

◆ 특집 ◆ 개인안전 3 차원 융합제품 제조기술

## 개인 맞춤형 소방용 헬멧의 융합 디자인 방안 연구

### Study on Remedies of Convergence Design for Personalized Fire Helmets

안용준<sup>1</sup>, 강명창<sup>2</sup>, 이태구<sup>1,✉</sup>

Yong Jun Ahn<sup>1</sup>, Myung Chang Kang<sup>2</sup>, and Tae Gu Lee<sup>1,✉</sup>

<sup>1</sup> 부산대학교 디자인학과 (Department of Design, Pusan National University)

<sup>2</sup> 부산대학교 융합학부 (Graduate School of Convergence Science, Pusan National University)

✉ Corresponding author: digiani@pusan.ac.kr, Tel: +82-51-510-2902

Manuscript received: 2016.4.4. / Accepted: 2016.4.7.

*Safety related workers, such as firefighters, have to wear a protective helmet. The Development of Helmets for safety is in progress to promote the wearable device industry. Several accidents caused by negligence in recent days have raised public attention to safety. For this reason, the amount of national budget funding for the study of fire-fighting and smart safety helmets has increased. However, most previous studies have focused on safety, rather than the application of new technologies based on physical attributes, especially the characteristics of head shape and size, even though fire helmets play the critical role of protection from flames and external shocks etc. in an emergency. This paper will present the smart technologies and newly developed designs for safety helmets that are personalized for each firefighter, based on the characteristics of their head, and will help a rescue operation to be much more safe and efficient.*

KEYWORDS: Fire helmets (소방헬멧), Personal safety equipment (개인안전장구), Convergence helmets (융·복합형 헬멧), Wearable device (웨어러블 디바이스)

#### 1. 서론

소방업무를 비롯한 안전과 관련된 작업에는 반드시 헬멧을 착용하고 임무를 수행해야 한다. 해외의 경우 재난안전용 소방헬멧은 IT기술에 힘입어 새로운 헬멧을 선보이고 있으며 국내 또한 소방방재신문 (2015.12.29.)에 따르면 웨어러블 디바이스 산업 육성계획의 하나로 재난안전용 소방헬멧을 개발 진행 중이다.

최근 여러 재난, 안전관련사건으로 인해 해당

분야가 더욱 관심을 받고 있다. 때문에 소방관련 연구 사업에는 많은 연구와 사업비가 투입되고 있으며 스마트안전모에 관한 연구도 진행되고 있다.<sup>1</sup>

현재 국내에서 제작 시판되고 있는 헬멧은 한국인의 두상을 대, 중, 소로 분류하여 개인 맞춤형으로는 적합하지 않은 부분들이 있다. 최근 3D 프린팅의 기술이 발전하면서 개인 맞춤형 헬멧 제작이 가능할 것으로 전망됨에 따라 이에 따른 디자인 개발의 필요성이 제기된다. 또한 재난안전용 소방헬멧에 IT기술과 첨단기기의 융합을 통한 스

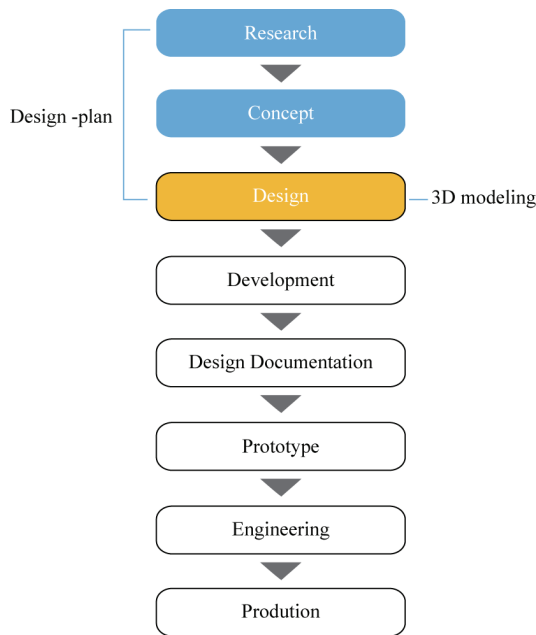


Fig. 1 Concept design process of new product

마트한 헬멧제작 연구도 활발히 이루어져 이에 대응한 디자인 개발이 시급하다. 따라서 본 연구에서는 소방관들의 구조활동 및 화재진압 시 개인의 두상에 적합한 헬멧에 첨단 장비와 외부와의 소통을 가능하게 하는 스마트 장비들을 장착한 디자인 컨셉을 제안하고자 한다.

연구의 범위는 소방헬멧 제품디자인 과정 (Fig. 1)에서 기획 단계 중 개념 디자인에서 3D모델링 결과까지로 한정하고자 한다. 개인의 안전을 위한 첨단 장비가 장착된 헬멧에 대한 연구는 현재 활발히 진행 중에 있어 차후 공학과의 융합을 통해 제품 디자인을 개발할 것이다.

연구 방향으로는 첫 번째, 한국인의 두상 크기 및 형태에 대한 조사를 한다. 두 번째는 3D프린터 기술적용 및 활용방안과 웨어러블 디바이스의 발전에 대하여 조사한다. 세 번째로 위의 조사를 토대로 스마트 장비가 장착된 소방헬멧 디자인을 제안한다.

개인안전용 소방헬멧 개발에 있어 헬멧의 내피에 3D 기술을 적용한다면 개인맞춤형으로 제작되어 편안한 착용감 뿐만 아니라 업무의 효율성 향상에도 도움이 될 것이다. 또한 웨어러블 디바이스는 소방관의 몸에 착용하여 사용자의 인지능력, 문제 해결능력 등을 증대시킬 수 있을 것이다.

Table 1 Performance of Korean fire helmets<sup>2</sup>

Crucial test list	Standard of test
Penetration resistant	Under 9.5 mm
Shock absorption	Under 4,540 N
Heat resistance	5 min. at 260 °C
Withstand voltage	7,000 V
Gross weight	Under 1.2 kg



Fig. 2 Korean fire helmets' contents of organization

## 2. 소방헬멧 기술 동향 분석

### 2.1 한국형 소방헬멧 기술동향

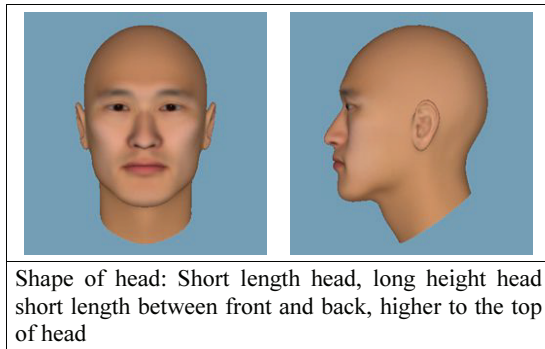
현재 한국에서 사용하고 있는 소방용 헬멧은 화재현장에서 열기와 외부 충격으로부터 작업자의 머리를 안전하게 보호할 수 있는 헬멧으로 충격과 내열성이 우수한 ULTEM 소재를 사용하고 있다.

소방진압헬멧의 특징으로는 모체 뒷면에 벽걸이장치 고정용 링이 부착되어 보관이 용이한 형태이며 안면렌즈는 내열성 및 난연성, 광선투과율이 우수한 PES소재를 사용하여 복사열로부터 착용자의 안면부를 보호한다. 안면렌즈의 고정범위를 기존 헬멧보다 넓게 설계하여 외부의 충격에도 쉽게 파손되지 않게 제작되었다.

Table 1은 한국 소방용 헬멧의 구성내용 및 성능이다.<sup>2</sup>

### 2.2 개인맞춤형 (한국형) 소방헬멧에 관한 두상 연구

한국인의 두상형태는 선행되어진 [MMOSG]의 미국시장서비스를 위한 인증 별 두상표현 연구: 미국을 구성하고 있는 여러 인증을 중심으로(유제



Shape of head: Short length head, long height head short length between front and back, higher to the top of head

Fig. 3 Head of koreans<sup>3</sup>

Table 2 Position determination of head in a part<sup>5</sup>

	Head height from top of head to Jaw end
	Head breadth distance between temples
	Temple to temple round back
	Head circumference circumference of crown at eyebrows
	Mid ear to crown ear to ear over top

현, 2008, 국민대학교)]에 따르면 앞뒤가 짧고 상부가 뒤로 갈수록 높아지는 두상 지수인 단두와 고두의 특징을 나타내고 있다.<sup>3</sup>

이에 따라 한국인의 두상 형태를 기준으로 헬멧디자인의 기본 작업을 진행하였다. 아래는 사이즈코리아의 2010년도 25-29세의 한국인의 머리수직길이, 머리너비, 머리두께, 머리둘레의 위치기준 평균치이며, 이 데이터를 토대로 하였다.<sup>4</sup>

Table 3 Average measurement of koreans<sup>5</sup>

	Head height	Head breadth	Temple to temple round back	Head circumference	Mid ear to crown
Female	222.4 mm	160.28 mm	171.3 mm	558.23 mm	125.17 mm
Male	236.49 mm	167.43 mm	176.96 mm	579.8 mm	123.5 mm

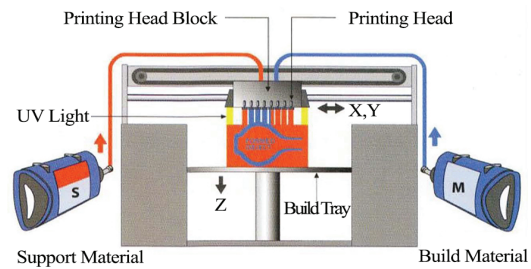


Fig. 4 An example of PolyJet technology

### 2.3 소방헬멧 개발 시 적용기술과 활용방안

#### 2.3.1 3D 프린터 PolyJet 기술

최근 3D 프린터를 이용하여 탄성중합체를 제작하는 기술을 개발하고 있으나, 고가의 장비와 재료는 일반 사용자의 진입장벽으로 작용한다.<sup>5</sup>

3D프린터 PolyJet 기술은 컬러가 다양하게 사용되며 서로 다른 재료들을 동시에 분사하여 경화시킬 수 있기 때문에 고무 및 단단한 나일론 등의 혼합이 가능하다. 따라서 소재 혼합에 의한 유연성과 생동감이 있고 정밀한 표현이 특징이다.<sup>6</sup>

방식은 잉크젯기술과 광경화성수지 기술이 결합된 고해상도의 3차원 플랫폼으로 800개의 노즐을 통해 분사되는 액상의 광경화성수지(Photo Polymer)를 자외선으로 동시에 경화시켜가며 제작하는 방식이다.

#### 2.3.2 웨어러블 디바이스의 정의 및 발전 과정

웨어러블 디바이스 (Wearable Device)는 “사람의 몸에 착용하여 다양한 정보들이 통합 처리되어 사용자의 인지능력, 문제 해결능력 등을 증대시키는 장치라 할 수 있다.”<sup>7</sup> 이는 다시 말하면 사용자가 이동 또는 활동 중에도 자유롭게 사용할 수 있도록 신체나 의복에 착용 가능하도록 작고 가볍게 개발된 차세대전자기기로 단순히 액세서리처럼 전자기기를 몸에 착용하는 것이 아니라 사용자 신체의 가장 가까운 곳에서 사용자와 소통할 수 있게 착용하는 전자기기이다.

### 3. 소방헬멧 디자인 현황 및 방향

#### 3.1 국외 첨단 소방헬멧

스웨덴과 미국소방대원이 사용하고 있는 첨단 소방헬멧은 소방대원들이 많은 장애물과 방해물들을 피해 화재를 진압하는데 중요한 역할을 수행하도록 도와준다. 전면의 디스플레이헤드는 현장의 추가정보를 소방대원에게 보여주며, 통신장비가 연결 돼 있어 지원 소방대와 소통하여 효율적으로 화재진압을 할 수 있게 도와준다.<sup>8</sup>

소방헬멧에는 영상 장비가 갖추어져 있으며, 증강현실비전 (Augmented Reality Vision) 기술을 적용하여 화재진압에 도움이 되는 유용한 응용프로그램을 활용하였다. 화재현장에서 농연 (濃煙) 과 낮은 가시성의 상황에서 착용자에게 가시성의 증가를 제공 할 뿐만 아니라, 산소공급 장치와 팀 커뮤니케이션을 돕는 통신장비를 장착하여 열악한 환경에서의 작업효율성을 향상시킨다.

또한, 선택적 능동형 소음 제거 기능은 소방관의 호흡소리를 줄이고 잠재적인 구조적 균열 소리와 구조대상자와의 더 나은 의사소통을 위해 특별히 추가된 기능이다. 이러한 현대기술을 이용한 최첨단 소방장비의 보급은 소방활동의 효율성을 높이는데 기여하고 있다.<sup>9</sup>



Fig. 5 Cutting-Edge fire helmet developed by Sweden

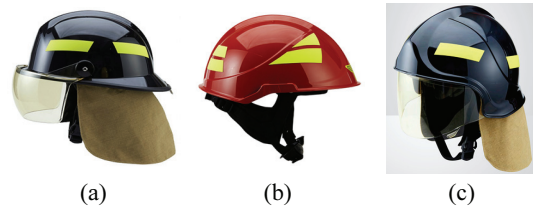


Fig. 6 Types and characteristics of fire helmets in Korea<sup>2</sup>: (a) Fire-Fighting protection helmet, (b) Emergency & rescue helmet, (d) Fire-Fighting helmet

#### 3.2 한국 소방용 헬멧 디자인 현황

우리나라는 Fig. 6과 같이 화재진압, 구급, 화재조사 등의 현장활동 시 화재 및 외부의 충격으로부터 대원들의 머리를 보호할 수 있는 소방용 진압헬멧과 긴급출동 및 구조 활동 중 발생할 수 있는 충격으로부터 착용자의 머리를 안전하게 보호할 수 있는 다목적 헬멧인 소방용 구조헬멧 (경량형), 그리고 신형 소방용 구조헬멧을 사용하고 있다.

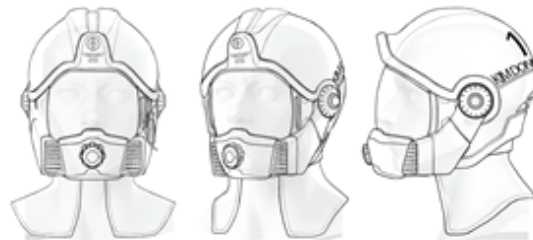


Fig. 7 Sketch of a fire helmet

### 4. 개인맞춤형 소방헬멧 디자인 개발

#### 4.1 헬멧디자인 가이드라인 도출

선행된 연구결과에 의해 도출된 한국인의 두상의 크기 및 형태 지표를 기준으로 소방용 헬멧의 컨셉과 디자인을 추출하고 3D제작 툴을 사용하여 디자인설계를 하였다.

소방용 헬멧의 기능적인 부분은 스웨덴의 소방헬멧과 다양한 매체를 통해 소개된 웨어러블 기술 및 IT, 네트워크 기술을 접목해 디자인에 적용하였다. 또한 호흡용 마스크는 착용자의 편의를 위해



Fig. 8 Modeling of a fire helmet

일체형으로 디자인하였으며 기존 산소통과의 연결 편의를 위해 헬멧뒤쪽에서 호스연결이 가능하도록 설계하였다.

Table 4 Design of helmets and taking off the mask

Step 1		Press the button on the ear
Step 2		Pull the mask
Step 3		Lift up the mask

4.2 헬멧디자인 렌더링

위 Table 4에 나타내었다.

4.3 소방헬멧 적용기술

헬멧의 전면 부에 네트워크로 실시간 화상 통신이 가능한 카메라와 전방을 밝히는 플래시가 달렸으며 좌우로 주변을 밝히는 보조 플래시가 위치한다. 귀 부분은 무선이 가능한 스피커와 산소마스크 위치를 조정할 수 있는 버튼이 달려있다. 헬멧의 전체를 돌려 동료들에게 자신의 위치와 산소잔량을 표시 할 수 있는 라인조명이 있으며 탈 부착이 가능한 호흡기가 있다. 안면렌즈는 내열성 및 난연성, 광선투과율이 우수한 소재를 사용하여 복사열로부터 착용자의 안면 부를 보호하고 컴퓨터와 실시간 네트워크를 통해 정보를 전송한다.

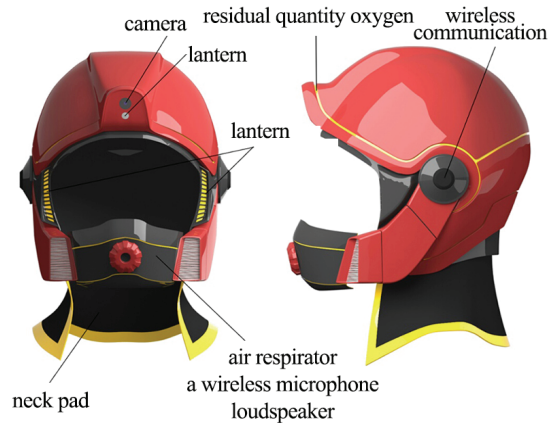


Fig. 9 Function of newly designed helmets

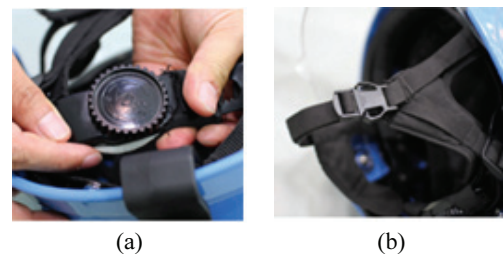


Fig. 10 (a) Adjustment for headsize, (b) Jaw strap for covering top

또한 증강현실 시스템이 장착되어 낮은 가시성 환경에서도 목표지점에 도달 할 수 있게 지형을 비춰준다.

다양한 재료로 이루어진 헬멧 내피는 개개인의 두상 스캔을 통하여 Fig. 4에서 소개한 3D 프린터 기술 등을 적용하여 맞춤형으로 개발할 계획이다. 헤드밴드로 고정하는 기존의 헬멧 (Fig. 10)을 보완하여 개개인의 두상 모형에 맞게 제작된 헬멧은 화재진압 등 극한 환경에서 활동해야 하는 소방대원들에게 보다 효율적이고 안전한 환경을 제공할 것이다.

5. 결론

자연재해에 의한 극한 환경에 따른 위난 시 통신으로 신체의 안전을 담보하는 최첨단 IT기술을 통한 외부와의 소통 방식의 변화 등이 나타나고 있다. 이러한 변화에 대응하기 위한 하이테크 웨어러블 기기 및 첨단 소재의 제품개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 본 연구는 소방관의 주

요 안전장비인 소방헬멧의 성능을 강화하기 위해 첨단 스마트 소방헬멧의 디자인 개발 특성을 도출하였다.

첫째, 3D프린팅의 눈부신 발전에 힘입어 개인 맞춤형 헬멧의 제작이 가능해 짐에 따라 한국인의 두상형태를 고려한 디자인 컨셉을 도출하였다.

둘째, 소방헬멧은 구조현장에서 개인의 생명과 안전을 지켜주는 개인안전 장비로써 기존 헬멧의 단점을 보완해야 한다. 현 기존 헬멧에 통신장비 및 플래시의 장착은 헬멧의 무게만을 가중시킬 뿐 효율성이 떨어진다. 최근 개발되고 있는 첨단장비의 특성을 고려한 디자인에 중점을 두었다.

셋째, 소방관의 안전보장은 소방관 개인 뿐만 아니라 국민의 안전과 직결된다. 그러므로 기존의 소재 성능 위주의 개발에서 나아가 편리성과 적합성을 고려한 융·복합형 기기들을 장착할 수 있도록 헬멧의 디자인 개발에 주력하였다.

이상의 연구를 토대로 소방헬멧 제품디자인 형태개발을 진행하며, 장단점을 보완하여 IT기술과 웨어러블, 네트워크 기술 등을 접목시킨 개인맞춤형헬멧 디자인개발을 제시하였다.

향후 과제는 디자인과 기술의 융합을 통해 IT 산업에 기여하며 소방헬멧 이외에도 다양한 개인 안전헬멧 분야에 접목시켜 새로운 제품을 개발하고 발전을 가져올 수 있을 것으로 생각된다.

## 후 기

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단-선도연구센터사업 3차원 혁신제조 연구센터의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2015R1A5A7036513).

## REFERENCES

1. Cho, S. H., "A Study on the Optimizwd Design of the Helmets for Fire and Gas Safety," Journal of The Korean Institute of Gas, Vol. 12, No. 3, pp. 1-3, 2008.
2. Sancheong, "Fire-Fighting Protection Helmet," <http://www.sancheong.com/kor/product/list.do?cateId=3> (Accessed 22 April 2016)
3. Ryu, J. H., "(A) Study on the Ethnic Head for MMOSG Service in USA," M.Sc. Thesis, Digital Media Design, Gukmin University, 2008.
4. Kim, J.-E., Na, Y.-H., Kim, J.-Y., Yang, J.-W., and Kim, S.-J., "The Study of a Foldable Bicycle Helmet Designed for Characteristics of Korean," Proc. of Korea Society Design Science Autumn Conference, pp. 694-695, 2015.
5. Sizekorea, "Head Measurement Data Retrieval," [http://sizekorea.kats.go.kr/02\\_data/directData02.asp?OlapCode=SIZU0203](http://sizekorea.kats.go.kr/02_data/directData02.asp?OlapCode=SIZU0203) (Accessed 22 April 2016)
6. Kim, M. S., Song, S. H., Kim, H. I., and Ahn, S. H., "Hybrid 3D Printing and Casting Manufacturing Process for Fabrication of Smart Soft Composite Actuators," J. Korean Soc. Precis. Eng., Vol. 33, No. 1, pp. 77-83, 2016.
7. Lee, S. Y., "A Study on Naturalistic Pattern Costume Design Utilizing 3D Printing," M.Sc. Thesis, Department of Clothes Design, Hongik University, 2015.
8. Kim, D. G., "Direction and Impact of Wearable Device" Korea Information Society Development Institute, Vol. 25, No. 21, p. 2, 2013.
9. Gwangju Metropolitan City, "Necessary and Application Plan of Wearable Device in an Emergency," Proc. of the 26<sup>th</sup> Conference for Politics of National Safety 119, pp. 10-16, 2014.