의자 등받이가 인체에 미치는 영향 해석
On the Effects of the Back of Chair on Human Body

*김동민 [1], #채수원 [1], 강영식 [2], 이인혁 [3], 김병정 [4]
*D. M. Kim[1], #S. W. Chae(swchae@korea.ac.kr)[1] , Y. S. Kang[2], I. H. Lee[3], B. J. Kim[4]
[1] 고려대학교 기계공학과, [2]㈜ A4, [3]한국 ESI, [4]한국과학기술정보연구원

Key words : human-chair interface, lumbar support, human model, back of chair

1. 서론

생활환경이 현대화 되고 업무환경이 변화하면서 인체가 의자에 앉아 지내는 시간이 점차 증가 되고 있다. 이미 현대인의 생활, 업무의 필수품이 된 컴퓨터의 경우 그 사용 시간이 급격하게 증가 하는 것을 확인 할 수 있다. 컴퓨터의 사용시간 증가는 의자에 앉는 시간의 증가로 이어지고 이때 인체와 의자의 상호작용에 의해 다양한 척추체 질환 및 근골격계 질환이 보고되고 있는 실정이다.[1]

이러한 척추체 및 근골격계 질환을 예방하기 위해 다양한 형태의 의자가 개발되어 소개 되고 있는 데 대부분의 경우 등받이의 곡면 형상의 변화나 각도 등의 조절을 통해 안락성과 바른자세 유지에 도움을 주는 기능들이 대부분이나 인체가 의자에 앉는 자세나 위치 등이 변하게 될 경우 의자에 부착된 조절기구를 조작하여 바른자세 유지에 도움을 주는 방향으로 조정하여야 하는 번거로움이 있다.

본 연구에서는 이러한 의자 사용시간의 증가와 그에 따른 척추체 및 근골격계의 질환을 예방 하기 위해 인체가 의자의 어떤 부분에 앉아 있는 경우에도 등받이가 인체의 요추 부분을 지지할 수 있는 기능성 의자에 대한 인체-의자 간 상호작용의 CAE 해석을 통해 등받이의 형상 및 위치가 척추체에 미치는 영향에 대해 알아본다.

2. 인체-의자간 상호작용 해석

2.1 인체-의자 간 상호작용

본 논문에서 다루고자 하는 기능성 의자는 기존의 기능성 의자와 달리 의자 내부에 부착된 등받이의 이송장치가 인체가 의자에 앉는 하중으로 구동 되어 인체의 요추 부위를 지지 할 수 있도록 고안된 의자이다.

일반적으로 인체와 의자 간의 상호작용은 크게 해부학적 상호작용과 기계적 상호작용으로 분류 할 수 있다. 대표적인 해부학적 상호작용으로 인체가 의자에 앉는 경우 인체의 골반뼈(pelvis)가 직립상태에 있는 경우에 비해 인체의 전면 방향으로 회전되는 골반의 회전과 골반의 회전에 수반되는 요추(lumbar)의 회전, 요추의 회전에 따라 각 요추 사이에 존재하는 추간판(disc)의 내압의 변화를 들 수 있다. 한편 기계적 상호작용으로는 인체의 살(flesh)과 의자의 방석 및 등받이 간의 접촉에 의해 발생하는 압력분포를 들 수 있다.[2][3][6]

2.2 인체-의자 간 상호작용의 CAE 해석

상기한 인체와 의자 간의 상호작용에 대한 CAE 해석을 수행하기 위해서는 인체의 거동을 잘 모사 할 수 있는 인체모델을 필요로 하는데, 여러 가지 인체 모델 중 복잡한 인체의 거동을 비교적 정확하게 예측 할 수 있는 인체모델은 매우 적은 것으로 알려져 있다.[6]

본 논문에서는 이러한 인체-의자 간에 발생하는 복잡한 상호작용을 해석하기 위해 이미 상용자동차업계에서 다양한 인체-제품의 상호작용 분석 및 차량 사고 발생 시 인체 상해를 예측하기 위한 용도로 사용되고 있는 인체모델 중 하나인 Fig.1 에 도시된 H-Model 을 사용하여 본 연구에서 다루고자 하는 인체-의자 간의 상호작용에 대한 CAE 해석을 수행한다.

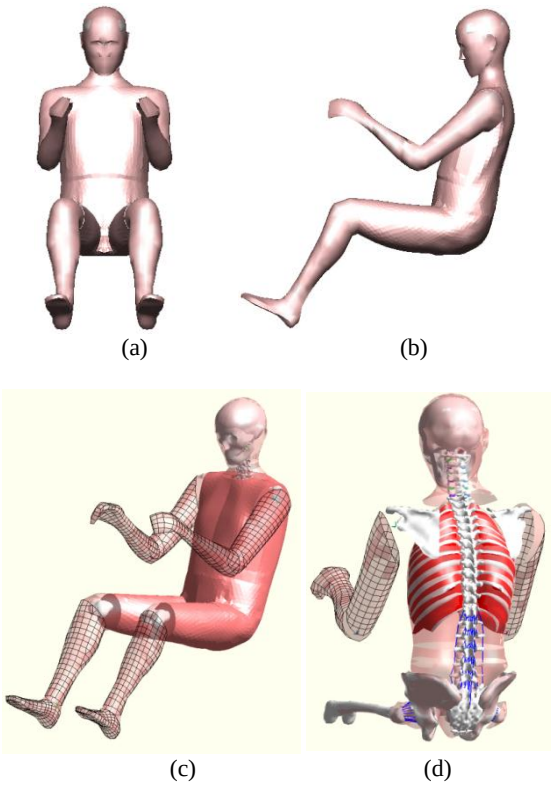

Fig. 1 H-Model [4]
(a) frontal view (b) side view (c) soft tissues (d) spine structures

H-Model 은 미국의 성인 남성의 평균 체형의 인체 치수를 기반으로 90,995 개의 2 차원 및 3 차원 요소로 이루어진 인체모델로 인체의 골격뿐만 아니라 장기의 각 부분과 피부조직 등이 묘사되어 있으며 근육은 살(flesh)의 형태로 모델링 되어 있다.[4]

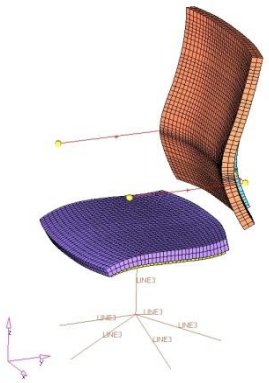

Fig. 2 FE model of chair

2.3 유한요소 모델

본 연구에서 다루고자 하는 기능성 의자와 인체 사이의 상호작용을 분석하기 위해 Fig. 2 에 도시된 바와 같이 의자의 유한요소 모델을 작성하고 의자의 요소망에 인체모델이 착좌하는 것을 해석하기 위해 Fig. 3 과 같이 인체와 의자를 배치하고 중력장 경계조건을 부여하여 해석을 수행하였다.

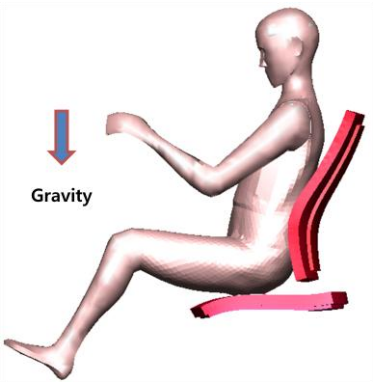

Fig. 3 FE model of human-chair interface

해석은 등받이의 형상과 위치가 각기 다른 의자 모델을 이용하여 수행하였으며 방석과 등받이의 압력분포와 인체모델의 요추부위 변형에 대해 분석하였다.

2.4 유한요소 해석 결과

유한요소 해석결과 본 연구에서 다루고자 하는 의자에 앉은 인체의 요추 변형과 압력분포가 Fig. 4 와 같이 나타나는 것으로 확인되었다.

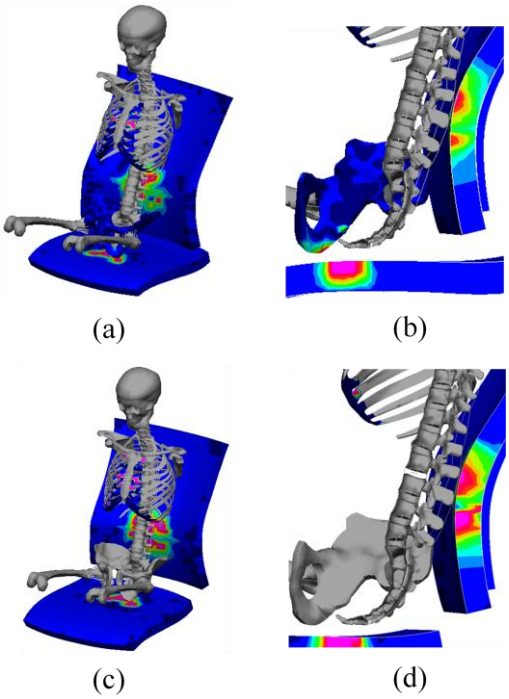

Fig. 4 FE simulation results: lumbar deflection and pressure distribution

Fig. 4 의 (a)와 (b)는 등받이가 인체의 요추 부위에 밀착되어 있을 때 요추 변형과 압력 분포를 나타낸 것이고 Fig. 4 의 (c)와 (d)는 등받이가 등에 밀착되지 않아 인체의 자세가 등받이 방향으로 많이 기울어진 자세에서의 요추변형과 압력분포를 나타낸 것이다.

일반적으로 인체가 의자에 앉았을 때 요추의 첫 번째와 다섯 번째 (L1~L5)가 이루는 각도가 직립상태와 가장 가까운 60 도 부근을 유지하는 경우 가장 큰 안락감을 느끼는 것으로 알려져 있다.[3][5] Fig. 4 의 (b)와 (d)를 비교하면 1 번 요추와 5 번 요추의 각도를 비교하면 Fig. 4 의 (b)의 요추각이 42 도 (d)의 요추각이 31 도 정도로 등받이가 인체에 밀착되는 의자의 경우가 직립상태에 더 가까운 값을 가지는 것을 확인 할 수 있다.

이는 등받이가 등에 밀착되는 경우 인체는 보다 큰 안락감을 느낄 수 있음을 의미하고 이때의 압력 분포 역시 Fig.. 4 의 (a)와 (c)에서 나타낸 바와 같이 한 곳에 집중되지 않고 의자의 넓은 부분에 고루 퍼지는 것을 확인 할 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 인체가 의자에 앉았을 때 기존의 감성적 평가에 의존하던 인체가 느끼는 안락감에 대한 정성적 평가에 비해 보다 체계적이고 정량적인 안락감 평가를 얻어내고자 인체모델을 활용하여 CAE 해석을 수행하였다. 본 연구에서 제시한 인체-의자의 상호작용에 대한 연구 방법은 의자의 개발 과정에서 다양한 의자의 설계 변수의 도출뿐 아니라 이와 유사한 인체-제품 간의 다양한 상호작용에도 적용 될 수 있을 것으로 기대한다.

후기

이 논문은 중소기업기술개발지원사업 (No. S1029762)의 지원과 2007 년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R11-2007-028-01001-0).

참고문헌

1. Tarek M. Khalil, Elsayed M. Abdel-Moty, “Ergonomics in Backpain”, Van Nostrand Reinhold, 1993.
2. Rachid Aissaoui, Michèle Lacoste, and Jean Dansereau, "Analysis of Sliding and Pressure Distribution during a Repositioning of Persons in a Simulator Chair" IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering 9(2): June., 215-224, 2001
3. Reed *et al.*, “An Investigation of Automotive Seating Discomfort and Seat Design Factors, final report”, University of Michigan Transportation Research Institute., 2001.
4. ESI Corp., H-Model Specification.
5. Zacharkow, “Posture: Sitting, Standing, Chair Design and Exercise”, Wiley, 1988
6. M.M. Verver, "A Finite Element Model of the Human Buttocks for Prediction of Seat Pressure Distributions”, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Vol. 7, No. 4, pp. 193–203, , August 2004.