

자동차 시트 가상설계와 성능평가를 위한 통합시스템 개발

임오강* · 유완석* · 정응호** · 김광석*** · 이진식**** · 노효철****
(1999년 10월 2일 접수)

Development of Integrated System for Virtual Design and Performance Testing of Automobile Seat

O Kaung Lim, Wan Suk Yoo, Yoong Ho Jung, Kwang Suk Kim, Jin Sik Lee, and Hyo Chul Roh

Key Words: Virtual Design(가상설계), Data Interfacing(데이터 인터페이스), Automobile Seat(자동차 시트), Parametric Design(매개변수 설계), Headrest Test(헤드레스트 테스트), FMVSS201 Test

Abstract

Most of traditional design processes of mechanical parts are regarded as sequential and discrete, since different kinds of softwas should be introduced. In this paper, we develop an integrated framework for virtual design and performance testing of an automobile seat. The system is composed of four modules, i.e. CAD, static analysis, dynamic analysis, and draft drawing module. In the CAD module, PRO/ENGINEER 3D seat model is created using parameters to be modified with the result of static and dynamic analysis. In the static analysis, headrest tere used in each design stage make it difficult to feedback their results to upstream process. These discrete processes may result in time loss and cost rise. In recent years, life cycle of product is reduced. To have competence with others, new concept design processt is simulated using ANSYS. In the dynamic analysis module, FMVSS201 test is simulated using DADS. Overall data flow is controlled by Motif. The advantage of the system is that even a novice can perform and review the whole design process,without a good hand at professional design/analysis S/W in each stage. The system also provides a virtual design space, where engineers in different development stage can access common data of design models. The concept could be applied to other fields and it could reduce time and money required in design process.

1. 서 론

기계부품의개발단계는 대체로 설계, 해석 및 시제품을 이용한 성능평가로 이루어지고 있다. 이러한 방식은 많은 시행착오와 개발경비가 소요된다. 개발경비의 절약과 개발기간의 단축을 목적으로 한 연구 중 대표적인 것이 전문가 시스템과 가상설계 공간을 이용한 설계이다.

전자의 예로 정태형은 정특성, 동특성, 피로특성 등의 기계적 성능이 요구되는 치차장치 개발에 사용될 수 있는 전문가 시스템⁽¹⁾에 관해 연구하였으며, 김영진은 피로 및 파괴특성을 고려한 원자로의 전문가 시스템⁽²⁾에 관해 연구하였다.

가상설계 공간에 관한 연구는 최근 현장에서 많이 사용되고 있는 CAD, CAE를 이용한 설계 및 성능평가 방식의 문제점인 정해석, 동해석 등에서 CAD 모델의 데이터 교환의 비효율성을 개선하고자 진행되고 있다. Haug는 1990년대 중반에 여러 상용 프로그램을 이용한 가상설계 공간을 군사용 탱크의 로드암(road-arm)에 적용⁽³⁾하여 개발 기간을 단축시키고, 개발 비용을 절약하는 결과를 얻어냈다.

* 회원, 부산대학교 기계공학부
E-mail : oklim@hyowon.cc.pusan.ac.kr
TEL : (051)510-2306 FAX : (051)582-9164

** 부산대학교 정밀정형 및 금형가공연구소

*** 안동과대학 자동차과

**** 부산대학교 대학원

본 연구에서는 가상설계 공간을 이용하여 목적하는 성능을 최적으로 만족하는 자동차 시트를 저렴한 개발 경비로 신속하게 설계하는 기법을 개발한다. 자동차 시트는 기본적인 구조는 비슷하나 자동차 내부공간의 크기에 따라 치수가 달라진다는 점을 감안하여 파라미터(parameter)를 사용하여 CAD 모델을 표현하고 이를 정해석 및 동해석에서 공히 접근 가능하도록 함으로써 가상설계 공간의 효율성을 높이고자 하였다.

개발된 시스템은 자동차 시트의 초기형상 자료 생성을 위한 CAD 모듈(module), 강도 해석과 민감도 해석을 위한 정적 성능평가 모듈, 시트가 자동차에 장착되었을 때 운동성능을 분석하기 위한 동적 성능평가 모듈, 그리고 도면 생성 모듈로 구성된다.

CAD 모듈에서는 자동차 내부공간 및 시트의 요구조건 등과 같은 기초적인 자료를 통하여 시트의 초기 형상 및 강도해석과 동적 성능평가를 위한 유한요소 모델을 생성한다. 정적 성능평가 모듈에서는 CAD 모듈에서 생성된 유한요소 모델을 통하여 정해석을 수행하고, 선택된 설계변수(design variable)에 대하여 민감도 해석을 수행한 후 시트 초기형상 수정을 위한 자료를 CAD 모듈로 피드 백(feedback) 시킨다. 동적 성능평가 모듈에서는 시트가 자동차에 조립된 상태로 작동될 때 승객의 안전성에 기초한 동적해석을 통하여 현재 설계된 시트의 안전성을 검토하여 개선된 설계변수 값을 역시 CAD 모듈로 피드 백시킨다. 도면 생성 모듈에서는 정적 성능평가와 동적 성능평가를 통하여 변화된 부품의 치수를 반영하여 완성된 시트의 제작을 위한 도면을 생성한다. 본 연구에서는 각 전산모듈간의 효율적인 상호 연계와 각 모듈에서 생성된 자료의 효율적인 관리를 위하여 폐회로(closed loop)식의 통합 시스템을 구축한다. 이러한 폐회로식의 통합 시스템을 구성함으로써 한 모듈에서의 변화된 모델이 다른 모듈에서 사용될 수 있도록 즉시 반영된다.

2. 통합시스템의 구조

본 연구에서는 자동차 시트 전용의 가상설계 및 성능평가를 위한 통합시스템을 개발하기 위하여 CAD 모듈과 도면 생성 모듈에는 PRO/ENGINEER⁽⁴⁾를, 정적 성능평가 모듈에는 ANSYS⁽⁵⁾를, 동적 성능평가 모듈에는 DADS⁽⁶⁾를 각각 사용하

였다. 그리고 전체적인 데이터와 작업의 흐름은 MOTIF^(7,8)를 사용하여 제어하였다. 통합 시스템의 개발 과정에서는 초보의 사용자가 각각의 모듈에 대한 깊은 지식을 가지고 있지 않더라도 사용할 수 있도록 해야한다. 이를 위해서는 각 모듈에서 사용되고 있는 상용 프로그램에서 지원하는 내부 프로그램 언어등을 이용하여 간단한 명령어를 입력하는 과정을 통해서 원하는 작업이 수행되어야 한다. 뿐만 아니라 더욱 중요한 것은 각 모듈 사이의 효율적인 데이터의 흐름이다. 이를 위하여 본 연구에서는 Fig. 1에 도시한 자료 통합 방법을 사용하였다.

CAD 모듈을 이용하여 일반적인 자동차 시트의 모델링을 실시한다. 조사 결과 자동차 시트의 전체적인 크기와 시트를 구성하는 부품의 크기는 자동차의 실내장, 실내폭, 그리고 실내고에 따라 어느 정도 비례하는 크기로 결정된다는 사실에 입각하여 상용 프로그램에서 지원하는 파라미터를 이용하여 자동차 실내공간의 크기에 대하여 비례하도록 시트를 구성하는 여러 부품의 형상과 치수들을 모델링하였다. 또한 정적 성능평가 및 동적 성능평가에서 수정이 될 가능성이 있는 모든 치수들에 대하여도 파라미터를 이용하여 모델링하였다. 이렇게 한 번 모델링한 정보를 텍스트 파일로 저장하여 자동차 실내 공간의 제원 입력 후 이에 따른 시트 각 부품의 모델링에 사용될 파라미터 값을 계산하고 그 값을 텍스트 파일에서 수정하여 CAD 모듈 실행 시 읽어들이므로써 사용자가 시각적으로 관찰할 수 있도록 하였다. 또한 CAD 모듈에서는 정적 성능평가 모듈에서 사용할 수 있도록 유한요소 모델을 생성한다.

정적 성능평가 모듈에서는 앞서 CAD 모듈에서 생성한 유한요소 모델을 사용하여 정하중에 대한 시트의 성능을 평가하고, 정의한 설계변수에 대하여 민감도 정보를 제공한다. 제공된 민감도 정보를 이용하여 사용자가 설계변수의 값을 변화시키면 이 값을 초기 생성했던 텍스트 파일에 반영하여 시트의 형상을 변화시킨다. 또한 동적 성능평가 모듈에서 사용될 정보를 저장한다.

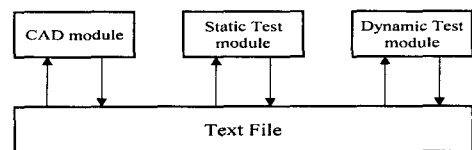


Fig. 1 Data flow in the integrated system

동적 성능평가 모듈에서는 CAD 모듈에서 생성한 유한요소 모델과 정적 성능평가 모듈에서 제공된 정보를 이용하여 시트의 동적 성능을 평가하고 설계변수 변화에 따른 동적 성능을 분석하여 해석결과를 다시 피드백시킨다.

이렇게 정적 성능평가 및 동적 성능평가 모듈에서 성능을 평가하고 초기 모델의 치수를 변화시키면 그 정보가 텍스트 파일에 반영되어 최종도면 생성 시 사용된다.

3. 통합시스템의 구성을 위한 전산 모듈

3.1 CAD 모듈

본 통합 시스템의 대상이 되는 자동차 시트의 형상 모델을 생성하기 위해 CAD 모듈에서는 자동차 실내의 길이, 폭, 그리고 높이에 대한 데이터를 입력받아 이를 생성 매개변수(generating parameter)로 하여 각 부품의 형상을 생성한다. 이때 생성된 각 부품 모델은 후속 단계인 정적/동적 성능 평가의 결과를 반영할 수 있도록 주요 설계 치수를 설계 매개변수(design parameter)로 등록할 수 있는 추적파일(trail file)에 저장한다. 또한 생성된 모델로부터 정적/동적 성능평가에 사용할 수 있는 유한요소 모델을 자동으로 생성하게 하고, 설계가 완료되면 각 부품에 대한 도면도 자동으로 생성한다. 각 단계에 대한 세부적인 내용은 다음과 같다.

3.1.1 초기 형상을 위한 파라미터 설정

일반적인 자동차의 차종에 따른 시트의 치수는 자동차 실내공간의 길이, 폭, 그리고 높이와 관련이 있으므로, 이들을 시트의 모델 생성을 위한 기본적인 파라미터(length, width, height)로 설정하여 각 부품들을 모델링한다.

일반적으로 시트 모델은 13개의 부품으로 구성되어 있는데 모델링된 각 부품들을 Fig. 2에 도시하였다. 이들 중 대표적인 부품 bm의 형상을 결정하기 위한 치수와 생성 파라미터와의 연관관계식을 Fig. 3에 도시하였다.

3.1.2 추적파일(trail file)

본 통합 시스템의 정적/동적 성능평가 모듈에서 수행되는 결과를 시트의 형상 모델에 반영하기 위해 PRO/ENGINEER에서 지원하는 추적파

일을 이용하였다. 즉, 수정될 가능성이 있는 치수를 설계 매개변수로 추적파일에 등록함으로써 각 단계의 결과에 따라 부품의 형상을 자동으로 수정할 수 있게 하였으며, 형상의 변화에 따른 유한요소 모델도 자동으로 생성되게 하였다. 추적파일의 일부 예가 Fig. 4에 나타나 있으며 라인 11, 14, 17은 시트의 생성 파라미터들이다. 추적파일의 변경에 대한 모델의 변경을 보이기 위해 라인 11의 생성 파라미터인 height를 40 mm로 변경하였을 때 부품 mt의 형상 변화를 Fig. 5에 도시하였다.

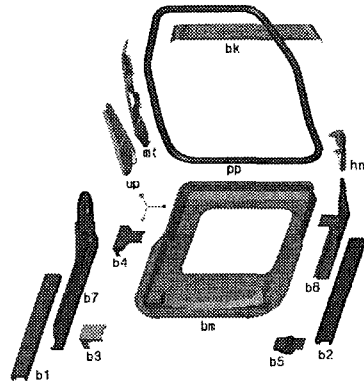
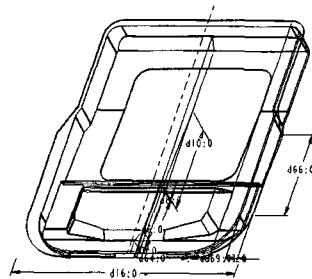


Fig. 2 Parts of car seat



RELATION	PARAMETER	NEW VALUE
*** Relations for SF:		
D16:0 = D16:0 + width	D16:0	4.110000e+02
D64:0 = D64:0 + width	D64:0	2.350000e+02
D75:0 = D75:0 + width	D75:0	1.090000e+02
D53:0 = D53:0 + width	D53:0	1.090000e+02
D23:0 = D23:0 + width	D23:0	2.140000e+02
D25:0 = D25:0 + width	D25:0	3.130000e+02
D40:0 = D40:0 + width	D40:0	2.680000e+02
D10:0 = D10:0 + length	D10:0	1.590000e+02
D83:0 = D83:0 + width	D83:0	2.500000e+02
D18:0 = D18:0 + length	D18:0	1.970000e+02
D66:0 = D66:0 + length	D66:0	1.620000e+02
D84:0 = D84:0 + length	D84:0	2.340000e+02

Fig. 3 Dimensions of part bm related to generating parameter

```

8 : #SET UP
9 : #PARAMETERS
10 : #MODIFY
11 : #HEIGHT
12 : 2
13 : #MODIFY
14 : #WIDTH
15 : 3
16 : #MODIFY
17 : #LENGTH
18 : 1
19 : #DONE
20 : #REGENERATE
21 : #AUTOMATIC
    
```

Fig. 4 Example of trail file



Fig. 5 Example of regenerating with parameter change

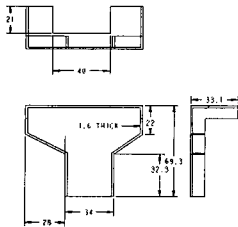


Fig. 6 Draft of part b4

3.1.3 유한요소 모델의 생성

초기 모델이 완성되면 정적 성능평가를 위한 유한요소 모델을 생성한다. 정적 성능평가에서 필요한 지점에 유한요소의 절점을 생성하기 위해서 기준점(datum point)을 생성시킨 후 4절점, 3절점 셀 요소로 유한요소 모델을 생성하였다.

3.1.4 도면 생성

정적 성능평가 및 동적 성능평가 모듈을 실행시킨 후에 미리 정의하였던 파라미터의 변화가 발생하면 자동으로 그 변화를 모델에 반영하고, 다른 작업에서 사용될 수 있도록 이차원 도면을 생성한다. 일례로 부품 b4에 대해 자동 생성된 도면을 Fig. 6에 도시하였다.

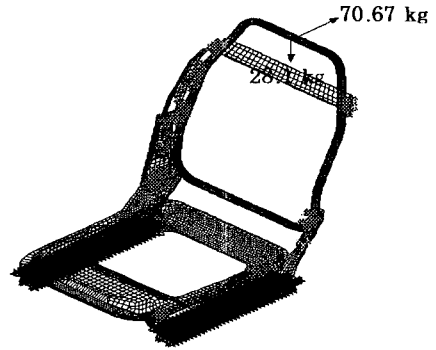


Fig. 7 Finite element model of seat assembly

3.2 정적 성능평가 모듈

CAD 모듈에서 설계한 시트 구조물의 기본적인 강성이 확보되었는지를 판단하기 위하여 정적 성능평가 모듈에서는 정적조건 강도시험인 헤드레스트 강도 시험^(9~11)을 수행하고 백 프레임, 마운팅 브라킷, 어퍼 암 각각의 두께를 설계변수로 채택하여 이 설계변수 변화에 따른 헤드레스트 강도 시험결과와 변화율인 민감도 정보를 상용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 사용하여 제공하였다. 사용자가 ANSYS에 대하여 깊은 지식이 없다는 가정 하에 ANSYS에서 지원하는 내부 언어를 사용하여 전처리 과정, 해석 과정, 후처리 및 민감도 해석 과정에 대하여 몇 개의 실행 단추를 만들고 단추를 누르면 원하는 과정이 실행 되도록 하였다.

3.2.1 헤드레스트(head rest) 강도 시험

유한요소 모델은 CAD 모듈에서 자동 요소 생성 과정을 이용하여 생성하였다. 모든 부품에는 4절점, 3절점 셀 요소를 사용하였으며 각 부품사이의 볼트 연결 및 용접 연결 부위는 다점 제약조건⁽¹²⁾으로 생각할 수 있는 강체 요소를 사용하였다. 본 논문에서는 소형 자동차의 일반적인 실내 제원의 값을 사용한 모델링에 대해서만 논하도록 한다. 모델에 사용된 절점의 수와 요소의 수는 각각 11530개, 11126개이다. Fig. 7에 헤드레스트 시험에 대한 유한요소 모델 및 변위, 하중 구속조건이 도시되어있다.

헤드레스트 시험은 헤드레스트 부위에 힙 포인트에 대하여 정하중으로 38 kg·m의 모멘트를 부과할 때 헤드레스트 부위의 처짐량이 102 mm 이하가 되어야 한다. 그러나 모델링의 편의를 위

하여 힙 포인트에 대하여 $38 \text{ kg} \cdot \text{m}$ 모멘트를 가질 수 있는 정하중을 백 프레임의 상단중앙 부위에 작용시키고 헤드레스트까지의 거리와 헤드레스트 자체의 처짐량을 고려하여 백 프레임 상단 중앙 부위의 처짐이 65 mm 이하이면 시험 조건을 만족하는 것으로 한다. 경계 조건은 트랙의 하단부위를 전체 고정 시켰다. 재료는 일반 압연강재인 SAPH45로 가정하였으며 이에 대한 물성치는 Table 1에 주어져 있다.

해석 결과 백 프레임 상단 중앙 부위의 처짐이 33.2 mm 로서 시험 조건을 충분히 만족하는 것으로 나타났다. 그러나 강재 요소를 사용하여 용접 부위를 처리한 마운팅 브라켓 상단부와 백프레임에서 상당응력(equivalent stress, von Mises stress)은 52.4 kg/mm^2 로서 재료의 항복 응력을 초과하였다. 그러나 이 값은 국부적인 값으로 주위의 다른 부위와 비교 해 볼 때 실제로 결과 값에 미치지 못할 것으로 예상하여 무시하였다.

3.2.2 민감도 해석

설계 민감도 정보는 현재의 설계 변수 값에서 각 설계 변수 값의 변화에 따른 구조물의 응답의 변화율로서 정의된다. 이러한 민감도 정보를 이용하면 어느 설계 변수 값의 변화가 구조물의 응답에 가장 큰 영향을 미치는 지를 판단할 수 있으며, 이를 통해 최소한의 설계 변수 값의 변화로 응답을 최대한 변화시킬 수 있는 설계 변수의 선정이 가능하게 된다. 본 연구에서는 설계 변수로서 백 프레임, 마운팅 브라켓, 어퍼 암의 두께를 선정하였으며 구조물의 응답으로는 헤드레스트 시험의 결과인 백 프레임 상단 중앙 부위의 처짐량으로 정하였다. 민감도 정보는 유한 차분법⁽¹³⁾을 이용하여 구하였다.

민감도 해석 결과가 Table 2에 있다. 여기서 민감도 값이 음수로 나타나는 것은 설계변수의 값이 증가함에 따라 구조물의 응답인 백 프레임상부 중앙에서의 처짐이 감소함을 의미한다.

Table 2에서 백 프레임의 두께를 변화시키는 것이 세 개의 설계 변수 중에서 최소의 변화로 최대의 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 이러한 민감도 정보를 이용하여 사용자가 설계 변수의 값을 변경시키면 그 값을 이용하여 다시 한번 정적 성능평가를 수행하고 그 결과를 사용자에게 알려준다.

Table 1 Material properties of SAPH45

Property	Value
Young's Modulus	$21,000 \text{ kg/mm}^2$
Poisson's Ratio	0.3
Yield Strength	36 kg/mm^2

Table 2 Sensitivity Analysis Results

Design Variable	Sensitivity* (mm / mm)
Thickness of Backframe	-18.27
Thickness of Mounting Bracket	-4.07
Thickness of Upper Arm	-1.06

* : Deflection increase in middle point of backframe with respect to unit increase of corresponding design variable

3.3 동적 성능평가 모듈

3.3.1 FMVSS201 테스트

차량 충돌시 발생하는 내부 충격으로부터 승객을 보호하기 위한 적합성과 안전성에 대한 실질적인 자동차 안전기준이라고 할 수 있는 미연방교통 안전국(NHTSA : National highway traffic safety administration)에서 제시한 법규인 FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards)테스트⁽¹⁴⁾가 있다.

그 중 승객의 내장재(interior) 충격에 관한 규정이 FMVSS201 테스트이다. 내장재에는 차량의 필라(A,B pillar)부분과 차량의 시트가 포함된다. 본 연구에서는 시트인 경우에 적용하여 질량 6.8 kg , 직경 165 mm 의 두부(head form)를 24.1 km/h 로 머리 지지대(headrest)에 충돌시킬 때 3밀리세컨드(millisecond)동안 가속도가 80 g 를 초과하지 않을 것을 요구⁽¹⁵⁾하는 경우에 대해 해석을 수행하였다.

본 연구에서는 CAD 모듈에서 생성된 유한요소 모델과 정적 성능평가 모듈에서 제공된 정보를 바탕으로 상용 다물체 동역학 해석 프로그램인

DADS를 이용하여 동적 성능을 해석하였으며, 시트 동적성능에 관련된 변수들을 매개 변수로서 모델링이 가능하도록 하였다. 사용자는 정적 성능평가 모듈에서 제공하는 정보를 매개 변수를 사용하여 모델링하고 동적 성능평가를 수행한 뒤, 원하는 동적성능을 만족하는지를 평가하게 된다.

3.3.2 시트의 모델링

승객의 두부가 시트 프레임에 충돌하는 경우 시트쿠션에 의해 1차적으로 충돌력이 감소되고 시트의 탄성변형에 의해 2차적으로 충격이 감소된다. 따라서 FMVSS201 테스트에서 중요한 설계 인자는 쿠션의 물성치와 시트의 강도라고 볼 수 있다. 시트는 CAD 모듈에서 얻은 유한요소 모델을 모우드해석을 통하여 DADS에서 탄성체로 모델링하였다. Fig. 8에는 사용한 1,2차 진동모우드를 도시하였다.

경계조건은 트랙 하단부에 과잉구속이 발생하지 않도록 2개 절점을 택하여 x, y, z 방향 운동을 구속하였다. 그리고 시트 위에 헤드레스트를 생성하여 시트프레임과 브라켓 조인트로 연결하였다.

헤드레스트의 물성치는 제조 업체가 보유한 실험 데이터를 분석하여 Table 3과 같이 선정하였다. 여기서 점탄성의 특성을 지니는 헤드레스트의 스폰지 이력현상을 등가감쇠계수로 고려하였다.

헤드레스트와 두부는 DADS 프로그램에서 제공하는 접촉요소를 사용하여 모델링하였고 두부를 초기속도 24.1 km/h로 헤드레스트와 충돌이 일어나도록 하였다. 본 연구에서는 소형 자동차에서 사용되는 시트의 모델을 사용하여 해석하였다. 해석 결과 그래프는 Fig. 9에 나타나 있다.

해석 결과 두부의 최고 감속도는 80.4 g로 나타나 80 g를 초과하였으나 그 범위가 3밀리세컨드를 넘지 않아 FMVSS201 범규를 만족시켰다. 또한 쿠션의 물성치를 강(hard), 중(medium), 약(soft)의 세종류 중에서 택할 수 있도록 동적해석 모듈을 구성하였다.

일반적이고 경제적인 시트의 설계를 위해서 시트의 형상 및 설계변수의 두께가 변함에 따른 시트 강성의 변화에 대한 두부의 감속도를 해석하여 초기 생성된 텍스트 기반의 모델링 파일을 수정하고 이렇게 생성된 유한요소 모델로 다시 동해석을 하는 루프를 형성하도록 하였다

Table 3 Material properties headrest

Property	Value
Young's Modulus	$6 \times 10^7 \text{ N/m}^2$
Equivalent Damping Coefficient	241.8 N/(m/s)

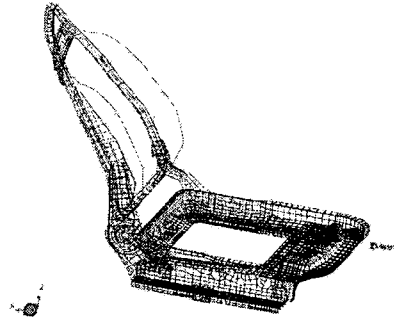


Fig. 8(a) Torsion mode about y-axis (35.5Hz)

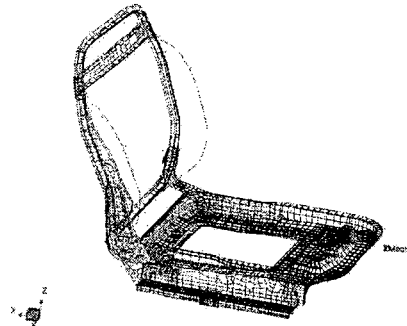


Fig. 8(b) Torsion mode about z-axis (31.8Hz)

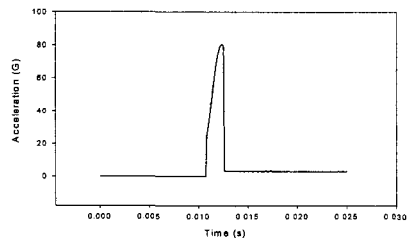


Fig. 9 Acceleration of headrest due to backward impact

4. 통합 시스템을 통한 시트 설계

본 연구에서 구현된 통합시스템을 가상 설계공간으로 이용하여 실제 자동차 시트를 설계하는 과정을 예로 보이겠다. 통합 시스템을 실행시키

면 Fig. 10과 같은 초기 화면과 함께 초기치 지정, CAD 모듈, 정해석 모듈, 동해석 모듈, 도면 생성 모듈을 실행할 수 있는 버튼을 가진 창이 생성된다.

초기치 지정 단추를 누르면 Fig. 11과 같이 차량 실내 제원을 입력할 수 있는 창이 생성된다. 이 예에서는 현재 국내에서 생산 중인 소형차를 대상으로 선택하여 실내장 1885 mm, 실내 폭 1400 mm, 실내 고 1140 mm 를 각각 입력하였다. 또한 초기치 지정에는 후속단계인 정해석과 동해석의 수행 결과를 반영하기 위한 설계변수를 선정하는 창이 생성된다. 현재 통합시스템에서 적용할 수 있는 설계 변수는 앞서 3장에서 설명한 바와 같이 백 프레임과 마운팅 브라킷, 어퍼암의 두께이며 이 모두를 설계 변수로 채택하였다. 이 과정을 Fig. 12에 도시하였다.

설계 변수 선정 과정을 마친 후 CAD 모듈을 실행시키면, 앞에서 입력한 차량 실내 제원과 설계변수를 파라미터로 하여 시트의 각 부품을 자동으로 생성하며, 이로부터 정해석에서 사용하기 위한 유한요소 모델을 자동으로 생성한다.

정해석 모듈을 실행시키면 여러 개의 버튼이 있는 창이 나타난다. 각각의 버튼은 앞서 생성한 유한요소 모델을 읽어들이며 해석을 실시하며 해석 후의 관심 부분인 백프레임 상부 중앙 지점의 처짐량을 알려주고, 등가응력인 폰 마이세스 응력에 대한 응력선도를 보여주며 앞서 초기치 입력 과정에서 선택한 설계변수들에 대한 민감도 해석 수행과 이에 대한 결과를 알려준다. 이 민감도 정보를 이용하여 사용자가 설계변수 값을 수정하여 다시 해석과 후처리 과정을 수행할 수도 있다.

동해석 실행 단추를 누르면 DADS가 실행되고, 프로그램 상단부에 사용자 정의 버튼이 나타난다. 사용자 정의 버튼을 사용하여 정해석에서 제공된 정보를 입력하고, 해석을 실시한다. 해석된 결과로부터 시트 형상의 움직임을 볼 수 있으며, 결과 그래프와 텍스트 정보로 가속도를 확인할 수 있다. 이러한 결과로 모델링 파일을 수정하고 생성된 유한요소 모델을 사용하여 다시 동해석을 수행할 수 있다.

동해석을 마치고 원하는 설계가 완료되어 도면 생성 모듈을 실행시키면 Fig. 13과 같이 도면을 생성하고자 하는 부품을 선택할 수 있는 창이 나타나고 선택된 부품 또는 시트 전체 조립품에 대한 2차원 상세 도면을 생성할 수 있다.

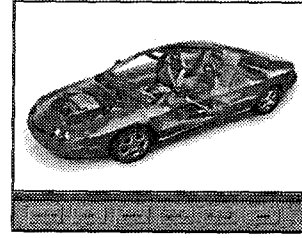


Fig. 10 Initial window of integrated system

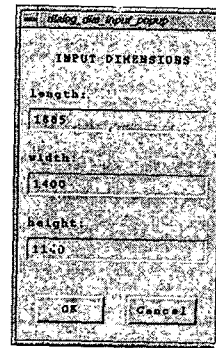


Fig. 11 Input window of car inner dimensions

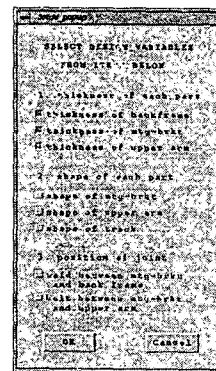


Fig. 12 Section window of design variables

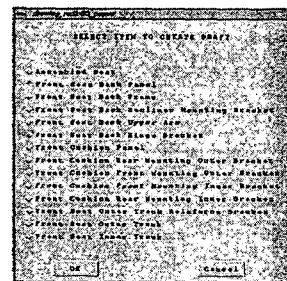


Fig. 13 Selection window of part for draft

5. 결론

자동차 시트 전용 성능평가 및 가상설계를 위한 통합시스템 개발을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 기존의 자동차 시트의 설계는 독립된 설계, 해석 및 시제품을 이용한 성능평가로 이어지는 시행 착오법으로 이루어 졌으나, 전산 시뮬레이션을 도입하여 시간과 경비를 단축할 수 있게 되었다.

(2) CAD 모듈과 정해석 및 동해석 모듈 사이의 효율적인 데이터의 흐름을 위하여 가장 초보 단계의 파일인 텍스트 파일을 이용하였으며 이러한 방법은 사용하고자 하는 상용 프로그램이 바뀌더라도 쉽게 적용이 가능하리라 사료된다.

(3) 지금까지의 전산 설계 과정에서는 솔리드 모델링, 정해석, 그리고 동해석을 위해 각 단계에서의 전문 기술자들이 필요하였으나, 본 시스템에서는 각 단계에 대한 전문 지식이 없는 설계자도 쉽게 사용할 수 있는 환경을 개발하였다.

(4) 본 연구에서는 자동차 시트의 설계를 위한 통합시스템을 개발하였으나, 여기서 사용된 기법과 개념은 다른 여러 분야에도 적용 될 수 있으리라 사료된다.

(5) 본 연구에서 정해석과 동해석 모듈에서 적용한 시험 기준이 기본적인 것이었으나, 다른 주요 시험에 대한 시뮬레이션 기법을 추가할 필요가 있다고 생각된다. 또한, 본 시스템의 개발에서는 여러 상용 프로그램이 하나의 시스템에 모두 장착이 되어있다는 가정 하에서 개발되었으나 여러 시스템에 분리되어 있더라도 적용이 가능하도록 원격 제어 개념의 추가가 필요하다고 사료된다.

후 기

본 연구는 한국학술진흥재단 과학기술기초 중점 연구 지원(과제번호 : 1998-018-E00057)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

(1) 정태형, 배인호, 김 현, 1996, "차차장치 설계

를 위한 설계지원 시스템 개발에 관한 연구," 대한기계학회논문집(A), 제21권, 제9호, pp. 1373~1384.

(2) Kim, Y. J., Son, J. H., Chung, H. D. and Kim, J. G., 1994, "Expert System Approach for Reactor Vessel Integrity," *KSME Journal*, Vol. 8, No. 2, pp. 198~205.

(3) Haug, E. J., Choi, K. K., Kuhl, J. G. and Wargo, J. D., 1995, "Virtual Prototyping Simulation for Design of Mechanical Systems," *Trans. of ASME, Journal of Mechanical Design*, Vol. 117, pp. 63~70.

(4) *PRO/ENGINEER Fundamentals Release 18.0*, Parametric Technology Cooperation.

(5) *ANSYS Analysis Guide*, SAP IP. Inc.

(6) *DADS(Dynamic Analysis and Design System) User's Manual*, Computer Aided Design Software Incorporated, Iowa, U.S.A.

(7) 1994, 썸틀지기, C언어 사용자를 위한 MOTIF PROGRAMING, 에스컴, 서울.

(8) Flangan, D., 1994, *Motif Tools*, O' Reilly & Associates, New York.

(9) 이호용, 임중연, 범형택, 1997, "자동차 시트 프레임의 구조해석에 관한 연구," 한국자동차공학회, 춘계학술대회, p. 170.

(10) 김현영, 이상근, 1999, "자동차 시트의 충돌 성능 예측," 한국자동차공학회논문집 제7권 3호, pp. 196~204.

(11) 최창식, 1999, "자동차 시트 프레임의 형상 최적 설계," 부산대학교 기계설계공학과, 석사학위논문.

(12) Cook, R. D., Malkus, D. S. and Plesha, M. E., 1985, *Concepts and Application of Finite Element Analysis*, John Wiley & Sons.

(13) Arora, J. S., 1989, *Introduction to Optimum Design*, McGraw-Hill.

(14) 이성우, 홍석길, 서명원, 1999, "승용차의 FMH 충격성능 개선을 위한 실험적 연구," 한국자동차공학회논문집 제7권 제4호, pp. 276~286.

(15) 나상화, 박동규, 김용성, 1999, "신 FMVSS 201 (FMH) 성능대응 평가해석 기법," 한국자동차공학회 춘계학술대회, pp. 531~536.