

프란시스수차의 국산화개발 연구

이철형*, 박완순*

*한국에너지기술연구원(lchg@kier.re.kr, pwsn@kier.re.kr)

R&D of Francis Type Hydro Turbine for Domestic Production

Lee, Chull-Hyung*, Park, Wan-Soon*

* Korea Institute of Energy Resources(lchg@kier.re.kr pwsn@kier.re.kr)

Abstract

The Francis type hydro turbine with vertical axis has been designed and analyzed for hydraulic performance verification. The guide vane angle of turbine casing were designed to be varied according to the condition of head and flowrate. When the changes in flowrate and output were comparatively large, the efficiency drop were small, so the efficiency characteristics and stability of the entire operating condition were maintained in good condition. These results showed that the developed hydro turbine in this study will be suitable for small hydro power stations with medium and high head such as agricultural reservoirs and large dam.

Keywords : 프란시스수차(Francis type turbine), 수력학적 성능(Hydraulic Performance), 유량(Flowrate), 효율(Efficiency), 안내깃(Guide vane)

1. 서론

소수력발전용 수차는 처음부터 실물 수차를 상용화 개발하기 어렵기 때문에 작은 규모의 수차모형을 제작하고 주로 유체역학적인 성능실험을 통하여 설계특성을 분석한다. 소수력발전용 수차 개발을 처음부터 실물로 개발하지 못하는 이유는 수차 개발은 많은 시행착오를 거쳐야 하는데 실물수차로 수행

하게 되면 이에 따른 비용이 막대하게 소요되기 때문이다. 따라서 소수력발전용 수차는 소규모 수차모형의 성능시험을 통하여 성능특성을 분석한 후, 이 때 획득한 성능특성자료를 이용하여 실물수차로 상사설계한다. 이와 같은 과정을 거치지 않고 직접 실물수차를 제작하여 공급할 경우, 소수력발전소 건설 후 문제가 발생할 가능성이 있으므로 소수력발전용 수차의 상용화보급은 개발단계에서 모형시험을 통하여 문제점을 해소하고 수정, 보완함으로써 실물수차의 설계에 관한 신뢰성을 확보할 수 있다.

본 연구는 프란시스수차의 국산화 개발에 관한 연구로써, 본 연구를 통하여 개발된 프란시스수차는 기계적인 성능과 수력학적인 성능면에서 만족할 만한 결과를 보여주어 프란시스수차의 국산화에 대한 기반을 마련하였다.

2. 프란시스수차모형의 성능시험

설계된 수차의 성능, 운전조건 및 보완점 등을 파악하기 위하여 모형수차를 제작하여 수차모형실험을 하였다.

프란시스수차의 외형설계를 통하여 시험을 위한 축소된 프란시스수차모형 런너의 직경은 249mm이며, [그림 1]은 제작된 런너의 외형을 보여준다.

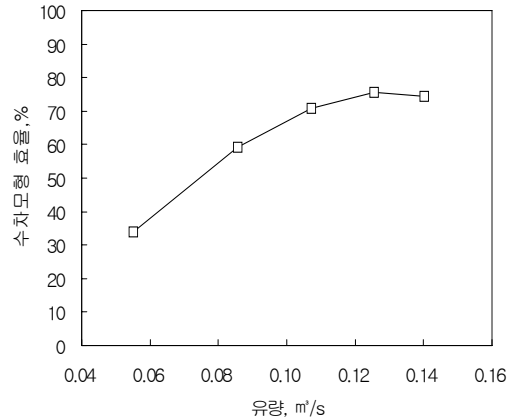


[그림 1] 프란시스수차모형 런너의 외형



[그림 2] 프란시스수차모형의 성능시험

[그림 2]는 프란시스수차모형의 성능실험을 보여주는 그림이며, [그림 3]는 이를 통하여 획득한 수차모형의 효율특성을 나타내는 그림이다.



[그림 3] 유량변화에 따른 효율 변화

3. 실물 프란시스수차 제작 및 설치

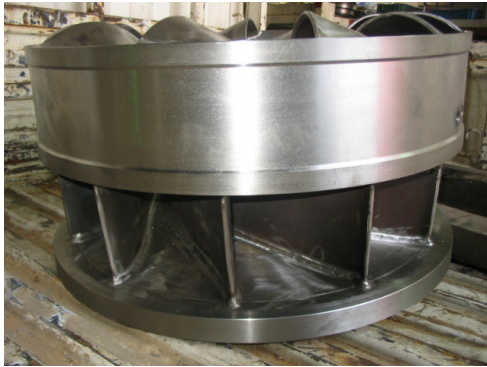
프란시스수차의 국산화기술을 기반으로 실제 보급가능한 프란시스수차를 실증하기 위하여 적용처를 검토한 결과, 한국농촌공사에서 신규로 축조한 농업용 저수지를 대상으로 선정되었다. [그림 4]는 울현소수력발전소의 전경을 보여준다.



[그림 4] 울현소수력발전소의 전경

실물프란시스수차는 모형수차에 대한 상

사설계를 통하여 제원을 결정하였으며, 러너의 직경은 540mm이며, 발전기의 출력은 350kW이다. 설계된 프란시스수차는 러너, 케이싱 및 발전기로 구분하여 제작하였다. [그림 5]는 제작된 러너의 외형을 보여준다.



[그림 5] 러너의 외형

[그림 6]은 설치된 프란시스수차발전기를 보여준다.



[그림 6] 설치완료된 프란시스수차발전기

프란시스수차의 성능측정과 분석을 위하여 수차로 유입되는 유량과 압력을 측정할 수 있도록 수압관에 유량계와 압력계를 설치하였다. 수차의 출력을 측정하기 위하여 발전기의 출력을 측정할 수 있도록 전력계를 설치하였다.

프란시스수차의 성능은 PLC를 이용한 자

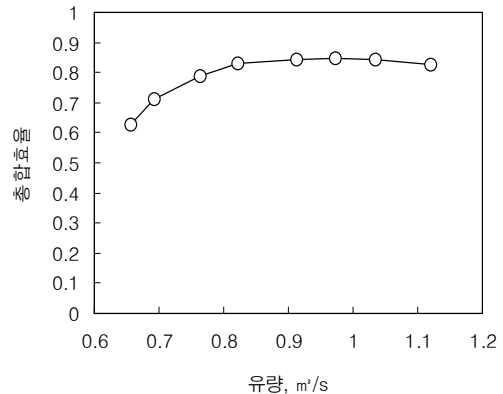
료수집장치를 사용하여 측정하였으며, [그림 7]은 성능측정장치 구성을 보여준다.



[그림 7] 수차발전기 성능측정장치 구성

4. 결과분석 및 검토

프란시스수차의 안내깃은 케이싱내에 있으며, 안내깃개도의 변화는 유량의 변화와 더불어 유동을 가속과 러너입구에서의 선회 속도성분을 변화시켜 수차의 출력과 효율 등의 제반성능특성을 변화시킨다.



[그림 8] 유량변화에 따른 총합효율의 변화

안내깃의 개도를 증가시키면 러너를 통과하는 유량이 증가하여 수차발전기의 출력이 증가하면서 효율이 변하게 된다. [그림 8]은 유량변화에 따른 수차발전기 총합효율의 변화를 나타내는 것으로 유량이 1.04m³/sec에

서 총합효율이 84.2%로 나타남을 알 수 있다.

참 고 문 헌

5. 결 론

본 연구를 통하여, 프란시스수차의 국산화 시제품을 제작하였다. 시제품 제작 전과정을 설계에서부터 제작 및 검사까지 체계적으로 수행하였고, 기계적인 특성과 수력학적인 성능을 분석함으로써, 프란시스수차를 국산화하기 위한 기반을 확립하고, 상용화를 앞당기었다.

후 기

본 연구는 지식경제부·에너지관리공단의 연구비지원으로 수행되었음(과제번호 : 2005-N-SH11-P-01)

1. Morten Kjeldsen(1997) : "Theoretical and Experimental Investigations of The Instability of an Attached Cavity", FEDSM'97.
2. Jo Jernsletten(1997) : "On the Formation of Pressure Trasients within Hydraulic Turbines", FEDSM97-3450.
3. C.H Kim, C.H Lee, W.S Park(2004) : "An Effect of Inlet Guidevane Angle on the Performance of Francis Hydraulic Turbine", ISES 2004 Solar World Congress.
4. JEC-4002, "水車およびポンプ水車の効率試験方法"
5. JEC-4003, "水車およびポンプの寸法検査標準"