

안전대의 착용편리성 및 충격흡수능력 향상에 관한 연구

박상건 · 이창진* · 이영순** · 김용수**

지앤씨아이텍(주) · *서울산업대학교 산업대학원 · **서울산업대학교 안전공학과

A Study on the improvement of Shock Absorber Ability and Wearing Convenience in Safety Belt

Park Sang Keon · Lee Chang Jin* · Lee Young Soon** · Kim Yong Soo**

G&C ITEC, *Graduate School of Technology Seoul National University of Technology, **Department of Safety Engineering Seoul National University of Technology

1. 서론

현재 사용하고 있는 안전대는 벨트가 허리와 엉덩이 부분에 매여지도록 되어 있고, 충격흡수능력이 부족하여 추락시 허리나 하반신을 다치게 할 수 있으며 중량이 무겁다는 결점이 있다. 또한 이 제품은 작업복 위에 별도로 착용해야 하는 번거로움이 있어서 근로자들이 이의 착용을 기피하고 있다.

따라서 본 논문에서는 근로자가 실수하여 추락을 한다고 하여도 추락시 충격흡수가 완만하되 정확하여 충격에 의한 상처나 허리부상이 없고 착용하기가 편리한 새로운 안전보호장구를 고안·제시하려 한다.

2. 충격흡수장치의 기술적 모델 제시

연구팀이 고안한 안전끈이 장착된 작업복은 그림 4-1과 같이 작업복과 안전끈, 벨트로 구성되어 있다.

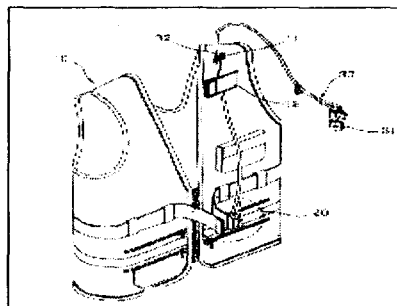


그림 4-1 안전복의 구성

도면의 부호는 다음을 나타낸다.

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 10 : 작업복 | 11 : 접착재 | 12 : 지지대 |
| 20 : 버클부 | 21 : 고정부 | 22 : 장착부 |
| 30 : 안전끈 | 31 : 걸고리 | 32 : 부착재 |

고소작업시 추락에 의한 재해를 방지하는데 요구되는 안전보호장구는 추락시 받는 충격흡수가 적절하고 작업에 지장을 덜 주는 것이어야 한다. 종래의 안전보호구 충격흡수 방법은 로프를 접어 섬유로 고정한 것으로 추락시 이 섬유 파열에 의한 충격흡수 방법이였다. 여기서는 추락시 안전끈의 충격흡수방법을 wire를 접어 연결고리를 만들어 끼우는 방법을 적용하였다. 즉, 이 연결고리가 파열되면서 충격을 흡수하게 하는 방법을 고안하여 실험하였다. 이때 사용하는 충격흡수용 연결고리는 그 재질과 강도가 문제 시되는 것으로 여기에서는 적절한 금속이나 고분자 물질을 사용하여 추락시 파열될 때 발생하는 날카로운 면이 인체에 영향을 주지 않는 것으로 선정하여 낙하시험 등을 통하여 가장 안전하고 우리가 요구하는 충격을 정확하게 흡수하는 최적의 장치를 제작하려고 하였다.

3. 충격완화장치(Shock Absorber)고안 및 그 특성시험

본 충격완화장치는 제2장에서 고찰한 이론을 기준으로 그림 5-1 ~ 그림 5-3과 같은 Wire System을 제작하고 이 제품이 국내 시험 기준에 적합한 판정을 받기 위해 시행착오법(Trial and Error Method)으로 동·하중 시험 및 충격시험을 실시하였다.

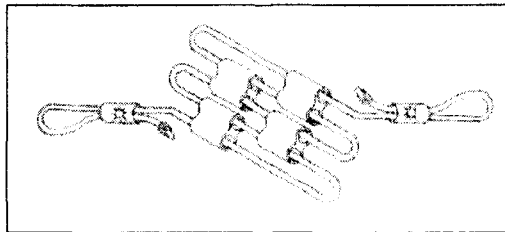


그림 5-1 충격완화장치의 개략도

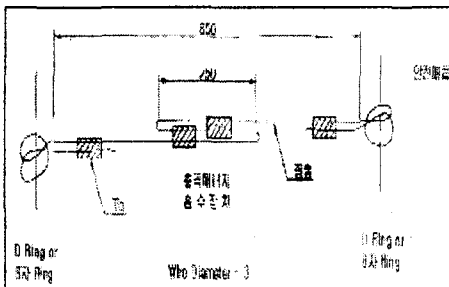


그림 5-2 충격완화장치의 내부도 그림 5-3 충격완화장치의 외부도

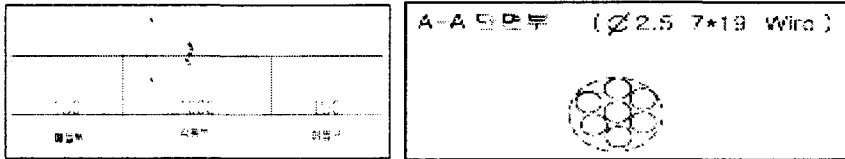
또한 안전버클, 걸고리, Wire는 가볍고, 견고하며 안전한 재질을 선정하여 느리게 조

여지는 틈이나 있는 안전한 버클에 의해 낙하할 수 있도록 하였고, 가볍고 견고하며 안전한 걸고리와 끈을 제작하여 정격하중 시험을 실시하였다.

정격 하중시험은 한국산업안전공단이 소장한 충격흡수 시험장치를 이용한 시험을 실시하였다.

3.1 시료의 구조 및 시험 방법

충격완화장치의 동·하중 시험은 Wire rope의 소선 수, 선경, strand의 수치를 조절하여 제3절과 같이 실험용 충격완화장치를 크게 다섯가지로 나누어 시료를 제작하였다.



<그림 5-4> 와이어 로프의 배열

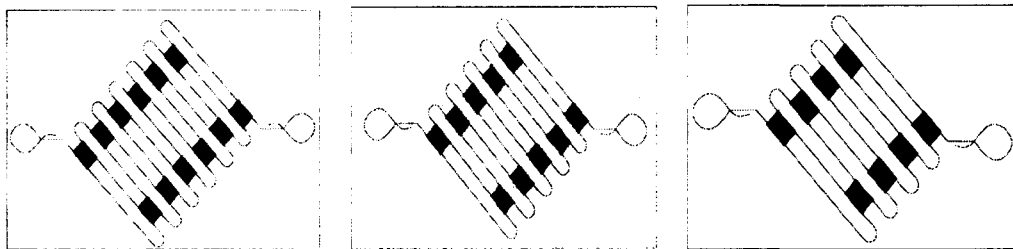
시험 방법으로는 CASE 1 ~ CASE 5까지의 서로 다른 시료를 가지고 한국산업안전공단에 의뢰하여 성능시험과 재료시험을 실시하였다. 특히 이 시험은 보호구검정규정(노동부고시 제2000-15(2000.5.8)호)에 대해 성능시험은 제 25조에 적합하여야 하며 재료시험은 제 23조에 적합하여야 한다.

다음은 각 CASE에 대한 시료의 구조 및 형태와 Wire의 소선의 수와 선경, strand에 따라서 시료의 강도와 충격흡수가 얼마나 개선되는지를 알아보았다

3.2 시험용 충격완화 장치의 예

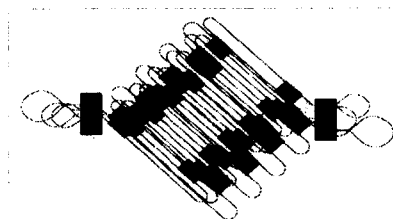
1) CASE 1

▶ 2.5mm × 3 × 1000mm



A TYPE:1m×12mm×12pcs B TYPE:1m×12mm×10pcs C TYPE:1m×12mm×8pcs

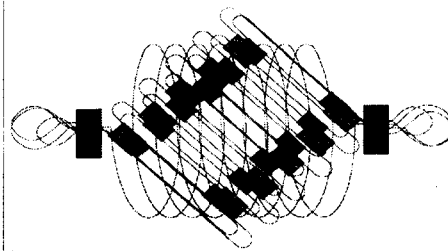
A TYPE + B TYPE + C TYPE



2) CASE 2

▶ $2.5\text{mm} \times 3 \times 1000\text{mm}$ (A와 B는 CASE 1과 동일)

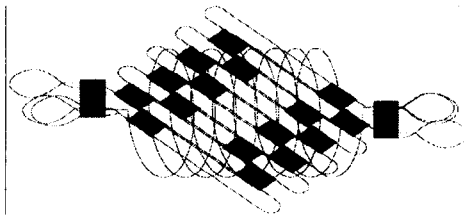
D TYPE : $2.5\text{mm} \times 1000\text{mm}$
A TYPE + B TYPE + D TYPE



3) CASE 3

▶ $2.5\text{mm} \times 3 \times 1000\text{mm}$

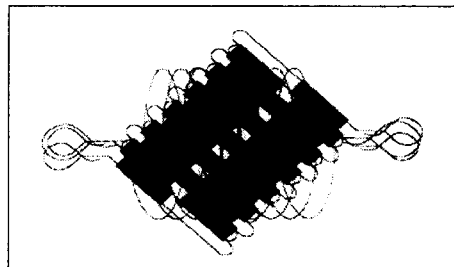
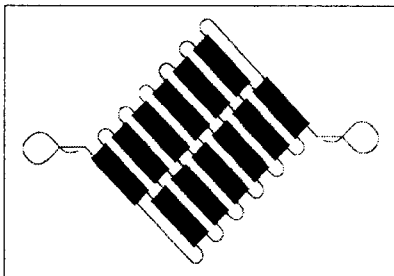
C TYPE + C TYPE + D TYPE



4) CASE 4

▶ $2.5\text{mm} \times 3 \times 1000\text{m}$

E TYPE : $1\text{m} \times 25\text{mm} \times 12\text{pcs}$ E TYPE + E TYPE + D TYPE

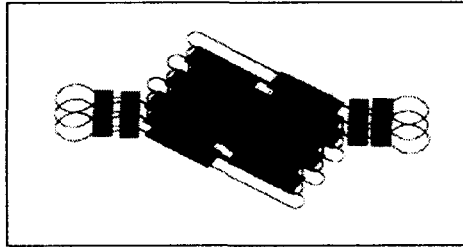


5) CASE 5

▶ 2.5mm × 3 × 1000mm

F TYPE : 1m × 25mm × 6pcs

F TYPE + F TYPE + F TYPE



4. 시험결과 및 고찰

모두 5가지의 시료를 가지고 시험한 결과 모두 기준값에 못 미치게 나타났다. 결과치를 보면 성능 시험 면에서는 기준에서 차이가 많이 났으며, 재료시험에서는 어느 정도 접근해 가는 면을 볼 수 있다.

측정결과 성능시험의 기준은 최대전달충격력이 4000N 미만이어야 하지만, 1차 측정치(5506N), 2차측정치(7248N), 3차측정치(8110N), 4차측정치(A : 7900N, B : 4022N)으로 나타났다.

성능시험면에 있어서는 4차측정치의 B의 경우가 가장 기준치에 근접해 가능성을 나타냈으며, 재료시험의 기준은 15000N에서 1분간 유지되고, 파손되거나 기능상 손실이 없어야 하지만 1차 측정치(5746N에서 파손), 2차 측정치(5239N에서 파손), 3차측정치(10712N에서 파손), 4차측정치(9246N에서 파손)으로 점점 개선되어지는 결과를 나타냈다.

또한, 재료시험에서 2000N에 1분간 유지되며 파손되거나 기능상실이 없고 50mm이상의 영구신장 또는 늘어남이 없는 것에 대해서는 1차측정치(159mm), 2차측정치(1835N, 87mm), 3차측정치(147mm), 4차측정치(A : 1812N, 376mm B : 1115N, 457mm)에서 1분간 유지되는 것을 알 수 있다.

5. 결론

대부분의 고소작업에서의 추락사고는 불시에 생기는 것으로 그만큼 안전대를 하여도

충격력이 커서 상해를 입기가 쉽다. 이러한 결점을 없애기 위해 본 연구진은 허리가 아닌 흉부에 안전대를 하도록 하는 작업복에 장착된 안전대를 고안하고, 또한 Wire System으로 하여 가볍고 착용하기가 편리한 좀더 개선된 안전대의 모델을 제시하였다. 하지만 위 실험 결과에서도 나타나듯이 국내 기준에 못 미치게 나타났다. 따라서, 본 모델의 충격흡수 능력 향상에 대해서는 재검토가 필요하겠다. 다음은 현재까지 연구진들이 실험한 결과를 토대로 앞으로 다음 두가지 사항에 대한 연구가 지속적으로 진행된다면 충격흡수능력이 개선된 제품을 개발할 수 있을 것이다.

1. 기존의 팀은 단지 와이어의 이음매로서의 충격흡수 역할을 해주었지만, 개선된 팀은 충격완화장치의 중요한 연결부품으로 이 팀의 강도가 얼마인가에 따라 추락시 작업자의 충격 흡수량이 좌우된다.

2. 기존의 안전대인 웨빙시스템과 연구진이 제시한 와이어시스템과의 비교 분석을 세밀히하여 각각의 장점만을 받아들인 최적의 충격완화장치를 장착한 안전장구를 개발해 나가야겠다. 그리고 가볍고도 인장강도 등 Wire Rope로서의 특성을 지닌 재질의 개발 및 선정에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

참고문헌

1. 김 중현, "와이어로프의 파단 특성에 관한 실험적 연구", 서울산업대학교 산업대학원 1993.
2. 로프유제, "KS M 2502", 1990.
3. 동일제강주식회사, "Wire Rope 제조기술표준", 1980.
4. 생산기술연구원, "Wire Rope의 수명예측 평가에 관한 연구", 1992.
5. KS B 0802, "금속재료 인장시험방법", 1983.
6. KS D 3514, "와이어 로프", 1992.
7. 이병현, "안전·위생보호구", 동화기술(주), 1996.
8. 박종권, 신대혁, 이명구, 이종권, 최상구, 최상복 공편저, "保護裝具" 동화기술(주), 1995.
9. ISO 2408, "Steel Wire Rope for General Purposes-Characteristics", 1985.
10. BS 5053, "Section 1~8, 1985.
11. Wire World Internation, Vol.25, 1983.
12. DIN 3051, "Drahtseile aus Stahldrahten", 1972.
13. W.E. Rossnagel, "HandBook of Rigging Vol.3", Mcgraw-hill Book Company, 1985