



구조해석 프로젝트

의자 변형 해석

7조 발표자: 안성훈
질의 응답자: 김창훈
김태양
조성재

문제의 정의

1) 공학적 가정

- Ansys로 압력을 가하는 것이 아니라 절점을 이용하여 힘을 가한다.
- 의자의 재질인 목재는 밤나무로 가정한다.

2) 모델링 방법: Solid 모델링을 사용하였다.

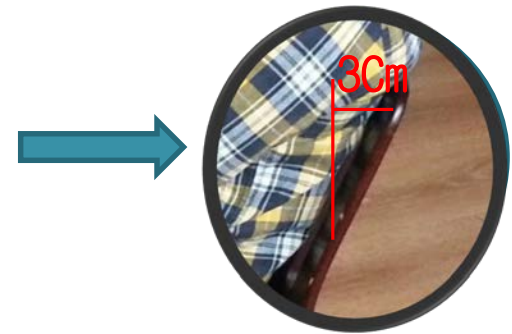
3) 실험결과: 사람이 기대었을 시 무게 187N을 가한다. 실제로 약 3cm 정도 휘어짐을 확인함.



<의자의 모습>



<변형량의 길이>



재질 : 밤나무	물성치
E(탄성계수)	6400Mpa
γ (포와송비)	0.23
σ (항복강도)	21.4Mpa



1) 공학적 가정에 따라 해석 대상을 모델링 하라

의자의 재질 (목재)

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> *공급이 풍부하고 자연재로서 공급이 지속적 *수가공과 기계가공이 비교적 용이하다. *다른 소재에 비해 강도가 높다. *무늬로 인한 외관미가 뛰어나다. *나무의 종류가 다양하여 용도의 폭이 넓다. *열전도율이 적고 전기적 성질을 띠지 않는다. 	<ul style="list-style-type: none"> *수축팽창이 심하여 변형을 일으키기 쉽다. *가연성이 크다. *재질의 균질성이 부족하다. *기계가공과 같은 소재의 대량생산이 곤란하다. *방향성과 부패성의 결점이 있다. *크기에 제한이 있다.



그림 (7)

밤나무(Chestnut)

-재질이 치밀하고 강하나 건조가 어렵고 비틀림이 일어나기 쉽다.

-심재는 갈색, 변재는 황갈, 회백색으로 탄력이 있고 단단하다.

-거친 목리와 표면이 조밀하며 물기에 닿으면 황색으로 변하고 보존성이 크다.

응력도 목재의 종류	허용	장기응력에 대한 허용응력도			단기응력에 대한 허용응력도		
		압축	인장 또는 휨	전단	압축	인장 또는 휨	전단
육송, 삼송, 마카시아		50	60	4	장기응력에 대한 압축, 인장, 휨 또는 전단 의 허용응력도의 각각의 값의 1.5배로 한다.		
침엽수 전나무, 가문비나무(당송), 일본삼송, 미삼송, 미솔송		60	70	5			
자나무, 벚나무		70	80	6			
낙엽송, 적송, 홀송, 솔송, 일본송, 미송		80	90	7			
활엽수 밤나무, 물참나무		70	95	10			
느티나무		80	110	12			
떡갈나무		90	125	14			
라완		70	90	6			

표 1) 목재에 대한 나무 결 방향의 허용응력도⁽²⁾

나무결 방향과 가력방향과의 각도	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
침엽수	1.00	0.83	0.54	0.36	0.26	0.20	0.16	0.14	0.14	0.125
활엽수	1.00	0.90	0.68	0.50	0.38	0.30	0.25	0.22	0.21	0.20

표 2) 나무결에 경사진 방향의 허용압축응력도 계수⁽²⁾

응력의 방향		섬유에 평행(0°)	섬유에 수직(90°)
응력의 종류	압축강도	100	10 ~ 20
	인장강도	200	6 ~ 20
	휨 강도	150	10 ~ 20
	전단강도	침엽수 16 / 활엽수 19	-

표 3) 각종 강도간의 관계⁽²⁾

수 정	기건비중 (12%)	압축강도(kg/cm ²)	인장강도(kg/cm ²)	휨강도 (kg/cm ²)	전단강도(kg/cm ²)
소나무	0.53	480	519	890	101
삼나무	0.37	410	447	730	65
천나무	0.43	517	573	804	72
낙엽송	0.61	638	695	827	90
리가다소나무	0.41	470	-	950	103
잣나무	0.48	430	-	770	95
퍼백	0.40	470	-	840	82
밤나무	0.51	390	593	850	64
느티나무	0.74	400	878	880	130
오동나무	0.31	240	214	390	60
단풍나무	0.72	564	821	910	114
참나무	0.83	641	1,250	1,180	123
벗나무	0.70	534	742	879	102
은행나무	0.54	430	-	500	65
사시나무	0.47	490	-	960	109
자작나무	0.52	400	-	760	104
느릅나무	0.64	410	-	910	90
나왕	0.48~0.54	378~525	-	689~928	77~127
미송	0.54	480	-	872	93
티크	0.68	425	-	922	137
자단	0.84	1,007	-	2,044	-
호단	0.85	633	-	1,300	150
아피롱	0.64~0.84	607	-	1,118	124
리미에타소나무	0.48	422	-	740	95
프리카타흑백	0.36	320	-	527	69
서양흑백	0.34	278	-	457	59
라민	-	738	-	1,364	121

표 4) 목재의 역학적 성질⁽²⁾

의자의 재질 (플라스틱)

특성

- 플라스틱은 화학적인 조성, 성능 등을 쉽게 바꿀 수 있다.
- 금속만큼 강하고 충분한 강도를 지니며 가볍다
- 탄성 변형 범위가 다른 소재에 비해 아주 크다.
- 광택이 좋고, 임의의 착색이 가능하여 여러 색채를 내는 것이 가능
- 다른 고체와의 친화성이 좋아 강력한 접착성도 있다. ⁽³⁾



그림(8)

열가소성 소재 (PP 폴리프로필렌)

- 프로필렌($\text{CHCH}=\text{CH}$)의 중합체로서, 가장 가벼운 플라스틱(비중 0.82~0.92)이다.
- 연화점(軟化點)도 높고 가공성(加工性)도 좋다.
- 폴리에틸렌 · 폴리염화비닐 · 폴리스티렌과 함께 4대 플라스틱의 하나. ⁽⁴⁾

비중은 0.90이하로 낮으며 투명하고 결정성은 95%이다.

강성이 있는 성형재료로서 이용된다.

상온에서는 내충격성이 있지만 -5℃이하의 저온에서는 약하므로 내충격성이 큰 그레이드를 필요로 한다.

내열성을 가지며 내마모성이 뛰어나다.

전기특성이 뛰어나고 내수, 내약품성이 뛰어나다.

일광과 열에 서서히 노화한다.

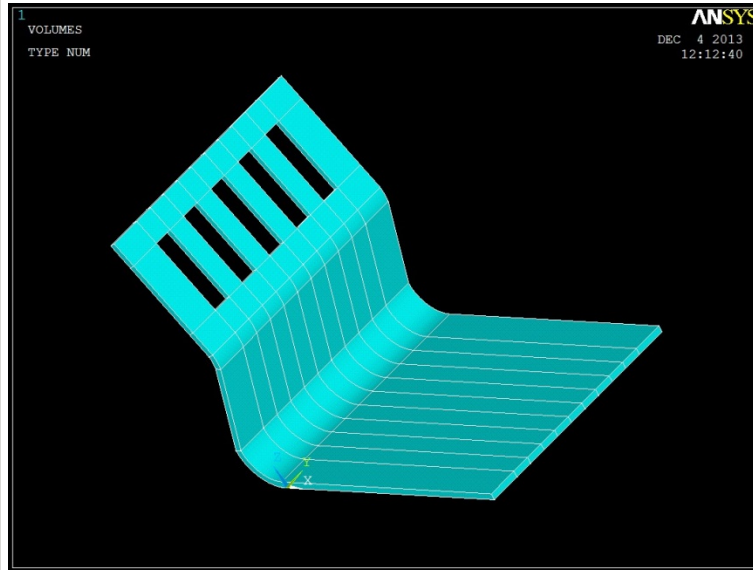
표 5) PP수지의 기본적인 개념⁽⁴⁾

구분	표 준
비 중	0.09
인장강도(kg/cm ²)	350
신율(%)	600
굴곡탄성률(kg/cm ²)	13,000
충격강도(kg.cm/cm) (아이조드.노치)	4 20
경도(로크웰R)	95
열변성온도(℃)	115
내전압(k V/mm)	30
흡수율(%)	0.030이하
융점(℃)	167
성형수축률(%)	1.6

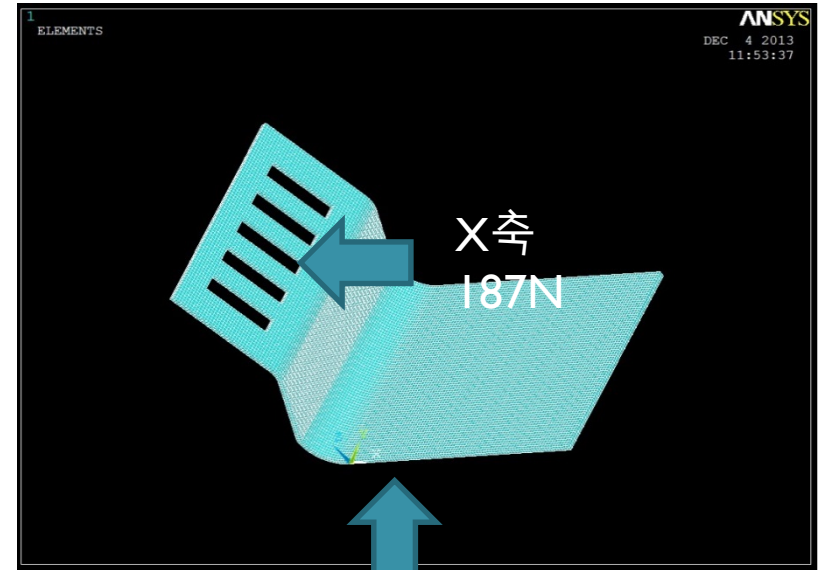
표 6) PP수지의 물성치⁽⁴⁾

1. 모델링 과정

1) Solid 모델링



2) 경계조건 및 하중조건



밑면 All dof 고정

3) 해석을 위한 공학적 가정

- Pressure가 아닌 Node로 힘을 가함
- Node 8개에 힘을 가함 (개당 23.375N)

4) 요소의 종류: Solid Brick 8Node 45

5) 의자의 물성치: 밤나무 (Chestnut)

2. 해석 결과

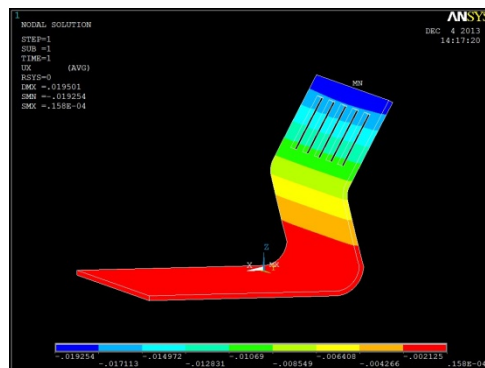
1) 변형량



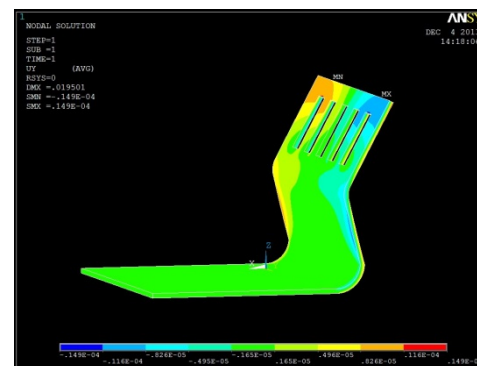
결론

- 1) 실제와 거의 차이가 없는 변화량을 보인다.
- 2) 나무의 탄성으로 원상태로 돌아올 수 있는 정도의 변화량을 보였다,

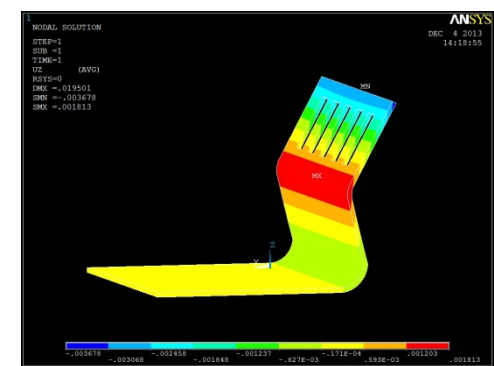
2) 변형량의 분포



X축



Y축



Z축

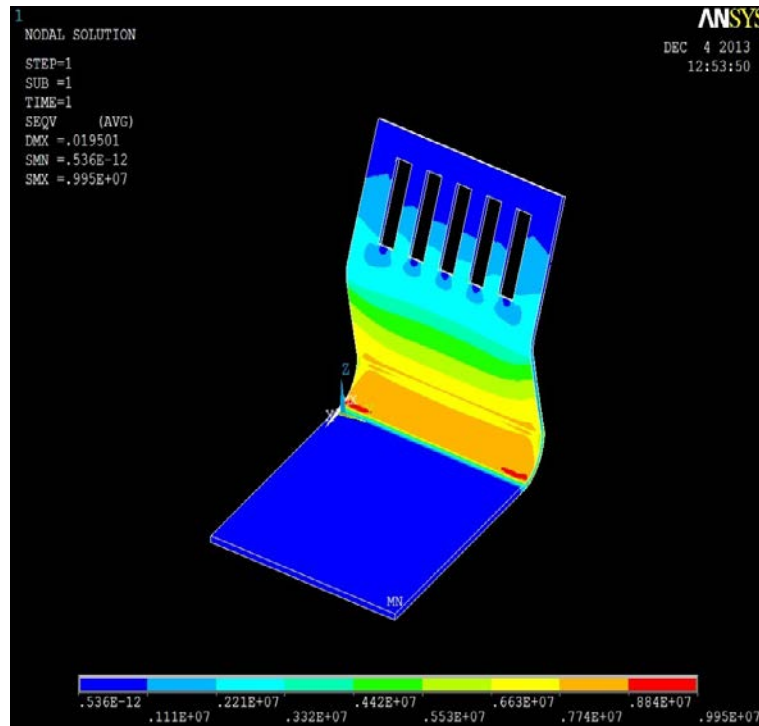
3. 의자의 변형량

1) 해석결과를 이용한 파손해석 접근법(Von Mises Stress)

$$\sigma_{Mises} < \sigma_x \sim \sigma_{Mises} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2} = \sqrt{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 - \sigma_{xx}\sigma_{yy} + 3\tau_{xy}^2} \sim$$

$$(\sigma_x)_{\max} = 21.4\text{Mpa} > \sigma_{Mises} = 9.95\text{Mpa}$$

2) Von Mises stress 분포

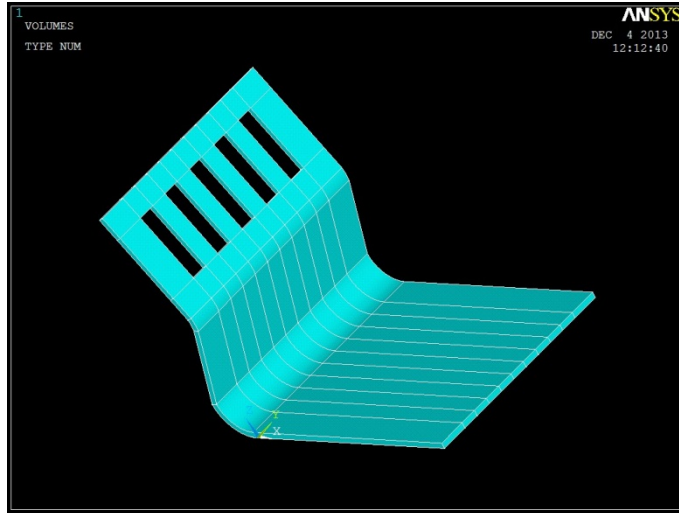


결론

- 1) 의자의 가해진 응력이 굴곡이 있는 부분에서 제일 크게 나타남을 볼 수 있다.
- 2) 파괴강도보다 낮으므로 파괴되지 않고 변형만 일어남을 볼 수 있다.
- 3) 실험 결과 2cm 늘어난다는 결과값을 얻고 실제결과와 비교할 시 약간에 오차가 존재한다는 사실을 알 수 있다.

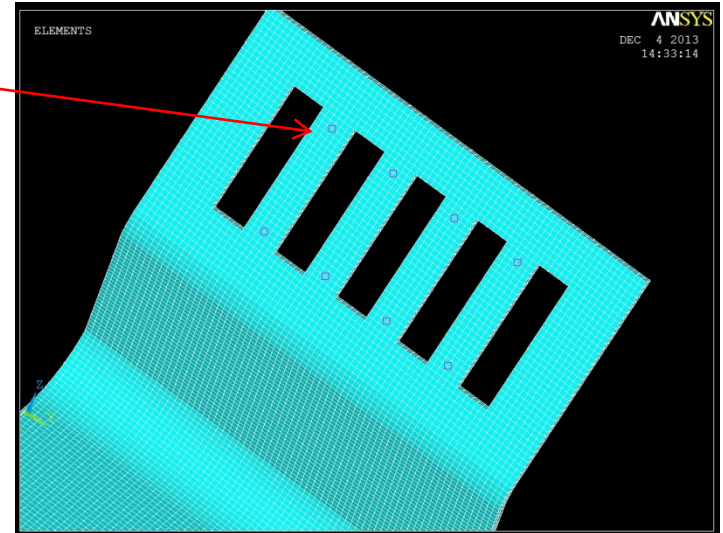
1. 모델링 과정 (의자 파괴점)

1) Solid 모델링



2) 경계조건 및 하중조건

X축
400N



3) 해석을 위한 공학적 가정

- Pressure가 아닌 Node로 힘을 가함
- Node 8개에 힘을 가함 (개당 50N)

4) 요소의 종류: Solid Brick 8Node 45

5) 재료의 물성치: 밤나무

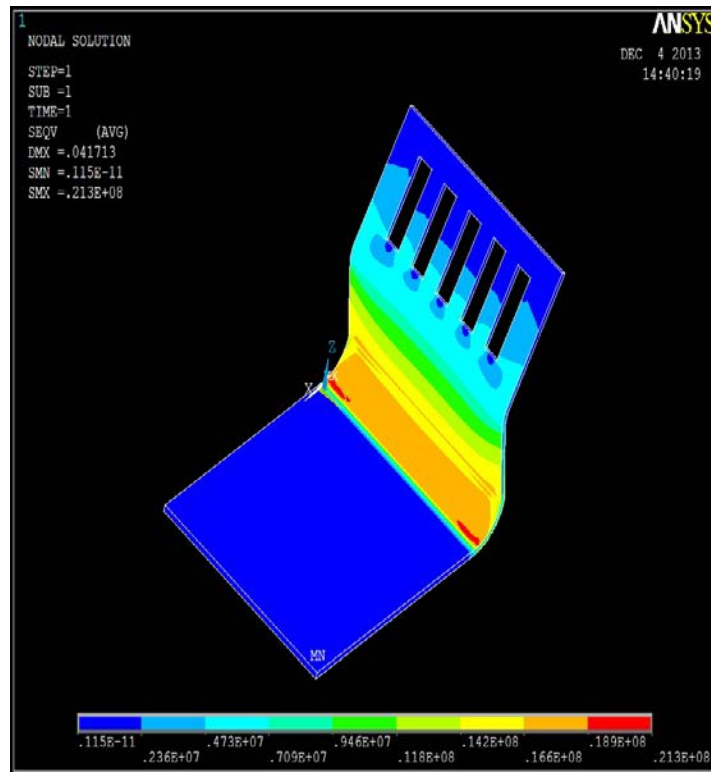
2. 의자의 파괴분석 (의자의 파괴점)

1) 해석결과를 이용한 파손해석 접근법(Von Mises Stress)

$$\sigma_{Mises} < \sigma_x \sim \sigma_{Mises} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2} = \sqrt{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 - \sigma_{xx}\sigma_{yy} + 3\tau_{xy}^2} \sim$$

3) Von Mises stress 분포

$$(\sigma_x)_{\max} = 21.4\text{Mpa} > \sigma_{Mises} = 21.3\text{Mpa}$$



결론

- 1) 파괴되지 않으나 약간의 힘이라도 더 가해질 시 응력을 버티지 못하고 파괴됨.
- 2) 사람의 몸무게로 계산했을 시 약 150Kg 이상의 사람이 의자에 기댈 경우 파괴 될 것을 예측 할 수 있다.
(약 4.10m 이상이면 파괴)
- 3) 체중이 무거운 사람을 앉게 하려면 조금 더 튼튼한 나무로 만들거나, 의자의 두께를 조금 더 두껍게 하여야 한다,

4. 결론

1) 해석 결과의 요약

- 몇 가지 공학적 가정에 따라 의자의 유한요소해석을 수행
- 나무의 탄성으로 인해 원래대로 돌아올수 있을정도의 변화량을 보인다.
- 실제결과와 흡사한 결과를 얻었다.

2) 과제 수행 중 궁금했던 것들

- 밤나무 뿐만 아니라 다른 목재나 플라스틱으로 하면 얼마나 다를지 실험해보고 싶었다.
- 실제 의자를 파괴할때랑 우리가 시뮬레이션 했을 시 결과값이 얼마나 차이가 날지 비교 해보고 싶었다.

3) 과제 수행 후 느낀점

- 저번 과제에 비해서 더 원활하게 실험을 해서 무척 유익하게 한거 같다.
- 모델링 과정이 저번에 비해 무척 어려웠기 때문에 무척 고생하였다.
대신 실제 시뮬레이션시 실제값과 무척 가까워 좀더 뿌듯하였다.
- 이번에는 모르는게 많아서 무척 고생했었는데 완성후 무척 재미있게 했던거 같다.
- 이번에는 가정에 일이 많이 생겨 과제에 참여정도가 저번에 비해서 많이 떨어졌지만 조원들이 신경써줘서 많은 것을 배울수 있었다.

4. 그 외 관련 자료들

Kneeling Posture Chair 의 역사

Nistul(Kneeling Chair)?

Nistul(니스툴)은 Knee(무릎)+Stool(의자)의 합성어로 Kneeling chair의 브랜드 명입니다.

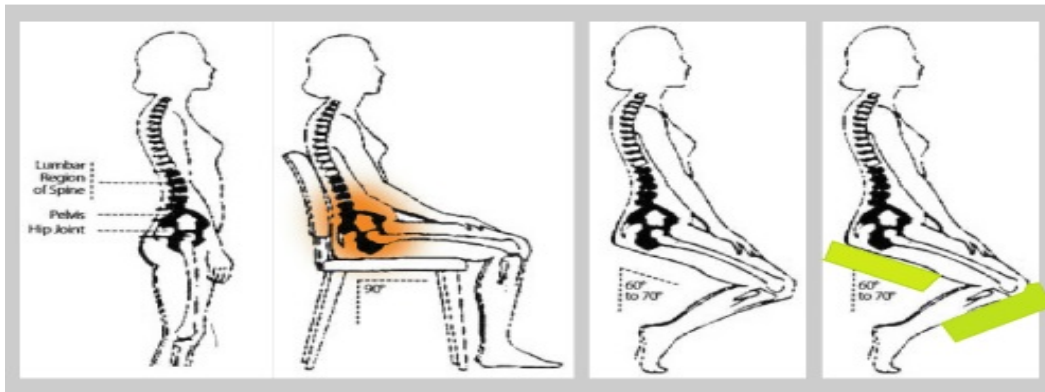
스칸디나비아에서 탄생된 특별한 인체공학의자

Kneeling Chair는 70년대 후반 스칸디나비아만 가구디자인의 선구자, 노르웨이의 Hans Christian Mengshoel에 의해 처음으로 소개됩니다. 노르웨이에서 처음 상품화 되어 현재까지 유럽과 북미, 일본등에서는 인체공학 의자의 대명사로 사랑을 받고 있습니다.

Kneeling Chair의 개념은 혁신적이며 인체공학적인 솔루션으로 하루의 반을 의자 위에서 생활해야 하는 현대인들에게 일상화 되고 있는 허리통증등의 건강문제를 생활 속에서 해결할 수 있는 획기적 개념입니다. (오른쪽 사진은 Stokke의 디자이너인 Peter Opsvik의 1985년도 작품입니다.)



Nistul(Knee Stool 니스툴)의 원리



Nistul은 허벅지의 위치를 수직에서부터 60~70도 각도로 떨어뜨린 의자입니다(현재의 보통의자는 수직에서부터 90도 각도)

이런 포즈는 보통 전통적인 의자에 앉는 포즈보다 인체에 가하는 스트레스를 분산시켜 줍니다.

이는 척수손상이나 허리통증이 있으신 분들에게 강력하게 추천되어 오고 있는데 그것은 Spine(척추), Lumbar(요추)를 서있는 것과 같은 굽힘의 포즈를 유지시켜 주기 때문입니다. [>top](#)

그림(19)

현대에 이르러 의자는 실용을 넘어 과학과 예술로...

참 조

그림 1~8: http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=duoback_a&logNo=110042273975&parentCategoryNo=&categoryNo=&viewDate=&isShowPopularPosts=false&from=postView 논문 17장

그림 9: www.samwonlumber.co.kr/product/p9.asp

그림 10: <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=marine73&logNo=20010300570>

그림 11~19: <http://ears.iris.washington.edu/stationEvent.html?rf=484500&gaussian=2.5&H=29.25&vpvs=1.735>

표 1~4: 목재 ppt 파일 30장 일부 발췌

표 5~6: <http://starletzzang.blog.me/120196508309> 발췌

푸아송비 탄성계수 항복강도

<http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=8da1d2e52560468b8382605375c8657c&ckck=1> 일부 발췌