

유한 요소법을 이용한 에폭시 몰드형 PT의 설계 시뮬레이션

박건호
청강 문화산업 대학

Design Simulation of Epoxy Mold Type PT using Finite Element Method

Geon-Ho Park
Chungkang College of Cultural Industries

Abstract

In this study, the design simulation for optimal wire batch around service line was made to improve the dielectric strength at the primary winding using Finite Element Method. The automatic convergence algorithm for finding of limit object value using loop circulation method was developed to make the optimal design simulator. The modulation method was suggested to make division time faster which was very important for full simulation efficiency. As a result, the simulation time was reduced and the optimal wire batch design was obtained.

Key Words: Finite Element Method, Dielectric strength, Modulation method

1. 서론

본 연구에서는 절연 파괴가 일어나기 쉬운 PT 1차 권선의 절연 내력을 향상시키기 위하여 전위 분포가 일정하게 되도록 인입선 부근의 권선 배치를 최적화 하는 시뮬레이터를 작성하여 유한 요소법(Finite Element Method)을 이용하여 에폭시 몰드형 PT의 최적 설계를 도모하였다.

우선, 기존의 권선 배치에 의한 극소점의 전계 분포에 대해서 검토·분석하여 전계의 최대치를 도출한 후, 권선 배치를 자동화된 순환 계산형 시뮬레이터를 작성하여 적절한 분포로 교정하고 최초의 기대 함수치를 극소화하는 형상을 반복하여 추적하는 알고리즘을 통하여 기존의 PT에 적용될 수 있도록 고압 축의 권선 배치를 최적화하는 설계 기법을 제안하였다.^{1),2)}

2. 시뮬레이션

2-1. 알고리즘

본 연구에서 사용된 기본 알고리즘은 모듈화된 요소 분할과 다중 배치법, 유한 요소 해법으로 이

루어져 있으며, 선 처리를 위한 요소 규칙의 정식화와 주 프로그램과의 효율적인 link가 복합적으로 결합되어 있다. 다음의 그림 1에 시뮬레이터의 기본적인 알고리즘을 나타내었다.³⁾

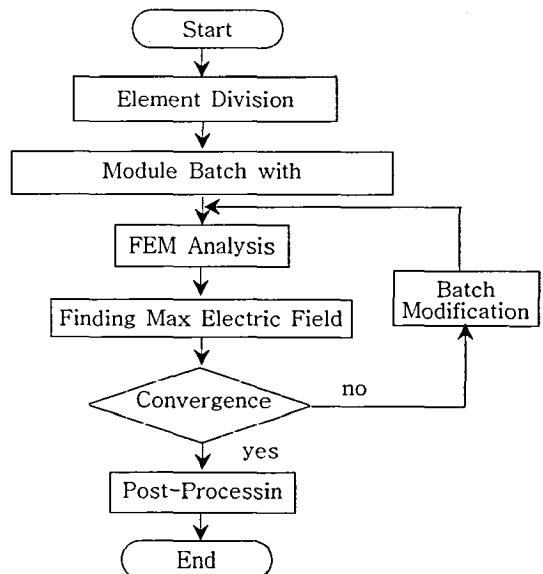
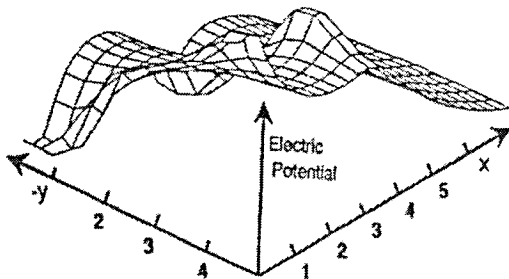


그림 1. 알고리즘

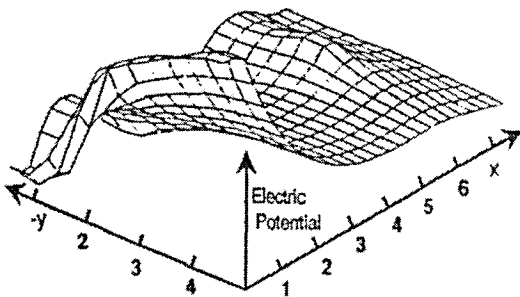
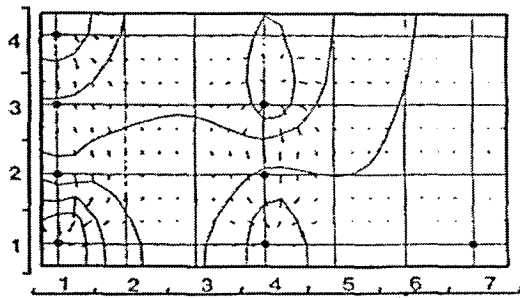
저하시키는 제약 조건을 따로 분리하여 모듈 단위로 비교적 적절하게 처리하는 것이 가능하였다. 더불어 기존의 자동 요소 분할법을 사용하는 알고리즘은 본 프로그램의 실행과 비슷한 시간을 소요하였으나 모듈화된 요소 분할법을 사용하는 알고리즘의 경우에는 약 1/60에 해당하는 소요 시간의 상대적 우위가 있었음을 확인하였다.

3-2. 해석 영역의 전위 분포

다음의 그림 3에 각각의 권선 배치에 따른 해석 영역의 전위 분포, 등전위 분포 및 전계 분포를 나타내었다.



(a) A형 권선 배치



(b) B형 권선 배치

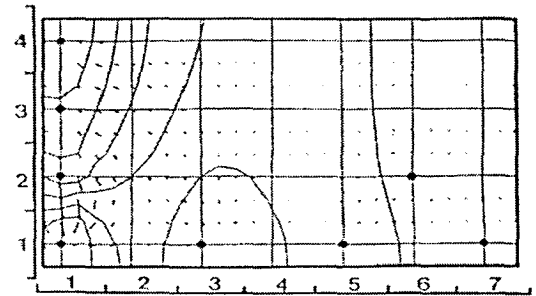


그림 3. 권선 배치에 따른 해석 영역의 전위 분포, 등전위 분포 및 전계분포

5. 결론

본 연구에서는 해석 영역의 요소 분할 시에 자동 요소 분할법을 대체하여 모듈화된 요소 분할법을 사용하여 요소 분할에 소요되는 시간의 단축을 이루어 궁극적으로 전체적인 프로그램의 실행 속도를 향상시킬 수 있었다. 또한, 전체 프로그램의 실행 속도의 향상은 최적 권선 배치에 의한 형상 함수의 최적 조건을 도출하기 위한 반복 추적 알고리즘의 실행 속도 향상을 이루어 최적 형상 시뮬레이터의 효율 향상에 크게 기여하였다. 이러한 방법으로부터 얻어진 권선 배치의 최대 전계값과 등전위 분포를 비교하면, 과전압 등으로부터 계기를 보호할 수 있는 최적의 권선 배치는 A형 권선 배치가 보다 적합할 것으로 사료되며, 또한 A형 권선 배치는 인입선 부근에서 발생하는 절연 파괴를 효과적으로 예방할 수 있으므로 mold형 PT에 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 나아가 모듈화된 요소 분할법은 다소 불규칙한 형상에서도 규칙성을 발견하여 요소 분할에 소요되는 시간과 프로그램의 실행 시간을 단축시키는 방법으로 제반 공학 분야에서 야기되는 해석상의 문제점을 어느 정도 극복할 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. H. Steinbiber and D. Haller, "Comparative Analysis of Method for Computing 2-D and 3-D Electric Fields", IEEE Trans. on Electrical Insulation, Vol.26, No.3, pp.529-536, 1991

2. 한송협, 정형교, “진기기의 최적 형상 설계를 위한 민감도 해석에 관한 연구”, 대한전기학회, Vol.40, No.9, 1991
3. M. C. Rivara, “Algorithms for rewinding triangular grids suitable for adaptive and multi-grid techniques”, I. J. N. M. E., Vol.20, No.4, pp. 745-756, 1984
4. Klaus-Jürgen Bathe, “Finite Element Procedures in Engineering Analysis”, 1987
5. K. H. Heubner, “The Finite Element for Engineers”, John Willy & Sons Inc., 1975
6. Mark R. Simpson, “An Integrated Design Environment for Semiconductor Device Simulation”, IEEE Trans. on Computer Aided Design. Vol.10, No.9, pp. 1163-1174, 1991