

## 이너가이드에 따른 횡류수차의 내부유동해석

손성우<sup>1</sup> · Morihito Inagaki<sup>2</sup> · 최영도<sup>+</sup>

### Internal Flow Analysis on the Cross-Flow Hydro Turbine with Inner Guider

Sung-Woo Son<sup>1</sup>, Kiyoshi Kokubu<sup>2</sup> and Young-Do Choi<sup>+</sup>

소수력발전은 지구온난화, 유가상승, 화석연료의 고갈 등의 에너지 및 환경문제를 해결할 수 있는 중요한 대안으로서 재인식되고 있으며, 수차설치를 위한 입지조건 및 경제성이 높게 평가되지 못하여 그동안 폐기되어 왔던 소수력자원에 대해서도 최대한 활용하기 위한 수차개발이 활발하게 진행되고 있다 [1]. 본 연구에서는 수차의 구조가 비교적 간단하고, 유량변동에 대하여 넓은 운전 범위를 확보 가능하며, 표열화 및 계열화가 편리한 횡류수차에 대하여 기존의 중·고비속도 영역뿐만 아니라 저비속도 영역에서도 고성능으로 운전 가능한 횡류수차의 개발을 목표로 하였다.

일반적으로 비속도의 범위가  $n_s < 70$  [min<sup>-1</sup>, kW, m]인 범위에서는 충동수차가 주로 적용되어 왔으며, 특히,  $n_s < 40$ 인 영역에서는 펨톤수차가 주로 사용되어 왔다. 본 연구에서는 이러한 극저비속도 영역에 대하여 횡류수차를 적용하기 위하여 기본적인 설계조건에 대해서 검토 중이며, 특히 그 중에서도 내부유로 형상에 따른 수차의 내부유동에 대해서 상세하게 검토하였다.

Fig. 1은 본 연구에서 개발한 극저비속도 횡류수차를 보이고 있으며, 상대적으로 높은 낙차에 대하여 낮은 유량 조건을 만족시키기 위하여 러너 폭방향 단면적이 종래의 형상에 비하여 매우 좁게 설계되었다. 또한, 입구노즐을 통과한 흐름이 러너 유로를 통과하면서 축과 부딪히게 되면 수력손실이 크게 발생하여 출력이 감소하는 문제점을 해결하기 위하여 Inner Guider를 러너 내부에 설치하였다. 내부유동해석을 위해서는 상용 CFD 코드인 ANSYS CFX [2]를 사용하여 내부유동을 계산하였다. Fig. 2는 수치해석 결과로부터 얻어진 수차 내부유동장의 압력선도를 보이고 있다. 입구노즐의 높은 압력은 가이드베인과 노즐 출구를 통과하면서 크게 낮아졌으며, 러너 블레이드 유로를 통과하면서 더욱 압력이 내려감을 알 수 있다. 또한, Fig. 3은 내부유동장에 대한 속도벡터를 보이고 있다. 노즐에서 흘러나온 흐름은 수차 러너 블레이드 유로를 통과하면서 속도가 크게 내려감을 알 수 있다. 이러한 유속의 변화는 러너 블레이드 내부 유로에서 토크를 발생시키는 각운동량으로 작용하여 수차의 출력을 발생시키게 된다.

본 연구결과로부터 Inner Guider를 설치한 극저비속도영역에서의 횡류수차 내부유동 및 성능을 확인할 수 있었으며, 기존의 횡류수차 설계법에 의한 운전점과 최고효율점이 일치하지 않음을 확인하였다. 따라서, 향후의 연구로서는 최고효율점에서의 수차성능에 대한 최적설계변수를 검토하고자 한다.

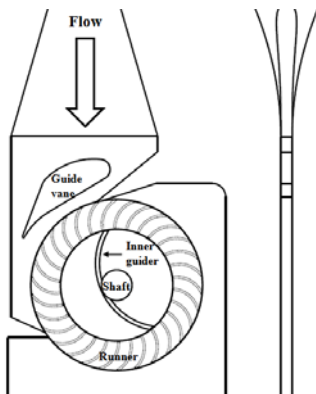


Fig. 1 Schematic view of cross-flow turbine model

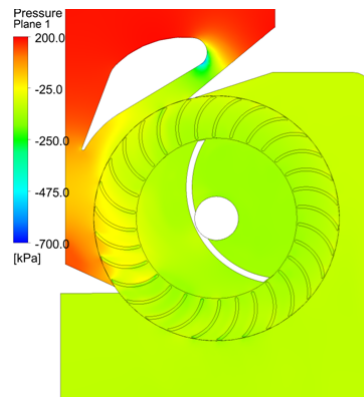


Fig. 2 Pressure contour

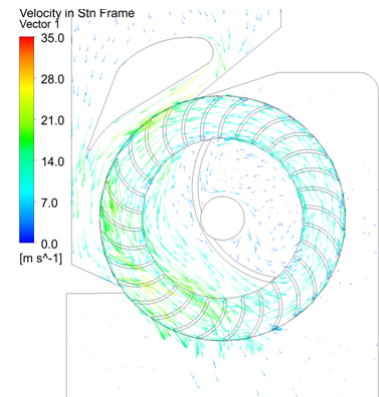


Fig. 3 Velocity vector

### 참고문헌

- [1] Y. D. Choi, J. I. Lim, Y. T. Kim and Y.H. Lee, "Performance and internal flow characteristics of a cross-flow hydro turbine by the shapes of nozzle and runner blade," J. of Fluid Science and Technology, vol. 3, no. 3, pp. 398-409, 2008.
- [2] ANSYS Inc., "ANSYS CFX Documentation," Ver. 12, <http://www.ansys.com>, 2010,

1 손성우(목포대학교 대학원 기계공학과)

2 Kiyoshi Kokubu(Technical Department, Tanaka Suiryoku)

+ 최영도(목포대학교 기계공학과), E-mail: ydchoi@mokpo.ac.kr, Tel: 061)450-2419