

로타리 드릴링 리그용 마스트의 구조 안전성 평가 Structure safety appraisal of mast bar for Rotary drilling rig

*구현곤¹, #김진우¹, #이상식², 송정일¹

*H. K. KU¹, #J. W. Kim¹, #S. S. Lee², J. I. Song¹

¹창원대학교 기계공학과, ²(주)부마씨이 기술연구소

Key words : Structure credibility appraisal, Structure analysis, Rotary drilling rig, mast

1. 서론

국내의 주요 SOC산업분야인 대형 교량공사 및 대형구조물 토목 기초공사는 지반의 조건에 따라 여러 가지 공법이 적용되어 왔으며, 최근에 내진 기초의 중요성이 부각되면서 대구경, 고심도의 기초공법으로 옮겨가는 추세이다. 토목 공사 장비 중에서 가장 수요가 많은 “연약지반 기초공사용 로타리 드릴링 리그(Rotary Drilling Rig: 이하 RDR)”을 국산화 개발하여 국내 수입을 대체함으로써 국내 시공사들의 장비구입 비용을 절감케 하고, 특히 기초 지층이 연약하여 본 장비의 수요가 많은 동남아, 중동 및 북미를 대상으로 시장을 확대시키며 수출증대가 가능하여 국가경제에 크게 기여할 것으로 확신한다.

본 연구는 RDR 중에서도 320kNm급 RDR에 적용되는 메인 마스트(Mast)를 3-D 모델링한 후 유한 요소 해석 프로그램을 이용하여 정적 구조에 대한 거동을 파악하여 구조 안전성을 확보하는 것을 목적으로 한다.

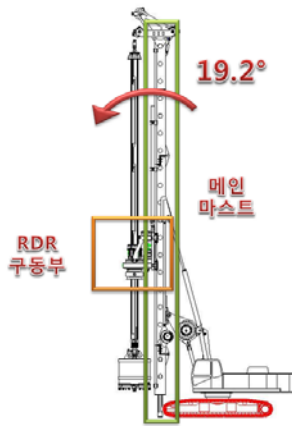


Fig. 1 Diagram of rotary drilling rig

Table 1 Material Property of SM 490

SM 490		
Density	[kgm ⁻³]	7850
Young's Modulus	[GPa]	200
Poisson's Ratio		0.3
Tensile Yield Strength	[MPa]	450
Tensile Ultimate Strength	[MPa]	610

2. RDR용 마스트의 구조

320kNm급 RDR에 적용되는 마스트는 길이 23m이며, 마스트를 따라 상, 하로 21m 구간에서 미끄럼 운동을 하는 최대 30ton의 무게인 RDR 구동부가 장착되며 최대 19.2°의 각도로 요동 운동한다. 이에 본 연구에서는 마스트에 장착된 RDR 구동부의 위치에 따른 마스트의 구조 안전성을 평가하기 위해 상용 3-D 모델링 프로그램인 Solid Edge ST2를 이용하여 마스트에 대한 모델링을 실시하였다. Fig. 1은 RDR의 도면이다.

3. RDR용 마스트의 구조 해석

3-D 모델링 프로그램에서 작성한 구조물의 지오메트리파일을 ANSYS workbench 환경에서 불러들이면 자동적으로 경계조건이 설정되지만 실제 환경과 유사한 구조해석을 위하여 실제적으로 거동하는 모든 경계면에 Fixed, Translational, Revolute 등 각각의 Joint 경계조건을 부여하고, Mesh를 수행하였다. Mesh 수행 시 각 구조물의 형상에 적합한 Mapped Face Mesh, Sweep Method 등을 적용하여 요소수를 최적화하여 계산 시간을 단축시키고 해석 결과의 정확도를 향상시켰다.

경계 조건은 마스트 후부에 실린더 빔이 지지되는 부분에 Fixed 조건을 적용하였다.

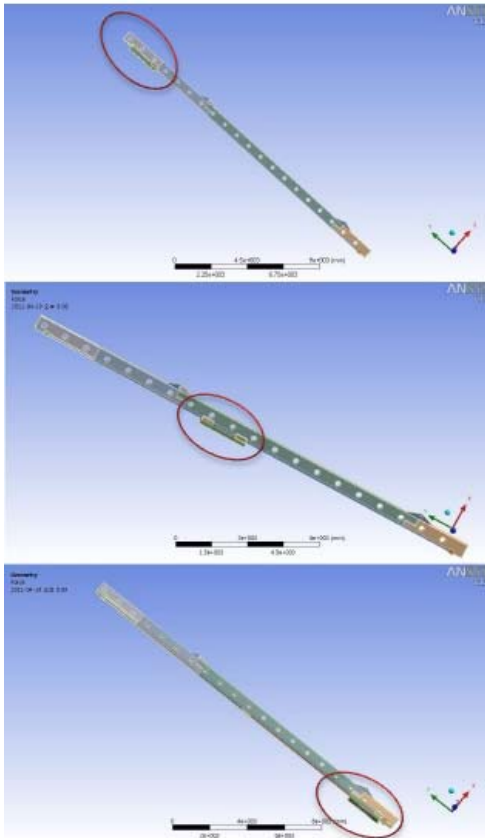


Fig. 2 3-D modeling of mast conform to RDR drive position

하중 조건은 마스트의 최대 회전각인 19.2°에서 30ton의 무게가 적용되도록 힘의 벡터 성분으로 각각 Y축 방향 277kN, X축 방향 96kN을 적용하였다. Fig. 2는 RDR 구동부의 위치에 따른 마스트의 3-D 모델링 모습으로 위에서 부터 RDR 구동부의 높이가 21m지점일 때, 10m, 0m 지점일 때를 나타낸다.

구조 해석 결과 RDR 구동부의 높이에 따른 최대 응력은 21m일 때 458MPa, 10m 일 때 46MPa, 0m 일 때 300.50MPa로 마스트의 재료인 SM 490의 최대 인장강도인 610MPa 보다 낮으므로 안전하다고 판단하였다. RDR 구동부가 21m에 있을 때 SM 490의 항복강도인 450MPa와 비슷한 응력이 발생하지만 실제 RDR 작동 시 10m이하에서 운동하기 때문에 300MPa이 넘는 응력은 발생하지 않을 것으로 예상된다.

Table 2 Result of static structure analysis

	21m	10m	0m
Maximum stress [MPa]	458.09	46.61	300.59
Maximum deformation [mm]	5.61	0.25	0.57

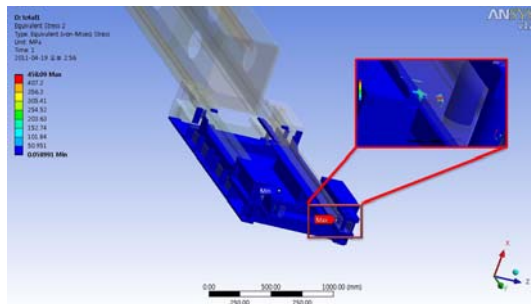


Fig. 3 Result of static structure analysis

Table 2와 Fig 3은 각각 마스트의 구조해석 결과를 정리한 표와 그림이다.

4. 결론

본 연구에서는 RDR 용 마스트의 RDR 구동부의 높이에 따른 작용하중에 대하여 정적 구조 해석을 통하여 구조적 안전성을 평가하였다.

정적 구조 해석결과 최대 응력은 RDR 구동부가 최고 높이에 도달하는 21m 지점에서 발생하였으나 실제 RDR 동작 시 21m의 가혹한 환경이 아닌 10m 이하에서 동작하며 이 값은 켈리바를 구성하는 재료 물성치의 허용한도 이내 이므로 구조적 안전성을 확보하였다고 판단하였다.

후기

본 연구는 2010년 경남 테크노 파크의 지역 연계 기술 개발 과제의 지원을 받아 수행되었으며, 본 연구의 저자 중 일부는 두뇌한국 21 (BK21)의 지원을 받은 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Sin, Y S., "The numerical analysis of the impact forces acting on the vertical cylinder," Proceedings of the Fourth National Congress on Fluids Engineering , pp. 788 ~ 789, 2006.