

CAE를 이용한 20m급 고소작업차량의 46kV 절연붐 설계에 대한 응력해석

Stress analysis for 46kV insulated boom design of 20m-class high place operation car

홍동표† · 박찬곤* · 이병국* · 홍용** · 황승호**

Dong Pyo Hong, Chan Gon Park, Byoung Kuk Lee, Yong Hong, Seung Ho Hwang

1. 서 론

도시화로 인해 고전압 송전탑의 설치가 많아지고 있어 배전공사 및 전기 보수 점검 작업 등 고소작업의 수요가 증가하고 있다. 기존의 고소작업차는 붐이 강철로 되어 감전의 위험이 있기 때문에 전기 작업시 안전한 절연 고소작업차의 필요성이 증대되고 있다.

본 논문은 절연소재를 적용한 고소작업 붐에 관한 논문이다. 기존 고소작업차의 붐대의 마지막 end 붐(4th)에 절연 소재를 적용하였고 ansys을 이용하여 절연소재를 적용한 고소작업차량의 붐 시스템의 설계를 해석했다. 또한 기존의 양산된 고소작업차량의 붐과 비교를 통해 고소작업차량의 절연 붐시스템의 설계를 검증 하였다.

2. 모델링 및 해석

2.1 모델링

유한요소 해석을 실시하기 위한 이론식으로 Von-Mises theory에 기초한 최대 등가 응력과 응력 한계의 관계를 이용하여 평가하였다. 붐 시스템을 일정한 외팔보로 가정하여 초기모델을 모델링하였다. 사각형 모양을 갖는 3차원 외팔보를 총 길이 L=15,900mm, 외부 단면높이 H=300mm, 이며, 외부 단면너비 W=200mm, 두께 T=10mm의 값으로 모델링을 하였다.

2.2 해석 조건

모델링을 실시한 후 유한요소해석 프로그램인 ANSYS Workbench를 이용하여 해석을 실시하였다. Fig 1 과 같이 초기 설계 시 제시한 최대 적재하중 425kg과 자중을 외팔보 끝단에 가하여 유한요소법을 활용하여 최대 등가응력 및 처짐량을 해석하였다.

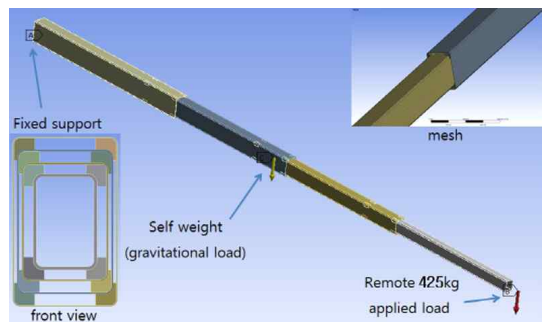


Fig 1 FEA-model and boundary condition

end붐을 제외한 붐에는 DOMEX700을, end붐에는 GFRP를, 가이드프레임에는 UHMW를 적용하였다. 적용된 재료의 물성치는 Table 1과 같다.

Table 1 List of materials used in the considered boom system

Material	Young's modulus, E (MPa)	Poisson's ratio, ν	Density, ρ (kg/mm ³)
DOMEX700	2.10E+05	0.303	7.85E-06
ATOS80	2.10E+05	0.303	7.85E-06
SM45C	2.05E+05	0.303	7.85E-06
GFRP	1.40E+04	0.466	1.98E-06
UHMW	2.81E+02	0.410	9.30E-07

† 홍동표; 정회원, 전북대학교
E-mail : hongdp@jbnu.ac.kr
Tel : 010-4650-6338

* 전북대학교 기계시스템공학과

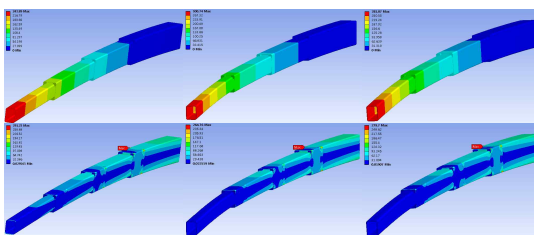
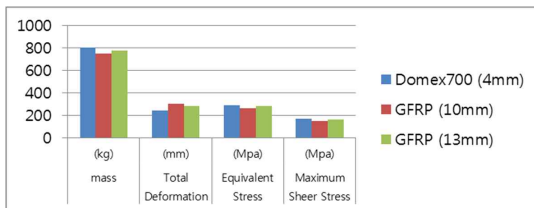
** (주) 호룡

3. 결 과

GFRP를 적용한 고소작업차량의 붐 시스템의 end 붐과 기존의 철강 붐의 FEM 해석결과 Table 2와 Fig 2와 같은 결과가 나왔다. 응력 집중은 첫째 붐에서 발생했으며 기존의 철강 붐 대비 GFRP 붐의 경우 무게는 약 6.7% (53.9kg) 감소였고 등가응력은 26.47MPa 감소, 최대전단응력은 15.28MPa이 감소되었지만, GFRP 재료의 붐이 기존의 철강 붐에 비해 변형량이 56.85mm 증가했다.

Table 2 Analysis result

	mass (kg)	Total Deformation (mm)	Equivalent Stress (MPa)	Maximum Sheer Stress (MPa)
Domex700 (4mm)	801.45	243.89	291.23	168.14
GFRP (10mm)	747.55	300.74	264.76	152.86
GFRP (13mm)	772.53	281.87	279.70	161.48



(a) Domex700 (4mm) (b) GFRP boom (10mm) (c) GFRP boom (13mm)

Fig 2 Total Deformation and Equivalent Stress

GFRP 재질의 붐 시스템의 변형량이 기존의 철강 붐에 비하여 약 19%가 증가하였기 때문에 GFRP 붐의 두께를 10mm에서 13mm로 재설계 하여 해

석한 결과, 기존의 철강 붐에 비해 무게는 28.92kg 감소되었고 등가응력은 11.53MPa 감소, 최대전단응력은 약 7MPa이 감소되었고, 변형량은 37.98mm 증가한 결과를 얻을 수 있었다.

4. 결 론

본 논문은 복합 절연 고소작업차의 개발을 위한 새로운 방법을 제안하였다. 단순화된 모델의 FEA 해석은 실제 측정으로 가정할 수 있으며, 이는 설계의 최적화 절차의 예비단계이다. FEA 해석을 함으로서 절연 재료가 적용된 붐과 기존의 철강 붐을 비교 및 분석하여 절연 붐의 두께에 따라 무게, 변형량, 응력 등을 확인하여 최적화된 두께를 찾았다. 두께가 증가하여 변형량은 줄어들었지만 총 무게가 증가하였다. 다음 목표는 기존의 붐과 동등한 물성치를 나타내면서 더 가벼운 설계를 얻는 것이다.

후 기

본 연구는 교육과학기술부와 한국 연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구 결과임

References

- [1]H. Panganiban, T.J. Chung and S.C. Ahn : KSPE Vol. 1, Republic of Korea (2010), p.825~826
- [2]T.J. Chung, H. Panganiban and J.H. Oh : KSPE Vol. 1, Republic of Korea (2010), p.1319~1320
- [3]T. J. Lardner, R. R. Archer : MECHANICS OF SOLIDS An Introduction (McGraw-Hill Book Co. Singapore 1996)
- [4]TEA SUNG SOFTWARE & ENGINEERING, INC : Ansys workbench3rd ed (Sigma Press, Republic of Korea 2004)
- [5]D. M Kim : Mechanics of Materials (Bok Du, Republic of Korea 2007)