

안전모의 충격 흡수성 시험 개선에 관한 연구

심상우¹ · 심용수² · 이종빈³ · 장성록^{4*}

A Study on Improving Shock Absorption Test of Safety Helmet

Sang Woo Shim¹ · Yong Su Sim² · Jong Bin Lee³ · Seong Rok Chang^{4*}

*Corresponding Author

Seong Rok Chang

Tel : +82-51-619-6468

E-mail : srchang@pknu.ac.kr

Received : September 18, 2023

Revised : October 12, 2023

Accepted : October 16, 2023

Abstract : In this study, 50 ABE-type hard hats were procured from five certified commercial manufacturers, and shock absorption tests were conducted in accordance with Protective Equipment Safety Certification Notice No. 2020-35. The tests were performed under both high- and low-temperature conditions, adhering to safety helmet testing standards. The highest shock transmission ranges were recorded in the tests, with an average energy range of 2,600-4,108 N at high temperatures and 2,316-3,991 N at low temperatures. All five hard hat models demonstrated a maximum transmitted impact force below 4,450 N, without any loss of cap and attachment functionality, confirming their compliance with performance standards. Furthermore, we evaluated the side impact performance of the safety helmets of each company, with an average range of 4,722-5,267 N. Company A exhibited the lowest measurement at 4,722 N. Comparing these results with international safety standards and the national shock absorption test criteria, it was observed that the maximum transmitted shock value using government-specified impact weight falls within the range of 4,450-5,000 N. However, it was noted that developed countries have established specific standards for the side impact forces on safety helmets, which are legally mandated. Consequently, it is imperative for South Korea to enhance its safety helmet side impact performance test methodology to align with domestic standards in the future.

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

Key Words : impact simulation, experiment method, safety helmet, head injury prediction

1. 서론

국내 산업현장의 안전 역량을 개선하는 노력에도 불구하고 중대 재해 처벌법 적용 대상 사업장에서 사고 사망자가 늘어났다¹⁾. 22년 산업재해 현황에서는 전체 사고 사망자 중 53%가 건설업에서 발생하였다. 그중 66%가 떨어짐(추락)과 물체에 맞음(낙하물)에 의해 사망한 것으로 조사 되었다²⁾.

미국에서도 산업현장에서 발생하는 외상성 뇌 손상 환자의 25%가 건설업 직업군에서 종사하는 근로자인 것으로 알려져 있다³⁾. 이처럼 건설업에서 떨어짐 사고는 모든 업무 관련 외상성 뇌 손상 사고의 68%를 차지

하고 낙하물에 의한 외상성 뇌 손상은 12%가 유발된 것으로 나타났다⁴⁾. 이처럼 국내외 산업현장에서는 떨어짐과 물체에 맞음 등 외부의 충격으로부터 머리에 직접 상해를 가해지는 것을 방지하거나 그 영향을 흡수하여 감소시켜 착용자의 머리를 보호하는 것이 안전 모로 규정되어 있으나 사고로부터 얼마나 두부를 보호할 수 있는지 그 성능에 대해서는 의문이 여전하다.

고용노동부 보호구 안전 인증 고시에서는 추락 및 감전 위험방지용 안전모의 성능 기준에 따라 안전 인증(AE, AB, ABE형)과 자율안전 확인 신고(A형)로 구분하며, 안전모의 시험성능 기준은 6가지 항목으로 분류되며, 시험성능 기준은 내관통성, 충격 흡수성, 내전

¹부경대학교 안전공학과 박사과정 (Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

²헤일로 대표이사 (HALO Inc. CEO)

³부경대학교 안전공학과 외래교수 (Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

⁴부경대학교 안전공학과 교수 (Department of Safety Engineering, Pukyong National University)

압성, 내수성, 난연성, 턱 끈 풀림으로 규정하고 있다.

그중 충격 흡수성 시험은 낙하에 의한 충격 에너지 값을 규정하고 충격에너지는 3.6 kg을 1.52 m에서 자유 낙하시킨 값을 중력가속도 9.8 m/s²로 산출하면 53J 이 된다. 53J의 충격에너지가 안전모에 작용하면 안전모를 씌운 머리 모형에 전달되는 충격력이 4,450 N을 초과하지 않은 것을 인증하고 있으나⁵⁾, 국내에서만 연간 40만 개 이상 유통되는 안전모가 제조과정에서 얼마만큼의 충격이 흡수되는지 안전성을 알 수 없는 실정이다⁶⁾.

해외에서도 안전모의 최소 성능 기준을 규정하는 표준대로 안전모가 설계, 제작되어 유통되고 있지만, 성능 기술을 평가하거나 효율성에 관한 연구는 부족한 것으로 알려져 있다⁷⁾. 글로벌 산업 동향에서는 산업현장에서 사용되는 안전모의 충격력은 부적절한 재료 충전, 불균일한 압력 분포 및 블로홀(blowhole) 등으로 인해 안전모의 여러 부위에서 관찰되는 충격력이 기준보다 높은 것으로 조사 되었다⁸⁾. 또한, 산업현장에서는 안전모 착용에 따른 부상 감소를 위해 유통되는 안전모 충격 흡수성 시험은 두부 손상 기준을 연구하고 평가하는 데 필수적이다.

이에 본 연구는 국내 5개 제조사가 시중에 유통 중인 안전 인증 합격품인 ABE 형 안전모 50개를 대상으로 충격 흡수성 시험과 충격에너지 감쇠 시험을 하였다. 안전모 흡수성 시험기기를 포함한 성능 기준에 적합 여부를 알아보고 더 나아가 성능 기준에 없는 안전모 정부 외 범위를 설정하여 측면 최대 충격흡수량을 시험하였다. 또한, 선진국에서 적용 중인 안전모 성능 시험 규정을 비교하여 개선점을 찾고자 한다. 더 나아가 새로운 안전모 설계를 위한 기초자료가 될 것으로 판단된다.

2. 연구 방법

2.1 시료 안전모

본 연구에서 사용된 시료 안전모는 국내의 5개 제조사가 유통 중인 안전 인증 합격품인 ABE 형 안전모 50개가 선택되었다. Fig. 1에 제시된 안전모는 보호구 안전 인증 고시 제2020-35호를 준수하고 한국산업표준 KS 인증을 받은 제품이다. 또한, 안전모의 구조와 재료 그리고 기본 특성은 Table 1과 같고 안전모의 공통적인 설계 특성은 모체의 ABS 재질, 턱 끈, 충격흡수제를 포함하고 있으며, 개별특성으로 착장제는 A사의 제품은 4점 방식이고, B~E사의 제품은 6점 방식이다. 또한, A사 제품은 보안경겸용이며, A~D사 제품 모체의

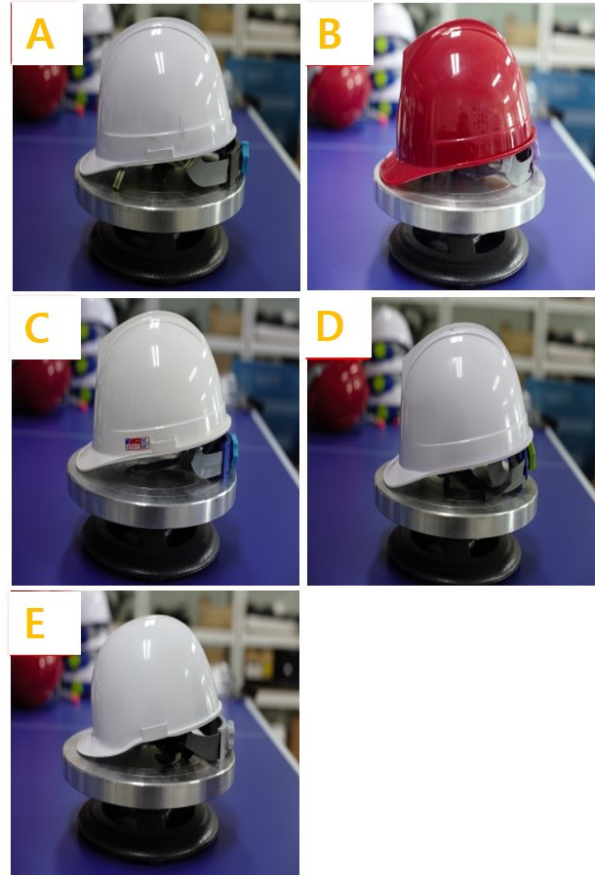


Fig. 1. Tested safety helmets A-E (See Table 1 for information on each helmet).

Table 1. Construction of tested safety helmets

Symbol	Shell material	Safety glasses	Cradle construction
A	ABS	○	Four-point
B	ABS	×	Six-point
C	ABS	×	Six-point
D	ABS	×	Six-point
E	ABS	×	Six-point

Note: ABS = acrylonitrile butadien styrene.



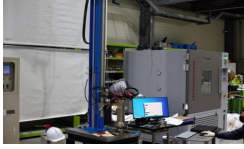


모양은 투구형이고, E사 모양은 MP형 제품으로 구성 되어 있다.

2.2 시험 장비 및 과정

안전모 사용자의 충격 흡수에 영향을 미치는 다양한 매개변수를 측정하려면 추락 및 감전 위험방지용 안전모의 시험방법(제4조 관련) 기준을 준수하여야 하며, 충격 흡수성 시험을 하기 위한 장비는 Table 2와 같다.

국내 기준 보호구 안전 인증 고시 제2020-35호에 따르면 안전모는 용량·등급(ABE, AB, AE, A)을 선택하고, 안전 인증제품을 사용하여야 한다. 안전 인증 안전

Table 2. Test equipment

Type	Equipment	Equipment name
Thermo-hygrostar (High temperature)		TH500
Thermo-hygrostar (Low temperature)		TH500
Impact testing machine		Safety helmet impact testing machine
Sensor A		Safety helmet impact testing machine head dummy
Sensor B		Safety helmet impact testing machine anvil

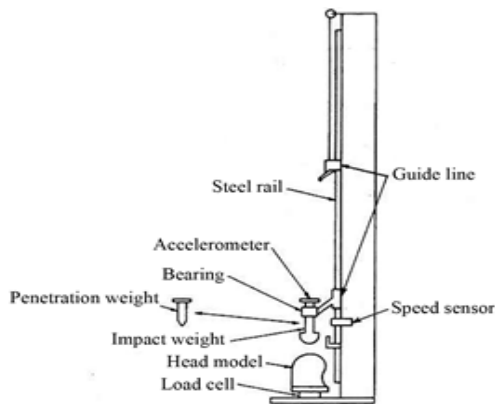


Fig. 2. Safety helmet shock absorption test device.

모의 시험성능 기준은 6가지 항목으로 분류되며, 항목은 내관통성, 충격 흡수성, 내전압성, 내수성, 난연성, 텍 끈 풀림으로 규정되어 있다.

그중 충격 흡수성 시험은 두부 손상에 가장 중요한 성능을 평가하는 요인으로 시험평가 전처리를 고온 조건 (50±2℃)에서 4시간 이상 유지, 저온 조건 (-10±2℃)에서 4시간 이상 유지 후 시험한다. Fig. 2와 같이 안전모 충격 흡수성 시험장치에 안전모를 머리 고정대가

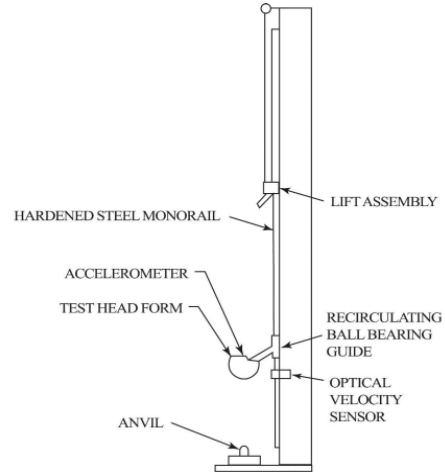


Fig. 3. S Typical impact energy attenuation test apparatus.


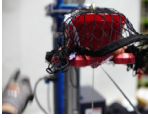

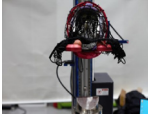

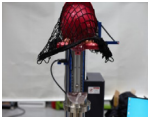

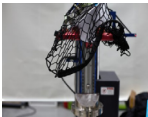


느슨한 상태로 머리 고정대 길이가 58 cm 이상, 낙하 점이 모체 정부를 중심으로 지름 76 mm 이내가 되도록 질량 3.6 kg의 철제 추를 높이 1.52 m에서 자유낙하시키고 전달 충격력을 측정하였다. (충격이 가해진 안전모에 다시 충격이 가해지지 않도록 하며, 전처리한 후 1분 이내에 행한다) 이 모든 과정을 통해 충격 흡수성 시험성능 기준은 최고 전달 충격력이 4,450 N을 초과하지 않고 모체와 착장체의 기능이 상실되지 않아야 한다⁹⁾.

반면 미국표준인 ANSI/ISEA Z89.1-2014에서는 이미 오래전부터 안전모 측면 충격에너지 감쇠 시험을 법으로 규정하고 있었다. Fig. 3은 미국표준 충격에너지 감쇠 시험장치이며, 본 시험을 위해 시험장치를 제작하여 안전모에 대한 측면충격 에너지값을 도출하였다.

2.3 시험 설정

안전모는 5가지 타입의 안전모 50개를 2가지 다른 시나리오에서 보호구 안전 인증 고시 제2020-35호에 따라 시험하여 낙하 물체의 충격을 나타내는 충격 에너지값을 평가하였다. 또한, 안전모 정부 외 측면충격 에너지값을 알아보기 위해 측면부의 충격 위치를 설정하여 현실적인 충격 흡수 성능을 시험하였다. 이 모든 시험은 헤일로에서 운영 중인 연구실에서 수행하였으며, 시험장비는 공인교정기관에서 인정한 QRSCI I, II 제품으로 기계장치인 G_Control DAQS 하드웨어와 안전모 충격 시험프로그램인 소프트웨어로 분석하였다. Table 3에서 안전모 정부 타격지점을 제외한 나머지 측면 타격지점은 전면 50 mm, 후면 80 mm, 좌측면 50 mm, 우측면 100 mm이며, 이는 안전모 착용 시 이마, 뒤통수, 관자, 마루뼈 지점을 임의 설정하여 시험하였다.

Table 3. Safety helmet impact point

Type	Location	
Crown		Top 
Above 50 mm		Front 
Above 80 mm		Back 
Off-crown	Above 50 mm 	Left side 
	Above 100 mm 	Right side 

2.4 국가별 안전모 충격 흡수성 시험 비교

국가별 안전모 시험성능 기준과 표준에서 규정된 사항 중 충격 흡수성 시험을 중심으로 요약 정리한 내용은 Table 4와 같다.

고용노동부 보호구 안전 인증 고시와 한국 표준은 안전모를 머리 모형에 바로 씌운 상태에서 안전모 정부 지름 76 mm 이내 위치에 대해 충격 추를 자유낙하시켜 최고 전달 충격력이 4,450N을 초과하지 않아야 하며, 모체와 착장체의 기능이 상실되지 않아야 한다고 규정하고 있다^{9,10}.

국제표준과 유럽연합표준 EN 397:2013에서는 안전모 정부에만 충격 추를 자유낙하시켜 최고 전달 충격력이 5,000 N을 초과하지 않아야 하며, 착용자의 머리 상부를 보호하기 위한 것이라고 규정하고 있다^{11,12}.

유럽연합표준 EN812:2012에서는 충격 흡수성 시험을 위해 머리 모형 각도를 30°, 60°로 기울일 수 있고, 안전모 전면과 후면에 대해서만 충격 추를 자유낙하시켜 최고 전달 충격력이 15,000 N을 초과하지 않아야 하며, 안전모 정부에 대해 시험을 하지 않은 이유는 머리 상부로부터 떨어지는 물체로 인한 충격에 대해서는 보호 성능이 없기 때문이다¹³.

EN14052:2012에서는 안전모 정부와 정부 외 전면, 후면, 좌우 측면의 해당 부분으로 각각 시험을 하며, 안전모 정부에 대한 충격시험 시 충격 추를 자유낙하시켜 최고 전달 충격력이 5,000 N을 초과하지 않아야

Table 4. Safety helmet test test performance standards by country

Standards	Test	Striker mass (kg)	Falling height (m)	Force (N)
MOEL 2020-35	Shock absorption test	3.6	1.52	4450
KS G 6805:2021	Shock absorption test	3.6	1.52	4450
ISO 3873:2012	Shock absorption test: equal to EN 397	5	1	5000
EN 397:2013	Shock absorption test	5	1	5000
EN 812:2012 (Bump cap)	Impact protection test - Front,Back	5	0.25	15000
EN 14052:2012 (High performance)	Shock absorption test: for crown impact	5	2	5000
	For off-crown impact - Only guided fall	5	1	5000
ANSI/ISEA Z89.1-2014	Shock absorption test for crown impact	3.6	1.5	4450
	For off-crown impact - Average of maximum values	3.6	1.5	3780
JIS T 8131:2000	Shock absorption test	5	1	5000

한다. 안전모 정부 외 충격 흡수성 시험에서는 머리 모형 각도를 15°, 30°, 45°, 60°로 기울인 상태에서 로드셀을 사용하지 않고 가속도계를 이용하여 유도 낙하방식으로 측정하였다. 가속도는 300 G(2,942 m/s²)를 초과할 수 없으며, 최고 전달 충격력 5,000 N을 초과하지 않는다¹⁴.

미국표준에서 안전모는 충격, 비래물에 대하여 제한적인 보호를 하도록 설계된 머리 착용 장구로 규정하고 있으며, 성능 기준은 Type 1(정부), 2(정부 외) 모두가 안전모 정부에 대한 충격시험 시 충격 추를 자유낙하시켜 최고 전달 충격력이 4,500 N을 초과하지 않아야 하며, Type 2는 추가적인 충격에너지 감쇠 시험에서 측면충격에 지정된 사전 조건에 대해 최대 전달 에너지 값의 평균적인 값은 3,780 N을 초과하지 않으며, 이때 최대 가속도는 150G(1,471 m/s²)를 초과하면 안된다¹⁵.

일본표준에서는 안전모 정부에만 충격 추를 자유낙하시켜 최고 전달 충격력이 5,000 N을 초과하지 않아야 하며, 착용자의 머리 상부를 보호하기 위한 것이라고 규정하고 있다¹⁶.

3. 연구 결과

3.1 안전모 충격 흡수성 시험 결과

본 연구에서는 보호구 안전 인증 고시 제2020-35호에

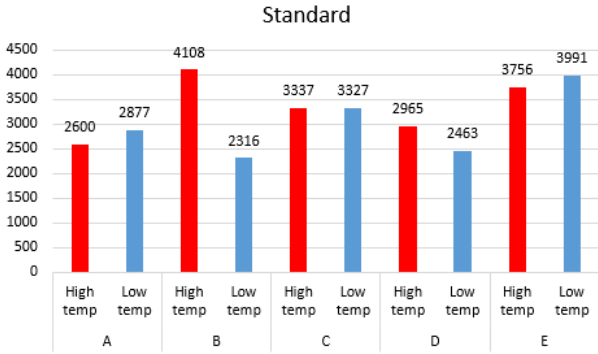


Fig. 4. Impact absorption test highest impact transmission capacity (Unit : N).

따른 안전모 시험 성능 기준에서 충격 흡수성 시험 결과 최고 충격전달력 범위는 Fig. 4에서 그룹 간 평균은 고온에서 2,600~4,108 N이고, 저온에서 2,316~3,991 N으로 측정되었다. 안전모 충격 흡수성 시험 결과 최고 전달 충격력이 4,450 N을 초과하지 않았으며, 5개 사 안전모 모델 모두에서 모체와 착장체의 기능이 상실되지 않아 성능 기준에 적합한 것으로 확인되었다. 현재의 기준에서 문헌 고찰한 국가별 안전모 성능시험 기준과 표준에서 우리나라의 충격 흡수성 시험 성능 기준은 선진국들과 비교하여 동등하거나 낮은 기준인 것으로 나타났다.

3.2 안전모 측면 충격 흡수성 시험 결과

안전모 측면 충격 흡수성 시험을 통해 최고 전달 충격력을 도출한 결과는 Table 5와 같으며, 안전모의 정면, 후면, 좌·우측면, 평균 순으로 구분하여 나열하였다. 안전모 정면(바닥에서 50 mm) 최고 전달 충격력

Table 5. Side impact absorption test highest impact transmission capacity (Unit : N)

Company		A	B	C	D	E
Crown	High Temp	2600	4108	3337	2965	3756
	Low Temp	2877	2316	3327	2463	3991
Front	High Temp	4585	5465	5257	5084	4282
	Low Temp	4878	5578	5090	5591	6958
Back	High Temp	5548	5424	5917	5482	6026
	Low Temp	4730	5694	5407	5718	6566
Left Side	High Temp	5976	6016	5940	5859	6456
	Low Temp	5547	6558	6349	6502	5463
Right Side	High Temp	5397	4637	3589	5610	5241
	Low Temp	5087	4287	4181	6198	3938
avg.		4722	5008	4839	5147	5267

범위는 고온에서 4,282~5,465 N이고, 저온에서 4,878~6,958 N이며, 후면(바닥에서 80 mm) 최고 전달 충격력 범위는 고온에서 5,424~6,026 N이고, 저온에서 4,730~6,566 N이며, 좌측면(바닥에서 50 mm) 최고 전달 충격력 범위는 고온에서 5,940~6,456 N이고, 저온에서 5,463~6,558 N이며, 우측면(바닥에서 100 mm) 최고 전달 충격력 범위는 고온에서 3,589~5,610 N이고, 저온에서 3,938~6,198N으로 분석되었다. 5개 제조사별 평균은 4,722~5,267 N이며, 그중 A사가 4,722 N으로 가장 낮은 것으로 분석되었다.

정리하면 국내의 5개 제조사의 제품은 안전모 정부 이외의 충격 흡수성 시험에서 국내 기준치인 4,450 N을 상회하였으며, C사와 E사의 오른편 충격에서만 유일하게 충격량을 충족하는 결과를 보였다.

3.3 국가별 안전모 충격 흡수성 시험 비교 결과

우리나라 고용노동부 보호구 안전 인증 고시 제 2020-35호는 산업용 안전모에 대한 기술기준이다. 한국 표준으로는 KS G 6805:2021이 있다. 고용노동부 고시와 한국 표준은 사실상 같은 내용이고, 다른 국가의 표준과 비교할 때 우리나라만의 특이점은 추락위험방지를 안전모의 보호 목적에 명시한 점이다. 국제표준으로는 ISO3873:1977이 있다. 유럽연합표준으로는 안전모의 사용 목적을 구체적으로 분류하여 EN 397:2013, EN 812:2012, EN 14052:2012 등이 있다. 미국표준에는 ANSI/ISEA Z89.1-2014가 있고, 일본표준에는 JIS T 8131:2000으로 확인되었다.

이처럼 국가별 안전모 시험성능표준과 기준에서 충격 흡수성 시험 내용을 종합해보면 충격 추에 의한 안전모 정부의 최고 전달충격값은 4,450~5,000 N을 초과하지 않아 이 값의 범위는 거의 비슷한 것으로 나타났다. 다만, 유럽연합표준에서 EN812:2012 경량 안전모는 최고 전달 충격력이 15,000 N을 초과하지 않아야 하며, EN14052:2012 고성능 안전모는 정부 이외의 최고 전달 충격력이 5,000 N을 초과하지 않아야 한다. 또한, 미국표준에서는 ANSI/ISEA Z89.1-2014 Type 2는 추가적인 충격에너지 감쇠 시험에서 측면 충격에 지정된 사전 조건에 대해 최대 전달충격값에 대한 평균적인 전달충격값은 3,780N을 초과하지 않는다고 규정되어 있다.

4. 결론

본 연구는 국내 5개가 시중에 유통 중인 안전 인증 합격품 ABE 형 안전모 50개에 대하여 전처리과정을

포함하여 보호구 안전 인증 고시 제2020-35호에 따라 시험하여 낙하 물체의 충격을 나타내는 충격 에너지값을 측정하고 더 나아가 안전모 측면 충격 범위를 임의로 설정하여 현실적인 재해예방에 필요한 자료를 습득하기 위해 최적화된 충격 흡수성 시험을 시행하였다.

보호구 안전 인증 고시 제2020-35호에 따른 안전모 시험성능 기준에서 충격 흡수성 시험 결과 시중에 유통 중인 5개 사 안전모는 최고 전달 충격력이 4,450 N을 초과하지 않았으며, 모체와 착장체의 기능이 상실되지 않아 성능 기준에 적합한 것으로 확인되었다.

안전모 정면(바닥에서 50 mm) 최고 전달 충격력 범위는 고온에서 4,282~5,465 N이고, 저온에서 4,878~6,958 N이며, 후면(바닥에서 80 mm) 최고 전달 충격력 범위는 고온에서 5,424~6,026 N이고, 저온에서 4,730~6,566 N이며, 좌측면(바닥에서 50 mm) 최고 전달 충격력 범위는 고온에서 5,940~6,456 N이고, 저온에서 5,463~6,558 N이며, 우측면(바닥에서 100mm) 최고 전달 충격력 범위는 고온에서 3,589~5,610 N이고, 저온에서 3,938~6,198 N으로 분석되었다. 5개 제조사별 평균은 4,722~5,267 N이며, 그중 A사가 4,722 N으로 가장 낮은 것으로 분석되었다.

정리하면 국내 5개 제조사의 제품은 안전모 정부 이외의 충격 흡수성 시험에서 국내 기준치인 4,450 N을 상회하였으며, C사와 E사의 오른편 충격에서만 유일하게 충격량을 충족하는 결과를 보였다. 안전모 측면 부위에 충격 발생 시 안전모 정부에 비해 취약한 것으로 나타났다. 이는 측면 부위가 사고 위험에 노출과 두부 손상 확률이 높은 것으로 생각된다.

지금까지 국가별 안전모 시험성능표준과 기준에서 충격 흡수성 시험 내용을 종합해보면 충격 추에 의한 안전모 정부의 최고 전달충격값은 4,450~5,000 N을 초과하지 않아 이 값의 범위는 거의 비슷한 것으로 나타났다. 다만, 유럽연합표준에서 EN812:2012 경량 안전모는 최고 전달 충격력이 15,000 N을 초과하지 않아야 하며, EN14052:2012 고성능 안전모는 정부 이외의 최고 전달 충격력이 5,000 N을 초과하지 않아야 한다. 또한, 미국표준에서는 ANSI/ISEA Z89.1-2014 Type 2는 추가적인 충격에너지 감쇠 시험에서 측면충격에 지정된 사전 조건에 대해 최대 전달충격값에 대한 평균적인 전달충격값은 3,780 N을 초과하지 않는다고 규정되어 있다.

이를 종합하여 볼 때 선진국에서 시행 중인 안전모 측면충격 성능 시험방법을 국내 기준에 맞춘 개선 마련이 필수적으로 이유는 사고 원인은 아주 다양하기 때문이다. 이런 상황에서 지금의 안전모는 보호구로 기능할 수 없음은 미루어 짐작할 수 있다. 다만, 그 높

이가 아주 낮거나 넘어지거나 부딪힘의 성능시험에서 가해지는 정도의 역학적 에너지가 가해지는 상태에서 안전모가 머리 손상을 방지하거나 경감시킨다는 추측을 할 수 있다. 안전모는 머리를 보호하는 보호구로서 큰 역할을 담당하는 것은 틀림없는 사실이다. 그러나 안전모 성능을 생각한다면 추락과 같은 상황에서는 더 이상의 역할을 기대하는 것은 타당하지 못할 것이다.

우리나라의 법령에서는 안전모 측면 최고 전달충격값의 기준이 존재하지 않지만, 안전모 측면 부위에 충격 발생 시 안전모 정부에 비해 취약한 것으로 나타났다. 이는 측면 부위가 사고 위험에 노출과 두부 손상 확률이 높은 것으로 생각된다. 우선 과제로 국내 실정에 맞는 안전모 사용자의 사고 발생 시 부상 예측이나 메커니즘에 관한 연구를 통해 안전모의 측면 최대 전달 충격력 N값에 대한 범위설정이 필요하며, 그 기준은 미국에서 도입 중인 시험방법 등을 참고하여 국내 안전모의 특성을 높이는 노력이 필요합니다. 안전모는 타격 횟수가 증가함에 따라 누적 구조 손상을 입으며 큰 충격이 계속되면 충격 흡수 성능이 저하되므로, 안전모 측면충격 흡수성 시험에서는 전달된 충격량의 타격 횟수 제어 절차를 위한 일관된 충격량을 측정할 수 있는 시험장치를 개발해야 합니다.

앞으로 우리나라에서도 성능시험 방법 기준이 개선된 안전모를 보급한다면 산업현장에서 떨어짐과 물체에 맞음 등 외부의 충격으로부터 머리에 직접 상해를 가해지는 것을 방지하거나 그 영향을 흡수하여 감소시켜 착용자의 머리를 보호할 수 있을 것으로 생각한다. 또한, 본 연구 과정을 산업용 안전모를 포함한 소방관 안전모, 자전거 헬멧, 오토바이 헬멧, 승차용 안전모 등에 확대 적용하는 비교 연구도 가능할 것이다.

References

- 1) P. K. Kim, H. Y. Chae, S. I. Kim and K. Jung, "Relationship Analysis of the Factors for Safety and Health Management System Stipulated in the Serious Disaster Punishment Act with Accident Statistics of Construction Industry", J. Korean Soc. Saf., Vol. 37, No. 4, pp. 44-50, 2022.
- 2) The Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA), "Statistical Survey and Analysis of Industrial Disasters", 2022.
- 3) H. M. Tiesman, S. Konda and J. L. Bell, "The Epidemiology of Fatal Occupational Traumatic Brain Injury in the U.S.", American Journal of Preventive Medicine, Vol. 41, Issue 1, pp. 61-67, 2011.

- 4) United States Department of Labor, “US Occupational Safety and Health Administration, Severe Injury Reports, in: Data from 1/1/2015 through 3/31/2021”, 2021.
- 5) S. W. Shim, Y. S. Sim, J. B. Lee and S. R. Chang, “A Survey on Regulations of Safety Helmet for Preventing Fall Hazard”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 37, No. 6, pp. 96-101, 2022.
- 6) W. C. Shin, “A Study on the Shock Absorption Performance of the Safety Helmet using Coefficient of Restitution”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 27, No. 5, pp. 30-34, 2012.
- 7) J. Long, J. Yang, Z. Lei and D. Liang, “Simulation-based Assessment for Construction helmets”, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Vol. 18, No. 1, pp. 24-37, 2015.
- 8) P. Naresh, D. M. Krishnudu, A.V. H. Babu and P. Hussain, “Design And Analysis Of Industrial Helmet”, International Journal of Mechanical Engineering Research, Vol. 5, No. 1, pp. 81-95, 2015.
- 9) Ministry of Employment and Labor Notice, “No. 2020-35 Safety Certification Notice for Protective Equipment”, 2020.
- 10) Korean Standards Association, “KS G 6805:2021 Safety Helmets”, 2021.
- 11) International Standard, “ISO 3873:2012 Industrial Safety Helmets”, 2012.
- 12) The European Standard, “EN 397:2013 Specification for Industrial Safety Helmets”, 2013.
- 13) The European Standard, “EN 812:2012 Industrial Bump Caps”, 2012.
- 14) The European Standard, “EN 14052:2012 High Performance Industrial Helmet”, 2012.
- 15) American National Standard for Industrial Head Protection, “ANSI/ISEA Z 89.1-2014”, 2014.
- 16) Japanese Industrial Standard, “JIS T 8131:2000 Industrial Safety Helmets”, 2000.