

SeaTrust-Holdan의 자동 요소 생성 기능 개발

박호균, 이정렬 (한국선급)

1. 서 론

최근 국제 선급 연합회(IACS)의 공통 구조 규칙(CSR)에서는 150m 이상의 산적화물선과 이중선체 유조선에 대한 직접 강도 평가를 강제화 하고 있다. 이로 인하여 선급 및 조선소에서 직접 구조해석에 대한 업무량이 증대되고 있다, 이에 부응하여 현재 조선소에서는 다양한 구조 해석 작업이 수행되고 있다. 일반적으로 구조 해석 업무는 대상 선박의 유한 요소 모델을 생성하고 필요한 경계 조건 및 하중 조건을 부과하는 전처리 과정, 구조 해석을 실제로 수행하는 해석 과정, 구조 해석 결과를 평가하는 후처리 과정의 세 단계로 구분된다. 과거에는 해석 과정이 구조 해석을 위한 대부분의 시간을 차지하였지만, 최근 하드웨어의 능력 향상으로 인하여 해석 과정에 소요되는 시간은 크게 줄어 들었으며, 상대적으로 전처리 과정에 많은 시간이 소요되고 있다.

선체구조해석 모델의 경우, 일반 제조업의 기계 부품에 비해 상대적으로 모델이 크고 형상이 복잡하며 제약 조건이 까다롭기 때문에, 전처리 과정에 더욱 많은 시간이 소요되고 있다. 전처리 과정의 시간을 줄일 수 있는 방법으로 자동 요소 생성 기능을 포함하여 하중 및 경계 조건의 자동 생성 등 여러 가지를 검토할 수 있다. 하중 및 경계 조건을 자동으로 생성하는 기능은 선급에서 제공하고 있는 대부분의 소프트웨어가 지원하고 있으며, 자동 요소 생성 기

능은 주로 상용 소프트웨어에서 제공하고 있다.

자동 요소 생성 기능은 화물창 구조 해석에서 횡부재인 특설 늑골(Web frame) 및 횡격벽(Transverse bulkhead)의 모델링 작업에 유효하게 사용할 수 있으며, 반복 작업이 많은 국부 강도 해석이나 피로 강도 해석의 상세 모델링 작업에 많이 활용될 수 있다.

본 고에서는 선박 구조의 유한 요소 모델링에 주로 사용하고 있는 상용 소프트웨어의 자동 요소 생성 기능에 대한 불편한 점을 고려하여 새로 개발된 SeaTrust-Holdan의 자동 요소 생성 기능을 설명하고자 한다.

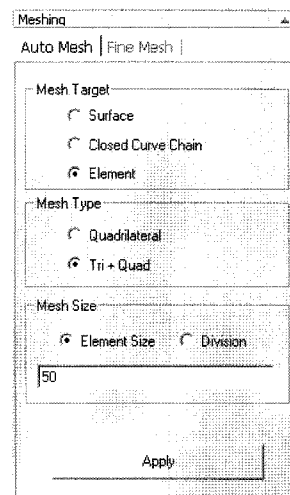


Fig 1 User Interface

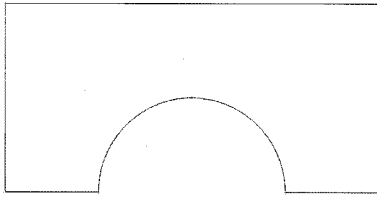


Fig 2 Closed Curve Chain (Target Entity)

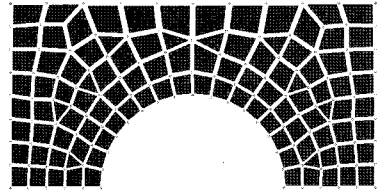


Fig 5 Tri + Quad Mesh - Size 100

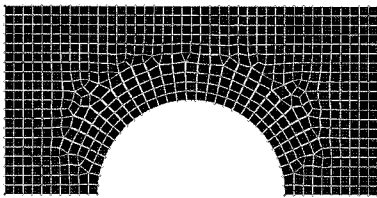


Fig 3 Auto Mesh - Size 50

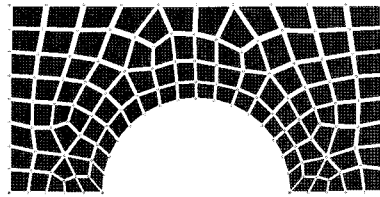


Fig 6 Full Quad Mesh - Size 100

2. 자동 요소 생성 기능

SeaTrust-Holdan에 구현한 Auto-mesh 기능의 사용자 인터페이스는 다음과 같다.

Auto-mesh 기능은 Fig 1과 같이 요소 생성을 위한 다양한 Target Entity를 제공한다. Mesh를 적용할 수 있는 Entity의 타입으로는 타 소프트웨어에서 지원하는 Surface 타입과 선체 구조에서 Hole 주위나 Bracket 주위에서 볼 수 있는 Curve 형상을 지원할 수 있는 Closed Curve Chain 그리고 가장 많이 사용되는 Element로 나눌 수 있다. 특히 Element를 Target Entity로 지원하기 때문에 Surface나 Curve들로 모델링을 할 필요 없이 바로 Element상에 요

소들을 생성시킬 수 있다. 그리고 지원하는 요소 형태로는 사각형과 삼각형 형상이다. 선박의 유한 요소 모델에서는 사각형 형상의 요소 사용을 권장하기 때문에 가능한 한 사각형 형상이 나오도록 한다. 특히 전체 Element 중에 사각형 형상이 불가피할 경우에는 삼각형을 최소로 사용하도록 개발 되어 있다. 한편 요소의 크기는 Element의 크기를 직접 입력하거나 분할 개수를 입력하여 Mesh seed(Node)가 없는 경우에는 이를 따르도록 한다.

Fig 2는 Closed Curve Chain으로 구성된 Entity를 선택하여 Mesh 크기를 50을 입력하여 Fig 3과 같이 자동 요소를 생성한 결과이다.

Fig 4와 같이 Closed Curve Chain으로 구성된 Entity 경계에 절점이 일부분 포함되어 있는 경우에 Mesh 크기를 100을 입력하여 Fig 5, Fig 6과 같이 최소한의 삼각형 요소를 사용한 경우와 완전 사각형 요소를 사용한 경우를 각각 보여 준다. Entity 경계에 기존 절점이 있는 Edge는 Mesh의 크기를 무시하고 기존 절점을 기준으로 Element가 형성되고 기존 절점이 없는 Edge에는 Mesh 크기만큼으로 분할하여 Element를 구성한다. 위와 같이 삼각형 요소와 사

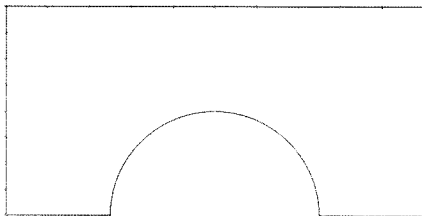


Fig 4 Closed Curve Chain with Nodes

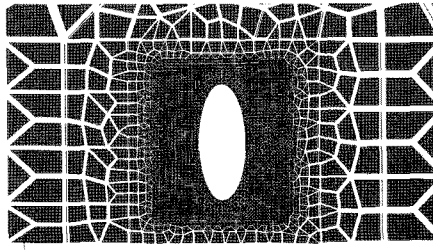


Fig 7 Local Fine Mesh - Hole

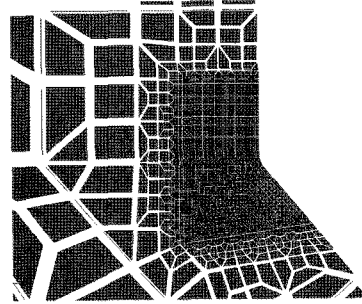


Fig 9 Local Fine Mesh - Hopper

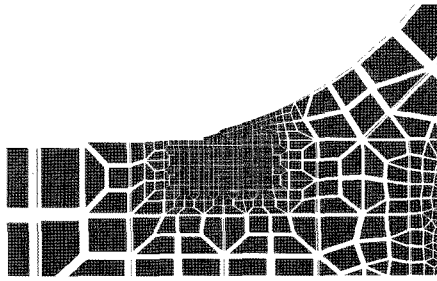


Fig 8 Local Fine Mesh - Bracket Toe

각형 요소를 동시에 생성할 수 있기 때문에 선체 구조의 위치마다 Mesh Type을 설정하여 사용자가 원하는 형상의 요소를 생성시킬 수 있다.

본 프로그램의 Auto-mesh 기능에서 주목할 만한 점은 타 프로그램처럼 Mesh seed를 직접 정의하는 기능이 없다는 점이다. 이는 mesh를 나누기 전에 Target Entity에 기존 절점 또는 사용자가 직접 정의한 절점이 있을 경우 mesh의 크기와 무관하게 이를 먼저 따르도록 되어 있다. 다시 말해서 기존 절점이 mesh seed를 대신한다고 보면 된다. 이 기능은 모델링 하는 시간을 상당히 단축시키는 효과가 있다. 특히 국부 해석이나 피로 해석에서 Element의 크기가 변화되는 Transient 구간에서 기존 절점을 바로 따라 가면서 mesh를 나누기 때문에 반복되는 작업을 줄일 수 있다.

3. 자동 요소 생성 적용

실제 선체 구조 해석 모델링에서 다음과 같은 경우와 같이 자동 요소 생성 기능을 활용할 수 있다.

Fig 7은 Coarse Mesh가 되어 있는 Hole 주위를 자동 요소 생성 기능을 이용하여 Fine Mesh를 한 결과 이다. 물론 전체적으로 자동 요소 생성 기능을 사용한 것이 아니라, Coarse Mesh와 Fine Mesh 사이의 Transient 구간에만 적용을 한 것이다. 특히 위와 같이 Hole이 있는 경우는 Hole 주위에는 수동으로 요소를 만들 수 밖에 없다. 하지만 자동 요소 생성 기능을 사용하지 않고 작업을 한다면 많은 시간과 노력이 필요할 것이다.

Fig 8, 9는 각각 자동 요소 생성 기능을 이용하여 먼저 Coarse 메쉬를 한 Bracket Toe 주위와 Hopper 주위의 기존 Element상에 Fine Mesh를 한 결과이다. Fig 7의 예와 달리 Hole이 없기 때문에 Fine Mesh 구간에도 자동 요소 생성 기능을 이용할 수 있을 것이다.

4. 결론 및 향후 계획

한국선급이 직접 개발한 SeaTrust-Holdan 프로그램에 자동 요소 생성 기능을 추가하였다. 자동 요소 생성 기능이 선체 구조 해석 모델링 작업에 많은 도움이 되리라 생각한다. 앞으로 유저의 사용 편의성을 증대하기 위해 추가, 보완할 계획이다. 그리고 자동 요소 생성 기능을 이용하여 국부 해석이나 피로 해석을 위한 모델링을 자동으로 수행하는 기능을 추가할 계획이다. ⚓