

# 구조용 인양기 지지대의 설계해석

## Design Analysis for Supported Pipes of Rescue Lift

손인수\* · 배성호\* · 서승환\*\*

Son In-Soo, Bae Sung-Ho and Seo Seung-Hwan

### 1. 서 론

연안 해역의 방파제 테트라포드나 안벽 지역 등지에서 일어나는 안전사고는 꾸준히 증가하는 추세이다. 해양경찰청 조사 결과 2011년 96건, 2012년 102건의 추락사고가 발생하였다. 하지만 연안 해역의 사건 사고를 담당하고 있는 해양경찰의 인원과 장비가 부족하여 119구조대의 출동을 기다리는 등 사람의 생명 문제와 직결되는 구조작업의 효율성이 떨어져, 소수의 인원으로 안전하고 신속하게 구조작업을 실시 할 수 있는 장비의 보급이 절실히 요구되고 있다. 119 차량 진입이 가능한 지역에서는 추락 사고 발생시 차량의 크레인을 사용하여 구조작업이 가능하지만, 차량 진입이 불가능한 지역에서는 119 소방대와 해양경찰청 특수구조단에서 운용 중인 맨홀 구조용 인양기는 연안 해역 안전사고 유형에 활용하는 것에는 한계가 있다. 따라서 방파제 테트라포드 및 안벽 등 연안 해역 추락사고에 적용가능한 구조용 인양기 개발이 필요하다. 이 연구에서는 30kg이내의 휴대 가능하고 안전한 구조용 인양기 개발에 있어 인양기 지지 파이프의 최적설계를 수행하였다.

### 2. 좌굴해석

Fig. 1은 이 연구에서 수행한 연구 흐름도를 나타낸 것이며, 좌굴해석에서는 1, 2단 지지 파이프의 형상 및 치수에 대한 최적치를 구하는 것을 목적으로 하였고, 구조해석에서는 좌굴해석에서 도출한 형상 및 치수를 바탕으로 강도해석을 수행하여 지지 파이프의 안정성 해석을 수행하였다. 전체적인 해석을 위해서 지지 파이프의 고정 홀에 대한 영향은 무시하였고, 적용되어지는 하중은 단순 압축하중으로 가정하여 해석을 수행하였다. 또한 파이프 재질은 알루미늄, 상하단 파이프의 길이는 각각 1.5m를 기준으로 하였으며, 안전율은 3으로 설정하여 전체 해석에 적용하였다. 인양기 파이프의 운동방정식을 유도하고 임계하중을 계산하면 다음 식과 같다.

$$F_c = \frac{\pi^2 EI_1}{4L^2} \left[ \frac{1}{\frac{L_1}{L} + \frac{L_2}{L} \frac{I_1}{I_2} - \frac{1}{\pi} \left( \frac{I_1}{I_2} - 1 \right) \sin \frac{\pi L_1}{L}} \right] \quad (1)$$

여기서  $L_1$ ,  $L_2$ 는 각각 두 파이프의 길이를 의미한다.  $E$ 는 재료의 영계수를 의미한다. 그리고  $I$ 는 파이프

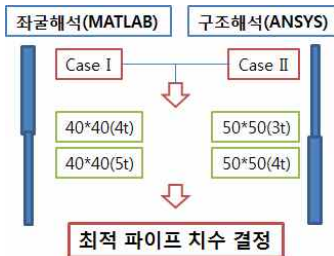


Fig. 1 Flow chart for study

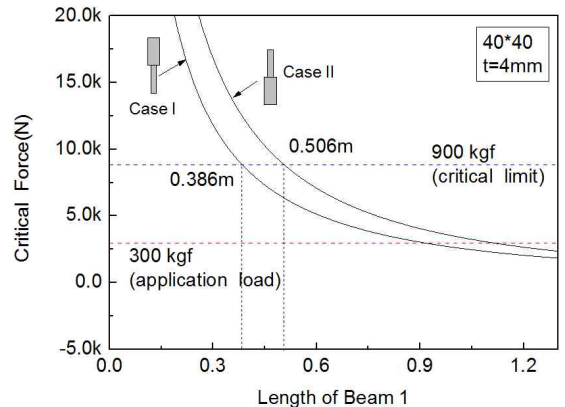


Fig. 2 Critical force for change of pipe length

† 교신저자; 정회원, 동의대학교 기계공학과  
E-mail : isson92@deu.ac.kr

Tel : 051-890-2239, Fax : 051-890-2232

\* 매그스위치 테크놀로지 코리아(주)

\*\* 동의대학교 기계공학과

의 단면2차 모멘트이며 아래첨자 1, 2는 각각 상하 단 파이프를 나타낸다. Fig. 2는 상단 파이프의 길이 변화에 따른 지지대의 임계하중을 도시한 것이다. 적용하중은 300 kgf를 기준으로 적용하였으며 치수가 큰 파이프가 하단에 존재하는 경우 더욱 안전하다는 것을 알 수 있다. 임계하중의 결과를 바탕으로 파이프의 대략적 치수를 결정하고 구조해석에 반영하여 전체 지지대의 안정성을 판단한다.

### 3. 구조해석 결과 및 고찰

좌굴해석에서 결정한 치수를 바탕으로 구조해석을 수행하여 안정성 판단을 수행하였다. 안정성 판단을 위하여 알루미늄 6061-T6의 항복 응력인 275 MPa를 적용하였으며, 파이프 지지 각도는 60도, 상단파이프가 하단 파이프에 삽입되는 형태이다. Fig. 3은 하단 연결 부품 및 상단 프레임을 연결하여 지지 파이프의 구조해석을 수행한 변형량을 도시한 것으로 해석 결과 최대 변형량은 1mm이하의 매우 작은 변형이 발생하며 그 위치는 상단 파이프의 중앙 부분에서 나타난다.

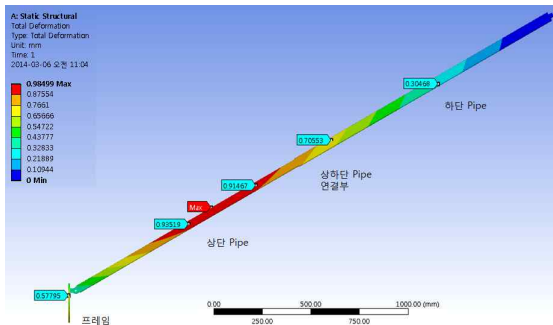


Fig. 3 Result of total deformation for pipes

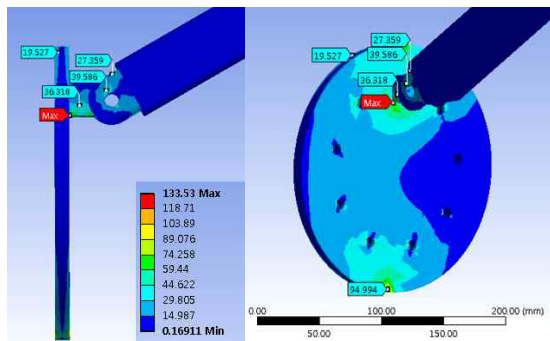


Fig. 4 Result of stress for pipes

Table 1 Summary of results

Dimension of bottom pipe	Max. stress (MPa)	Weight (kg)	Note(%)
40*40*5t	345.7	6.58	+20.1
50*50*4t (without bracket)	317.7	6.64	+13.4
50*50*4t (with bracket)	280.0	6.78	+1.79

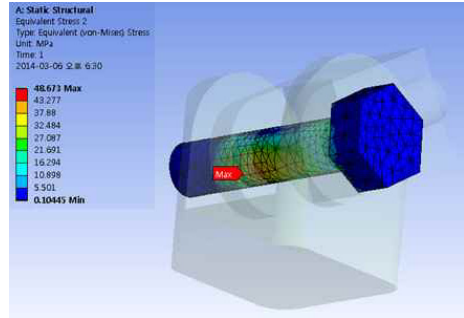


Fig. 5 Result of stress for bolt

Figs. 4, 5는 파이프 구조물의 응력해석 결과로 최대 응력은 약 133.53 MPa로 허용응력인 275 MPa의 48.6%에 해당하는 값으로 매우 안정함을 알 수 있다. Table 1은 파이프의 치수에 따른 재료의 허용 응력에 대한 안정성을 판단한 결과이다.

### 4. 결 론

이 연구에서는 구조용 인양기 지지 파이프의 좌굴 및 구조해석을 수행하여 안정성을 판단하였다. 해석 결과 최대 응력이 발생하는 부분은 하부 파이프의 고정 위치가 아니라 상부 프레임의 결합위치에서 발생하며, 항복응력과 비교하여 결과 값은 매우 안정한 값을 나타내었다. 이러한 결과는 상부 프레임이 3 개의 인양기 지지 파이프를 고정시켜 변형이 급격히 감소하였으며, 최대 변형 발생 위치가 변경되었기 때문에 사료된다. 이러한 결과를 바탕으로 전체 무게의 감소를 꾀할 수 있으리라 판단된다.

### 후 기

본 연구는 중소기업청 2013년 구매조건부기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.