grid-by-grid 해법을 이용한 평면 및 축대형 점탄성 4:1 수축흐름의 전산모사

이희동, 신광섭, 박홍목*
서강대학교 이동현상연구실
(hmpark@sogang.ac.kr*)

점탄성 유동에 대한 전산모사는, 구성방정식이 쌍곡형이고 모멘텀보존식이 포물형인 혼합계에 대한 수치 알고리즘의 계산이 어렵기 때문에, 뉴톤성유체에 비해 많이 이루어지지 않았다.
4:1 평면 및 축대형 수축흐름 문제는 점탄성 흐름의 수치 알고리즘에 대한 기준이 되는 중요한 문제이다. 이들 수축을 지나는 점탄성 흐름은 강한 전단과 단일축 확장을 보이는 복잡한 흐름을 생성하게 되는데, 이는 새로운 수치 알고리즘의 견고성과 정확성에 대한 좋은 시험대가 된다. 본 연구에서는, grid-by-grid inversion 방법이라 부르는 새로이 고안한 알고리즘을 도입하여 4:1 평면 및 축대형 수축흐름 문제를 풀었다. 이 방법에서는 쌍곡선형 구성 방정식에서는 스트레스 텐서의 대류 수송에 관한 항이 반복적으로 갱신되는 소스 항으로 분리된다. 이에 따라 각 격자점에서의 스트레스 텐서는 같은 자리에서의 속도 구배 텐서의 항으로 표현된다. 그리고 6개의 스트레스 텐서의 묶음은 각 격자점에서의 6x6 행렬의 역행렬을 통해 찾게 된다. 따라서 이를 grid-by-grid inversion 방법이라 부른다. 이 방법으로 점탄성 유동의 4:1 수축흐름에 대한 전산모사 결과를 기존 문헌에 있는 전산모사 결과와 비교하였으며, grid-by-grid inversion 방법이 정확하고 효율적임을 입증하였다.