

農業用 트랙터의 轉倒保護裝置 Roll-over Protective Structures of Agricultural Tractors

金 景 旭*
Kyeong Uk Kim

최근 우리나라에서도 트랙터의 보급이 확대됨에 따라 트랙터 事故에 대한 관심이 높아지고 있다. 트랙터 사고에서 가장 치명적인 것은 轉倒事故로서, 일본의 경우 농업기계에 의한 事故死亡者 중 약 40%가 트랙터에 의한 사고이고 트랙터사고의 약 70~80%가 轉倒·轉落에 의한 것으로 밝혀지고 있다.

따라서 트랙터의 轉倒事故를 방지하기 위한 대책과, 轉倒事故가 발생하였을 때 운전자가 입게될 損傷을 최소화할 수 있는 대책이 강구되어야 한다. 후자를 위한 대책의 하나로서 오늘날 대부분의 農業用 트랙터에는 轉倒保護裝置(roll-over protective structures)를 설치하고 있다. 스웨덴에서는 이미 1959년부터 轉倒保護裝置의 설치를 의무화하고 있으며, 일본에서도 1975년부터 轉倒保護裝置에 대한 형식검사를 실시하여 현재 약 300여종의 형식이 합격되어 있다.

경사지 기계화 및 산지이용이 점차 확대될 것으로 전망되고 있는 우리나라에서도 農業用 트랙터에 대한 轉倒保護裝置의 설치와, 이에 대한 검사기준의 제정이 필요한 시기가 대두되었다고 하겠다. 본 강좌에서는 현재 범용화 되고 있는 轉倒保護裝置의 型式과 요구성능 및 검사방법 등을 미국 농공학회 표준(American Society of Agricultural Engineers Standard)과 OECD(Organization for Econo-

mic Cooperation and Development) 표준 시험방법을 중심으로 소개하고자 한다.

1. 轉倒保護裝置의 형식

전도보호장치는 트랙터가 轉倒되었을 때 連續轉倒를 방지하여 운전자가 입게될 傷害를 최소화하고, 운전자가 轉落하여 壓死되지 않도록 트랙터 車體에 설치하는 일종의 구조물이다. 따라서 전도보호장치는 트랙터가 轉倒되어 地面과 충돌할 때 발생하는 충격력을 충분히 흡수할 수 있는 강도와, 운전자에게 안전한 공간을 제공할 수 있는 치수를 가져야 한다. 최근 사용되고 있는 가장 보편적인 전도보호장치의 형식에는 안전프레임(frame)과 안전캡(cab)이 있다.

가. 안전 프레임

안전 프레임에는 그림 1에서와 같이 2柱式(2 Post ROPS)과 4柱式(4 Post ROPS)이 있다. 2柱式은 가장 간단한 형식으로서 冂型의 프레임을 後輪의 車軸케이스에 보울트로써 고정한 것이다. 비교적 설치비가 싸고 視界도 크게 제한받지 않는다. 그러나 轉倒되었을 때는 그림 2에서와 같이 안전한 공간을 확보해야 하기 때문에 프레임의 높이가 높아야 하는 결점이 있으므로, 車高가 제한되는 트랙터에는 설치할 수 없다. 햇볕을 가리기 위한 덮

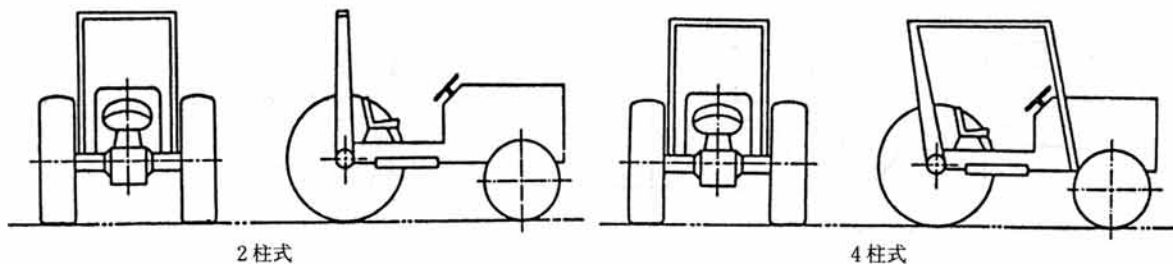


그림 1 안전프레임

*서울대학교 農科大學 農工學科

개를 설치하는 경우도 있으나, 전도되었을 때 덮개가 운전자에게 傷害를 주지 않도록 하여야 한다.

4柱式은 4개의 기둥으로 구성된 프레임으로서 주로 後輪 차축케이스와 변속기케이스에 보울트로써 고정된 것이다. 프레임에 의하여 乘車性이 떨어지고 視界가 제한되는 경우도 있으나, 안전공간이 프레임 내부에 형성되므로 2주식보다 안전성이 높고 車高를 낮출 수 있어 小型 트랙터에서부터 大型 트랙터에 이르기까지 광범위하게 이용될 수 있다.



그림 2 2주식 프레임의 안전공간

나. 안전캡

안전캡은 그림 3에서와 같이 운전석을 外部와 완전히 차단하여 그 내부에 안전공간을 형성하는 구조물로서, 창문, 천정, 출입문 등이 설치되어 있다. 설치비가 비싸고 승차성과 視界가 제한되는 단점은 있으나 비, 바람, 눈, 비 등 기상 변화와 먼지, 농약, 煤煙가스 등 악조건의 작업환경으로부터 운전자를 보호할 수 있고, 내부의 온도, 습도 등 환경을 조절하여 운전자의 피로를 줄이고 작업능률을 높일 수 있는 가장 우수한 전도보호장치라고 할 수 있다.

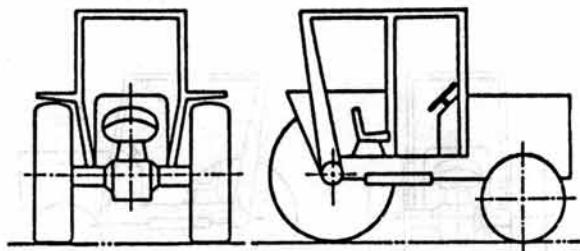


그림 3 안전캡

2. 轉倒保護裝置의 설계

외형상으로 전도보호장치는 그 구조가 간단하기 때문에 설계도 용이한 것으로 인식하기 쉬우나 공학적인 설계기술이 요구되는 장치로서 표준화된 성능수준을 엄격히 유지하여야 한다. 재료는 圃場作業에서 오는 충격과 진동을 충분히 견딜수 있는 피로 강도를 가져야 하며, 저온에서도 脆性化되지 않고, 농약, 비료, 비, 눈 등에 대한 내부식성이 강한 것 이어야 한다. 또 구조는 지면과 충돌할 때, 운전자를 위협할 정도의 큰 변형이 없으면서도 심한 충격력을 충분히 흡수할 수 있어야 한다. 이와같은 기본적인 설계조건과 더불어 전도보호장치를 설계할 때 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

가. 안전 좌석벨트

전도보호장치를 설치한 트랙터에는 반드시 안전 좌석벨트를 부착하여야 한다. 좌석벨트는 전도될 때 운전자의 轉落을 방지하여 전도보호장치의 효과를 더욱 높일 수 있고, 작업중에도 트랙터로 부터 운전자의 轉落을 방지할 수 있다.

미국 농공학회 표준(ASAE S383.1)에서는 트랙터용 안전좌석벨트로서 미국 자동차공학자 협회의 표준(SAE standards) J4C “자동차 안전벨트조합”에 규정된 I型(type I)의 안전벨트를 사용하도록 하고 있다. 強度面에서 벨트의 고정고리는 그림 4에서와 같이 2개의 고리사이를 2등분한 수평선과 45°방향으로 작용하는 4448N의 정적 인장하중을 支持할 수 있어야 한다. 또 車體와 의자의 결합부분은 그림 5에서와 같이 수평방향에 대하여 45°前·上方으로 작용하는 4448N과 의자중량의 4배에 해당되는 힘을, 後·下方으로는 2224N과 의자중량의 2배에 해당되는 힘을 支持할 수 있어야 한다.

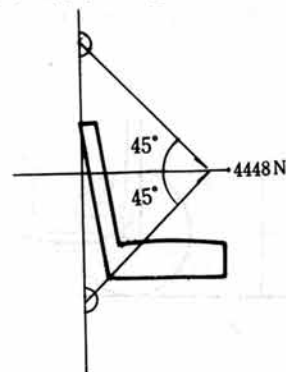


그림 4 벨트고리의 강도

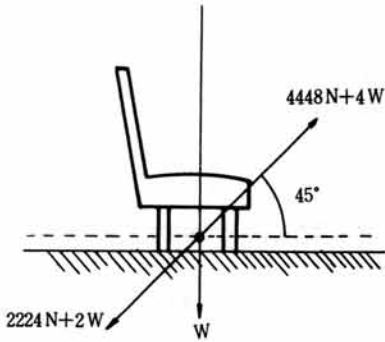


그림 5 의자 결합부의 강도

나. 乘車性

트랙터를 타고 내릴 때 사용되는 계단의 치수는 乘下車時의 안전과 편의를 위하여 대부분 표준화되고 있다. 미국 농공학회 표준(ASAE S318.8)에서는 최초 발판의 지상고를 550mm로 권장하고 있으며 686mm를 넘지 않도록 제한하고 있다. 계단과 계단사이의 높이는 300mm를 표준으로 하여 406mm를 넘지 않도록 하고 있으며, 마지막 계단의 높이에만 이보다 작은 치수도 가능하도록 되어 있다. 또한, 계단의 폭은 250mm 이상으로 규정하고 있으며, 발판의 표면에는 異物質이 부착되어 미끄러지지 않도록 하여야 한다. 안전장치로서는 계단을 따라 손잡이, 가드레일(guard rail) 등을 설치하여야 하며, 발판의 뒷쪽에 회전체 등 위험물이 있는 경우에는 발판의 뒷면을 막아야 한다.

다. 안전캡

안전캡을 설치할 때는 트랙터의 진동으로부터 안전캡을 보호할 수 있도록 부착부분에 防振 대책을 강구하여야 한다. 안전캡의 실내공간과 출입문의 크기는 그림 6에서와 같이 국제표준기구(ISO)의 권장치수에 따라 결정하여야 하며, 前下窓, 後下窓, 出入門 下窓 등을 설치하여 視界를 改善하여야 한다. 최근에는 안전캡 내부에 냉·난방장치, 환기장치, 방음장치 등을 설치하여 작업환경을 더욱 개선하고 있다. 안전캡 내의 소음수준은 대체로 80dBA 이하이다.

3. 轉倒保護裝置의 검사

전도보호장치에 대한 검사는 각종 荷重 상태에 대한 구조물의 강도와 변형을 측정하여, 전도보호장

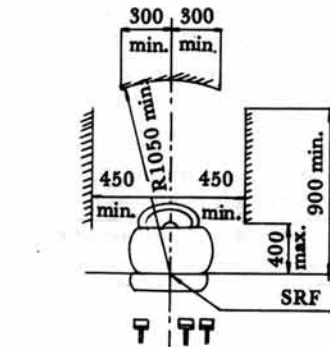
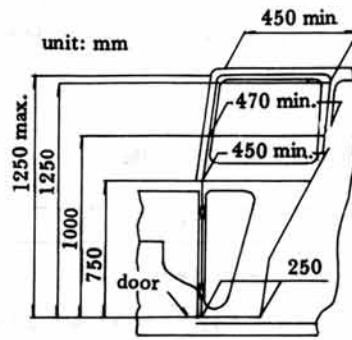


그림 6 안전캡의 실내공간 및 출입문 치수

치가 그 기능과 목적을 효과적으로 수행할 수 있고, 규정된 성능을 유지할 수 있는지 확인하기 위하여 실시된다.

가. 검사의 적용대상

엔진의 정격출력이 15kw(20PS) 이상인 2륜 혹은 4륜 구동형 農業用트랙터에 설치된 전도보호장치를 대상으로 한다. 그러나 전륜의 토양반력이 후륜의 토양반력보다 큰 트랙터의 경우에는 後方轉倒의 가능성이 稀薄하므로 표 1의 충돌시험, 정하 중 시험 중 후방에서 하중을 가하는 시험과 현장전도 시험 중 후방전도시험은 수행하지 않는다.

나. 검사 내용

전도보호장치에 대한 검사는 표 1에서와 같이 대체로 7가지 시험 항목으로 구성되어 있으며, OECD 계열과 ASAE계열로 구분할 수 있다.

다. 검사트랙터의 준비 및 조정

검사에 필요한 준비사항과 시험조건은 각 시험방법에서 구체적으로 설명하고, 여기서는 일반적인 사항만 설명한다.

표 1. 전도보호장치의 검사 내용

시험항목	계열	내용
구조 조사	OECD ASAE	주요 仕様을 조사한다.
충격시험 (動荷重시험)	OECD	振り式 重錘를 이용하여 後方, 前方, 側方에서 충격을 가하고, 구조물의 강도를 검사한다.
	ASAE	振り式 重錘를 이용하여 後方, 側方에서 충격을 가하고, 구조물의 강도를 검사한다.
靜荷重시험	ASAE	정하중 시험장치에 의하여 후방, 측방에서 정하중을 가하고 구조물의 강도를 검사한다. (충돌시험과 정하중시험 중 하나를 선택할 수 있다)
壓碎 시험	OECD	크로스 빔(cross beam)을 이용하여 구조물의 後部, 前部에 壓碎力을 가하고 강도를 검사한다.
	ASAE	크로빔을 이용하여 구조물의 中央部에 壓碎力을 가하고 강도를 검사한다.
落下 시험	ASAE	전도보호장치의 지붕에 鋼球를 낙하시켜, 구조물의 강도를 검사한다.
현장전도 시험	OECD	경사면에서 연속전도의 유무를 확인하기 위하여 현장에서 측방전도를 실시한다(任意).
	ASAE	측방전도 및 후방전도시의 구조물의 강도를 검사하기 위하여 현장에서 전도시험을 실시한다.
소음 측정	OECD	안전경내의 騒音程度를 측정한다.

1) 輪距와 공기압

시험중 전도보호장치가 변형되었을 때, 변형된 구조물이 후륜에 의하여 지지되지 않도록 윤거를 적절히 조정하여야 한다. 검사트랙터의 공기압은 仕様에 규정된 공기압으로 조정한다.

2) 부착물의 처리

착탈이 가능한 부착물로서 전도보호장치의 강도를 높여주는 것은 강도를 최소로 하는 곳에 부착하고 검사하여야 한다. 선택사항으로서 지붕이 있는 경우에는 구조물의 강도에 영향을 주지 않는 한 지붕을 부착한 상태로 검사할 수 있다.

3) 修理

시험중에는 수리나 조정을 할 수 없다.

4) 트랙터의 질량

검사트랙터의 질량은 제작자가 제시한 트랙터의 총 질량 또는 기관의 정격회전수에서 최대 PTO출력대 質量比 67kg/kw를 사용하여 계산한 질량 중

큰 값을 취한다. 트랙터의 질량은 전도보호장치, 연료 및 정상운전에 필요한 부품의 질량을 포함하여야 한다.

5) 좌석 기준점(seat reference point)

전도보호장치의 변형상태를 파악하기 위한 기준점으로서 좌석기준점을 설정한다. 좌석기준점은 착석하지 않은 상태에서 의자를 가장 뒷쪽, 가장 높은 위치로 조정하여 그림 7에서와 같이 등받이의 가장 앞쪽에 접하는 수직 평면과, 쿠션의 가장높은 점에 접하는 수평평면이 의자의 중심선과 교차하는 점으로 한다. OECD규정에서는 그림 8(a)에서와 같이 좌석기준점 측정장치를 의자 위에 놓고 조인트 A의 전방 50mm되는 곳에 55kgf의 重錘를 가하고 백레스트보드(back rest board)를 등받이에 접하도록 가볍게 눌렀을 때, 그림 8(b)에서와 같이 백레스트보드에 접하는 수직평면과 수직평면에서 전방으로 150mm 되는 지점에서 시트팬보드(seat pan board)의 下面에 접하는 수평평면이 의자의 중심선과 교차하는 점을 좌석기준점으로 하고 있다.

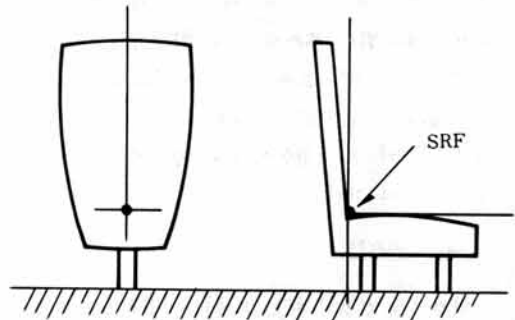


그림 7 좌석기준점(ASAE 기준)

6) 안전영역(clearance zone)

트랙터가 전도 혹은 전복되었을 때 운전자를 보호하는 데 필요한 최소의 공간으로서 OECD 및 ASAE에서 규정하고 있는 안전영역은 각각 그림 9(a)와 9(b)에서와 같다.

7) 측정의 정확도

시험에서 측정될 각 측정치에 대한 정확도는 표2에서와 같이한다.

라. 검사방법

검사내용에 포함된 각 시험 항목의 시험조건 및 시험방법 등을 고찰하여 본다.

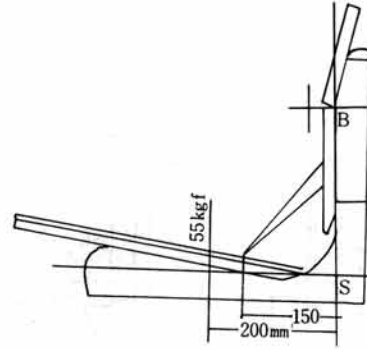
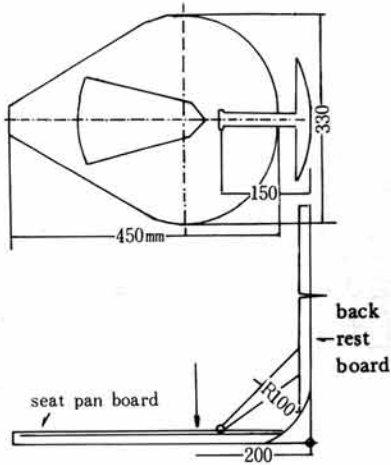
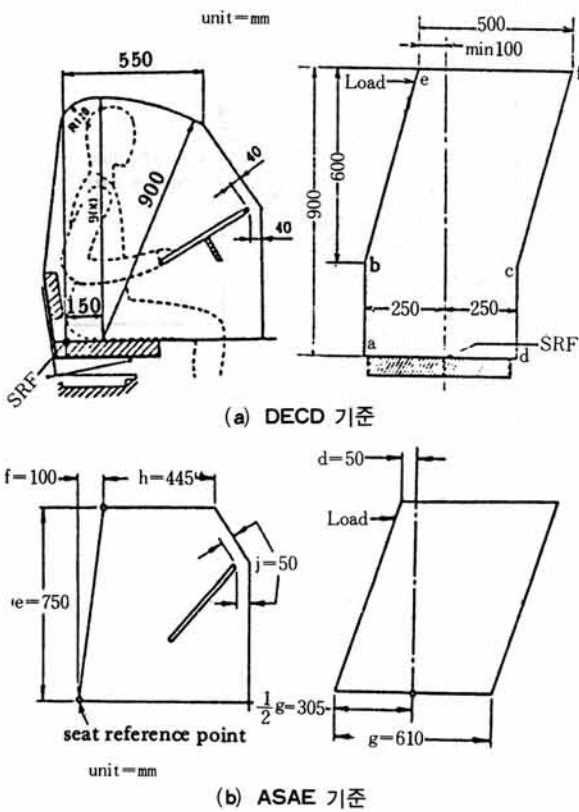


그림 8 좌석기준점 측정장치와 좌석기준점



(a) DECD 기준

(b) ASAE 기준

그림 9 안전영역

1) 구조 조사

구조 조사에서는 전도보호장치의 치수 및 트랙터와의 결합부분 등 구조상 특히 중요한 부분을 조사한다. 전도보호장치의 치수는 운전 시 필요한 공간을 충분히 확보하고 있는가 하는 관점에서 조사하

표 2. 측정의 정확도

측정치	정확도
구조물의 변형	± 5% (측정치에 대하여)
트랙터 질량	± 5% (")
시험하중	± 5% (")
안전영역의 치수	± 12.7mm

며, 연결부분에서의 규정된 볼트의 사용여부, 볼트의 인장, 트랙터 차체의 균열여부 등을 조사한다.

2) 정하중 시험

정하중 시험에는 하중을 가하는 방향에 따라 후방에서 하중을 가하는 후방정하중 시험과 측면에서 하중을 가하는 측방정하중 시험으로 구별된다. 시험준비 단계로서는 전도보호장치가 트랙터의 차체와 일체로 완전히 고정되어 있는지 확인하여야 하며, 하중의 작용점에 작용하중의 크기와, 하중이 작용하는 방향의 변형을 동시에 측정할 수 있는 측정 장치를 설치하여야 한다.

후방정하중 시험은 그림 10에서와 같이 전도보호장치의 최상단 부분으로서 좌석기준점을 지나는 중심선과 한쪽 기둥 사이의 중간 지점에 하중을 작용시킨다. 이 때 하중은 길이 686mm 이하, 면적 0.1032m² 이하의 작용지점에 균일하게 작용하여야 하며, 작용속도는 정하중에 해당되는 저속이어야 한다. 만약 최상단에 部材가 없는 경우에는 전도보호장치의 강도에 영향을 주지 않는 시험용 部材를 설치하여 시험할 수 있다.

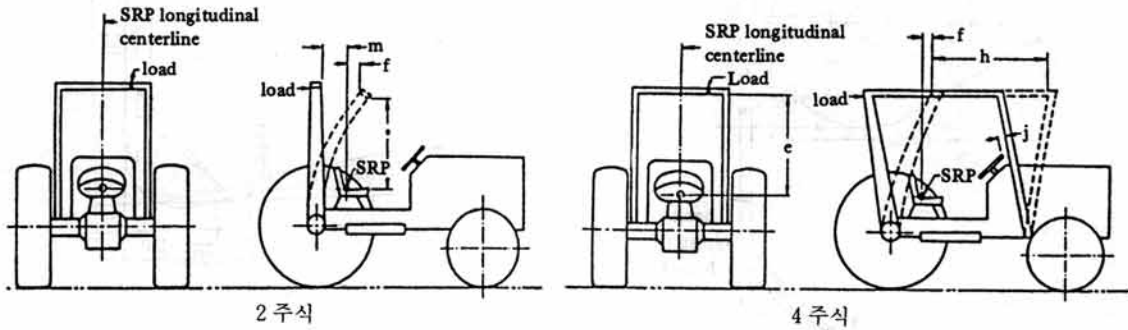


그림10 후방정하중 시험

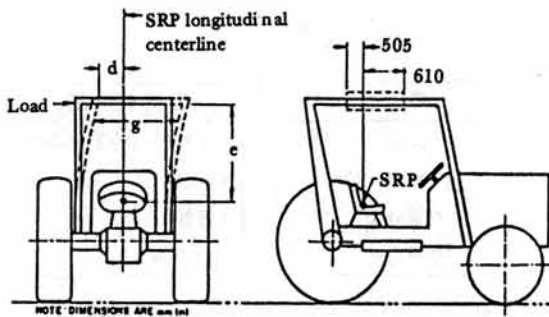


그림11 측방정하중 시험

측방정하중 시험은 그림11에서와 같이 트랙터의 전후 중심평면에 대하여 직각 방향으로 측면 최상단에 하중을 작용시킨다. 작용점의 위치와 크기는 좌석기준점을 중심으로 트랙터의 앞쪽으로 620mm, 뒷쪽으로 305mm의 범위에서, 작용 길이 686mm 이하 작용면적 0.1032 m² 이하가 되도록 하여야 한다. 上部部材가 없는 경우에는 시험용 부재를 설치하여 시험할 수 있고, 2주식 안전 프레임의 경우에는 후방하중의 작용점으로 부터 먼 쪽에 있는 기둥의 상부에 측방하중을 작용시킨다.

시험 결과는 그림12에서와 같이 하중-변형선도 로써 나타내고, 하중-변형선도의 면적 즉 전도보호장치에 흡수된 변형에너지가 기준 입력에너지보다 크거나, 전도보호장치의 변형이 허용변형량을 초과하여 안전영역이 파괴될 때는 시험을 끝낸다.

이 때 기준 입력에너지는 다음과 같이 계산한다.

후방정하중 시험의 경우

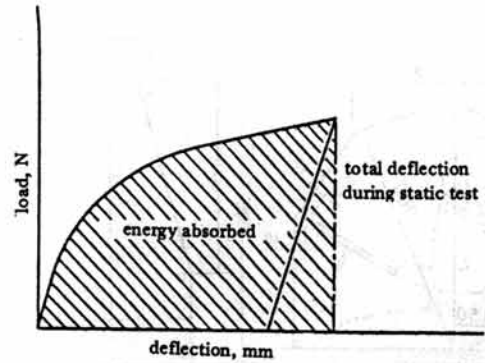


그림12 하중-변형선도

$$E_{tr} = 1.4M \text{ joule}$$

측방정하중 시험의 경우

$$E_{ts} = 980 + 1.2M \text{ joule}$$

여기서 M은 트랙터의 질량으로서 kg 단위로 표시된 값이다. 그림10과 그림11에서 전도 보호장치의 안전영역을 나타내는 주요치수의 값은 다음과 같다.

- d = 50mm
- e = 760mm
- f = 100mm 이하
- g = 610mm
- h = 445mm
- j = 50mm
- m = 305mm 이하

3) 충격시험

충격시험은 振子式 重錘를 이용하여 전도보호장

치의 後面, 側面 및 前面에 충격하중을 가하고, 구조물의 변형과, 각 부분의 이상 유무를 검사하는 것이다. 충격시험에서는 트랙터가 순간적으로 큰 충격을 받기 때문에 충격을 받았을 때 트랙터가 움직이지 않도록 地面에 단단히 고정하여야 한다. 우선 트랙터의 배레스트(ballast)를 조정하여 전륜의 토양반력이 적어도 후륜에 작용하는 토양반력의 약 33%가 되도록 하고, 타이어의 공기압은 최대 규정 공기압으로 조정하며, 輪距를 조정할 수 있는 경우에는, 최대와 최소의 중간 지점으로 輪距를 조정한 후 그림 13과 그림 14에서와 같이 고정 케이블로써 앞차축과 뒷차축을 고정한다. 고정 케이블의 강도는 직경이 12.7mm인 철사의 것보다 높아야 하고 탄성은 이보다 크지 않는 것이어야 하며, 케이블의 지면 고정점은 앞차축의 경우 전륜의 接地點에서 전방으로 1.5m, 뒷차축의 경우 후륜의 接地點에서 후방으로 2m되는 곳에 설치하거나(OECD 기준), 지면과 고정 케이블의 경사각이 15°~30°되는 곳에(ASAE 기준) 설치하여야 한다.

고정 케이블은 타이어의 단면폭이 6~8% 정도로 변형될 때까지 단단히 조이며 단면의 크기가 150mm×150mm 이상인 버팀목을 타이어에 피어 트랙터가

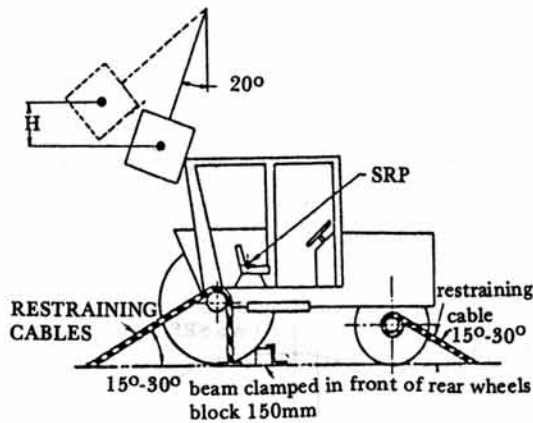


그림 13 후방충격시험

움직이지 않도록 하여야 한다. 측방충격시험에서는 그림 14에서와 같이 충격하중을 받는 반대쪽에 타이어의 림(rim)이 움직이지 않도록 림에 지지대를 지면

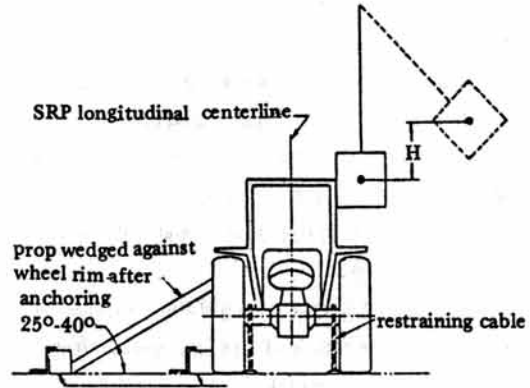


그림 14 측방충격시험

과 25°~40°각으로 받쳐야 한다. 차축 고정 케이블은 후방충격시험을 고려하여 진자의 운동 평면상에 하나를 설치하거나 2쌍의 고정 케이블을 운동평면에 대하여 대칭되도록 설치한다.

重錘는 질량이 2,000kg이고 충격면의 넓이가 686±25mm×686±25mm인 것으로서 질량중심이 重錘의 圖心에서 반경 25mm 범위 내에 존재할 수 있도록 내부가 충만된 것이어야 한다. 이러한 重錘를 전도보호장치의 충격지점으로 부터 연속으로 5.5~6.7m 높이에 평면 진자식으로 설치하고, 重錘의 높이를 안전하고 편리하게 조정할 수 있도록 하여야 한다.

이와같이 트랙터와 重錘를 설치한 후, 후방충격시험은 그림 13에서와 같이 重錘와 구조물이 충돌하였을 때 重錘의 케이블이 연속선과 20°가 되도록 트랙터의 위치를 조정하고, 충격점으로 부터 높이가 H인 지점에서 重錘를 낙하시켜 전도보호장치에 충돌하도록 한다. 이때 높이 H는

$$H = 125 + 0.107M$$

여기서 H: 높이, mm

M: 트랙터의 질량, kg

으로 계산하며, 충격지점은 후방정하중 시험에서와 같이 구조물의 최상단으로서 트랙터의 전후 중심 평면과 한쪽 기둥의 중간 지점으로 한다. 충돌시 重錘의 충격면과 구조물의 충격면은 서로 평행하도록 하여야 한다. 상단에 수평 部材가 없는 경우에는 구

조물의 강도에 영향을 주지 않는 시험용 수평部材를 설치하여 시험한다.

측방충격시험은 그림 14에서와 같이 충격점에서 重錘의 케이블이 수직이 되도록 트랙터의 위치를 조정 한 후, 충격점으로 부터 높이가 H인 지점에서 重錘를 낙하시켜 전도보호장치의 측면과 충돌하도록 한다. 충격지점의 위치와 크기는 측방 정하중시험의 경우에서와 같다.

전방 충격시험은 OECD 규정에서만 실시하는 것으로서 그림 15에서와 같이 전도보호장치의 전면에 충격하중을 가하는 것이다. 후방 충격시험에서와 같이, 충격점에서 重錘의 케이블이 연직선과 20°가 되도록 트랙터의 위치를 조정하고 충격점으로 부터 높이가 H인 지점에서 重錘를 낙하시켜 전도보호장치

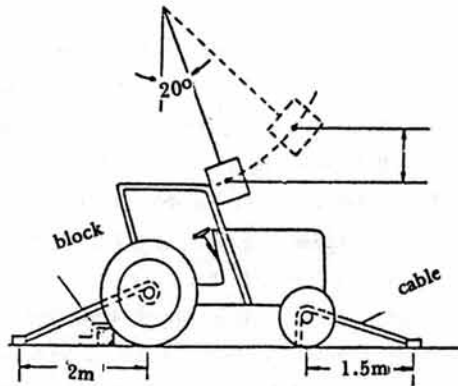


그림 15. 전방 충격시험

의 전면에 충돌하도록 한다. 충격지점은 후방 충격 지점의 반대쪽으로 트랙터의 전후 중심평면에 대하여 후방 충격지점과 대칭되는 곳으로 한다. 충격시험에서는 重錘의 충격면과 전도보호장치의 충격면이 항상 평행한 상태에서 충돌할 수 있도록 重心에 대한 重錘의 위치를 조정할 수 있어야 하며, 重錘의 重心 궤적도 충격점을 통과하도록 하여야 한다.

충격시험에 대한 전도보호장치의 요구성능은 충격에 의하여 변형된 구조물이 안전영역을 파괴하지 않아야 하며, 구조물의 각 부분과 트랙터와의 연결 부분에서 이완, 균열, 파괴등이 없어야 하는 것이다. 시험중 고정 케이블이나 지지대 등이 파괴되면 시험을 다시 실시하여야 한다.

4) 壓碎시험

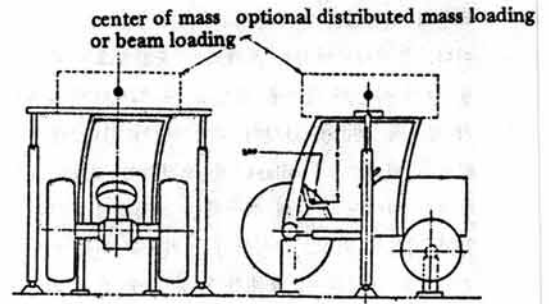


그림 16. 압쇄시험

정하중시험 혹은 충격시험이 실시된 전도보호장치에는 압쇄시험을 실시하여야 한다. 압쇄시험은 트랙터가 전복되었을 때 지면으로부터 받게될 압쇄력을가하여 그 변형상태와 각 부분의 균열, 파괴 등 이상 유무를 검사하는 것이다.

그림 16에서와 같이 트랙터 중량의 1.5배에 해당하는 압쇄력을 전도보호장치의 기둥 상단면에 가하고 구조물의 변형상태와 각 부분의 균열, 파괴 등을 조사한다. 압쇄력을 가하는 방법으로는 그림 16에서와 같이 크로스 빔(cross beam)을 이용한다. 하중을 가하는 시간은 최대 압쇄력에 이를 때까지 약 2분정도이며, 이 때 타이어가 압쇄력을 지지하지 않도록 트랙터를 지면으로부터 높여서 고정하여야 한다.

5) 낙하시험

낙하시험은 기상변화 혹은 낙하물로 부터 운전자를 보호하기 위하여 설치된 전도보호장치의 상부덮개에 대한 성능을 검사하기 위하여 수행된다. 상부 덮개는 일반적으로 평판식으로 제작되지만, 그물형

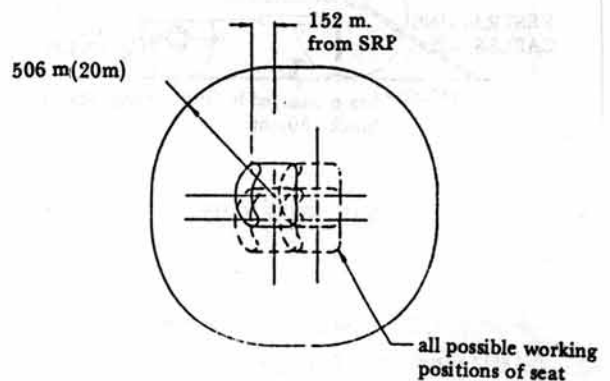


그림 17. 낙하시험의 충돌지점

일 경우에는 그물 눈에 들어갈 수 있는 최대 원의 지름이 38mm이어야 한다.

낙하시험은 질량이 45.4kg인 鐵球를 덮개로 부터 높이가 3,050mm인 지점에서 자유낙하시켜 덮개에 충돌시킨다. 이때 충돌지점은 그림 17에서와 같이 규정된 치수의 영역에 포함되어야 한다. 낙하시험에 대한 상부덮개의 요구 성능은 충격에 의하여 변형된 덮개가 안전영역을 침범하지 않아야 하며, 구조물의 각 부분에서 균열, 파괴 등이 없어야 하는 것이다.

6) 현장전도시험

현장전도시험은 트랙터의 후방 및 측방 轉倒時, 전도보호장치가 트랙터의 연속전도를 방지할 수 있는지 확인하기 위하여 수행된다. 현장전도시험을 위한 트랙터는 전·후륜의 부담하중, 윤거, 공기압 등을 충격시험에서와 같이 조정하고, 시험은 표토층 0~152mm의 평균 원추관입 저항 (cone index)이 150 이상인 경사지에서 실시한다.

측방전도는 그림 18에서와 같이 경사도가 $50 \pm 5^\circ$ 인 제방에서 제방의 가장자리를 기준으로 $12 \pm 2^\circ$ 의 방향으로, 최소 16km/hr의 속도로써 트랙터를 주행케하여 측면으로 전도되도록 한다. 이때 전도의 반대 방향에 있는 후륜은 전도가 용이하도록 460mm높이의 램프(ramp)를 주행하도록 한다. 트랙터의 최고 주행속도가 16km/hr 이하인 경우에는 최고속도로써 주행하도록 한다.

후방전도시험에서는 트랙터가 그림 9에서와 같이 최소기울기가 $60 \pm 5^\circ$ 인 경사지를 4.8~8km/hr의 주행속도로써 직진케하여 후방으로 전도되도록 한다. 이때 엔진은 조속상태에서 최고 속도이어야 하며, 엔진 클러치를 이용하여 전도를 촉진할 수도 있다.

미국 농공학회 표준에서는 전도보호장치가 정하중 시험과 충격시험에서 요구되는 기준 입력에너지의 115% 이상을 흡수할 수 있고, -30°C 에서 구조물의 재료가 표 3에서와 같은 최소 샤프V노치(sharpy-V-notch) 충격강도를 가질 때는 현장전도시험을 생략할 수 있도록 하고 있다.

7) 소음측정

안전캡을 설치한 트랙터의 경우에는 캡내의 소음 수준을 측정하여야 한다. 소음은 최고속, 경부하 상태에서 측정하며 측정 방법은 OECD 트랙터 성

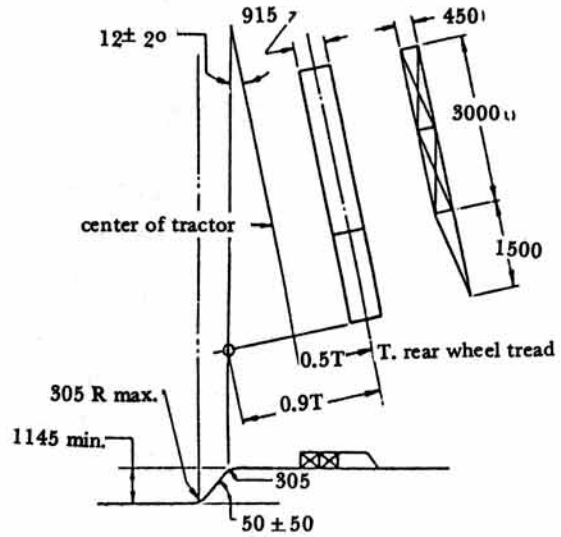


그림 18 측방전도를 위한 경사지 unit: mm

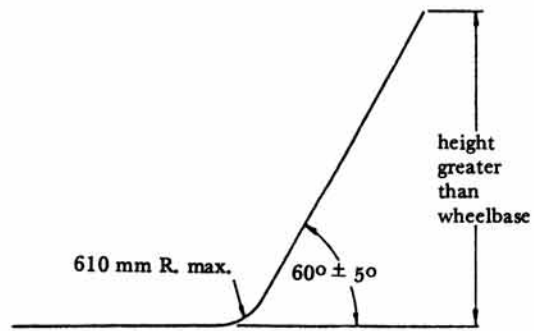


그림 19 후방전도를 위한 경사지

표 3 최소 샤프V노치 충격강도

시편의 크기 (mm)	충격강도 (J)
10 x 10	11.0
10 x 9	10.0
10 x 8	9.5
10 x 7.5	9.5
10 x 7	9.0
10 x 6.7	8.5
10 x 6	8.0
10 x 5	7.5
10 x 4	7.0
10 x 3.3	6.0
10 x 3	6.0
10 x 2.5	5.5

능시험법에 따른다. 소음측정은 OECD 규정에서만 요구되고 있다.

4. 전도보호장치의 요구성능

가장 기본적인 전도보호장치의 요구성능은 구조적으로 모든 시험상태에서 변형된 전도보호장치가 안전영역을 침범하지 않아야 하는 것이다. 또 정하중 시험에서는 전도보호장치가 기준 입력 에너지를 충분히 흡수할 수 있어야 하며, 트랙터와 구조물의 연결부분에서는 충격에 의한 균열, 파괴, 손상 등이 없어야 한다. 이와같은 요구성능이 만족되지 않으면 전도보호장치는 제 기능을 보유하지 못한 것으로 판정할 수 있다.

參 考 文 獻

1. 森芳明, 行本修, 平田晃. 1985. 特集 트랙터

の安全利用. 機械化 農業 11月号, 日本 新農林社. P 4~11.

2. 農業機械學會. 1977. 農業機械·施設試驗方法便覽(I). 日本 農業機械學會. p 18~22.

3. ASAE Standard: ASAE S383.1 Roll-over protective structures (Rops) for wheeled agricultural tractors.

4. ASAE Standard: ASAE S310.3 Overhead protection for agricultural tractors – Test procedures and performance requirements.

5. ASAE Standard: ASAE S318.8 Safety for agricultural equipment.

6. OECD Standard code for the official testing of agricultural tractor performance.