

TLP의 비선형 좌굴 거동 해석을 위한 내력평가

Stress Resultant Evaluation of Non-linear Buckling Behavior of TLP

김소의* 유일환** 최국권*** 이승정**** 지광습*****
 Kim, Soye You, Ilhwan Choi, Gukgwon Lee, Seung-Jung Zi, Gouangseup

Abstract

TLP is an offshore structure which should be tested for the buckling strength for safety. In this paper, DNV-RP-C208 are used to analyze a stress resultant of buckling phenomenon for complicated structures by using nonlinear finite element methods.

1. 서 론

해양구조물에 속하는 TLP(Tension Leg Platform)는 부유식과 고정식의 특성을 가진 유연식 구조물로서 심해의 석유자원 시추 및 생산을 위한 구조물이다. 해양구조물은 대부분 보강판 부재로 이루어져 있으며, 이 보강판 부재의 강성과 강도로 전체 구조물의 강도를 예측할 수 있다. 만약 구조물 한 부분에서 국부좌굴이 발생한다면, 이는 전체 구조물의 붕괴를 야기할 수 있으므로 좌굴강도 평가는 필수항목이다. 보강판 부재의 좌굴평가에는 DNV(DET NORSKE VERITAS)에서 제시한 DNV-RP-C201과 DNV-RP-C208 기법이 있다. 하지만 DNV-RP-C201은 직사각형 plate에만 적용이 되며, 추가적인 조건을 갖춘 부재에만 사용이 가능하다. 그로 인해, 실제 부정형 구조에 이를 적용하기에는 한계가 존재한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 DNV-RP-C208을 도입하여 비선형 좌굴 해석을 수행하였다.

2. 본론

2.1 해석 프로세스

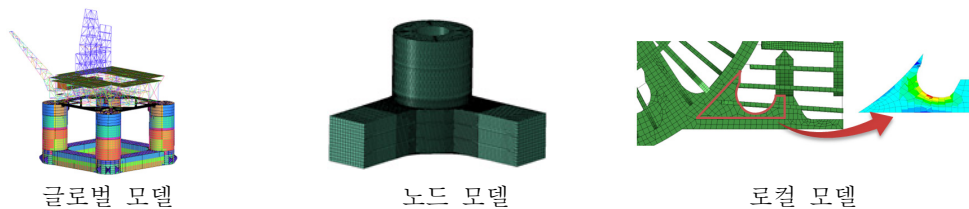


Fig. 1 글로벌, 노드, 로컬 모델

비선형 좌굴해석을 수행하기 위해서 유한요소해석 모델을 구축할 수 있는 상용프로그램인 ABAQUS를 사용하였다. 다음 Fig.1과 같이 글로벌 모델은 규모가 크기에 세부 부재에 대한 비

* 고려대학교 건축사회환경시스템공학과, 석사과정
 ** 고려대학교 건축사회환경시스템공학과, 석사
 *** 고려대학교 건축사회환경시스템공학과, 석사
 **** 한국철도기술연구원, 박사
 ***** 고려대학교 건축사회환경시스템공학과, 교수

선형 좌굴평가를 진행하기에는 어려움이 있다. 따라서 글로벌 모델의 부분모델인 노드 모델을 구성하여 부재모델인 로컬 모델해석에 사용될 변위를 추출 하였다. 이렇게 추출한 로컬모델의 변위를 좌굴 해석의 경계조건으로 사용하여 해석을 수행하였다.

2.2 해석과 결과 값

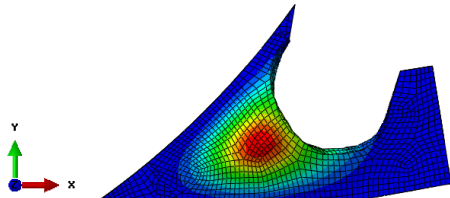


Fig.2 변형 형상

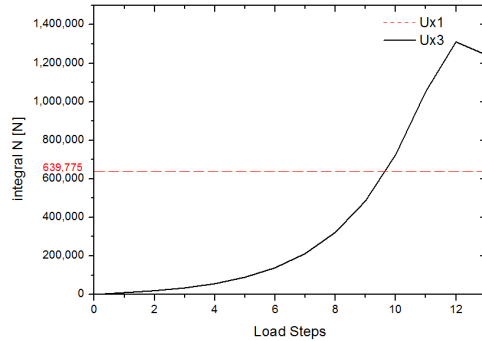


Fig.3 내력 - True distance

본 연구에서 진행하는 국부좌굴강도 확인 방법은 다음과 같다. 노드모델에서 얻은 브라켓의 결과물인 변위를 3배 증가시켜 로컬모델 브라켓에 변위하중을 입력하중으로 적용하였다. 노드 모델의 변위를 3배 증가시킨 이유는 최대 내력을 계산하여 로컬모델 브라켓의 좌굴강도를 구하기 위해서이다. 또한 실제 좌굴과 가장 유사한 모드를 선택하기 위해 고유치 해석을 진행하였으며, 그에 따른 결과를 얻을 수 있었다. 다음 Fig.2는 로컬모델 브라켓의 변형 형상을 z 방향의 displacement contour로 나타내고 있고, Fig.3은 Load steps와 내력의 그래프를 통해서 브라켓에 가해지는 변위하중의 크기에 따른 내력의 결과값을 보여주고 있다. Fig. 3에서 Ux1은 노드모델의 output인 변위하중을 그대로 로컬모델의 input으로 적용시킨 결과이며, Ux3는 Ux1의 input값을 3배 증가시켰을 때의 결과이다.

4. 결 론

본 연구에서는 TLP의 비선형 좌굴 거동 해석을 위한 내력평가의 결론은 다음과 같다.

1. Ux1의 최대내력은 약 600,000N이며, Ux3의 최대내력은 약 1,300,000N인 것으로 확인되었다.
2. 설계된 하중보다 더 큰 하중이 가해져도 내력부분에서 안전성을 확보했다는 것이 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 2015년 현대중공업 연구비 지원과 2015년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KEPTEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(R1400332)

참고문헌

1. Det Norske Veritas, DNV-RP-C201, Buckling Strength of Plated Structures, October 2010
2. Det Norske Veritas AS, DNV-RP-C208, Determination of Structural Capacity by Non-linear FE analysis Methods, June 2013