

과도상태 운전시 원심펌프 성능해석 프로그램 개발

Developments of Performance Analysis Program for Centrifugal Pump  
During Abnormal Operation

정 장 규, 김 은 기  
한국전력기술(주) 원자로설계개발단  
대전광역시 유성구 덕진동 150

정 명 균  
한국과학기술원  
대전광역시 유성구 구성동 373-1

요 약

원자력발전소에서 사용되는 원자로냉각재펌프 등 대부분의 원심펌프는 탈설계점에서 운전되고 있으며 과도상태시에는 펌프가 역방향으로 운전될 수 있다. 이러한 탈설계점 운전시나 과도상태 운전시 펌프로 인한 계통의 동적특성 및 수격현상등을 예측하기 위해서 정상 및 과도상태시 펌프의 성능특성을 파악하는 것이 필수적이다. 특히 펌핑계통의 설계자는 과도상태운전중인 펌프의 모든 운전조건에서의 성능특성을 파악하여 발생할 수 있는 계통과도응력을 예측하고 모터에 걸릴 수 있는 과부하 등을 예측하여 설계해야 계통의 안전성과 신뢰성을 보장할 수 있다. 일반적으로 원심펌프의 펌프특성곡선을 얻기 위해서는 다양한 운전 조건에서 임펠러의 'Head slip'을 예측하는 것이 필수적인데 과거의 이론이나 관계식은 정방향 운전시 'Head slip'에만 논의되었다. 본 연구에서는 역방향운전시 적용 가능한 'Negative head slip'의 개념을 도출하고 각종 손실구조 및 적절한 손실모델을 도출하여 정방향 운전시에는 설계점에서만 정확성이 있는 기존의 상용 프로그램에 비해 전유량 범위에 걸쳐 정확성이 향상되고 역방향운전시의 성능을 예측 할 수 있는 새로운 프로그램을 개발하였다. 또한 이 프로그램을 이용한 계산결과를 실험자료 및 기존의 상용코드 해석결과와 비교한 결과, 정방향 운전시에는 극저유량운전범위를 제외하고는 전유량 범위에 걸쳐 매우 양호한 결과를 얻었고 역방향운전시에는 실험결과와 매우 유사한 경향을 보였다.

Abstract

Most centrifugal pumps including reactor coolant pump in a nuclear power plant are usually operated at off-design condition. In order to estimate dynamic characteristics and waterhammer in piping system on off-design or transient operation, it is necessary to understand full pump performance curve. Especially pumping system designer must estimate system transient and motor overload in transient operation to confirm the safety and reliability of system. To predict complete performance of centrifugal pumps in general, it is essential to develop the procedure for estimation of 'head slip' of the centrifugal impeller at various operation conditions. The past theory and correlations available for the head slip only concern the normal operation of the centrifugal pumps. In this study a concept of 'negative head slip' for centrifugal impellers during reverse flow operation and appropriate loss models have been presented. For the normal flow operation, prediction results are in good agreements with experimental data, which are better than the prediction by commercial computer code. Particularly, the predictions for the reverse flow operation agree well with the trend of experimental data.