

추락사고 감소를 위한 안전모의 보호목적과 사용의도에 대한 고찰

김진현

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원
(2013. 2. 13. 접수 / 2013. 9. 17. 채택)

A Study on Protective Purposes and Intents of Use of Safety Helmets as for Reduction of Falls

Jin Hyun Kim

Occupational Safety Research Department, Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA
(Received February 13, 2013 / Accepted September 17, 2013)

Abstract : Occupational Safety and Health Act provides that industrial safety helmets are personal protective equipment(PPE) to protect heads against falls from a height. Relevant domestic regulations are distinguished and different from other countries' cases. This study investigated industrial safety helmet's protective purposes and characteristics related to falls and the notion of fall prevention. A comparative analysis of regulations on safety helmets and fall prevention as well as standards on safety helmet's impact test requirements is followed by a literature review. It is also suggested that the term "fall" related to safety helmets should be changed to "impact on the upper part of head" in domestic regulations and standards.

Key Words : personal protective equipment, head prevention, safety helmet, fall from a height, fall, flying, impact, penetration

1. 서론

2011년 12월 기준으로 산업현장의 추락 재해자수는 13,745 명이었다. 산업현장 전체에서 발생한 사고 재해자수 86,045명(전체 재해자수는 93,292명)의 16.0%를 점유하였다. 최근 5년간의 추락 재해현황은 Table 1과 같다. 매년 사고 재해자 중 15~16% 내외의 추락 재해자가 발생하고 있고, 사고 사망자 중에서는 32% 내외로 지속 발생하고 있다.

산업안전보건법규는 이러한 추락 재해를 예방하고자 작업 상황에 맞춰 사업주에게 여러 안전설비의 설치를 통한 안전조치 이행을 강제한다. 그리고 보호구 측면에서는 안전대와 함께 안전모를 추락용 보호구로 명시하고 있다. 안전모를 추락용 보호구로 명시한 것과 관련하여 안전모 자체의 충격흡수성 성능기준과 다른 나라의 법규 또는 성능기준을 비교하고, 또한 산업재해 예방원칙이라는 측면에서 개선할 사항은 없는지 다시 검토해 볼 필요성이 있다고 판단된다.

추락 시 안전모가 재해의 정도를 경감시킬 수 있다는 주장과 안전모는 보호구 측면에서 추락에 관한 한 안전대의 보조적 기능을 함이 옳다는 주장이 대립하고 있지만¹⁾ 재래형 재해의 대표적인 한 형태인 추락재해 위험을 방지하기 위한 방안으로 안전모가 추락용 보호구임을 명시한 부분에 초점을 맞춰 국내·외 법규, 관련 고시 및 표준 등의 문헌조사를 통하여 산업현장의 안전모와 관련한 추락에 대한 개념을 다시 검토함과 동시에 산업재해 감소에 기여할 수 있

Table 1. Number of injuries and illnesses.

Year	Injuries and illnesses(Number)	Injuries (Number)	Fall* injuries (Number/%)
2011	93,292	86,045	13,745/16.0
2010	98,645	90,842	14,040/15.5
2009	97,821	89,100	13,589/15.3
2008	95,806	86,072	14,027/16.3
2007	90,147	78,675	11,834/15.0
Year	Fatal injuries & illnesses(Number)	Fatal injuries (Number)	Fall* fatal injuries (Number/%)
2011	2,114	1,383	452/32.7
2010	2,200	1,383	453/32.8
2009	2,181	1,401	450/32.1
2008	2,422	1,448	468/32.3
2007	2,406	1,383	418/30.2

* Fall means falls from a height(or falls to lower level) except for kinds of accident caused by slippings or trippings

는 방안을 고찰하였다. 이 연구에서는 필요에 따라 일부 언급하기도 하였지만 '감전'의 경우는 논점으로 다루지 않았음을 밝힌다.

2. 국내·외 문헌조사

2.1. 추락위험방지 안전조치 원칙

우리나라 산업안전보건법 산업안전보건기준에관한규

¹⁾Corresponding Author: Jin Hyun Kim, Tel: +82-32-510-0794, E-mail: k3388283@kosha.net

Occupational Safety Research Department, Occupational Safety and Health Research Institute, 478, Munemi-ro, Bupyeong-Gu, Incheon 403-711, Korea

칙에서는 추락 재해의 예방을 위하여 작업여건에 따라 적절한 추락방지조치에 대하여 구체적으로 규정하고 있다. 법규를 살펴보면 추락의 위험을 방지하기 위한 안전조치로 우선 안전난간과 이에 준하는 설비의 설치를 요구한다. 안전난간과 이에 준하는 설비의 설치가 곤란한 경우에는 차선책으로 안전방망이 허용되고, 일부 규정에 따라 안전난간 등과 선택적으로 안전방망을 설치할 수 있음을 규정하고 있다. 안전방망조차 곤란한 경우에 대해서만 안전대를 착용하도록 할 수 있으며 또는 일부 규정에 따라 안전방망과 선택적으로 안전대를 착용하게 할 수 있음을 규정하고 있다. 그리고 보호구는 원칙적으로 설비개선 등 필요한 조치 후의 제향적 대안으로 사용될 수 있음을 밝히고 있다.

유럽연합 법규 EU Directive 89/391/EEC²⁾, 89/656/EEC³⁾, 2001/45/EC⁴⁾에서는 집단보호조치(collective protective measures)가 개인보호조치(individual protective measures)에 우선한다는 위험방지 일반원칙을 규정하고 있다. 집단보호조치의 예로는 비계, 작업발판, 안전난간 등이고, 개인보호조치의 예로는 개인용보호구가 있다. 결론적으로 개인용 보호구는 집단보호조치 등의 방법으로 충분히 안전을 확보할 수 없는 경우에 한하여 보완적으로 사용되어야 함을 규정하고 있다.

영국 법규 WHR 2005⁵⁾는 고소에서의 작업관련 안전보건기준을 규정하고 있는데, “사업주는 고소작업에 있어 작업설비를 선정하는 때에는 집단보호조치가 개인보호조치에 우선하도록 하여야 한다.”고 안전조치 원칙을 규정하였다.

일본의 노동안전위생규칙에서는 추락 위험이 있는 작업에서는 먼저 작업발판, 안전난간 등의 설치가 우선되고, 이러한 조치가 곤란한 때에는 방망 설치, 안전대 사용을 규정하였다.

2.2. 추락위험방지와 안전모 사용원칙

우리나라 산업안전보건기준에관한규칙에서는 물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업에서는 안전모를 보호구로 규정하고 있고, 높이 또는 깊이 2미터 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 하는 작업에서는 안전대를 보호구로 규정하고 있다. 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 안전모와 관련된 조항은 4개(제31조, 제32조, 제33조 및 제186조)이며 직접적으로 추락 위험 방지를 위하여 지급, 착용을 규정한 부분은 제32조제1항 제1호 및 제186조로 법규에서 안전모가 추락위험방지용임을 명시하였다.

유럽연합 법규 89/656/EEC는 안전모(protective helmet)가 필요한 작업으로 건설토목 작업, 강(steel)을 취급하는 작업, 지하에서의 작업, 볼트 취급 공구 작업, 발파 작업, 양중기 작업, 기계가공 작업, 조선 작업, 궤도차량 입환 작업, 도축 작업 등을 열거하였다. 89/686/EEC⁶⁾는 개인용 보호구의 인증절차 등에 대하여 규정하고 있는데, 추락용 보호구(PPE to protect against falls from a height)는 안전대 및 부속설비를 의미하는 것으로 규정하였다. 2001/45/EC는 건설현장에서 활용되는 작업설비(work equipment)의 사용에 있어 최소 안전보건기준을 규정한 89/655/EEC⁷⁾를 개정하는 구

정인데, 추락방지조치로 규정한 작업설비 외에 추락방지를 위한 개인용 보호구로는 유일하게 안전대 및 부속설비와 관련된 규정을 명시하고 있을 뿐이다.

영국 법규 CHPR 1989⁸⁾는 건설현장에서의 머리 보호구(head protection)에 대해 규정하고 있는데, 추락외의 경우 머리에 대한 재해 우려가 있다면 적절한 머리보호구 착용조치의 이행을 규정하였다. 이 법규에서 추락을 제외하는 이유에 대해 이 법규의 Operational Circulars인 OC 404/20⁹⁾은 “건설현장에서 사용되는 머리보호구는 착용자의 추락으로 인한 결과에 대해서는 통상 의미 있게 보호하지 못할 것이다.”라고 설명하고 있다. 즉 머리 보호구의 보호성능에서 추락 시의 보호는 의도적으로 제외시키고 인정하지 않고 있다. 또한, OC 404/20은 건설현장 머리보호구의 머리재해 우려(risk)를 예방하거나 감소시킬 구체적 대상으로 낙하 또는 매달린 물체, 어떤 것에 머리 부딪침(striking)만을 열거하였다. Guidance on Regulations CHPR 1989¹⁰⁾는 “건설현장의 머리재해 예방조치가 요구되는 예”로서 낙하물 예방, 낙하물에 의한 충격 가능성 감소, 어떤 것에 머리를 부딪치는 우려의 최소화를 제시하였다. 또한, “건설현장에서 작업을 수행하지 않는 인원에 대한 머리 보호구” 내용에서는 “건설현장에서 작업을 수행하지 않는 인원(물품 배달원, 주택 구매예정자 등 방문자)에게는 이 규정이 적용되지 않는다. 그러나 현장 내에서 그러한 방문자들에게 머리 재해의 우려(a foreseeable risk)가 있다면, 넘어지거나(stumble) 추락할 우려 외에는 적절한 머리 보호구 착용을 요구하여야 한다.”고 규정하고 있다. PPEWR 1992¹¹⁾에 근거한 Guidance on Regulations 1992 No.2966, 2005개정, L25¹²⁾는 안전모에 대하여 일부 구체적인 설명을 제시하고 있다. (a) 산업용 안전모는 낙하물 또는 고정된 물체에 의한 충격 보호 및 제한적인 내화성능, 교류 440V까지의 내전압성으로 그 보호성능을 언급하고, (b) 경안전모(bump cap)는 머리 부딪침(예를 들면 고정된 물체에 걸어가면서 충격) 보호, 머리카락 말림방지로 그 보호성능을 언급하고, (c)-(e)는 소방관용, 운송수단(오토바이, 자전거 등)용, 레저용 안전모에 대하여 그 보호성능을 기술하고 있다. 그리고 개인 추락 보호구로는 “안전대 및 부속설비”에 대하여 기술하고 있다. Guide to 1992 No.2966, INDG174¹³⁾에는 유해위험요인과 개인용 보호구의 종류에 대한 설명이 있는데, 그 중 머리 부분에 대해서는 “유해위험요인: 낙하·비래물에 의한 충격, 머리 부딪침 우려, 머리카락 말림 / 대책: 여러 종류의 안전모와 경안전모”라고 기술하고 있다. WHR 2005⁵⁾는 “개인 추락보호 시스템(personal fall protection system)”에 대해서 안전대 및 부속설비를 중심으로 정의하고 있을 뿐, 이 개념에 안전모는 포함시키지 않고 있다.

미국 법규 29 CFR 1910.135¹⁴⁾는 낙하물에 의한 잠재적 손상 위험으로부터 머리를 보호하기 위하여 근로자에게 안전모를 착용하게 조치하여야 함을 사업주 의무사항으로 정하고 있다. 또한 29 CFR 1926.100¹⁵⁾은 건설현장에서의 안전보건기준인데, 충격, 낙하·비래물, 감전 및 화상에 의한 머리 손상의 가능한 위험이 있을 때 근로자는 안전모를 착용하여야 한다고 규정하였다. 또한 머리 보호구에

대한 구체적인 기준은 ANSI Z89.1¹⁶⁾과 현재 폐지된 ANSI Z89.2¹⁷⁾에 따를 것을 규정하고 있다.

일본의 노동안전위생규칙에서는 추락위험의 방지를 위하여 안전모를 착용하여야 하는 안전기준으로 하역운반 기계작업 중 단위 중량 100 kg이상의 짐을 부정지운반차(不整地運搬車) 또는 화물자동차에 싣거나 내리는 작업을 하는 경우에는 사업주에게 안전모 사용상황을 감시하도록 하였고, 최대적재량 5톤 이상의 부정지운반차 또는 화물자동차에 짐을 싣거나 내리는 작업을 하는 경우 사업주와 근로자 모두에게 안전모 착용에 관계된 각각의 의무를 규정하였다.

2.3. 안전모의 보호목적

우리나라 고용노동부 고시에서는 추락 및 감전 위험방지용 안전모와 그 외 안전모로 대별하고, 추락 및 감전 위험방지용 안전모는 3종류(AB, AE, ABE)로 세분하였다. 그 외 안전모는 보호구 자율안전확인 고시에 의한 안전모로 이는 개정 전 고시에서 정하였던 낙하·비레 위험방지용인 A종 안전모에 해당한다. 고시에서 안전모의 보호 목적은 추락, 감전, 낙하·비레 위험방지로 명시하고 있다.

한국표준(KS G 6805:2011)¹⁸⁾에서 정한 산업용 안전모의 보호범위는 개정 전 고용노동부 고시와 같이 물체의 날아옴·낙하물용(A), 추락 시 보호용(B) 및 전기용(E)으로 구분하여 그 종류로는 A, B, AB, AE, ABE가 있다.

국제표준(ISO 3873)¹⁹⁾은 산업용 안전모의 적용범위에 대한 구체적 규정은 두고 있지 않으나, 정의규정에서 안전모는 “타격에 대하여 착용자의 머리 윗부분을 보호(to protect the upper part of a wearer's head against a blow)”하는 것으로 정의하였다. 그리고 성능시험 부분에서 충격흡수성시험의 경우 낙추 충격은 안전모 정부에만 가하지만, 내관통성시험의 경우 정부를 중심으로 직경 100 mm의 범위 이내를 지정한 것으로 미루어 볼 때, 안전모의 보호범위는 착용상태에서 머리의 윗부분, 보호 목적은 상부에서의 낙하·비레물을 의도한 것으로 판단된다.

유럽연합표준 중 일반 산업용 안전모에 적용하는 EN 397:1995²⁰⁾는 착용자의 머리 상부를 낙하물로부터 보호함이 목적임을 정확히 명시하고 있다. 또한 EN 14052²¹⁾에서는 EN 397의 제정 의도로, 안전모 정부(crown)를 벗어난 부위에 대한 충격까지는 보호 목적이 아님을 명시하고 있다. 산업용 경안전모에 적용하는 EN 812:1997²²⁾은 낙하·비레물, 움직이거나 매달린 물체에 대한 보호는 목적이 아님을 명시하면서 정지된 물체에 부딪치는 경우(착용자의 머리에 가벼운 열상 정도만 예상되는)의 보호 목적임을 정하고 있다. 일반 산업용 안전모보다 일부 성능이 향상된 고성능 안전모에 적용하는 EN 14052:2005는 낙하물에 대하여 더 높은 수준의 보호, 정부를 벗어난 부위에 대한 충격 및 평평한 날(일반적으로 내관통성시험은 원뿔형 낙추에 의한)의 내관통 보호성능을 기술하였다. 유럽연합표준에 의하면 일반 산업용 안전모의 보호 목적은 낙하물에 의한 충격 시 머리 상부의 보호임이 분명하다. 또한 안전모로 고려하기도 곤란하다는 의견도 있지만 경안전모의 보호 목적도 머리

가 정지된 물체에 가볍게 부딪치는 정도에서만 보호하는 것임을 정하고 있다. 다만, 낙하물에 대해 더 높은 수준으로 보호할 수 있다는 고성능 안전모도 머리 정부를 벗어난 다른 부위를 보호범위로 포함시키기는 하였지만 이 경우에도 전도나 추락과 같은 개념은 포함시키지 않고 충격(impact)으로만 보호 목적을 표현하고 있을 뿐이다.

미국표준(ANSI Z89.1-2009)¹⁶⁾에서 안전모는 충격, 비레물체 또는 감전으로부터 제한적인 보호성능을 갖춘 머리에 착용하는 장구로 정의하고 있다. 현재 폐지된 전기작업 근로자를 위한 안전모 표준 ANSI Z89.2-1971¹⁷⁾의 적용범위에서는 “전기작업 근로자들의 머리를 낙하 또는 비레물체의 충격과 관통 및 고전압의 감전과 화상으로부터 보호하기 위하여”로 규정하였던 바 있고, 정의 규정에서 “안전모”를 “충격, 비레물, 감전 등으로부터 머리를 보호하는”으로 표현하였다. 미국표준에서 정한 안전모의 보호 목적은 머리에 가해지는 충격과 낙하·비레물에 의한 위험을 방지하고자 함인데, 이 충격과 관련하여 의미있는 내용으로 “작은 공구, 작은 나뭇조각, 볼트, 너트, 리벳 등 유사한 위험요인에 대하여 제한적이지만 효과적인 보호를 하는”과 같은 상세한 설명을 제시하면서도 직접 착용자가 머리를 다룬 데 부딪치는 것과 같은 형태에 대한 언급이 없다는 점, 충격의 종류와 관련하여 Type I은 머리의 상부(top)에만 가해지는 타격(blow)으로부터 발생하는 충격력을 감소시키는 안전모, Type II는 머리의 상부와 측면(sides)에 가해지는 충격으로부터 발생하는 충격력을 감소시키는 안전모로 구분하는 것 등을 종합적으로 판단하면, 충격은 낙하·비레물에 의한 충격을 의미하는 것으로 봄이 타당하다고 사료된다. 미국표준의 안전모는 낙하·비레물에 의한 위험방지가 보호 목적인 것이다.

일본표준(JIS T 8131-1990)²³⁾은 안전모의 사용구분종류(classes and symbols)로 다음의 Table 2와 같은 기준을 과거에 규정한 바 있었다. 그런데, 이 표준의 개정판인 JIS T 8131:2000²⁴⁾은 개정 전 표준 T 8131-1990에 규정되었던 안전모의 사용구분종류를 삭제하였다. 그리고 부속서 2에 전도·전락 시 보호를 위한 안전모 관련 요구조건으로 JIS T 8131-1990²³⁾의 본문에 규정되었던 추락용 B에 해당하는 사항을 추가성능조건(임의요건: 이 추가성능조건은 ISO 관련 표준에는 규정되지 않은 것이기 때문)으로 기술하면서 “전도·전락 시 보호용 안전모는 1990년 표준의 추락 시 보호용(종류, 기호 B) 안전모를 시험방법, 요구성능의 변경 없이 명칭만 변경한 것이다.”라고 기술하였다. 결론적으로 일본표준에서 정한 산업용 안전모는 A, B, AB, AE, ABE종 구분은 2000년 이후 삭제되었고, 그 보호 목적은 원칙적으로 ISO 관련 표준에 따라 낙하·비레 시 보호용이며, 개정전 표준의 추락 시 보호용은 전도·전락 시 보호용 용어를 변경하여 표준의 부속서에 기술하고 있을 뿐이다.

호주/뉴질랜드표준(AS/NZS 1801)²⁵⁾은 산업현장의 안전모를 Type 1: 일반적인 산업용 안전모, Type 2: 고온 작업장용 안전모, Type 3: 산불(들불) 진화작업용 안전모로 구분하면서, 낙하물로부터 착용자의 머리를 보호하는 것이 근본적 보호 개념으로 파악하여 “착용자의 머리 상부를 충

Table 2. Classes(symbols), (JIS T 8131-1990)

Classes (symbols)	Division by use	Remarks
A	For flying, falling objects	Symbol to prevent or reduce the danger due to flying or falling objects.
B	For protection at the time of fall	Symbol to prevent or reduce the danger due to a fall.
AB	For flying, falling objects, for protection at the time of fall	Symbol to prevent or reduce the danger due to the flying or falling objects.
AE	For flying, falling objects, for electricity (using voltage: not higher than 7000 V)	Symbol to prevent or reduce the danger due to flying or falling of objects and prevent the danger due to an electric shock given to the head.
ABE	For flying, falling objects, for protection at the time of fall, for electricity (using voltage: not higher than 7000 V)	Symbol to prevent or reduce the danger due to flying or falling objects and prevent the danger due to an electric shock given to the head.

격에 대하여 보호함을 주요 목적으로”라고 명기하면서 안전모의 원칙적인 사용 목적은 낙하물에 의한 위험방지를 밝히고 있다.

2.4. 안전모에 가해지는 위험의 분석

각 국가별 고시와 표준에서 정한 안전모에 대한 외부로부터의 위험상황을 그림으로 분류하면 다음의 Fig. 1과 같이 나눌 수 있다. 안전모를 착용한 근로자가 스스로 다른 구조물이나 물체 등에 부딪치는 상황은 그림에서는 생략하고, 다음의 Table 3에서 구분하였다.

먼저, 안전모에 충격을 가할 수 있는 물체가 안전모에 와서 부딪치는 상황은 3가지로 분류할 수 있다. ①은 안전모 정부에 대한 낙하 충격으로 구분하였다. ②는 정부를 벗어난 지점에 대한 낙하 충격으로 구분하였다. 낙하물이 초기에 어느 정도라도 수평방향으로 초기 속도를 가지는 경우 이 물체의 낙하 각도는 그림의 ②와 같이 수직 하방이 아니라 초기 속도에 따라 일정한 경사각을 갖게 될 것이다. 그림은 그러한 구분까지는 생략하였다. 위에서 떨어지는 물체가 낙하물인지, 비래물인지 구분하는 것은 어려울 수 있으나, 이 연구에서는 떨어지는 물체가 갖는 초기 운동에너지 보다 초기 위치에너지가 큰 경우는 낙하물로 구분하였다. 산업현장에서는 측면에서 날아오는 비래물이 낙하 높이 이상으로 더 큰 운동에너지를 가지는 경우(예를 들면 큰 초기 속도의 발사체에 의한 비래물)는 고려하기 힘들 것으로 사료되므로 ②의 경우 어느 정도의 경사각을 갖고 떨어지는 물체라 하더라도 낙하물로 고려해도 무방할 것이다. ③은 안전모 어떤 부분이라도 부딪칠 수 있는 비래물로 구분하였다.

다음으로 안전모를 착용한 근로자가 의도하지 못한 상태에서 구조물, 물체 등에 머리를 움직여 충격하는 경우이다. 이러한 경우는 각 고시와 표준이 보호를 의도하는 그대로 구분하였다. 각각의 위험상황에 대응하는 보호 성능을 고려한 각 국가별 고시와 표준을 정리하여 비교하면 Table 3과 같다.

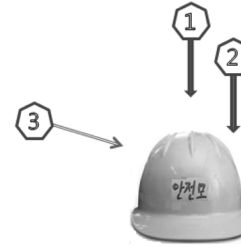


Fig. 1. Hazardous conditions to a safety helmet.

Table 3. Hazardous conditions and impact in standards.

Impact	Something towards one's head		
	①	②	③
Standard	2008-77*, KSG6805, ISO3873, EN397, EN14052, ANSIZ89.1, JIST8131	2008-77*, KSG6805, EN14052, ANSIZ89.1, JIST8131	2008-77*, KSG6805, ISO3873, EN397, EN14052, ANSIZ89.1, JIST8131
Impact	One's head towards something		
	Fall from a height	Tumbling & falling down	Striking one's head against hard, stationary objects
Standard	2008-77*, KSG6805	2008-77*, KSG6805, JIST8131	2008-77*, KSG6805, ISO3873, EN397, EN812, EN14052, ANSIZ89.1, JIST8131

* 2008-77 means Notification 2008-77 of Ministry of Employment and Labor

각 국가별 안전모 성능과 관련한 고시와 표준에서는 기본적으로 안전모 정부에 대한 충격흡수성시험, 정부 및 정부 외의 일정 범위에 대한 내관통성시험을 통해 ①과 ③에 대한 보호는 인정하고 있다. 그러나 ②의 경우에 해당하는 별도의 강화된 성능기준은 일부의 고시와 표준에서만 규정하고 있다. 이 강화된 별도의 성능시험을 거치지 않은 일반 안전모는 정부 외 범위에 대한 충격흡수성능은 인정되지 않는다는 의미이다. 이 강화된 별도의 충격흡수성능시험에서 충격하중의 작용 방향은 Fig. 1과는 달리 안전모 해당 부위에 수직으로 작용하도록 안전모를 비스듬히 씌우거나 머리모형(headform)을 기울이게 된다.

근로자가 안전모를 착용한 상태로 구조물이나 다른 물체에 부딪치는 경우에는 각 국가별 고시와 표준에서 크게 차이를 보인다. 산업용 안전모가 정지물체에 가볍게 부딪치는 경우(그러한 경우에도 앞부분과 뒷부분만)만을 가정하여 가볍게 만든 EN 812에 상당하는 성능은 산업용 안전모라면 기본적으로 그 정도의 성능은 발휘한다는 데 이의가 없을 것이다. 문제는 안전모를 착용한 근로자가 넘어지거나 추락하는 경우이다. 일본의 경우 과거 표준에서는 추락 시 안전모의 보호 개념을 유지하였으나, 2000년 표준의 개정에서 이 개념을 폐지하고, 전도·전락 시 안전모의 보호 개념으로 감축·변경하였다. 이 개념도 국제표준에의 부합화 차원에서 표준의 본문이 아니라 부속서에 언급하였다.

2.5. 안전모의 보호성능

각 국가별 안전모 성능시험 고시와 표준의 충격흡수성

Table 4. Test and impact energy in standards.

Standards	Test	Striker mass	Falling height	Impact energy
2008-77*	Shock absorption test	3.6 kg	1.5 m	53 J
	Penetration test	0.45 kg	3 m	13.2 J
KS G 6805:2011	Shock absorption test	3.6 kg	1.524 m	54 J
	Penetration test	0.45 kg	3.048 m	13.4 J
ISO 3873:1997	Shock absorption test: equal to EN 397	5 kg	1 m	50 J
	Penetration test: equal to EN 397	3 kg	1 m	30 J
EN 397:1995	Shock absorption test	5 kg	1 m	49 J
	Penetration test	3 kg	1 m	29.4 J
EN 812:1997 (Bump cap)	Impact protection test	5 kg	0.25 m	12.5 J
	Penetration test	0.5 kg	0.5 m	2.5 J
EN 14052:2005 (High performance)	Shock absorption test: for crown impact 100 J, for off-crown impact 50 J - only guided fall	100 J, 5 kg	2.04 m	100 J
		50 J, 5 kg	1.02 m	50 J
	Penetration test: - 1 kg, a flat blade striker	1 kg	for crown impact 2.5 m, for off-crown impact 2 m	24.5 J, 19.6 J
ANSI/ISEA Z89.1-2009	Force transmission test	3.6 kg	1.5 m	53 J
	Apex penetration test	1.0 kg	2.45 m	24 J
	Impact energy attenuation test - Additional requirements for Type II	5 kg	0.625 m	30.6 J
	Off-center penetration test - Additional requirements for Type II	1.0 kg	1.276 m	12.5 J
JIS T 8131:2000	Shock absorption test	5 kg	1 m	50 J
	Penetration test	3 kg	1 m	30 J
	Impact absorption test - Annex 2	5 kg	1 m	50 J
	Penetration test - Annex 2	1.8 kg	0.6 m	10.8 J
AS/NZS 1801:1997	Shock absorption test	5 kg	1.02 m	50 J
	Penetration test	3 kg (2 kg)	1 m (1.46 m)	29.4 J

* 2008-77 means Notification 2008-77 of Ministry of Employment and Labor

시험과 내관통성시험의 낙하에 의한 충격에너지 값은 Table 4와 같다. 충격에너지는 각 국가별 표준에 수치가 기술된 경우 그대로 기술(중력가속도는 10 % 또는 9.8 %로 사용됨) 하였고, 수치가 기술되지 않은 경우에는 중력가속도는 9.8 %를 사용하여 계산하였다.

고용노동부 고시에서 규정한 국내 안전모 충격흡수성시험의 경우 충격에너지는 3.6 kg을 1.5 m에서 떨어뜨리는 충격에너지 값에 상당하고, 그 값은 중력가속도 값을 9.8 %로 하면 53 J이다. 다른 여러 국가의 경우에도 그 값의 범위는 거의 비슷하다. 일반적으로 안전모 정부에 대해 떨어뜨리는 낙추에 의한 충격에너지는 50 J 정도이다. 다만, 유럽연합 EN 14052 고성능 안전모에서는 정부에 대해 100 J의 충격에너지를 가한다.

안전모 정부에 대해 위에서 가해지는 충격흡수성시험(shock absorption test)이 아니라 안전모 측면 등에 가해지는 충격을 고려한 성능시험(이 부분은 shock absorption test라는 용어 대신 대부분 impact test라는 용어를 사용하여 구분하고

있음)에서는 국내의 경우 정부를 중심으로 직경 76 mm이 내의 범위에 대한 충격에너지는 53 J을, 유럽연합 EN 812²²⁾ 경안전모에서는 12.5 J을, EN 14052²¹⁾ 고성능 안전모에서 정부외의 범위에 대해 50 J을, 미국 ANSI/ ISEA Z89.1¹⁶⁾ 머리의 측면에 가해지는 충격에 대한 보호를 추가하는 Type II(안전모를 씌운 머리모형을 낙하시킴)는 30.6 J을, 일본 JIS T 8131²⁴⁾의 전도·전락 시 보호용 안전모에서는 50 J을 성능기준으로 정하고 있다.

안전모 성능시험 시 안전모에 가해지는 충격에너지가 53 J(국내 고시 기준)이라 하더라도 그 에너지를 모두 안전모가 흡수한다는 의미는 아니다. 충격흡수성시험에서는 53 J의 충격에너지가 안전모에 작용하면 안전모를 씌운 머리모형에 전달(충정)되는 충격력이 4,450 N을 초과하지 않을 것을 요구한다. 충격력과 관련해서는 충격이 작용하는 시간이 중요하다. 충격이 가해지는 시간을 길게 하면 최고 충격력이 낮아진다는 역학적 관계를 이용하여 안전모는 재질과 여러 구성품의 조합을 통해 외부에서 안전모에 작용하는 충격력을 지연, 흡수, 분산시키는 역할을 한다. 그렇게 함으로써 머리 손상을 예방하거나 그 정도를 낮출 수 있는 것이다.

이상의 성능기준으로 보면, 일반적으로 가벼울수록 좋은 산업용 안전모에서는 성능시험 시 가해지는 충격에너지가 안전모 정부이든 정부외의 범위이든 50 J(유럽연합표준 중 고성능 안전모의 경우 정부에 대해서만 100 J) 정도일 뿐이다. 설령 안전모를 충분히 무겁게 제조하는 것이 허용된다 하더라도 추락의 경우 근로자의 머리와 목 부위를 보호할 수 있는 보호구를 안전모 형태로 제조하는 것은 불가능할 것으로 보인다.

3. 고찰 및 제안

각 국가별 관련 법규와 표준에 따르면 개인용 보호구 중 안전모는 원칙적으로 낙하·비래, 충격 또는 감전 재해의 위험을 방지함이 목적이고 추락위험방지용 보호구로는 인정되지 않음을 파악할 수 있다. 특히, 건설현장에 적용하는 영국법규에서는 머리 재해의 우려를 예방하거나 감소시킬 목적으로 사용하는 머리보호구의 구체적 보호대상으로 추락은 의도적으로 제외시키고 있다. 한국과 일본을 제외하면 선진 외국에서 추락위험방지용 보호구로는 안전대 및 부속설비만을 인정하는 것으로 정리할 수 있었다.

우리나라 현행 법규(산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조 제1항 제1호)에서 물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업에서는 안전모를 지급하고 착용할 것을 사업주의 의무로 정하고 있는데, 이렇게 되면 낙하·비래와 추락외의 작업상황으로 근로자가 움직이는 과정(일어서거나 넘어지는 과정 포함)에서 머리가 다른 물체나 구조물과 부딪치는 경우는 사실상 안전모 착용의무 대상에서 제외되는 문제가 발생한다.

법규와 고시 등의 개정 방안은 다음과 같다. 산업안전보건법규(시행령 제28조 제1항 제3호 가목, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조 제1항 제1호)와 고용노동부 고시

(제2008-77호 보호구 의무안전인증고시 제2장 명칭, 제3조 제1항 제2호, [별표 1], <Table 1>, [별표 1의2], [별표 7]2 일반조건 다.) 등에서 안전모를 추락위험방지용 보호구로 명시한 부분과 관련하여 ‘추락’이라는 용어는 제1안 ‘머리상부의 충격’, 제2안 ‘충격(또는 충격 경감)’, 제3안 ‘전도, 충돌’로 개정하는 방안을 제안한다. 머리상부는 안전모를 착용함으로써 그 보호 성능이 신뢰되는 안전모로 덮여 있는 머리의 윗부분으로 봄이 타당할 것이다. 제1안과 제2안의 ‘충격’은 산업안전보건기준에관한규칙 제32조 제1항 제3호에서 이미 사용된 용어이므로 사용에 문제가 없을 것으로 판단되며 산업현장에서 머리에 가해질 수 있는 다양하고 현실적인 위험요인(낙하·비래, 충돌, 전도, 낮은 높이에서의 추락 등)을 보호범위에 포함시키면서 국제기준에도 부합하는 조치가 될 것이다. 다만, 제3안의 경우 일본표준은 전도·전락으로 표현하지만 전락은 전도에 포함되는 개념으로 보더라도 전도와 함께 충돌(두 물체가 부딪침이라는 사전적 의미 고려)만을 포함시키면 다소 현실적인 개정은 되겠지만 이는 도리어 의도적으로 낮은 높이에서의 추락을 제외시키는 의미가 될 수도 있으므로 바람직한 용어 선정은 아닌 것으로 사료된다. 따라서 제1안 또는 제2안이 보다 적절한 용어 선정이 될 것으로 사료된다.

산업현장에서 근로자의 머리 보호를 위해 착용하는 안전모가 추락위험방지용으로 법규에 명시된 것은 안전모의 성능과 보호구의 개념에 비추어 보면 너무 지나친 지위를 부여한 것임과 동시에 다양한 형태의 위험요인으로부터 머리 보호라는 차원에서 보면 낙하·비래, 추락, 감전을 제외한 다른 발생형태는 누락시킨 상황이 된 것으로 사료된다. 그리고 당연히 추락위험방지를 위해 사업주가 검토하고, 이행하여야 할 선행적인 안전설비 설치와 관련된 조치는 소홀히 취급되고, 마지막 대안이 되는 안전모 착용을 쉽게 선택할 수 있는 법적 여지를 남기지 않도록 개선하는 방안으로의 검토가 필요하다고 사료된다.

법규와 고시 등에서 ‘추락’이라는 용어를 ‘충격’으로 변경함으로써 안전모는 산업현장에서 낙하·비래물외에 근로자가 움직이는 과정(일어서거나 넘어지거나 상대적으로 낮은 높이에서의 추락, 물체가 넘어지는 것 포함)에서 머리가 다른 물체(설비) 또는 구조물(바닥, 벽체)에 부딪침으로 인해 발생하는 충격(성능시험을 통해 보호되는 충격 흡수 수준을 고려) 즉, 머리에 대한 위험을 방지하거나 경감시키는 적절한 보호구라는 원칙적인 개념으로 바로잡을 수 있을 것으로 사료된다.

산업현장에서 근로자의 머리를 보호하는 유일한 보호구는 안전모가 틀림없다. 낙하물 또는 비래물이 우려되거나 사다리, 작업대, 차량적재함 등 상대적으로 낮은 높이에서 추락위험이 있거나 주위에 작업용 도구, 용구, 배관이 주렁주렁 매달려 있거나 경사진 곳, 바닥이 고르지 못한 곳, 미끄러운 곳으로 인해 근로자가 넘어질 우려가 있거나 세워진 물건이 넘어질 우려가 있거나 감전의 위험이 있는 곳 등에서는 머리에 대한 재해를 예방 또는 경감시킬 수 있도록 사업주는 적절한 성능의 안전모를 지급하고 착용하게 함으로써 근로자의 머리 상부를 보호할 수 있도록 조치하

고, 근로자는 성실히 안전모를 착용하여야 할 것이다.

4. 결론

본 연구는 우리나라 산업안전보건법규에서 규정한 산업현장의 추락위험방지를 위한 안전조치 중 보호구 측면에서 안전대와 함께 안전모를 추락용 보호구로 명시한 것과 관련하여 추락사고 위험의 방지 또는 감소라는 측면에서 개선할 점에 대해 고찰해 보았다.

1) 각 국별 법규에서 정한 산업현장의 안전모는 한국과 일본을 제외하면, 낙하비래, 충격 또는 감전 재해의 위험을 방지함이 목적이고 추락(전도·전락 포함)위험방지용 보호구로는 인정되지 않음을 알 수 있다.

2) 각 국별 안전모 관련 기술기준과 표준을 바탕으로 분석하면 근로자가 안전모를 착용한 상태에서 물체에 의해 머리에 가해지는 위험은 크게 안전모 정부에 대한 낙하, 정부를 벗어난 부위에 대한 낙하 및 안전모 모든 부위에 가해질 수 있는 비래로 구분할 수 있고, 반대로 머리가 움직여 다른 물체에 접근하는 위험은 추락, 전도·전락 및 고정된 물체에 부딪힘으로 나눌 수 있는데 이 모든 경우를 포괄하는 보호성능을, 실제로는 그럴 수 없는데도 불구하고 요구하는 규정은 한국의 고시와 표준에만 존재하는 것으로 파악된다.

3) 각 국별 안전모 보호성능기준으로 검토하면 안전모 성능시험에서 가해지는 충격에너지는 50 J에서 100 J 범위 이내이다. 따라서 안전모는 낙하비래물에 대해 또는 그 정도의 충격 수준에서 머리 상부를 보호하는 것을 원칙으로 하는 보호구로 인식함이 바람직한 것으로 사료된다.

4) 우리나라 법규와 고시 등의 개정 방안으로, 산업안전보건법 시행령, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 고용노동부 고시 등에서 안전모를 추락위험방지용 보호구로 명시한 부분과 관련하여 ‘추락’이라는 용어는 제1안 ‘머리상부의 충격’, 제2안 ‘충격(또는 충격 경감)’, 제3안 ‘전도, 충돌’로 개정하는 방안을 제안한다.

우리나라 산업안전보건법규는 안전모의 지급·착용기준으로 낙하·비래, 추락, 감전만을 한정함으로써 그 외의 머리에 대한 충격이 우려되는 상황일지라도 안전모는 착용을 하지 않아도 된다는 잘못된 인식이 나타날 수 있고, 산업현장에서 안전모 착용에 우선하여 이루어져야 하는 추락위험방지를 위한 단계별 안전조치가 생략되고 가장 비용이 적게 드는 안전모 지급·착용에 의존하는 현상분위기를 올바른 방향으로 전환시킬 수 있다는 측면에서 산재감소에 기여할 것으로 판단된다. ‘추락’이라는 용어 대신 ‘충격’이라는 용어를 채택함은 안전모의 착용범위를 감축하는 것이 아니라 안전모의 보호성능이 요구하는 실질적인 범위에서 재해의 정도를 경감할 수 있도록 낙하비래, 충돌, 전도·전락 및 낮은 높이에서의 추락 등을 제대로 포함시키는 조치가 될 것이며 대부분의 다른 국가에서도 인정되는 원칙적인 안전모 관련 국제기준에 부합하는 조치가 될 것으로 사료된다.

Reference

- 1) J. H. Kim, S. H. Seo, W. C. Shin, J. S. Kim and S. J. Choi, "Survey and Study on Personal Protective Equipments and Protective Devices", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 140~146, 256~258, 2011.
- 2) The Council of the European Communities, "Council Directive of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work(89/391/EEC)", p. 3(No L183), 1989.
- 3) The Council of the European Communities, "Council Directive of 30 November 1989 on the minimum health and safety requirements for the use by workers of personal protective equipment at the workplace(third individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) (89/656/EEC)", p. 19(No L393), 1989.
- 4) The European Parliament and The Council of the European Union, "Directive 2001/45/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 amending Council Directive 89/655/EEC concerning the minimum safety and health requirements for the use of work equipment by workers at work (second individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC)", p. 46(L195), 2001.
- 5) UK Department for Work and Pensions, "2005 No. 735 Health and Safety The Work at Height Regulations 2005", pp. 3, 5, 2005.
- 6) The Council of the European Communities, "Council Directive of 21 December 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to personal protective equipment (89/686/EEC)", p. 21, 1989.
- 7) The Council of the European Communities, "Council Directive of 30 November 1989 concerning the minimum safety and health requirements for the use of work equipment by workers at work (second individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) (89/655/EEC)", pp. 13~17(No L393), 1989.
- 8) UK Department of Employment, "1989 No. 2209 Health and Safety The Construction (Head Protection) Regulations 1989", p. 2, 1989.
- 9) Health and Safety Executive, "The Construction (Head Protection) Regulations 1989 OC 404/20", p. 3, 1990.
- 10) Health and Safety Executive, "Construction (Head Protection) Regulations 1989 2nd edi., L102", pp. 4, 7, 1998.
- 11) UK Department of Employment, "1992 No. 2966 Health and Safety The Personal Protective Equipment at Work Regulations 1992", pp. 1~13, 1992.
- 12) Health and Safety Executive, "Personal Protective Equipment at Work 2nd edi., L25, 2005 revision", pp. 24, 34~35, 2005.
- 13) Health and Safety Executive, "A short guide to the Personal Protective Equipment at Work Regulations 1992 INDG174 (rev1)", p. 2, 2005.
- 14) United States Department of Labor, "OSHA Regulations (Standards-29 CFR) 1910.135, Personal Protective Equipment-Head protection".
- 15) United States Department of Labor, "OSHA Regulations (Standards-29 CFR) 1926.100, Personal Protective and Life Saving Equipment - Head Protection".
- 16) American National Standards Institute, "ANSI/ISEA Z 89.1-2009 American National Standard for Industrial Head Protection", pp. 1, 10, 2009.
- 17) American National Standards Institute, "ANSI Z 89.2-1971 American National Standard Safety Requirements for Industrial Protective Helmets for Electrical Workers, Class B", p. 7, 1971.
- 18) Korean Agency for Technology and Standards, "KS G 6805: 2011 Safety helmets", p. 3, 2011.
- 19) International Organization for Standardization, "ISO 3873: 1977 Industrial safety helmets", pp. 1, 3~4, 1977.
- 20) European Committee for Standards, "EN 397:1995 Specification for Industrial safety helmets", p. 3, 1995.
- 21) European Committee for Standards, "EN 14052:2005 High performance industrial helmets", pp. 4, 13, 2005.
- 22) European Committee for Standards, "EN 812:1997 Industrial bump caps", pp. 3, 8, 1997.
- 23) Japanese Standards Association, "JIS T 8131-1990 Industrial safety helmets", p. 3, 1990.
- 24) Japanese Standards Association, "JIS T 8131:2000 Industrial safety helmets", pp. 5, 12, 17~19, 2000.
- 25) Standards Australia and Standards New Zealand, "AS/NZS 1801:1997 Occupational protective helmets", p. 4, 1997.