

# 안전모 사용성 향상을 위한 성능 및 디자인 결정 요인에 관한 연구

심상우<sup>1</sup> · 심용수<sup>2</sup> · 이종빈<sup>3</sup> · 장성록<sup>4\*</sup>

## Determinants of Performance and Design for Improving Safety Helmet Usability

Sang Woo Shim<sup>1</sup> · Yong Su Sim<sup>2</sup> · Jong Bin Lee<sup>3</sup> · Seong Rok Chang<sup>4\*</sup>

### <sup>†</sup>Corresponding Author

Seong Rok Chang

Tel : +82-51-619-6468

E-mail : srchang@pknu.ac.kr

Received : April 11, 2023

Revised : May 23, 2023

Accepted : June 9, 2023

**Abstract** : A safety helmet is considered the last gear to protect workers from harmful and dangerous events occurring on industrial sites. Recently, interest in the importance of personal protective equipment design reflecting individual characteristics has been emphasized to improve usability and convenience. However, it has been found that if it is inconvenient to wear or has poor work efficiency, it will not be used well or will be used incorrectly. In this study, an investigation was performed with 35 questions, direct observation, and intensive interviews of construction workers to determine the inconvenience and problems of wearing safety helmets. Moreover, managers of 9 construction sites in 6 cities were asked about the performance and design of safety helmets. As a positive answer, it was found that the brim (awning) of the safety helmet was shortened to give the safety glasses a light-shielding function. In addition, an upward adjustment all-in-one type safety helmet was requested. On the other hand, it was revealed that negative answers felt uncomfortable due to the brim (awning) on the front of the helmet. Based on the survey results, a new helmet model suitable for construction site activities was presented, and wearability improvement determinants were discovered through performance and design improvement.

Copyright©2023 by The Korean Society of Safety All right reserved.

**Key Words** : safety helmet, new product development, questionnaire survey, safety certification

## 1. 서론

사고로 인한 부상은 주로 머리와 목 부분에서 발생하며, 해당 부위에 부상이 발생하면 회복이 쉽게 되지 않는 조직으로 일상생활은 물론 재해로부터 가장 중요하게 보호되어야 한다<sup>1)</sup>. 특히, 산업현장 종사자들은 현장 활동을 수행하면서 낙하하는 물체와의 충돌 및 낮은 높이에서의 추락 등에 노출되어 때로는 자신의 안전을 보장받지 못하는 위험한 환경 속에서 자신을 보호하기 위한 최소한의 장치는 필수적이다.

개인보호구는 안전을 위한 최후의 수단으로 고려되고 있는 요소로 지급과 착용이 법적으로 강제되더라도

불편함과 작업효율을 저해시킬 때는 착용하지 않거나, 잘못 사용하게 되는 경우가 빈번하다<sup>2)</sup>.

최근에는 사용자 편의성 향상을 위해 개인의 특성을 반영한 개인보호구 디자인의 중요성에 관한 관심이 강조되고 있다<sup>3)</sup>. 또한, 개인보호구의 편안함을 정량적으로 분석하여 8%의 근로자만이 개인보호구가 편한 것으로 보고되었으며, 이를 보완하기 위한 착용성 향상과 인간공학적 디자인이 필요한 것으로 제안하였다<sup>4)</sup>.

따라서 근로자들에게 주어지는 개인보호구는 사용의 목적과 편의성을 보장할 수 있는 것으로 지급되어야 현장의 바른 사용으로 근로자를 지켜줄 수 있을 것이다<sup>5)</sup>.

건설업 종사자들의 작업 과정에서 다양한 유해·위험

<sup>1</sup>부경대학교 안전공학과 박사과정 (Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

<sup>2</sup>헤일로 대표이사 (HALO Inc. CEO)

<sup>3</sup>부경대학교 안전공학과 외래교수 (Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

<sup>4</sup>부경대학교 안전공학과 교수 (Department of Chemical Engineering, Pukyong National University)

요인에 노출되어 있다. 2020년 산업재해 현황분석에 따르면 업무상 사고 사망재해자 882명 중 458명(51.9%)이 건설업에서 업무상 사고로 사망하였으며, 재해 유형을 살펴봐도 떨어짐으로 인한 사망자(328명, 37.2%)가 가장 많았으며, 물체에 맞음(71명, 8%) 등의 순이었다. 직접 원인에는 복장 보호구의 결함, 복장 보호구의 잘못 사용이 전체 26.47%를 차지하고 있다<sup>6)</sup>. 이러한 유해·위험요인과 산업재해로부터 인체의 가장 중요한 두부를 보호하기 위해서 안전모의 사용성 향상이 필수적이다.

실제 건설 현장에는 근로자들의 경제적 여건이나 무관심 또는 불편함 등으로 관찰자가 없는 상황에서는 안전모를 착용하지 않은 채 작업하는 경우가 빈번하다<sup>7)</sup>. 개인보호구 사용에 대한 중요성이 명확한데도, 건설 현장 근로자에 대한 안전모 착용 만족도에 관한 선행연구는 전혀 없는 상황이다.

이에 본 연구에서는 건설업 종사자를 대상으로 안전모 사용성에 영향을 미치는 요인을 조사하였다. 즉, 과거의 연구는 안전모의 형상과 기능에 대해 비판 없이 받아들여 왔으나, 현장의 다양한 수정 의견에 기반하여 안전모 디자인의 문제를 정량적 정성적으로 평가해 안전모 착용 시 불편 사항과 문제점을 파악하고 성능 개선 필요한 요인들을 찾고자 하였다. 더 나아가 안전모 성능 구조 및 설계기준을 충족시키고 사용성을 향상한 새로운 안전모 모델을 제안하여 개선된 안전모를 사용하면 작업의 효율은 높이고 산업재해를 줄이는 데 목적이 있다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 절차

본 연구는 먼저 국내의 보호구 관련 제조/판매 담당을 통해 건설 현장의 보호구 사용 흐름에 대한 의견과 보호구 관련 애로사항 수집 등을 통해 최대한 많은 정보를 수집하고자 하였다. 또한, 건설업 종사자들을 대상으로 직접 관찰 및 집중 면담을 통해 관리자들은 안전모 착용 만족도 및 성능 그리고 디자인 개선에 대해 구두로 응답하였으며, 근로자들은 안전모 착용 실태 조사와 사용 시 불편 사항 및 문제점을 인터뷰해 응답하였다. 그리고 문헌 자료를 통해 건설업 안전모 지급 및 선행연구에서 요구되는 특성과 요인들을 찾아 설문지를 개발하였다. 본 연구의 구성도는 Fig. 1과 같다.

### 2.2 설문 개발

안전모에 대하여 의견 수렴을 통한 안전모 구성품의 일반구조와 성능 기준 개선 그리고 만족도에 관한 설문

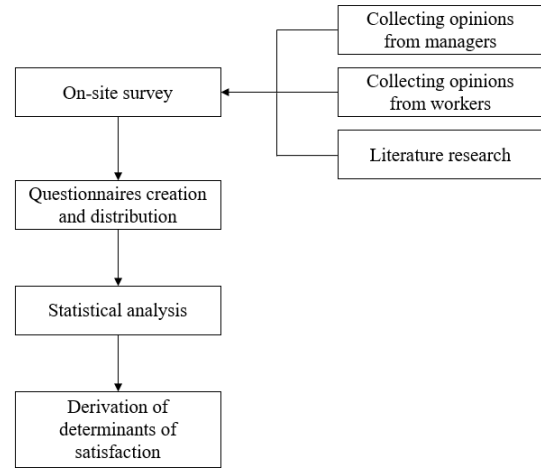


Fig. 1. Procedure of the study.

Table 1. Structure of questionnaire

Structure	Division	Key word
General Structure	1. Shell	1-1. Brim (awning)
		1-2. Safety glasses
		1-3. Brim (awning) blocks
		1-4. Brim (awning) length
		1-5. Heavy
		1-6. Performance loses
		1-7. UV rays
		1-8. Exchange by impact
	2. Headband & cradle	2-1. Headrest straps
		2-2. Cushioning
		2-3. Blood pressure
		2-4. Sweat
3. Liner	3-1. Shock absorber	
	3-2. Additional function	
4. Chin strap	4-1. Smell	
	4-2. Itchiness	
	4-3. Chin strap by the impact	
Performance	5. Areation	5-1. Areation holes 5-2. Need
	6. Impact	6-1. Head from impact 6-2. Heavy
Design Satisfaction	7. Function improvement	7-1. Feature wearing
		7-2. AR safety glasses
		7-3. Air conditioner
	8. Design	8-1. Upregulation
		8-2. Cause stress
		8-3. UV protection
	9. Performance	9-1. Smart function
		9-2. Overall weight
9-3. Improvement		
10-1. Wearing average		
10-2. Wearing time		
10. Wear Satisfaction	10-3. Drying time	
	10-4. Questionnaire to improve	
	10-5. Smart helmet is releas	

구조를 3가지로 구분하였다. 첫 번째 안전모 구성품의 일반구조 문항이 1~4번으로 모체, 착용체, 충격흡수재, 턱 끈이며, 두 번째 안전모 성능 문항 5~6번으로 통기구멍, 충격과 무게이고 세 번째 만족도 문항 7~10번은 기능개선, 보안경, 안전모 성능, 착용 시간순으로 구성된 내용은 Table 1과 같다.

설문지는 안전모 구성품의 일반구조와 성능에 관한 의견을 묻는 19항목(5점 척도: 5 매우 그렇다, 4 대체로 그렇다, 3 보통이다, 2 대체로 그렇지 않다, 1 매우 그렇지 않다)과 안전모 착용 만족도 15항목(5점 척도: 5 매우 그렇다, 4 대체로 그렇다, 3 보통이다, 2 대체로 그렇지 않다, 1 매우 그렇지 않다) 및 안전모에 대한 자유 의견을 기재할 수 있는 1항목으로 구성되었다.

### 2.3 설문 조사 방법

설문 조사는 6개 도시(경기도, 경북 울진, 부산, 울산, 대구, 대전), 9개소 건설 현장(토목, 주택, 건축, 플랜트 등) 종사자를 대상으로 설문 조사에 대한 자발적 참여 의사를 밝힌 300명의 종사자에게 설문지를 발송하여 260부의 원본 송부, 팩스 및 응답한 설문을 사진 전송 등을 통해 회신 되었다. 그중 기재가 미비한 40부를 제외한 260부의 설문지는 주관적 자유 의견을 기재하는 문항을 포함한 모든 항목에 응답하였다. 설문 조사 대상자의 인적 사항을 조사한 결과 성별에서 남성 94.2%가 건설업에 종사하는 것으로 나타났으며, 나이는 30~39세 사이가 46.2%로 가장 높게 분포되었다. 성별, 나이, 경력, 근무 형태, 건설분류, 고용 형태 순으로 수집된 특성은 Table 2와 같다.

### 2.4 설문 분석 방법

본 연구에서는 카이-제곱 검증을 통해 1점 (매우 그렇지 않다) ~ 5점 (매우 그렇다)으로 응답한 비율의 차이를 관찰하여 설문의 응답 결과를 정량적으로 분석하고자 하였다. 즉, 1~2점의 부정응답과 4~5점의 긍정 응답의 빈도수를 각각 더해서 통계적으로 유의한 차이가

Table 2. Demographic characteristics of respondents

Items	Types	Frequency	Ratio(%)
Gender	Male	245	94.2
	Female	15	5.8
	Total	260	100.0
Age	20~29	29	11.2
	30~39	120	46.1
	40~49	64	24.6
	50~59	22	8.5
	60~69	25	9.6
	Total	260	100.0
	Career (years)	1~5	91
6~10		74	28.5
over 10		95	36.5
Total		260	100.0
Work type	Contractor	46	17.7
	Sub contractor	214	82.3
	total	260	100.0
Type of construction	Architecture (housing)	191	73.5
	Civil	15	5.7
	Plant (power)	54	20.8
	Total	260	100.0
Occupation	Manager	75	28.8
	Employee	185	71.2
	Total	260	100.0

있는지 비교하였다. 해당 방법론은 2장의 방법론과 3장의 결과에 자세히 기술하였다. 또한, 유의수준 (p-value) 0.05 이하일 때 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 판단하였으며, 통계분석은 미니 탭 22 프로그램을 사용하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 설문 결과

설문 통계분석 시 설문 문항은 총 35문항으로 다중 응답 문항과 주관식 문항을 제외한 후 설문 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Survey total questions and response rate

No.	Question	Answer					Total
		Very agreed	Agreed	Neutral	Disagreed	Very disagreed	
1-1	Is there a brim (awning) that serves as a covering?	2	7	77	106	68	260
1-2	If you're not sure, do you think it's necessary to have a feature that allows you to adjust the safety glasses upwards (detachable function) by shortening the brim?	64	70	114	9	3	260
1-3	Do you feel that the brim (awning) is dangerous because it blocks a lot of your view?	26	49	90	71	24	260
1-4	Do you think the length of the brim (awning) is appropriate? (Current brim length averages 35mm.)	6	47	155	39	13	260
1-5	Do you think your current safety helmet is heavy?	42	62	119	31	6	260

Table 3. Survey total questions and response rate (continued)

No.	Question	Answer					Total
		Very agreed	Agreed	Neutral	Disagreed	Very disagreed	
1-6	How long do you think a safety helmet loses its effectiveness after wearing it? (①3 months, ②6 months, ③1 year, ④2 years, ⑤3 years)	21	30	96	73	40	260
1-7	Is the plastic deformation or physical property change of the safety helmet caused by UV exposure a factor that reduces durability?	25	97	90	36	12	260
1-8	Do you think that the safety helmet should be replaced in any case if it receives an external shock (fall, flight) at least once?	83	69	60	36	12	260
2-1	Do you feel that the depth of the headrest straps is shallow and lacks the feeling of being close to the head?	20	45	133	50	12	260
2-2	Would you like some cushioning or elasticity in your headrest straps?	78	79	63	31	9	260
2-3	Do you think hair loss or increased blood pressure is caused by the headrest strap?	51	70	82	41	16	260
2-4	Have you ever experienced a foul odor from sweat on the forehead of the headband?	134	73	38	7	8	260
3-1	Do you think the shock absorber will not be able to mitigate the shock in the event of an external impact?	13	57	121	52	17	260
3-2	Is there any additional function you would like to apply through the shock absorber? (① Ventilation function ② Odor removal ③ Strong shock absorption ④ Noise reduction ⑤ All functions)	93	67	47	7	46	260
4-1	Have you ever had an unpleasant or stressful experience because of the smell from the chinstrap?	82	80	53	28	17	260
4-2	Has the material of the chin strap ever touched your skin and caused trouble or itchiness?	22	40	83	70	45	260
4-3	The chin strap should automatically be released by the impact strength. Do you think that the chin strap of the helmet you are currently wearing has the ability to be released by the impact strength? (① I think it has loosening properties. ② I don't think it will be solved. ③ I don't know.)	69	85	106			260
5-1	Do you wish your safety helmet had ventilation holes?	103	85	44	11	17	260
5-2	Do you think it is convenient to use if the ventilation hole is made in a structure that can be opened and closed in the cap body?	57	56	82	37	28	260
6-1	Do you think a safety helmet can actually protect your head from impact?	60	91	73	21	15	260
6-2	Do you think safety helmets are heavy? (The average weight of currently available for purchase safety helmet is around 380 grams)	38	58	136	25	3	260
7-1	What do you think is the most necessary feature of the safety helmet you are wearing? More than two can be selected (①Camera ②LED flashlight ③Heartbeat sensor ④ Brain wave measurement sensor Gas detector Notification service when collapsed Rescue request button ⑤ Select all)	Multiple response questions					
7-2	If there is a product with additional functions that provide virtual reality (AR) information to safety glasses, would you be willing to wear it?	47	49	101	30	33	260
7-3	If a portable air conditioner that lowers the temperature using a refrigerant was released, would you be willing to wear it on a safety helmet?	90	73	55	22	20	260
8-1	If there is a product that combines a safety helmet and safety glasses in an upward adjustment way, would it be convenient for work?	62	69	93	24	12	260
8-2	Do you think that safety helmets and safety glasses that are currently being sold to people who use glasses and lenses cause stress due to inconvenience in use and deterioration of function, leading to a high risk of accident?	31	58	134	25	12	260
8-3	Do you wish your safety glasses had light-blocking capabilities? (Function that automatically changes on a sunny day)	75	89	68	14	14	260
9-1	Do you think safety helmets with smart features will actually help prevent accidents?	52	75	102	17	14	260
9-2	Although the overall weight of the smart safety helmet is slightly higher, do you hope that the technology to prevent accidents through its function will be introduced as soon as possible?	61	64	93	24	18	260
9-3	Please write down the performance or improvements you need for the safety helmet while you are at work.	Short-answer question					
10-1	How long in a year did you wear a safety helmet? (①3 months, ②6 months, ③9 months, ④12 months)	43	105	82	30	-	260
10-2	How many hours per day do you wear a safety helmet? (①4 hours or more, ②6 hours or more, ③8 hours or less, ④10 hours or less, ⑤12 hours or more)	51	41	82	70	16	260
10-3	Average time per day to sterilize, disinfect, sun-dry, and machine-dry safety helmets (① 30 minutes, ② 1 hour, ③ 2 hours, ④ 3 hours, ⑤ not drying.)	66	32	21	6	135	260
10-4	Do you think that the questionnaire to improve the discomfort and performance when wearing a safety helmet is beneficial?	13	57	121	52	17	260
10-5	If a smart safety helmet is released, are you willing to actively try it on?	98	62	47	7	46	260

### 3.2 설문 분석

설문 내용에서 안전모 구성품의 일반구조와 성능 기준 개선 그리고 만족도에 의미 있는 결과가 도출된 안전모 챙 역할, 일체형 보안경 조절 방식, 머리고정대, 턱끈, 빛 차단 기능에 대하여 다음과 같이 분석하였다.

Fig. 2에서는 ‘챙이 있어서 가리개 역할을 하고 있습니까?’(Q.1-1)에 대한 설문자들의 응답을 나타내었다. 챙의 가리개 역할에 대해 ‘매우 그렇지 않다’ 또는 ‘대체로 그렇지 않다’의 응답(66.5%, 174명)이 ‘대체로 그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다’로 응답한 비율(3.46%, 9명)보다 약 19배 정도 높음을 알 수 있다. 이는 상당수의 근로자가 챙의 역할에 대해 부정적으로 인식하고 있다. 또한, 카이-제곱 검증을 통해 p-value가 0.001보다 낮은 것으로 확인되어 기댓값(53.4)과 대비하여 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 할 수 있다.(N=260, DF=4, 카이-제곱 값=146.2, p-value<0.001).

보호구 안전 인증[시행 2020. 1. 16.] [고용노동부 고시 제2020-35호, 2020. 1. 15., 일부개정] 고시에서 햇빛 등을 가리기 위한 목적으로 챙의 필요성이 제시되었다. 그러나 위 결과에 의하면 안전모의 챙이 햇빛을 가리기 위한 역할은 매우 제한적인 것으로 나타났다. 또한, 작업 시 챙으로 인해 상부를 보는 가시성을 제한받거나 인지능력이 떨어져 낙하물 사고로 이어진 사례가 주관적 자유 의견에서도 확인되어 앞으로 챙의 역할에 대한 추가 검증이 필요하다.

Fig. 3에서는 ‘챙을 짧게 해서 보안경을 상향조절(분리 가능) 할 수 있는 기능이 필요하다고 생각합니까?’(Q.1-2)에 대한 설문자들의 응답을 나타내었다. 보안경의 상향조절 필요성에 대해 ‘대체로 그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다’로 응답한 비율(51.5%, 134명)이 ‘매우

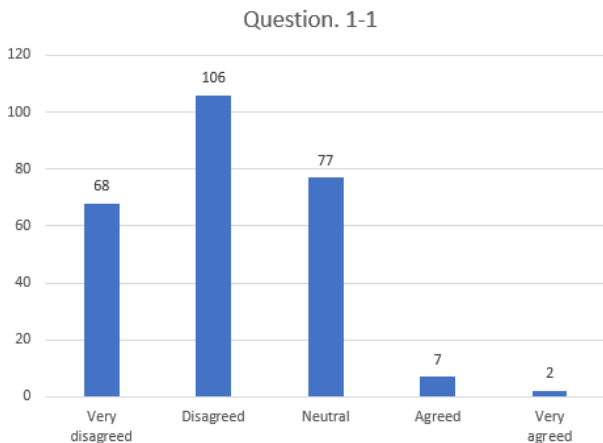


Fig. 2. Result on the question: “Is there a brim (awning) that serves as a covering?”.

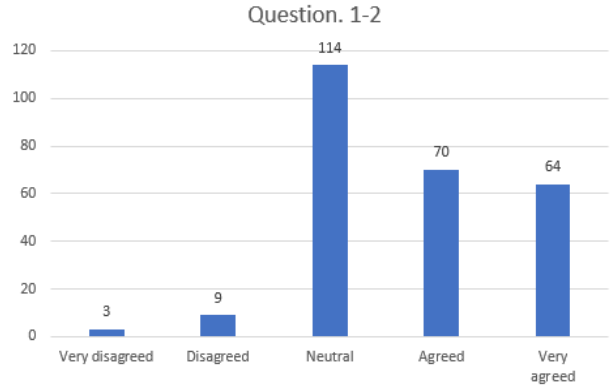


Fig. 3. Result on the question: “If you're not sure, do you think it's necessary to have a feature that allows you to adjust the safety glasses upwards (detachable function) by shortening the brim?”.

그렇지 않다’ 또는 ‘대체로 그렇지 않다’의 응답(4.6%, 12명)보다 약 11배 정도 높음을 알 수 있다. 이는 상당수의 근로자가 보안경의 상향조절에 대한 필요성에 대해 긍정적으로 느끼고 있다. 또한, 카이-제곱 검증을 통해 p-value가 0.001보다 낮은 것으로 확인되어 기댓값(53.4)과 대비하여 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 할 수 있다.(N=260, DF=4, 카이-제곱 값=159.0, p-value<0.001).

보호구 안전 인증 고시에서는 보안경을 차광보안경(안전 인증품)과 일반 보안경(자율 안전 확인 신고품)으로 구분되어 있다. 시중에 유통되고 있는 보안경 일체형 안전모에 부착된 보안경은 단순히 비산물로부터 눈 부위를 보호할 뿐 유해 광선을 차단할 수 없고 눈과 보안경 사이가 멀어서 굴절 현상으로 인해 시야가 왜곡될 수 있으며, 작업 용도에 맞지 않는 사용으로 오히려 눈 부상을 유발할 수 있을 것이다. 외국에서 사용 중인 보안경 상향 조절형 안전모를 착용하면 얼굴 곡선에 따라 보안경이 밀착되어 틈새가 생기지 않고 작업 용도에 따라 일반과 차광렌즈를 편리하게 교체할 수 있으며, 마스크, 귀마개 등 다른 보호구와의 간섭없이 목적에 맞는 보호구를 사용할 수 있을 것이다.

Fig. 4에서는 ‘머리고정대 이마 부분에 팜으로 인한 악취를 경험한 적이 있습니까? (개선이 필요하다고 생각합니까?’(Q.2-4)에 대한 설문자들의 응답을 나타내었다. 팜으로 인한 악취 경험에 대해 ‘대체로 그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다’로 응답한 비율(79.6%, 207명)이 ‘매우 그렇지 않다’ 또는 ‘대체로 그렇지 않다’의 응답(5.8%, 15명)보다 약 14배 정도 높음을 알 수 있다.

이는 상당수의 근로자가 머리고정대 이마 부분에 팜으로 인한 악취를 경험에 대해 개선이 필요하다고

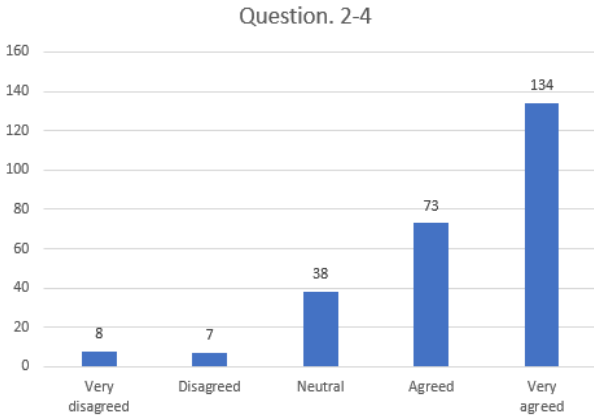


Fig. 4. Result on the question: "Have you ever experienced a foul odor from sweat on the forehead of the headband?".

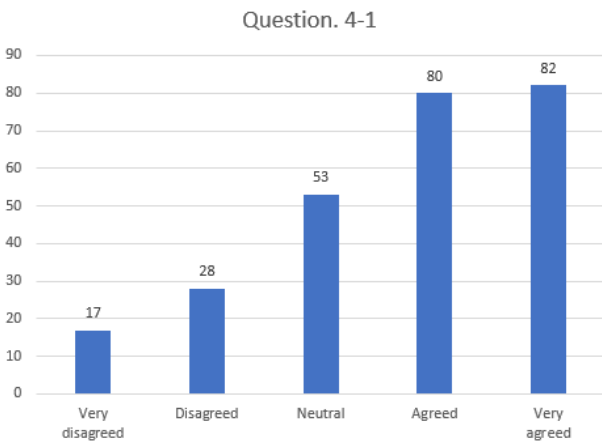


Fig. 5. Result on the question: "Have you ever had an unpleasant or stressful experience because of the smell from the chinstrap?".

인식하고 있다. 또한, 카이-제곱 검증을 통해 p-value가 0.001보다 낮은 것으로 확인되어 기댓값(53.2)과 대비하여 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 할 수 있다.(N=260, DF=4, 카이-제곱 값=205.2, p-value<0.001).

머리고정대는 착용체의 구성품으로 추락 및 감전 위험방지용 안전모를 머리 부위에 고정해주는 기능을 갖는 부품이지만 제조사는 원가절감과 사업의 수익성만을 따져 성능 기준이 없는 부품들은 최소한의 기준만을 고려하여 안전모에 결합하는 실정이다. 앞으로는 세부 성능 기준을 선정하여 땀으로 인한 악취가 최소화되도록 개선책이 필요하다.

Fig. 5에서는 ‘턱끈에서 발생하는 냄새 때문에 불편하거나 스트레스를 받은 경험이 있습니까?’(Q.4-1)에 대한 설문자들의 응답을 나타내었다. 턱끈에서 발생하는 냄새로 인한 스트레스 경험에 대해 ‘대체로 그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다’로 응답한 비율(62.3%, 162명)

이 ‘매우 그렇지 않다’ 또는 ‘대체로 그렇지 않다’의 응답(17.3%, 45명)보다 약 3.6배 정도 높음을 알 수 있다.

이는 상당수의 근로자가 턱끈에서 발생하는 냄새 때문에 불편하거나 스트레스를 받은 경험에 대해 개선이 필요하다고 인식하고 있다. 또한, 카이-제곱 검증을 통해 p-value가 0.001보다 낮은 것으로 확인되어 기댓값(53.2)과 대비하여 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 할 수 있다.(N=260, DF=4, 카이-제곱 값=63.7, p-value<0.001).

안전모 턱 끈은 사용 중 탈락하지 않도록 확실히 고정되는 구조와 턱 끈의 폭 10 mm 이상으로 일반구조에 있으며, 추락 및 감전 위험방지용 안전모의 시험성능 기준방법(제4조 관련) 중 턱 끈 폴립 시험에서는 150 N 이상 250 N 이하에서 턱 끈이 풀리게 되어있다. 하지만 매일 착용하는 안전모에 땀으로 인한 턱 끈이 젖은 상태에서 발생하는 피부 문제, 악취로 인한 불편감이나 스트레스를 많이 받은 것으로 조사되었고 스트레스가 많은 종사자일수록 새로운 제품과 디자인의 도입 등을 주관적 자유 의견에 작성하였다. 앞으로는 기능성 소재를 개발하여 만족도를 향상하는 노력이 필요하다. 그러나 시중에 판매되고 있는 패션 턱 끈 등은 일반구조와 성능 기준에 미달하는 제품으로 기준에 안전모와 결합하여 착용하면 성능을 보장할 수 없다. 별도로 구매하여 착용하는 턱 끈에 관한 기준 마련이 시급한 현실이다.

Fig. 6에서는 ‘보안경에 빛을 차단하는 기능이 있으면 좋겠습니까?’(Q.8-3)에 대한 설문자들의 응답을 나타내었다. 보안경의 빛 차단 필요성에 대해 ‘대체로 그렇다.’ 또는 ‘매우 그렇다’로 응답한 비율(63.1%, 164명)이 ‘매우 그렇지 않다’ 또는 ‘대체로 그렇지 않다’의 응답(10.7%, 28명)보다 약 6배 정도 높음을 알 수 있다.

이는 상당수의 근로자가 보안경에 빛을 차단하는 기능에 개선이 필요하다고 인식하고 있다. 또한, 카이-제곱 검증을 통해 p-value가 0.001보다 낮은 것으로 확인되어 기댓값(50.8)과 대비하여 통계적으로 유의미한 차이가 있다고 할 수 있다.(N=260, DF=4, 카이-제곱 값=92.9, p-value<0.001).

안경과 렌즈를 착용하는 사람의 불편함을 기능적으로 해소하기 위해서는 새로운 형식의 제품이 필요한 것으로 조사되었다. 외국의 사례에서도 안전모와 보안경을 상향 일체화시켜 제공하는 방법으로 불편함을 해소하고, 잃어버리는 상황을 줄이고자 하는 방향으로 개선 및 개발되고 있다. 앞으로 보안경 상향 조절형 안전모를 개발하여 얼굴 곡선에 따라 보안경이 밀착되어 틈새가 생기지 않고 작업 용도에 따라 시력 보호와

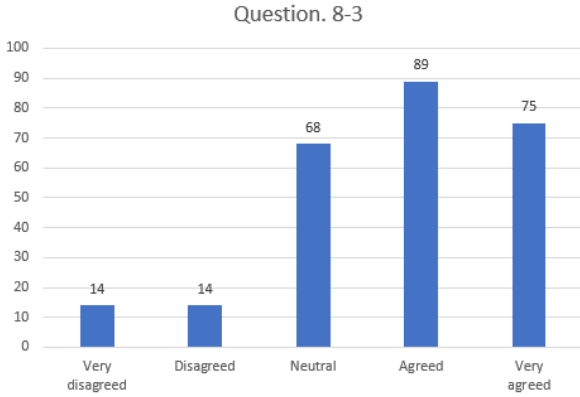


Fig. 6. Result on the question: “Do you wish your safety glasses had light-blocking capabilities? (Function that automatically changes on a sunny day)”.

렌즈를 편리하게 교체할 수 있을 것이다. 더 나아가 효과적인 경고와 교육 메시지를 전달할 수 있도록 위험 상황에 맞는 다양한 표지를 개발하여 식별할 수 있는 기능 연구가 추가로 필요한 것으로 생각된다<sup>8)</sup>.

종합하면 의미 있는 결과가 도출된 5개 카테고리의 기댓값이 Q.1-1, Q.1-2는 53.4, Q.2-4, Q.4-1 와 53.2, Q.8-3은 50.8이며, 카이제곱 검증 값과 비교하여 차이가 클수록 유의미한 결과가 도출된 것으로 해석할 수 있다. 즉, 본 연구에서는 카테고리 간 차이가 없을 때의 기댓값 대비 얼마나 관측값이 차이가 나는지를 확인하였다.

#### 4. 결론

본 연구는 건설업 종사자를 대상으로 안전모 구성품의 일반구조와 성능 기준 개선 그리고 만족도에 관한 설문 조사하여 다음과 같은 성과를 도출하였다.

긍정적 답변으로는 안전모 챙을 짧게 해서 보안경을 상향조절 방식의 일체형 안전모와 보안경에 빛 차단 기능이 필요한 것으로 나타났으며, 머리 고정대와 턱 끈에서 발생하는 땀과 악취로 인해 스트레스를 받은 경험이 받은 것으로 조사되었다. 한편 부정적 답변은 안전모 앞부분에 있는 챙으로 인해 불편함을 느낀 것으로 조사되었다.

연구 결과 첫째, 안전모 챙의 햇빛 가리개 역할은 매우 제한적인 것으로 나타났다. 또한, 작업 시 챙으로 인해 상부를 보는 가시성을 제한받거나 인지능력이 떨어져 낙하물 사고로 이어진 사례가 주관적 자유 의견에서도 확인되었다. 앞으로 챙의 역할에 대한 검증이 필요하다.

둘째, 시중에 유통되고 있는 보안경 일체형 안전모

에 부착된 보안경은 단순히 비산물로부터 눈 부위를 보호할 뿐 유해 광선을 차단할 수 없고 눈과 보안경 사이가 멀어서 굴절 현상으로 인해 시야가 왜곡될 수 있으며, 작업 용도에 맞지 않는 사용으로 오히려 눈 부상을 유발할 수 있을 것이다. 외국에서 사용 중인 보안경 상향 조절형 안전모를 착용하면 얼굴 곡선에 따라 보안경이 밀착되어 틈새가 생기지 않고 작업 용도에 따라 일반과 차광렌즈를 편리하게 교체할 수 있으며, 마스크, 귀마개 등 다른 보호구와의 간섭없이 목적에 맞는 보호구를 사용할 수 있을 것이다.

셋째, 법적 성능 기준이 없는 머리 고정대는 착장체의 구성품으로 추락 및 감전 위험방지용 안전모를 머리 부위에 고정해주는 기능을 갖는 부품이지만 제조사는 원가절감과 사업의 수익성만을 따져 성능 기준이 없는 부품들은 최소한의 기준만을 고려하여 안전모에 결합하는 실정이다. 앞으로는 세부 성능 기준을 선정하여 땀으로 인한 악취가 최소화되도록 개선책이 필요하다.

넷째, 안전모 턱 끈은 사용 중 탈락하지 않도록 확실히 고정되는 구조와 턱 끈의 폭 10 mm 이상으로 일반 구조에 있으며, 추락 및 감전 위험방지용 안전모의 시험성능 방법(제4조 관련) 중 턱 끈 풀림 시험에서는 150 N 이상 250 N 이하에서 턱 끈이 풀리게 되어있다. 하지만 매일 착용하는 안전모에 땀으로 인한 턱 끈이 젖은 상태에서 발생하는 피부 문제, 악취로 인한 불쾌감이나 스트레스를 많이 받은 것으로 조사되었고 스트레스가 많은 종사자일수록 새로운 제품과 디자인의 도입 등을 주관적 자유 의견에 작성하였다. 앞으로는 기능성 소재를 개발하여 만족도를 향상하는 노력이 필요하다. 그러나 시중에 판매되고 있는 패션 턱 끈 등은 일반구조와 성능 기준에 미달하는 제품으로 기준에 안전모와 결합하여 착용하면 성능을 보장할 수 없다. 별도로 구매하여 착용하는 턱 끈에 관한 기준 마련이 시급한 현실이다.

다섯째, 안경과 렌즈를 착용하는 사람의 불편함을 기능적으로 해소하기 위해서는 새로운 형식의 제품이 필요한 것으로 조사되었다. 외국의 사례에서도 안전모와 보안경을 상향 일체화시켜 제공하는 방법으로 불편함을 해소하고, 잃어버리는 상황을 줄이고자 하는 방향으로 개선 및 개발되고 있다. 앞으로 보안경 상향 조절형 안전모를 개발하여 얼굴 곡선에 따라 보안경이 밀착되어 틈새가 생기지 않고 작업 용도에 따라 시력 보호와 렌즈를 편리하게 교체할 수 있을 것이다.

이를 종합해 볼 때 향후 안전모의 착용 성능을 개선하고 불편 사항과 문제점, 주요 파손 부위 등을 파악한

결과를 토대로 산업현장에서 가장 기본적인 개인보호구인 안전모에 대한 새로운 디자인의 모델을 제안하기 위해 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 5. 고찰

통기구멍에서는 안전모 성능 기준에 따라 현실적으로 불가능하나 ABE형 안전모를 기준으로 내전압성을 절연파괴 없이 방어하면서 통기성을 제공하는 제품에 대한 추가적인 성능 기준에 관한 연구가 필요한 것으로 생각한다.

산업현장 종사자들은 하루 8시간 이상 계속 착용해야 하는 안전모는 단순히 착용만 하는 안전모가 아니라 작업에서 오는 부담감, 불편함을 덜기 위한 기능적인 측면의 사용성에 대한 평가와 개선에 관한 연구가 필요한 것으로 생각한다.

안전모의 무게 상승 문제와 사용자가 안전모 착용시 무게 상승으로 인한 신체 변화 관계에 관한 인체 공학적 추가 연구가 필요한 것으로 생각한다.

안전모의 사용 연한은 법적으로 규정된 사항은 없어 사업장의 작업환경, 사용자의 특성을 고려하여 자체적으로 규정하여 운영하는 실정이다. 앞으로의 연구에서는 사용 연한에 관한 규정과 성능 저하를 고려한 대체 시기에 관한 연구가 필요한 것으로 생각한다.

충격강도 발생 시 턱 끈 풀림 기능에 대한 정보제공이 필요 의견으로 도출되었다. 미국에서 규정하고 있는 턱 끈 걸림으로 인해 발생할 수 있는 목 졸림 현상으로부터 신체를 보호하는 데 필요한 안전장치인 완충기(Shock absorber)에 대한 한국 기준에 적합한 성능개선 연구가 필요한 것으로 생각한다.

## References

- 1) Y. E. Kim et al., "An analysis of the Child Head Impact Injury with Finite Element Model", J.Korean Soc. Saf., Vol. 12, No. 4, pp. 169-179, 1997.
- 2) D. A. Lombardi et al., "Factors Influencing Worker use of Personal Protective Eyewear", Accident Analysis & Prevention, Vol. 41, Issue 4, pp. 755-762, 2009.
- 3) J. D Abeysekera and H. Shahnavaz, "Ergonomics Aspects of Personal Protective Equipment: its use in Industrially Developing Countries", Journal of Human Ergology, pp. 67-79, 1988.
- 4) F. Akbar-Khanzadeh, M. S. Bisesi and R. D. Rivas, "Comfort of Personal Protective Equipment", Applied Ergonomics, Vol. 26, Issue 3, pp. 195-198, 1995.
- 5) K. Y. Kim et al., "A Study of Survey for PPE Selection and Wearing and Setup Standard of PPE in Korea", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 1-2, 2008.
- 6) The Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA), Industrial Accident Statistics, 2020.
- 7) S. O. Chang, "Development of Work Clothing for the Construction Site", Journal Korean Society Clothing and Textiles, Vol. 30, No. 7, pp. 1090-1102, 2006.
- 8) D. H. Kim et al., "A Questionnaire Survey on Utilization and Improvement Guides for Safety Signs in Industrial Fields", J.Korean Soc. Saf., Vol. 21, No. 4, pp. 119-126, 2006.