

삼중수소 플랜트의 최적 운전을 위한 수학적 모델 개발

이서영, 이민경, 이재욱¹, 장민호¹, 하진국², 이인범³, 이의수^{2,†}

포항공과대학교; ¹국가핵융합연구소; ²동국대학교; ³UNIST

(eslee@dongguk.edu[†])

삼중수소 플랜트는 핵융합로에서 반응 후 남은 삼중수소(tritium)와 중수소(deuterium)를 분리하여 다시 핵융합로로 공급하고, 토카막에서 나오는 모든 배출가스를 처리하는 공정을 포함한다. 본 연구는 핵융합로의 다양한 운전조건을 고려해 삼중수소 플랜트 내부의 연료 재고량을 최소화 하는 최적 운전 시나리오를 도출하는 것을 목표로 한다. 이에 본 연구에서는 삼중수소 플랜트 내의 반응장치 및 펌프, 핵융합로에서 나오는 배가스의 회수 및 처리 공정에 대한 공정 분석을 통해, 회분식 공정개발에 사용되는 공정 생산 계획 최적화 기법을 사용하여, 삼중수소 플랜트의 최적 운전 계획을 얻을 수 있는 모델을 제안하고, 실제 핵융합로 운전 시나리오를 통하여 그 효과성을 증명하고자 한다. 핵융합로의 필요 연료량을 바탕으로, 삼중수소 플랜트 내부의 연료 재고량을 최소화 하기 위해, 회분식 스케줄링 모델을 이용해 특정 시점의 각 장치의 연료 저장량 및 장치간의 물질 전달 흐름을 도출하며 해당 최적 운전방식을 도출한다. 본 생산 계획 최적화 모델은 continuous-time representation 모델을 기반으로 한다. 본 연구에서 제안하는 모델은 혼합정수 비선형계획법(Mixed Integer and Nonlinear Programming: MINLP)으로 구성되어있으며, 계산적으로 용이하다.