

후방계단흐름의 하이브리드 RANS/LES 연구

A hybrid RANS/LES Investigation of Backward-facing Step Flow

유동근¹⁾, 백중철²⁾

Yoo Donggeun, Paik Joongcheol

요 지

보나 여수로와 같은 수공구조물의 주변에서 발생하는 흐름 거동은 구조물 모서리에서 발생하는 흐름분리(flow separation)와 이에 따른 전단층(shear layer)과 재순환(recirculation) 흐름 영역의 발달 그리고 분리된 흐름의 재부착(reattachment)이 특징이다. 공학적으로 난류의 해석에 있어서 이러한 흐름 거동들을 정확하게 예측하는 것은 수공구조물 설계에 있어서 중요하다. 이 연구에서는 흐름 분리와 재순환 영역의 발달 그리고 흐름 재부착을 포함하는 후방계단(backward-facing step) 흐름을 155,000의 레이놀즈수 조건에서 하이브리드 RANS/LES 모델을 적용하여 해석결과를 평가한다. 하이브리드 모델로는 벽에 인접한 격자의 해상도에 상대적으로 민감하지 않은 SST(shear-stress transport) 난류 모델을 이용하는 DES(detached-eddy simulation) 기법을 적용하였다. 계단 높이가 h 인 계산영역은 흐름방향 길이가 $34h$, 높이는 계단 상류와 하류에서 각각 $1h$ 와 $2h$ 그리고 폭은 2π 이다. 계단은 상류단으로부터 $10h$ 하류부 지점에 위치한다. 경계조건으로 상부와 하부 벽면에 대해서는 비활조건을 적용한다. 상류부 수로에서 완전 발달한 흐름을 재현하기 위해서 유입경계조건은 유입부 하류 $2\pi h$ 지점에서 계산된 유속과 난류량을 매핑(mapping)기법을 이용하여 반복적으로 적용한다. 총 3.1백만개와 7.3백만개의 셀로 계산영역을 구현한 두 개의 계산 격자 그리고 약 3.1백만개의 셀을 이용했지만 벽면 근처에서의 격자 구성을 다른 방식으로 설정한 두 가지 격자를 이용하여 격자 해상도가 DES 수치해석 결과에 미치는 영향을 분석하였다. 수치해석 결과는 본 연구에서 상류단 조건으로 적용한 매핑기법이 대상 수로에서 완전 발달한 흐름을 잘 재현함을 보여주며, 합리적인 DES 해석 결과를 얻기 위해서는 벽에 수직인 방향으로 적절한 격자의 해상도와 분포가 필요함을 보여준다.

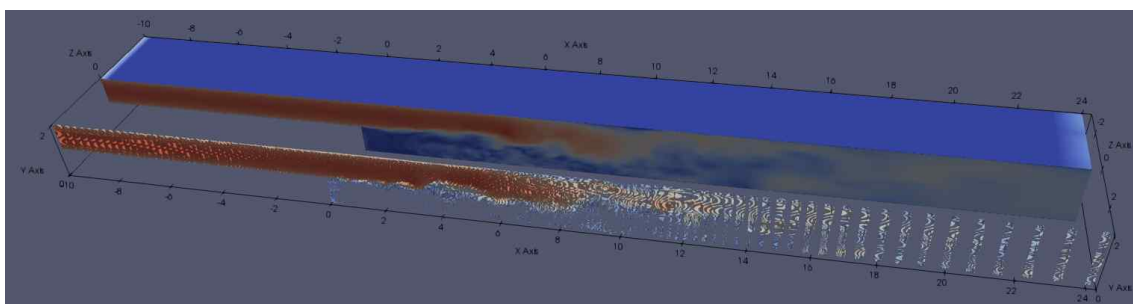


Fig. 1. Instantaneous velocity vectors computed at a side boundary plane and velocity contours at the plane of symmetry.

1) 정희원 · 강릉원주대학교 공과대학 토목공학과 석사과정 · E-mail : aogoree@naver.com

2) 정희원 · 강릉원주대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : paik@gwnu.ac.kr