□ 解 說

自動車 座席 安全벨트에 對한 小考

柳 時 虎
<起亞産業(株) 開發部>

1. 序 言

경제발전과 더불어 교통수단으로 자동차의 이용률은 점차 높아져 가고 있으며, 통계에 의하면 1980년 9월말 기준 전국에 50만대가 운행되고 있다.

이상과 같이 많은 차량이 움직이면 빈번한 교통사고와 더불어 安全을 생각하지 않을 수 없다.

政府에서는 81년 4월 1일부터 고속도로上에서 安全벨트를 着用하지 않으면 規制하도록 되어 있다. (내무부령으로 도로교통법에 명시되어 있음)

本稿에서는 충돌시 자동차에 타고 있는 사람을 보호하고, 各國의 安全벨트法 現況과 着用效果, 安全벨트의 種類, 理想的인 要求性能을 檢討하여 그 對策을 살펴보고자 한다.

2. 安全벨트의 種類

安全벨트는 受動式 拘束裝置(Passive Belt)와 能動式 拘束裝置(Active Belt)로 나눌 수 있다.

1. 受動式 拘束裝置

(가) 에어 백(Air Bag)

에어백은 평상시에는 대쉬보오드(Dash-Board)나 스티어링(Steering)의 一部에 들어 있다가 충돌시에 車體와 승객間에 펼쳐져서 승객을 보호하는 裝置이다. 이 裝置는 미국의 GM社가 74年型車 Buick等 full-size-car에 裝備하고, 별도 부착품(option)으로 판매하여 年間 8,000대의 에어백 裝備車를 生産하였다. 그러나, 에어백은 신뢰성, 作動音等 펼쳐질 때 일어나는 파생적인 障害와 費用等이 문제점이 되었고, 충돌時 以外에 펼쳐진 例가 60건 정도 보고되어 이중 4건은 소송 문제화하기도 했다. 그 때문에 GM社는 77年型 以後 車에는 에어백 裝備의 별도 부착품(option)판매를 중지했다. 그 中에서도 에어백 裝備의 最大問題는 費用때문이었다. 그 당시 미국의 경우, 자동차 1대分에 安全벨트를 裝備하는 費用은 90弗정도인데, 에어백은 운전석에만 裝備하는 費用이 226弗로서, 費用差가 심해 市場性이 없었다고 한다.

또 승객의 安全을 爲한 死亡率 감소효과는 허리벨트 17%, 에어백 18%, 에어백과 허리벨트 겸용은 29%, 3點式벨트가 31%로, 3點式 座席벨트가 제일 효과가 높다고 조사 발표되었다.

그러나, 최근 새로운 에어백(1977년 11월 Machine Design紙에서) 이 小型車用으로 開發되었는데, 이 시스템을 開發한 Calspan社에 의하면 72km/h의 속도로 충돌을 해도 앞 座席의 승객을 보호한다고 하며, 衝突時 自動으로 空氣가 에어백에 채워진다고 한다.

(나) 수동식 벨트(Passive Belt)

수동식 벨트는 安全벨트가 車門에 裝着되어져 있고, 車門의 開閉는 電動裝置等을 사용하고 자동적으로 승객을 裝着한다.

수동식 벨트는 ESV(Experimental Safety Vehicle; 1970년 미국에서 자동차의 安全性向上의 技術的 可能性을 追求하는 目的 때문에 提案

되어 現在 세계적으로 모임을 가짐)에서 開發과 함께 多數의 메이카에 따라서 急速히 開發과 實用化가 진보되었다가 現在로서는 停滯상태에 있다.

수동식 벨트에는 여러 가지 종류가 있고 이것을 分類하면, 어깨벨트(shoulder belt)의 Anchor位置가 車의 지붕內 中央部에 있는 것과 座席의 上部 혹은 車內의 필라部(pillar; 앞문과 뒷문 사이 기둥) 車의 지붕內 레일등에 있는 것이 있고, 벨트의 길이가 조절되는 가이드·트랙(guide track)이 車의 門 部分이나, 문틀, 車의 지붕內 레일, 그리고 무릎 中央部에 있는 것등 여러 가지가 있다.

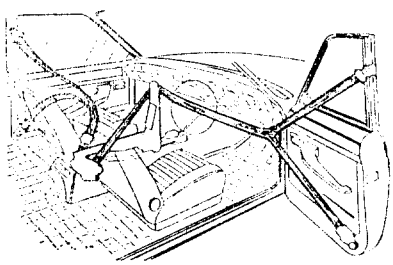

그림 1.

그림 1은 英國에서 開發되어진 것으로서 어깨벨트 및 허리벨트 外側의 Anchor가 門 內側面에 부착되어 있다가 門을 열때면 車內바닥 中央部에 設置되어 있는 아암(arm)이 세워지고 벨트를 前方에 세우게 되며 座席과 벨트와의 공간이 만들어져 승객이 타기 좋게 된다. 승객이 타고 門을 닫으면 아암(Arm)이 제자리로 내려가 벨트가 승객을 裝着시킨다. 그림 2는 어깨벨트를 위하여 車지붕 中央內에 Retractor가 부착되어진 것으로서 그 部分과 계기판內에 부착된 감김장치의 2개 장소에 모우터가 使用되고 있다. 차의 지붕 中央에 Retractor를 부착하는 것은 승객의 승차時는 편리하지만 突起物이 되지 않도록 지붕內에 파묻히게 집어 넣을 必要가 있다. 또 車內 반사경의 視界등 障害가 되는 경우가 있으며 小型車에 설치하는 것은 無理다.

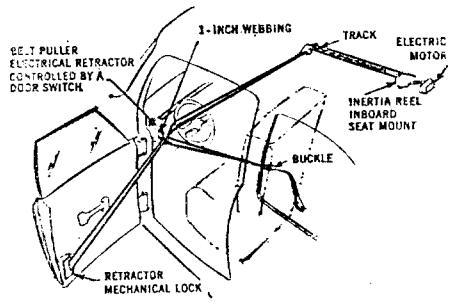

그림 2.

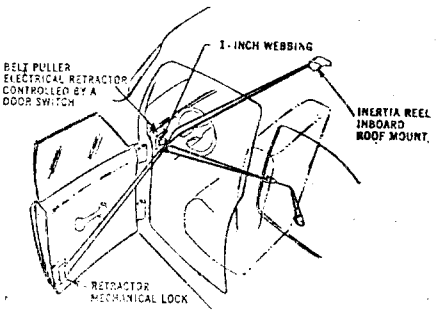

그림 3.

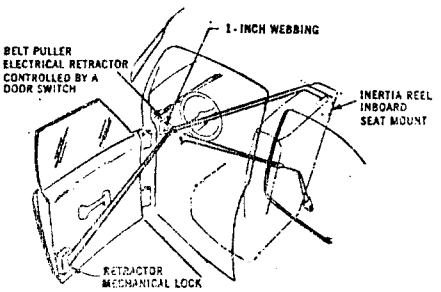

그림 4.

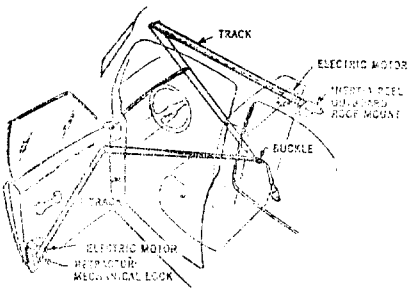

그림 5.

그림 3은 그림 5처럼 궤도안내(guide track)가 아니고, 계기판에 부착된 벨트 감김장치에 의해서 승차 및 하차를 하도록 되어 있다.

그림 4는 어깨벨트 上部 Anchor가 座席에 앉은 사람에게 끼여지도록 되어 있다. 그러나 이것은 어깨벨트 上部 Anchor 1點이 中央에 있기 때문에 승차는 容易하지만 座席 自體가 벨트의 荷重을 많이 받는다. 그림 5는 어깨벨트 上部 Anchor가 外側에 있고, 車지붕의 싸이드·판넬(side panel)에 궤도가 설치되어 있다.

以上의 그림 1~5까지의 座席벨트는 벨트를 부착하기 위해 車輛의 改造가 必要하지만, 日本에서 開發한 「高田벨트」는 車輛의 改造가 必要없이 座席에만 裝着하며 어떤 車에도 부착 可能하게 되어 있다. 이 벨트는 裝着時 길이 조절구가 프라스틱製의 둥근모양(円弧狀)으로서 모우터에 의해 作動되며 벨트가 연결되면 둥근모양의 길이 조절구가 채워지고 벨트裝着이 完了되는 것으로, 이것의 短點은 座席部分에 부착할 공간이 必要하고 구조가 복잡한 점이다.

수동식 벨트는 승차시 승객이 구속장치의 着用에 어떠한 動作을 必要로 하지 않는 것이지만 승객에게 一部 動作을 必要로 하는 것이 있는데 이것을 반 수동식 벨트라고 한다.

(다) 반 수동식 벨트

그림 6은 반 수동식 벨트의 一種으로서 계기판의 고리에 벨트를 부착하여, 벗길 때는 손으로 움직일 必要가 있다. 이런 것이 반 수동식 벨트이다.

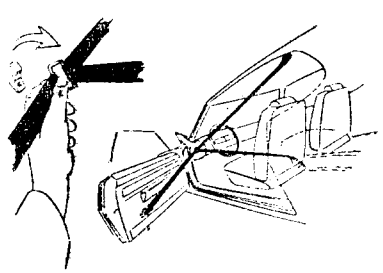

그림 6.

이것은 webbing과 retractor가 그림 6에서와 같이 그 結合部는 둥근모양으로 이어져 있으며 평상시는 앞쪽에 설치 되어 있는 고리에 매달려 있고 門을 열 때에 座席벨트가 올라가는 염려가 없도록 開放되어 있고 座席에 앉은 후문을 닫고 둥근것을 고리部分에서 떼내면 retractor에 따라 벨트가 引張되고 座席벨트가 승객에 맞게 着用이 完了된다.

2. 能動式 拘束裝置

(가) 조절식(NLR)과 자동식(ALR) 시스템

종래에는 단순히 벨트를 附着한 조절식(NLR: Non-Locking Retractor)과 着用後 벨트가 확실한 역할을 하는지 파악해야 하는 자동식(ALR: Automatic-Locking Retractor)이 사용되었으나 이들의 短點은 벨트의 길이 調節이 必要하고 强한 스프링에 의한 壓迫感과 拘束感이 커서 사용하기에 적리한 것이 아니었다.

그후 上記 2가지를 改造해서 開發을 하였는데 이것은 승객의 拘束感을 輕減하고, 着用時 行動범위를 확대하는 機能과 衝突時에 감지기의 역할로 벨트의 감김이 정지되는 잠김機構를 갖춘 retractor이다. 이 시스템이 ELR(Emergency-Locking-Retractor)이다.

(나) ELR 시스템

ELR시스템은 평상시 사용때 벨트 自體가 신축성이 있어 身體를 구속해주고 긴급 정차時(例: 충돌사고경우) 上體의 앞으로 기울어 짐을 防止한다. 또 이것은 retractor가 없는 NLR에 比해서 便利한 反面 어깨에 壓迫感을 주는 點등이 있다. ELR시스템은 3종류로서 ① Webbing引出感知方式, ② 車體 加速度 感知方式, 앞의 ①②를 겸비한 ③ dual感知方式이 있다. Webbing方式은 부착角度에 自由度가 있고, 그외에 Buzzer가 채워진 것을 확인할 수 있는 利點이 있다. 車體 加速度 感知方式은 벨트를 拘束해서 당기는 잠김장치이다.

(다) 壓迫感 輕減裝置

ELR시스템은 長時間 사용시 고통을 많이 느끼고 특히 loop 벨트 타입으로서 연속사용시 스프링이나 座席에 부착한 길이 조절구等의 마찰 때문에 채워지는 능력이 떨어진다. 그대신 당겨지는 힘이 증가해서 승객의 壓迫感이 더욱 커진다.

이것을 해소하기 위한 方法이 壓迫感輕感裝置이다. 처음에는 comfort clip이라고 하는 樹脂製의 링이 사용되었고, 壓迫感輕減効果는 있었지만, 링이 半固定으로 되어 있기 때문에 그것을 移動시키지 않으면 벨트가 채워지지 않는 결점이 있다. 그후 ELR시스템內 그 前에 결정되었던 位置 또는 任意의 위치에서 스프링 힘을 規制하고 당겨지는 힘, 채워지는 능력이 着用時 부담을 적게 하도록 機構가 考案되었다.

(라) 에너지 吸收裝置

에너지 吸收裝置란 衝突時에 승객에게 미치는 負荷나 傷害의 程度를 緩和하는 効果裝置를 말한다. 座席벨트의 拘束性能을 向上하기 위하여 에너지 吸收裝置나 webbing의 改良에 따른 에너지 吸收벨트等의 開發이 진보되어 가고 있다.

(마) 警報 信號裝置

벨트를 着用하지 않으면 buzzer, lamp 등警報信號를 주는 裝置가 되어 있다.

3. 各國의 座席벨트法 現況과 動向

1. 濠洲의 强制 着用法

1970年 12月 世界에서 제일 먼저 安全벨트 着用을 法으로 規制한 濠洲는 1971年부터 死傷者數가 급격히 줄었다. 着用率은 强制 着用前의 평균 25%가 法施行後 평균 75%로 3배가 늘어났고, 그 결과 자동차 사고의 死亡者數는 23%감소되었다. 1976年 기준으로, 1960~1970年까지 증가률은 예상한 死傷者數에 比해 死亡 32% 감소, 負傷 44% 감소를 보였다.

2. 유럽에서의 安全벨트 着用法

表 1에서와 같이 安全벨트 着用率이 30% 前後해서 머물던 것이 着用 계몽운동으로 급격히 상승하였으며, 특히 1978年 기준 着用法을 施行하는 國家는 유럽을 中心으로 20여개국 이상이며, 제일 먼저 실시한 濠洲는 着用率이 80~90%이다.

3. 美國의 安全벨트 着用 現況

미국에서는 74年型車에 벨트를 着用하지 않으면 엔진의 시동이 걸리지 않는 Starter Inter Lock 시스템을 義務的으로 附着하게 했었다. 그러나 일반 사용자들에게 받아 들여지지 않았으며, 1年後 buzzer와 lamp의 "警報裝置"로 변경되었다. 1976.8~1977.3까지 조사한 결과에 의하면 운전자의 安全벨트 着用率은 18.5%로 낮았고, inter lock附着의 차량까지도 不正使用 故障등의 이유로 25.2%着用率로서, 평균보다 약간 높은 정도로 멈추었다. 즉 安全벨트 시스템만의 對策으로서 着用率을 높이는 것은 어렵다는 결론이고, 着用法이 實施되어야 함이 강조된다.

表 1

國名	적용년월	집행단속	벌금	벨트 착용률 (%)	
				규제전	규제후
스웨덴	1975. 1	평상시	10弗	40	79
덴마크	1976. 1	〃	16弗	25	87
스위스	1976. 1	〃	8弗	35	95
서독	1976. 1	〃	없음	—	79
핀란드	1975. 7	가끔	〃	9~40	50~71
노르웨이	1975. 9(도시)	거의없음	〃	20(도시)51(교외)	32(도시) 61(교외)
프랑스	1973. 7(교외)	평상시	10弗	28	80
	1975. 1(도시)	거의없음	20弗	—	—

表 2

조 사 기 관	시기	조 사 장 소	벨트裝着車(台)	벨트着用車(台)	벨트着用率(%)
경 시 청	1月	일 반 도 로	1,000	10	1
〃	〃	首 都 高 速	500	29	6
〃	4月	〃	16,207	363	2.2
〃	〃	中 央 高 速	1,386	168	12.1
〃	〃	外 苑 東 通	114	1	0.9
石 川 縣 警	5月	北陸自動車道	5,859	147	2.5
神 奈 川 縣 警	6月	西 湘 國 道	432	43	10.0
大 阪 府 警	〃	名阪神高速	2,279	41	1.8
宮 崎 縣 警	7月	縣內主要道路	12,493	854	6.8
北 海 道 警 察	5月	主要幹線道路	14,629	585	4.0
合 計			54,899	2,241	4.1

4) 日本의 安全벨트 現況과 動向

일본의 차량에는 裝備가 以前부터 높은 수준에 있었으나 1977年 8月 기준 경찰청의 조사에 의하면, 着用率이 "운전자"對"승객"比는 고속도로 上에서 14.1%對11.8%, 일반 도로上에서는 7.3%對5.3%에 머물고 있고, 고속도로등에서는 도로교통법에 따라 1971년부터 安全벨트를 着用하도록 명시되어 있지만 强制力이 없어 그다지 지켜지지 않고 있다. 그러나 각종 교통 안전운동, 着用 계몽운동등에 따라서 安全벨트의 인식이 높아져 해마다 着用率이 향상하고 있고, 최근에 와서는 경찰과 기업체간 합동으로 着用운동을 전개하여 100%에 가까운 着用率을 얻은 지역도 있다. 현재 세계적으로 진행되고 있는 着用의 法制化에 의해 着用率이 높아져 갈 것으로 본다.

일본의 경우, 着用率과 死傷者 數를 보면, 1977年을 기준할 때, 1970年부터 1977년까지 7년간 교통사고 死傷者數가 감소한 기록을 보였고 특히 이기간 死亡者數는 9,000名이 줄었고 peak 時의 53%까지 감소했다. 그中에서 자동차 승객의 死亡者 數는 全體의 38%밖에 안된다.

表 2는 1973年 일본 주요기관에서 調査한 통계이다.

4. 座席벨트의 着用效果

1. 美國 미시간大學 교통안전연구소(HSRI)의 報告(1977年)

正面 衝突時와 覆顚時 着用效果를 表3~表5를 통해서 볼 수 있다.

表 3. AIS區分基準

AIS値	負 傷 程 度
0	無 傷
1	輕 傷
2	中程度의 負傷
3	重傷(生命과는 약간)
4	重傷(致死에 가까움)
5	위 독
6	致 命 傷

表 4. 顚覆時 安全벨트 着用效果

AIS區分	2 點 式	3 點 式
0	+129.9	+54.5
1	+23.9	+67.0
2	+6.9	−35.8
3~5	−52.3	−50.6
死 亡	−63.8	−91.0

表 5. AIS分類에 의한 身體各部分着用效果

AIS區分	全體		머리		목 등 뼈		가슴		하체부	
	2點式	3點式	2點式	3點式	2點式	3點式	2點式	3點式	2點式	3點式
0	+59.2	+48.4	+33.2	+71.3	+0.7	−14.9	+8.3	−2.5	−7.7	−10.1
1	−1.2	+6.2	−15.2	−29.5	+5.6	+113.1	−11.3	+36.8	+66.7	+113.5
2	−20.2	−3.1	−20.8	−35.4	+11.1	+311.1	−9.4	−56.3	+33.3	+16.7
3~5	−25.4	−47.4	−22.9	−70.8	−72.7	−100.0	−40.0	−26.0	0	−61.1
死亡	−41.9	−77.4	−7.4	−81.5	−55.6	−100.0	−50.0	−53.3	−57.1	−28.6

表 3은 AIS分類(Abbreviated Injury Scale)에 의한 國際的으로 使用하는 負傷程度를 分類한 것이며, 表 4는 顚覆時 安全벨트 着用效果를 나타낸 것으로 단위는 %이고, 身體의 部位別 分類는 생략하였다.

表 5는 AIS分類에 의한 身體 各 部分着用效果를 나타내며, 단위는 %이고 上·下肢 등에대한 %는 생략했다.

表 3~5를 分析해보면,

(가) 正面 衝突時 3點式 벨트는 2點式(Lap벨트 경우)에 比較해서 效果가 높고, 重傷 : −47%, 死亡 : −77%로 감소하며, 특히 머리부분의 重傷以上이 70~80% 감소하고, 목등뼈의 重傷以上은 거의 없고, 머리와 목등뼈에서는 큰 효과가 있음을 볼 수 있다.

(나) 顚覆事故에는 벨트의 效果가 차밖으로 튀어 나가는 것을 防止하기 위한 것이므로 3點式 벨트와 2點式 벨트의 效果差는 별로 없다.

以上과 같이 安全 벨트는 重傷 및 그 以上의 負傷에 對하여 큰 輕減效果를 가져왔다.

2. 英國 Mackay교수 연구결과(1973年)

(가) 에어백과 安全벨트의 효과적인 比較에서, 安全벨트의 着用率이 운전자는 63%, 승객은 85%以上일 때, 에어백보다 효과적이라고 규정했다.

(나) 英國의 경우, 1965年 등록차부터 安全벨트裝着이 實施되고 있으며 法規制에 의한 着用率은 90%로서 安全벨트시스템 利用이 死亡, 重傷者의 65%에 有效하다고 假定했다.

3. 스웨덴 政府의 調査(72. 9. 1~75. 12. 31)

(가) 座席벨트를 着用한 것에 대한 조사내용을 보면, 운전자의 傷害率이 全體에 31%, 重傷에 53%로 減少하고, 이기간 승객에 대해선 傷害率이 全體에 20%, 重傷에 47%減小했다.

表 6. 傷害部分表 (단위 : %)

신체부분	벨트着用時	벨트未着用時
머리	25	35
등뼈	15	10
어깨	17	15
허리	20	13
다리	22	24
기타	1	3

(나) 座席벨트 着用 및 未着用時의 傷害 部分表를 表 6에서 보면, 머리부분은 35%에서 25%로 감소하고, 등뼈 허리의 傷害는 증가하는 傾向을 보이지만 그 傷害의 程度는 낮아지고 있다.

(다) Volvo社가1965. 3~1966. 3, 1년간 28,000건의 事故追跡 調査 結果에는 3點式 安全벨트를 着用하면 負傷은 1/2以下로 되고, 非着用 者의 死亡 例는 속도에 관계없이 생기고, 安全벨트 着用者 경우는 100km/h 以下에서 死亡은 거의 없다. 이 통계는 미국의 GM社가 1969年 조사한 결과와도 비슷하다.

5. 國內現況과 理想的 要求 性能

1. 國內 現況

(가) KSB 9427(자동차용 安全벨트)에 2點式과 3點式 安全벨트에 관한 規格이 設定되어 있다(그림 7참조).

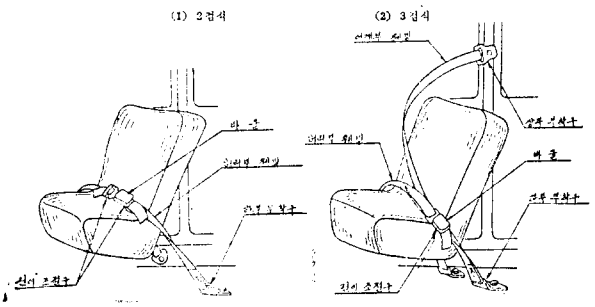

그림 7.

(나) 安全벨트에 관한 法規로서, 교통부고시 제11호(79. 3. 27)와 제12호(79. 3. 27)에 "자동차용 座席 安全벨트의 技術 基準"이 定하여져 있고, "79年 10月 1日부터 施行하고 있다.

(다) 교통부령 제589호(78. 2. 25) "도로운송차량 보안 규칙" 제22조의 2에는 "승용자동차"와 "승합자동차"(시외일반버스와 시내버스제외)에 安全벨트를 附着하도록 되어 있다.

(라) 내무부령에서는, 도로교통법 제47조의 11 제 1 항에 의거 81年 4月 1日부터 고속도로上에서 운전자와 승객 모두 安全벨트를 着用하도록 되어 있다.

그러나 現在 國內安全벨트에 對한 여론에 의하면, 安全벨트가 附着되는 車體의 철판部分과 지주가 弱하다고 하며 벨트의 webbing과 裝飾고리가 弱한 것도 흠이다. (81년 2월 내무부와 교통부에서 安全벨트 製作會社에 改善지시가 내렸음)

2. 理想的 要求 性能

승객보호를 위한 安全벨트의 理想的 要求 性能은 여러 가지가 많으나 간략히 整理하면 다음과 같다.

(가) 승객이 타고 내리는데 지장이 없을 것.

(나) 着脫 操作이 容易할 것.

(다) 體格 및 앉은 위치에 따라 길이조절이 필요에 따라 가능할 것.

(라) 승객에게 외관상 信賴感을 주는 構造로 되어 있을 것.

(마) 壓迫感과 拘束感이 적고, 着用後 活動이 自由로울 것.

(바) 各種 충돌 事故에 使用可能하고 事故發生時 빨리 풀 수 있을 것.

6. 結 言

자동차용 安全벨트는 처음에는 2點式이었다가 그후 앞座席에 3點式 벨트가 사용되면서 一般化 되었다.

安全벨트의 種類 및 長·短點, 安全벨트 中에서 3點式과 2點式의 長短點, 또 安全벨트를 着用時와 非着用時의 效果도 여러 가지 例를 통해 볼 수 있었다.

우리나라도 하루속히 美·日·유럽등의 先進國에 발맞춰 安全벨트에 對한 對策이 樹立되길 促求하면서, 신중히 長期間에 걸쳐 段階的으로 施行해 나가야 할 줄 믿는다.

참 고 문 헌

1. 藤居恒雄; 乘員拘束 裝置에 對하여(自動車技術 Vol. 30, No. 11, 1976)
2. 番匠谷淳一; 安全벨트의 動向(自動車技術 Vol. 28, No. 9, 1974)
3. 山中彰; 安全벨트의 現況과 動向(自動車技術 Vol. 32, No. 8, 1978)
4. 古庄宏輔; 安全벨트의 最近의 進步(自動車技術 Vol. 27, No. 9, 1973)
5. FMVSS NO. 208
   Occupant crash protection in passenger cars. Multipurpose passenger vehicles, Trucks and Buses
6. SAE J 787b.
   Motor Vehicle Seat Belt Anchorage.
7. SAE J 140a.
   Seat Belt Hardware Test Procedure.
8. 자동차용 座席 安全벨트의 技術基準(교통부 고시 제12호 79. 3. 27)