

[討議・回答]

富永晃宏
劉 建 共著
長尾正志

“低レイノルズ数乱流モデルによる棧粗度上の開水路流の数値計算”への討議・回答

(土木学会論文集, No. 521/II-32 1995年8月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

森 明巨 (北海道大学)
Akio MORI

図-2に示されたレイノルズストレスの測定値にはかなりの散らばりがある。また、計算された曲線には不自然な尖りがある。このような結果には測定や計算の精度も関わっているのだろうが組織的な構造がある様にも見える。棧粗度乱流の1つの特徴を反映していることを推測させるが、お考えをお聞かせ願いたい。

ところで、本研究では低レイノルズ数乱流モデルとし

て Jones-Launder のものを使っている。このモデルに対する評価は高いようだが、1974年にこの種の最初のモデルとして発表されて以来、様々な工夫や改良が加えられている。もし、上述の測定値の散らばりが何らかの組織構造を表すものであるのなら、これらの考え方を参考にしてこの構造を解明する手掛かりが得られないか。

(1995.12.27 受付)

▶ 回答者 (Closure)

富永晃宏・劉 建・長尾正志 (名古屋工業大学)
Akihiro TOMINAGA, Jian LIU and Masashi NAGAO

本研究の目的とするところと少し異なる視点からのご質問で、十分なお答えはできないが以下に回答する。討議内容は以下の2点に集約されると考えられる。

(1) レイノルズ応力の測定値の散らばりと組織構造の関係について

確かにレイノルズ応力の測定値には凹凸が認められる(図-1)。これは全くの計測誤差であるとは言えない

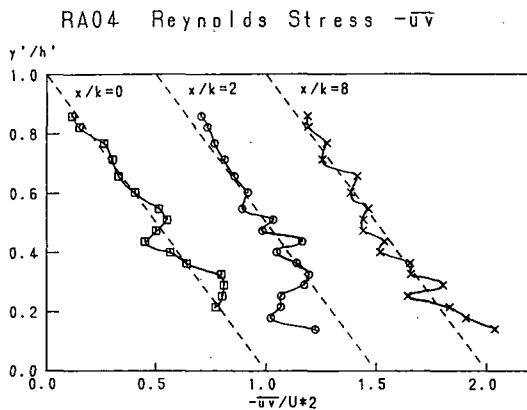


図-1 レイノルズ応力 $-\overline{uv}$ の鉛直分布 ($L/k=16$)

と思う。討議者が言われるように、棧粗度要素から発生する後流の組織的な運動を捉えているものと解釈できる。レイノルズ応力の分布を三角形分布を基本とした直線からのずれに着目して、そのピークをとる位置を流下方向に連ねた線を示したのが図-2である。これは、粗度要素によるはく離渦の流下する軌跡あるいは再付着点からのコルク・ボイル渦の上昇軌跡とみることもできる。ほかにもスペクトル解析や4象限区分法等による信号解析を行ったが、これを立証するよう有意な結果は得られなかった。

次に、計算結果に見られるレイノルズ応力の粗度近傍の尖りについては、本モデルでは組織構造の効果を取り入れていない以上、組織構造との関連付けはできない。粗度の近傍では速度勾配 $\partial U/\partial y$, $\partial V/\partial x$ が非常に大きいため計算上大きなレイノルズ応力が現れたものと考えられる。

(2) 組織構造を考慮した乱流モデルについて

本研究では、棧粗度による後流の相互干渉が棧粗度間隔によってどのように発達し、平均的な抵抗を生み出すかに着目したものである。その際、壁近傍の乱れ発生率と逸散率の平衡条件と対数則を仮定する壁関数法では問

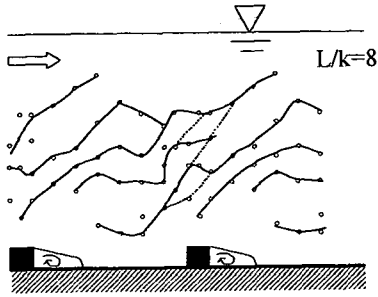
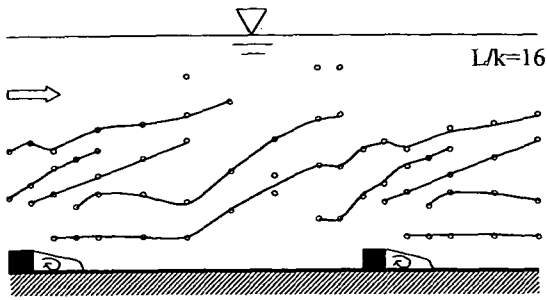


図-2 レイノルズ応力 $-\overline{uv}$ のピーク位置の軌跡 ($L/k=16, 8$)

題があり、低レイノルズ数モデルを用いる必要があった。まずは上記の目的が果たせるように初期のモデルではあるが実績もあり比較的単純なモデルを用いたわけである。さらに粗度背後の流れ構造を厳密に比較すると、まだまだ改良の余地があるものと思う。組織構造を考慮した $k-\epsilon$ モデルも考案されているようである。また、粗度によるはく離渦をモデル化して発生させこの渦の移動をシミュレーションする方法や、LES によって時々刻々の変化を計算する方法も考えられるかもしれない。しかし、これらについては本論文の内容をはるかに逸脱するものであり、ここで言及するのは差し控えたいと思う。

(1996.7.15 受付)