



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

휠체어용 욕창방지 진동시트 개발

2012년 8월

부경대학교 산업대학원

기계시스템 및 조선공학과

김 태 균



공학석사 학위논문

휠체어용 욕창방지 진동시트 개발

지도교수 문 덕 홍

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함



김 태 균

김태균의 공학석사 학위논문을 인준함

2012년 06월 1일



주	심	공 학 박 사	양 주 호	(인)
위	원	공 학 박 사	장 지 성	(인)
위	원	공 학 박 사	문 덕 홍	(인)

목 차

제 1 장 서론	1
제 2 장 실험 장치 및 방법	3
2.1 옥창 발생 부위 및 실험 장치	3
2.2 실험 방법	5
제 3 장 실험 결과 및 고찰	7
3.1 진동 트랜스듀서의 설치	7
3.2 진동 방식 설계	10
제 4 장 결론	18
참고 문헌	19

Development of Vibration Seat of a Wheelchair for Preventing Ulcer

Tae-Gyun Kim

*Department of Mechanical Systems and Naval Architecture Engineering
The Graduate School of Industry
Pukyong National University*

Abstract

The number of people using wheel chairs is increasing as the number of the disabled is increasing.

It is known that the area with the intensive contact with the seat of wheel chairs, the hip area of a person is most likely to develop a ulcer. This is caused by the contact pressure developed over a large area over extended period of time (about two hours). Over this time, the capillary vessels within the affected area become clogged and results the lowered blood circulation in the muscles and thus, causes the tissues to develop necrosis and finally develops the symptoms of a ulcer. Prolonged pressure, pressure transfer, friction, moisture, temperature, and interior abrasion can cause a ulcer.

Therefore, the development of the vibration cushion seat for the wheel chairs was started to prevent pressure sores from developing within the people with paralysis in the lower half of their body and those with frequent wheel chair use. The focus of the vibration seat is to lower and disperse the biggest cause of pressure sore, the prolonged static pressure and to transform the static pressure into dynamic pressure and maintain the pressure status in dynamic pressure status.

Also, while conventional air cushions are designed to only disperse the pressure, the vibration seat is designed to provide not only the dispersion, but also, the acoustic vibration that stimulates skin and

causes the muscle tissue to heal, improved circulation, and improved muscle strength through low frequency vibration.

In this paper, dispersion effectiveness was studied and compared with various locations of transducers and the capacity of the transducers. And it came to a conclusion that the optimal application is with the auxiliary member, the spring inserted within a latex foam and the transducers attached to the spring. This delivers the maximum dispersion and proper dynamic pressure.



제 1 장 서론

현재 우리나라는 급속한 고령화를 시대를 맞이하고 있고, 장애인 인구가 점차 늘어나는 추세여서, 휠체어의 사용자가 꾸준히 증가 하고 있다. 특히 하지 마비 중증장애인의 경우 장시간 같은 자세로 휠체어를 사용하므로 항상 욕창 발생의 위험에 노출되어 있다. 욕창은 지속적인 압력, 전단력, 마찰력, 습기, 온도, 내부 상처 등의 복합적인 원인으로 발생한다. 예방법으로는 일정시간(최대 2시간)마다 몸을 이동시켜 주는 것, 즉 정적인 집중 접촉압력에 장시간 노출되지 않게 하는 것이 가장 중요하다. 휠체어 사용자의 경우 욕창발생은 의자와 인체의 엉덩이 부위의 접촉압력이 가장 높은 부분에서 발생하는 것으로 알려져 있으며, 큰 접촉압력으로 장시간 피부가 일정한 압력을 받으면, 모세혈관이 막혀 지방과 근육조직에 혈액순환이 원활하지 못하고 이에 따라 조직세포가 괴사하면서 욕창의 징후가 나타난다^{1)~7)}.

따라서 휠체어를 이동 수단으로 사용하는 하지 마비 장애인의 욕창 발생을 예방하기 위해 진동방식 개발을 생각하게 되었고, 욕창의 발생 원인 중 가장 큰 비중을 차지하는 정적인 집중 접촉압력을 낮추기 위해서 피부와 접촉 압력을 분산 시키고, 정지압력상태를 변동압력상태로 유지시킴으로써 욕창 발생 예방을 도모하고자 하였다.

또한 진동방석은 접촉 압력의 분산과 접촉점의 간헐적 변경이라는 측면만 고려한 기존의 상용 공기쿠션 제품들과는 달리 접촉 압력 분산과 더불어 음향진동자극을 인체의 피부에 인가하므로 근육세포의 치유, 혈류개선, 저주파 진동에 의한 근력향상의 효과라는 장점까지 있을 것으로 예상된다^{8)~12)}.

진동방석의 진동발생 장치는 A사 제품의 진동트랜듀서를 사용하였고, 장착위치와 용량 등에 따른 집중 접촉압력의 분산 효과와 변동 압력을 평가하여 제작하였다.



제 2 장 실험 장치 및 방법

2.1 욕창 발생 부위 및 실험 장치

Fig. 1의 ㉠~㉥는 장시간 휠체어를 사용하는 하지 마비 장애인들에게서 욕창이 주로 발생하는 부위를 나타내고 있다. 특히 ㉡와 ㉢는 휠체어 착석 시 접촉압력이 집중하는 부위와 일치하며, 일단 욕창이 발생하면 다른 부위 보다 쉽게 낫지 않고 긴 치료시간을 요구하는 특징이 있다¹³⁾. 따라서 ㉡, ㉢ 부분에서 발생하는 욕창 예방이 매우 중요하므로, 진동트랜듀서의 장착 위치도 착석 시 접촉 압력이 가장 집중되는 ㉢ 부근으로 하였다.



Fig. 1 Illustration of the common areas where pressure sores develop

진동방석은 진동트랜듀서가 장착된 시트와 쿠션의 2부분으로 구성

되어 있다. Fig. 2의 오른쪽 그림은 진동에 따른 압력변화 측정의 편의를 위하여 쿠션 부분은 제외한 진동트랜듀서가 장착된 시트만을 기존의 일반적인 휠체어에 조립한 모습으로 진동트랜듀서가 장착된 시트는 기존의 휠체어 시트 밑에 놓이게 된다. Fig. 2의 왼쪽 그림 가진 장치(진동을 발생시킬 수 있는 장치)와 계측 장치 및 데이터 분석 장치(시트와 피부가 접촉하는 지점의 변동압력을 계측할 수 있는 압력센서와 측정 데이터를 분석 할 수 있는 장치)를 나타낸다. 가진장치는 함수발생기(1), 앰프(2), 진동트랜듀서(3) 로 구성되며, 계측장치로는 압력센서(4), 앰프(5), PXI(6), PC(7)로 구성된다.

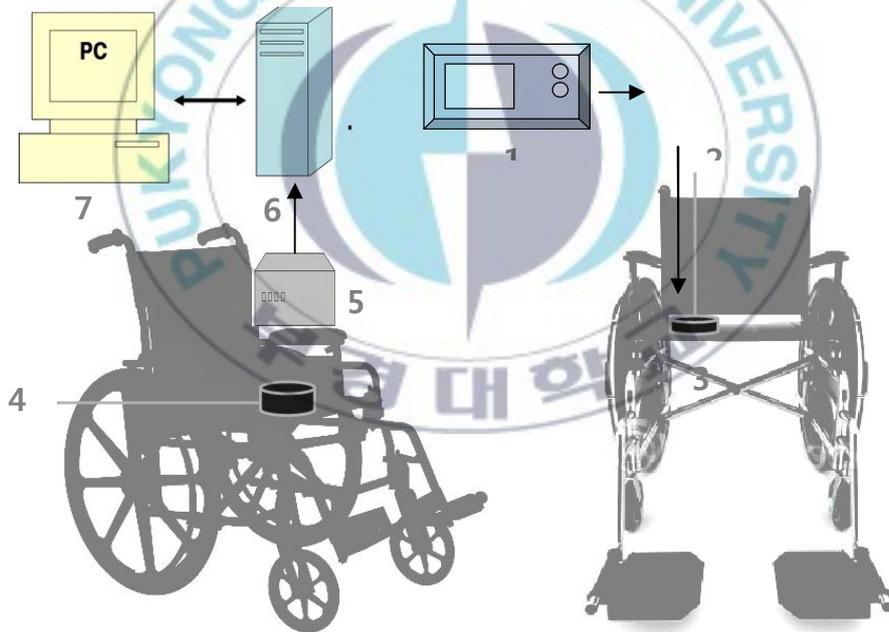


Fig. 2 Experimental equipment

2.2 실험 방법

측정 위치는 Fig. 3과 같이 기존의 휠체어 시트에 7×7의 격자를 그려서 각 교점에 센서를 부착하여 시간에 따른 압력변화를 측정하였다. 격자의 간격은 50 [mm]이며, 49개의 측정 점을 가진다.

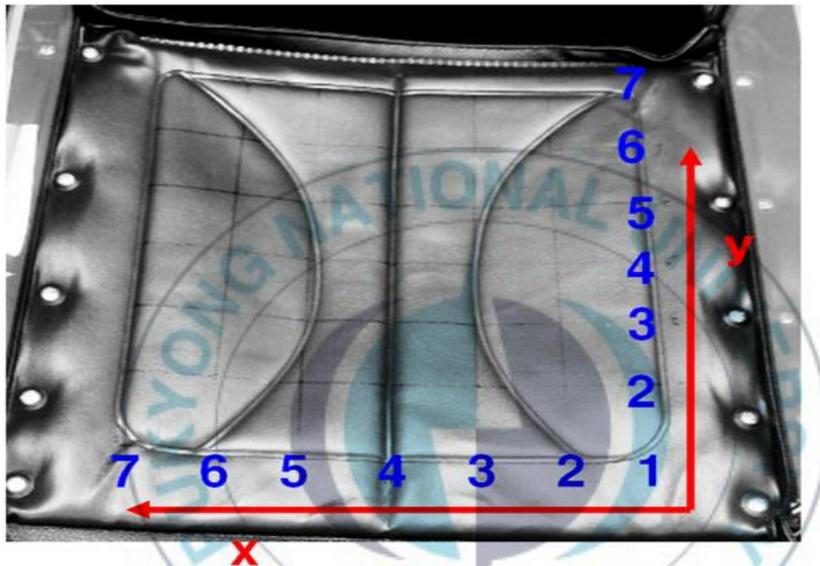


Fig. 3 measuring point of wheel chair seat

실험은 가죽시트에 진동트랜듀서만을 부착한 경우, 메모리 폼 (Memory form) 및 라텍스 폼 (Latex form)의 시트를 사용할 경우, 메모리 폼 (Memory form) 및 라텍스 폼 (Latex form)에 보조스프링과 진동트랜듀서를 부착한 진동시트를 사용할 경우에 대하여 각각 수행하

였다.

진동트랜듀서예의 진동입력신호는 50 [Hz]의 조화파(sine wave)로 하였다. 그리고 이 실험에 사용된 진동트랜듀서의 사양은 Table 1과 같다.

Table 1 Specification of transducers

Kinds of Transducer	V4	V6	V7
Properties			
Model	Acouve Vp408	Acouve Vp616	Acouve Vt732
Rated output [W]	3	5	10
Max output [W]	6	10	20
Impedance [Ω]	8	16	32
Weight [kg]	0.085	0.310	0.500



Fig. 4 Pressure measuring system

Fig. 4와 같이 압력센서를 부착하여 가진에 따른 압력변화를 측정하였다.

제 3 장 실험 결과 및 고찰

3.1 진동 트랜스듀서의 설치

진동 트랜스듀서의 부착위치, 용량 및 수량 등의 설치 최적조건을 파악하기 위하여 Fig. 4와 같이 Case 1(V7, 1개), Case2(V4, 2개), Case3(V6, 2개) 및 Case4(V7, 2개) 실험을 수행하였다. 이때 인가 하중은 각 경우 모두 10kg으로 동일하게 하였다.

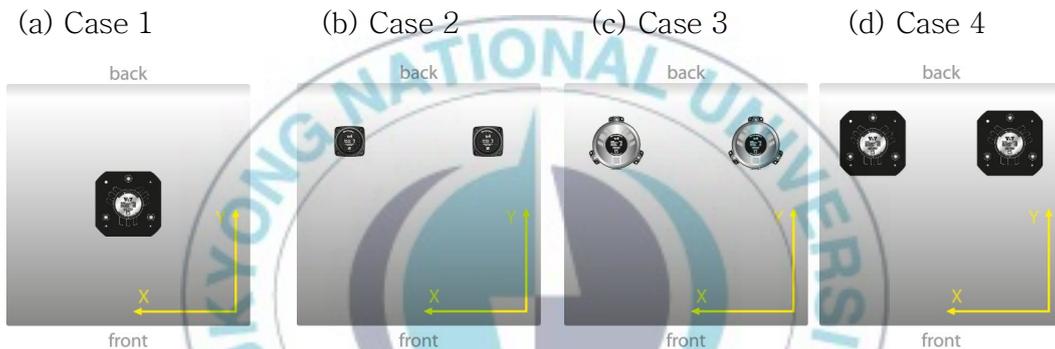


Fig. 4 Installation of transducers

Fig. 5는 Case1~4에 대한 49개점의 압력을 측정하고, 각각의 경우에 대하여 변동압력의 분포(상)와 등압력선(하)을 나타낸 것이다. 압력 변동 폭의 분포를 나타낸 것이다.

Case 1, 2, 3 및 4 모두 진동 트랜스듀서가 위치한 중심점 부근에서

진동에 의한 변동 압력의 진폭이 가장 큰 값을 알 수 있으며, 주변에 진동 전달은 급격히 감소함을 알 수 있다.

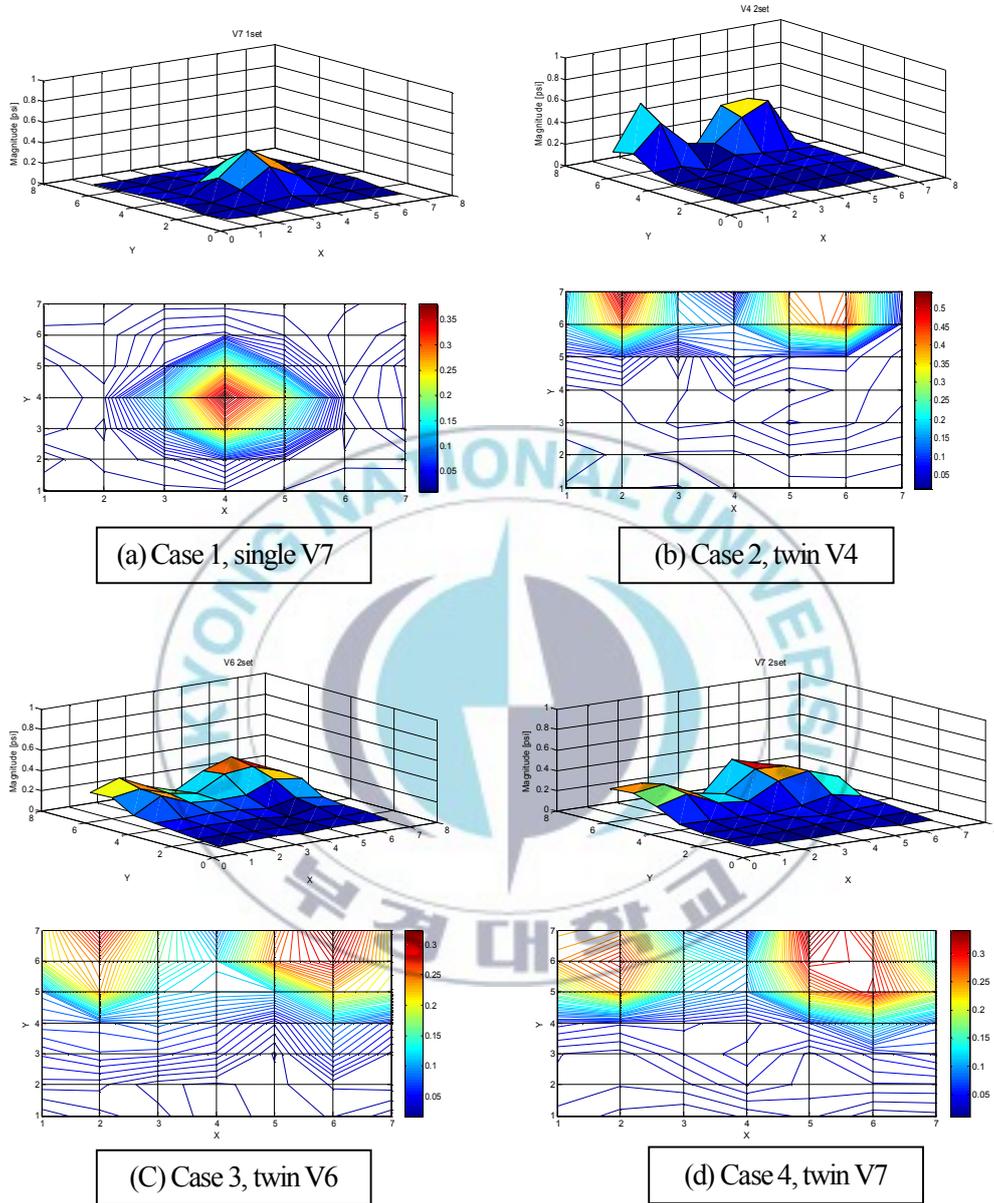


Fig. 5 Magnitude distribution of wheel chair seat at 50Hz

Table 2는 각 점의 50 [Hz] 성분 압력 진폭의 최대값과 49개에 대한 평균값을 나타낸다. 압력 진폭의 최고값은 Case 2의 경우 3822.5 [Pa]로 가장 높은 값을 가졌으며, 평균 압력 Case 4의 756.2 [Pa]이 가장 크다. 각 경우 입력전압은 12.00 [V]로 같았으나 임피던스 차이로 인한 소모 전력의 차이가 있었으며, 그 결과는 Table 3과 같다. Table 3은 각 경우 전원공급기에서 공급되는 전류를 나타낸다(전압은 12.00 [V]로 동일함).

Table 2 Maximum and average value of pressure

Case	1	2	3	4
Maximum [Pa]	2677.7	3822.5	2272.0	2399.5
Average [Pa]	339.1	669.9	737.2	756.2

Table 3 Power and current of power supplier's each type of transducers

Case	1	2	3	4
Current [A]	0.29	1.12	0.8	0.47
Power [W]	3.48	13.44	9.6	5.64
Impedance [Ω]	32	4	8	16

가장 많은 전력(power)을 사용하는 경우는 Case 2로 13.44 [W]를 기록했으며, 이는 V4 2개의 최대 정격 출력인 12[W]를 크게 초과하는 값이다. 반면, Case 1의 경우 가장 적은 전력을 소모함을 알 수 있었다.

Case 3의 경우 진동 압력 진폭의 최대값은 가장 작고 평균값은 두 번째로 큼을 알 수 있다. 이는 진동의 압력 분포가 가장 고르다는 것으로 볼 수 있으며, 정격출력에 근접한 9.6[W]의 전력소모를 나타내므로 4개의 경우중 가장 설치 사양이 적절하다 하겠다.

따라서 진동 트랜듀서의 부착위치와 용량 등에 따라서 집중 접촉압력의 분산효과를 평가한 결과 2개의 10 [W]용량의 진동 트랜듀서(V6)를 휠체어의 후부 즉, 양쪽 엉덩이뼈 부근의 위치에 장착 하는 것이 압력 분산의 효과가 가장 양호하다는 결론을 얻었다.

3.2 진동 방식 설계

새로운 진동방식을 제안하기 위하여 Table4과 같이 Case5~9에 대하여 인체와의 접촉변동압력을 실험을 수행하여 결과를 고찰하였다. 여기서 가진 장치는 앞 절 최적조건 Case3로 하였다.

그리고 Case5~7은 가죽시트에 가진 장치를 설치하여 계측을 한 것이다. Case5는현재 시중에서 시판되는 에어쿠션시트(Air cushion

Table 4 Properties of test cushion

	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9
Cushion Material	Air Cushion (thickness 50mm)	Memory Foam (thickness 50mm)	Latex Foam (thickness 35mm)	Memory Foam (thickness 50mm) + Auxiliary spring + Transducer	Latex Foam (thickness 35mm) + Auxiliary spring + Transducer

seat)을 사용한 것이고, Case6와 Case7는 에어쿠션시트대신에 시중에서 일반적으로 구입 가능한 Memory Foam, Latex Foam을 Fig. 6과 같이 보조용 쿠션으로 사용한 것이다.



Fig. 6 Auxiliary cushion

특히 Case8 및 Case9는 Fig. 7과 같이 Case6과 Case7의 쿠션재료 속에 직경5mm의 철선 형태의 스프링을 삽입하였고, 진동트랜듀서는 붉은색 원의 위치에 부착하여 진동 방식의 형태로 제작하여 위와 동일한 조건의 실험을 수행하였다.

또한 측정의 편의성을 위하여 Fig. 8과 같이 쿠션 재료 바로 위에 얇은 필름을 얹어서 필름 위에 압력센서를 부착하여 표면 접촉 변동압력을 측정하였다



Fig. 8 Measuring system with film

Case 5~9에 대하여 피실험자(키175cm, 몸무게75Kg, 연령22세, 남자)가 휠체어에 가만히 앉은 경우의 시트와 인체 사이의 접촉변동압력을 측정하여, 압력의 분포와 최대접촉평균압력을 Fig. 9~14에 나타내었다.

모든 경우 최대접촉평균압력은 엉덩이 부근에서 나타나고 있고, 따라서 이 부근이 욱창이 생기기 쉬운 곳임을 쉽게 알 수 있다.

Fig. 9~ Fig. 14는 Case 5 ~ Case 9에 대한 최대접촉평균 압력을 나타낸 것으로 이 압력을 기준으로 접촉압력이 진동에 의하여 변동한다. 즉, Table 5의 $\pm 63.19\text{Pa}$ 가 변동압력에 해당한다. 각 Case에 대하여 최대접촉 평균압력과 변동 압력을 Table 5에 정리하였다.

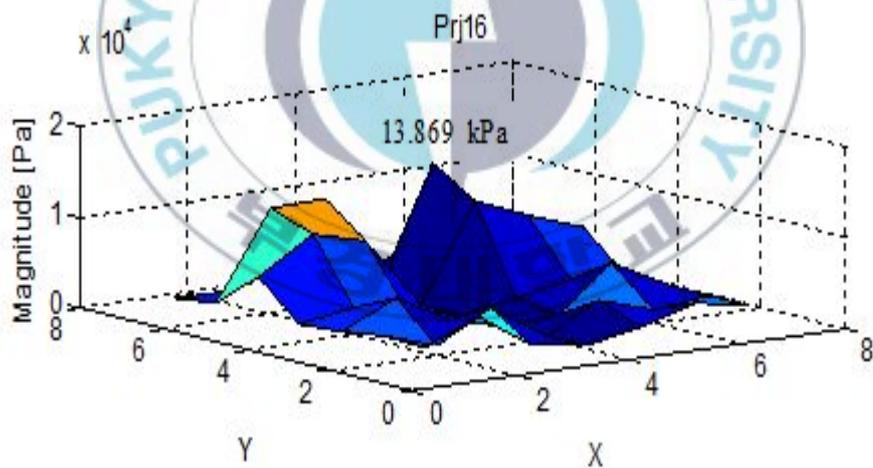


Fig. 9 Maximum means pressure and pressure distribution of case5

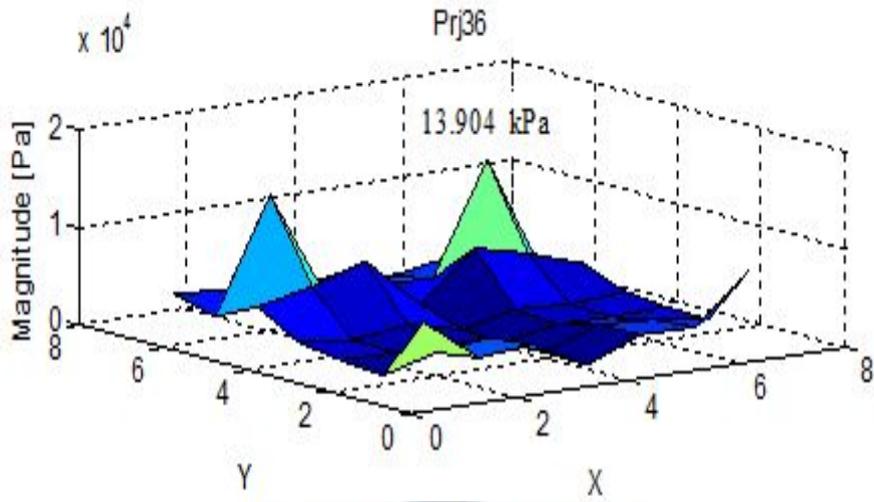


Fig. 10 Maximum means pressure and pressure distribution of case6

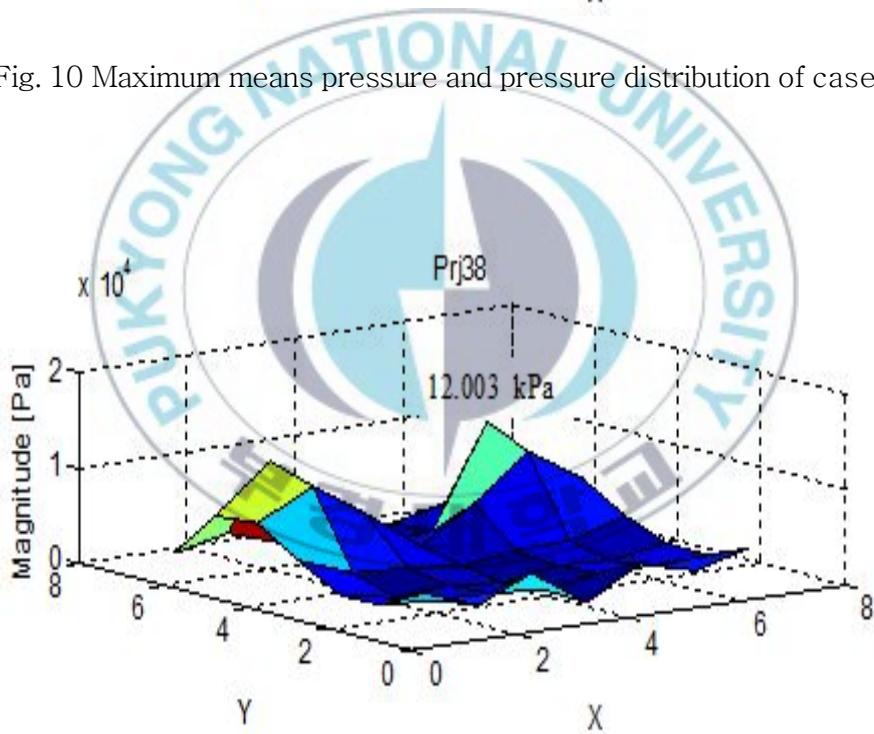


Fig. 12 Maximum means pressure and pressure distribution of case7

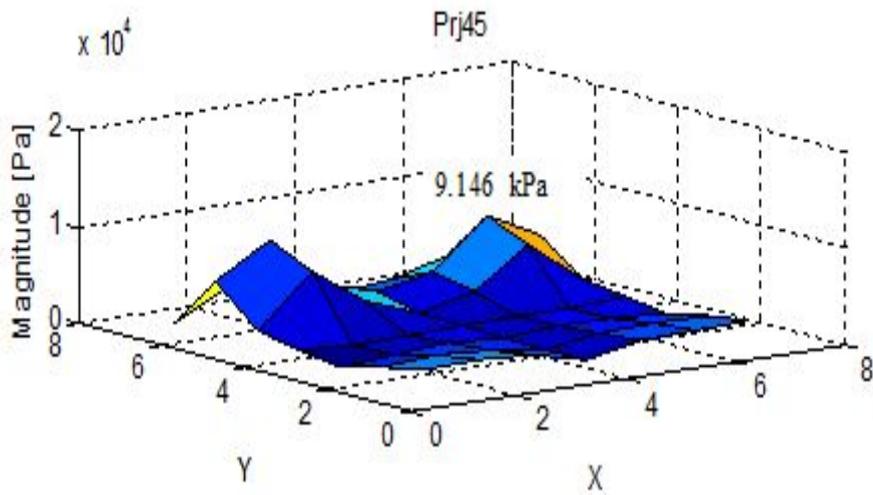


Fig. 13 Maximum means pressure and pressure distribution of case8

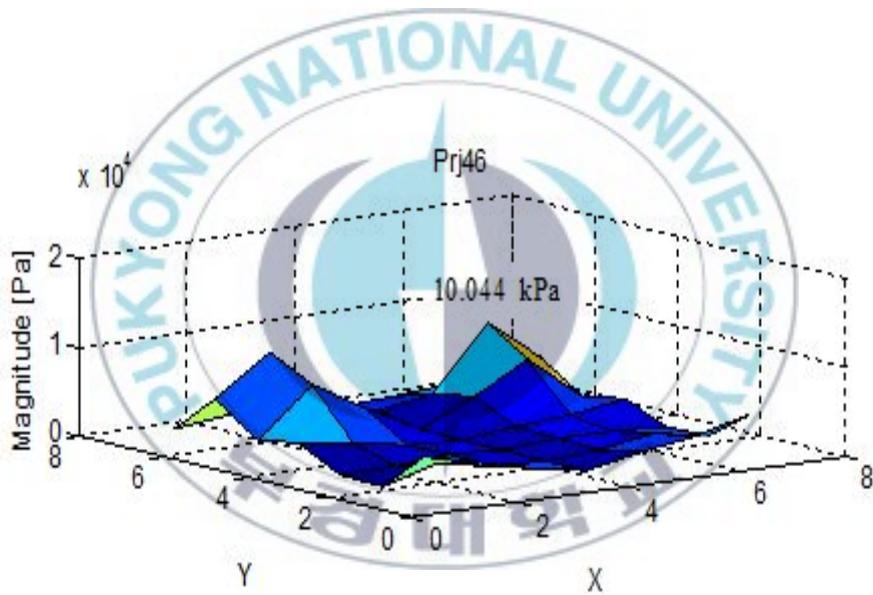


Fig. 14 Maximum means pressure and pressure distribution of case9

Table 5에서 최대접촉 평균압력 값의 측정 결과를 비교하여보면, Air Cushion시트와 Memory Foam시트는 각각 13.87과 13.9kPa로 거의

유사한 압력 분포를 보이고 있고, Latex Foam시트는 12kPa로 다소간의 압력 차이를 보이고 있다.

Table 5 Maximum and fluctuation value of pressure

Pressure Values Cases	Maximum mean pressure [kPa]	Fluctuation pressure at 50 Hz [Pa]
Case 5	13.87	63.19
Case 6	13.90	86.47
Case 7	12.00	60.42
Case 8	9.15	77.31
Case 9	10.92	75.38

육창의 발생 원인 중 가장 큰 비중을 차지하는 최대접촉압력을 비교하여 보면, 최대 압력의 분산 효과는 Fig. 15에서와 같이 Case8, Case9의 Memory Foam과 Latex Foam의 사이에 스프링을 삽입한 보조용 쿠션에서 최대 압력이 분산되는 효과가 나타나는 것을 알 수 있다.

이는 스프링 구조물을 쿠션에 삽입함으로써 진동 전달의 분산 효과가 있는 것으로 판단된다.

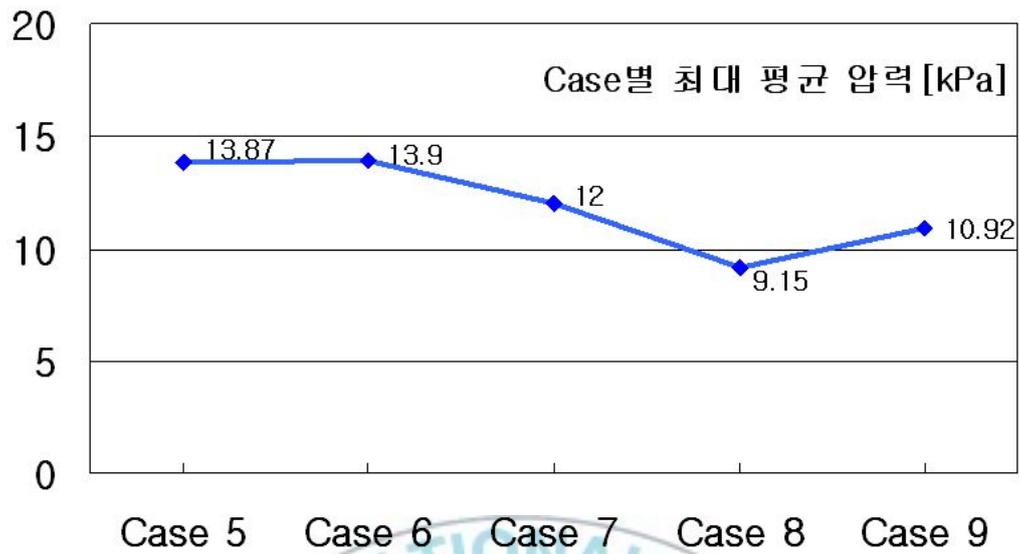


Fig. 15 Variation of maximum mean pressure

따라서 이런 상대적으로 낮은 최대접촉압력과 변동압력의 작용으로 모세혈관 폐쇄임계압력인 4.4kPa에 도달하지 않게 하는 것이 가능할 것으로 생각된다.

제 4 장 결론

중증장애이용 휠체어에 적합한 욕창방지시트를 연구개발하기 위하여 여러 종류의 진동시트 고안하여 비교 검토한 결과, 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 진동트랜듀서의 설치조건은 Case3의 경우가 최적임을 알 수 있다.
2. 진동시트는 Case8의 라텍스 폼에 보조스프링을 삽입하고 진동트랜듀서를 부착한 것이 최대접촉변동압력의 분산효과도 양호하고 변동압력도 적절한 것을 알 수 있다.
3. 앞으로 이 논문이 제안한 진동 시트를 실제 중증장애인의 휠체어에 적용하여 실질적인 욕창방지 효과를 검증하는 보완 연구가 필요할 것이다.

참고 문헌

1. 나연경, 홍혜숙, “욕창 간호 중재 적용을 위한 휠체의 욕창형성 예비실험”, 2009, 기초간호자연과학회지, 2009, pp. 99~104
2. 허찬영(단장), "욕창의 예방과 치료: 임상 실무 지침서(Prevention and Treatment of pressure ulcers: clinical practice guideline" 2009, 분당서울대학교병원 욕창자문위원단
3. 황희윤, 신용섭, 조현성, 여진석, “전신마취를 받는 환자에서 발생하는 압박 욕창의 발생률과 위험인자의 조사, 2007년 7월, 대한마취과학회지 제53권 제1호 통권259호 pp.79-84
4. 정광태, 강병기, 전경진, 원병희, 홍재수, “욕창방지 매트리스와 제여기의 인간공학적 평가 및 디자인”, 2009, 디자인학연구 제83호 Vol. 22 No. 3, pp. 67~76
5. 조현석, 류제청, 김규석, 문무성, 이인혁, “욕창방지방석용 공기 셀의 설계요소에 따른 체압 분포 특성 분석”, 2007, 한국정밀공학회지 제24권 제5호, pp. 118~126
6. 홍정화, 김규석, 추준욱, 문무성, 이인혁, “지능형 욕창방지 시트쿠션의 개발”, 2003, 한국정밀공학회지 제20권 제1호, pp. 7~25
7. R. B. Roemer, "Oscillating wheelchair seat for prevention of decubitus ulcers" 1979, Medical and Biological Engineering and Computing Vol.17, No.3, pp379~382
8. 岩谷 房子, "末期 患者に対する音楽療法を試み, The trial of music therapeutics for terminal patients", 1994, 일본바이오뮤직학회지 제11권, pp29-28

9. Olav Skille, "VIBROACOUSTIC THERAPY AND ITS EFFECT ON VARIOUS POPULATIONS" , 1989, Music Therapy, Vol.8(1) pp,61-77
10. Gojiro Nakagami와 8명, "Effect of vibration on skin blood flow in an in vivo microcirculatory model" , 2007, Bioscience Trends, Vol 1(3) pp. 161-166
11. K. Kerschman-Schindl, S. Grampp, C. Henk, H. Resch, E. Preisinger, "Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume", 2001, Clinical Physiology 21, 3, 377-382, © 2001 Blackwell Science Ltd
12. Seok-Jae Chu, "Finite element analysis of contact stresses between a seat cushion and a human body", 1999, Regional research center.

