

두 다리 의자 프레임의 재질 및 구조 변경에 따른 안전성과 경제성 개선

백광열*, 박성우*, 김성욱*, 김정진**
대구 미래형자동차산업 혁신아카데미
**계명대학교 기계자동차공학부
e-mail:kjj437@gmail.com

Safe and economic frame design of the two-legged chair through the material and structure improvement

Gwang-Yeol Baik*, Sung-woo Park*, Seong-uk Kim*, Jung Jin Kim**

*Daegu Future Automobile Industry Innovation Academy

**Dept. of Mechanical Engineering, Keimyung University

요 약

두 다리 의자는 회의실 같은 다소 경직된 공간에서 분위기를 부드럽게 만들기 위해 많이 사용되고 있다. 그러나 두 다리 의자의 안전성의 정량적 분석은 미비한 상황이다. 이에 본 연구에서는 두 다리 의자의 프레임을 재질별로 안전성과 경제성을 분석하였다. 분석 결과 AL6061-T6 재질을 가지는 두 다리 의자의 프레임이 가장 적합하다는 결과를 도출하였다.

1. 서론

의자는 학교, 사무실, 회의실 등에서 매일 이용하는 대표적인 가구로 인류 역사와 함께하고 있다[1]. 오랜 기간 동안 가구 제조 기술은 상향 평준화되었으며, 이로 인해 의자 기능의 차별성을 통한 경쟁 우위는 어려운 상황이다. 이에 많은 의자 제작 기업들은 의자의 디자인에 중점을 두고 있으며 소비자들 역시 주요 차별 요소로 인정하고 있다[2].

두 개의 다리를 가지는 형태의 의자는 심미적인 관점에서 가장 경쟁력 있는 의자이다. 최근 연구에 따르면 다양한 의자 중 회의용 의자로 선호된다고 보고된 바가 있으며, 실제로 회의실 같은 다소 경직된 공간에서 분위기를 부드럽게 만들기 위해 많이 사용되고 있다. 다만, 해당 형태의 의자와 관련하여 안전성의 정량적 분석은 미비한 상황이다[3].

본 연구에서는 두 다리를 가지는 의자의 프레임을 재질별로 안전성과 경제성을 분석하고자 한다. 또한 분석된 결과를 통해 개선된 설계를 제시하는 것을 목표로 한다.

2. 본론

Figure 1은 본 연구에서 선정한 두 다리 의자의 프레임을 나타낸다. 해당 프레임은 가로 650 mm, 세로 610

mm, 높이 730 mm의 크기를 가진다.

본 연구에서는 정량적으로 재질별 프레임의 안전성을 분석하기 위해 유한요소법을 이용하였다. 이에 선정한 두 다리 프레임을 유한요소모델로 생성하였다. 모델은 총 9,841,604개의 1 mm의 크기를 가지는 사면체 요소로 구성하였다. 안전성은 의자의 등받침 부분에서 100 kg의 사람이 두 발로 서있을 때를 가정하여 평가하였다. 이를 위해 의자의 다리 가장 바닥 부분을 완전 고정하였으며 100 kg에 대한 하중은 의자 프레임 상단의 등판과 연결되는 부분에 부여하였다.

본 연구에서는 스테인리스(STS304)와 2종류의 알루미늄(AL6061-T6, AL6063-T6)을 재료로 선택하여 안전성을 비교 분석하였다[Table 1]. 또한 유한요소해석을 진행하기 위한 유한 요소 모델의 구성은 mesh size 1 mm, sag 1 mm로 해석을 진행하였다.

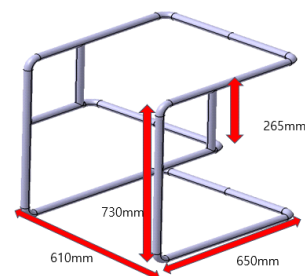


Figure. 1 Two-legged chair fram

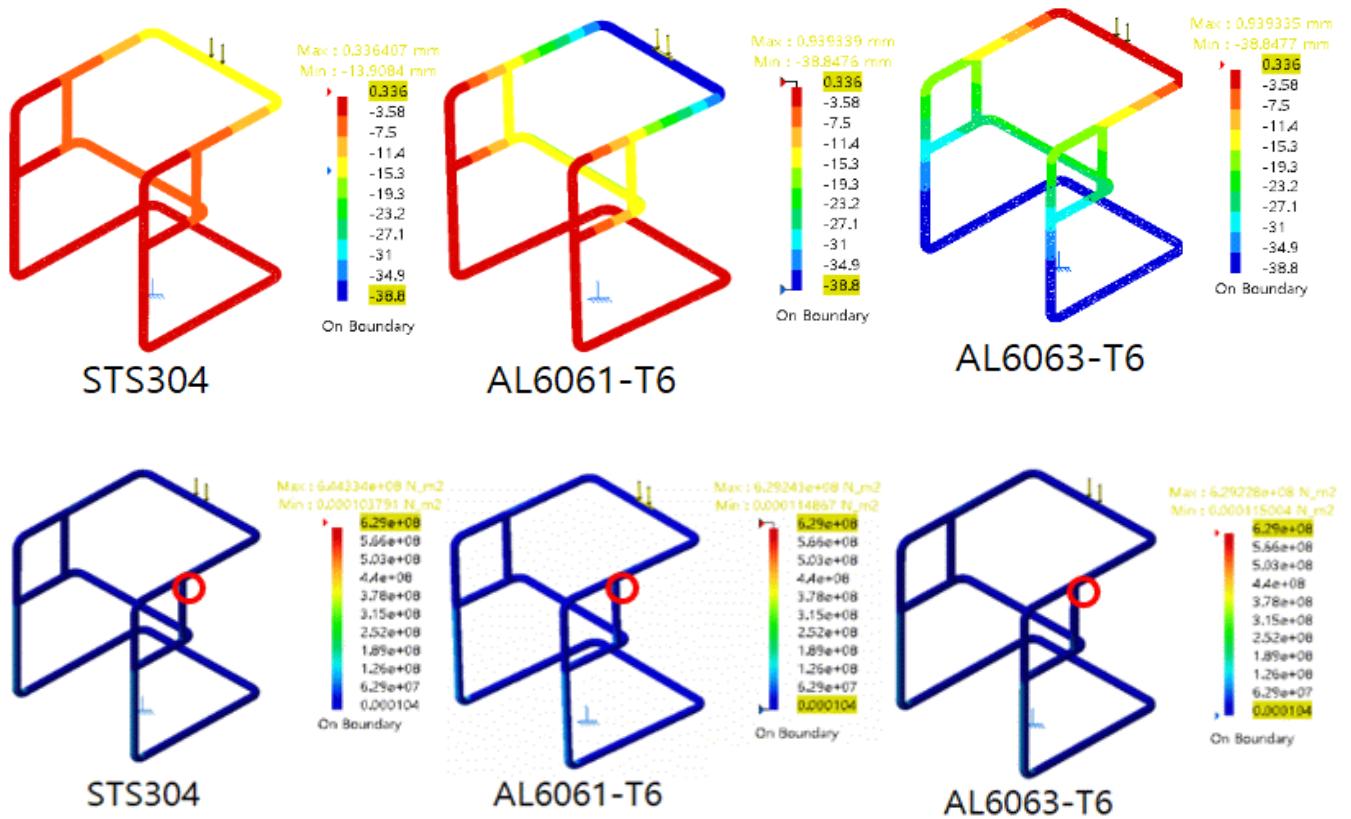


Fig. 2 Displacement of Two-legged chair and Von mises stress of Two-legged chair

Table 1 Material properties

Material	STS304	AL6061-T6	AL6063-T6
Young Modulus (Gpa)	193	68.9	68.9
Poisson Ratio	0.29	0.33	0.33
Density (g/cc)	8	2.7	2.7
Yield Strength (Mpa)	215	276	214

Table 2 Maximum value of Von-Mises stress and Displacement

	Maximum Von-Mises stress [MPa]	Displacement [mm]
STS304	161	16.7
AL6061-T6	161	38.8
AL6063-T6	161	38.8

Table 3 Yield Strength and Safety factor

	Yield Strength (Mpa)	Safety factor	Maximum Strain	actual strain
STS304	215	1.34	11.1	3.2
AL6061-T6	276	1.71	40	17.8
AL6063-T6	214	1.33	31	17.8

Table 4 Weight of Chair frame and price of material

	Weight (kg)	price (원)
STS304	35.536	160,000
AL6061-T6	11.993	53,000
AL6063-T6	11.993	107,000

3. 해석 결과

Fig. 2는 각 재질에 대한 변위 결과와 Von-mises stress를 나타낸다. 각 재질은 Table 2와 같은 변위와 Von-mises stress가 발생하였다.

세 재질 모두 의자의 팔걸이 지지대와 등판이 만나는 점(붉은색 원)에서 최대 Von-mises stress가 발생되었고, 그 값은 161 MPa로 나타났다.

등판 지지대 부분에서 Z축으로의 변위량은 STS304의 경우가 16.7 mm 이고 AL6061-T6, AL6063-T6의 경우는 38.8 mm로 나타났다. Table 3은 세 재질의 항복강도와 그에 따른 안전율과 재료의 최대 변형률과 실제 변형률 나타낸 표이다. AL6061-T6의 안전율이 1.76으로 가장 높은 안전율을 가지는 것을 확인하였다.

Table 4는 재질에 따른 두 다리 의자 프레임의 무게와 그에 따른 가격을 나타낸다. STS304가 가장 무거운 것을 확인 하였고, AL6061-T6, AL6063-T6는 같은 무게를 가지는 것을 확인하였다. 무게에 따른 가격은 AL6061-T6가 가장 경제적인 것으로 판단된다.

4. 결론

계산 결과는 STS304의 경우 약 14 mm, AL6061-T6와 AL6063-T6는 약 40 mm 정도 Z축 방향으로 변형이 일어났다. 변형된 값으로 실제 변형률을 계산한 결과 세 재질 모두 변형률은 탄성영역 내에 있다고 확인되었다. 본 연구에서는 두 다리 의자 프레임의 재료에 따라 수직으로 100 kg의 무게를 가진 사람이 등받이 프레임에 수직으로 일어섰을 때 의자의 최대 Von-mises stress 및 변위 차를 확인하였고, 그에 따른 안전성 및 경제성을 알아보았다. 이 연구로 통해 나온 결론은 다음과 같다.

- (1) STS304에 비해 AL6061-T6와 AL6063-T6의 Z축 변위차가 2.5차이가 나는 것을 확인하였다.
- (2) 세 재질 모두 Z축 변위의 차이가 탄성범위 내에 있는 것을 확인하였다.
- (3) 세 재질 모두 안전율이 1 이상을 가지는 것을 확인하였다.
- (4) 동일한 부피를 가질 때 STS304보다 AL6061-T6와 AL6063-T6의 무게가 더 작은 것을 확인하였고, 동일한 부피일 때 비용은 AL6061-T6가 가장 경제적인 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 인식일, “의자구조 데이터화를 위한 분석 연구”, 한국디자인학회, Vol. 17, No. 1, pp. 347-360, 2004년.
- [2] 강성수, 정영수, “의자 다리 부재에 대한 형상 최적 설계”, 한국생산제조시스템학회지, Vol. 20, No. 6, pp. 735-739, 12월, 2011년.
- [3] 남궁선, “회의실용 의자디자인의 감성적 선호도 분석”, 한국기초조형학회, Vol. 6, No. 3, pp. 387-397, 2005년.