

## 축대칭 초음속 이젝터-펌프 시스템에 관한 수치해석

김희동 · 이호준 · 이영기 · 서태원  
(안동대학교)

일반적으로 이젝터(ejector)는 노즐로부터 팽창하는 높은 운동량을 가지는 주 유동과 주변의 낮은 운동량을 가지는 유동사이에서 생기는 강한 전단력을 이용하여, 분류 주변의 유체를 보다 고압의 부분까지 압축하여 수송하는 장치이다. 이젝터는 노즐(nozzle)과 디퓨저(diffuser)로 되어 있으며, 회전부나 활동부를 가지지 않는 유체기계이므로 고장이 적고, 소형임에도 불구하고 대용량의 유체를 압축할 수 있는 특징을 가지고 있다. 그러나 이젝터의 구동은 유체의 전단력만을 이용하므로 효율이 낮은 단점이 있으므로, 이젝터 형상의 최적설계 및 성능개선을 위한 연구가 필요하다.

이젝터에 관한 연구는 약 50년 전 증기터어빈 복수기의 추기펌프 용도로 이용하기 위하여 Leblance로부터 시작되었으며, 그 후 진공펌프, 배기펌프 및 열압축기 뿐만 아니라 정류, 식용유, 합성섬유 등의 탈취, 진공건조 및 각종 화학 공업에 폭넓게 응용되어 왔다. 최근 이젝터의 공업적 활용도가 더욱 증대되어 수력발전소에서 홍수에 대비하여 비상용으로 설치하고 있는 제트펌프 금속표면의 방청 및 내구성을 증가시키기 위한 용사기술(thermal spray), 금속 가공용 블라스트 노즐, 로켓 엔진의 고고도 모사실험 장치나 V/STOL의 추력증강장치등에 응용하기 위하여 많은 실험 및 이론적 연구가 수행되고 있다. 또 최근 각종 산업분야에서 이젝터는 고진공을 얻기 위한 수단으로 활용되고 있어, 이젝터에 관한 연구는 기계공학 뿐만 아니라 화학공학, 항공우주공학 등 다양한 분야에서 학제간의 연구과제로 많은 관심을 받고 있다.

과거 이젝터 유동을 이해하기 위하여 많은 실험적/이론적 연구가 수행되어 왔다. 그러나 이젝터 내부에서 발생하는 유동은 압축성, 비정상성, 충격파 등으로 인하여 매우 복잡하므로, 지금까지의 해석 및 실험결과들은 대부분 일차원 유동의 가정하에서 얻어진 것들이었다. 현재까지 수치계산법을 이용하여, 이젝터 내부 유동장을 해석한 사례는 많지 않으며, 존재하는 수치해석 결과들은 2차 유동의 질량유량이 매우 작거나 없는 단순한 유동장에 대한 것들이었다.

본 연구에서는 초음속 이젝터-펌프 유동장을 수치적으로 해석하기 위하여 축대칭 수치계산 모델을 이용하였다. 수치계산은 축대칭 압축성 Navier-Stokes 방정식에 유한체적법을 적용하였으며, 표준형  $k-\epsilon$  난류모델을 이용하였다. 수치계산에 이용된 격자는 약 40000개 정도의 정렬격자(structured grid)를 사용하였으며, 2차유동의 질량유량을 광범위하게 변화시켜, 1차유동과 2차유동의 질량비의 변화에 따른 이젝터 내부 유동장의 변화를 조사하였다.