

유한요소 해석을 통한 복합기능형 LIFT의 구조 안정성 검토

Review on Structural Stability of Multi-purpose Lift through Finite Element Analysis

*조덕연¹, #전경진¹, 고철웅¹, 김수택¹

*D.Y. Cho¹, #K.J. Chun(chun@kitech.re.kr)¹, C.W. Ko¹, S.T. Kim¹

¹한국생산기술연구원 실버기술개발단

Key words : Multi-purpose Lift, Finite Element Analysis, Bed Frame Deformation, Structure Stability

1. 서론

미국, 일본, 유럽 등의 고령 선진국에서는 급속하게 진행 중인 고령화 사회를 대비하여, 고령자 Care를 위한 다양한 고령친화용품이 개발/상용화되고 있다. 특히, 요양원에서의 간병수발의 4대 요소는 식사, 목욕, 배변 및 이와 관련된 이송/이동이며(2008년도 노인실태조사, 보건복지부), 일반적으로 이송/이동행위에서 수발자의 Care Cost가 높은 비율을 차지한다. 이러한, 고령자의 이동/이송에 필요한 Lift와 같은 제품 개발에는 사용자뿐만 아니라 수발자의 부담이 경감 가능한 구조 및 기능이 요구되며, 유한요소해석에 의한 Virtual 검토가 최적설계의 유용한 수단으로 활용되고 있다.

본 연구에서는, 고령자의 이동/이송에 필요한 Swivel Type의 복합기능형 Lift 개발과 관련하여 FE Analysis를 통한 구조안정성을 검토하였고, 얻어진 결과를 고찰하여 최적의 설계변수를 도출하였다.

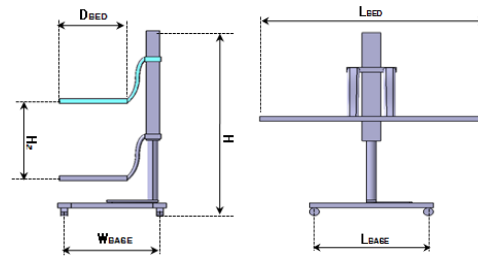
2. 복합기능형 Lift의 구조설계

2.1 Lift Overall Specification 선정

Swivel Type의 복합기능형 Lift 구조물의 주요 설계변수를 선정하기 위하여 대형요양원을 방문하여 관련 시설 및 사용 환경을 조사하였고, 동시에 주요 사용자인 60대 고령자의 신체정보를 바탕으로 Lift 구조 설계에 필요한 설계변수를 도출하였다(Fig. 1). 이러한 과정을 통하여 선정된 Lift 구조에 대해서, 평지 및 경사면 조건 (10°, 한국고령친화용품산업협회 단체표준), 외부 충격력의 추가 부과 조건 등의 사용 환경을 고려한 정역학적 전도해석을 통하여 사용 안정성을 확인하였다¹.

2.2 주요 Frame의 Bending Moment 계산

Swivel Type Lift의 주요 Frame에 대한 Bending Moment 계산을 통하여 최적의 Frame Thickness를 도출하였다. Lift Frame의 부재 A(승하강 모듈부),



| | | |
|------------------|-------------------|--------|
| Lift Height | H | 1900mm |
| Wheelbase Length | L _{BASE} | 1200mm |
| Wheelbase Width | W _{BASE} | 800mm |
| Bed Length | L _{BED} | 1800mm |
| Bed Width | D _{BED} | 500mm |
| Lifting Stroke | H ₂ | 860mm |

Fig. 1 Overall Specification of Swivel Type Lift

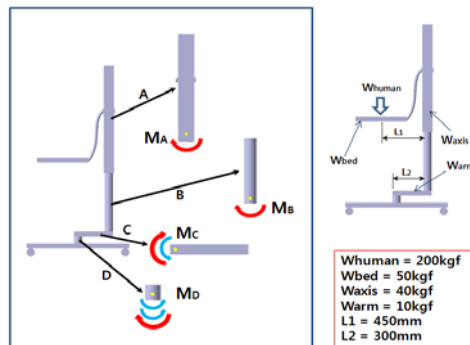


Fig. 2 Calculation of Bending Moment in Lift Frame Part and Applied Design Parameters

부재 B(승하강 모듈 연결부), 부재 C(Lift 지지 부), 부재 D(Bearing Housing 부)를 대상으로 Bending Moment를 계산하였다. 부재의 재질은 SS400, 탄성계수 (E)=16kgf/mm², 안전계수는 1.5로 선정하였다. 계산결과, 허용 최소두께는 약 2mm 전후로 얻어졌고, 동적하중을 고려하여 Frame Thickness 설계치를 5mm로 적용하였다 (Fig. 3).

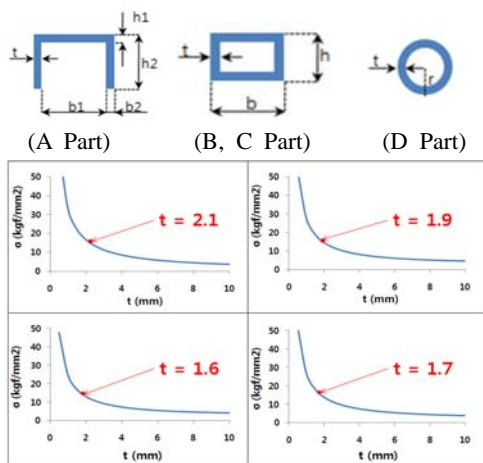


Fig. 3 Min. Allowable Thickness for Frame Parts

3. Lift의 유한요소 해석 및 고찰

Lift의 Bed 부에 사용자가 탑승한 조건으로 Bed 부 최대 처짐량을 해석하였다. 사용자 최대 체중(200kgf)을 Bed 부 중앙에 집중 하중으로 적용하였고, 해석 Solver는 ANSYS Workbench (Ver. 12)를 이용하였다. Concept Design 조건(a)에서의 해석 결과, Bed 부 처짐량은 약 32 mm로 얻어졌다. 이는 본 연구에서 동일 하중조건으로 선행적으로 검토한 외국의 경쟁제품의 해석결과²⁾(약 25mm)보다 크게 얻어져 Lift의 구조적 보강이 필요한 것으로 확인되었다. 일차적인 보강 방안으로서 Frame 부의 3개소에 Rib를 추가하였다. Rib 보강조건(b)에서의 Bed 부 처짐량은 약 28.1mm로 얻어졌으나, 보다 안정적인 구조 설계를 위하여 Bed 부 양측에 Guide Bar를 추가하였다. 3개소의 Rib 보강 및 Bed 부 양측의 Guide Bar 추가조건(c)에서의 Bed 부 처짐량은 약 8.9mm로 얻어져, Lift Frame의 전체적인 구조 안정성이 확보되었다 (Fig. 4).

4. 결론

본 연구에서는 Swivel Type의 복합기능형 Lift의 FE Analysis를 통하여 구조 안정성을 검토하였다. 초기 설계조건에서 얻어진 Bed 부 처짐을 보완하기 위하여 Rib 등의 보강재가 추가되었고, 이에 따른 Lift의 구조 안정성이 확인되었다. 본 연구의 구조 해석 결과를 반영한 Swivel Type 복합기능형 Lift의 시제품(Fig. 5)이 제작되었고, 향후 사용자에게 보다 적합한 Lift의 개발이 기대된다.

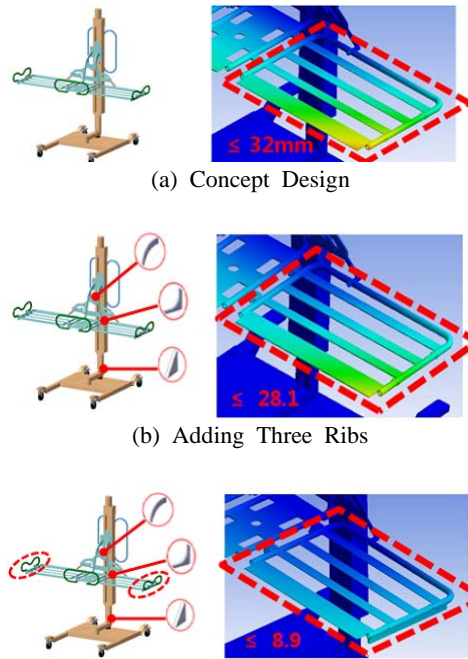


Fig. 4 FEA for Max. Deformation of Lift Bed

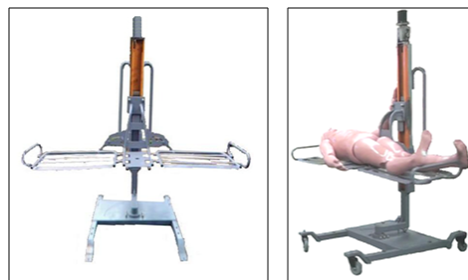


Fig. 5 Prototype of Swivel Type Multi-purpose Lift

후기

본 연구는 지식경제부 전략기술개발사업의 연구비 지원을 받아 수행하였다 (과제번호: 09-FM-1-0051).

참고문헌

1. 조덕연 외, 한국인 고령자의 인체정보를 고려한 Power Lift의 전도방지 해석, 한국정밀공학회 추계 학술대회는문집, 1371-1372, 2010.
2. 김수택 외, 다기능성 파워 리프트 개발을 위한 선행연구, 한국정밀공학회 추계학술대회는문집, 615-616, 2009.