

<논문> SAE NO. 97370075

승용차 시트용 폼의 진동전달을 최소화에 관한 연구

A Study on the Minimization of Transmissibility of Seat Foam in Passenger Vehicles

류 윤 영*, 박 명 혁**
W. Y. Ryu, M. H. Park

ABSTRACT

One of the most important factor for the comfort of the passenger vehicles is the minimization of the compressible transmissibility during the running vehicles.

Seat foam materials of I2 series(index 95 and the contents of isocyanate TDI was changed in percentages 75, 70, 65, 60, 50, 40) and D1 series(density 50Kg/m³, index was changed 100, 95, 90) showed the significant differences in their transmissibility depended upon their chemical constitution such as index and contents of isocyanate TDI.

The minimum transmissibility of seat foam materials of I2 series was found from the materials with the contents of 65% isocyanate TDI and the index 95 at the frequency 4.79~5.31Hz.

Also the minimum transmissibility of seat foam materials of D1 series was found from the materials with the index 90 and the density of 50Kg/m³ at the frequency of 4.79~5.31Hz.

주요기술용어 : Seat Foam(의자용 폼), Foam Cushion(폼 쿠션), Compressible Transmissibility(압축성 진동전달율), Spring Damper System(스프링 댐퍼 기구), Chemical Composition(화학적 조성).

1. 서 론

최근 우리나라의 승용차 생산대수와 보유대수가 증가되고, 자동차 도로도 많이 늘어남에 따라, 많은 사람들이 자동차를 이용하는 시간

이 증가되었다. 따라서, 자동차에 승차하는 시간이 늘어나면서, 자동차 승차감이 문제가 되고 승용차 시트의 안락감에 관심이 늘어나게 되었다.

Lee¹⁾등은 자동차 시트의 진동특성에 관한 연구에서, 시트의 동적 특성 실험을 수행한 결과 주파수 3Hz 부근과 5Hz 부근의 진동성분이 관측되었고, 시트의 지지하중 50Kilogram force

* 정회원, 경희대학교 공과대학 섬유공학과

** 대원강업 주식회사

에서 자동차의 고유진동수는 3.65Hz로 선진국 수치와 거의 같았고 감쇠비(Damping ratio)는 0.2로서 외국산 승용차의 경우인 0.13~0.25와 비슷한 수준이었다고 보고되었다.

Kazuhiro²⁾는 자신들이 만든 두가지의 시트를 비교 연구한 결과 시트의 안락함은 시트를 구성하는 세가지 요소, 즉 차체지지대(Body support), 진동전달율(Transmissibility)과 맞춤성능(Fit performance)을 총합한 것이라고 보고하였다. 또한 진동전달율(Transmissibility)과 시트용 폼과의 연관성에 대해서 발표한 것에 따르면 전달율의 수치를 줄이는 것이 불쾌감을 줄일 수 있는 방법이라고 보고하고 있다.

Terry³⁾등은 컴프레션 세트시험(Compression set test)과 응력완화시험(Stress relaxation test), 크리프시험(Creep test)등은 점성유동(Viscous flow)의 결과로 나타나는 현상이라고 하였다.

Misprieve⁴⁾등은 휘성이 있는 폴리우레탄 폼과 열성형(Hot molding)에 대해서 보고하였다. 열성형기술의 두가지 측면 즉 톨루엔 디 이소시아네이트(Toluene diisocyanate, TDI 로솜)의 하나인 TDI 65(2, 4 톨루엔 디 이소시아네이트와 2, 6 톨루엔 디 이소시아네이트를 65/35의 비율로 혼합한것)를 사용하여 밀도가 높은 시트용 폼을 제조하는 것과 씨에프씨(Chlorofluorocarbon)의 사용량을 줄이고 폴리올(Polyol)을 변형사용하는 방법에 대해서 연구하였는데, 이는 시장수요가 증가되는 열성형제품의 품질요구에 맞추어 이루어진 것이다.

Carey⁵⁾ 등은 자동차 시트용 저밀도의 우레탄 폼 제조방법에서 환경문제로 인한 씨에프씨(Chlorofluorocarbon CFC) 대신에 블로우잉제(Blowing agent)로 물을 더 많이 사용하며 폴리올(Polyol)을 개량 사용한 제조방법에 대해서 연구하였다.

McClellan⁶⁾등은 디 이소시아네이트 디 페닐 메탄(Diisocyanato-diphenyl methane MDI로솜)에 기본을 둔 폴리우레탄 폼에 관한 연구에서 다섯가지의 물리적 성질을 검토할 것을 제안하였다. 첫째는 새그 팩터(Sag factor 시트용 폼 50평방인치) 크기의 것을 65% 압축하는데

드는 힘을 25% 압축하는데 소요되는 힘으로 나눈 값으로 이값이 크면 그만큼 안락하다고 한다)로 시트용 폼의 안락성을 나타내는 수치이고, 둘째는 인덴테이션 로오드 디플렉션값(Indentation load deflection ILD라고 씀)을 최소화하는 것, 셋째는 이소시아네이트 인덱스(Isocyanate index)를 최대화하여 휴미드 에이지 컴프레션 세트(Humid age compression set)값을 최소화하는 것이고, 넷째는 75% 컴프레션 세트(Compression set)를 최소화하는 것, 또 다섯째는 밀도(Density)를 최소화하는 것이라고 발표하였다. 그러나 이러한 연구들은 주로 새로운 폼 쿠션(Foam cushion)의 제조방법이나 물리적 제원인 밀도(Density), 인장강도(Tensile strength), 난연성(Inflammability), 압축하중에 대한 변형(Compression load deflection), 일정변형에 의한 압축의 변형(Constant deflection compression set), 레질리언스(Resilience) 등에 그 노력이 집중되어 있다.

따라서 시트의 안락성과 관련되는 성질로 이들의 압축, 특히 자동차 주행시에는 동적인 압축에 의하여 진동변형이 일어나는 바 이들에 관해서는 취급되지 못하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 이들 시트용 폼의 동적 압축특성을 연구하기 위해서 반복압축변형에 대한 실험장치를 제작하여 연구대상이 되는 시트용 폼에 대해서 실험하고, 이론적인 모델을 활용하여 실험결과로부터 이들에 대한 물성을 계량화하고자 한다.

2. 모델링(Modelling)

본 연구에서 연구 대상이 되는 폼 쿠션의 물성을 알아내기 위해서 이를 Fig.1에 보인 바와 같은 스프링 댐퍼 시스템(Spring-damper system)으로 생각하여 이것의 운동 방정식을 세워 보면 (1)의 식으로 표현된다.

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = p \quad (1)$$

여기서,

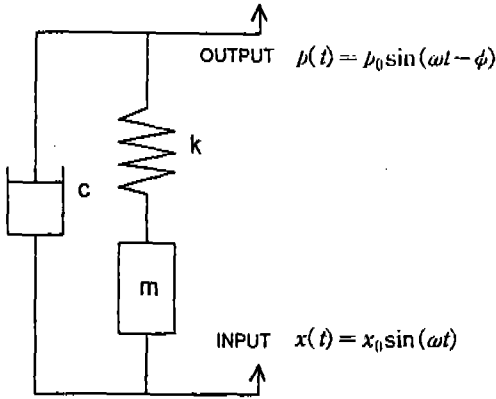


Fig.1 The Modelling of Spring-Damper System

- m : 질량,
- c : 점성 계수(Coefficient of viscosity),
- k : 스프링 상수(Spring constant),
- x : 입력(변위),
- t : 출력(압력)으로 나타낼 수 있다.

이 식을 라플라스 변환(Laplace Transform)하면 다음과 같다.

$$G(S) = mS^2 + cS + k \tag{3}$$

식 (3)에 $S=i\omega$ 를 대입하면

$$G(i\omega) = k - m\omega^2 + ic\omega \tag{4}$$

식 (4)에 의해 전달 함수가 식 (5)와 같이 구해진다.

$$|G(\omega)| = [(k - m\omega^2) + (c\omega)^2]^{1/2} \tag{5}$$

또한, 이 실험의 입, 출력 신호는 다음과 같이 나타나므로,

$$X(t) = X_0 \sin(2\pi ft) \tag{6}$$

$$P(t) = P_0 \sin(2\pi ft - \phi) \tag{7}$$

여기서 실제 출력의 진폭(Amplitude)은 식 (8)로 쓸 수 있다.

$$|P(\omega)| = [(k - m\omega)^2 + (c\omega)^2]^{1/2} \tag{8}$$

이때의 위상각(Phase angle)은 식 (9)로 나타낼 수 있다.

$$\tan(\phi) = c\omega / (k - m\omega^2) \tag{9}$$

그리고 k 와 c 는 이들 식 (8), (9)에 의한 연립 방정식을 풀면 얻을 수 있다.

$$K = M\omega^2 + hA\cos\phi \tag{10}$$

$$c = hA\sin\phi / \omega \tag{11}$$

$A = |P(\omega)| / h$ 에서 A 는 주파수 응답의 크기(Frequency response amplitude)를 나타내며, h 는 단위 환산 계수로 압축을 받은 시료의 단면적으로 표시되며, 여기서 사용된 시료는 가로 55mm×세로 55mm×길이 60mm의 크기이고 길이 방향으로 압축을 준 실험이므로 단면적은 55mm×55mm의 값을 갖고 단위 환산 계수는 0.003025m²이 된다.

3. 실험

본 연구에서 수행하는 실험은 현재 생산되고 있는 자동차 시트용 폼 쿠션과 실험목적을 위해 준비한 20종류의 시료를 대상으로 하였고, 이들 시료는 D사에서 제작 생산한 것을 사용하였다. 이것의 정적 압축시험은 이미 연구⁷⁾되었으며, 이번에는 동적압축시험을 수행하기 위해서 적당한 실험장치를 제작하였다. 동적압축 시험은 표준상태(온도 20±2℃, 상대습도 65±2%)하에서 수행되었다.

3.1 실험 장치

본 실험에서는 속도 가변 장치가 부착되어 있는 스카치 요크(Scotch-yoke) 메카니즘의 피

스톤-실린더 장치⁷⁾가 사용되었다. 프레임에 고정되어 있는 실린더 속에 시료를 넣어 압축하도록 하였고, 변속 모터를 이용하여 저단 기어에서는 0.1, 0.5Hz를 고단 기어에서는 1.25Hz에서 10Hz까지 속도를 조정하였다. 실린더 내부의 밀면 주위에 압력 트랜스듀서를 설치하여 압력 변화를 On-Line 측정하였고, 피스톤과 같이 움직이는 램(Ram)의 하단부에 변위 트랜스듀서를 설치하여, 피스톤 왕복 운동의 변위를 On-Line 측정하였다. 이들 두 신호는 증폭기(Amplifier)를 거쳐 전압값으로 측정되어 에이디 변환기(A/D Converter)를 통해 586 퍼스널 컴퓨터에 디지털 신호로 입력되게 하였다. Table 1 과 2에 입력센서와 출력센서의 사양을 나타내었다.

인간이 가장 민감하게 감지하는 주파수 범위가 4~8Hz이며, 본 연구에서 제작한 실험 장치로 실험 가능한 주파수가 최고 10Hz였으므로, 0.1, 0.5, 1.25, 2.5, 5, 10Hz의 여섯 가지 주파수로 실험하였다.⁸⁻⁹⁾ 또한 데이터를 받아들이고 분석하는데에는 미국 Data Translation Inc.사의 Global Lab의 A/D Module과 FFT 분석을 사용하였다. 실험 장치의 개략도와 구성도는 Fig.2와 Fig.3에 나타내었다.

3.2 시 료

본 실험에 사용된 시료는 이미 국내 승용차에서 사용하고 있는 두 종류(F/C, R/C)를 생산하고 실험적으로 18가지의 폴리우레탄 폼을 생산해 준 대원강업에서 지원을 받았다. 처음 두 종류(F/C, R/C)를 제외하고는 화학적 조성을 달리하면서 시료를 생산하였다. 먼저 I1R1부터 I1R6까지는 Table 3-3에 나타나 있듯이 Index 값을 100으로 고정한 후 TDI의 함량을 75부터 40까지 변화시켜 시료를 제작하였다. 또한, I2R1에서 I2R6까지도 Index 95를 기준으로 한 후, TDI의 함량을 75에서 40으로 변화시켜 시료를 제작하였다. 또한 D1I1에서 D2I3까지는 MDI를 기초로 한 폼(MDI based foam)의 시료 생산을 위한 조성으로 밀도를 D1=50kg/m³, D2=60Kg/m³로 각각 고정시킨 후, Index값을 100, 95, 90으

Table 1 Specification of displacement transducer

Name	DCDT position transducer
Maker	MOOG
Rated position range(inches)	6.0
Output sensitivity(vdc/inch/vdc input)	0.17
Frequency response<3 db down (Hz)	75
Excitation voltage	3 vdc min to 30 vdc max
Load impedance	>100kΩ
Non-linearity	<1.0% of full scale
Temperature range	-40°C to +120°C

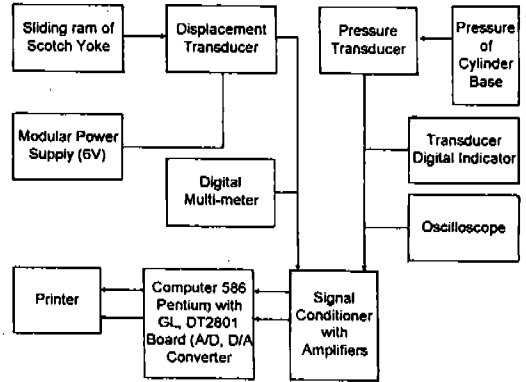


Fig.2 Scotch-yoke Mechanism for Testing Devices

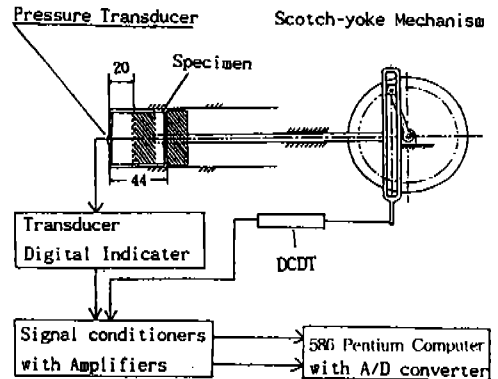


Fig.3 The Block Diagram of Data Logging system

Table 2 Specification of pressure transducer

Name	Absolute Pressure transducer P42K
Maker	HBM(Germany)
Measuring range(bar)	2
Natural frequency(kHz)	5
Nominal sensitivity(mV/V)	2
Sensitivity tolerance(%)	±0.3

Table 3 Chemical composition of specimens

Component	F/C	R/C	IIR1	IIR2	IIR3	IIR4	IIR5	IR6
Polyol	100	100	100	100	100	100	100	100
Catalys T	0.45	0.45	0.6	0.6	0.45	0.45	0.45	0.45
N	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Surfactant	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Blowing agent	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Pigment	0.15	0.15						
Total weight	104.9	104.9	104.9	104.9	104.75	104.75	104.75	104.75
Isocyanate	60	60	75	70	65	60	50	40
TDI	40	40	25	30	35	40	50	60
M-MDI	97	94	99.4	99.89	99.52	99.52	100.23	99.57
Index								

로 변화시켜서 시료를 제작하였다. 각 시료는 높이(55mm)×폭(55mm)×길이(60mm)로 절단하여 길이방향으로 정현파 입력을 받게끔 실험하였다. Table 3에서는 시료의 화학적 조성을 나타내었다. 또한 Index number(혹은 Isocyanate index)는 다음과 같은 식 (12)로 표현¹⁰⁾된다.

$$\text{Isocyanate index} = \frac{\text{isocyanate가 쓰인 실제 양}}{\text{isocyanate가 필요로 하는 이론적인 양}} \times 100 \quad (12)$$

Polyol : Polyether polymer polyol

- OH value 30~35 mg KOH/g
- Viscosity(25°C) 1200 cps.
- av. m. w. 5100

M-MD : Modified MDI

- 39~40% NCO Content
- Viscosity(25°C) 30 cps.

Table 4 Chemical composition of specimens

Component	I2R1	I2R2	I2R3	I2R4	I2R5	I2R6
Polyol	100	100	100	100	100	d100
Catalyst T	0.45	0.45	0.6	0.6	0.45	0.45
N	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Surfactant	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Blowing agent	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Total weight	104.75	104.75	104.75	104.75	104.75	104.75
Isocyanate TDI	75	70	65	60	50	40
M-MDI	25	30	35	40	50	60
Index	94.3	94.67	95.1	95.6	95.04	94.46
Remarks	R : Ratio of isocyanate					

Table 5 Chemical composition of specimens

Component	D1I1	D1I2	D1I3	D2I1	D2I2	D2I3
Polyol	100	100	100	100	100	100
Blowing agent	9.37	9.37	9.37	9.37	9.37	9.37
Total weight	109.37	109.37	109.37	109.37	109.37	109.37
Isocyanate TDI	68.03	64.03	61.23	68.03	64.63	61.23
M-MDI	25	30	35	40	50	60
Index	100	95.06	90.08	100	99.06	90.08
Remarks	D : Ratio D1=50kg/m ³ D2=60kg/m ³ I : Index					

Catalyst : T&N Amine type

Surfactant : Silicon glycol copolymer

3.3 실험

예비 실험의 결과에서 얻어진 몇가지 조건을 고려하여 본 실험을 수행하였다. 즉 정상상태(Steady state)에 도달한 데이터를 얻기 위해서 800회의 왕복 운동이 지난 후에 24 mm의 왕복거리로 데이터를 받았으며, 한 싸이클당 200개의 데이터 포인트로 신호를 받았다. 그리고 실험할대의 주파수를 모든 시료에 동일하게 적용시켰으며, 동일조건인 실험에서 3개의 시료를 반복실험하였고, 실험데이터를 받는 동안 그 파형이 컴퓨터 모니터상에 나타나게하여 데이터가 받아들여지는지를 확인할 수 있게 하였다.

이때 입력신호인 정현파의 변위신호와 출력신호인 압력신호는 앰플리파이어를 거쳐 전압

값(Volt)으로 나타나게 되었다. 이러한 신호를 센서의 고유사양대로 환산하여 입력은 cm로, 출력은 kPa로 나타나게 하였다. 이 데이터들을 다시 FFT 변환하여 입출력의 실수부(Real part)와 진폭(Amplitude)을 구하여 식 (10), (11)로부터 k 값과 c 값을 구했다. 다시 이들 스프링상수와 점성계수의 값으로 식(8)로부터 전달함수를 구했다.

4. 결과 및 고찰

이제까지 수행한 실험 데이터와 압축 진동의 진폭 및 위상각을 계산하고 모델의 k 값과 c 값을 구하여 시트용 폼의 전달률을 구하여 다음의 결과를 얻었다.

4.1 스프링 상수(Spring constant)

4.1.1 I1그룹 시트용 폼

I1그룹(Index가 100이고 TDI의 백분율이 75%에서 40%으로 감소되는 그룹)에 속하는 시트용 폼의 스프링 상수가 폼의 화학적 조성과 주파수에 따라 변화되는 모양을 Fig.4에 보였다. Fig.4에서 보면, 이들 스프링 상수는 시트용 폼의 화학적 조성에 영향을 받지 않고 주파수에도 영향을 받지 않음을 알 수 있었다.

4.1.2 I2 그룹 시트용 폼

I2그룹(Index가 95이고 TDI의 백분율이 75%에서 40%으로 감소되는 그룹)에 속하는 시트용 폼의 스프링 상수가 시료의 화학적 조성 및 주파수 변화에 따라 변하는 모양을 Fig.5에 보였다. Fig.5에서 보면 이들 스프링 상수는 주파수 변화에 따르는 의존성이 대단히 크며 화학적 조성, 즉 TDI의 함량변화에 따르는 의존성이 매우 크다는 것을 알 수 있다.

4.1.3 D1 그룹 시트용 폼

D1 그룹(Density는 50kg/m^3 이며 Index값이 100, 95, 90으로 감소되어가는 그룹)에 속하는 시트용 폼의 스프링 상수 값의 변화를 살펴보면 Fig.6에서와 같이 시트용폼의 화학적 조성 변화에 따라서 유의한 변화를 보이고 있다. 즉 Index값이 100에서 90으로 변하는데 따라 스프

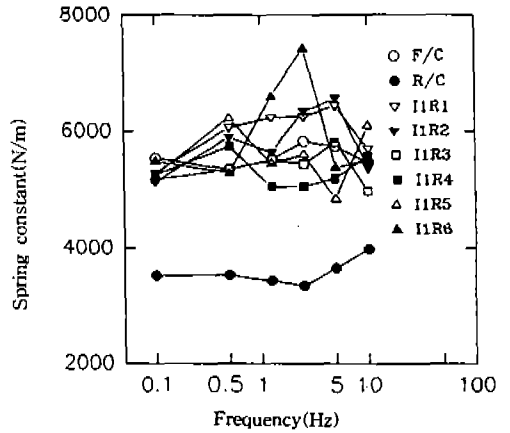


Fig.4 Spring Constant of I1 Group

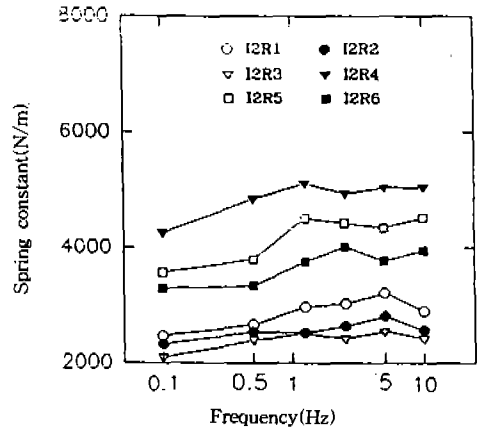


Fig.5 Spring Constant of I2 Group

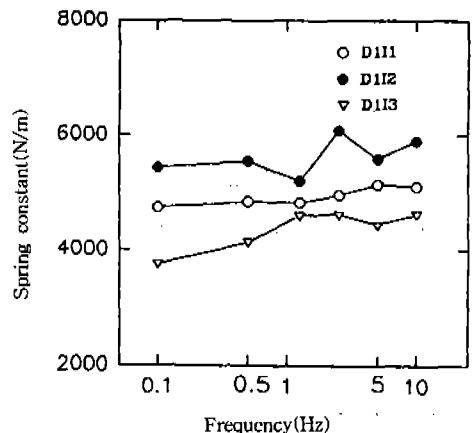


Fig.6 Spring Constant of D1 Group

링 상수 값이 차이를 보이고 있다. 또한 주파수 변화에 따라서도 다소 영향을 받는다.

4.1.4 D2 그룹 시트용 폼

D2 그룹에 속하는 시트용 폼의 스프링 상수 변화를 살펴보면 Fig.7에서 보는 바와 같이 이들 시트용 폼의 화학적 조성이나 주파수 변화는 스프링 상수 변화에 전혀 유의한 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

4.1.5 스프링 상수의 종합 결과

4.1.1에서부터 4.1.4에서 검토한 결과, 시트용 폼의 스프링 상수 값은 I2 그룹에서 화학적 조성 과 주파수 변화에 따라서 크게 영향을 받으며, D1 그룹에서도 화학적 조성 과 주파수 변화에 따라서 영향을 받음을 알 수 있었다. 한편, I1 그룹이나 D2 그룹에서 스프링 상수 값은 시트용 폼의 화학적 조성이나 주파수에 아무런 영향도 받지 않음을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 I2 그룹과 D1 그룹의 시트용 폼을 대상으로 주파수 변화와 화학적 조성의 변화에 따르는 전달률 변화를 조사하여 최소의 전달률을 나타내는 시트용 폼의 조건을 찾아보았다.

4.2 점성 계수와 시트용 폼과의 관계

점성 계수는 스프링 상수와는 달리 Fig.8~Fig.11에서 보듯이 모든 시트용 폼의 경우 주파수 변화에 의해 크게 영향을 받지만 화학적 조성에는 영향을 받지 않는다. 따라서 본 연구에서 목적하는 전달률을 조사하는 데에는 4.1.5에서 설명한 바와 같이 I2 및 D1 그룹의 시트용 폼이 대상이 되며 해당하는 시트용 폼의 점성계수의 값들도 함께 계산하였다.

4.3 그룹별 시트용 폼의 스프링 상수, 점성 계수, 전달률

본 연구의 실험에 사용한 시트용 폼을 그룹별로 보면 I1, I2, D1, D2 그룹의 네 그룹으로 구분되는데, 각 그룹의 동일 주파수에서 나타나는 스프링 상수 값의 평균치, 점성 계수의 평균치를 계산하여 Fig.12, Fig.13에 각각 보였다. 또한 이들 그림들에 해당하는 분산 분석표를 Table 6, Table 7에 각각 보였다. Fig.12와 Table 6에서 보면 스프링 상수의 값은 그룹별

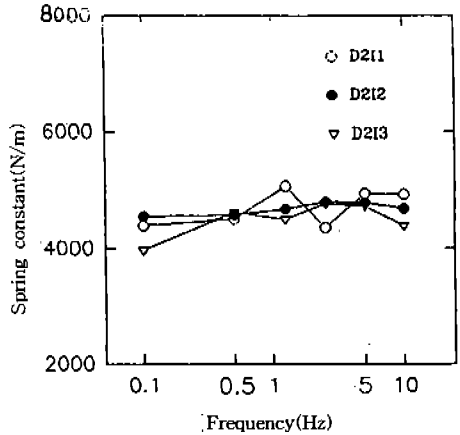


Fig.7 Spring Constant of D2 Group

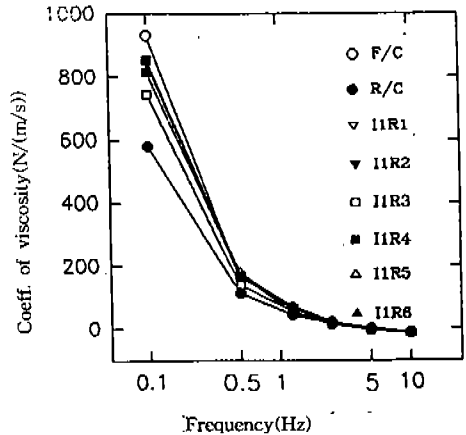


Fig.8 Coefficient of Viscosity for I1 Group

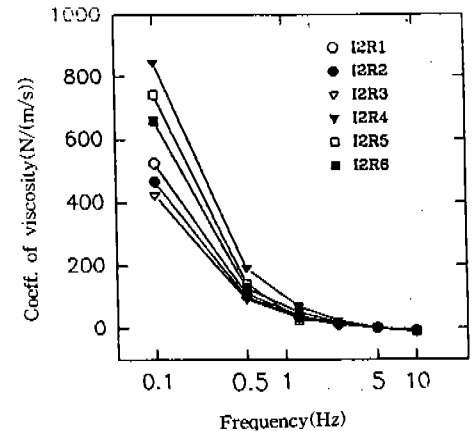


Fig.9 Coefficient of Viscosity for I2 Group

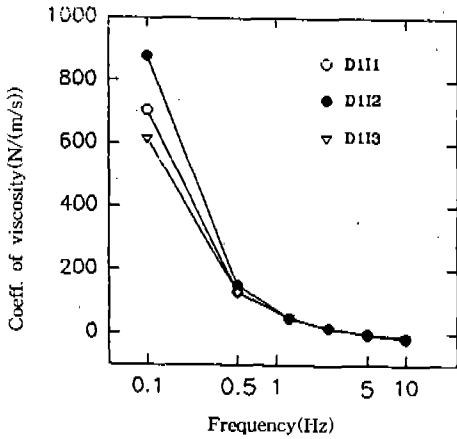


Fig.10 Coefficient of Viscosity for D1 Group

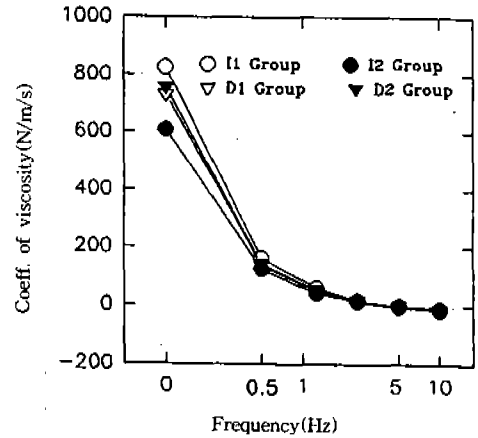


Fig.13 Coefficient of viscosity for All Group

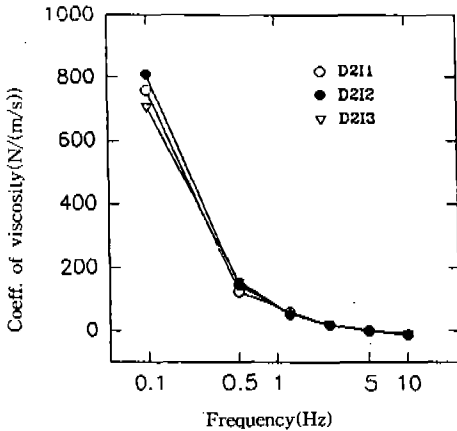


Fig.11 Coefficient of Viscosity for D2 Group

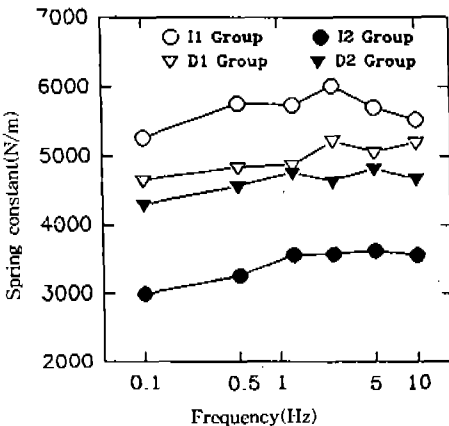


Fig.12 Spring Constant of All Group

Table 6 ANOVA table for spring constants (all specimens)

	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F value	F(0.05)	F(0.01)
Composition	15817705	3	5272568	334.36	3.29	7.56
Freq.(Hz)	814362	5	162872	10.33	2.90	4.56
Error	236535	15	15769			
Total	16888602	23				

Table 7 ANOVA table for coeff. of viscosity (all specimens)

	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F value	F(0.05)	F(0.01)
Composition	6134	3	2045	1.586	3.29	7.56
Freq.(Hz)	1658502	5	331700	257.35	2.90	4.56
Error	19334	15	1289			
Total	1683969	23				

Table 8 ANOVA table for transmissibility

	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F value	F(0.05)	F(0.01)
Composition	70086.45	3	23362.45	4.78	3.29	7.56
Freq.(Hz)	1016539.43	5	203307.89	41.60	2.90	4.56
Error	73303.56	15	4886.90			
Total	1159929.44	23				

로 크게 다르며 주파수에 의존해서 달라짐을 알 수 있다. 또 Fig.13과 Table 7에서도 알 수 있듯이 점성계수에 대한 그룹별 변화의 전체적인 경향은 유의하지 않다는 결론이었다. 하지만 주파수에 따라서는 점성 계수가 그룹별로 크게 유의하다는 것을 알 수 있다.

Fig.14에 보인 그룹별 전달률과 Table 8의 분산 분석표를 보면 전달률은 주파수에 크게 의존해서 변화하며 특히 사람이 감지하기 쉬운 범위인 4~8Hz이내인 5Hz에서 최소값을 보이고 있다. 또 화학적 조성(그룹별)에 따라서는 다소 유의한 차이를 보이고 있다.

4.4 전달률의 최소화

앞의 4.3에서는 시트용 폼의 무령을 그룹별로 검토하였지만, 본 절에서는 연구 목적에 맞는 실용 폼의 제작 조건을 찾기 위해서는 4.1.5와 4.2절에서 설명한 바와 같이 I2 그룹과 D1 그룹의 실험 결과에 대하여 상세히 검토하기로 하였다.

4.4.1 I2 그룹의 전달률

앞의 4.1.2에서 계산된 I2 그룹의 시트용 폼의 스프링 상수 값과 4.2.에서 계산된 점성 계수 값을 2장의 식(8)에 대입하여 전달률을 각각 계산하였다. 계산된 전달률을 시트용 폼의 화학적 조성(Index값 95, TDI 함량별)별, 주파수 별로 플로팅하여 3차원 그래프를 그려 Fig. 15에 나타냈다. 그림에서 전달률이 최소가 되는 좌표를 스캐닝 방법(Scanning jmethod)으로 찾은 결과 세점(주파수, 이소시아네이트의 함량, 전달 함수)으로 P₁(4.79, 64.9, 50.785), P₂(5.31, 64.92, 51.35), P₃(4.79, 70.25, 55.48)점을 얻었다. 이 결과로 보아 전달률 최소 값을 나타내는 시트용 폼의 화학적 조성을 Index 95, TDI함량 64.9%이고, 주파수는 4.79~5.31Hz에서 가장 낮은 전달률을 보였다.

또한 Fig.15에서 나타낸 그래프에서 가장 낮은 전달률을 확인하기 위해서 주파수 4.79Hz와 5.31Hz에서의 단면 모양을 Fig.16에 나타냈다. 이 그림에서 보면 TDI의 함량이 65%에서 최하점을 나타내고 있음을 알 수 있다.

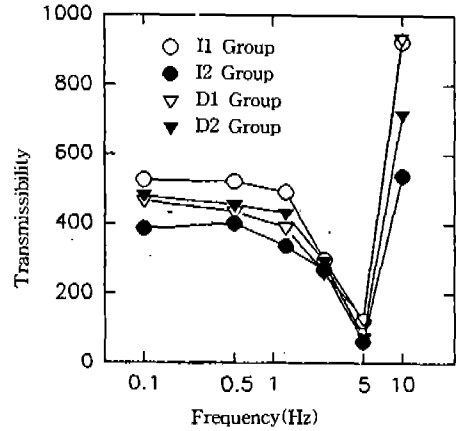


Fig.14 Transmissibility of Different Group with Various Frequencies

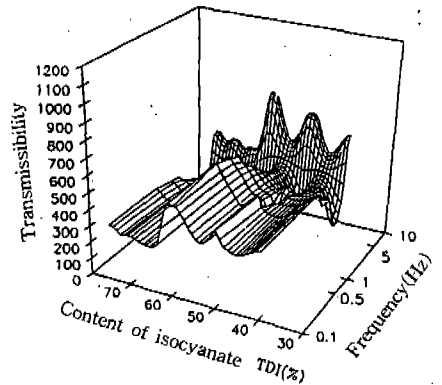


Fig.15 Curved Surfaces Indicating the Transmissibility

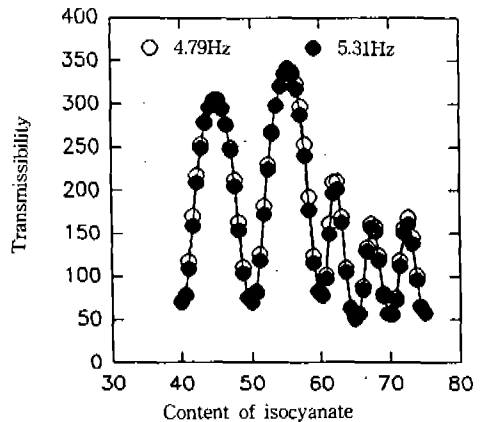


Fig.16 Transmissibility of Foam Material I2 Group under the Same Frequencies of 4.79 and 5.31 Hz

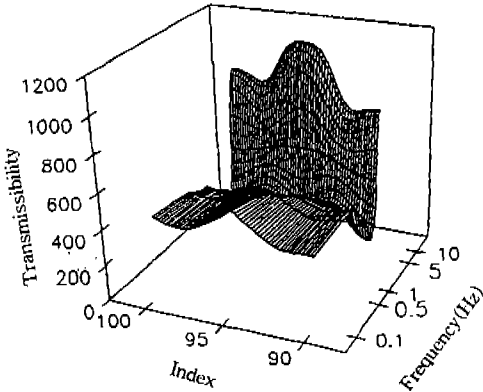


Fig.17 Curved Surfaces Indicating the Transmissibility with Various Indices and Different Frequencies

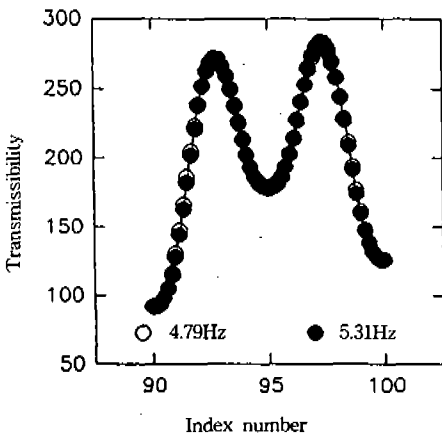


Fig.18 Transmissibility of Foam Material D1 Group under the Same Frequencies of 4.79 and 5.31 Hz

4.4.2 D1 그룹의 전달률

앞서 4.1.3.에서 계산된 스프링 상수 값과 4.2.에서 계산된 점성 계수를 2장의 식 (8)에 대입하여 전달률을 계산하였다. 계산된 전달률은 시트용 폼의 화학적 조성인 인덱스별, 주파수 별로 플로팅하여 3차원 그래프를 그려 Fig.17에 보였다.

Fig.4~13에서 전달률이 최소가 되는 좌표를 스캐닝 방법으로 찾은 결과 세 점(주파수, 화학적 조성, 전달률)을 얻었다. 즉 P₁(4.79, 90,

91.49), P₂(4.79, 90.17, 91.93), P₃(5.31, 90, 92.09)을 얻었다. 이 결과로 보아 D1 그룹에서 화학적 조성인 인덱스는 90이고 주파수가 4.79~5.31일 때 가장 낮은 전달률을 보임을 알 수 있었다.

또한 Fig.17에서 나타난 그래프에서 가장 낮은 전달률을 확인하기 위해서 주파수 4.79Hz와 5.31Hz에서의 단면 모양을 Fig.18에 나타냈다. 이 그림에서 보면 Index number 90에서 최하점을 나타내고 있음을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서 수행된 실험 결과를 기초로하여 승용차 시트용 폼의 진동 전달률이 최소가 되는 값을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 본 연구에서 취급한 시트용 폼 II그룹 (Index 100, TDI 함량의 백분율 75, 70, 65, 50, 40), I2그룹(Index 95, TDI 함량의 백분율 75, 70, 65, 60, 50, 40), D1그룹(밀도 50Kg/m³, Index 100, 95, 90), D2그룹(밀도 60Kg/m³, Index 100, 95, 90)의 4그룹 가운데 진동 전달률이 그룹내의 화학적 조성변화에 따라서 유의하게 변화되는 그룹은 I2 그룹과 D1 그룹이었다.
- 2) I2R1부터 I2R6까지(Index 95, TDI 함량 백분율 75, 70, 65, 60, 50, 40)의 시트용 폼은 화학적 조성과 주파수 변화에 따라서 진동전달률이 달라지며 특히 이 전달률이 최소가 되는 시트용 폼의 조건은 인덱스 95에서 TDI의 함량을 65%로 했을 때 4.79~5.31Hz의 주파수에서 얻어졌다.
- 3) D1I1부터 D1I3까지(밀도 50Kg/m³, Index 100, 95, 90)의 시트용 폼은 화학적 조성(Index)과 주파수 변화에 따라서 진동전달률이 달라지며 특히 이 전달률이 최소가 되는 시트용 폼은 밀도 50Kg/m³, 인덱스 90, 주파수 4.79~5.31 Hz에서 얻어졌다.

참 고 문 헌

1. J. M. Lee, Y. H. Yum, M. H. Sung and S. H. Shin, *J. Korea Society of Automotive Engineers*, Vol. 8, No. 3, 55~67, 1986.
2. K. Matsushashi, Proceedings The 6th International Pacific Conference on Automotive Engineering, Seoul, Korea. Octoer 28-November 1, 1991, Korea Society of Automotive Engineers Inc., 1991 Vol. 1, pp. 625~633.
3. S. M. Terry, *J. Cellular Plastics*, 7, 229~240, 1971.
4. H. Mispreuve, A. Duff, M. Gansow and A. Fangareggi, *J. Cellular Plastics*, 24, 348~358, 1988.
5. D. G. Carey, R. B. Turner, *J. Cellular Plastics*, 25, 353~370, 1989.
6. T. R. McClellan, R. J. Lockwood, L. M. Alberino and P. D. Harkins, *J. Cellular Plastics*, 18, 355~360, 1982.
7. W. Y. Ryu, J. K. Lee and J. L. Woo, *J. Korean Fibre Society*, 27, 36~45, 1990.
8. K. H. Choi, W. Y. Ryu, J. L. Woo, *J. Korean Fibre Society*, 28, 53~60, 1991.
9. B. C. Lee, W. Y. Ryu, J. L. Woo, *J. Korean Fibre Society*, 27, 58~63, 1990.
10. George Woods, "The Polyurethanes Book", Chap. 12, Drukkerij Steens Schiedam, Netherlands, 1987.