

안전분야-연구자료
연구원 2000-25-145
S-RD-I-2000-25-145

콤바인 방호장치 개발(1)

The Development of Safety Device for Combine

1999. 12

한국산업인진공단
산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 콤바인 방호장치 개발(Ⅰ)의 최종보고서로 제출
합니다.

1999년 12월 31일

주관 연구 부서 : 산업안전보건연구원
안전공학연구실

연구책임자 : 이 충 렬 차장

1. 과 제 명 : 콤바인 방호장치 개발(I)
2. 연구기간 : 1999. 1. 1.~1999.12.31.
3. 연 구 자 : 이 충 렬
4. 연구목적 : 콤바인의 정지탈곡 작업시 발생하는 재해를 예방하기 위한 콤바인 방호장치를 개발함
5. 연구내용 : 콤바인의 정지탈곡 작업시 발생하는 재해를 예방하기 위한 벼 자동송급방식의 콤바인 방호장치 개발
6. 활용계획 : 2000년도에 스위치작동방식의 작업전환방식 개발 후 농촌에 보급할 계획 임
7. 연구개요 : 정지탈곡 작업시 벼를 자동으로 송급이 가능하도록 하여 작업자의 손을 위험 부위에 접근하지 않아도 탈곡작업이 이루어질 수 있도록 하여 안전한 작업이 가능하게 함.
8. 중 심 어 : 콤바인 방호장치

서 문

우리민족사회는 傳統的으로 農耕社會로 農事를 根本으로 여기며 주로 농사일로 生活하며 살아왔다. 農家の 農土는 대부분이 농지가 小規模이거나 大地主의 小作農이었는데 여기에 많은 식구들이 의존하여 살아왔으나 農村에는 그 이외의 특별한 所得거리가 없었다. 이러한 형편으로 농가의 소득이 도시에서 生活하는 사람의 所得에 비하여 훨씬 떨어지는 편이어서 좀더 나은 文化生活에 대한 필요성 및 나은 조건에서의 자녀교육을 위하여 1960년대 이후 産業化가 시작되면서 도시로 인구가 집중되기 시작하였다.

이에 따라 農村에는 일할 만한 사람들은 대부분 都市로 이주하여 농사일이 거의 어려운 노인들만 남게되었고 農村에서 흔히 젊은이라 불리는 몇 안되는 40~50 대의 사람이 농사일을 도 맞아 하는 형편이 되었다.

이러한 상황에서 농촌의 일손은 구하기 어렵고 人件費의 상승으로 거의 채산성이 떨어져 농촌의 소수의 몇몇 인원으로는 농기계를 사용치 않고는 農事를 짓는 것은 어려운 상황이 되었다.

이러한 여건에서 정부의 지원아래 1990년대 이후 農機械의 보급되기 시작하여 농기계 사용은 자연이 계속해서 늘어나게 되었고 農作業 중 農機械에 의한 작업이 주 가되었다.

농기계의 사용 頻度가 늘어남에 따라 이에 의한 재해는 많이 발생되게 되었으나 농업기계에 대한 安全教育과 이에 대한 弘報를 하는 곳도 없는 형편이다.

현재는 農機械 중에서 가장 많은 사고가 發生되고 있는 機械는 경운기로 이는 사용 댓 수가 많고 또한 년 중 계속하여 사용되고있는 데에다 自動車 도로에 運行을 많이 하는 편이어서 交通事故가 많이 발생되고 있다. 그러나 콤바인은 벼 추수기와 약간의 보리 추수기에만 사용되므로 사용시기가 매우 한정되어 있다.

한달 남짓한 짧은 사용기간인데도 불구하고 재해가 무려 3,000건 이상 발생하는 것으로 추정된다. 따라서 韓國産業安全公團에서는 이에 대한 災害를 豫防하기 위하여 우선적으로 추수기에 집중적으로 발생하는 재해를 分析한 結果 주로 정지탈곡 작업시 벼를 탈곡실 내부로 투입하는 데에서 발생하는 것으로 조사되었다. 따라서 이에 대한 對策을 세우기 위하여 손이 이 위험부위에 접근하지 않아도 便利한 작업이 이루어질 수 있도록 함으로서 이에 대한 안전에 대책을 세우게 되었다.

목 차

1. 서론	
1.1 연구의 목적 및 배경	1
2. 현장 실태조사	
2.1 콤바인의 위험성	4
2.2 콤바인의 작업시 재해 발생	7
2.2.1 사고원인	8
2.2.2 재해 예방 대책	9
3. 콤바인 방호장치의 개발	
3.1 벼의 물리적 특성과 일반사항	10
3.2 콤바인 방호장치의 개발시 기본조건	12
3.3 콤바인 방호장치의 원리 및 구성.....	12
3.3.1 원리	12
3.3.2 구성	13
3.3.3 콤바인 방호장치의 개발 단계	14
3.4 시제품 제작	17

3.5 시제품의 현장 적용실험, 현장시연 및 의견 수렴	29
3.5.1 현장실습	29
3.5.2 시제품의 최종시연회	29
3.5.3 지역별 시연회	32
3.6 연구 결과	40
 4. 결론	 42
붙임 : 제작 도면	

1. 서 론

1.1 연구 목적 및 배경

90년대 이후로 UR협상 등으로 농수산물의 시장개방에 따른 우리 농촌의 경쟁력을 강화하는 차원에서 또한 농촌인구의 노령화에 의한 작업일손 부족 등의 이유로 정부의 적극적인 지원아래 농가에 급속히 농기계가 보급되어 왔다. 이에 따라 농가 효율적인 작업, 부가가치의 증대 및 채산성 증가 등의 좋은 면이 많이 있으나 반대급부로 농기계에 의한 많은 재해가 증가되어왔다. 그럼에도 불구하고 이에 대한 재해예방대책을 세우고 재해를 예방하는 기관이 전무하여 농업분야는 재해예방의 사각지대였다. 선진국에서는 농업도 산업의 일종으로서 농업의 재해 예방에 많은 노력을 하고 있는 입장이다 그 예로서 OSHA나 영국의 HSE 기관에서는 농업안전에 관한 업무가 전체업무 중 40% 정도를 차지할 정도로 노력을 하고 있다.

현재 우리나라에서 발생하는 농업재해에 대한 통계도 또한 미흡한 실정이지만 그나마 조사된 결과만도 공업재해의 2배 이상이 되고 있는 것으로 추정되고 있다.

이러한 실정에서 콤바인은 농업기계 중에서 작업기간에 비하여 가장 많은 재해가 발생되고 있는 것으로 나타났다. 실재로 한국 산업안전공단의 광주지역본부 관내의 3개의 군을 대상으로 콤바인 재해 실태를 조사한 결과는 콤바인의 사고 비율이 24대 당 1대 꼴로 나타나 전국의 콤바인은 7만대로 추산되므로 콤바인의 재해는 1년에 3,000건 이상의 사고가 발생되고 있는 것으로 추정된다.

이러한 콤바인의 재해는 사고 발생부위 별로 보면 전복으로 인한 사고, 탈곡 인입부에서 발생하는 사고, 탈곡부에서 발생하는 사고, 벼 절단부에서 발생하는 사고 및 동력 전달부의 V벨트에서 발생하는 사고로 분류할 수 있다.

이 들 콤바인의 사고발생의 원인을 알아보면 다음과 같다.

먼저 콤바인의 전복으로 인한 사고의 원인은 농로가 경사지고 좁거나 험하여 콤바인을 작업현장 및 보관 장소로 이동시 길에서 또는 농로에서 콤바인 운전 시 위험성이 따르기 때문이다.

탈곡 인입부에서 발생하는 재해의 원인은 콤바인 작업시 추수가 필요한 논의 모서리 부분은 콤바인이 회전하여야 하므로 예취작업이 어려워 이 부분은 미리 수 작업으로 베어 이를 콤바인 탈곡인입부에 취부하여 탈곡하게 된다. 작업시 작업자의 손이 벧짚과 체인에 순식간에 말려 들어가 체인 상부에서 벧짚을 눌러 잡아주는 날에 의해 손가락이 절단되는 재해가 많이 발생하고 있다.

탈곡부에서 발생하는 재해의 원인은 벼가 탈곡통 내부에 끼어서 회전하지 않을 때 이를 고쳐서 정상적으로 회전시키려고 할 때 작업자의 손이 탈곡통 내부로 들어가는 데에 있다. 탈곡통에 벧짚이 끼여서 정지되어 있는 상태이지만 아직 V벨트 등에 의하여 부하가 걸려 있는 상태이므로 이 때 작업자가 이를 정상적으로 작동하게 하기 위해서 벼를 제거하게 되면 부하가 사라지면서 탈곡통이 급회전하게 되므로 벼를 제거하던 작업자의 손이 탈곡 드럼에 딸려 들어가 상해를 입게 된다.

또한 절단부에서 발생하는 사고의 원인은 절단 날이 회전하는 상태에서 절단 날에 끼인 벼를 제거하려다 발생하는 것으로 탈곡부에서 발생하는 재해와 유사하게 발생된다.

여기에서 탈곡 인입부에서 발생하는 재해가 콤바인의 재해 중 60%이상 차지

하므로 이번 연구에서는 우선적으로 이에 대한 재해를 예방하기 위하여 이 부분에 대한 위험성 및 재해원인을 파악하고 이러한 재해를 예방하는 데에 필요한 시스템을 구상하였다. 이 부분의 위험성은 벼를 송급시키는 피딩체인이 빠른 속도로 움직이고 있고 수작업으로 탈곡 시에는 반드시 작업자의 손으로 위험 점에까지 작업자의 손이 접근되어야만 탈곡작업이 가능하다. 또한 작업물인 벼는 작업 시에는 항상 체인을 덮고 있으므로 사고를 유발시키는 피딩체인을 전혀 볼 수 없을 뿐만 아니라 벼가 송급될 때 작업자의 장갑 또는 옷소매를 끌고 들어가게 되므로 사고가 발생하게 된다.

이러한 부분의 위험성으로부터 작업자를 방호하기 위해서는 작업자의 손이 위험한 부분에 접근이 되지 않아도 벼의 탈곡작업이 가능하도록 하여야 한다. 따라서 이러한 안전한 탈곡작업을 가능하게 하기 위해서는 벼를 탈곡인입부에 올려놓아도 벼가 자동으로 송급되게 하는 시스템을 개발하여야 한다. 따라서 콤바인의 탈곡부에 대한 안전성을 확보하기 위해 위의 방법으로 콤바인의 이 부분에 대한 방호장치를 개발하기로 하였다.

이러한 방법이 현실적으로 효용성이 있게 하기 위하여 여러 가지 측면에서 이를 구상한 결과 벼를 자동 송급할 수 있는 호퍼를 개발하는 방안을 채택하였다. 이 방법은 정지탈곡작업에도 편리하고 정지탈곡작업의 위험성에 대한 방호가 가능하므로 이에 대한 장치의 개발을 연구의 방향으로 정하였다. 따라서 송급호퍼방식의 안전장치를 개발하기 위하여 무엇보다도 벼의 특성이 다양하고 작업자의 특성 및 지역적 특성이 다양함으로 이에 대한 스크류 및 벨트를 사용한 벼의 송급 특성을 파악하기 위한 벼 자동송급 호퍼 모델 시험장치를 제작하여 벼의 종류에 따른 송급 특성을 파악하였다. 이러한 실험 데이터에 의하여 자동송급장치를 제작하여 이를 제조업체 관계자의 의견을 듣고자 시연회를 실

시하여 콤바인의 기존작업의 장애 등의 문제점에 대한 제안사항을 참고하여 이를 수정 및 개선하였다. 이에 따라 새로이 개선된 벼 자동송급장치를 실제 추수기에 농촌 현장에서 콤바인제조업체 관계자, 농업연구소 관계자 및 농업 관계자의 의견을 듣고 이를 참고하여 간단하게 수정이 가능한 부분은 수정하고 안전공단의 지역별 5개 지도원과 이 지역의 농가에서 시연회를 실시하여 실제 작업자와 관계자의 의견을 들었다. 농촌에서 직접 작업을 하고 있는 작업자의 입장에서 편리한 작업 가능한 방법으로 장단기의 개선방안을 분류하여 단기적으로 개선이 가능한 것은 수시로 개선하고 장기적으로 시간이 걸리는 것은 장기적인 계획에 의하여 개선을 추진하기로 하였다.

2. 현장 실태조사

2.1 콤바인의 위험성 및 재해 발생

실제로 한국 산업안전공단의 광주지역본부 관내의 3 개 군을 대상으로 콤바인 재해 실태를 조사한 결과는 콤바인의 사고 비율이 24대 당 1대 꼴로 나타나 전국의 콤바인을 7만대로 추산되므로 콤바인의 재해를 추정한다면 1년에 3,000건 이상의 사고가 발생되고 있는 것으로 추정된다.

따라서 콤바인은 농업기계 중에서 작업기간에 비하여 가장 많은 재해가 발생되고 있는 것으로 나타났다. 이러한 콤바인의 재해는 사고 발생부위 별로 보면 전복으로 인한 사고, 탈곡 인입부에서 발생하는 사고, 탈곡부에서 발생하는

사고, 벼 절단부에서 발생하는 사고 및 동력 전달부의 V벨트에서 발생하는 사고로 분류된다.

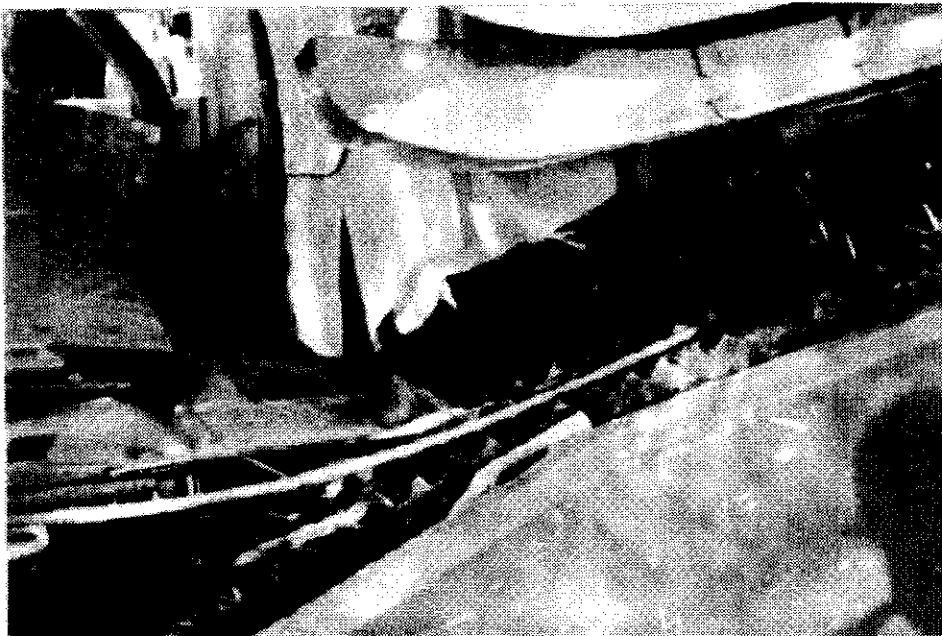
이 들 콤바인이 사고가 발생하는 원인은 다음과 같다.

먼저 전복으로 인한 사고는 농로가 상태가 좋지 않은 좁거나 평탄한 길이 아니어서 이러한 길로 이동시나 농로에서 경사가 심한 논으로 콤바인을 이동시킬 때 전복이 되는 것으로 볼 수 있다. 탈곡 인입부에서 발생하는 재해의 원인은 추수기에 콤바인 작업이 불가능한 논의 모서리 부분의 벼를 수작업으로 베어 이를 콤바인 탈곡부에 취부하여 탈곡한다. 이때 작업시 작업자의 손이 벼짚과 체인에 말려 들어가 벼짚을 체인 상부에서 벼짚을 눌러 잡아주는 날에 의해 손가락이 절단되는 재해가 많이 발생하고 있다. 또한 탈곡부에서 발생하는 재해는 탈곡통에 벼짚이 끼일 경우 끼인 벼에 의하여 탈곡 통의 회전이 정지되어 있는 상태에서 벼를 제거하게 되면 아직 V벨트 등에 의하여 부하가 걸려 있는 상태이므로 이로 인하여 부하가 사라지면서 탈곡통이 급회전하게 되므로 벼를 제거하던 작업자의 손이 탈곡 드럼에 빨려 들어가 상해를 입게 된다.

또한 절단부에서 발생하는 사고의 원인은 절단 날이 회전하는 상태에서 절단날에 끼인 벼를 제거하려다 발생하는 것으로 탈곡부에서 발생하는 재해와 유사하게 발생된다.

여기에서 탈곡 인입부에서 발생하는 재해가 콤바인의 재해 중 60%이상 차지하므로 우선적으로 이에 대한 재해를 예방하기 위하여 이 부분에 대한 위험성 및 재해원인을 파악하고 이러한 재해를 예방하는 데에 필요한 시스템을 구상하였다. 이 부분의 위험성은 벼를 송급시키는 피딩체인이 빠른 속도로 움직이고 있고 수작업으로 탈곡 시에는 반드시 작업자의 손으로 위험 점에까지 작업자의 손이 접근되어야만 탈곡작업이 가능하다. 또한 작업 중인 벼는 작업

시에는 항상 체인을 덮고 있어 사고를 유발시키는 피딩체인을 전혀 볼 수 없
을 뿐만아니라 벼가 송급될 때 작업자의 장갑 또는 옷소매를 끌고 들어가게
되므로 사고가 발생하게 되는데 이때 체인의 feeding 속도는 0.5m/sec로 매우
빠른 상태이다. 이렇게 손이 물려 들어가게 되면 작업자는 손을 빼려고 하여도
순식간에 손이 팔려 들어가 chain에 의해 후면으로 이동되어 빠져나가게 되어
영구 불능의 상해를 입게 된다.



[그림1] 탈곡실의 커버가 열려진 콤바인 탈곡부의 모습

콤바인 체인 부분의 위험성은 위의 사진에서 보는 바와 같이 탈곡실 내부로 이동시키기 위하여 체인을 빠른 속도로 움직이게 하고 그 위에 벼를 끼여들게 한다. 벼를 탈곡 통 내부로 팔려 들어가 감기지 않게 하고 정상적으로 탈곡이 되면서 콤바인의 후방으로 탈곡이 된 벼를 이동될 수 있도록 하기 위해 탈곡 실 커버의 상부에 부착되어 있는 압축스프링이 벼의 이송시 체인과 맞물려 벼를 탈곡통의 체인에 의해 벼가 탈곡통 내부로 당겨지더라도 팔려 들어가지 않게 되어 있다. 여기에서 벼에 압력에 발생시키기 위해 벼 누름바 상단에 스프링을 설치하여 상당한 압력을 가하게 되는데, 이 부분에 손이 팔려 들어갔을 경우 작업자 팔이 대부분이 떨어져 나가게 된다.

2.2 농촌의 콤바인작업 콤바인 재해로 인한 실태

농촌 주거민의 노령화로 농촌에서 젊은 사람으로 취급되는 40~50대의 농작업이 가능한 인력이 소수에 불과한 편이다. 이들은 주로 콤바인 등의 농기계를 다루고 있고 농촌의 힘든 일을 도맡아 하고 있는 형편이다.

콤바인 사고의 발생시 주로 재해를 입는 사람은 이들로서 이 사고로 인해 불구가 되어 농제 조합이나 기타 보험에 가입한 경우도 많지 않아 사고시 보험금을 받는 경우가 적은 편이고 이러한 보험에 가입되었다 하더라도 보상의 정도는 미미한 편이다.

콤바인 작업시 사고가 발생되면 이들 자신과 가족에게만 문제가 되는 것이 아니라 이들은 그 지역 농가의 일을 거의 도맡아서 보고 있으므로 타 농가의 농사에도 타격을 주게 되므로 이로 인한 농촌의 경제적 손실은 매우 큰 편이

라고 할 수 있다.

콤바인의 가격은 2800만원 정도로 일반 타 농기계에 비하여 비싼 편이고 추수기가 짧아 이 시기에 콤바인 소유자는 자신의 논뿐만 아니라, 그 지방 논에 추수작업을 용역 받아서 무리하게 추수작업을 하게된다.

2.2.1 콤바인의 사고 원인

1) 탈곡부 벼의 취부 부분에 의한 재해 원인

콤바인을 이용하여 추수작업시 논에 모서리 부분은 콤바인을 사용하여 예취작업을 할 경우 콤바인이 회전하면서 운행을 하여야 하는데 벼는 일직선으로 심어져 있으므로 벼를 정상적인 예취작업이 불가능하다. 따라서 이 경우 콤바인을 사용하면 벼의 손실이 매우 크게 되므로 일반적으로 수작업으로 벼를 베고 뒤 콤바인에 피딩체인을 통하여 작업자의 손으로 탈곡실로 밀어 넣어 작업을 하게 되는데 콤바인의 사고가 주로 이때 발생되고 있다.

2) 탈곡드럼의 회전에 의한 재해 원인

탈곡통에 벼짚이 끼어서 탈곡드럼의 회전이 멈추어 탈곡작업이 정지되므로 동력이 전달된 상태이므로 부하가 걸린 상태에서 탈곡통을 개방하여 이를 제거하다가 탈곡드럼의 급회전으로 벼를 제거하던 작업자의 손이 상해를 입게된다.

3) 절단부 회전에 의한 재해 원인

콤바인 벼짚의 절단부에 벼짚이 막혀 절단날의 회전 중에 이를 제거하다가

작업자 손의 상해가 발생하고 있다.

콤바인의 수 작업으로 정지탈곡 작업시에 발생한 재해 사례는 다음과 같다.

· 사례 1.

전라남도 광주광역시 화순군 소재 농가

98년 추수기에 논에 수 작업으로 베어놓은 벼를 탈곡하기 위하여 탈곡 인입부에 수 작업으로 넣는 순간 장갑이 벼에 걸려 딸려 들어가 왼쪽 팔이 절단되어 접합 수술을 하였으나 뼈가 튕겨져 나가 영구 불능의 장애를 입게 되었다.

· 사례 2.

경상남도 함안군 소재 농가

98년 추수기에 논에서 수작업으로 베어놓은 벼를 탈곡하기 위하여 탈곡 인입부에 수작업으로 벼를 놓는 순간 옷소매가 벼에 걸려 들어가 왼쪽팔이 절단되어 접합수술이 불가능하여 영구 불능 장애를 입게 되었다.

2.2.2 콤바인 재해 예방 대책

1) 탈곡부 벼의 취부 부분에 의한 재해 대책

- 벃짚의 자동공급이 가능한 호퍼의 개발 보급하여 농민들이 체인에 손이 접근하거나 벃짚을 밀지 않아도 작업이 가능하게 함.

2) 탈곡드럼의 회전에 의한 재해 대책

- 절단날이 정지된 후 절단부를 개방할 수 있고 또한 절단부를 개방한 상태에서는 절단날이 회전되지 않는 구조로 개선.
- 미동 회전이 가능하게 개선.

3) 절단부 회전에 의한 재해 대책

- 절단날이 정지된 후 절단부를 개방할 수 있고 또한 절단부를 개방한 상태에서는 절단날이 회전되지 않는 구조로 개선.
- 절단부의 개방시 절단날의 회전이 정지되게 하는 구조로 개선.
- 미동 회전이 가능하게 개선.

3. 콤바인 방호장치의 개발

3.1 벼의 물리적 특성과 일반사항

벼의 물리적 특성과 외형은 공장에서 생산되는 일정한 모양을 갖고 생산되는 재료 또는 부품과는 전혀 다르다. 벼는 일정하게 같은 종류일지라도 길이가 다르고 벼를 베는 사람에 따라, 그 해 년도의 기후조건에 따라 벼를 자르는 위치가 달라지므로 그 길이와 외형의 차이가 많을 수밖에 없다. 또한 벼의 종류에 따라 벼의 크기는 60cm~110cm까지 천차만별의 길이를 갖는다.

또한 벼의 물리적 특성에서는 벼 대궁의 견고한 정도 차이가 많으며 이를 측정하는 것은 어렵다.

이 강도 또한 벼의 종류와 젖은 정도에 따라 다르고 벼의 무게는 벼 후 기

간에 따라 가벼워진다.

논의 모퉁이에서 수 작업으로 벤 벼를 정지 탈곡작업을 하기 위하여 논 위에 말려 놓은 벼의 무게를 측정하여 보면 다음과 같다.

<표 1> 벼의 무게 및 벼단의 무게

벼의 개 당 무게	벼 한 단의 벼의 총 개수	1단의 총 무게
3g	600~900개	1.8Kg~2.7Kg

벼의 이러한 특성으로 인하여 순수 설계에 의한 방호장치의 제작은 매우 어렵다.

벼와 관련된 장치를 개발하려면 우선적으로 이에 대한 벼의 특성과 관련하여 많은 실험과 데이터 확보, 벼와 이에 대한 기계적 특성과 관련하여 감각을 키우고 문제 해결을 위한 시스템을 구상하기 위하여 많은 생각이 필요로 하다.

이런 다양한 특성으로 인하여 벼의 송급 특성에 대하여 실험하는 것은 매우 힘이 들며 농민들의 콤바인 탈곡 작업 특성도 매우 다양한 편이다.

추수기 이전에는 실제로 벼를 구하는 것은 매우 힘이 들고, 여러 종류의 벼를 구하는 것은 더욱이 어려운 형편이다.

경기도 지방에서 많이 재배되는 벼의 종류인 추청을 우선 겨우 구하여 실험을 하였다.

이 벼의 외형적 조건은 크기가 110cm 정도로 길며 마른 상태이고 무게는 가벼웠다.

현재 주로 사용되는 콤바인은 3조식 콤바인과 4조식 콤바인이 사용되고 있

으며 콤바인을 생산하는 업체는 국제 종합 기계(주), 대동 공업(주), 동양물산 기업(주), LG 기계이다.

우선 국제 종합 기계(주)에서 생산되는 규격이 KC515U의 4조식 콤바인을 대상으로 안전장치를 개발하기로 하였다.

3.2 콤바인 방호장치의 개발시 기본조건

- 콤바인 방호장치에서는 우선 기존의 콤바인 작업에 있어서 기능장애가 발생되지 않아야 하고 벼의 탈곡시 콤바인의 벼 송급시 탈곡이 원활하여야 한다.
- 기존 콤바인의 예취 기능에 장애가 발생되지 않아야 한다.
- 콤바인 작업자의 시야에 장애가 없어야 한다.
- 벼의 송급시 벼가 스크류에 감기거나 걸리지 않아야 한다.
- 예취 작업에서 벼 송급 작업으로 작업변환이 용이하여야 한다.
- 장치가 가볍고 견고하며 이에 대한 구성이 있어야 한다.
- 탈곡작업자가 탈곡시 벼짚의 적재가 용이하여야 한다.
- 비교적 저렴한 비용으로 설치가 가능하여야 한다.
- 안전성과 동시에 작업의 효율성이 있어야 한다.
- 이 장치를 사용하지 않을 경우에는 간편하게 보관될 수 있어야 한다.

3.3 콤바인 방호장치의 원리 및 구성

3.3.1. 콤바인 방호장치 원리

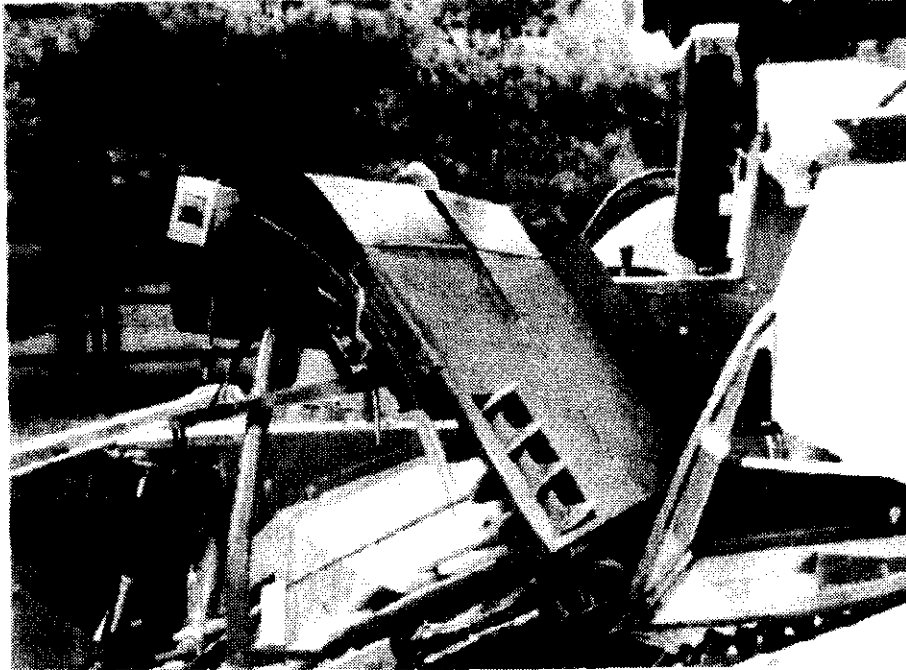
콤바인 방호장치의 원리는 벼를 피딩하는 체인에 손으로 벼를 밀어 넣어야만 작업이 가능한데 이때 손이 벅짚에 팔려 들어가 사고가 발생하게 되므로 이를 밀어 넣지 않고 호퍼 위에 올려놓아도 스크류의 회전에 의하여 스크류 사이에 벼가 끼인 상태에서 아래로 이동되게 된다. 아래 이동된 벼는 피딩체인에 닿아 이 상부에 실려서 이동되게 되므로 이 체인에 움직임에 의하여 벼가 퍼지면서 탈곡실 내부로 송급될 수 있도록 한 장치이다. 이 정지 탈곡 작업이 끝나면 이 자동송급호퍼를 접어서 콤바인 벼 감지센서를 고정하는 프레임을 중심으로 자동송급호퍼를 회전시켜 콤바인의 전면 좌측부에 이를 고정 및 보관될 수 있도록 구성하였다. 이 전체 장치의 고정은 기존 콤바인을 수정하지 않아도 콤바인 자체의 프레임의 볼트를 풀고 이에 고정시킬 수 있도록 하였다.

3.3.2. 콤바인 방호장치의 구성

콤바인 방호장치의 구성으로 벼를 쌓아서 아래로 점차적으로 내려보낼 수 있게 하는 호퍼, 스크류를 회전하게 하여 자동으로 벼를 아래로 이동시키는 동력 구동부, 정지 탈곡 작업 시와 일반 예취작업 시의 작업전환이 가능하도록 한 작업전환부와 이 전체시스템을 콤바인에 고정시킬 수 있는 고정부 체인의 위험성으로부터 방호하고 벼의 송급을 가이드 하는 체인 방호 커버로 크게 나눌 수 있다.

여기에서 호퍼는 좌측 플레이트와 우측 플레이트로 구분되고 간편한 보관을 위하여 이를 접을 수 있게 하였다. 좌측 플레이트에는 스크류와 이를 고정시키고 이의 강도 보완 및 동력 구동부의 고정 및 작동을 위한 호퍼 뒷면에는 브라켓으로 구성되어 있다.

동력 구동부는 전원에 의하여 동력을 발생시키는 구동모터와 이 발생된 동력을 전달하는 풀리, 벨트 및 베어링 등으로 구성되어 있다.



[그림2.] 스크류 타일의 콤팩트 보호장치

3.3.3. 콤팩트 보호장치의 개발 단계

기존공장에서 생산되는 제품과 같이 일정형태가 있는 것과는 달리 벼의 물리적 특성이 다양하여 대부분 실험에 의하여 문제점의 도출과 새로운 개선 방향을 모색하는 방법으로 보호장치를 개발하였다. 따라서 콤팩트 보호장치의

연구개발 단계는 다음과 같다.

<표 2> 콤바인 방호장치의 연구개발단계

구분	추진내용
1단계	○ 방호장치 개발 Idea 구상 단계 - 콤바인의 기능, 작업성, 현장 조건, 콤바인의 운반 및 보관, 개발 후 안전장치의 설치의 용이성, 내구성, 기존 콤바인의 형태, 콤바인 작업의 안전성확보, 등 다양한 제약 조건에 따른 문제 해결의 방법 구상
2단계	○ 기초 모델 개발 단계 - Screw Type 및 Belt Type의 장·단점 비교를 통한 콤바인 방호장치 사양 결정 - 연구 시제품을 외부 전문가(콤바인 제작업체) 시연회를 통하여 현장 적용 상의 문제점 및 기술적 검토 실시
3단계	○ Prototype 시제품 개발 - 연구제품에 대하여 제작업체 시연회를 통한 문제점 및 개선사항을 보완하여 현장 부착용 시제품을 개발 - 목적: 농업 관계자의 의견수렴 및 기술보완을 통한 현장보급시 문제 발생을 최소화 - 대상: 농림부, 농업진흥청 등 농업 관계자 - 시기: 현장 부착용 시제품 개발 후
4단계	○ 추수기에 현장 검증 실시 - 직접 벼 수확을 통한 실용성, 내구성, 효율성 등을 확인 - 작업자(농민)의 의견 수렴 - 현장 검증을 통한 문제점 보완 실시
5단계	○ 추수기 현장의 시험시 콤바인 사용자 농민의 편의성 및 작업성을 반영하여 개선 - 직접 벼 추수시 현장실험하여 문제점 도출 및 콤바인 사용자 농민의 의견 제시, 이에 대하여 개선시 반영토록함 - 벼의 송급시 벼의 무게 등의 특성에 따라 조정장치에 의하여 퍼질 수 있도록 개선
6단계	○ 현장 보급 - 농림부, 농촌진흥청, 농협 등 콤바인 관련 단체에 홍보 - 제작업체에 홍보 - 군청, 면사무소 등에 콤바인 재해사례, 위험성, 방호장치의 필요성 등 홍보물 배포 - 농촌지역 방문을 통한 농민과 농민단체 등에게 직접 홍보

1단계에서는 작업의 편이성 작업의 안전성 등의 면에서 방호장치를 구상하였다.

- 기어방식, Screw 방식, 간이 벨트 방식 구상
- 기어방식 간이실험을 통한 가능성 테스트에서 기어의 날에 걸려서 엉켜버림으로 인한 설치시 공간이 많이 차지함
(간이 실험 결과 Screw 방식과 벨트방식의 모델을 제작하여 테스트하기로 함)

2단계에서는 방호장치의 Screw형 및 벨트형 시험모델을 제작하여 실험하였다.

- Screw 방식과 벨트 방식의 모델 제작 및 실험을 하였다.
- 벨트 방식은 버의 이송시 부드럽지 못하고 끝단에서 걸리는 문제가 있었다.
- screw 방식은 screw사이에 틈새가 있을 경우 버가 걸려서 감기는 경우가 있었으나 틈새를 1mm 이내로 줄인 결과 걸리지 않았으며 이송이 원활하였다.

3단계에서는 Screw형 모델 개선 시험 및 농업관계자의 시연회시에 토론회의를 개최하여 아래와 같이 제안을 하도록 하였다.

토론회의 시 제안사항은 다음 3가지 면에서 제안하도록 하였다.

- 방호장치의 현장 적용시 고려사항

- 콤바인 제조 입장에서 제안사항
- 추후 검토 또는 보완해야 할 사항

3.4 시제품 제작

Screw 방식의 벼 자동송급호퍼를 처음 제작 시는 호퍼의 통로 아래 부분의 간격을 110cm으로 정하고, 호퍼의 전면 프레이트를 곡면으로 제작하였다. 제작된 자동송급장치를 실험한 결과 벼가 Screw를 통과하는 과정에서 적체가 되는 현상이 발생하였다. 그 이유는 호퍼 상부에 쌓여있는 벼가 좁은 공간을 통과하면서 압축되어 Screw와 호퍼에 끼이게 되므로 Screw의 회전을 멈추게 하는 것이었다.

이와 같은 문제의 해결을 위해 호퍼의 전면부를 Screw와 일직선으로 평행하게 제작하고 이를 실험한 결과 양호한 상태로 벼가 통과되었다.

위의 내용과 같이 제작된 콤바인 방호장치를 농민 등의 농업관계자들에게 시연회를 실시한 결과 다음과 같은 제안사항이 제시되었다.

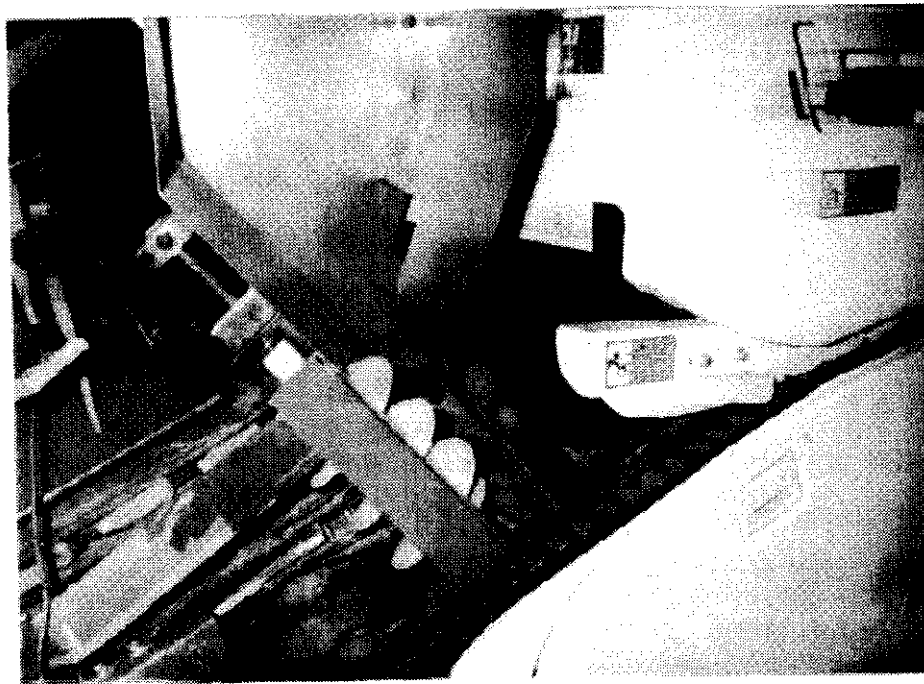
일단 벼의 송급이 가능한 모델을 제작하기 위하여 초기에는 호퍼 모델의 Screw 호퍼 내부와 바깥 쪽 두 곳을 설치하여 벼의 송급 실험을 한 다음 실험 데이터를 분석하여 개선하기로 하였다.

호퍼를 콤바인에 설치하는 각도는 벼를 탈곡실 내부로 투입시 예취부에서 올라오는 벼의 각도와 일치하게 콤바인 측면부에 수직된 방향에서 15° 각도를 유지하게 하였다.

콤바인 탈곡실 상부에 있는 커버 plate 고정 볼트를 풀고 이곳에 호퍼를 설치하였으나, 볼트가 매우 작고 이 볼트가 지지되는 몸체 부분도 호퍼를 설치하기에는 강도가 약한 편이다

<표 3> 주요 문제점 및 개선방안

구 분	문 제 점 및 제 안 사 항	개 선 방 안
작업 편의성	- 벼 투입 작업점의 높이가 호퍼설치로 현재보다 약 0.6m가 높은 1.8m정도임 · 호퍼 미설치시 작업점 높이 : 1.2m · 호퍼 설치시 작업점 높이: 1.8m - 따라서 벼 투입작업의 노동강도 증가에 따른 호퍼설치를 기피할 우려가 있음 - 예취 작업시 벼 탈곡 인입부에서 풀 등의 이물질 제거가 필요하나 호퍼설치로 이물질 제거작업 공간이 부족 - 예취 작업시 운전사가 탈곡 인입부를 관찰하면서 작업을 실시하고 있으나, 호퍼 설치로 시야가 가림 (이물질 혼입, 벼 이송상태 등의 육안 확인 필요)	- Screw 설치 경사각을 최소화 시켜서 벼 투입 작업점의 높이를 현재 보다 최대한 낮게 함 - 호퍼의 지지부를 접이형으로 하여 벼 탈곡 인입부의 공간을 최대한 확보 - 호퍼의 기능과 형상(강도)유지에 관련이 없는 부분은 최대한 제거하여 운전사가 인입부를 관찰할 수 있도록 함
내구성	- 콤바인은 논둑 등 울퉁불퉁한 바닥을 주로 운행함으로써 방호장치의 자체 무게에 의한 충격 등으로 탈락 우려가 있음	- 불필요한 부분의 제거와 견고한 설치는 물론 방호장치의 무게를 최소화 시켜 운행시의 충격력을 완화시킴 - 접이형 구조로 변경
작업 효율성	- 탈곡작업시 작업을 빨리 끝내기 위하여 인입량을 과량투입시 호퍼의 작동 중지가 우려됨	- 벼 투입량 증대를 위하여 호퍼 구동모터의 용량을 증대시켜 투입량에 따른 시험 실시로 적정용량의 모터를 선정함 - Screw를 여러 종류의 직경사이즈 및 각도 별로 제작· 설치하여 실험을 실시 한 후 최적조건을 선정함



[그림 3] 초기 송급 호퍼 모델 시험장치

이 호퍼의 무게는 50Kg으로 매우 무거운 편으로 이를 설치시 한쪽 부분만으로 호퍼를 고정시켜야 하므로 고정부 강도로는 매우 부족한 편이다. 또한 브라켓과 모터 구동부 설치부분의 브라켓, 호퍼 plate의 자중 등으로 구성된 경우 무게를 줄이는 데에는 한계가 있었다.

초기에는 Screw의 단을 6단으로 하고, 재질은 Poly-Ethylene을 사용하여 제작 설치하였다. 또한 호퍼의 전면부를 곡면 상태로 제작하였는데, 벼의 송급시 좁아지는 부분에서 적재되는 문제점이 있었고, 호퍼의 안쪽으로 설치된 Screw는

벼를 송급하는 데에는 별 효과가 없었으며 오히려 Screw의 회전 시에 벼의 끝단이 감기게 되는 문제점이 있었다.

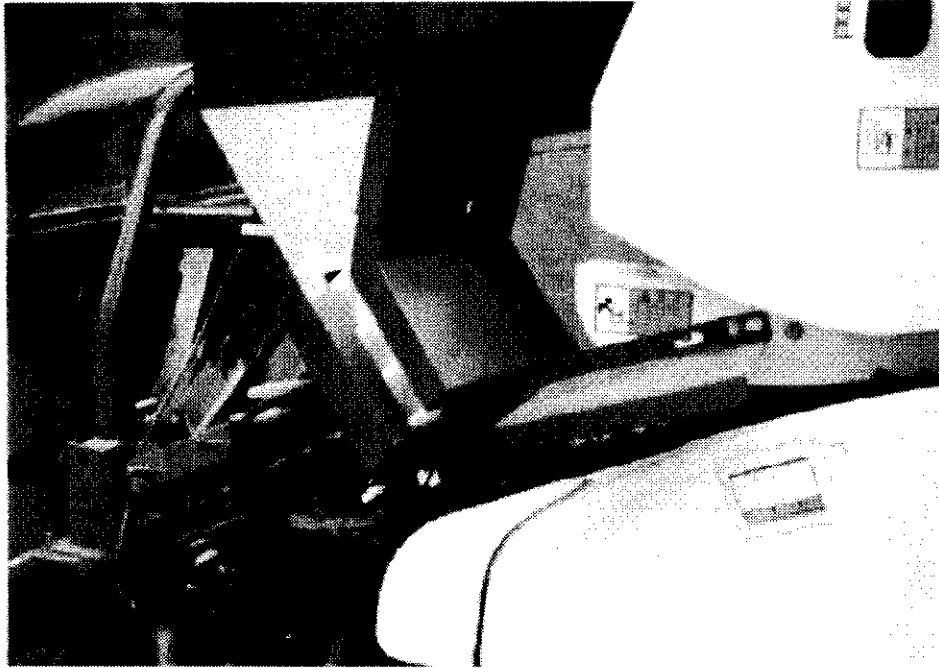
실험 결과에서 나타난 문제점을 해결하기 위하여 Screw의 단을 6단에서 4단으로 줄여 호퍼의 하부에서 적체가 되는 원인을 제거하였고 상부에서 밀지 않도록 하부의 4개 Screw 단에서 아래로 밀어내는 만큼 중력으로 아래로 내려오도록 하였으며, 호퍼의 전면부도 곡선형에서 각을 형성하여 Screw가 있는 부분에는 일정한 간격을 유지하게 하였다.

[그림 4]의 모델 시험장치는 내부에 Screw를 제거하고 전면부를 개방하여 벼가 자중에 의하여 아래로 내려가게 하고 호퍼 외측의 Screw는 전면 호퍼의 절곡 부분 2cm 위의 위치에서부터 회전이 되게 설치하였다.

이를 제작하여 실험한 결과 호퍼의 내부 측면에 있는 벼의 윗 부분은 대개 원만하게 아래로 내려갔으나 외측의 전면부와 후면부의 호퍼 사이의 간격이 협소하여 벼가 잘 내려가지 않는 경우가 있었다.

호퍼의 전면부와 후면부 사이의 간격을 변경하여 실험을 할 수 있도록 하기 위하여 전면부 호퍼의 하측부분의 플레이트의 길이를 조정 가능하도록 제작하였다.

이렇게 제작된 호퍼를 사용하여 실험한 결과 호퍼의 간격을 15cm로 하고 실험한 결과 벼가 원활하게 통과되지 않는 경우가 많았으나 호퍼의 간격을 20Cm로 고정하여 실험한 결과는 양호하였다.



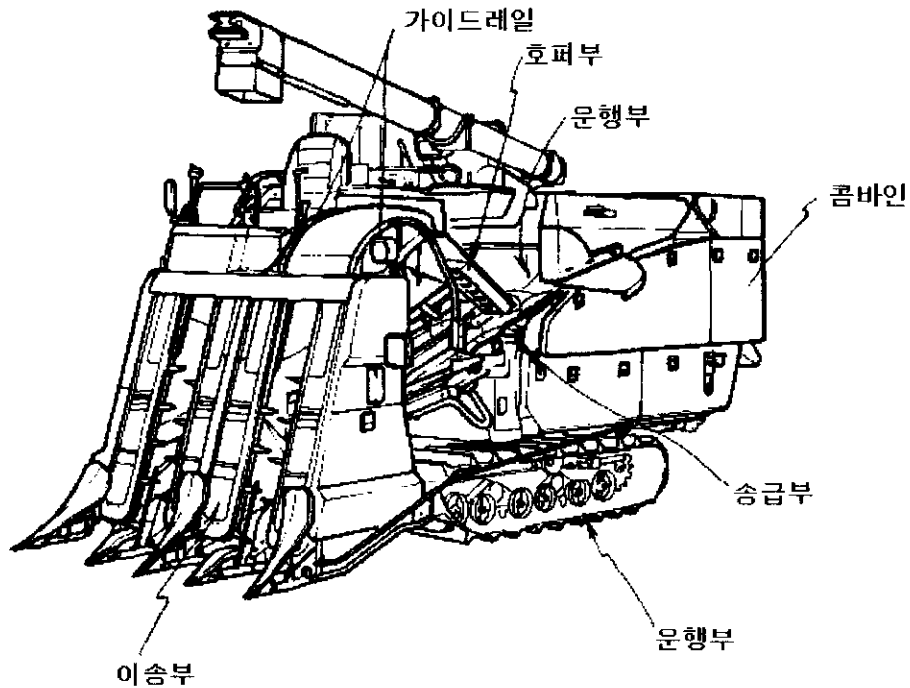
[그림 4] 2차 벼 자동송급모델시험장치

시험모델의 2차 제작시 전면부 호퍼의 후레임을 보완하여 전면부의 강도로 인한 벼의 이송시 발생하는 진동을 방지하였다.

시연회 결과 제안사항 및 개선 방안을 요약하면 다음과 같다.

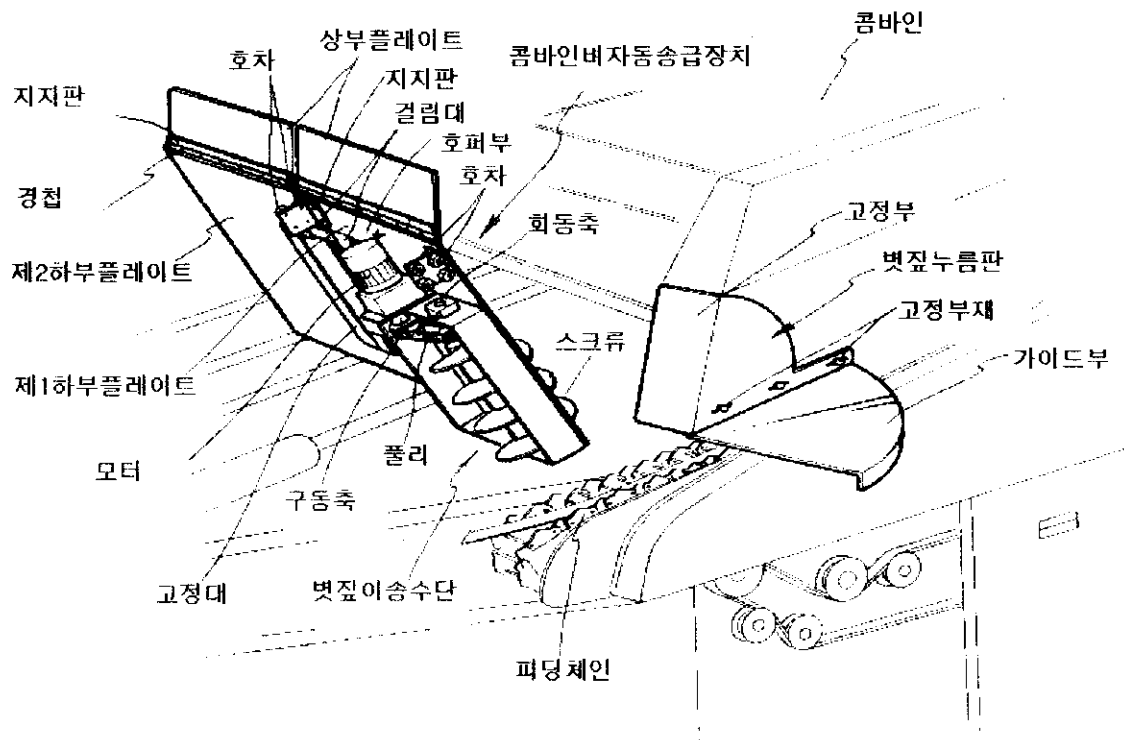
<표 4> 시연회사의 콤바인 제조업체의 제안사항 및 이에 대한 개선 방안

구 분	제 안 사 항	개 선 방 안
작업 편의성 측면	- 호퍼에 벼투입 작업점을 최대한 낮게 하여야 할 필요성 있음 - 예취작업시 풀 등의 이물질 제거가 용이한 구조 - 예취작업시 탈곡 인입부를 볼 수 있는 구조	- Screw 설치 경사각을 최소화 함. - Screw 지지부의 접이형 구조로 함 - 기능과 형상 유지에 관련 없는 부분은 개방함.
내구성 측면	- 호퍼의 경량화로 콤바인의 운행 중 충격 완화 필요 - 호퍼의 견고한 부착 필요	- Plate가 필요한 부분을 제외한 타부분은 개방함 - 접이형 호퍼 지지구조로 함
작업 효율성 측면	- 벼의 송급량 증대 필요	- 용량이 큰 모터를 사용하여 투입량에 따라 실험하여 모터의 적정 용량을 선정 - Screw의 직경사이즈별 및 각도별 제작 설치 실험



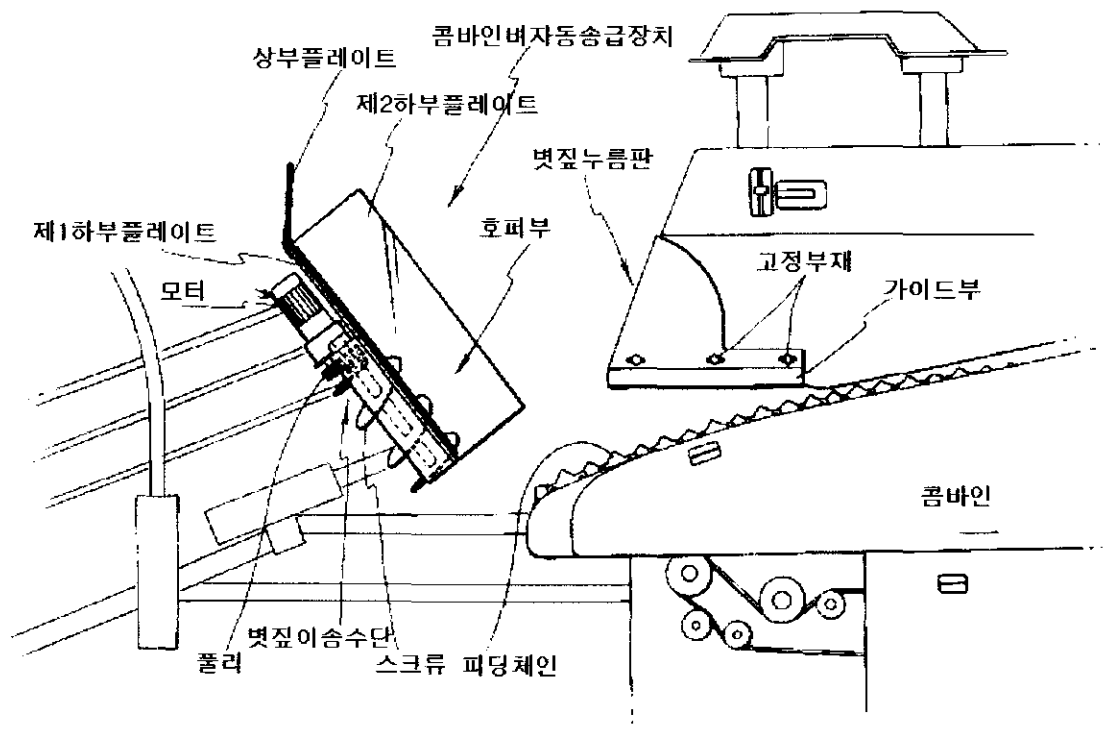
[그림 5] 레일 이동식 방호장치가 설치된 콤바인의 투시도

위의 그림과 같이 콤바인 방호장치는 콤바인의 탈곡인부의 상부에 설치하여 일반 예취 작업시에는 콤바인의 전면부의 좌측으로 이동하여 안치되었다가 정지탈곡 작업시에는 탈곡인입부로 이동되어 벼 자동송급장치의 역할을 할 수 있게하여 작업전환이 가능하도록 하였다. 이는 작업자가 벼를 자동송급장치의 호퍼 위에 벼를 올려놓기 만하여도 벼가 자동으로 콤바인의 체인위로 내려와 벼를 탈곡부 내부에 송급이 되도록 하는 장치이다.



[그림 6] 벼 자동송급장치 방식의 콤바인 방호장치

호퍼의 뒷부분에는 모터 및 모터의 구동부를 설치할 수 있도록 하기 위하여 여기에 브라켓을 설치하여 호퍼의 형상을 유지하고 동력구동 및 전달 기능을 하는데 충분한 강도를 유지하게 하였다. 스크루의 샤프트의 양측에는 베어링 하우징을 설치하여 스크루가 원활하게 회전될 수 있도록 하였다. 스크루와 호퍼의 사이부분에 벼가 이송되면서 끼이지 않도록 하기 위하여 틈새를 1mm 이하로 하여 제작하였다.



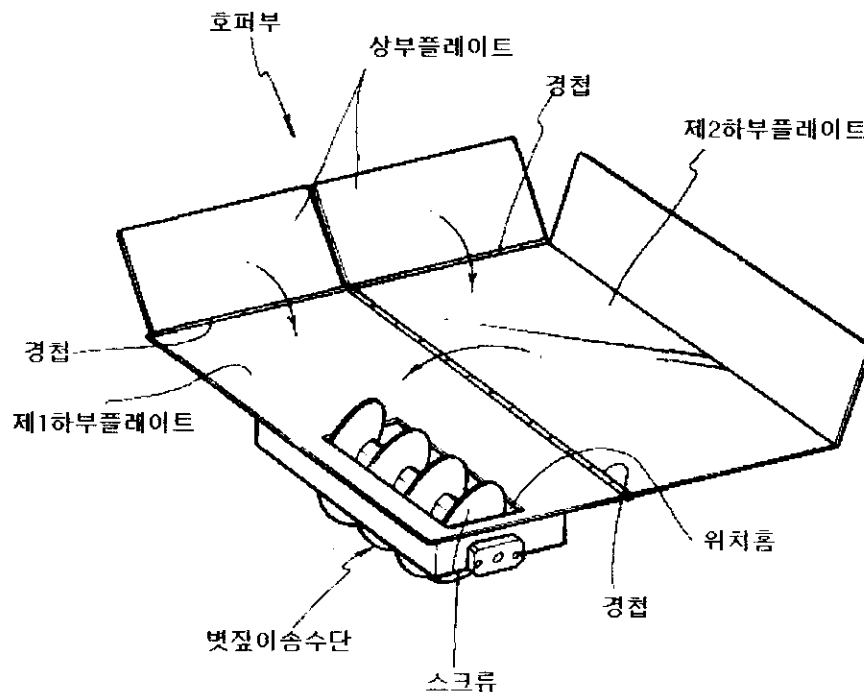
[그림 7] 콤바인 벼 자동 송급 장치의 설치시 측면

도면의 좌측에 설치되어 있는 체인방호 덮개는 체인의 노출에 의한 위험성으로부터 방호하게 할뿐만 아니라 초기의 호퍼 모델에서 호퍼의 전면부 역할을 대신할 수 있도록 스크류의 회전에 의하여 벼가 아래로 이동될 때 가이드의 역할을 수행하도록 하였다.

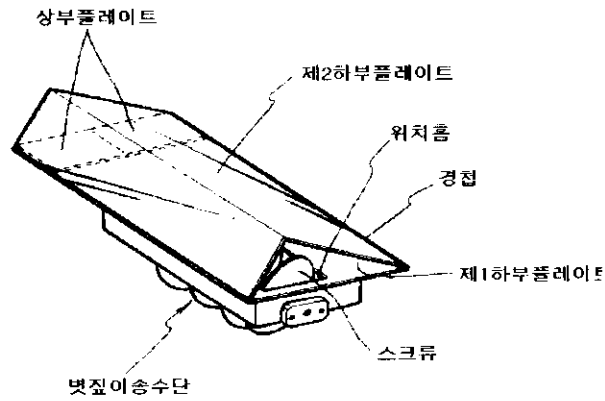
체인방호 덮개는 탈곡실 측면에 부착되어 있는 볼트를 이용하여 쉽게 설치할 수 있도록 하였다.

또한 방호덮개의 측면 모서리 모양은 곡면으로 처리하여 여기에 상해를 입지 않도록 하였다.

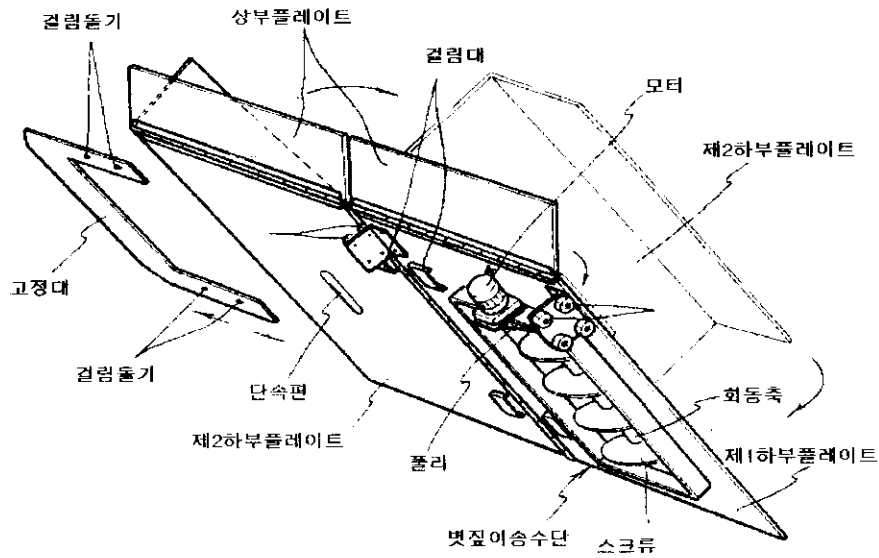
[그림 8]과 같이 상부 플레이트와 하부플레이트 사이 그리고 하부플레이트와 제2하부플레이트 사이의 두 곳에 경첩을 부착하여 콤바인 방호장치를 일반 예취작업을 할 경우나 콤바인을 사용하지 않고 보관할 경우에는 이 각각의 플레이트를 접어서 간편하게 이를 콤바인의 전면부 좌측에 보관될 수 있도록 하였다.



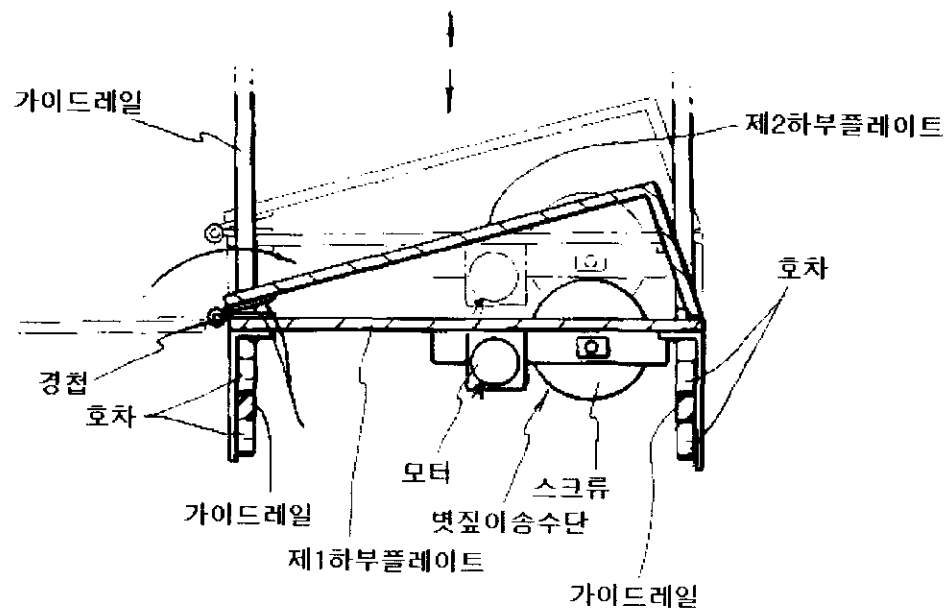
[그림 8] 호퍼부의 형상 및 접합 상태 설명도.



[그림 9] 호퍼부의 접힘 상태를 설명하는 투시도



[그림 10] 호퍼부의 배면에 설치된 스크류 및 고정대의 장착상태 투시도



[그림 11] 호퍼부가 접히는 상태에서의 단면도

3.5 시제품의 현장적용 실험, 현장시연 및 의견수렴

3.5.1 현장실험

개선 제작된 콤바인 방호장치를 연구원내의 검정동에서 실험을 실시한 결과 매우 양호하였다. 이를 실제 추수하는 농가에서 실험하기 위하여 지역의 날씨관계로 국내에서는 가장 일찍 추수를 시작하는 철원지역을 선택하여 현장실험을 하기로 하였다. 이 지역의 철원농업기술센터와 공동실험을 협의하여 농업기술센터 지정농지에서 현장실험을 실시하였는데 이때의 실험결과는 양호한 상태였다.

3.5.2 시제품의 최종시연회

‘99.10.13 (수) 경기도 시흥시 월곶동 480-2 농지(답)에서 시연회를 개최(‘99.10.13)한 결과 콤바인 제조업체의 개발관계자로부터 작업용이성 등에 관련된 추가개선의 필요성이 제시되어, 이를 개선하기 위해 지역별로 농민들의 의견을 수렴하여 반영코자 하였다

또한 추가로 5개를 지역본부 및 지도원에서 선정한 농가의 콤바인에 안전장치를 설치, 시연하여 콤바인 사용농민의 의견을 조사 및 종합하여 추가 개선점을 파악하였다.

여기에서 시연농가의 농민으로부터 제시된 의견들은 다음과 같다.

1) 콤바인 제조업체 의견:

- 방호장치의 고정부 부착의 위치를 다른 위치로 변경할 것
(현재 고정 위치는 콤바인 벼 예취 부분을 조정하는 기능이 상실될 우려가 있음)
- 안전커버는 벼 가이드 바의 상하 이동 등에 지장을 주지 않도록 제작할 것
- 가능하면 방호장치의 무게를 경량화 할 것
- * 사용이 불편하면 농민들이 사용을 기피하게 됨

2) 농민의견:

- 본 안전장치는 사고를 예방하는 데에는 큰 도움이 됨
- 스크류의 위치를 탈곡 인입부의 바닥면 까지 가능한 한 아래로 내릴 것.
- 벼의 길이가 길 경우 소량의 벼 투입시 벼가 경로 이탈할 가능성 있음.
- 안전커버의 넓이 및 높이 사이즈를 좀더 작게 할 것.

위의 제시된 사항을 구체적으로 분류한 개선 의견 및 대책은 다음 표와 같다.

<표 5> 개선의견 및 대책

순번	제 시 의 건	현 상 태	대 책
1	젖은 벼 또는, 키가 큰 벼를 투입시 잘 투입되지 않거나 경로 이탈될 수 있음	· 벼가 적은 경우나 키가 큰 벼의 경우 무게 밸런스 문제로 간혹 벼가 전도됨 · 당초 설치되었던 가이드 바가 부착되어 있지 않았음.	측면 가이드 설치 검토
2	소량의 벼 투입시와 투입된 벼단의 마지막 잔량 투입시 잘 투입되는가?	작업점을 최저로 낮출 것	이동 스크류의 하단위치를 좀더 아래로 낮춤. 단,  욱 완벽한 개선이 됨
3	방호장치 고정부 부착위치 변경	방호장치 고정부가 예취부의 좌우 경사각 자동조정장치 볼트에 고정	방호장치 고정부가 고정프레임과 일체가 된 부분의 볼트에 고정함
4	벼 가이드바의 걸림대 제거됨	벼 가이드바 걸림대에 방호커버 설치	방호커버의 내부에 돌기를 형성시킴
5	안전장치 무게의 경량화	안전장치의 무게 약 35Kg	호퍼 프레임등의 간소화, 경량화 추진
6	안전커버의 넓이 및 높이 사이즈를 좀더 작게 할 것	안전장치 폭: 20Cm 안전장치 높이: 20Cm	안전장치 폭: 11Cm 안전장치 높이: 15Cm

* 지역별시연회 실시하여 의견 추가 반영

* 2, 3, 4, 6의 사항은 개선 완료됨

3.5.3 지역별 시연회

1) 지역별 시연

지역별 시연의 실시 개요는 다음 표와 같다.

<표 6> 지역별 시연 현황

연번	시연일자	시연장소	참 석 자	비 고
1	1999.10.26	광주 지역 본부 (화순군 춘양면 우봉리 농가)	연구원:이충렬외 1명 지도원:양정렬 대리 농민:노종진 등 다수	사고발생 없음
2	1999.10.27	창원 (함안군 법수면 농가)	연구원:이충렬외 1명 지도원:김정원 차장 농민:한용준 등 다수	98년도 사고발생
3	1999.11.2	구미 (구월면 웅곡리 농가)	연구원:이충렬외 1명 지도원:우도영 대리 농민:양원호 등 다수	98년도 사고 발생
4	1999.11.3	대전 (천안시 수신면 신평 1리 농가)	연구원:이충렬외 1명 지도원:홍광수 대리 농민:한재용 등 다수	사고 발생 없음
5	1999.11.5	전주 (익산시 용동면 대조리 농가)	연구원:이충렬외 1명 지도원:이찬행외 1 농민:박진국 등 다수	99년도 사고발생

지역별 시연을 실시하여 콤바인 사용자인 농민 의견을 제시한 결과 다음과 같은 의견을 제시하였다. 시제품을 개선하는 데에 참고하기 위하여 이 들 의견을 분류하였다.

<표 7> 5개 지역별 농민 의견

번호	지 역	농 민 의 건
A	광주 지역본부 (화순군 춘양면 우봉리)	1 운전석에서 간단한 조작으로 작업전환이 가능한 방식으로 개선 2 많은 양의 벼 넣을 수 있게 SCREW 경사각도를 완만하게 변경 요망 3 콤바인의 타사 모델에도 적용될수 있는 방호장치 개발 요망 4 주행중 벼의 투입이 용이하도록 호퍼의 폭을 좀더 넓게 제작 요망 5 모터, 벨트, 구동부가 물기, 이물질 등에 쉽게 손상되기 쉬우므로 커 벼 등에 의한 밀폐 요망 6 이물질이 많이 발생되더라고 많은 양의 벼가 공급되도록 빠른 작업을 요망
B	창원 지도원 (함안군 법수면)	1 사고 위험성이 크므로 안전장치의 설치가 필요함 2 SCREW 측면 벼 유도장치 필요함 3 탈착 형태로 부착시 사용이 불편하므로 고정식으로 부착 필요 4 체인 방호가이드가 벼를 투입하는데 간섭이 생기므로 앞쪽으로 돌출 된 가이드를 반정도로 줄이는 개선 요망 5 벼단을 수작업으로 작업시 옷깃이나 장갑등이 노출된 체인에 걸리는 위험성이 있으므로 개선 요망 6 콤바인에서 가장 위험한 부위인 벼 송급부분을 자동공급할 수 있어서 대체로 만족하였음
C	구미 지도원 (구월면 웅곡리)	1 호퍼의 폭을 넓게하고 SCREW의 경사각을 완만하게 처리 요망 2 콤바인 제작시 안전장치가 취부된 상태로 출고 요망 3 기존 콤바인에 탈, 부착이 용이하도록 개선 4 안전장치 무게의 경량화 5 벼의 송급량이 일정하게 지나가도록 하는 기능을 추가 6 콤바인에서 가장 위험한 부위인 벼 송급부분을 자동공급할 수 있어서 대체로 만족하였음 7 운전석에서 간단한 조작으로 작업전환이 가능한 방식으로 개선

번호	지 역	농 민 의 견
D	대전 지도원 (천안시 수신면 신평 1리)	1 호퍼의 폭을 넓게 하여 많은 양의 벼를 넣을수 있도록 개선 2 운전석에서 작업 전환 작동이 가능하게 개선 요망 3 안전커버의 투입구 폭을 조정가능 하게끔 개선 요망 4 모터, 벨트, 구동부가 물기, 이물질 등에 손상되기 쉬우므로 커버 등에 의한 밀폐 요망 5 벧짚 이송용 스크류모터는 콤바인의 유압을 사용 요망 6 이물질이 많이 발생되더라고 많은 양의 벼가 공급되도록 빠른 작업을 요망 7 콤바인에서 가장 위험한 부위인 벼 송급부분을 자동공급할 수 있어서 대체로 만족하였음 8 안전장치가 설치된다면 체인에 협착되는 재해 위험이 상당히 감소된다고 봄
E	전주 지도원 (익산시 용동면 대조리)	1 운전석에서 작업전환 및 스크류 작동이 가능하게 개선 2 호퍼 폭은 넓고, SCREW의 경사각은 완만하게 3 벼의 품종 및 특성에 따라 안전카바의 각도 및 위치 조정 가능토록 제작 요 4 커버에 의해 벼를 안쪽으로 밀어넣을 수 있게하고, 내부에 들어가지 않도록 가드 필요 5 벼의 송급 기능상 불필요한 호퍼덮개를 제거 6 설치 견고성이 떨어지므로 고정부를 강화시킴 7 벼의 공급이 원활하지 않으므로 스크류 피더 길이 연장 (약 10 ~ 15Cm) 8 많은 벼를 올릴수 없으므로 안전장치와 콤바인 공급부 사이의 간격을 넓힐 것(안전장치를 5~10Cm 옮기고 스크류 기울기를 약60° 정도로 조정) 9 미사용시 안전장치 선회 자동화 필요(운전석에서 조정 가능토록) 10 공급 가격의 최소화(높은 가격대의 경우 설치 회피) 11 콤바인에서 가장 위험한 부위인 벼 송급부분을 자동공급할 수 있어서 대체로 만족하였음

2) 종합

- 좀 더 많은 벼의 적재가 가능하도록 호퍼의 폭을 넓게 할 것.
(현재 콤바인의 외형 변경 없이 설치할 수 있도록 하였음)
(A-2, A-4, C-1, D-1, E-2, E-8)
- S/W 및 윈터치 작동 작업전환 방식으로 개선 등으로 가격이 상승되더라도 편리한 장치를 원함. (A-1, C-7, D-2, E-1)
(현재는 저렴한 구조로 제작하여 작업전환이 다소 불편하나 제조단가의 상승이 허용되므로 작업전환이 용이한 구조로 개선가능, 국제종합기계(주)4조식기준 콤바인 가격이 1대당 28,000,000원 임)
- 벼를 탈곡통으로 송급시 일정하게 퍼주는 기능의 추가 (C-5, D-3, E-3, E-4, E-7)
- 사고발생 농가와 사고가 발생되지 않은 농가와 안전에 대한 인식 차이가 큼 (B-1, B-5)
- 콤바인 소유자는 대부분 자신의 논만 추수 작업하는 것이 아니라 영업적 차원에서 타농지의 벼도 추수함 (E-10)
- 작업자의 작업방법에 따른 의견 차이가 큼 (A-6, D-6)
(벼의 탈곡 작업을 이실률이 적게 정상적인 탈곡작업을 원하는 작업자와 탈곡이 되지 않는 부분이 많더라도 가능한 빨리 작업을 하려는 작업자로 분류됨)
- 현재 생산되는 콤바인에는 부착되어 출고되도록 하고, 기존에 농가에서 사용중인 콤바인에는 수공구를 사용치 않고 탈, 부착이 용이하도록 개선을 요하나 이 경우 쉽게 제거할 수 있으므로 안전장치의 사용을 기피할 수

있음.(B-3, C-2, C-3)

- 콤바인의 규격별 방호장치 개발 필요 (타사 모델과의 호환성 검토)
(A-3, C-3)

- 벧짚 이송용 스크류 모터를 콤바인의 유압으로 작동시킬 경우에는 현재 콤바인에 내장되어 있는 유압 펌프의 용량으로는 매우 부족한 상태임.

시연회결과 현 방호장치에 대한 종합평가를 적합성과 문제점으로 나누어 분류하면 다음과 같다.

3) 적합성

- 작업자가 벧를 탈곡통 인입부에 적재시 자동공급에 의한 작업이 이루어지므로 안전하고 편리하게 작업 할 수 있음(벧를 투입하기 위해 손으로 벧를 체인 위로 밀어 넣을 필요가 없음)
- 안전커버는 작업자가 벧의 송급 위치를 적절하게 할 수 있으므로 안전하고 작업자의 송급작업의 실수를 방지함.
(기존에는 벧를 체인 내부까지 넣는 경우가 종종 있어 벧가 송급이 되지 않아 이를 빼내려다가 사고가 발생하는 경우가 있음)
- 대략적으로 벧를 호퍼에 적재하여도 탈곡통으로 자동 송급이 되므로 편리함으로 숙달이 되지 않은 작업자들도 벧 송급작업 가능함
- 콤바인 보조작업자나 운전자가 콤바인 측면에서 벧를 가져오는 사람에게 받아서 다시 콤바인 탈곡통에 투입하였는데 이 장치는 바로 넣을 수 있으

므로 인건비 절감 또는 작업 속도가 빨라짐

- 대부분의 의견 제시는 본 안전장치가 안전성을 기본으로 한 제한 사항임.

4) 문제점

- 콤바인 진행시 탈곡부 투입작업 호퍼의 간격이 협소하므로 확보 필요
(A-4, C-1, D-1, E-2)
(콤바인의 취부를 들고 앞으로 진행하면서 수작업 탈곡시 호퍼의 내부 간격이 협소해지므로 많은 벼를 투입하기 어려움)
- 콤바인의 상태(벼의 무게)에 따른 호퍼 간격의 조정 필요 (A-2, D-2, E-8)

5) 기타 사항

- SCREW 측면부 벼 유도장치는 SCREW 하단부와 체인과의 간격이 좁아질 경우 이에 대한 필요성 검토. (B-2)
- 안전장치의 보급에 대한 의무사용에 대한 법적 조치, 자금지원, 교육 및 홍보 등이 일반 제조 업체와의 비교하여 전무하므로 안전장치에 대한 인식의 차이가 있을 수 있음.

6) 콤바인안전장치의 원활한 실용화 조건

- 일반적인 공장의 위험기계에 부착되는 안전장치의 설치조건이 여러 가지 면에서 다름

- 콤바인은 일반공장의 위험기계보다도 위험성이 큰데에도 불구하고 안전장치의 부착에 대하여 법으로 명시되어 있지 않고 안전에 대한 교육 및 홍보가 되고 있지 않음.
- 일반제조업체에서 사용되는 안전장치의 설치시 사용자의 부담을 경감하기 위한 설치비에 대한 보조금이 없음.
- 사고가 발생되지 않은 농가에도 콤바인의 위험성에 대하여 확실하게 인식될 수 있도록 교육 및 홍보 필요
- 안전장치는 생산에 필수적인 시설이 아니므로 안전을 위하여 꼭 사용하도록 법적인 조치 필요
- 위의 여러가지사항이 이루어지지 않은 상태에서는 콤바인제조업체 설치기피
(자사의 콤바인 가격 상승의 등 콤바인 판매영업에 도움이 되지 않음)

7) 개선방안 및 향후 계획

- 단기적 개선가능사항은 수시로 수정 개선 및 적용실험을 하여 개선
 - 농민의 작업, 벼의 특성 및 안전에 대한 인식 차에 따른 다소 의견의 차이가 있으므로 많은 콤바인 소유 농민의 이에 대한 실태조사 및 데이터 분석을 통한 안전장치 의 개선
 - 호퍼의 측면 플레이트 제거한 후 벼 공급실험을 하여 이 데이터를 기준으로 플레이트 제거 및 Size 축소 검토 (B-4)
- 콤바인 사용 농민의 작업조건에 맞추어 안전장치를 작업의 편리성 및 효율

- 성이 더욱 증가하도록 개선하여 적극적으로 활용할 수 있게 함.
(현재에도 일반 제조업체에서 사용되는 프레스 안전장치 등에 비하여 편리성이 훨씬 좋다고 봄)
- 작업이 좀더 효율적이고 용이하도록 호퍼 폭의 간격을 넓히는 것이 바람직함.
(A-4, C-1, D-1, E-2)
- 원터치 및 S/W작동에 의한 작 E-5)
- 모터 및 벨트 풀리 설치부분을 커버에 의한 밀폐식 구조로 개선 (A-5, D-4)
- 장기적으로 추진하여야 할 안전장치 실용화를 원하는 업체와 공동으로 실용화 연구 추진
- 방호커버의 위치를 조정하는 구조를 개발하여 벼가 일정하게 송급이 되도록 개선 (C-5, D-3, E-3, E-4, E-7)
- 스크류의 경사각을 완만하게 하여 호퍼의 내부 간격을 넓게 하여서 송급작업이 용이하고 많은 양의 벼의 적재가 가능하도록 개선.
(A-2, C-1, D-1, E-2)
- (기존 콤바인의 예취부 프레임의 형상 및 위치를 변경하여 호퍼 설치를 함)
- 원터치 및 S/W 작동 작업전환방식 안전장치의 개발 (A-1, D-2, E-1)
- 가격이 저렴한 구조와 가격이 비싸지만 간편한 조작이 가능한 구조로 이원화 개발 (A-1, D-2, E-1)
- 콤바인 규격별 방호장치 개발 또는 범용적으로 사용할 수 있는 구조 개발 (A-3)

3.6. 연구결과

연구결과 콤바인 방호장치의 시제품을 개발하였다. 현재의 콤바인 방호장치는 제조업체에서 제시된 사항에 대하여 개선을 하였으나 그러나 아직 사용자인 농민의 편의성에 대하여 새로이 개선이 필요하다.

콤바인 안전장치 시제품의 부품별 무게는 다음과 같다.

<표 8> 콤바인 방호장치의 부품 별 무게

명 칭	무 게	기 타
호 퍼	14.5Kg	스크류 및 동력전달장치 포함
회 전 대	2.2Kg	-
안전커버	1.5Kg	-
위치조정장치	0.5Kg	-
총 무게	18.2Kg	-

초기 시험모델의 무게 50kg에 비교한다면 현재의 콤바인 방호장치의 무게는 상당히 줄어든 편이다.

<표 9> 호퍼의 동력 구동부의 규격

screw의 회전수	60 rpm
screw 의 폭	150mm
전원	12V
모터의 회전 수	1600rpm

콤바인 방호장치의 무게가 가벼워 콤바인의 장착시 내구성을 향상시켰다.

또한 콤바인 방호장치를 접어서 콤바인의 전면부 좌측의 빈 공간에 안착시킬 수 있도록 하여 기존의 콤바인 작업에 전혀 장애가 되지 않고 운전자의 시야를 가리지 않으며 탈곡인입부의 찰초 등의 이물질을 용이하게 제거할 수 있도록 하였다.

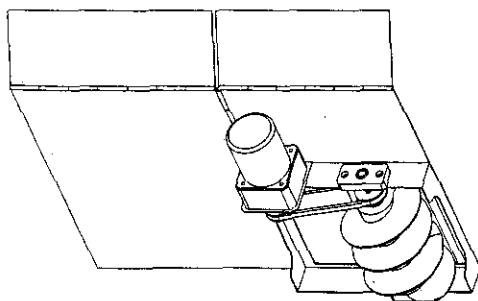
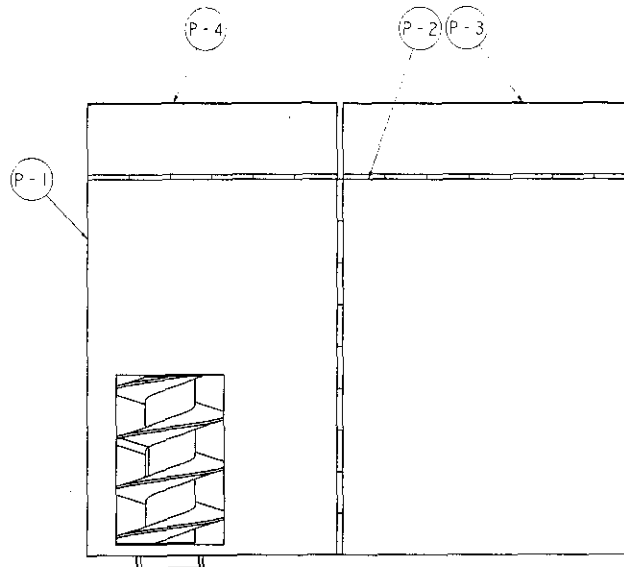
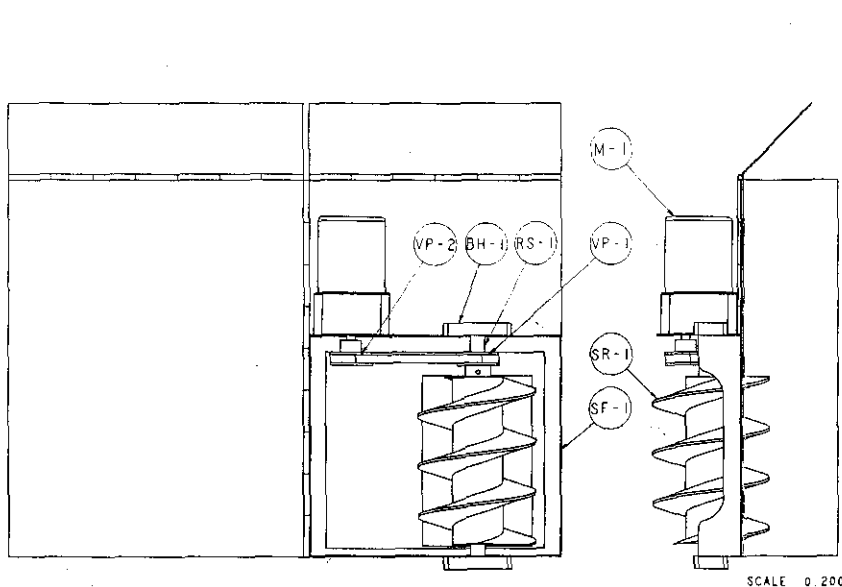
4. 결론

농촌의 콤바인 작업 및 재해 실태를 파악하고 이에 대한 재해를 예방하고자 수 작업 탈곡 시 작업자의 손이 위험하므로 피당체인에 접근이 되지 않아도 작업이 가능하도록 하였다. 벼 자동송급모델시험장치를 제작 시험하여 벼의 물리적 특성에 따른 벼의 송급 상태를 파악하기 위하여 스크류의 회전수 및 스크류의 Size 등을 변경하여 시험한 결과 벼 자동송급 시스템의 시제품을 제작하였다. 이에 대한 문제점 돌출하고 좀 더 나은 개선을 위하여 제조업체와 농업관계자가 참가한 가운데 시연회를 개최하여 현장에 보급시 문제점을 점검하기 위하여 여러 측면에서 제안을 받아 이를 개선하였다. 최종적으로 각 지역별 5개 지역을 순회하면서 콤바인 사용자인 농민에게 시연하여 의견을 받았다. 농민이 제시한 사용자의 편리성에 초점을 두고 다음과 같이 개선하여 농촌현장에 보급이 되게 하여 콤바인으로 인한 재해를 예방하고자 한다.

- 작업전환이 이루어지도록 원터치 방식의 개발 추가 필요함.(현재도 작업성 및 안전성에서 기존의 작업방법보다 매우 좋으나, 농민들의 작업 습관상 더욱 편리한 것을 요함으로 안전장치의 보급면에서 필요함) (A-1, D-2, E-1)
- 안전장치의 현장 적용시 일반 제조업체와 동일한 조건으로 보급되어야 함.
 - 농기계도 일반 제조업과 동일하게 안전에 대한 교육 및 홍보 필요
 - 안전장치는 생산에 필수적인 시설이 아니라는 인식 때문에 사용을 기피할 수 있으므로 안전을 위하여 꼭 사용하도록 법적인 조치 필요

참 고 문 헌

- [1] 국제콤바인 KC515U 취급설명서 · 부품명세서, 국제종합기계(주)
- [2] Masaharu Kumashiro : The Paths to Productive Aging, 1995.
- [3] BARRY H. KANTOWITZ HUMAN FACTORS : UNDERSTANDING
PEOPLE-SYSTEM RELATIONSHIPS



NO.	REVISION	DATE	SIGN
1			
2			
3			

TOLERANCE UNLESS SPEC. (KSB 0412)			
SIZE	FINE	MEDIUM	COARSE
1-6	0.05	±0.1	±0.2
6-30	0.1	±0.2	±0.5
30-120	0.15	±0.3	±0.6
120-315	0.2	±0.5	±1.2
315-1000	0.3	±0.6	±2
1000-2000	0.5	±1.2	±3

NO.	PART NAME	MATERIAL	Q'ty	REMARKS
SCALE	3. A. P.	TITLE		
DRAWN BY				
DESIGNED BY				
CHECKED BY				
CHECKED BY		DATE		
APPROVED BY		DRAW NO.		AB-1

콤바인 방호장치 설계도

콤바인 방호장치 개발 (1)

(연구원 2000-25-145)

발 행 일 : 2000. 1.

발 행 인 : 원 장 정호근

연구수행자 : 연구원 차장 이충렬

발 행 처 : 한국산업안전공단
산업안전보건연구원

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4

전 화 : (032) 510-0601

F A X : (032) 518-0867

비매품