

핵연료봉다발 부수로내 난류유동 수치해석

명 현 국

국민대학교 기계자동차공학부

Numerical Analysis of Turbulent Flow in a Subchannel of a Bare Rod Bundle

Hyon Kook MYONG

School of Mechanical and Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

요 약

본 연구에서는 단순화한 핵연료봉다발의 삼각형 형상을 가지는 부수로내의 완전히 발달된 난류유동을 일반좌표계를 사용하여 수치해석하고, 기존의 고레이놀즈수형 비선형 $k-\epsilon$ 난류모델들의 예측성능을 정량적으로 상호비교분석을 통해 평가하였다. 본 연구에서는 상호비교를 위한 비선형 $k-\epsilon$ 난류모델로 현재 상용코드에서 유일하게 채용하고 있는 Shih et al.의 비선형 모델⁽¹⁾(이하 SZL 모델), 기존연구에서 사용된 Speziale 모델⁽²⁾(SP 모델)과 정방형 덕트유동 해석에서 우수한 예측성능을 보인 Myong and Kasagi에 의해 제안된 비선형 모델⁽³⁾(MK 모델)을 대상으로 하였다. 또한, 중횡비(P/D) 및 레이놀즈수(평균 유속과 부수로 수력직경을 기준) Re 변화에 따른 유동장 변화를 고찰하기 위해 $P/D=1.123$, $Re=27,000$ 및, $P/D=1.217$, $Re=270,000$ 의 두 경우에 대해 계산을 수행하였다.

본 연구결과,

- (1) MK 모델 및 SP 모델은 이차유동 및 이차유동에 기인하여 생기는 벽면전단응력, 축방향 속도, 난류 에너지 등 실험적으로 알려진 유동장의 변화를 잘 예측하고 있음이 확인되었다.
- (2) 상용코드에 도입된 비선형 난류모델인 SZL 모델은 정성적으로 이차유동을 예측하기는 하나, 정량적인 면에서 MK 모델, SP 모델 및 실험결과에 비해 한 차수 이상 작게 예측하여 이차유동에 기인하여 생기는 실험적으로 알려진 유동장의 변화를 제대로 예측할 수 없음이 명확하게 확인되었다.
- (3) 중횡비 및 레이놀즈수가 커질수록 벽면전단응력 및 속도장의 평준화 정도가 커지는 것이 입증되었다.

참고문헌

1. Shih, T. H., Zhu, J. and Lumley, J. L., 1993, A realizable Reynolds stress algebraic equation model, NASA TM -105993.
2. Speziale, C.G., 1987, On nonlinear $k-l$ and $k-\epsilon$ models of turbulence, J. Fluid Mech., Vol. 176, pp. 459-475.
3. Myong, H. K. and Kasagi, N., 1990, Prediction of anisotropy of the near-wall turbulence with an anisotropic low-Reynolds-number $k-\epsilon$ turbulence model, Trans. ASME J. Fluids Engineering, Vol. 112, pp. 521-524.