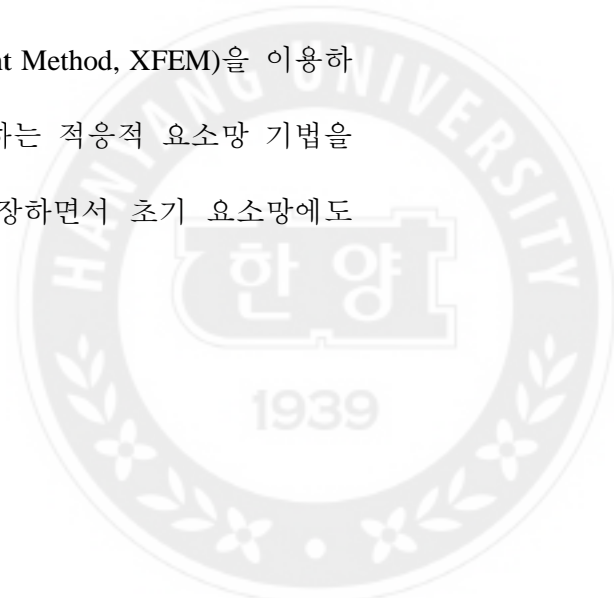


요지

위상최적설계(topology optimization) 기법 중 유한요소기반의 SIMP(Solid Isotropic Material with Penalization)법에 비하여 절점기반의 레벨셋기반 위상최적설계(level-set based topology optimization) 기법은 물질의 경계를 명확히 표현할 수 있는 장점으로 인해 널리 사용되고 있다. 그러나 레벨셋법은 고정 격자를 사용하기 때문에 오일러적(Eulerian) 방법이라고 할 수 있는데, 이는 고정 요소망을 사용하므로 구성이 간단하며 시간을 절약할 수 있다는 장점이 있지만 최적화 과정 중 구조물의 변형 형상을 정확히 고려하지 못하므로 해석의 정확도 저하로 인하여 최적설계 결과에 영향을 미치는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 설계 영역의 요소망을 전체적으로 조밀하게 재구성함으로써 변형 형상을 최대한 근사할 수 있지만 이는 설계 자유도가 대폭 증가하기 때문에 해석 시간이 매우 오래 소요되는 문제가 있다. 따라서 이를 해결하기 위해 설계 영역을 전체적으로 리메싱(remeshing)하지 않으면서 구조물의 형상을 정확히 고려할 수 있도록 레벨셋 경계영역만 리메싱 하는 방법이 활발히 연구되어왔으며 대표적으로 적응적 요소망(adaptive mesh)을 이용하는 방법과 확장된 유한요소법(Extended Finite Element Method, XFEM)을 이용하는 방법이 있다. 설계 영역을 전체적으로 리메싱 하는 적응적 요소망 기법을 이용하면 XFEM에 비하여 요소의 질(quality)을 보장하면서 초기 요소망에도



의존하지 않기 때문에 해석의 정확성을 확보할 수 있지만 레벨셋 경계에 많은 요소가 생성될 수 있기 때문에 해석시간이 길어지는 문제가 있다. 또한 구조물의 경계 형상에 매우 민감한 전자기장 문제에 대해서는 위의 두 가지 방법에 대한 효과와 비교에 대한 연구가 아직 이루어지지 않고 있다.

본 논문에서는 물질의 경계를 명확히 표현할 수 있는 레벨셋 기반 위상 최적설계 기법에 요소의 과도한 찌그러짐을 방지하면서 구조물의 경계 형상을 정확히 고려할 수 있는 적응적 요소망 재구성 기법을 적용하여 최적설계를 수행하였다. 최적화 과정 중에 설계변수인 레벨셋 함수의 부호를 이용하여 경계요소를 판별하였고, 경계요소에서 구해진 경계점들을 이용하여 구조물의 경계를 도출한 후 요소망을 재구성하였다. 또한 레벨셋 경계에서의 과도한 요소생성을 막기 위해 경계점들의 수를 조절할 수 있는 분해능 파라미터(resolution parameter)를 도입하여 해석의 정확성과 소요시간을 제어할 수 있도록 하였다. 그리고 제안한 기법을 일차 삼각형 요소와 함께 일차 사각형 요소에도 적용하여 확장성을 증대시켰다.

제안한 기법을 다양한 구조문제뿐만 아니라 특히 구조물의 경계형상에 민감한 전자기장 문제에도 적용하였다. 그리고 고정 요소망과 최근 널리 사용되는 XFEM과의 비교를 통해 제안한 기법의 효용성을 검증하였다.

