

II-113 農尾用水における乱れ計測について

京大防災研究所 正員 今本博健

〃 〃 〇上野鉄男

南水路流れにおける乱れに関する研究は、最近の計測技術の向上にともない、計測データも信頼性の高いものが蓄積されるようになり、かなりの進展を上げつつあるが、計測から得られたデータの解析から実際の乱れの構造を適確に把握するためには未だ多くのデータが不足しているといえる。

本研究は、愛知県犬山市に設けられた木曽川農尾用水頭首工導水路において、ほぼ同じ特性をもつ同様の4台のプロペラ式発電型流速計（東邦電機製CM-1B、プロペラの直径12.8 cm）を用いて、Reynolds数の大きな流れの同一断面内の4点での流速変動の同時計測を行ない¹⁾、各点における流速変動のVariance, Skewness, およびFlatnessといった変動そのものの性質を検討するとともに、2測定点間のコヒーレンスを求め乱れの各周波数成分についての空間的な構造について考察しようとするものである。

実験水路は、木曽川本川から導水路への流入部における曲率半径約60 mのわん曲部とこれに続く約600 mの直線部とから構成されており、水路壁面はコンクリート仕上げの固定壁面であって、水路直線部は水路幅18 m、深さ3 m、路床こう配1/480の長方形断面一様水路である。計測断面としては直線部上流端より約300 mの断面を選んだが、計測断面における水深および流速は木曽川本川ならびに導水路下流端に設けられた可動せきを操作することによりかなりの範囲にわたって容易に変化させることができる。また、上流端のわん曲部の影響は計測断面にも及んでおり、計測断面における流心は水路中央部から約4 m偏っている。

計測方法について簡単に述べるとつぎの通りである。4台の流速計を計測断面内の所定の位置に設置するため、水路の両側壁に埋込まれたタラップを利用して横断方向に水平に張られた2本のワイヤーを利用して、4台の流速計が取付けられた鋼管を鉛直あるいは水平になるように注意深く支持した。流速に応じた発電型流速計の出力電圧はデータレコーダーによって記録されるようになっている。また、計測継続時間は水路の幾何学的スケールを基準として、それに対応する乱れを対象として600秒とした。データ処理は、乱れのうち卓越スケールの乱れを対象とすることとし、データレコーダーからの再生に際し1.12 Hzのローパスフィルターを用いて高周波数の変動を除去し、高速A-D変換器により紙テープへの数値化を行なった。なお、サンプリング周波数は3.2 Hzとした。

図-1は水深が158 cmおよび92 cmの2ケースについて、水路中央における流速変動のSkewness S およびFlatness F 、すなわち、

$$S = \overline{(u-\bar{u})^3} / (\overline{(u-\bar{u})^2})^{3/2}, \quad F = \overline{(u-\bar{u})^4} / (\overline{(u-\bar{u})^2})^2 \quad (1)$$

の計算結果を示したものである。ただし、数値計算に用いたデータ数は500であり、3回の計算を繰り返して、その平均値と標準偏差が図示されている。ここで注意しなければならないのは、計算に用いるデータの長さやデータ処理時に用いるローパスフィルターの効果で、目的に応じた信頼度の高い結果を得るためには十分長いデータを用いて何回もの計算を繰り返す必要がある。図からも、計算結果

図-1

Skewness およ
び Flatness の
鉛直分布
→

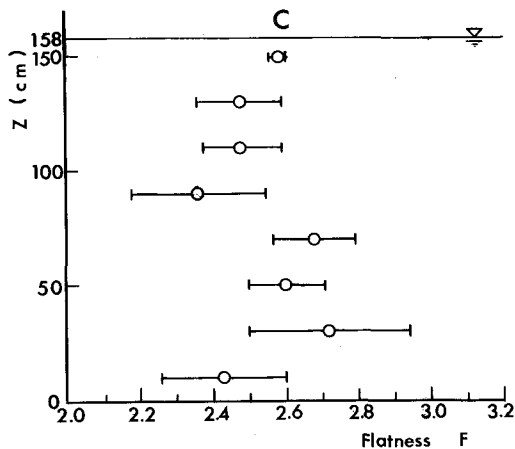
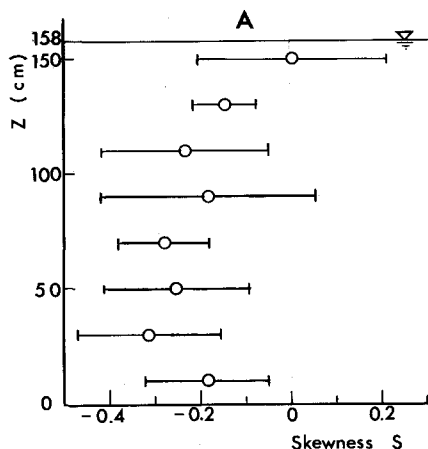
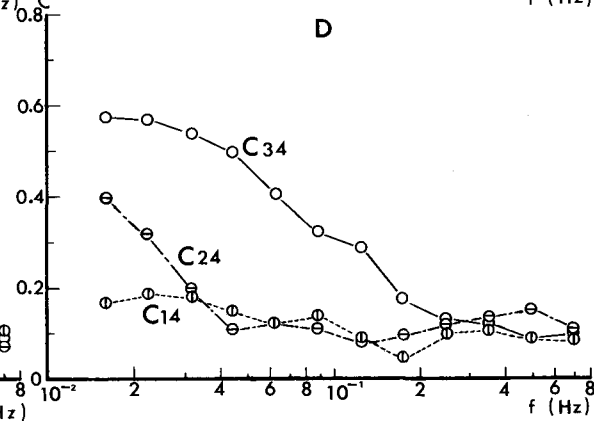
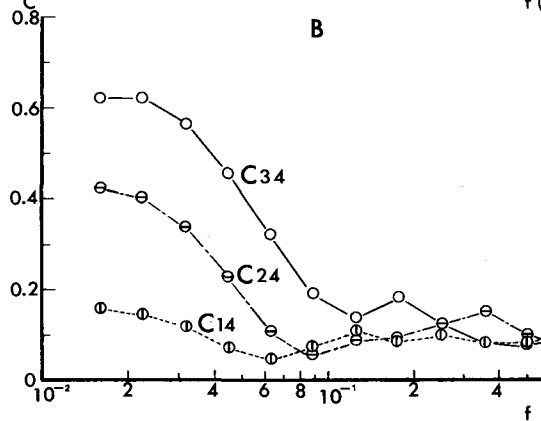
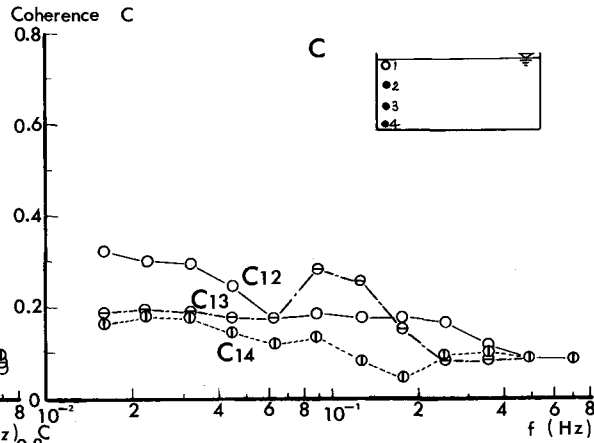
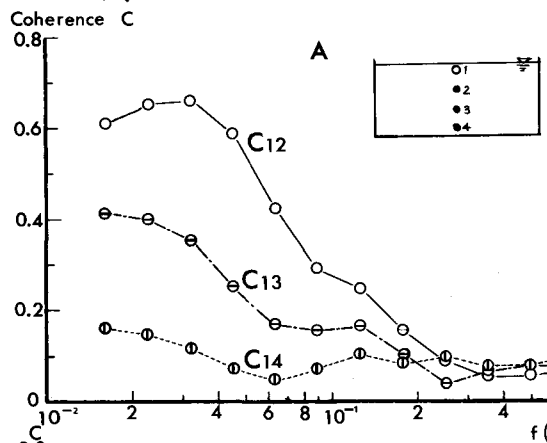
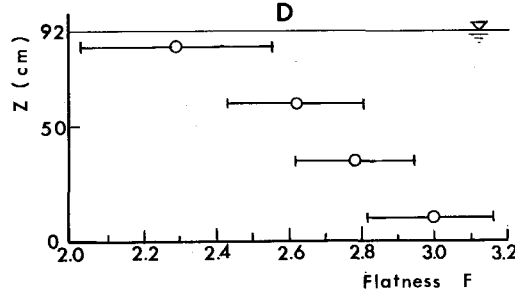
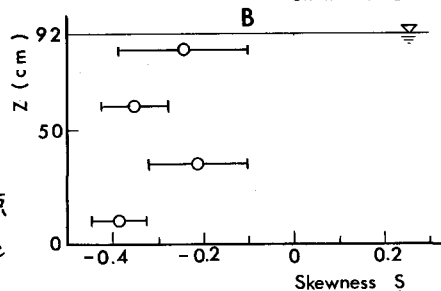


図-2

鉛直方向の各点
間のコヒーレン
ス (I) ↓



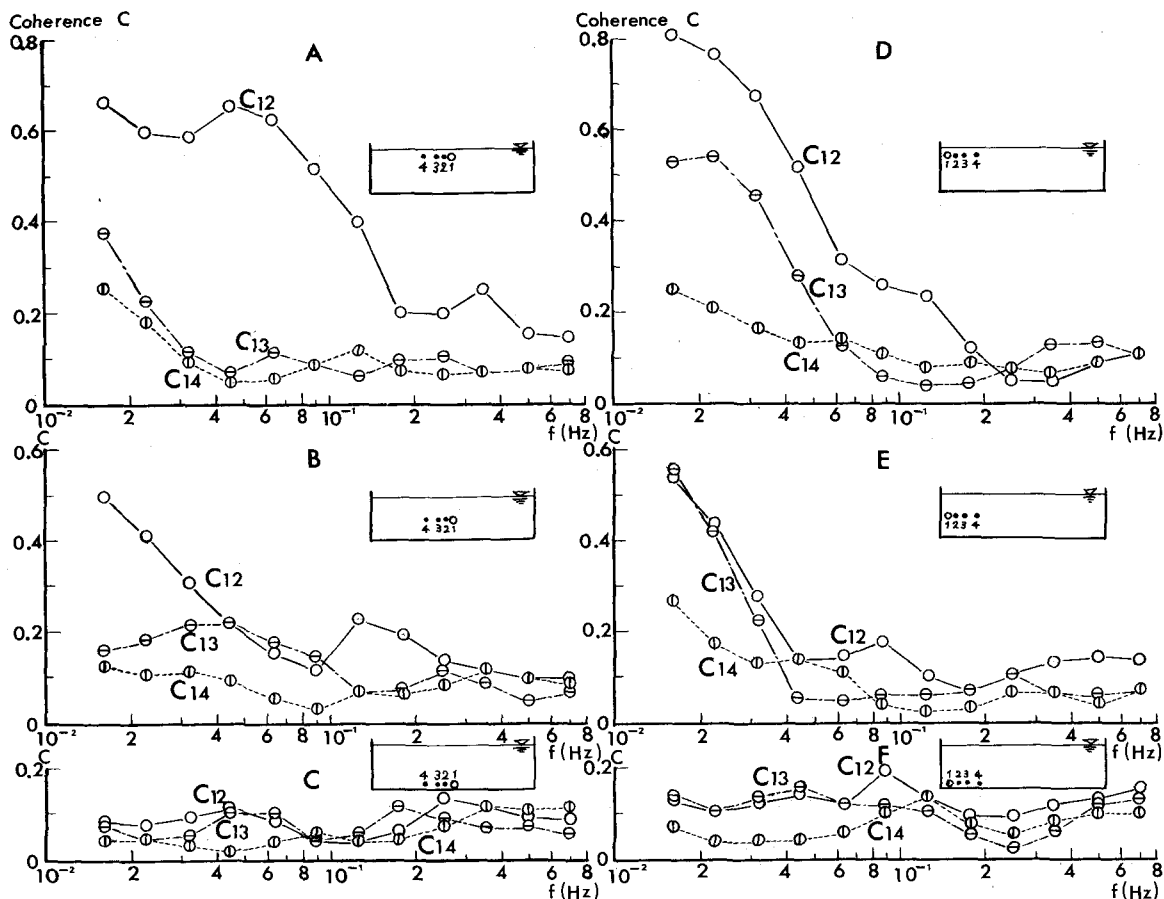


図-4 水平方向の各点間のコヒーレンス

で与えられ、その意味については、2つの変動について、各周波数成分のパワーのうち、両者の間でどれだけが直線的な関係にあるかを示す値であり、この平方根をとったものは2つの変動の間の各周波数成分ごとの相関係数を与えるものと考えてよい。図-2, 3は測点が同一鉛直軸にある場合について示したものであるが、2点間の距離が小さい場合には、かなりの高周波数のところまでコヒーレンスは大きな値をとっており、逆に2点間の距離が大きくなるにしたがってコヒーレンスは小さくなり、その値が0に近づく周波数は低くなっている。このことは、2点間の距離が大きくなると大きなスケールの乱れがその2点間の乱れ特性を支配し、小さなスケールの乱れは寄与しないことを意味しているが、量的な把握をするにはさらに詳細な計測を重ねる必要がある。また、側壁に近づくコヒーレンスは小さくなっており、壁面の影響が大きいことを示している。図-4は、測点が同一横軸上にある場合について示したものであるが、路床付近ではコヒーレンスは0に近く、路床から離れるにしたがって大きくなっている。また、2点間の距離とコヒーレンスの関係については図-2, 3の場合と同様のことがいえる。

最後に、本研究における乱れ計測においては、建設省本曾川上流工事事務所ならびに農林省犬山頭首工管理事務所の御協力をいただいたことを付記し、ここに深甚なる感謝の意を表する次第である。

参考文献 1) 今本・上野：「排水路流れにおける乱れの空間相関特性について」京大防災研究所年報, 13, (1970).