한국해양공학회 2002년도 추계학술대회 논문집 PP.26~28

# 선급 규정에 따른 자동 좌굴 계산 프로그램 개발

김성기[1], 임효관[1], *정우열[1], 장동민[2], 이태희[2]

# Development of a Computer Program for Automatic Buckling Calculation

## 1 서론

선박은 운항중에 반복적인 인장과 압축하중을 받게 되고, 과도한 압축하중은 항복에 의한 손상이 발생하기 전에 좌굴에 의한 붕괴가 발생하게 된다. 그러므로 선체구조의 안정성평가를 위하여 좌굴 평가는 필수적인 단계라 할 수 있다. 선체구조의 좌굴평가는 유한요소법에 의한 구조해석의 결과를 이용하여 고려하는 Panel의 재료특성과 치수, 경계조건, 하중조건 등을 고려하여 각 Panel에 대하여 각 선급에서 제안하는 평가식과 평가 방법에 따라 수계산으로 좌굴강도 평가를 수행해 왔다. 그러나 이러한 방법의 좌굴강도에 대한 평가는 방대한 양의 data를 처리해야 하므로 설계자에게 많은 공수와 단순한 반복작업을 요구하게 되고, 설계자의 오류 가능성이 항상 존재하여 왔다. 이러한 이유로 좌굴강도 평가의 전산화를 위하여 많은 노력을 기울여 오고 있으며, 그 일환으로 좌굴평가의 정확성을 확보하고, 쉽고 신속한 좌굴강도 평가를 위하여 한국 MSC와 공동으로 본 자동 좌굴 평가 시스템을 개발하였다.

## 2. 시스템의 구성

본 자동 좌굴 계산 프로그램은 사용자 편의성에 중점을 두고 Graphic User Interface (GUI) 기반으로 개발되었으며, 구조해석 결과에 대한 평가의 연결성과 구조해석 결과의 직접적인 Database Access를 위하여 GUI 및 좌굴계산을 포함한 모든 CODE를 당사에서 보유하고 있는 범용구조해석 전-후처리기인 MSC.Partan에서 제공하는 PCL (Patran Command Languag)을 이용하여 개발하였다. 본 프로그램은 Panel의 정보를 입력하고 Patran DB와 연결하여 응력을 받아들이고 Panel을 이상화하는 전처리부분과 그 정보를 이용하여 좌굴계산을 수행하는 부분 그리고 수행된 좌굴계산에 대한 후처리부분으로 분류되어 있다.

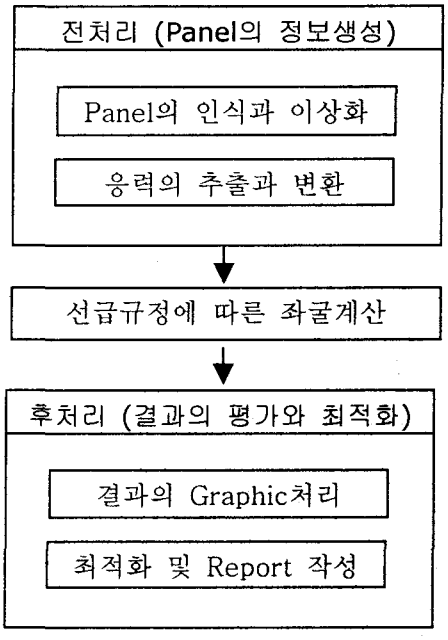


그림.1 시스템의 구성

1) STX 조선 2) 한국 MSC

### 3. Panel의 인식과 이상화

선급에서 규정하고 있는 좌굴강도평가를 위한 수식은 보강재나 자유단을 경계로 하는 이상화된 직사각형 평판에 대해 적용하도록 규정하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 자동화의 첫번째 단계로서 경계요소에 따른 Panel을 구조해석 Model에서 인식하고 직사각형이 아닌 Panel에 대하여 인식되어진 Panel의 장축을 Panel의 Span으로 하여 인식되어진 Panel과 동일한 면적을 가지는 직사각형평판으로 이상화 작업을 수행하도록 하였다.

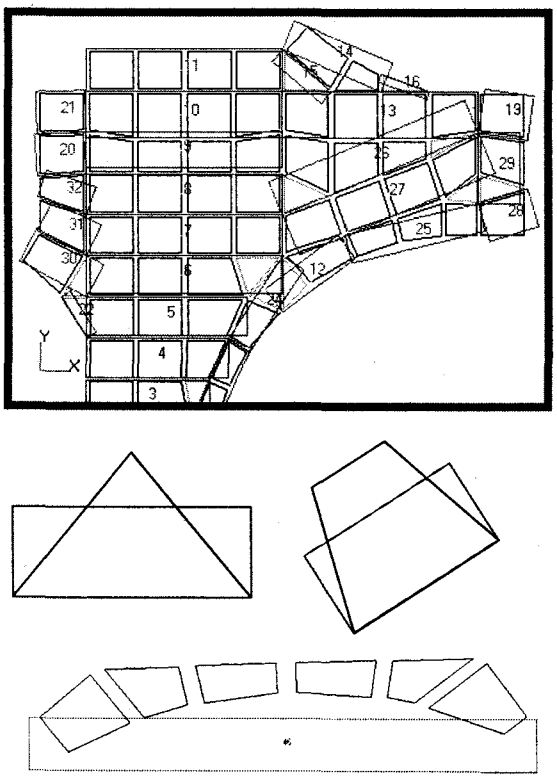


그림.2 Panel의 인식과 이상화

### 4. 응력의 추출과 변환

본 프로그램에서는 좌굴평가시 Panel의 응력은 장축을 x방향으로 단축을 y 방향으로 규정하고 있으며, 인식되어진 Panel을 구성하는 요소수, 구성 요소 list, 각 요소의 기울어진 각도를 이용하여 Global축에 대한 Panel Stress를 구하고 그것을 Panel 에서 정의된 좌표축에 따라 응력을 변환 시킨 후 input file 작성한다.

Panel Stress의 계산과 응력의 변환

$$\sigma_{pnl} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i \times A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

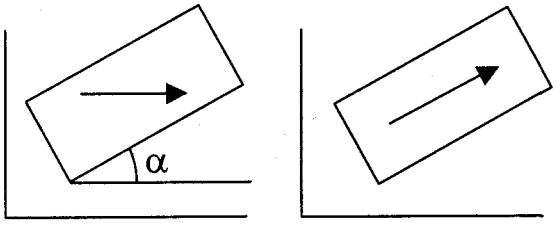


그림.3 응력 변환

종강도에 기여하는 부재의 좌굴평가를 위한 Hull Girder Bending Stress의 적용은 구조해석시 Hull Girder Bending Momoent가 적용되지 않았다면, 하중조건과 관계없이 Global X축 방향의 응력에 대하여 중성축 상부 구조물에 대하여 Sagging을, 중성축 하부 구조물에 대하여는 Hogging만을 고려하여 Local Stress에 더한 응력으로 좌굴평가를 수행하였다.

### 5. 좌굴평가에 대한 선급규정

Input file 을 읽어, 선급 규정에 따라 각 Panel 에 대한 좌굴평가계수를 계산한다. 본 연구에서는 DNV, LR, RINA 선급에서 제시하는 평가식에 대하여 개발하였다.

1) 좌굴평가계수 = $\frac{\sigma_{actual}}{\sigma_{critical}}$ (DNV, RINA)

2) 좌굴평가계수 = $\frac{\sigma_{critical}}{\sigma_{actual}}$ (LR)

## 6. 결과의 평가와 최적화

좌굴 계산을 수행한 후 그 결과는 Patran의 기능을 이용하여 Graphic으로 처리 할 수 있도록 하였으며, 좌굴계산의 결과가 선급 기준을 초과할 경우 Panel의 두께를 증가시키거나 Span을 변화시켜 재계산을 수행하여 적절한 두께나 Span을 결정할 수 있도록 하였다.

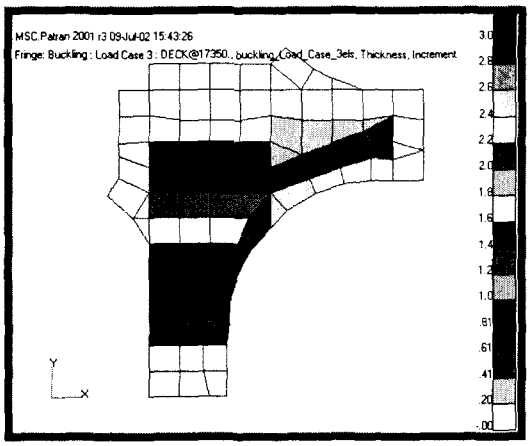


그림.4 계산결과의 Graphic 처리

사용자 편의성을 고려하여 모든 계산 결과를 Spread Sheet로 출력할 수 있도록 하였으며 보고서 작성을 위하여 사용자가 입력한 좌굴평가계수의 범위에 따라 Text File이 생성되도록 하였다.

## 7. 결론

본 연구를 통하여 개발된 자동 좌굴 계산 프로그램은 기존 방식의 좌굴강도평가에 비하여 많은 설계 시수를 줄이고, 설계자에 의한 오류를 최소화 시켰으며, 전체 하중조건에 대하여 좌굴강도평가를 수행하는 등 다량의 data를 처리하여 신속하고 정확한 좌굴강도 평가를 가능하게하였다.

참고문헌


1. MSC "MSC/Patran User's Guide, PCL and Customization"
2. MSC "MSC/Patran, PCL Reference Manual"
3. MSC "MSC/Patran, PCL Reference Manual, Code Examples"
4. Dnv "Rules for Classification of Ships"
5. LR "Rules for Classification of Ships"
6. RINA "Rules for Classification of Ships "
7. 한진중공업, "선급규정에 의한 좌굴계산 자동화 프로그램 개발"
8. 한국선급, 대우조선 "자동 좌굴 검토 프로그램 개발"
9. 삼성중공업 "GUI를 이용한 선박의 좌굴강도 평가 시스템 개발"