

원형관의 흐름특성에 관한 실험적 및 수치모의 연구

Experimental and numerical study on the flow characteristics of circular pipe

김병주*, 신홍준**, 백중철***

Bynugjoo Kim, Hongjoon Shin, Joongcheol Paik

요 지

보나 댐에 설치된 배수관이나 지하에 매설된 상하수도관과 같이 물을 운반하기 위한 관로 뿐만 아니라 유류를 운송하는 관, LPG와 같은 기체를 운송하는 관처럼 유체를 운송할 때 다양한 관로를 사용한다. 그 중 사용범위나 제작에 대한 용이성 등에 의해서 원형관이 주로 사용된다. 따라서 위와 같은 원형관 내의 관수로 흐름분포에 대한 연구는 아주 중요하며 필요하다. 원형관 내 흐름분포는 관에 연결된 펌프 혹은 수조나 저수지의 수위에 의한 관내 압력에 의해 지배되어지며, 관 내부 표면의 거칠기나 관의 꺾인 정도 등 다양한 요인에 영향을 받는다. 본 연구에서는 일반적인 실험결과를 도출하기 위하여 직선의 원형관을 대상으로 실험과 수치모의를 동시에 수행한다. 실험은 높이 3m, 길이 4.5m, 폭 1.5m 수조의 바닥에서부터 0.45m 위에 위치한 1.8m 길이의 아크릴 재질의 원형관이 설치된 수조에서 진행되었으며, 수치모의 또한 동일한 규모에서 수행되었다. 수조의 수위를 변화시켜 여러가지 레이놀즈 수에 따른 관 내 흐름의 변화에 대하여 분석하는 것이 목적이며, 실험결과와 수치모의 계산결과 간의 비교검증을 통해 분석한다.

이 연구에서는 난류의 영향을 RANS(Reynolds-averaged Navier-Stokes)와 LES(large eddy simulation)을 혼합한 형태인 Hybrid RANS/LES 모형 중 하나인 DES(detached-eddy simulation)기법을 이용하여 해석함으로써, 빠른 유속으로 인한 관 내의 강한 와(eddy)에 대한 효과를 예측하는데 한계가 있는 RANS 모형과 벽면근처에서의 흐름 해석을 위해 굉장히 높은 격자해상도가 요구되어 계산적 비용 측면에서 효율이 떨어지는 LES 모형의 한계를 극복하고자 한다. DES 모형은 벽에서 떨어진 와에 대하여 LES로 직접해석하고, 벽 근처에서의 흐름에 대해선 난류모형을 통해 모델링함으로써 벽 근처 계산격자와 계산량을 줄이면서 LES와 비슷한 결과를 얻을 수 있다. 실험결과와 수치모의 계산결과 사이의 비교검증을 통하여 관 내 흐름에 대한 수치모의의 적용성을 평가하고 실험에서 측정하기 어려운 난류강도와 압력 변동의 상세한 특성을 수치모의를 통해 분석함으로써 관 내 흐름특성에 대하여 자세히 분석하였다.

핵심용어 : 관수로, 레이놀즈 수, 난류모형, DES

감사의 글

본 연구는 한국수력원자력(주)에서 재원을 부담하여 강릉원주대학교에서 수행한 연구결과입니다.
This work was supported by KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER CO., LTD
(No. 2022-기술-07).

* 정회원 · 강릉원주대학교 공과대학 건설환경공학과 박사과정 · E-mail : kbt61002@gwnu.ac.kr

** 정회원 · 한국수력원자력(주) 수력처 수력기술부 · E-mail : h.j.shin@khnp.co.kr

*** 정회원 · 강릉원주대학교 공과대학 건설환경공학과 교수 · E-mail : paik@gwnu.ac.kr