

필라멘트 와인딩 복합재료 구조물의 컴퓨터 모사

Simulation of Filament winding of complex structures

유재홍, 이재곤, 강태진

서울대학교 섬유공학과

필라멘트 와인딩(filament winding)은 맨드릴(mandrel)이라 불리는 금형 위에 실을 감아 복합재료를 성형하는 방법을 말한다. 이 방법은 복합재료를 만들때 자동화와 고속화를 하기 쉽고, 또한 이렇게 제작된 구조물은 기계적 성질이 우수하며 큰 구조물도 비교적 경제적으로 제작할 수 있는 장점이 있다.

필라멘트 와인딩에 의한 구조물은 고강력이 요구되는 로켓 모우터 케이스(rocket motor case), 항공기의 레이다 돔(radar dome), 헬리콥터 날개, 압축 용기(pressure vessel) 등의 군사적 이용이나 파이프, 연료탱크등의 상업적 이용등에 점차 많이 이용되어 지고 있다.

초기에는 많은 시행착오를 거듭하는 경험적 방법을 통해 공정변수들을 제어하였기 때문에 기계적 성질이 떨어지고 공정의 재현성이 좋지못하였다. 그러므로 이를 개선하기 위하여 필라멘트 와인딩의 역학적 거동에 대한 해석이 필요하게 되었다. 맨드릴의 운동과 트레이버스 아이(traverse eye)의 운동, 와인딩 포지션(winding position)의 운동등을 기하학적, 역학적 관계로 부터 유도된 기본 운동 방정식의 형태로 표현하여 해석을 시도하였으며 이를 바탕으로 컴퓨터 그래픽 시스템을 통한 동적 모사(dynamic simulation)를 실현하였다.

최근에 개발된 많은 필라멘트 와인딩 기계는 대부분 컴퓨터 제어 시스템이 부착되어 다축에 의한 실시간 제어가 가능하고 NC(numerical control) 방식에 의하여 제어된다. 사용자가 실제로 구조물을 제작하기에 앞서 컴퓨터 화면상에서 가상적으로 제작 하여 봄으로써 빠른시간에 원하는 구조물을 만들기 위한 공정 변수를 구할수 있다. 또한 미

리 예측할 수 없었던 발생가능한 문제점을 미리 검사할수 있고 많은 유용한 정보를 이론적인 계산에 의해 구할 수 있다.

사용자로 부터 입력받은 기초 자료 즉 맨드릴의 크기, 맨드릴의 회전 각속도(angular speed), 와인딩 각(winding angle), 장력, 필라멘트의 여러 물리적 성질등으로 부터 여러 계산식에 의해 와인딩 포지션의 3차원 운동을 구하고 이를 2 차원 평면에 투영하여 모사를 구현한다. 그밖의 packing factor, composite density, composite total mass, total used filament length 등의 정보를 이론적으로 계산하는 함수를 포함한다.

본 연구의 궁극적 목적은 필라멘트 구조물을 설계하기 위한 도구로써의 CAD(computer aided design) 프로그램과 여기서 얻은 데이터로 실제로 제작을 제어할 수 있는 CAM(computer aided manufacturing)의 구현에 있다. 이중에서 1 단계로 CAD 부분에 대한 내용을 발표하려 한다.