

# 효율적인 인력물자운반을 위한 적·하화대의 개발 및 활용

황춘수 · 장통일 · 임현교\*

충북대학교 안전공학과 대학원 · \*충북대학교 안전공학과

## 1. 서론

군에서는 연간 훈련 계획에 따라 모든 임무에 대하여 반복 숙달훈련을 실시함으로써, 이를 통해 조건반사적인 임무수행이 가능하도록 각종 훈련을 실시하고 있으며, 필연적으로 지휘소 및 치중대 물자를 차량에 적재하여 훈련지역으로 이동하게 되어 있다. 특히, 경우에 따라서는 기간 편성된 인원으로 완편에 대비한 각종 전투장구류를 분배하는 훈련을 하기 위하여, 다른 장소로 옮기는 훈련을 주기적으로 실시하고 있다. 이 때 장비 및 물자를 인력운반을 통하여 포장단위로 1~2 인이 차량에 적재 또는 하화를 하게 되며, 포장된 박스단위로 2 인이 들어올리는데, 허리와 팔 근육에 무리한 힘이 가해지고 숙련되지 않은 인원은 포장 박스를 놓치는 일이 발생하게 되며 이로 인해 안전사고가 발생할 수도 있다.

최근 군에서는 이와 같은 인력물자운반시의 안전사고의 발생을 감소시키고 보다 효율적인 물자 운반을 위하여 지게차, 컨베이어 등의 도구들이 활용되고는 있지만, 적·하화 장소의 여건에 따라서는 이러한 장비를 활용할 수 없는 곳도 있으며, 특히 경량물의 경우에는 위와 같이 대부분 손으로 들어 올리거나 내리는 실정이다.

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 2 명이 함께 차량에 들어올리는 방법의 대체안으로서, 경사판을 이용한 활차식 적재대를 개발 활용하는 방안을 제시하고, 국내외 기준들과의 비교를 통하여 그 효율성을 검증하고자 하였다.

## 2. 국내외 기준검토

먼저, 이와 같은 여러 가지 문제점을 내포하고 있는 인력물자운반작업에 대한 국내의 기준을 살펴보면, 산업안전보건법에서 물자운반과 하역에 대한 기준을 제시하고는 있지만 원론적인 내용에 국한되어 있으며, 인력운반 기준도 국내의 인간공학적 연구를 전혀 고려하지 않고 외국의 기준을 단순히 인용하거나 소개하는 데 그치고 있다.

외국의 경우, 미국과 일본, ILO 등에서 제시하고 있는 기준들이 있는데, 국

내와 상황이 비슷하다고 판단되는 일본의 기준과 ILO의 기준을 비교기준으로 선정하였다. 일본의 기준은 표 1에서 보는 바와 같이 작업의 형태와 연령별로 권장기준을 제시하고 있다.

표 1 작업형태 및 연령에 따른 일본의 인력물자운반 권장기준

작업형태	성별	허용한계 권장기준 (kg)			
		18세 이하	19세~35세	36세~50세	51세 이상
일시적인 작업	남	25	30	27	25
	여	17	20	17	15
계속되는 작업	남	12	15	13	10
	여	8	10	8	5

ILO의 경우에는 표 2에서 보는 바와 같이 연령, 운반거리 그리고 작업 빈도에 따른 중량물의 허용한계를 제시하고 있다.

표 2 ILO의 인력물자운반 권장기준

연령 (세)	허용한계 권장기준 (kg)		운반거리 (m)	허용한계 권장기준 (kg)		작업빈도	연령	허용한계 권장기준 (kg)	
	남자	여자		남자	여자			남자	여자
18~20	22.6	13.7	2~10	14	8	가끔하는 작업	15~18	35	15
							19~45	55	15
							45 이상	45	15
20~35	24.5	14.6	11~30	8	5	빈번한 작업	15~18	20	10
							19~45	30	10
35~50	20.6	12.7	30 이상	6	4		45 이상	25	10

### 3. 설계요소

물자를 들어올려 차량에 적재할 때 두 가지를 고려하여 적재대를 개발하였다. 첫째는 군에서 가장 많이 보유하고 있는 포장박스의 무게이며, 두 번째는 차량의 적재함의 높이이다. 먼저 군에서 사용하는 포장박스 단위 중 많이 보유하고 있는 소총박스의 무게는 67 kg이다.

한편, 적재함까지의 높이의 경우, 군에서 주로 사용하는 차량인 2½ ton은 129 cm이고, 5/4 ton 차량은 93 cm이다.

무게 67 kg의 소총 포장박스를 신체조건이 비슷한 2명이 들어 올릴 때에는 개인별로 33.5 kg의 중량을 들어 올리게 된다. 이것을 앞에서 제시한 일본과 ILO의 기준과의 비교하여 보면, 표 3과 같은 결과를 얻을 수 있다.

즉, 일본 기준의 경우, 19~35세 남자작업자가 계속되는 작업을 하는 경우 약 15 kg 정도를 초과하고 있으며, ILO의 경우에는 20~35세의 남자작업자가 작업하는 경우에는 권장기준이 24.5 kg로서 약 9 kg을 초과하는 것을 알

수 있다. 창고에서 차량적재함까지의 거리를 2~10 m 로 했을 때 남자의 경우 14 kg 이다. 또한, 빈번한 작업일 경우 기준을 30 kg 으로 제시하고 있는데 반하여 약 3.5 kg 을 초과하고 있는 것으로 나타났다.

전체적으로 신체조건이 유사한 일본의 기준에도 미치지 못하고 있으며, ILO 의 기준과 비교하였을 경우 신체적 조건에 있어서 많은 차이가 있다고는 하지만, 연령이나 운반거리를 고려한 기준에서는 많은 차이를 보이고 있다. 이러한 결과로 미루어 작업자들에게 많은 신체적 부담을 초래할 것으로 예상되며, 요통과 같은 재해발생의 가능성이 높을 것으로 판단된다.

표 3 소총박스의 무게와 일본, ILO 의 인력물자운반 권장기준과의 비교

	기 준				비 교			
	일본	ILO			일본	ILO		
		연령	운반거리	작업빈도		연령	운반거리	작업빈도
무게 (kg)	15	24.5	14	30	+15	+9	+19.5	+3.5
해당내용	• 19~35세 남자 • 계속되는 작업	20~35세 남자	운반거리 2~10m	빈번한 작업	1인 작업자가 부담하는 소총박스 무게 33.5 kg 과의 비교			

이와 같은 신체적 부담을 최소화할 수 있는 방법으로써, Dreyfuss 는 들어 올리는 높이에 따른 무게에 대한 기준을 제시하고 있는데, 그 내용은 표 4 와 같다.

표 4 Lifting Forces

들어올리는 높이 (cm)	허용 한계중량 (kg)
30	66.0 까지
60	57.0 까지
90	31.8 까지

이 기준에 따르면, 군 차량의 적재 높이를 고려하였을 때, 인력으로 들어 올릴 수 있는 허용한계 중량은 31.8 kg 미만이어야 한다. 또한, 보병연대에서 가장 무거운 127.9 kg 의 포장박스를 2 명이 들어 올리는 경우에는, 한 사람의 작업자에게 부과되는 무게는 약 64 kg 정도로서 허용높이는 대략 30 cm 정도가 된다.

이를 고려하여 제작한 경사판을 이용한 활차식 적재대를 개발, 제작하였다. 특히, 인력으로 들어올리는 높이의 요소를  $30 \pm 5$  cm 정도로 설계하여, 들어 올리는 작업에 의하여 작업자가 부담하여야 하는 신체적 부하를 최소화하고자 하였으며, 일차적으로 위에서 제시한 높이까지 포장박스가 적재되면, 경사판에서의 마찰요소를 최소화할 수 있도록 도르래를 부착하여 밀어 올리는 작업으로 작업방법을 변경할 수 있도록 하였다. 이렇게 변경된 작업방법과 기존의 작업방법과 비교하였을 때, 생산성 및 안전성의 측면에서 긍정적인 효과를 확인

할 수 있었다.

#### 4. 기대효과 및 추후과제

본 연구에서는 효율적으로 물자를 들어 올리고 내릴 수 있도록 인력물자운반용 적·하화대를 제작하였으며, 이를 활용함으로써 장비나 물자를 무리하게 들어 올리는 동작 대신 인체에의 부담을 경감시킬 수 있는 동작으로 개선하였으며, 요통 등의 재해를 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 개발한 경사판 적·하화대의 설계는 주로 외국에서 제시하고 있는 인력물자운반에 대한 기준들과의 비교를 통하여, 그 기준을 만족하고 있는지에 대한 평가가 주 설계요소로서 이용이 되었는데, 추후 실효성을 검증하기 위하여 근전도의 측정이나, 생체역학적인 분석 등을 통한 객관적인 평가와 작업자들을 대상으로 한 주관적 평가 등이 수행되어야 할 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] Ayoub, M.M and McDaniel, J.W., "Effects of Operator Stance on Pushing and Pulling Tasks", *Transactions of the American Institute of Industrial Engineers*, Vol.6, 185-195, 1974.
- [2] Ayoub, M.M., Mital, A., *Manual Material Handling*, Taylor & Francis, 1989.
- [3] Kroemer, K.H.E., "Horizontal Push and Pull Forces", *Applied Ergonomics*, Vol.5, No.2, pp.94-102, 1974.
- [4] Marras, W.S., Karowowski, W., Smith, J.L., and Pacholski, L., *The Ergonomics of Manual Work*, Taylor & Francis, 1993.
- [5] Singleton, W.T., *The Body at Work*, Cambridge University Press, 1982.
- [6] 충북대학교 산업과학기술연구소 "인력운반용 대차의 인간공학적 평가", 충북대학교, 1998.