

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2020.6.1.1>

JCCT 2020-2-1

## 수직 강하식 구조대 사용 시 안전한 팔 자세

### Safe arm posture when using vertical rescue sack

전재인\*, 공하성\*\*

Jai-In, Jeon\*, Ha-Sung, Kong\*\*

**요약** 이 연구는 화재현장 등에서 수직 강하식 구조대를 이용한 비상 탈출 시 안전한 팔 자세에 관한 것이다. 실험 결과는 다음과 같다. 첫째, 양팔을 위로 뻗은 자세는 구조대의 포대 내피 및 협축부와의 접촉이 최소화되어 실험대상자 모두 찰과상이 발생하지 않았다. 둘째, 양팔을 벌린 상태에서 구부린 자세는 팔꿈치가 포대 협축부 및 내피와의 마찰로 인하여 실험대상자 모두 팔꿈치에 가벼운 찰과상을 입었다. 셋째, 양팔을 가슴에 모은 자세는 신체가 협축부를 통과하면서 포대의 협축부 및 내피와의 마찰이 생겨 실험대상자 모두 팔꿈치에 가까운 찰과상이 발생하였다. 넷째, 양팔을 아래로 내린 자세는 하강 시 다리를 어깨너비만큼 벌린 상태이므로 손등에 포대의 협축부 및 내피와의 마찰이 생겨서 손등에 가벼운 찰과상을 입었다. 마지막으로 양팔을 전면 아래로 모은 자세는 신체의 전면 부피를 증가시켜 경미한 손등 찰과상이 발생하였다. 향후 연구과제로 하강 시 적합한 다리 자세와 지면 착지 시의 자세도 연구할 필요가 있다.

**주요어** : 수직 강하식 구조대, 팔 자세, 하강 자세, 팔꿈치 찰과상, 손등 찰과상

**Abstract** This study is about the safe arm posture in case of emergency escape using the vertical dive rescue sack at the fire site. The experimental results are as follows. First, the arms extended upward contact with the endothelium and narrowing part of the rescue sack minimized the scratches did not occur. Second, the bent position with both arms open was subject to light abrasions of on the elbows due to friction between the elbows and the scapula and the endothelium. Third, in the posture where both arms were gathered in the chest, the body passed through the narrowing part and friction between the bag's narrowing part, All subjects had light abrasions on their elbows. Fourth, because the arms are lowered, the legs are extended to the width of the shoulders when descending, so that the back of the hand has friction with the narrowing part of the bag and the endothelial skin. Finally, posture with both arms below the front increased the volume of the front of the body, resulting in a slight back injury. As a future research task, it is necessary to study the proper posture of legs and the posture of landing on the ground

**Key words:** Vertical Rescue sack, Arm Posture, Descending Posture, Elbow Abrasions, Abrasions on back of hand

\* 정희원, 우석대학교 일반대학원 소방방재학과 박사과정(제1저자)Received: October 26, 2019 / Revised: November 16, 2019

\*\* 정희원, 우석대학교 소방방재학과 교수(교신저자)

Accepted: November 25, 2019

접수일: 2019년 10월 26일, 수정완료일: 2019년 11월 16일

\*Corresponding Author: 119wsu@naver.com

게재확정일: 2019년 11월 25일

Dept. of Fire and Disaster Prevention, Woosuk Univ, Korea

## I. 서 론

구조대는 화재 등이 발생하였을 때 안전한 장소로 대피하기 위하여 사용하는 피난 기구이다. 이 기구는 포지 등을 사용하여 자루 형태로 만든 것으로서 화재 시 사용자가 그 내부에 들어가서 내려오므로써 대피할 수 있는 것을 말한다[1]. 구조대의 종류는 보통 경사 강하식 구조대와 수직 강하식 구조대로 분류할 수 있다. 경사 강하식 구조대란 소방대상물에 비스듬하게 고정하거나 설치하여 사용자가 미끄럼 식으로 내려올 수 있도록, 건축물의 개구부에서 지상으로 약 45도의 각도로 장설(張設)하여 그 각도에 의한 마찰로 하강 속도를 감속시킨다. 수직 강하식 구조대란 소방대상물의 개구부에서 지상까지 수직으로 설치하는 것으로서 일정한 간격으로 설치한 협축부에 의한 마찰로 하강 속도를 조절한다[2]. 소방대상물에 설치하는 구조대는 건축물과의 간격이 좁고 공간이 협소하여 수직 강하식 구조대가 주로 설치되어 있다.

구조대는 응급적·보조적 피난수단이며 피난계단 등을 통해 피난할 수 없는 경우에 사용하는데, 간단히 조작할 수 있고 확실하게 작동하며 큰 불안감을 주지 않아야 한다[3]. 피난 기구의 종류는 피난사다리, 완강기, 간이완강기, 구조대, 미끄럼대, 피난교, 공기안전매트 등이 있다. 이 중 구조대는 건축물의 10층 이하에 설치하는 피난기구로서 비상시 건축물의 발코니, 창 등에서 지상까지 포대를 설치하여 그 포대의 내부를 활강하여 탈출하는 구조이다. 구조대의 길이는 피난 상 지장이 없고 안전한 강하 속도를 유지할 수 있는 길이로 하여야 한다[4]. 다중이용업소의 피난기구 타당성 여부에 관한 김영훈(2011)의 연구에서 소방공무원의 72.3%, 소방시설공사업체의 89.8%가 현재의 피난기구로는 많은 인명피해가 예상될 것으로 조사되었다[5]. 이는 구조대의 올바른 하강 자세를 숙지하지 못한 것이 하나의 원인으로 꼽힌다. 경사강하식 구조대는 일반적으로 손은 가슴에 모으고 다리는 벌려서 하강하도록 소방체험 훈련 등에서 교육하고 있다. 하지만 지금까지 수직강하식 구조대를 이용한 비상 탈

출 시 올바른 팔자세 및 하강 자세를 연구한 선행연구는 거의 없는 실정이다. 수직구조대를 설치한 장소에 구체적 하강자세에 대한 규정 또한 미흡하다.

다만, 배라심(2016)은 구조대의 구조 및 구조대의 특징을 설명하고, 구조대 설치 시 다수의 인원이 필요하다는 점과 바람이 부는 경우에 구조대에 미치는 영향에 따른 설치 및 사용상의 주의사항을 연구하였을 뿐이다. 사재천(2012)은 공간 일탈 피난 대피 시설의 안전성을 실험을 통하여 검증하였고, 김윤정(2008)은 화재 등 위급상황 시 피난이 곤란한 노인요양시설의 피난계획을 위한 법적, 제도적 현황 및 문제점을 고찰하고 개선방안을 도출하였다. 이민용(2015)은 건물 내부 구조에 익숙한 관계인 등이 주소형 비상방송을 듣고 화재가 발생하지 않은 곳으로 피난을 유도하여 피난 시간의 단축 방법을 연구하였다. 김영오(2010)는 화재 등 긴급 상황에서 안전하게 대피하여 인명피해를 최소화할 수 있도록 피난 매뉴얼을 제시하였다. 그러나 긴급한 상황이 발생하여 대피자가 수직강하식 구조대를 사용하여 피난할 때 안전하며 정확한 팔 자세에 관한 연구는 미진하였다. 이에 수직 강하식 구조대를 이용하여 피난할 때 안전한 팔 자세를 실험을 통하여 분석하고자 한다.

## II. 수직 강하식 구조대의 제원 및 적응성

### 1. 수직 강하식 구조대의 제원

특정 소방대상물에 설치되는 구조대는 표 1.과 같이 구조, 포지의 성질, 부착방법, 입구틀 및 취부틀의 입구 규격, 강하 속도 등이 「구조대의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」에 부합하여야 한다[6].

구조대의 작동시험은 사람이 정상적인 자세로 강하할 때 정지하지 아니하여야 한다. 평균 강하 속도는 4m/s 이하로 하여야 하며 순간 최대 강하 속도는 6m/s이어야 한다[7]. 또한, 사용안내문 등을 보기 쉬운 부위에 잘 지워지지 아니하도록 표시하여야 한다.

표 1. 수직 강하식 구조대의 제원  
 Table 1. Specifications of Vertical Rescue sack

Classification	Description
Fabric	Safe and easy to use and descend continuously
Characteristic of sack	The air layer between the outer and inner sacks, should not increase significantly in the vertical direction
Certification of external sack	Use sack that has been tested according to flame resistance performance standards
Attachment method	Firmly attach sack, support frame and other accessories
Specification of sack entrance frame	A sphere with a diameter of 50cm or more must pass through it.
Decent speed	Average descent speed 4m/s or less, instantaneous maximum descent speed 6m/s

2. 구조대의 설치 적응성

표 2와 같이 구조대는 소방대상물에서 최대설치 높이가 10층 이하로 제한하고 있다. 노유자시설은 1층~3층 사이에 설치할 수 있다. 노유자시설은 일반적으로 신체적으로 약하고 이동이 불편한 사람이 생활하는 곳이므로 원활한 피난을 위하여 설치 높이에 제한을 둔

다. 의료시설 등에는 3~10층 사이에 설치하도록 규정하고 있다. 다중이용업소로서 영업장의 위치가 4층 이하인 다중이용업소는 2~ 4층이 구조대 설치 적응성이 있다. 그 밖의 대상은 3층, 4층 이상 및 10층 이하가 설치하게 되어있다.

표 2. 소방대상물의 설치장소별 구조대의 적응성  
 Table 2. Adaptability of rescue sack by installation location of firefighting objects

Objects \ Floor	First floor	Second floor	Third floor	More than four floors Ten floors or less
Old and Young People Facilities	Rescue Sack	Rescue Sack	Rescue Sack	-
Medical facility and In the neighborhood living facilities Clinic·Osteopathic-clinic·Midwifery clinic	-	-	Rescue Sack	Rescue Sack
As a multi-use business, multi-use business with 4 floors of less to Article 2 of 'the Enforcement Decree of the Special Act on Safety Management of Multi-use Businesses'	-	Rescue Sack	Rescue Sack	Rescue Sack
Other objects	-	-	Rescue Sack	Rescue Sack

### III. 수직강하식 구조대 하강 자세의 실험구성

#### 1. 실험대상자의 선정

표 3과 같이 실험대상자는 ○○복지센터에 근무하는 소방대상물의 관계인으로서 남성 5명, 여성 1명, 총 6명으로 구성하였으며, 참여 대상자 모두 구조대를 이용한 탈출 경험이 없는 사람으로서 20대에서 50대까지 다양하게 구성하였다. 또한, 고소공포증이 있는 대상자와 심리적으로 불안을 느끼는 사람은 안전을 위하여 실험에서 제외하였다. 실험 전 모든 참여 대상자들에게 실험의 내용과 목적을 설명하였다. 화재 등으로 인한 위급한 상황이 발생하였을 때 피난 상황 설정은 첫

째, 구조대 탈출 전 준비 자세, 둘째, 구조대를 이용하여 하강 시 올바른 자세, 셋째, 구조대를 이용하여 하강을 마친 후 지상으로 나오는 상황 등 3단계로 설정할 수 있다.

이 연구에서는 다리 자세는 하강 속도를 조절하기 위해 어깨너비만큼 일정하게 모두 벌리는 자세로 가정하고 하강 자세 중 팔 자세만을 분석하기로 한다.

실험대상자의 일반적 신체 상황은 표 3과 같다. 실험에 사용한 수직 강하식 구조대는 2013년 6월에 비치된 것으로, 총 길이는 9m로서 3층에 설치되었다. 실험대상자의 복장은 날씨가 더운 초여름의 특성상 반팔을 착용시켰다. 실험대상자의 평균 연령은 45세이며, 신장은 176cm, 체중은 79.80kg이었다.

표 3. 실험대상자의 특성

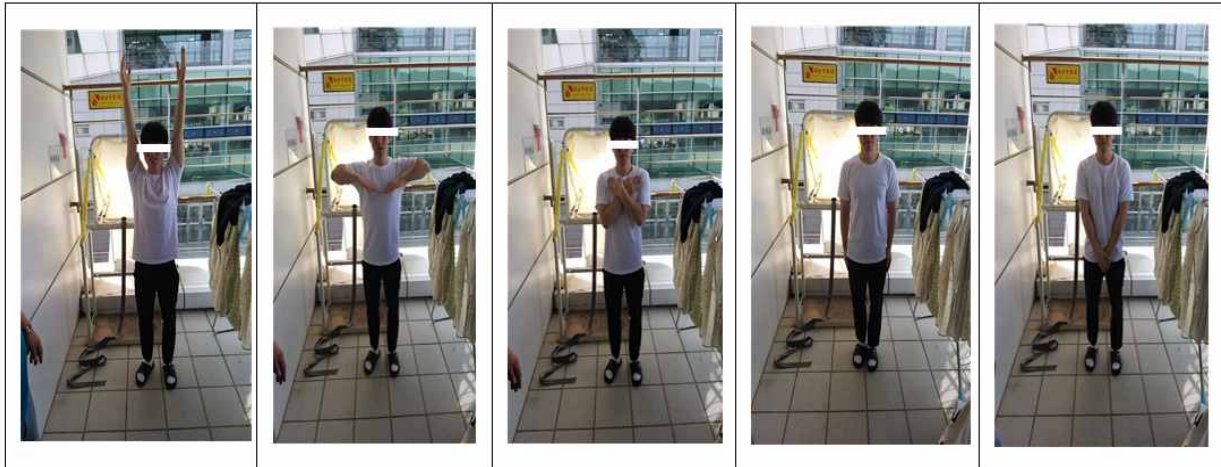
Table 3. Characteristics of Subjects

Subject	Sex	Age	Height (cm)	Weight (kg)	Escape Experience	Outfit	Heath Condition
A	Male	56	175	68	None	Short Sleeves	Normal
B	Male	50	177	73	None	Short Sleeves	Normal
C	Male	48	180	93	None	Short Sleeves	Normal
D	Male	46	163	69	None	Short Sleeves	Normal
E	Male	26	181	96	None	Short Sleeves	Normal
F	Female	25	160	53	None	Short Sleeves	Normal
Average	-	45.20	176	79.80	None	Short Sleeves	Normal

#### 2. 수직강하식 구조대의 하강 자세

그림 1과 같이 하강 자세는 5종류로 분류하였다. (a)는 자연스럽게 양손을 위로 올리고 팔을 곧게 뻗은 자세를 취하였는데 이 자세는 포대와 의 마찰을 최소화하여 신체의 부담을 줄이는 방법으로 선정하였다. (b) 양팔을 옆으로 벌려서 구부린 후 양 팔꿈치가 구조대 포대에 밀착하여 내려오는 방법으로 하강할 때 속도를 양 팔꿈치로 제어하는 방법으로 선정하였다. (c)는 양팔을 가슴에 모으고 하강하는 자세로 실험대상자가 쉽

게 떠오르는 방법으로 선정하였다. (d)는 양손을 자연스럽게 아래로 내려서 하강하는 자세로서 양팔을 올리는 방법과 반대되는 동작으로서 차이점을 상호 비교하고자 선정하였다. (e)는 양손을 전면 아래로 모아서 하강하는 자세를 선정하였다. 이 같은 자세는 실험 전에 대상자가 취할 수 있는 자세 중에서 쉽게 취할 수 있는 자세를 선별한 것이다. 다만 머리부터 거꾸로 하강하는 방법은 지상으로 추락할 위험성과, 추락 시 뇌 손상의 위험성을 고려하여 제외하였다.



(a) 양팔을 위로 뻗음 (b) 양팔을 벌린 상태에서 구부림 (c) 양팔을 가슴에 모음 (d) 양팔을 아래로 내림 (e) 양팔을 전면 아래로 모음  
 그림 1. 하강 자세의 분류

Figure 1. Classification of descent posture

### 3. 실험조건 및 환경

실험은 2019년 6월 27일 오전 10시에 실시하였는데 이는 실험대상자의 일정을 고려하고 하루 중 쾌적한 시간인 오전에 실시하여 오후의 무더운 환경을 피하였다. 실험 환경은 표 4와 같다. 장소는 ○○종합복지타운 건물 3층에서 실시하였는데, 화재 등이 발생한 실제의 상황을 설정하여 머리 보호 헬멧이나 안전 장갑 등을 착용하지 않았다. 건축물은 3층으로서 높이는 약 9m인 발코니에서 비상 탈출 실험을 하였다. 날씨는 맑았으며, 기온은 22℃, 습도는 70%, 풍속은 2~3m로 쾌적하였다.

표 4. 실험 시의 환경

Table 4. Environment of Experiment

Classification	Description
Place	○○Comprehensive Welfare Town Building 3rd Floor
Weather	Sunny
Air Temperature	22℃
Humidity	70%
Wind Velocity	2~3m/s

## IV. 실험 결과 및 고찰

화재가 발생한 건물에서 구조대를 사용하여 피난할 때 어떤 하강 자세가 안전한 하강 자세인지를 실험을 통하여 확인하였다. 실험대상자에게 각각 5가지 형태의 하강 자세로 탈출하게 하였는데, 실험대상자 6명은 5가지 자세로 1회씩 하강하였다.

표 5는 다양한 실험조건에서 인체에 미치는 영향을 나타낸다. 첫째, 실험대상자 모두 그림 1(a)의 양팔을 위로 뻗고 내려오는 방법은 찰과상이 전혀 발생하지 않았다. 그 이유는 양손을 위로 뻗음으로써 구조대의 포대 내피 및 협축부와와의 접촉이 최소화되어 손등과 팔꿈치에 부담을 주지 않았기 때문으로 판단된다. 둘

째, 그림 1(b)의 양팔을 벌린 상태에서 팔꿈치를 구부려 내려오는 자세는 팔꿈치가 포대 협축부 및 내피와의 마찰로 인하여 6명 모두 팔꿈치에 가벼운 찰과상을 입었다. 그러므로 이 자세는 3층보다 더 높은 곳에서 시행할 경우 더 큰 팔꿈치 화상과 부상이 초래될 수 있을 것으로 보인다. 치료를 요하지 않는 가벼운 찰과상은 실험대상자의 안전에 대한 연구적인 윤리문제는 고려대상이 되지 않아 실험을 지속하였다. 셋째, 그림 1(c)의 양팔을 가슴에 모으고 하강하는 자세 역시 신체가 협축부를 통과하면서 포대의 협축부 및 내피와의 마찰이 생겨 실험대상자 모두 팔꿈치에 가벼운 찰과상이 발생하였다. 넷째, 그림 1(d)의 양팔을 아래로 내리고 내려오는 자세는 하강 시 다리를 어깨너비만큼 벌

린 상태이므로 손등에 포대의 협축부 및 내피와의 마찰이 생겨서 손등에 가벼운 찰과상을 입었다. 다섯째, 그림 1(e)의 양팔을 전면 아래로 모으고 내려오는 방법은 실험대상자가 부자연스러워하였으며, 경미한 손

등 찰과상이 발생하였다. 이것은 신체의 전면 부피를 증가시켜 구조대의 협축부 및 내피와의 마찰로 인하여 나타난 현상으로 보인다. 이처럼 하강 자세에 따라 가벼운 찰과상이 발생하는 유의미한 차이가 나타났다.

표 5. 하강 자세가 신체에 미치는 영향  
Table 5. Impact of Descent posture on the Body

Subject	(a)Arms Stretched up	(b)Elbows Stretched sideways	(c)Hands up on chest	(d)Arms stretched down	(e)Put Hands together under the front of the body
A	No wound	Elbow abrasions	Elbow abrasions	No wound	No wound
B	No wound	Elbow abrasions	Elbow abrasions	No wound	No wound
C	No wound	Elbow abrasions	Elbow abrasions	No wound	No wound
D	No wound	Elbow abrasions	Elbow abrasions	No wound	Abrasions on back of hand
E	No wound	Elbow abrasions	Elbow abrasions	Abrasions on back of hand	No wound
F	No wound	Elbow abrasions	Elbow abrasions	Abrasions on back of hand	No wound
Result	No wound	Elbow abrasions	Elbow abrasions	Abrasions on back of hand	Abrasions on back of hand

## V. 결 론

이 연구는 화재현장 등에서 수직 강하식 구조대를 이용한 비상 탈출 시 안전한 팔 자세에 관한 것이다. 인체의 위험성을 고려하여 연령대별로 실험대상자 6명을 선정하여 실험하였다. 실험 결과는 다음과 같다.

(1) 그림 1(a)은 실험대상자 모두 찰과상이 전혀 발생하지 않았다. 그 이유는 양손을 위로 뻗음으로써 구조대의 포대 내피 및 협축부와의 접촉이 최소화되어 손등과 팔꿈치에 부담을 주지 않았기 때문으로 판단된다.

(2) 그림 1(b)은 팔꿈치가 포대 협축부 및 내피와의 마찰로 인하여 6명 모두 팔꿈치에 가벼운 찰과상을 입었다. 그러므로 이 자세는 3층보다 더 높은 곳에서 시행할 경우 더 큰 팔꿈치 화상과 부상이 초래될 수 있을 것으로 보인다.

(3) 그림 1(c)은 신체가 협축부를 통과하면서 포대의 협축부 및 내피와의 마찰이 생겨 실험대상자 모두 팔꿈치에 가벼운 찰과상이 발생하였다.

(4) 그림 1(d)은 하강 시 다리를 어깨너비만큼 벌린 상태이므로 손등에 포대의 협축부 및 내피와의 마찰이 생겨서 손등에 가벼운 찰과상을 입었다.

(5) 그림 1(e)은 실험대상자가 부자연스러워하였으며, 경미한 손등 찰과상이 발생하였다. 이것은 신체의 전면 부피를 증가시켜 구조대의 협축부 및 내피와의 마찰로

인하여 나타난 현상으로 보인다.

향후 연구과제로 하강 시 적합한 다리 자세와 지면 착지 시의 자세도 연구할 필요가 있다.

## References

- [1] Article 2 of Technical Standard for Type Approval and Product inspection of Rescue sack.  
Article 3 of Fire safety Standards for Evacuation Facilities(NFSC 301).
- [2] Park, Jong Tae, A Study on the Evacuation Equipment Efficiency of Buildings, The Graduate School of Public Administration and Local Autonomy Hanyang University, (2006), p, 26.
- [3] Park, Jong Tae, A Study on the Evacuation Equipment Efficiency of Buildings, The Graduate School of Public Administration and Local Autonomy Hanyang University, (2006), p, 24.
- [4] Article 4 of Fire safety Standards for Evacuation Facilities(NFSC 301).
- [5] Kim, Young-Hoon, A Study on the Managerial Improvement of Specific Fire Brigade Object Harborage, The Graduate School of Public Administration and Chonbuk National University, (2011), p, 49.
- [6] Article 4 of Technical Standard for Type Approval and Product inspection of Rescue sack.
- [7] Article 26 of Technical Standard for Type Approval and Product inspection of Rescue sack.