

지게차 포크의 폭에 따른 파손 연구

한문식*, 조재웅**,#

*계명대학교 기계자동차공학과, **공주대학교 기계자동차공학부

A Fracture Study due to the Fork Width of Forklift

Moonsik Han*, Jaeung Cho**,#

*Department of Mechanical and Automotive Engineering, Keimyung UNIV.

**Division of Mechanical and Automotive Engineering, Kongju National UNIV.

(Received 20 March 2018; received in revised form 26 March 2018; accepted 29 March 2018)

ABSTRACT

A forklift is used to lift materials above a height of 2 m. The width of the fork determines the weight of the material it can carry. In this paper, three models of fractured forklifts were analyzed to determine if the fracture was caused by load fatigue due to the width of the fork. The position of the fork was fixed on each model, and a 2.5 ton load was placed at the upper part of the fork. The width distances on each of three models were 500 mm, 750 mm and 1000 mm, and the maximum equivalent stresses were 237.5MPa, 227.62MPa and 230.99MPa, respectively. This analysis demonstrated that as the load increased with use of the wider fork, the fatigue life remained to be nearly equivalent irrespective of fork width among all three models. The results of this study contribute to the durability and safety design of forklifts.

Key Words : Forklift Truck(지게차), Fork Width(포크의 폭), Fracture(파괴), Fatigue Life(피로 수명), Equivalent Stress(등가 응력), Durability(내구성)

1. 서 론

지게차란 포크, 램 등 화물을 적재하는 장치 및 이것을 승강시키는 마스트를 구비한 하역자동차를 말하며, 화물을 운반할 때, 짐을 2m정도 높이까지 상·하차를 할 수 있는 기계이다. 지게차 포크 장치 모듈 전체를 해석하여 접근하는 것은 여러 가

지의 실제적인 인자를 고려하여 해석을 해야 하기 때문에 해석에 있어서 실제 상황에 근접하기가 어려운 실정이다. 본 연구에서는 지게차의 많은 장치 중에서 가장 구조적으로 하중에 의하여 영향을 많이 받는 지게차 포크 부분에 대하여 구조 및 피로해석을 하였다. 우선 지게차 포크에 물건을 적재할 수 있는 팔렛트가 적재되었다고 가정하여 포크 중앙에 압력을 주어 지게차 포크가 열리고 닫힐 때에 지게차 포크가 받는 응력과 변형을 해석하였다. 또한 피로해석을 통하여 포크의 열리고 닫힘에 따라 수명과 포크에 미치는 손상을 비교

Corresponding Author : jucho@kongju.ac.kr

Tel: +82-41-521-9271, Fax: +82-41-555-9123

확인하였다. 그 결과로서 포크의 열리고 닫힘에 따라 피로를 받는 지게차 포크 부분에 대하여 그 수명과 손상들을 예측할 수 있었고, 포크의 닫히고 열림에 따른 피로수명의 영향을 해석할 수 있었다. 본 연구 결과를 종합하여 지게차의 포크를 설계 시 적용한다면, 지게차 포크에 화물을 상·하차 할 때 또는 이동할 때, 지게차 포크가 닫혀 있거나 완전히 벌어져 있을 경우에 발생하는 구조적 변형과 피로 파손을 방지함으로써 그 내구성을 예측하는 데에 활용이 클 것으로 사료된다.^[1~7]

2. 본 론

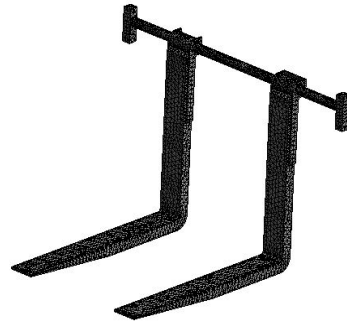
2.1 연구 모델

본 연구에서 사용된 연구모델은 실제 현장에서 사용 중인 지게차 모델 중 하나를 선택하여 모델링을 진행하였고 기본 베이스 모델을 바탕으로 Fork부분의 폭을 달리한 3개의 모델을 선정하여 모델링하였다. 기본 베이스 모델을 기반으로 폭을 50cm, 75cm(Base), 100cm로 늘린 3개의 모델을 변형하여 해석을 진행하였다. 연구 모델명은 지게차의 폭과 Round값을 포함한 모델명을 사용하였다. 이는 Table 1에 표기하였다.

mesh의 베이스 크기는 12.5mm이며, 500R75 model은 24442개, 750R75 model은 26167개, 1000R75 model은 28601개의 계산 격자를 이용하여 해석하였다. Fig. 1은 이 폭이 다른 3가지 모델들에 대한 지게차의 Fork부분에 대한 메시들이다.^[8~10]

Table 1 Model design variables

Model name	Variable	
	Width	Round
500R75	500mm	Φ75
750R75 (Base model)	750mm	Φ75
1000R75	1000mm	Φ75



(a) 500R75



(b) 750R75 (base model)



(c) 1000R75

Fig. 1 Meshes of models

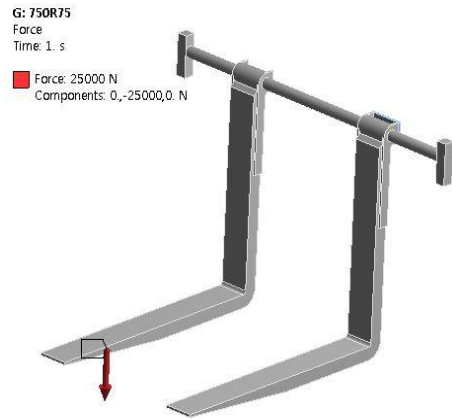
Table 2는 이 모델링의 구조용 강으로서의 물성치를 나타낸 것이다.

Table 2 Material property

Intents	Values
Young's Modulus	2×10^5 MPa
Poisson's Ratio	0.3
Density	7850 kg/m ³
Tensile Yield Strength	250 MPa
Compressive Yield Strength	250 MPa
Tensile Ultimate Strength	460 MPa

2.2 해석 조건

자동차 시트의 모델링은 ANSYS를 이용하여 해석하였다. 모델들의 경계 조건들은 실제 운행 중에 작용될 수 있는 상황을 고려하여 Fig. 2와 같이 각각의 모델들에 구속 조건을 주었다. Fig. 2와 같이 각각의 모델들에 선택된 부분에 고정 하였으며 또한 지게차의 운반능력을 가정하여 25000N의 힘을 가하였다. 이는 약 2.5톤의 물건을 운반할 경우를 가정한 것이다. 해석조건의 경우, 3개의 model모두 동일하며, model의 형상이 모두 동일하므로 base model만 Fig. 2에 표기하였다.

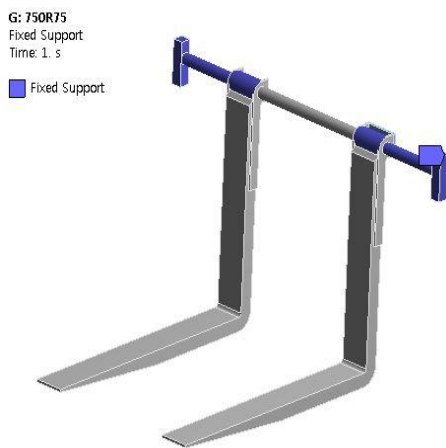


(b) Forced condition at models
Fig. 2 Fixed parts of models

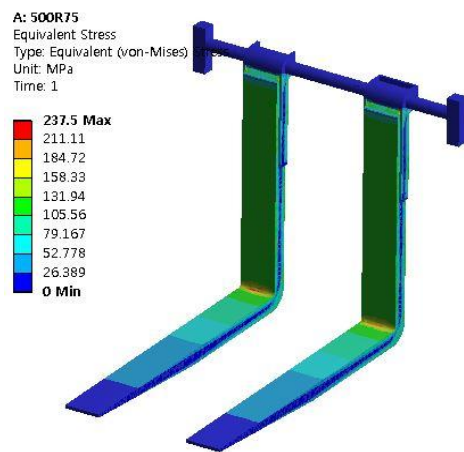
2.3 해석 결과

2.3.1 구조해석 결과

위와 같은 해석 조건을 각각의 연구 모델에 동일하게 지정하였고 그에 대한 구조 해석 결과 중 등가 응력에 대한 결과는 아래의 Fig. 3과 같다.



(a) Fixed support at models



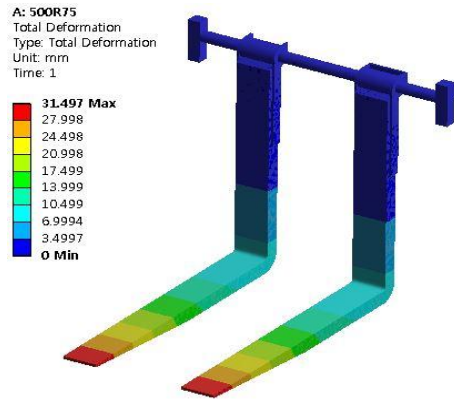
(a) 500R75



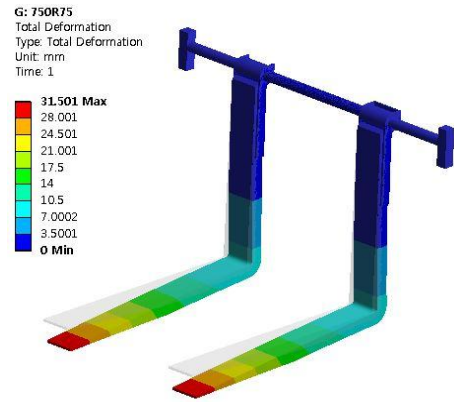
(b) 750R75



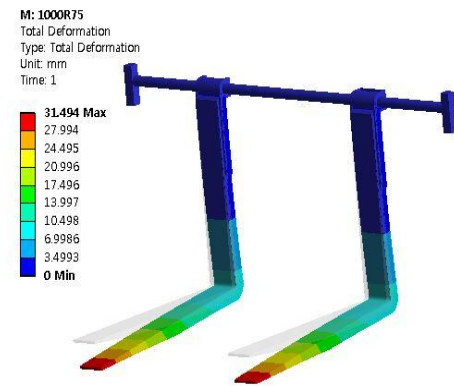
(c) 1000R75



(a) 500R75



(b) 750R75



(c) 1000R75

Fig. 3 Equivalent stresses of models

Fig. 3에서 보이는 바와 같이 각 형상들의 내부에서 가장 큰 등가응력이 가해지는 것을 알 수 있다. 각각의 모델들에서 최고 등가응력은 500R75 model의 경우 237.5MPa, 750R75 model의 경우 227.62MPa, 1000R75 model의 경우, 230.99MPa으로 폭이 클수록 등가응력은 커지는 경향을 보이고 있다.

Fig. 4는 Fork부분의 변형량을 보여주고 있다. 변형량의 경우, Fork의 끝단 부위에서 가장 많은 변형량을 보이고 있으며, 500R75 model의 경우 31.497mm, 750R75 model의 경우 31.501mm, 1000R75 model의 경우 31.494mm의 변형량을 보이고 있다. 변형량이 가장 큰 형상은 750R55 model이다.

Fig. 4 Total deformations of models

2.3.2 피로해석 결과

지게차 포크의 폭에 따른 피로 수명을 알아보기 위하여 피로 해석을 진행하였다.

Fig. 5는 피로 해석의 조건으로 피로 하중은 SAE bracket history를 사용하였고 피로 이론으로는 Goodman의 피로 이론을 사용하여 해석을 진행하였다.

Fig. 6은 해석 모델들의 피로 수명으로 3개의 모델이 동일하게 3.3693e5로 나오는 것을 알 수 있었다. 이는 지게차 포크의 폭에 따라 피로 수명은 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

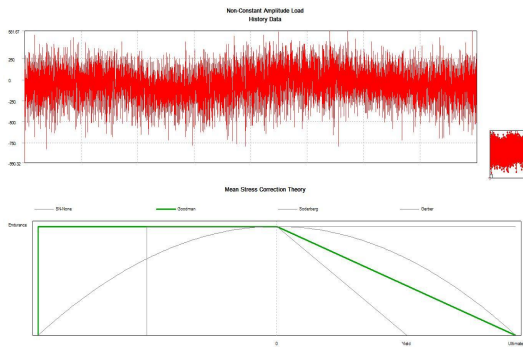
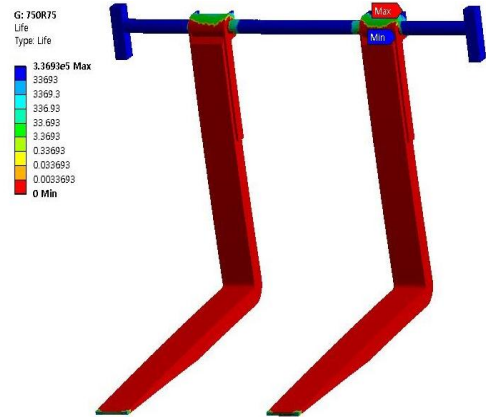
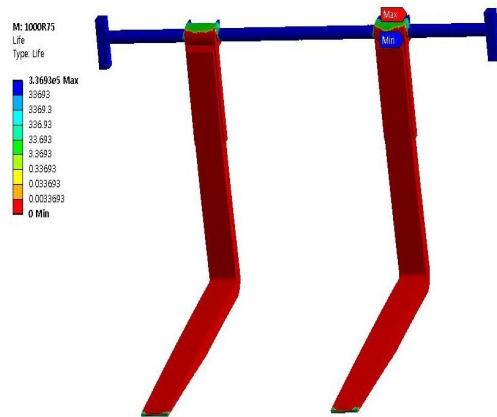


Fig. 5 Condition of fatigue analysis

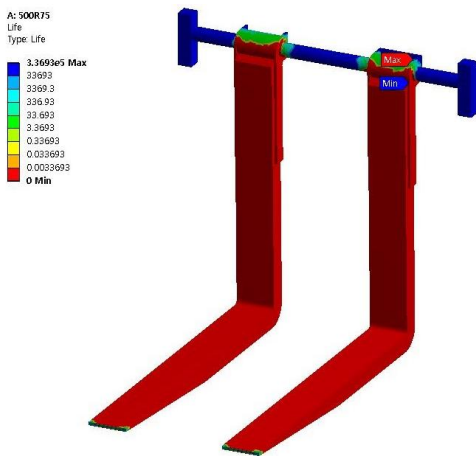


(b) 750R75



(c) 1000R75

Fig. 6 Fatigue lives of analysis models



(a) 500R75

Fig. 6은 해석 모델들의 피로 수명으로 3개의 모델이 동일하게 3.3693e5로 나오는 것을 알 수 있었다. 이는 지게차 포크의 폭에 따라 피로 수명은 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 지게차의 폭에 따른 구조안정성과 피로 수명을 알아보기 위하여 해석을 진행하였으며 그에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 연구 모델들의 구조 해석의 결과로는 지게차의

폭이 가장 큰 1000R75에서 가장 큰 등가 응력과 변형량이 검출되었다. 이를 기반으로 지게차의 폭이 커질수록 등가 응력과 변형량이 증가함을 알 수 있었다.

2. 지게차 포크의 폭에 따른 피로 수명을 알아보기 위하여 피로 해석을 진행하였다. 각각의 모델에서 같은 피로 수명과 파손 부위가 나왔으므로 지게차의 폭은 피로 수명과 상관이 없음을 알 수 있었다.
3. 위와 같은 결론을 종합하여 지게차의 폭에 따른 파손 연구를 진행하였고, 본 연구에 나온 해석 결과값을 이용하여 더욱 개선된 설계 인자를 확보 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Lee, J. H., Cho, J. U., "Study on the Convergent Life Evaluation due to the Bumper Configuration of Multipurpose Vehicle," Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 5, pp. 85-90, 2015.
2. Kim, H. S., Huh, H., "Collapse Analysis of Simplified Vehicle Structure Models using Finite Element Limit Analysis," Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 6, No. 5, pp. 1-9, 1998.
3. Han, M. H., Cho, J. U., "Study on Structural Safety of Automotive Inner and Outer Bumper," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 10, No. 2, pp. 130-134, 2011.
4. Cho, J. U., Han, M. S., "Structural Safety Analysis of Car Body," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 7, No. 3, pp. 12-16, 2008.
5. Cho, J. U., "Study on Convergence Technique through Structural Analysis on the Axle of Railway Vehicle," Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 1, pp. 93-101, 2015.
6. Choi, B. L., Kang, S. J., "Stiffness and Fatigue Strength Analysis of Fuel Cell Vehicle Body Frame," Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 19, No. 4, pp. 47-53, 2011.
7. Lee, J. I., "The Convergence Design for Stiffness and Structure Advancement of Automotive Body," Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 8, No. 4, pp. 189-197, 2017.
8. Jo, K. R., Lee, Y. M., Kang, S. J., "Pressed Type Door Impact Beam Strength with Changing Body Mounting Stiffness and Location," Proceedings of the KSMPE Conference, pp. 130-130, 2015.
9. Jung, S. H., "The Control of Spring-Mass-Damper Convergence System using H^∞ Controller and μ -Synthesis Controller," Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 8, No.5, pp. 1-11, 2017.
10. Han, M. S., Cho, J. U., "Structural and Fatigue Analysis on Shock Absorber Mount of Automobile," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 1, pp. 125-133, 2012.