

시트 착좌감 정량화 평가법 개발 롱텀 콤포트

박 현 규 · 김 영 식* · 이 재 원

현대기아자동차 차체의장개발팀

Quantification of Seat Comfort Feeling Long-term Comfort

Hyunkyu Park · Yungsik Kim* · Jaewon Lee

Body & Trim Development Team, Hyundai-Kia Motor Company, 150 Hyundaiyeonguso-ro, Hwaseong-si, Gyeonggi 445-130, Korea

(Received 18 June 2013 / Revised 28 October 2013 / Accepted 10 February 2014)

Abstract : In recent years, requests for automotive seat comfort are increasing. An important issue of them is long-term seat comfort. Until now, the study for long-term seat comfort has been studied mainly using driver’s questionnaire, changing adrenalin and electromyography. Actually the results and methodologies of them are difficult to apply to seat development and design because of money and time required. In this study, we developed Seating Feel Curve for seat comfort evaluation and a long-term seat comfort evaluation which can be applied to the development of seat comfort using seat support.

Key words : Long-term(장기간), Seat comfort(시트 콤포트), SFC(Seating Feel Curve, 시트 착좌감 커브), Vibration (진동)

1. 서 론

자동차에 있어 시트의 중요성은 날이 갈수록 커져가고 있다. 대외 평가 기관에서도 시트에 대한 평가 항목을 따로 설정해 놓고 있을 정도이다. 근래에 시트 안락감의 가장 큰 관심사는 롱텀 콤포트이다. 하지만 지금까지 대다수 시트업체에서는 고려하지 않고 있으며, 이에 대한 평가 역시 이루어지지 않고 있다. 북미 소비자 보고서(Consumer report)²⁾에서는 H회사 다수 차량에 대해서 장거리 주행 후 시트가 지지성이 떨어진다는 평가를 하였다. IQS-4에서도 ‘장거리 주행 후, 시트 하드해짐’ 항목이 추가되어, H회사 일부 시트가 불만족하게 평가되었다.

장시간 주행 시, 시트의 지지성이 변화는 것, 즉 시트가 하드화되어가는 현상은 운전자의 착좌자세

를 바꾸고 배기는 느낌을 주게 된다. 현재 단순 물성, 즉 정해진 하중에 대한 눌림량만을 확인하고 있으며, 이는 필링을 대변하는 시트 지지성에 대해 평가할 수 있는 방법이 아니다. 지금까지의 롱텀 시트 콤포트에 대한 평가는 운전자 설문평가, 아드레날린, 근전도와 같이 시트 디자인과 개발에 적용하기 어려운 방법으로 이루어졌다. 이에 본 연구에서는 시트 지지성(착좌감)을 정량적으로 대변할 수 있는 방법(Seating Feel Curve)을 연구하였으며, 이를 통해 장거리 주행 후, 시트 지지성의 변화를 평가할 수 있는 재현/분석법을 개발하였다.

2. 본 론

2.1 프로세스 및 착좌감 분석 기법

시트 지지성 변화를 확인 및 재현하기 위하여 먼저 필요한 것은 시트 지지성에 대해 정량적이며 객

*Corresponding author, E-mail: lunven@hyundai.com

관적인 데이터가 필요하다. 시트의 지지성이란, 사람이 앉았을 때, 또는 앉는 과정에서 시트가 지지하는 힘이다.

시트가 지지하는 힘은 하중이 가해지는 순간순간이 다르다. 예를 들어 체중 90kgf의 사람이 시트에 앉았다고 가정을 하면, 착좌 초기 10kgf가 시트에 하중이 걸렸을때와, 50kgf가 시트에 하중이 걸렸을 때 시트가 지지하는 힘 자체가 다르며, 사람의 필링 또한 다르다. 현재 시트 경도 및 정하중¹⁾을 측정 후 확인할 때, 하중 대비 변위량만을 확인한다. 다시 말해 패드가 원래 두께의 50% 눌렀을 때의 하중을 보거나, 시트에 55kgf 하중이 가해졌을 때의 변위를 본다. 우리에게 중요한 것은 얼마나 눌렀는가 아니라 눌리는 과정 중에 사람이 느끼는 시트의 지지력이다. 시트에 하중이 가해지는 순간순간의 시트 변위량을 확인할 수 있다면 시트의 지지성에 대한 확인이 가능하다. 이는 Compliance(변형/응력) 개념과 비슷하다. Compliance란 기계적인 가용성을 나타내는 양으로 힘에 대한 일그러짐을 나타낸다. 여기에 순간과 연속(미분)의 개념을 추가 한다면 하중에 따른 시트의 지지성 확인이 가능하다. 즉, 하중대 변위 그래프에서 변위를 하중으로 미분(dl/df)을 한다면, 시트의 순간 하중의 지지성을 확인할 수 있다. 우리는 순간 하중의 미분값을 Ci(Compliance instant)라 정의한다. 샘플 A, B 시트가 있다. 하중 변위 그래프를 구하기 위하여, 정하중 측정을 실시 하였다. 정하중 측정¹⁾은 철연형 하중판(250*200)을 이용하여 시트단품의 하중에 대한 눌림량을 측정하는 방법이다. 쿠션의 경우 0~100kgf 가/감압 시 변위량을 측정한다. A와B 시트의 정하중 측정 결과는 아래 Fig. 1 과 같다.

시트 A, B는 55kgf에서의 변위량은 두 시트 모두 36mm이다. 하지만 설문평가(자체) 결과는 매우 상이하다. 시트A는 초기 소프트감은 좋으나, 착좌 후 꺼짐감이 발생한다는 의견이 많았고, 시트B는 소프트하면서 지지감이 좋다는 의견이 많았다. 이 정하중 결과 값(하중 55kgf에서의 변위)만 보면 평가 결과를 설명 할 수 없다. 여기서 Ci를 확인하기 위해 위의 그래프를 하중을 X축으로 변환 후, 가압 그래프를 미분(dl/df)을 실시하였다. 하중을 X축으로 변환

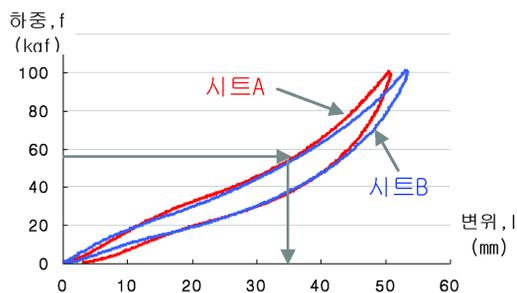


Fig. 1 Graph of load-deflection

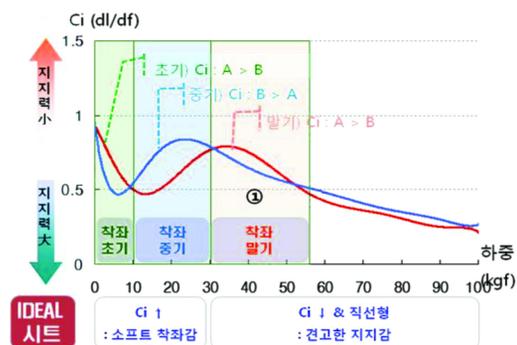


Fig. 2 SFC (Seating Feel Curve)

한 것은 시트 착좌 시 운전자의 하중이 중요하기 때문이다. 또한 가압 그래프를 미분한 것은 시트에 착좌하는 중, 즉 가압 될 때의 착좌감이 중요하기 때문이다. 미분을 실시한 결과는 아래 Fig. 2와 같다.

Fig. 2 그래프는 시트 지지력을 나타내는 것으로써 SFC(Seating Feel Curve)라 이름한다. X축은 하중축이며, Y축은 Ci값으로 하중이 가해지는 순간의 단위하중당 변위값을 나타낸다. 즉, Ci값이 크면 지지력이 작아진다. 분석을 위해 하중이 가해지는 영역에 따라 초기/중기/말기 착좌 구간을 나누었다. SFC로 시트 A와 B를 분석하자면, 시트 커버링의 영향을 받는 착좌 초기는 시트 B에 비해 시트 A가 Ci값이 커서 소프트한 초기 필링이 나타난다. 패드와 스프링의 영향을 받는 착좌 말기는 시트 A에 비해 시트 B의 Ci값이 작고 직선으로 되어 있어 견고한 지지감을 형성한다. 시트 A의 경우 견고한 지지감을 주어야 할 착좌 말기 구간에 Ci값이 상승하는 것을 볼 수 있는데, 이것은 꺼짐감을 유발할 수 있다. 이는 시트 착좌감 커브가 설문평가 결과를 잘 반영한다고 볼 수 있다.

2.2 통털 콤포트 평가법_시트 지지성 변화

2.2.1 장시간 착좌 재현 및 정하중 측정

장시간 주행시의 시트 지지성 변화를 검증하기 위하여 북미 소비자보고서에서 평가한 결과를 토대로 장시간 주행 시 시트 지지성이 변한다고 평가받은 H 회사 시트 5개와 장시간 주행 시에도 시트지지성이 변하지 않는다고 평가받은 V 회사 시트 2개를 준비한다. 시트 종류는 아래 Table 1과 같다.

Table 1 Seats for long-term comfort test

Maker	Seat I.D
H 회사	I, II, III, IV, V
V 회사	a, b

장거리 주행 시, 착좌 동일 모드를 재현하기 위하여 착좌 더미(Memosik)를 사용하였다. Memosik 더미는 진동을 측정하는 더미로 북미 AM95% 무게 구현이 가능하다. 시험 프로세스는 Memosik 더미를 시트에 2시간 동안 착좌시킨다. 2시간은 국내 그리고 북미에서 장거리 운전 시 평균 운전 시간이다. 2시간 동안 착좌시킨 상태에서 30분 간격으로 정하중을 측정한다. 30분 간격으로 측정하는 이유는 변화하는 경향을 보기 위해서이다. 정하중을 측정할 때는 최대한 짧은 시간에 실시한다(5분 이내).

2.2.2 SFC 분석

Memosik 더미 2시간 착좌 상태에서 30분 간격으로 정하중 측정된 데이터로부터 Ci값을 확인하여 SFC분석을 실시한다. 아래 Fig. 3은 시트 I 정하중 측정결과이고, Fig. 4는 SFC분석을 실시한 결과이다.

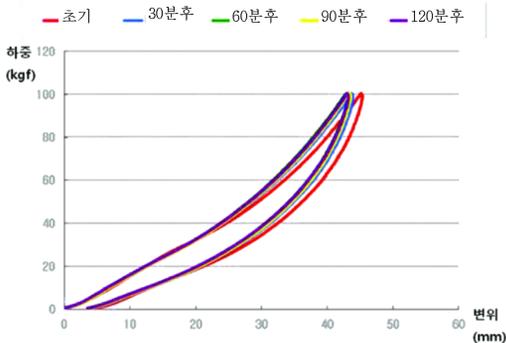


Fig. 3 Result of load-deflection for seat I

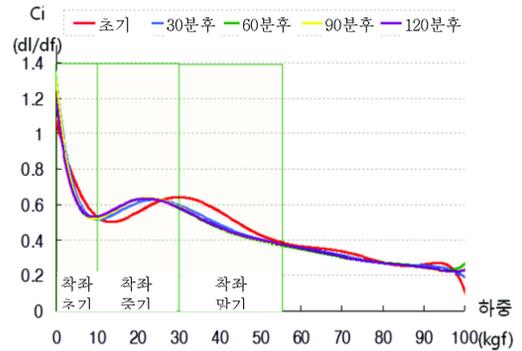


Fig. 4 Result of SFC for seat I

정하중 측정결과 55kgf 하중 하에서 변위는 최초에 31.5mm이며 2시간 경과 후에는 30.1mm이다. 1.4mm차이로 거의 변화가 없으며 Fig. 3에서와 마찬가지로 그래프에서는 장시간 주행에 따른 시트 지지성변화에 대한 어떤 정보도 얻을 수 없다. 하지만 SFC 분석을 통한 결과 Fig. 4를 보게 되면 초기 대비 2시간 후의 확실한 변화를 확인할 수 있다. 초기 착좌 구간은 Ci값이 2시간 후, 1.2~1.5배 증가함을 볼 수 있다. 이는 장시간 착좌에 따른 커버링이 느슨해졌음을 의미한다. 착좌중기 구간 역시 착좌 초기 구간과 비슷한 현상을 나타낸다. 하지만 착좌 말기 구간의 경우는 다른 경향을 나타낸다. Ci값이 오히려 작아짐을 알 수 있다. Ci값이 작아 졌다는 것은 지지성이 매우 강해졌다는 뜻인데, 이는 하드화 현상이 발생했다는 것을 의미한다. 그럼 하드화 현상에 대한 정량적인 데이터는 어떻게 확인이 가능할까?

Fig. 5에서 ① 지점은 초기 대비 2시간 후의 Ci값이 컸다가 작아지는 변환점이다. 이 점을 기준으로 하여 하드화 현상이 발생하고 있다. ① 지점을 기준으로 하여 55kgf(AM 95%tile 시트 착좌 시 엉덩이 하

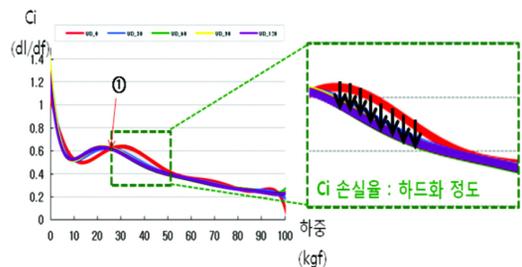


Fig. 5 Loss ratio of Ci

Table 2 Seat test results

구분	Ci 손실율 (%)	변위 at 55kgf (mm)
H	I	10.6
	II	20.7
	III	12.2
	IV	15.3
	V	17.9
V	a	7.4
	b	4.2



Fig. 6 Loss ratio of Ci for different seats

중)지점까지의 하드화 정도를 확인한다. 하드화된 정도는 이부분의 면적을 통해 확인이 가능하다. 이 면적은 Fig. 6과 같이 착좌 말기구간에서 Ci값이 작아진 결과이며, 이 감소한 면적은 하드화 정도를 뜻한다. 시트 I의 경우 이 면적이 초기 대비 10.6% 감소하였다. 면적의 감소(하드화)된 정도는 Ci 손실율이라 정의하며, H회사 차량 및 V회사 차량의 하드화 정도(Ci 손실율) 값은 아래 Table 2와 같다.

북미 소비자 보고서에서 장거리 주행 시, 딱딱해진다라고 평가를 받은 H회사 시트의 경우는 Ci 손실율이 10~20%이며, 지지감이 좋고 패딩감이 우수하다고 평가받은 V회사 시트의 경우는 4~7%이다. 이상의 결과로부터 Ci 손실율이 장거리 주행 시

트 하드화 현상을 정량적으로 판단할 수 있는 중요한 척도가 될 수 있음을 알 수 있다.

3. 결론

장시간 하중 부하에 따른 시트의 특성 변화를 다 위 하중에 대한 변위의 변화를 고찰하고 안락감 관련된 착좌의 지지성 상관성 분석을 수행하고 대외 평가 및 전문가 평가를 근거로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 시트 지지성을 정량적으로 판단하고 사람이 느끼는 필링을 대변할 수 있는 분석 방법인 SFC (Seating Feel Curve)를 개발하였다. 대외 평가 및 전문가 평가 결과를 근거로 하여 검증한 결과 매우 잘 매칭이 되었다.
- 2) 장거리 운전 시, 시트 지지성 변화를 체현하기 위하여 더미를 사용하여 2시간에 걸쳐서 30분 간격으로 정하중을 측정하고, SFC 분석을 하였다. SFC 분석 결과 시트 지지성의 변화, 즉 시트가 하드화 되어 가는 현상을 정량적으로 표현할 수 있는 기준을 제시하였다. Ci(Compliance instant) 손실율이 시트가 하드화 되어가는 현상을 정량화 하였다.

References

- 1) Y. G. Cho, Y. S. Yoon and S. J. Park, "Measurement of Complex Stiffness of Vehicle Seat Sponge and its Approximation to Linear Transfer Function," Transactions of KSAE, Vol.7, No.3, pp.285-293, 1999.
- 2) Consumer Reports, <http://www.consumerreports.org>, 2012.