

국부 구조물 진동해석용 메쉬 생성 알고리즘 개발

An algorithm of automatic mesh generation for vibration analysis of local structure

김병희† · 이성주* · 권혁* · 서용석* · 황보승면*

**Byung-Hee Kim, Sung-Ju Lee, Hyuk Kwon, Yong-Suk Suh
and Seung-Myun Hwangbo**

1. 서 론

선박 및 해양설비의 국부 구조물은 인접한 기진원에 의해 큰 진동응답을 나타낼 수 있다. 또한, 탄성 지지 장비의 하부구조물은 충분한 강성으로 탄성 마운트를 지지할 필요가 있으며 각 제조사 및 기관에서는 지지 구조물의 충분한 동강성이 확보될 수 있도록 규정하고 있다. 이에, 설계단계에서 선박 및 해양설비의 국부 구조물에 대한 방진 설계 관점에서 유한요소법을 이용한 진동해석이 널리 사용되고 있다. 유한요소법을 이용한 진동해석을 위하여 해석 대상 영역을 메쉬(mesh)형태의 부 영역(sub-domain)으로 나누는 모델링 과정이 필요한데, 일반적으로 해석 결과의 정밀도를 위해서 삼각 요소보다 사각요소를 많이 사용하고 있다.

사각요소 메쉬 생성 알고리즘은 사상법과 같은 구조적 메쉬(structured mesh) 생성방법과 전진 경계법(advancing front)과 같은 비구조적 메쉬(unstructured mesh) 생성 알고리즘으로 나눌 수 있다. 여기서, 사상법은 블록 다각형으로 나누어진 형상을 매개변수 영역으로 사상하여 생성 되어진 사각 메쉬를 해석하고자 하는 형상으로 역사상하는 방법으로서, 상대적으로 단순한 형태의 기하학적 영역에 적용 가능하다. 전진 경계법의 경우 해석 영역의 경계로부터 내부쪽으로 직접 메쉬를 순차적으로 만들어 가는 방법으로서, 페이빙(paving)법이 대표적으로 사용되고 있다. 페이빙법은 다양한 기하학적 형상에 일반적으로 적용 가능하지만, 요소를 생성해

나가는 과정에서 계속적으로 요소의 교차 판정을 해야하며, 크기가 차이 나는 두 요소의 접합 부분에서 상대적으로 요소 품질이 떨어지는 단점이 발생한다. 한편, 비구조적 메쉬 생성 알고리즘 중 상대적으로 메쉬 생성이 용이한 삼각형 요소를 이용하여 사각형 요소를 생성하는 간접 메쉬 생성 알고리즘이 있다. 간접 메쉬 생성 알고리즘은 직접 메쉬 생성 알고리즘과 비교하여 요소 품질이 떨어지는 단점이 있으나, 알고리즘이 간결하고 일정한 수준의 요소 품질을 확보할 수 있다는 장점이 있다. 최근에는 Owen 등에 의해 제안된 Q-Morph 방법에 의해 요소 품질에 대한 단점을 상당 부분 보완하였다.

한편, 선박이나 해양설비의 국부 구조물은 제약 조건에 해당하는 보강재 및 유공부가 많으며, 진동 해석의 경우 사각형 메쉬가 힘든 부분에서는 일정 부분 삼각형 메쉬도 사용 되므로, 삼각형 요소를 이용한 간접 메쉬 생성 알고리즘이 적합하다. 이에 본 연구에서는 간접 메쉬 생성 알고리즘을 활용한 선박 및 해양설비의 국부 구조물 진동해석용 메쉬 생성 알고리즘을 개발하였다.

2. 메쉬 생성 알고리즘

Delaunay Triangle 생성 기법은 Boris Delaunay 에 의해 정의된 삼각형을 이용한 메쉬 생성 기법이다. Fig.1에 나타난 바와 같이 Delaunay 삼각형이란 평면 위의 임의의 절점들에 대해서 절점들로 이루어진 삼각형의 외접원안에 다른 어떠한 절점도 존재 하지 않을 때, 이 삼각형을 Delaunay 삼각형이라고 정의 한다. Delaunay 삼각형의 정의를 이용한 삼각형 요소 생성기법은 일반적으로 Incremental 기법을 이용할 수 있다. 이때, 보강재 및 내부에 존재하는 유공부의 제약조건을 만족하기

† 교신저자: 삼성중공업 조선해양연구소

E-mail : bh48.kim@samsung

Tel : 055-550-4744

* 삼성중공업 조선해양연구소

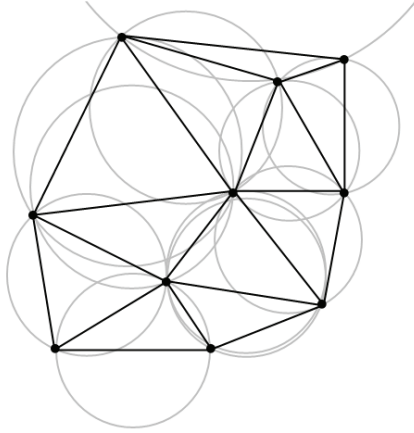


Fig.1 Delaunay Triangles

위하여 Constrained Delaunay Triangulation 방법을 사용한다. 다음 단계로서, 메쉬 품질이 좋지 않은 삼각형 요소의 꼭지점을 이동 또는 삭제하여 요소의 형상을 향상시킨다. 만들어진 삼각형 메쉬를 검색하여 직 사각형에 가까운 삼각형 쌍을 찾아 내어 사각형으로 합친다. 최종적으로 메쉬 형상의 품질을 평가하여, 평가 기준에 적합하지 않은 메쉬를 변경하도록 한다. Fig.2에는 본 연구에서 개발한 알고리즘을 적용한 2D 보강판의 메쉬 생성 결과를 나타내었고, Fig.3에는 3D 입체 구조에 대한 메쉬 생성 결과를 나타내었다.

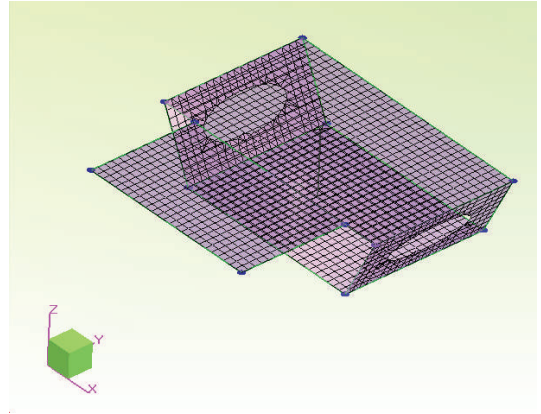


Fig. 3 3D Stiffened Plate Mesh

3. 결 론

본 연구에서는 간접 메쉬 생성 알고리즘을 활용한 선박 및 해양설비의 국부 구조물 진동해석용 메쉬 생성 알고리즘을 개발하였다. 개발한 알고리즘은 기존 방법들에 비하여 단순하며, 간결한 알고리즘을 사용하고 있으며, 진동해석용 메쉬 생성에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

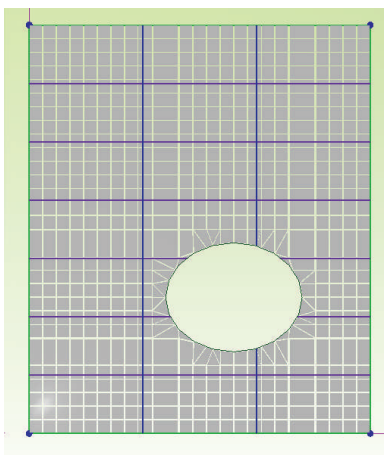


Fig.2 2D Stiffened Plate Mesh