

목 상해 평가시스템에 관한 연구

전준호*, 허용정**

*한국기술교육대학교 대학원

**한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부

e-mail:joon@kotsa.or.kr

A Study on Evaluation System for Neck Injury

Joon-Ho Jun*, Yong-Jeong Huh

*Dept of Mechatronics Engineering KUT,

**School of Mechanical Engineering KUT

요 약

본 논문에서는 자동차후면추돌이나 에어백시험 등에서 인체모형의 중요한 평가지수인 목 상해를 평가할 수 있는 평가시스템에 대하여 연구하였다. 목 상해(N_{ij}) 기준만족여부를 판단하기 위하여 Diadem 프로그램을 이용하여 더미(Dummy)의 종류별, 시험의 조건별로 자동으로 계산되는 평가시스템을 개발하여 목 상해 기준을 보다 편리하고 정확하게 계산 할 수 있도록 하였다.

Key words: N_{ij} (목 상해지수), Dummy(인체모형), HIC(머리상해기준)

1. 서론

인체상해기준은 인체모형의 데이터와 인체의 생존 한계 및 상해정도와의 관계 설정을 위하여 충돌시험용 인체모형의 기계적 반응에 의해 나타내도록 개발되어왔다. 인체모형의 상해기준은 머리상해기준(HIC), 목상해 (N_{ij}) 기준, 흉부가속도상해기준, 흉부압축 변위량 및 대퇴부 상해기준 등이 있으며 충돌시험시 인체모형에 설치한 가속도계, 하중계 및 변위계 등으로부터 측정된 시험결과로 상해정도를 나타낸다^[1].

그러나 인체모형의 상해기준 판단은 시험의 종류별, Dummy의 종류별, 시험의 다양한 조건별로 계산방식이 달라 평가에 어려움이 있다. 특히 목 상해는 후면추돌이나 에어백시험 등에서 중요한 평가지수이다^[2]. 목 상해(N_{ij})의 평가는 굽힘·압축, 굽힘·회전, 젖힘·압축, 횡 방향 굽힘(lateral flexion)등 복합 목 상해를 판단해야만 한다.

따라서 본 연구에서는 목 상해 (N_{ij}) 기준을 판단하기 위하여 Diadem 프로그램을 이용하여 Dummy의 종류별, 시험의 조건별로 자동으로 계산하여 목 상해 기준여부를 보다 편리하고 정확하게 계산 할 수 있도록 하였다.

1.1 목상해의 기준

1.1.1 목의 구조

목의 구조는 크게 나누어 목뼈(경추골), 근육, 신경으로 구분할 수 있으며, 경추골(cervical vertebrae)은 Fig. 1과 같이 두개골 아래의 후두 관절용기(occipital condyle)로부터 어깨와 만나는 지점까지 7개의 목뼈로 구성되어 있으며 위로부터 각각의 운동특성은 다음과 같다^[3,4]

C-1 : 환추골(atlas), 고개를 끄덕이는 역할

C-2 : 축추골(axis), 고개를 가로짓는 역할

C-3~7 : 목의 젖힘, 휨(extension & flexion) 및 좌우 굽힘

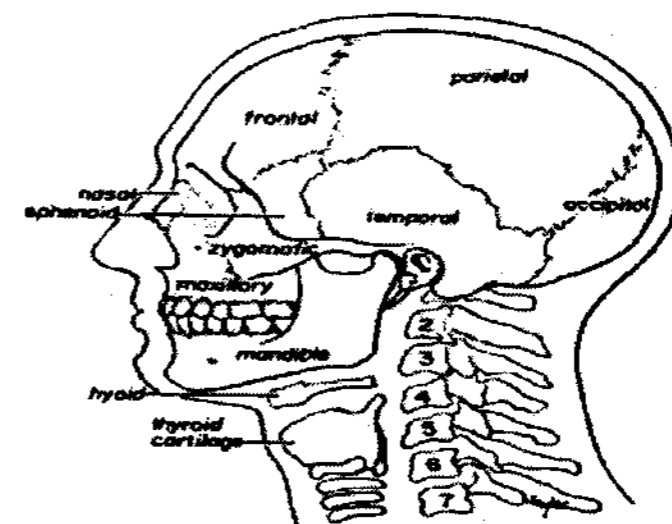


Fig 1. 목뼈의 구조

1.1.2 목 상해 기준

충돌 시 후두과상돌기에 휨 또는 젖힘 모멘트가 작용하는 동안 축 하중은 인장이나 압축하중을 받게 된다. 이 결과 N_{ij} 에 대한 인장·젖힘(N_{te}), 인장·휨(N_{tf}), 압축·젖힘(N_{ce}) 및 압축·휨(N_{cf}) 4가지 가능한 하중조건이 발생한다^[1].

이때 $N_{ij} = (F_z / F_{zc}) + (M_{ocy} / M_{yc}$) 계산식에 의거 결과 값이 어느 값도 1.0이하 이어야한다.

1.1.3 목상해(N_{ij}) 계산 방법

$$N_{ij} = (F_z / F_{zc}) + (M_{ocy} / M_{yc}) \quad (1)$$

$$M_{ocy} = M_y - (D \times F_x) \quad (2)$$

여기서

F_z : 시험시 Upper Neck Load Cell에서 측정된 Z-Axis Force(N)

F_{zc} : 법규에 규정된 N_{ij} Force Critical Value(상수값) (Table 1참조)^[5, 6]

M_{yc} : 법규에 규정된 N_{ij} Moment Critical Value(상수값) (Table 1참조)^[5, 6]

M_y : 시험시 Upper Neck Load Cell에서 측정된 Moment(Nm)

D : Upper Neck Load Cell Axis와 Condyle Axis 사이의 거리(Lever arms) (더미종류별로 정해진 상수값 : Table 2참조)^[5]

F_x : 시험시 Upper Neck Load Cell에서 측정된 Force(N)

Table 1. N_{ij} Force Critical

Dummy type	F_{zc} [N] Tension	F_{zc} [N] ² Compression	M_{yc} [Nm] Flexion	M_{yc} [Nm] ² Flexion
Hybrid III male 95%	6806	-6160	310	-135
Hybrid III male 50%	6806	-6160	310	-135
Hybrid III female 5%	4287	-3880	155	-67

Table 2. Lever arms 거리

In this table the D lever arms of the Upper Load Cell are specified for the calculation with SAEJ1727 in relation to the dummy type.		
Hybrid III male 95%	6-axial	0.01778
Hybrid III male 50%	6-axial	0.01778
		0.008763
Hybrid III female 5%	6-axial	0.01778
Hybrid III child dummy 6 years	6-axial	0.01778
Hybrid III child dummy 3 years	6-axial	0
CRABI child dummy	6-axial	0.0058
	6-axial	0.0102

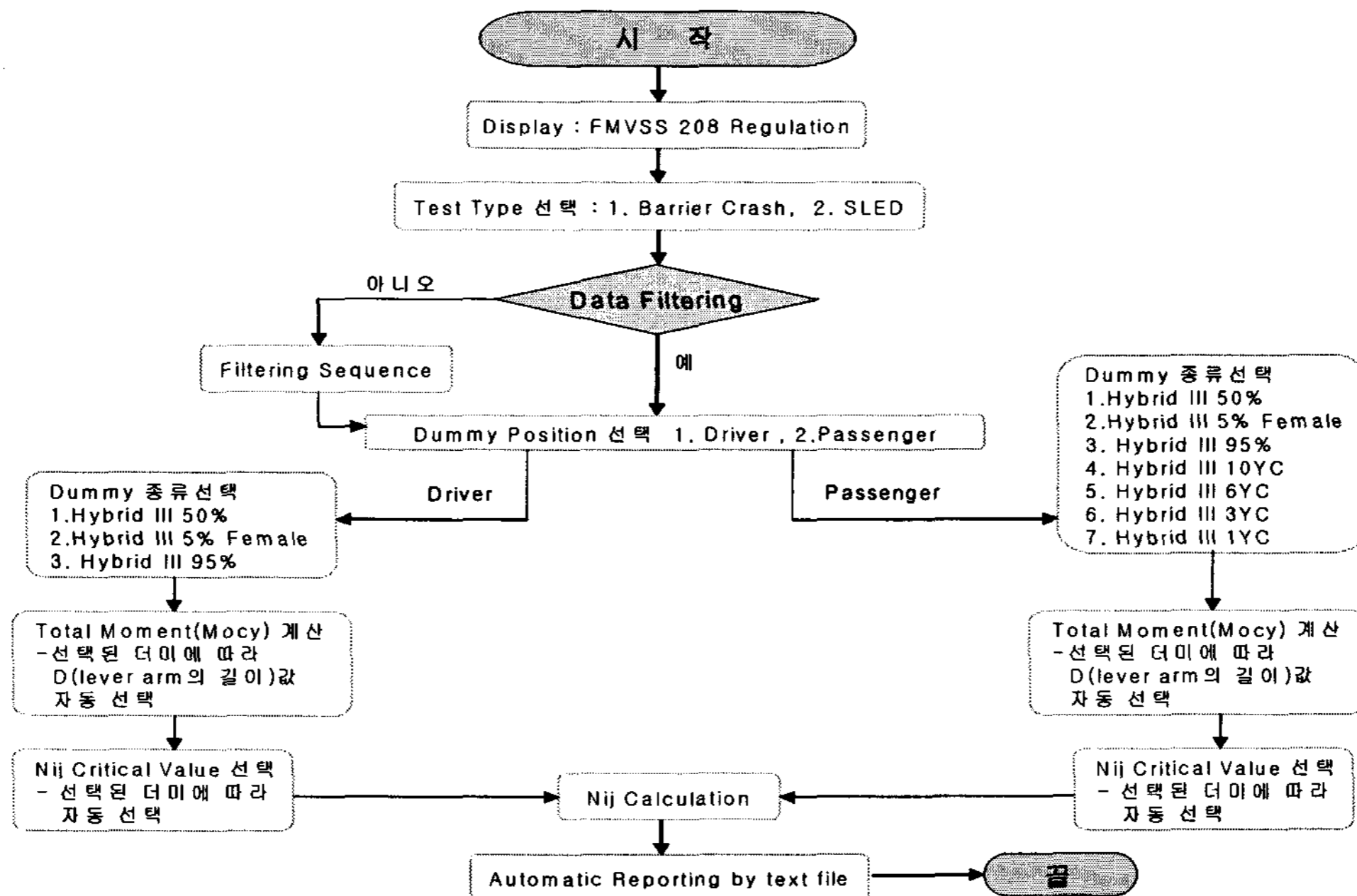


Fig 2. 시스템 흐름도

2. 목 상해(Nij) 계산 시스템구성

목 상해 (N_{ij}) 기준을 판단하기 위하여 식 (1)의 N_{ij} 계산방법에서 필요한 Dummy 종류별로 정해진 상수 값 등 시험조건별 상황을 Diadem 프로그램을 이용하여 Fig.2와 같이 N_{ij}계산방식을 계산할 수 있도록 구성하였다.

2.1 목 상해(N_{ij}) 계산 절차

1. Test Type 선택

Barrier Crash과 SLED 시험 중에서 충돌시험의 종류 및 위치를 Fig.3에서 선택 한다.

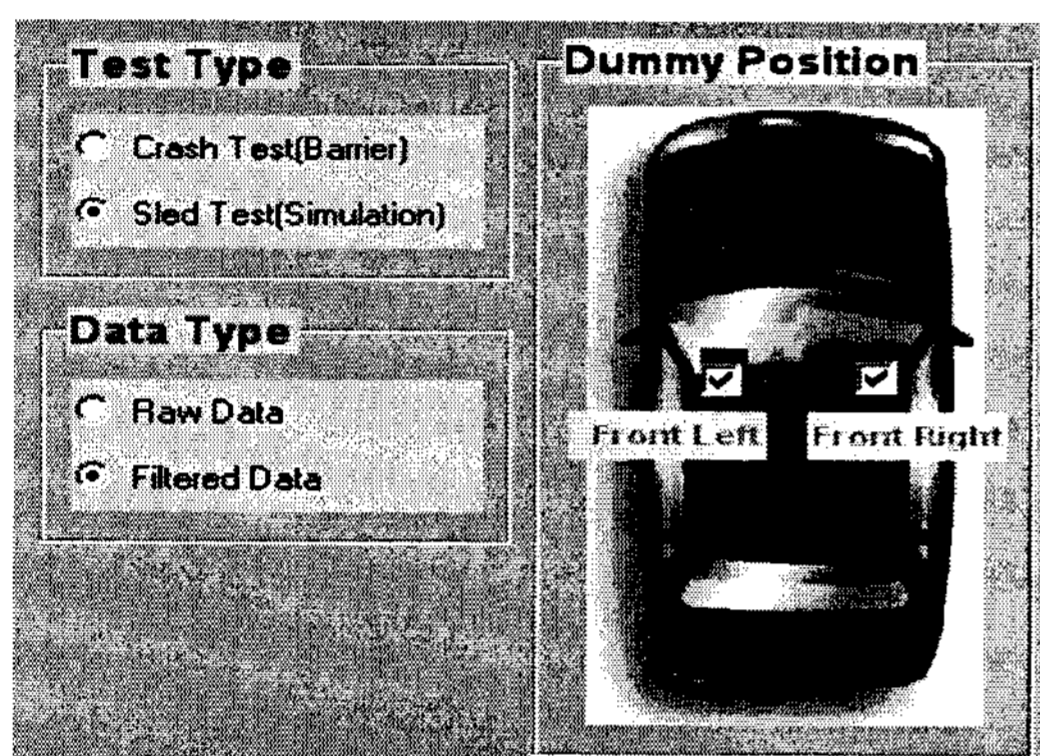


Fig 3. Test Type 선택

2. Fig.4의 상부 목 센서(Upper Neck Load cell)로부터 원본 데이터(Raw Data) 취득

N_{ij} 계산 시 필요한 Raw Data를 불러 온다.

- 1) X-Direction Force(Fx) : Shear Force
- 2) Z-Direction Force(Fz) : Axial Tension and Compression Force
- 3) Moment Y(My) : Moment "yes"



Fig 4. Hybrid III 50%ile Dummy

3. Raw Data의 Filtering 작업 선택

- 1) X-Direction Force(Fx) : CFC_600

- 2) Z-Direction Force(Fz) : CFC_600

- 3) Moment Y(My) : CFC_600

4. Dummy 종류 선택

운전석에 앉을 수 있는 4가지 종류의 Dummy와 조수석에 앉을 수 있는 7가지 종류의 Dummy를 Fig.5 에서 선택 한다.

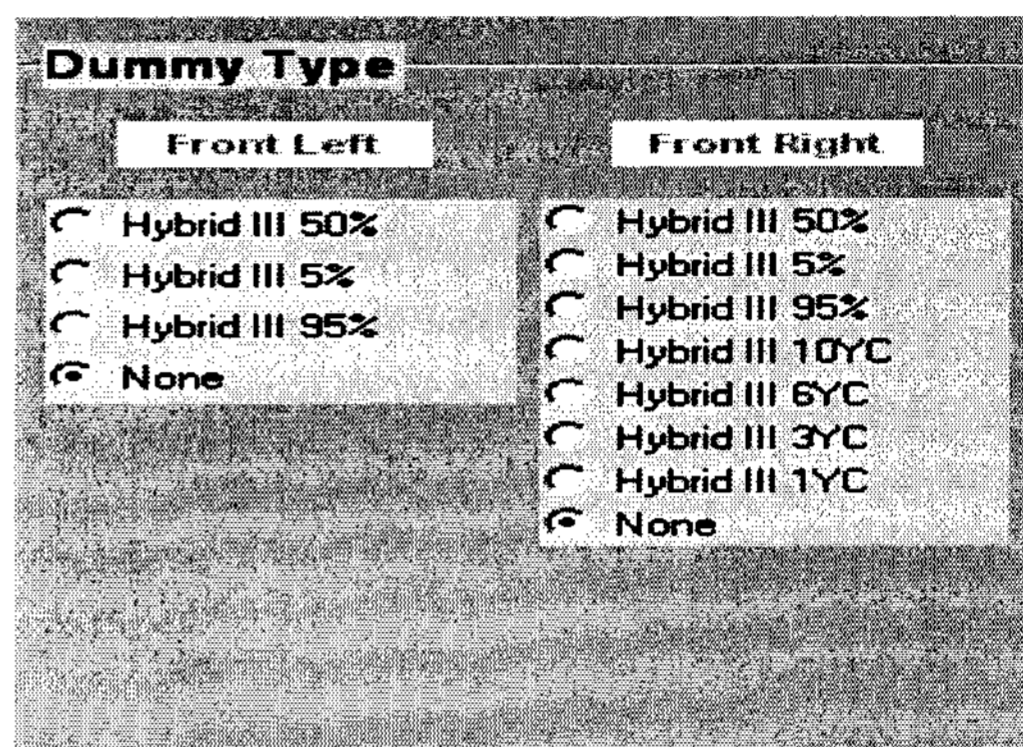


Fig 5. Dummy Type 선택

5. Total Moment Mocy 계산

Total Moment Mocy 을 구하기 위하여 선택된 Dummy에 따라 Table 2 Dummy 종류 별로 정해진 Lever arms 상수 값을 자동으로 선택되어 진다.

6. N_{ij} Calculation

N_{ij} 값을 구하기 위한 법규에 규정된 N_{ij} Force Critical Value(상수값)은 선택된 Dummy에 따라 Fig.6 Neck Injury Limits에서 자동 선택되어 N_{ij} = (Fz / Fzc) + (Mocy / Myc) 계산방식에 따라 N_{ij} 값을 계산한다.

FMVSS208_Neck Injury Criteria Performance Limits						
	50th% HNI	50th% HNI	5th% HNI	6 year old HNI	3 year old HNI	12 mo. CRABI
	Current	FRM	FRM	FRM	FRM	FRM
	208		Dynamic			
			OOP			
Neck: N _{ij} method (Linear Combination of Moment / Axial Forces)						
N _{ij}	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
N _{ij} Critical Values						
Tension (N)	—	6606	4287	3880	2800	2120
Compression (N)	—	6160	3880	3880	2800	2120
Flexion (cc) (N-m)	—	310	155	155	93	68
Extension (cc) (N-m)	—	135	67	67	37	17
Peak Tension		4170	2620	2070	1490	1130
Peak Compression		4000	2520	2520	1820	1380

Fig 6. Neck Injury Limits

2.2 N_{ij} 계산 결과

N_{ij} 결과 및 Upper Neck Tension 등의 구하고자 하는 Neck Injuries Items을 Fig.7에서 선택한다.

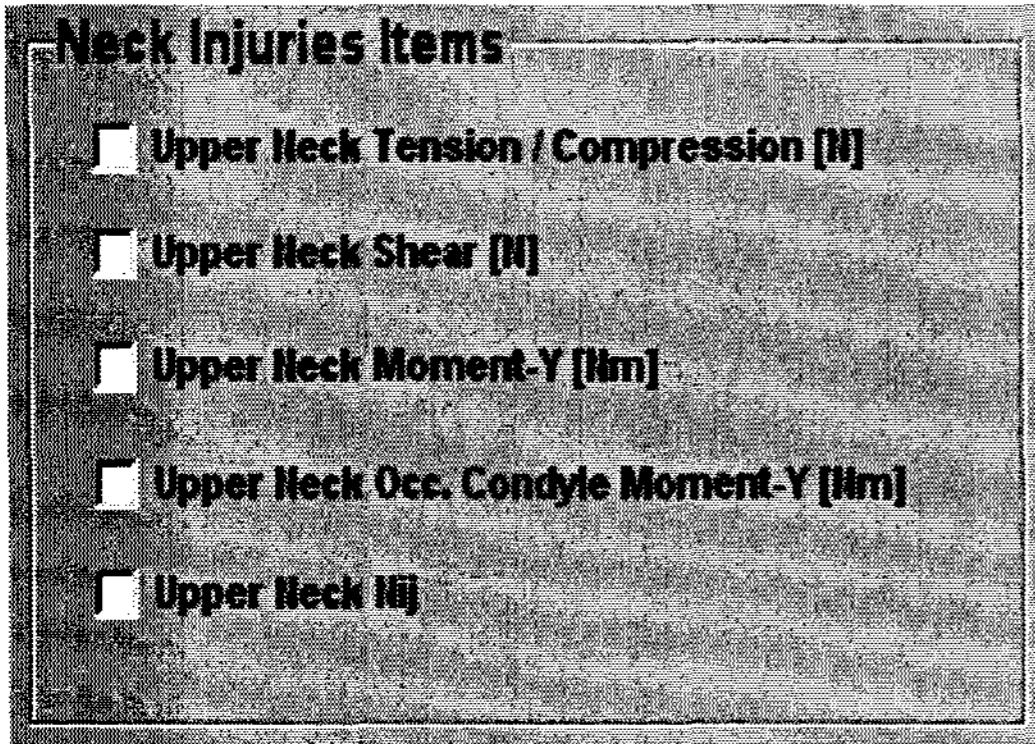


Fig 7. Neck Injuries Items

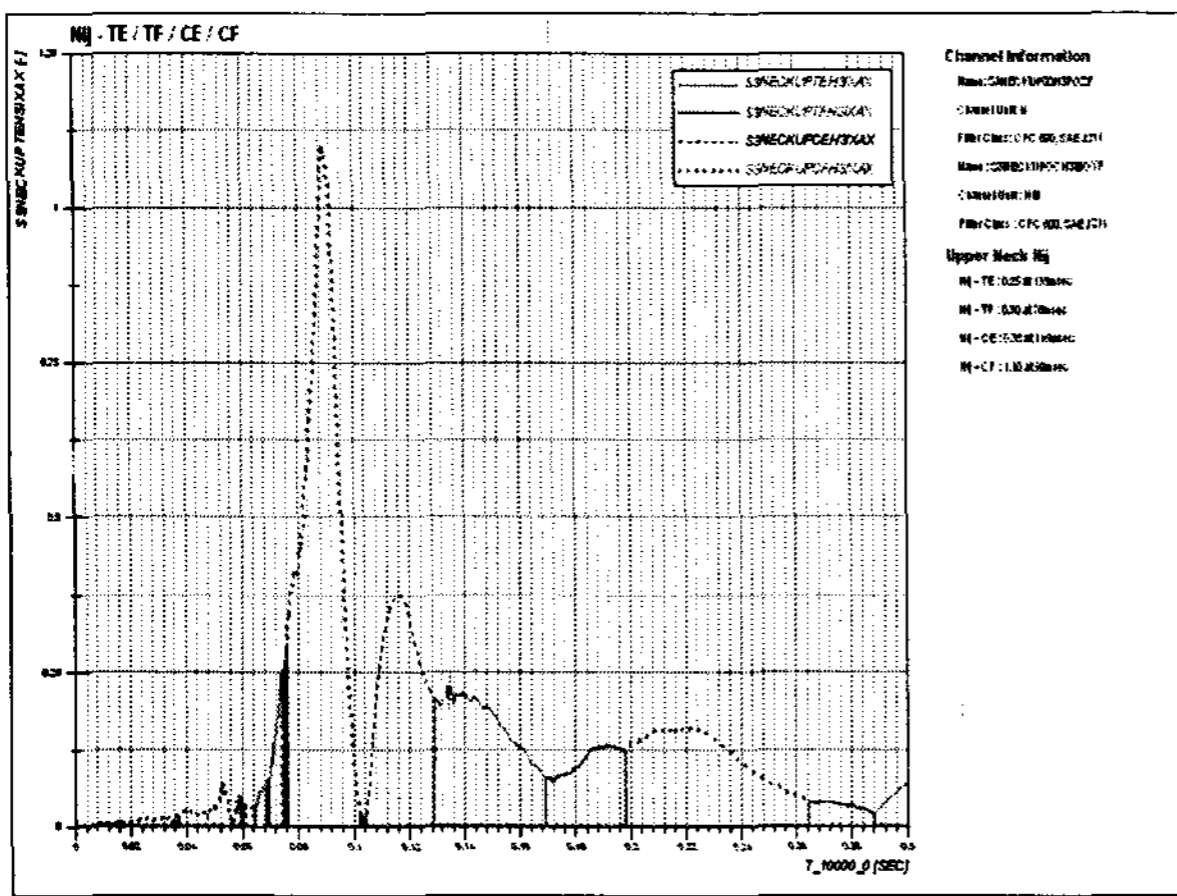


Fig 8. N_{ij} 계산결과 그래프

N_{ij} 결과 값은 더미 종류별로 정해진 상수 값 등 시험 조건별 상황의 선택에 따라 Didem 프로그램에서 자동선택 되어져 Fig.8과 같이 그래프와 수치로 나타내어진다.

3. 결론

본 연구에서는 목 상해 (N_{ij}) 기준을 판단하기 위한 평가시스템을 개발하여 목 상해(N_{ij}) 기준을 보다 편리하고 정확한 판단을 할 수 있도록 하였으며 다음과 같은 장점이 있다.

1. 목 상해 값을 구하기 위한 상수 값들을 Dummy의 선택에 따라 자동 선택되어 질수 있도록 하여 편리하게 하였다.
2. 목 상해 (N_{ij}) 기준을 판단하기 위한 식 (1)에 자동으로 선택되어 계산하여 결과 값이 나올 수 있도록

프로그램화 하였다.

3. 목 상해 결과 값을 Fig.8과 같이 그래픽화 함으로써 전문가 뿐 만 아니라 누구나 쉽게 판단할 수 있도록 하였다.

참고문헌

- [1] CTR 49 Part 571 FMVSS 208 Occupant Crash Protection
- [2] Prasad, P, Kim,A., Weerappuli, D.P.V., Roberts and Schneider,D. Relationships between passenger car seat back strength and occupant injury severity in rear end collisions:field and laboratory studies.SAE paper 973343,1997
- [3] 후방추돌시 좌석등받이 강도와 목 상해 상관관계에 대한 실험적연구 1998. 이재완
- [4] Harry S. Myers, M.D.,등 Cervical Spine Injury Mechanisms,SAE
- [5] Edited by Stanley H. Backaitis and Harold J. Mertz, 「Hybrid III : The First Human-Like Crash Test Dummy」 SAE PT-44
- [6] Mertz, H Patrick,L 「Strength and Response of the Human Neck」 SAE Paper No.710855