'86－S958

# (166) 高次精度差分法による三次元流体の数値計算

新日本製鐵㈱特別基礎第二研究センター　○沢田郁夫　中村正和
中央研究本部　大橋徹郎
東京大学　宇宙科学研究所　桑原邦郎

**1. 緒言**　鉄鋼業における数値流体解析法の有効性が確認されてきているが，計算の精度と経済性を満足する手法については未だ研究課題が多い。今回は，三次精度の上流差分法による乱流の直接解法を適用し，堰まわりの流体挙動の検討を行った。

**2. 数値解析手法**

2.1　一般化座標系　　計算時間の速い差分法の特徴を残し任意境界形状に対応する手法として，写像変換を用いる一般化座標メッシュ系を適用した。

2.2　基礎差分式　　x－y－z 平面での Navier－Stokes 式および圧力の Poisson 方程式を $\xi-\eta-\zeta$ 平面に写像変換し，慣性項は次式のような局所線形化した三次精度上流差分を適用し計算を行った。

$$\left(f^{n+1}\frac{\partial u^{n+1}}{\partial\xi}\right)_{i,j}\approx\left(f^{n}\frac{\partial u^{n+1}}{\partial\xi}\right)_{i,j}=$$

$$\begin{cases} f_{i,j}\,(u_{i+2,j}-2u_{i+1,j}+9u_{i,j}-10u_{i-1,j}+2u_{i-2,j})/6\Delta\xi & \text{for } f_{i,j}\geqq 0 \\ f_{i,j}\,(-u_{i+2,j}+10u_{i+1,j}-9u_{i,j}+2u_{i-1,j}-2u_{i-2,j})/6\Delta\xi & \text{for } f_{i,j}\leqq 0 \end{cases}$$

**3. 計算結果**

(1)　51×25×5 のメッシュを Fig.1に示す。境界層内の剝離が重要となる堰上面では境界層内に数本のメッシュ分割を行うとともに，壁境界に沿ったメッシュ系を採用したのが特徴である。また，メッシュのなめらかさおよびメッシュの密集度は，座標生成用のPoisson方程式の収束度合およびPoisson 方程式右辺の生成項の調整により制御できる。

(2)　堰まわりの流体の非定常的速度変化をFig.2に示す。この程度のメッシュ数でも適切なメッシュ分割，境界条件を採用することにより，境界層内からの渦の剝離，再付着挙動をとらえることができた。また，さらに細かいメッシュ分割を行うことにより，境界層内の微細乱流渦の発生挙動と境界層内流速分布の解析も行った。

(3)　本解析に使用した計算機はFACOM340Sで，51×25×5のメッシュによる準陰解法計算を行ったところ，1タイムステップあたり約70secの計算時間が必要であった。

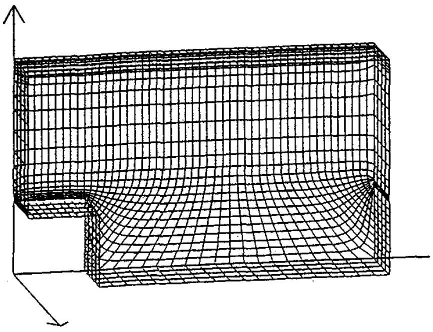

Fig.1　Schematic illustration of the mesh system

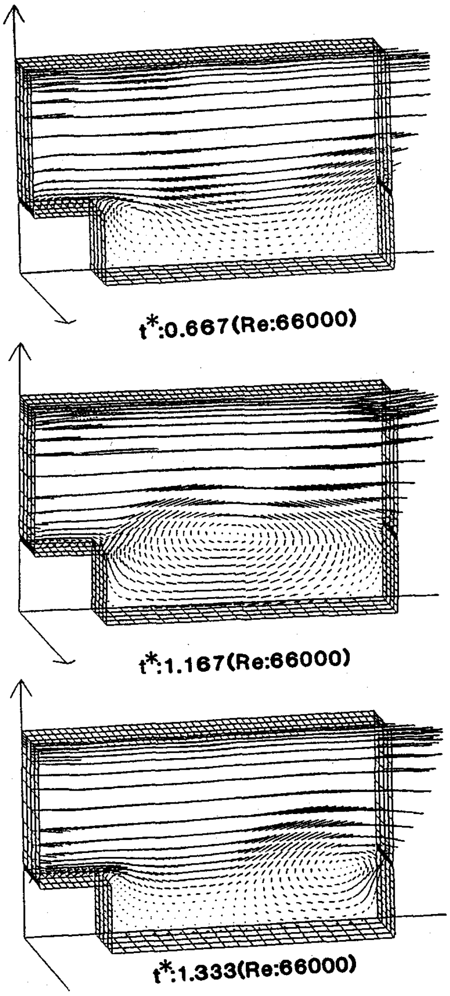


Fig.2　Calculated velocity around a dam

**参考文献**

(1)　T. Kawamura, K. Kuwahara：AIAA paper 84－0340 (1984)

(2)　J.F. Thompson et al：Journal of Computational Physics 24 (1977), P.274

(3)　狩野ら：日本機械学会論文集B編　51 (1985), P.1166