している。ここで解析開始位置より上流をA領域、下流をB領域としている。これよりA領域は上断面より下断面が前方に位置しており下降流に相当し、その傾きは $Y=2,3\text{cm}$ 断面で 4° ・ $Y=3,4\text{cm}$ 断面で $4^\circ 30'$ である。B領域は下断面より上断面が前方に位置しており上昇流に相当し、その傾きは $Y=2,3\text{cm}$ 断面で 11° ・ $Y=3,4\text{cm}$ 断面で 22° である。

図-5は $Y=2,3\text{cm}$ 断面の相互相関係数の平面表示の DX を変化させて流下方向の変化を調べたもので、A領域の下降流、B領域の上昇流が、流下方向に進につれて減衰または増幅して行く様子が見られる。

3. おわりに

可視化実験と相関法により、大規模な流体塊の上昇および下降の空間構造が見られ、下降流の角度はほぼ 4° 程度、上昇流の角度は $10^\circ \sim 20^\circ$ 程度で上部断面に向かうほど角度は急になる。今後、より長い解析を行い大規模空間構造の検討を行いたい。

参考文献

- (1) 長林・木村等：土木学会全国大会 昭和59, 60, 61年, 平成元年
- (2) 松村・長林・木村：東北支部大会 平成2年

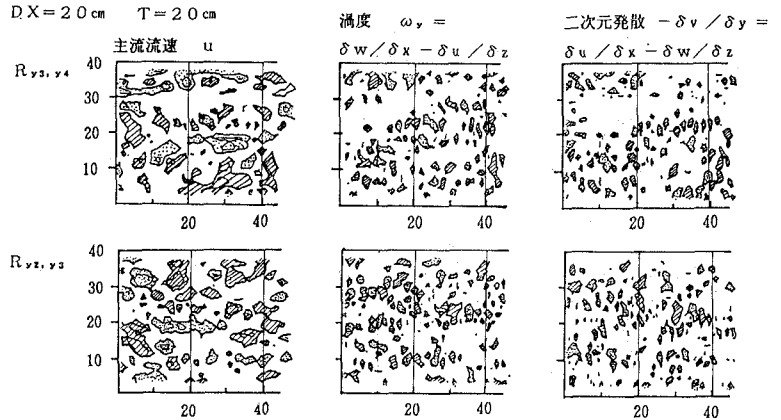


図-3 主流流速、渦度、二次元発散の相互相関

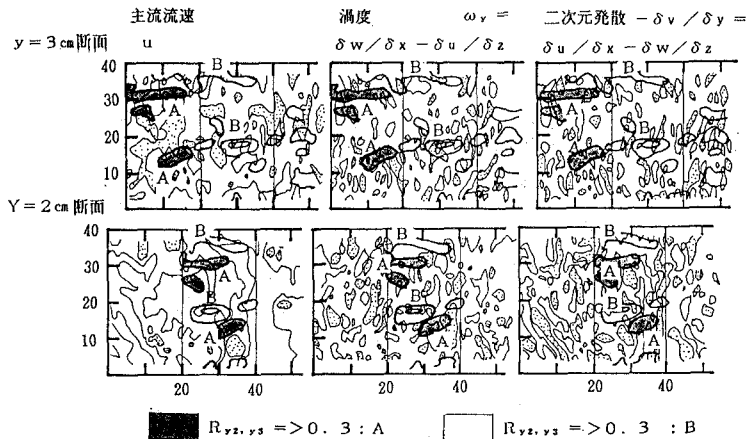


図-4 主流流速、渦度、二次元発散と相互相関

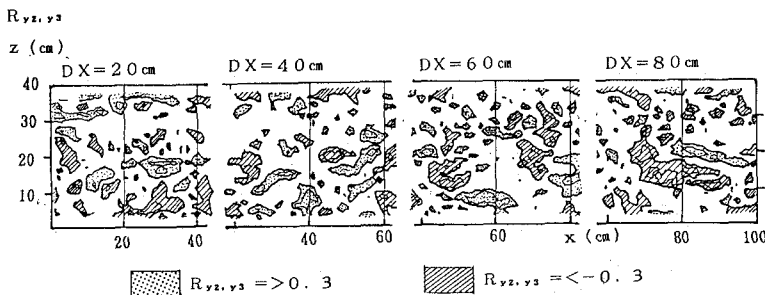


図-5 相互相関係数の空間構造