

Transformable Helmet Design for Micro-Mobility

Seungmin Kim^{1*}, Hyunchan Kim²

¹Department of Industrial Design, Professor, Hanbat National University, Daejeon, Korea

²Centre of for Engineering and Industrial Design, Te Pūkenga- Waikato Institute of Technology, Hamilton, New Zealand

Abstract

Background Under the Road Traffic Act amendment enacted in 2021, all road users aged 14 and over must wear helmets when using micro-mobility vehicles such as E-scooters and E-bikes. However, it is still difficult to find micro-mobility users who wear helmets on the road. In this study, we investigate the design factors for developing a transformable helmet that can maximize portability to promote more micro-mobility users carrying the helmet. This study aims to explore the material, structure, and morphological features of commercially available transformable helmets and obtain design considerations by observing micro-mobility user behavior.

Methods This study investigated road safety rules and regulations related to helmets for micro-mobility. By conducting a survey, we examined users' willingness to wear a helmet when using micro-mobility and identified the factors influencing their helmet choice. From this, the study confirmed the needs and requirements for transformable helmet design. In addition, this study has extensively explored commercially available transformable helmets that may suit the user of micro-mobility. All reviewed helmets were categorized by folding structure, weight, and materials related to the design of transformability and analyzed according to their structural features.

Results This study first identifies that various factors could influence a micro-mobility user's perception in relation to road safety and helmet use. The study explored the characteristics of helmets in various forms by examining the transformable helmets in the domestic and overseas markets. As a result, this study was able to classify transformable helmets into five groups: transformable helmets that reduce width or thickness through a folding structure, collapsible helmets that reduce space by layering flexible materials, flippable helmets that reduce thickness by using a rotating hinge, stretchable helmets that reduce the size by spacing units apart, and blowable helmets that inflate.

Conclusions This study identified the advantages, disadvantages, and usability features of each design type of transformable helmet and provided suggestions and considerations during the product designing stages. In addition, this study identified the need to establish KC(Korea Certification) safety standards for transformable helmets.

Keywords Micro Mobility, Helmet Design, Personal Mobility, Transformable Helmet, Product Design

*Corresponding author: Seungmin Kim (smkim@hanbat.ac.kr)

Citation: Kim, S., & Kim, H. (2023). Transformable Helmet Design for Micro-Mobility. *Archives of Design Research*, 36(3), 49-65.

<http://dx.doi.org/10.15187/adr.2023.08.36.3.49>

Received : Jan. 20. 2023 ; **Reviewed :** Apr. 14. 2023 ; **Accepted :** Apr. 22. 2023

pISSN 1226-8046 **eISSN** 2288-2987

Copyright : This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted educational and non-commercial use, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1. 1. 연구 배경과 및 목적

2021년 5월 13일 도로교통법 개정으로 전기키키펠드나 전기자전거(PAS: Pedal Assist System 방식 제외)를 탈 때 안전모 착용이 의무화되었다(Korea Ministry of Government Legislation, 2021). 마이크로 모빌리티의 이용자는 대부분이 공유 전기키키펠드 혹은, 공유 전기자전거 사용자들로, 공유 모빌리티 서비스업체들은 헬멧을 준비하는 등의 대응을 하였지만, 1년 6개월이 지난 현재, 공유 마이크로 모빌리티 서비스업체에서 준비한 대다수 헬멧은 분실되었다(Han, 2021). 사용자들의 헬멧 착용은 증가하지 않았으며, 특히, 공유 모빌리티 이용자의 헬멧 착용률은 현저히 떨어진다. 대신, 안전모 착용 의무화 이후, 공유 키키펠드 이용자는 45% 감소하고, 법의 적용에서 제외되는 PAS 방식 공유 전기자전거 사용자는 증가하는 결과를 가져왔다(Lee, 2021). 안전을 위해 헬멧 착용은 꼭 필요하다. 하지만, 대다수 마이크로 모빌리티 이용자들은 헬멧 착용을 하지 않고 있다. 연구자는 이용자들이 마이크로 모빌리티 헬멧을 착용하지 않는 가장 중요한 이유를 휴대성, 특히, 휴대가 어려운 헬멧의 크기라 보고, 본 연구를 시작하였다. 연구를 통해 사용자의 헬멧 기피 이유를 확인하고, 휴대성을 높일 수 있는 가변형 마이크로 모빌리티 헬멧 디자인의 유형화 및 특징 분석을 거쳐 디자인 고려 사항을 도출하고자 한다.

1. 2. 연구 방법

본 연구는 한국디자인학회에서 제시한 디자인 연구의 3가지 유형인 기본 연구, 응용 연구, 프로젝트 연구(한국디자인학회, 2021) 중 응용 연구로 실용적 지식을 추구하는 연구이다. 가변형 마이크로 모빌리티 헬멧을 주제로 디자인의 이해와 함께 긍정적 변화를 위한 방법적 요인을 탐색하였다. 연구 방법으로 양적 조사와 질적 조사를 함께 사용하는 혼합 연구 방법을 적용해 정성적, 정량적 데이터 수집을 통해 모빌리티 헬멧이 갖는 구조적 특징과 사용성을 유형화하고, 결론에서 디자인 개선을 위한 방안을 도출했다. 기초조사로 현재 시장에서 판매되는 가변형 마이크로 모빌리티용 헬멧 제품 현황을 데스크 리서치를 통해 조사하였다. 이 자료들은 유사품, 모방품 등의 자료 정리를 거쳐, 비슷한 유형들을 묶어 유형화하고 디자인 특징을 분석하였다. 동시에, 마이크로 모빌리티 사용자들의 헬멧 사용 의사를 설문조사했다. 마지막으로, 전문가 인터뷰를 통해 마이크로 모빌리티 헬멧의 문제점과 개선 사항에 대한 의견을 수집하였다. 결론에서 관련 제품 분석 결과와 사용자 조사, 및 전문가 의견을 종합하여 8가지 디자인 고려 사항을 제시하였다.

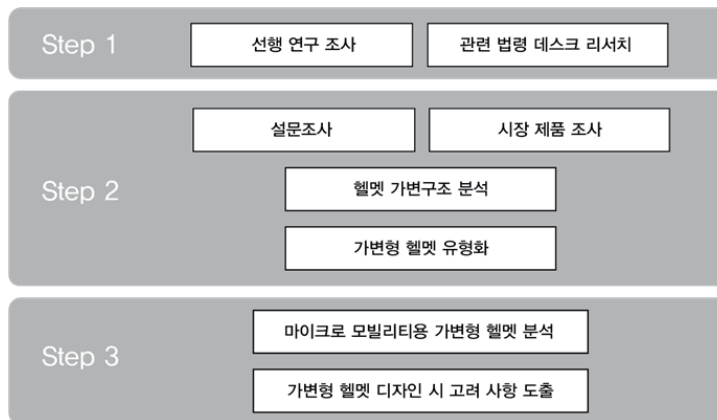


Figure 1 Research Process

1. 3. 관련 연구 사례

마이크로 모빌리티와 관련된 선행 연구는 김사리와 신희철(Kim & Shin, 2017)의 기업체 입장 중심의 퍼스널모빌리티 인식 조사 연구를 비롯하여 퍼스널모빌리티 보급에 따른 제도 개선 방향에 대한 연구(Shin et al., 2016), 퍼스널모빌리티의 증가에 따른 규제의 필요성을 제시한 안전 규제에 관한 연구(Ryu & Woo, 2019) 등에서 안전의 문제를 제기하고 제도 개선의 방향을 제시하였다. 이후, 공유 전동킵보드 헬멧 대여 서비스를 제안한 연구(Kim et al., 2021)에서 헬멧과 관련된 구체적인 연구를 수행하였으며, 퍼스널모빌리티와 연동이 되는 아두이노 헬멧 아이디어(Jang et al., 2022) 연구에서 헬멧 의무 사용 방안을 제시하였다. 이런 선행 연구들은 최근까지 퍼스널모빌리티가 안전하고 지속가능한 교통수단이 되기 위해, 외부 환경과 제도 개선 방향을 제시하는 의미 있는 연구라고 볼 수 있다, 하지만 마이크로 모빌리티 이용 시, 헬멧 착용에 대한 사용자의 인식이나 요구사항, 그리고 이를 반영한 헬멧 디자인에 관한 연구는 발표되지 않았다. 디자인 관련 연구로 안소영과 김은영이 제시한(Ahn & Kim, 2020) 안전한 주행을 위한 스마트 헬멧 디자인 융합 연구 라이팅 인터랙션 중심연구 에서 헬멧에 안전과 관련된 인터랙션 디자인을 제시하는 연구 하나가 유일했으며, 그 외의 헬멧 디자인에 관련된 연구는 아직 발표되지 않았다.

2. 마이크로 모빌리티 헬멧의 사용 현황

2. 1. 마이크로 모빌리티 헬멧 관련 법령

마이크로 모빌리티의 헬멧 관련 제도는 2021년 5월 13일부로 도로교통법 개정을 통해 개인형 이동장치를 교통수단에 포함하면서 안전 규정이 강화되었다. 개인형 이동장치(Personal Mobility 이하 PM)는 도로교통법 제19조 2에서 전기를 동력으로 사용하는 1인용 교통수단으로, 원동기장치 자전거 중 최고속도 25km/h 미만, 총중량 30kg 미만의 것으로 정의하고, 전동킵보드, 전동 이륜평형차 등 전동기의 동력만으로 움직일 수 있는 자전거로 규정하였다. 안전모 착용 의무만 있고, 벌금이 존재하지 않았던 이전과 달리 범칙금 조항이 신설되었다. 도로교통법 개정안은 Table 1과 같으며 적용 범규의 의무 및 처벌 조항은 Table 2와 같다.

Table 1 Road traffic act on personal mobility devices

관련 내용	2020.12.10. 개정 도로교통법	2021.5.13. 개정 도로교통법
면허	면허 불요	원동기 면허 이상 필요
이용 연령	만 13세 이상	만 16세 이상
통행 방법	자전거도로 (부재 시 차도 가장자리, '보도' 통행 불가)	동일
어린이 운전 금지 (위반 시 보호자 처벌)	의무 유, 벌금 無	20만 원 이하 과태료
안전모 미착용	의무 유, 벌금 無	20만 원 이하 범칙금
승차 정원 초과	無	20만 원 이하 범칙금

2021년 개정안 시행 후 전동킵보드가 개인용 이동장치로 도로교통법에 적용됨에 따라 헬멧 착용이 의무화되었다. 이에 따라, 공유 킵보드 이용자가 45% 감소하였으며, 해당하지 않는 PAS(Pedal Assist System) 방식의 전기자전거 공유 서비스 이용은 증가했다. 2021년 6월 라이코리아, 메케인메이트, 스윙, 윈드, 하이키 등 공유 킵보드 업체는 당국에 자전거처럼 헬멧 단속 제의를 요구했다(Kang, 2021).

Table 2 Obligations and penalties relating to personal mobility devices

구분	2020.12.10. 개정 도로교통법	2021.5.13. 개정 도로교통법	
무면허 운전 처벌	×	○ (벌칙금 10만 원)	
어린이 운전 시 보호자 처벌	×	○ (과태료 10만 원)	
운전자	동승자 탑승 금지 위반	×	○ (벌칙금 4만 원)
	안전모 착용	×	○ (벌칙금 2만 원)
주의의무	등화장치 작동 위반	×	○ (벌칙금 1만 원)
	과로·약물 등 운전	×	○ (벌칙금 10만 원)
주요 처벌조항	음주운전	단순음주 : 벌칙금 3만 원 측정불응 : 벌칙금 10만 원	단순음주 : 벌칙금 10만 원 측정불응 : 벌칙금 13만 원
	신호위반 / 중앙선 침범 / 보도 주행 / 보행자 보호위반	벌칙금 3만 원	동일
	지정차로 위반 (상위차로 통행)	벌칙금 1만 원	동일

2. 2. 마이크로 모빌리티 헬멧에 대한 사용자 조사

마이크로 모빌리티 이용 중 헬멧 착용에 대한 의사와 헬멧 선택 시 중요한 고려 사항에 대한 중요도를 질문하였다. 도시 지역에 거주하는 16~50세 108명을 대상으로 조사하였으며, 남녀 성별은 남성 55.6%, 여성 44.4% 비율이었다. 조사 대상 중 마이크로 모빌리티를 사용한 경험이 있는 응답자는 57명으로 53.3%였으며, 마이크로 모빌리티 사용에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 공유 전동킥보드가 54.2%로 가장 높았다. 조사 대상 중 사고를 경험한 응답자는 11명으로 18.3%에 달했다(Table 3). 또한, 마이크로 모빌리티 이용 시 헬멧을 전혀 이용하지 않는 사용자의 비율이 72.9%로 매우 높았으며, 헬멧을 쓰지 않는 이유는 휴대하기 불편해서가 66.1%로 가장 많았다(Table 4). 조사 결과, 마이크로 모빌리티용 헬멧 디자인에서 휴대성 개선이 크게 요구된다고 볼 수 있다.

Table 3 Investigate micro-mobility helmet usage awareness

질문	답변	응답자 수	비율(%)
귀하가 주로 사용하는 마이크로 모빌리티는 어떤 형태입니까?	공유 전동킥보드	32	54.2
	공유 전기자전거	13	22
	자신의 전동킥보드	7	11.9
	자신의 전기자전거	3	5.1
	세그웨이(왕발통)형 모빌리티	2	3.4
	기타	2	3.4
	합계	59	100
마이크로 모빌리티를 얼마나 자주 사용하십니까?	일 년에 11일 이하	30	50.8
	한 달에 1~3일	13	22
	일주일당 1~2일	4	6.8
	일주일당 3~4일	5	8.5
	일주일당 5~6일	4	6.8
	매일	3	5.1
	합계	59	100
마이크로 모빌리티를 사용하다 사고가 난 적이 있습니까?	있다	11	18.6
	없다	48	81.4
	합계	59	100
마이크로 모빌리티를 사용하다 사고가 난 적이 몇 번 있습니까?	1~2회	9	81.8
	3~4회	0	0
	5회 이상	2	18.2
	합계	11	100

마이크로 모빌리티 사고로 본인이 다친 경험이 있습니까?	1~2회	8	72.7
	3~4회	0	0
	5회 이상	2	18.2
	없음	1	9.1
	합계	11	100
마이크로 모빌리티 사고로 본인이 입은 가장 큰 상해는 무엇인가요?	전치 30일 미만의 경상	9	90
	전치 30일 이상의 중상	1	10
	합계	10	100
그 사고가 났을 때 헬멧을 쓰고 있었나요?	그렇다	1	10
	아니다	9	90
	합계	10	100
그 사고가 났을 때 헬멧을 써서(혹은 썼다면) 자신이 덜 다칠 수 있었다고 생각하나요?	그렇다	4	40
	아니다	6	60
	합계	10	100

Table 4 Investigate micro-mobility helmet usage awareness









질문	답변	응답자 수	비율(%)
귀하는 마이크로 모빌리티 사용 시 어느 정도의 빈도로 헬멧을 착용하나요?	매번 착용하지 않는다.	43	72.9
	5번 중 1번 정도 착용한다.	3	5.1
	5번 중 2번 정도 착용한다.	0	0
	5번 중 3번 정도 착용한다.	1	1.7
	5번 중 4번 정도 착용한다.	1	1.7
	매번 꼭 착용한다.	11	18.6
	합계	59	100
귀하가 마이크로 모빌리티 사용 시 착용하는 헬멧은 어떤 헬멧인가요?	본인의 마이크로 모빌리티용 헬멧	3	18.8
	공유 마이크로 모빌리티 서비스에서 제공하는 헬멧	10	62.4
	자전거용 헬멧	3	18.8
	오토바이용 헬멧	0	0
	합계	16	100
귀하가 마이크로 모빌리티 사용 시 헬멧을 쓰지 않는 가장 큰 이유는 무엇인가요?	휴대하기 불편해서	39	66.1
	헬멧 챙기는 것을 잊어서	7	11.9
	헤어스타일이 망가질 것을 우려해서	5	8.4
	공유 모빌리티에 헬멧이 없어서	6	10.2
	가까운 거리라서	2	3.4
	합계	59	100
공유 마이크로 모빌리티 서비스업체에서 헬멧을 준비했을 때 사용할 의사가 있나요?	사용하고 싶다.	67	64.4
	사용하고 싶지 않다.	37	35.6
	합계	104	100
공유 마이크로 모빌리티 서비스업체에서 헬멧을 준비했을 때 사용하고 싶지 않은 가장 큰 이유는 무엇인가요?	위생적인 이유로 다른 사람이 쓰던 것 을 쓰는 것이 싫어서	58	70.7
	헤어스타일이 망가질 것을 우려해서	11	13.4
	착용 시 시야가 좁아져서	5	6.1
	사이즈 조절이 어렵기 때문에	4	4.9
	헬멧이 너무 무거워서	3	3.7
	착용 시 불편해서	1	1.2
	합계	82	100


3. 가변형 마이크로 모빌리티 헬멧 시장조사

3. 1. 가변형 마이크로 모빌리티 헬멧 제품 현황

현재 판매 중인 가변형 헬멧 중 마이크로 모빌리티용으로 활용 가능한 제품을 조사하였다. 공사 현장용 안전 헬멧, 방재용 헬멧 등 마이크로 모빌리티용으로 적합하지 않은 헬멧은 가변 형태의 구조를 참고하기 위해 유형별 대표 사례 1가지씩을 포함했다(D, G, H). 인터넷 쇼핑몰 등에서 판매 중인 가변형 헬멧 제품들은 중국산 제품들이 많았으며, 복제 제품들이 다수였다. 자료 검토 후, 모방 제품, 무단 복제품 등 저작권을 침해한 제품은 제외했다(Table 5). 또한, 미국 소비자제품안전위원회(CPSC, 2020)에서 리콜과 즉시 폐기를 권고한 K제품은 가변형 헬멧 구조 사례로 활용하기 위해 포함했다. 최근 사고를 감지하여 사고 시 팽창하는 입는 에어백도 출시되고 있다. 이 제품은 전개되지 않은 상태로 착용해 모발이 눌리지 않고, 위생적이며, 휴대가 쉽고 시야가 넓은 장점이 있다. 하지만, 사용 전 배터리 충전이 필요하고 한번 전개되면 다시 쓸 수 없다. 제품 다양화 및 가격 접근성이 개선된다면 가변형 헬멧의 대안이 될 수 있지만, 제조사가 이 제품을 헬멧이 아니라 명시하였고, 작동 방식이 헬멧보다 에어백에 가까워 본 연구 대상에는 포함하지 않았다.

Table 5 Flexible micro-mobility products in market

no	제품명	사진	Transform	소재	무게	가격 (천 원)	비고
A	ABUS FEND One		Type: foldable 50% 부피감소	ABS .PC+EPS	440g	280	Reddot Design Winner 2018
B	ABUS FEND Super		Type: foldable fold by 50% 접은크기110mm	ABS .PC+EPS	S:390g M:420g L:445g	126	Light 장착 가능, Locking System 탑재
C	ABUS FEND		Type: foldable/ stretchable 50% 부피 감소	ABS .PC+EPS	260g	250	FEND제품 판매 중단, CairBull(카피) 제품만 판매 중
D	Tanizawa-Crubo		Type: flippable	Helmet: ABS Band: PP + PE	375g	44	
E	Closca Helmet Loop Aurora		Type: collapsible 45% 부피 감소	PC+EPS	M: 340g L : 375g	80	NFC 긴급통화, 도난방지 기능
F	Closca Helmet Fuga		Type: collapsible 55% 부피 감소	PC+EPS	S:250g M: 280g L:290g	173	Visor, NFC 도난방지/ Reddot Design Award 2015
G	Toyo Safety Bloom II		Type: foldable 두께 45mm	Helmet: PP+PE Helmet Cover: ABS	430g	74	2중 잠금기능
H	Toyo Safety Bloom		Type: foldable 접힘 두께 80mm	Helmet: PP+PE Helmet Cover: ABS	430g	76	끈으로 당겨 헬멧 형태 변형

I	Overade PlixiFit		Type: flip & folding & stretch 3회 변형 65% 부피 감소	Outer Shell: ABS Inner Shell: PC+EPS	S:430g L:490g	128	뒷머리 조임장치 추가
J	Brooks England Carrera		Type: stretchable 폭 접힘 25% 부피 감소	PC+EPS	330g	249	다양한 재질과 포인트 패턴 적용 가능
K	Morpher		Type: foldable 연결고리 체결방식 폴딩, 접었을 때 두께 60mm	PC+EPS	400g	170	후면부 조임나사로 사이즈 조절 (52~58cm)
L	포켓헬멧		Type: blowable 공기를 빼서 압축	PE + Nylon + TPU	155g	42	고주파 접착으로 친환경 제작
M	HLS AeroCap		Type: blowable 공기를 빼서 압축	Hygiene PVC	-	11	무게 정보 사이즈 정보 없음

3. 2. 가변형 마이크로 모빌리티 헬멧 소재

본 연구에서 조사된 가변형 헬멧에서 사용된 소재들은 8가지였으며, 크게 세 가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫째, 자전거용 헬멧에서 널리 사용되는 PC(Poly Carbonate)와 EPS(Expanded Poly Styrene)의 결합 소재. 둘째, 접이식 방재용 헬멧인 G, H 제품에서 사용된 견고한 구조의 PP(Poly Propylene)와 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene) 소재. 셋째, L, M과 같은 공기주입식 헬멧에 쓰인 유연한 팽창 소재인 TPU(Thermoplastic Poly Urethane)와 PVC(Poly Vinyl Chloride) 소재이다. PC와 EPS의 결합 소재는 PC의 강한 충격강도와 내열성, 빛 안정성 및 내후성 등의 장점에 EPS의 높은 완충성과 보온성, 경량 특성이 상호보완적으로 작용한다. 때문에, 가볍고 안전하며 머리에 닿을 때의 착용감도 우수한 소재로 운동용 헬멧에서 널리 사용되고 있다. 마이크로 모빌리티용 가변형 헬멧에서도 같은 소재를 A, B, C, E, F, I, J, K 제품에서 사용하고 있다. 조사한 제품에 사용된 PC+EPS 소재는 일반 자전거 헬멧에서 쓰이는 소재와 큰 차이는 없다. 하지만, 헬멧의 가변 기능과 관련된 변형과 형태를 고정하는 부분에서 소재 특성과 관련된 구조적 차별성 및 안전성의 차이가 있었다. PC+EPS 구조를 사용한 경우, 가변형으로 만들기 위해 헬멧의 머리를 보호하는 부분을 여러 조각으로 나누고, 간격을 조절하거나, 겹치는 방법으로 부피를 줄인다. A, B, I 제품의 경우 각 조각들을 결합하고 변형하기 위해 다소 무겁지만, 기계적 특성이 우수한 ABS를 사용해 회전힌지 등의 변형 구조 부품과 변형된 상태를 고정하는 부품을 만들었다. C 제품의 경우 헬멧을 가느다란 여러 부분으로 나누어 회전힌지로 접을 수 있게 하였지만, 펼친 형태를 고정하는 구조 없이 직물 스트랩으로 벌어지는 간격을 제한하는 구조로 만들었다. J 제품은 헬멧의 반구 구조를 5개의 조각으로 분리하여 힌지 없이 PE(Poly Ethylene) 스트랩으로 연결하고, 그 간격을 벌리고 줄이는 방식으로 부피를 줄인다. 하지만, PE 스트랩은 펼쳐지는 범위를 제한할 뿐 간격을 고정하지는 못한다. K 제품 역시 반구를 8개의 조각으로 나누어 납작하게 접을 수 있게 PC+EPS를 사용해 만들었지만, 반구 형태를 유지하기 위한 별도의 고정 구조는 없다. E와 F 제품은 외부 충격에 강한 PC 소재로 외형을 만든 점과 내부 완충을 EPS 소재로 하는 점은 같으나, 헬멧 형태 조각을 분리하지 않았다. EPS 소재 반구의 접히는 부분 두께를 얇게 만들어 눌러서 포개지도록 성형하여 콜랩서블(Collapsible) 구조를 만들었다. 휴대용 매트에서도 같은 방식으로 접을 수 있도록 만드는데, 탄성을 가지고 접을 수 있는 유연한 EPS 소재의 특성을 활용한 제작이라고 볼 수 있다. 다만, 정수리 방향으로 눌러서 접을 수 있는 제품 특성상, 충돌 사고 시 정수리 방향으로 헬멧이 고정되지 않아 충격이 그대로 전달될 수 있다. I 제품은 ABS 소재를 가장 많이 사용한 헬멧으로 가장 복잡한 변형 구조로 구성되었다. 때문에, 상대적으로 제품이 무겁다는 단점이 있다.

G, H 제품은 PP과 PE(PolyEthylene)를 활용하여 헬멧을 만들었는데, EPS를 사용하지 않고 PE 소재의 내부 스트랩으로 완충 역할을 하고 있다. EPS가 폭신한 내부 질감을 갖고 있고 착용감이 좋은 것과 달리 PE 소재는 장시간 착용 시 다소 불편하고 모빌리티용으로 사용 시 두부에 밀착하기 어렵다. 이는, 방재 헬멧 특성상 보관 수납공간 최소화를 위해 납작하게 접을 수 있는 소재와 구조로 제작되었기 때문이다. 또한, PP라는 소재는 내굴곡 피로도가 높은 소재로, 여러 번 접었다 폈다 해도 끊어지지 않는다. 때문에, 단일 반구 구조로 만들어 접히는 부분을 얇게 만들어 힌지 역할을 할 수 있게 하였다. 이렇게 하면 단일 부품으로 가변 구조를 만들 수 있어 제작 단가를 줄일 수 있다. 또한, 가장 바깥쪽 부분에 ABS 소재로 헬멧 형태를 고정해주는 추가 구조를 만들어 충격을 받더라도 헬멧 형태가 유지될 수 있도록 하여 충격보호 성능을 보강하였다. L 제품의 경우 Nylon 합성섬유와 TPU 필름을 결합한 헬멧용 신소재 개발을 통해 필요한 특성을 구현한 사례로 볼 수 있다. 해당 제품은 공기주머니를 통한 완충 효과를 내는 공기주입식 헬멧이다. 공기를 주입하여 착용 시 내부 머리 공간의 변형을 줄이기 위해 내부는 팽창하지 않는 소재로 구성하고, 외부 쪽만 팽창하도록 하였다. 바깥부터 Nylon(고신장)-TPU-공기층-TPU-Nylon(저신장)의 다층구조로 내/외부 소재를 다르게 하였다. 또한, 헬멧 외부의 가장 바깥쪽 소재를 내마모성 원단으로 하여 마찰에 의한 파손과 공기 누출을 방지한다. M 제품은 물놀이용 튜브와 같은 PVC를 사용하고 있다. 하지만, 해당 헬멧의 충격 보호 성능은 제품 소개 페이지에 기재되지 않고 있다. 헬멧 제품에 사용된 소재의 특징을 종합적으로 정리하면 다음과 같다(Table 6).

Table 6 Material of transformable micro-mobility helmet

소재	설명	특징	용도	헬멧 사용
ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	아크릴로니트릴(AN)과 부타디엔, 스티렌을 중합하여 얻어지는 공중합체. 성상은 열은 아이보리색의 고체	착색이 용이하고 표면 광택이 좋으며 기계적, 전기적 성질 및 내약품성이 우수	가정용·사무실용 전자제품 및 자동차의 표면 소재로 주로 사용	헬멧 외부소재 및 회전 경첩, 고정장치
PC (Poly Carbonate)	비스페놀 A가 카보네이트 결합으로 이어져서 만들어진 열가소성 플라스틱	강인성으로 특히 충격강도가 크다. 내열성이 크고, 저온특성 우수(135~100℃), 빛에도 안정되어 있고, 가공 시 산화가 적다. 전기 특성이 뛰어나며, 투명하고, 치수안정성 및 내후성도 좋으며, 흡수성도 작다. 독성이 없고, 물, 강산에 강하다.	전기 부품, 기계 부품, 일용품(식품, 가스라이터, 화장품 용기), 보안용 헬멧 등에 널리 이용된다.	헬멧 외부마감재, 주로 EPS와 결합되어 사용
EPS (Expanded PolyStyrene)	폴리스타이렌을 발포제(發泡劑)의 작용으로 팽창시킨 것으로 거품폴리스타이렌·스타이로폼(styrofoam)-발포스타이렌·스타이로폼 등으로 불림	최고 가벼우며, 내수성·단열성·방음성·완충성 등 우수	단열재, 충격흡수재 등	헬멧의 두부 충격 흡수재와 내부 완충재로 사용
PP (Poly Propylene)	PE와 더불어 석유화학제품을 대표하는 열가소성 수지로, 고체로 프로필렌을 중합하여 제조. 성형은 압출 성형, 사출 성형 방법 있음.	인장강도와 충격강도, 표면강도가 우수하고, 성형 시의 유동성, 치수 안정성이 좋고 광택이 나고 외관도 아름답다. 인장강도, 충격강도, 표면강도 우수, 내굴곡 피로성 높음, 내열·내약품성 우수	포대용 백, 필름, 섬유, 자동차, 전기·전자부품, 컨테이너, 일용품 등 내굴곡피로성(耐屈曲疲勞性)이 뛰어난 경첩 등에 사용. 전기 기기의 하우징, 자동차 부품, 가정 집화, 용기 등에 많이 쓰임	헬멧의 반구와 접히는 경첩으로 사용
PE (Poly Ethylene)	에틸렌 중합으로 생기는 사슬 모양 고분자 화합물. 중합 방법에 따라 여러 종류의 폴리에틸렌이 생기는데, 밀도에 따라 저밀도와 고밀도 폴리에틸렌으로 구별	밀도(0.91~0.97)에 따라 1~4의 상대 균기와 100~400(kg/cm ²)까지의 인장강도를 가지며, 이에 따라 신장률은 500%~20%, 내충격성은 16~3(ft/b/in)의 수치를 갖는다. 녹으면서 스스로 연소한다.	저밀도 폴리에틸렌은 각종 병을 비롯하여 냉장고의 제빙용 상자 제조. 밀도에 따라 다양한 균기를 가지며, 각종 용기, 포장용 필름, 섬유, 파이프, 패킹, 도로 등에 사용	내부 충격 완화와 크기조절을 위한 섬유 띠, 고정을 위한 턱끈 등의 용도로 사용

Nylon	나일론은 상업적으로 성공리에 생산된 최초의 열가소성 고분자. 비단 같은 느낌을 주는 소재로서 용융 상태로 가공하여 섬유나 필름 혹은 여러 가지 형태의 제품으로 만들 수 있다.	내후성, 내열성, 피로 저항성 높음	직물과 섬유 분야(의복, 바닥재 및 고무의 강화제)와 다양한 형상의 제품 분야(자동차에 사용되는 사출품, 전기장비용 사출품)에 활용, 특히 타이어 코드는 항공기, 특장차 등 큰 충격에 견뎌야 하는 용도에 적합. 최근에는 자동차용 에어백용으로 많이 사용.	블로어블 헬멧에서 TPU와 결합되어 마찰에 의해 터치는 것을 방지하는 용도로 활용
TPU (Thermoplastic polyurethane)	고무의 탄성을 가진 플라스틱으로 다양한 용도로 쓰이는 재질.	열을 가하면 형태 변형이 생겨 잘 휘어지고 충격 흡수력이 뛰어나. 고무 PVC 재질은 성형 시 첨가제를 사용하여 환경 저해 요소가 있으나 TPU는 약품을 첨가하지 않아 환경에 영향을 주지 않음	휴대폰 케이스 운동화 밑창 축구공 도마 등	블로어블 헬멧의 팽창 소재로 활용
PVC (Polyvinyl chlorid)	열가소성 플라스틱의 하나로 '염화비닐수지'라고도 하며 PVC로 약칭한다. 원래 딱딱한 물질로 가소제를 사용해 유연성과 탄력성을 높인 뒤 제품화된다.	가소제가 암을 유발하고 장기에 유해한 영향을 미칠 수 있다고 하여 가소제가 포함된 PVC 재질의 유아용 완구에 대한 판매 금지 또는 제품 회수 등의 안전 조치를 취하고 있다.	파이프, 필름, 시트, 성형품, 캡 등 광범위한 제품으로 가공. 물놀이용 튜브 등	블로어블 헬멧의 팽창소재로 활용

3. 3. 가변형 마이크로 모빌리티 헬멧 유형화

앞서 조사한 가변형 헬멧의 크기를 줄이는 방법이 유사한 것들을 그룹화 하고, 변형 구조와 매커니즘을 확인하였다. 그 결과, 5가지로 변형 구조를 유형화하고 시각화했다.

Table 7 Transformable micro-mobility helmet categorization

Transform Type	크기를 줄이는 방식	적용 제품	대표 이미지
폴더블 (foldable)	경첩 힌지를 이용해 접기	G, H, I, K	
콜랩서블 (collapsible)	유연한 재료를 이용한 포개기	E, F	
플리퍼블 (flippable)	회전 힌지를 이용해 겹치기	A, B, D, I	
스트레처블 (stretchable)	부품 유닛 사이의 간극 줄이기	C, J	
블로어블 (blowable)	바람을 빼서 납작하게 만들기	L, M	

3. 4. 헬멧 제품별 변형 분석

가변형 헬멧 제품별 변형 방법과 변형 횟수, 소요 시간 등을 정리하였다. 변형 시간은 헬멧 형태로 변경하는 시간과 휴대 형태로 변경하는 시간을 구분하여 조사하였으며, 변형 횟수는 구조의 개수와 상관없이 한 번에 접을 수 있거나 변형할 수 있는 것을 1회로 보았다.

Table 8 Transformation analysis by helmet product

변형 유형	제품	헬멧 크기(mm)	휴대 크기(mm)	변형 횟수	헬멧 변형 시간	헬멧 형태 고정	휴대 변형 시간	휴대 형태 고정	사이즈 조절장치
폴더블	G	263x201x145	358x197x45	1회 폴딩	8초	O	7초	O	X
	H	275X208X145	345X195X80	1회 폴딩	15초	O	15초	X	X
	I	정보없음	210x110x160	3회(플리핑, 폴딩, 슬라이딩)	10초	O	10초	X	O
	K	280x216x127	368x70x17	1회(펼치기)	10초	X	10초	X	O(스트랩)
클랩 서블	E	275x215x140	275x215x74	2회 콜랩스	1초	X	1초	X	O(스트랩)
	F	258x210x127	258x210x60	2회 콜랩스	1초	X	1초	X	O(스트랩)
플리 퍼블	A	290x218x140	290x109x140	양쪽 1회씩 총 2회 플립	1초	O	3초	X	O(다이얼)
	B	290x218x140	290x100x140	양쪽 1회씩 총 2회 플립	1초	O	2초	X	O(다이얼)
	D	278x208x140	278x208x80	1회 플립	5초	O	5초	O	O(스트랩)
	I	정보 없음	210x110x160	3회	10초	O	10초	X	O
스트레 처블	C	정보 없음	25% 부피 감소	1회 펼침	3초	X	3초	O	
	J	정보 없음	50% 부피 감소	1회 펼침	1초	X	1초	O	
블로 어블	L	정보 없음	120x90x30	1회(블로잉)	40초	O	50초	O	O
	M	정보 없음	100x80x20	1회(블로잉)	30초	O	50초	O	X

4. 가변형 헬멧의 유형별 디자인 특성 분석

4. 1. 폴더블(foldable) 방식

강도가 높은 ABS 외부 구조에 PC 등 질긴 소재로 접히는 부분의 구조를 만드는 방식이다. 이 유형의 헬멧은 높은 충격 흡수가 가능하고 변형 시 두께가 블로어블 유형을 제외하면 가장 얇다. 또한, 형태 변형에 7초~15초의 시간이 소요된다. 휴대성 측면에서 양호한 방식이라고 볼 수 있다. 그러나, 헬멧 변형 시 변형되는 부분 및 체결 부분이 많아 변형 방법이 복잡하다. H 제품의 경우 끈을 당겨서 변형하고 고정하는 방식의 디자인으로 이를 극복하려 했다. 이 디자인은 연결부의 체결을 쉽게 해 사용성을 높이는 동시에, 이중 고정의 역할도 한다. 이 유형 중 EPS를 사용하지 않는 방식의 G와 H 제품은 착용 시 머리에 잘 고정되지 않고 흘러내릴 수 있어 주행 시 진동이 많은 마이크로 모빌리티 사용 시 시야를 가릴 가능성이 있다. 또한, 이 형식은 고정장치를 마련하지 않는 경우, 충격 시 헬멧의 충격이 사용자에게 전달될 수 있어, 이 부분을 고려하여 디자인해야 한다. G, H, I 제품은 헬멧 형태를 유지하는 고정 구조가 있으나, K 제품은 고정 구조가 없어 안전성에 문제가 된다. 때문에, 미국 CPSC(Consumer Product Safety Commission, 2020)에서 K 제품에 대해 즉시 헬멧의 사용을 중단하고 폐기하라고 경고하였다. 이유는 두부 부상의 위험 때문이다. 이는 형태 고정장치가 없는 가변 헬멧의 위험성을 경고하고, 이러한 안전 장구의 디자인 가이드라인 필요성을 상기하는 중요한 사례다.

4. 2. 클랩서블(collapsible) 방식

클랩서블 방식은 매우 빠른 형태 변환이 가능하다. 외부에 내충격성이 큰 PC를 사용해 보호 구조를 만들고, 내부에 EPS를 이용해 완충 기능과 접히는 기능을 함께 구현한 일체형 구조로 제작된다. 클랩서블 가변 구조를 단일 재료로 만들었기에, 구조적으로 간단하고 가벼운 장점이 있다. 또한, 비용적으로 저렴한 생산이 가능하다. 하지만, 현재 출시된 클랩서블 유형은 헬멧으로 변형 시 형태를 유지해주는 고정장치를 가지고 있지 않아, 위에서 강한 힘이 가해질 경우, 머리를 보호하는 데 한계가 있다. 사고 시 충격 전달을 방지해 줄 수 있도록 원치 않는 접힘을 방지하는 고정 구조가 추가되어야 할 것이다. 또는, 접히게 되는 부분을 정수리 방향이 아닌 충격에 가장 영향을 덜 받는 측면 방향으로 바꾸는 디자인 개선이 필요하다. 후면에 반사 필름을 적용한 부분은

안전을 고려하여 긍정적인 부분이다. 향후 LED(Light-Emitting Diode) 라이트 등 안전 기능 적용을 위한 디자인 수정이 필요하다.

4. 3. 플리퍼블(flippable) 방식

플리퍼블 방식은 매우 간단한 구조의 가변 구조로 사용자가 쉽게 변형하여 사용할 수 있고, 휴대 변형 시 크기를 많이 줄일 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 회전 구조를 이용해 헬멧 형태로 변형한 후 고정하지 않는다면 쉽게 다시 휴대형으로 되돌아가, 이동 중 사용자의 안전을 위협할 가능성이 크다. 가변 구조 추가로 재료나 부품이 증가하여 구조가 복잡해지고 무거운 점도 단점이다. ABS 등 고강도 소재로 외부 및 회전 구조를 만들고 내부 완충 역할을 하는 EPS 소재 등을 추가로 사용해 구조가 복잡하고 가격대가 높다. 일반적인 자전거 헬멧이 200g~250g 사이인 데 반해 플리퍼블 헬멧들은 340g~490g으로 1.5배에서 2배가량 무거우며 가변형 헬멧 중에서 가장 무거운 유형이다. 하지만, ABS 소재를 사용하면 EPS 소재에 비해 정교한 세부 형상 구현이 가능해, LED 라이트 등 다양한 안전장치나 부품을 추가하기 좋다. 디자인 시 다양한 기능적 가능성을 염두에 두고 디자인한다면 이 유형의 장점을 살릴 수 있다. 디자인 개선을 위해 회전 부품의 소재를 경량화하고, 회전 구조의 변형 조작을 더욱 쉽게 하는 조작부 디자인이 요구된다. 그런 점에서 A 제품에 붉은색 Lift 태그를 Lock 스위치에 붙여 표시한 점은 사용 편의성을 높이는 부분이다, 후속 제품인 B 제품에서는 좀 더 조작부를 키워 조작 편의성을 개선했지만, 색상 태그는 붙이지 않았다. 스타일과 기능 사이의 고민이 보이는 부분이다. 복합 접이식의 I 제품은 사용 방법이 다른 제품 대비 복잡하다. 접히는 부분이 많고 두 가지 다른 구조를 적용해, 부피를 더 줄일 수 있었지만, 사용 시 접는 방법 숙지에 그만큼 시간이 더 소요된다.

4. 4. 스트레처블(stretchable) 방식

스트레처블 방식의 가변형 헬멧은 펼쳐지거나 슬라이드 구조를 통해 간격을 줄여 형태를 작게 만드는 구조이다. 현재 조사된 해당 방식의 헬멧은 펼쳐지는 구조가 연결된 섬유 끈으로 펼쳐지게 되어 있으며, 헬멧 모양으로 펼쳐졌을 경우, 락으로 묶어 펼쳐진 형태를 몸에 고정하는 방식이다. 이 방법은 외부 충격에서 머리를 충분히 보호하기 힘든 구조이며 안전성에 문제가 될 수 있다. 때문에, 스트레처블 방식의 헬멧은 펼쳐진 형태를 유지할 수 있도록 하는 단단한 소재의 고정 구조를 추가할 필요가 있다. 고정하는 부품은 단단한 합금 소재 또는, ABS, PC, 카본파이버 등의 견고한 소재로 만들어 펼쳐질 때 자동으로 고정되고, 풀기 위해서는 버튼 등의 조작을 통해 잠금이 해제될 수 있도록 만들어, 사용자의 의사를 반영할 수 있는 디자인이 되어야 한다. 이때, 펼쳐지는 간격을 사용자 두상 크기에 맞게 범위를 조절할 수 있도록 디자인하면, 다양한 두상 크기를 하나의 제품으로 대응할 수 있어, 제조 비용을 절감할 수 있을 것이다.

4. 5. 블로어블(blowable) 방식

블로어블 방식은 가변형 헬멧 중 크기를 가장 작게 줄일 수 있는 방식으로 휴대성을 극대화하는 방식이다. 무게 또한 크게 줄일 수 있다. 소지할 때도, 단단한 소재로 되어 있는 다른 형식의 가변형 헬멧과 달리 부드럽고 유연한 소재로 휴대성이 좋다. 반면, 헬멧을 착용하기 위해 소요되는 준비 시간과 사용 후 휴대를 위해 부피를 줄이는 시간은 가장 길다. 입으로 공기를 불어 넣으면, 위생 문제가 있을 수 있어 공용 헬멧으로 사용은 어렵다. 또한, 핸드펌프를 사용할 경우, 펌프의 분실 우려가 있다. 블로어블 헬멧 유형은 공기를 주입하는 문제를 해결하는 디자인 개발이 요구된다. 블로어블 헬멧이 충격 흡수를 어떻게 할지는 공기주머니의 크기와 형상에 따라 좌우된다. 또한, 적절한 공기압을 유지해야 충격 흡수가 가능하다. L 제품은 4~6psi의 공기압을 넣어야 하며, 해당 제품은 입으로 불어서는 해당 기압으로 공기를 충전할 수 없기에 구매 시 핸드펌프를 제공한다. 8기압 이상 과충전 시 공기층이 지나치게 딱딱해져 충격 흡수를 하지 않고 머리로 충격이 전달되는 것을 방지하기 위해 자동으로 충전노즐이 분리된다. 제작사에서는 해당 헬멧을 머리에 쓰고 다니는 에어백으로 소개하고 있으며, 안전 이용 속도를 PM 제한속도보다 낮은 20km/h 이하로 안내하고 있다. M 제품은 품질 안전기준 테스트를 하지 않았으며, 충격에서 얼마나 사용자를 보호할 수 있는지에 대한 정보가 제공되지 않았다. 이 유형의 제품이 시장에 안착하려면 적절한 안전기준 마련이 필요하나 아직 관련 규정은 없다.

5. 전문가 인터뷰

마이크로 모빌리티용 가변형 헬멧에 대한 의견을 수렴하기 위해 관련 분야 5명의 전문가를 선정하여 인터뷰를 진행했다. 인터뷰는 전화와 대면으로 진행하였으며, 가변형 마이크로 모빌리티용 헬멧 자료를 제시하고 그에 대한 의견을 청취하였다. 가변형 헬멧 디자인에 관한 구조, 안전성, 사용 방법 등에 대한 의견은 구조화 인터뷰 기법으로 기록하였으며, 각 전문 분야에 해당하는 내용에 대해서는 비구조화 인터뷰 방식으로 진행하였다. 전문가 인터뷰 내용은 요약해서 본문에 기술하였으며, 도출된 인사이트는 소결의 디자인 고려 사항에 반영하였다.

5. 1. 모빌리티 디자인 전문가

(강*진 / 52세, 모빌리티 디자이너, 자동차 디자인전공)

가변형 헬멧 제품을 보급하기 위해서는 사용자들에게 가변 헬멧을 가지고 다녀야 하는 장점을 분명히 제시해야 한다. 멋있어 보이고 따라 하고 싶은 부분이 설득력 있게 제시되어야 젊은이들이 착용할 것이다. 자료를 검토하면, 안전에 대해 반드시 해결되어야 할 점들이 보인다. PM의 주 이용자인 MZ세대들은 귀찮을 것 같은 것도 스타일이 좋고 필요하다고 느낀다면 착용한다고 생각한다. 팀블러가 그 예시다. 가치적 부분에서 납득하면, MZ세대들은 좀 불편하더라도 기꺼이 사용하리라 본다. 또한, 힙하고 패셔너블한 디자인이 필요하다. 착용의 당위성에 대해 MZ세대를 설득하는 데 문화적 접근과 PC(Political Correctness)적 접근 방법도 고민해야 할 것이다. 친환경 소재의 사용 등이 그 예시이다. 또한, 사용성에 있어 가변형 헬멧이 어렵다는 인식을 할 수 있어 간편한 사용성을 어필하는 것도 중요하다.

5. 2. 헬멧 제작 기업 대표

(김*일 / 55세, 공기 팽창형 헬멧 제조업체 오*겍 대표, 화공전공)

헬멧과 관련된 안전 인증은 국가표준원의 생활용품 안전기준인 KC(Korea Certification) 인증이 있으며, 당사 제품은 그 중 운동용 안전모(시속 30km 미만의 속도로 움직이는 스포츠/레저 기구 이용자가 착용하도록 고안된 안전모) 기준을 염두에 두고 제품을 개발했다. 하지만, 외부에 단단한 외피를 가지고 있어야 한다는 규정이 있어, 당사의 공기 팽창형 헬멧(이하 에어 헬멧)은 KC 인증을 취득하지 못했다. 하지만, 당사에서 경찰찰청에 문의한 결과 당사의 에어 헬멧은 머리 보호 안전 장구로 볼 수 있다는 답을 받았다. 때문에, 판매 문구에 에어 헬멧을 안전 보호용품으로 명시하고 있다. 또한, 여타 직구 헬멧 제품들도 KC 인증을 받지 않아, 형평성의 이유로 KC 인증 여부는 머리 보호 장구 단속과 직결시키지 않고 있다. 하지만, KC 인증을 받지 못한 현재 상황은 소비자의 불안을 야기할 수 있다. 때문에, 당국에 KC 인증에 에어 헬멧에 대한 기준 추가를 청원한 바 있다. 당사 헬멧 판매 데이터를 확인해 보면, 주 구매 연령층은 50~60대이고, 이들을 인터뷰한 결과 대부분 이미 헬멧이 있는 경우가 다수였다. 기존 헬멧이 있음에도, 휴대 용도로 작게 접히는 헬멧이 필요해 당사의 에어 헬멧을 추가 구매하는 경우가 많았다. 반면 젊은 소비자는 안전보다 유행과 디자인에 관심이 크기에 에어 헬멧 구매가 많지 않은 것으로 분석했다. 앞으로 젊은 층이 호응할 수 있는 블로어블 헬멧 디자인을 개발할 필요가 있다.

5. 3. 제품 디자인 전문가

(구*원/ 49세, 3D디자인 전문업체 대표, 산업디자인전공)

휴대성이 개선되기에 마이크로 모빌리티를 위한 헬멧의 가변형 적용은 바람직해 보인다. 폴더블 구조라도 각 결합부 체결이 잘만 된다면, 구조적으로는 안전할 수 있다. ABS나 PC 등 강도 높은 재료로 사출해서 만든다면 강도는 충분히 유지될 것이다. 다만 충분한 체결 구조로 결합 구조를 유지하고 지탱할 수 있도록 만들어야 할 것이다. 변형 구조들이 만나는 부분을 고정되게 해주는 고정장치가 있어야 강도를 높여줄 수 있다. 낮은 속도로 운행하는 마이크로 모빌리티의 특성상 폴페이스 헬멧까지는 필요 없다고 생각되지만, 현재 형태들은 자동차와 사고 발생 시 완벽하게 탑승자를 보호해주는 힘들 것으로 보인다. 때문에, 차량과의 사고를 방지하기 위해 안전 장구류인 라이트, 반사판 등을 적극적으로 추가할 필요가 있다.

5. 4. 구조 설계 전문가

(강*준 / 50세, 제품디자인 전문업체 연구소장, 산업디자인전공)

가변형 헬멧 제품들은 구조적인 관점에서 A, B, I 제품만 차량과의 충돌 상황 발생 시 그 충격을 견딜 수 있을 것이다. 그 외 제품들은 단독 사고 시 찰과상을 완화하는 정도의 제한적 두부 보호 효과가 있을 것으로 본다. 특히, 콜랩서블과 익스펜더블 방식은 작은 힘으로도 접힌 상태로 변형될 수 있으며, 사고 시 접히는 변형 방향으로 충격이 사용자에게 고스란히 전달될 수 있다. 이런 점은 안전에 있어 치명적이다. A, B 제품은 헬멧 형태에서 ABS 소재의 견고하게 체결되는 고정장치가 있어 확실히 고정될 수 있고, 충격 시 힘이 가해지는 방향과 형태의 변형 방향이 달라 다른 제품과 비교해 구조적으로 가장 안전하다. 변형되는 구조를 갖는 헬멧과 관련해 헬멧 형상을 유지하는 고정장치에 대한 기준을 KC 인증에서 추가할 필요가 있다.

5. 5. 모빌리티 공학 전문가

(이*철 / 62세, 교수, 기계공학 전공)

가변형 헬멧은 공유 모빌리티 사용자들에게 휴대성과 위생적 측면에서 장점이 크다. 다만, 현재 인증체계에서 다양한 유형의 가변형 헬멧에 대한 명확한 기준을 제시하지 못하고 있는 부분은 개선되어야 할 것이다.

마이크로 모빌리티 제한속도 25Km/h에 대해서는, 현재 속도는 자전거 도로에서 마이크로 모빌리티가 주행 가능한 속도라 생각한다. 더 높으면, 자전거가 불편할 것이다. 15km/h로 제한속도를 낮추고 헬멧 착용 의무를 없애자는 주장은 자동차 제한속도를 20~30Km/h로 낮추고 안전벨트 착용 의무 없애자는 것과 유사하므로 반대한다. 가변형 헬멧은 개인 휴대와 공유 마이크로 모빌리티를 사용자를 위해 비치하는 두 가지 상황 모두에 장점이 있다. 개인 휴대 시에는 높은 휴대성으로 접히지 않는 헬멧에 비해 착용률을 높일 수 있다. 공유 모빌리티에서는 현재처럼 헬멧을 핸들에 걸어두는 방식으로 제공하면 쉽게 헬멧을 분실할 수 있다. 접어서 차체에 부착하고 대어 반납 시 확인하도록 하면 파손과 분실을 줄일 수 있다.

5. 6. 소결

가변형 헬멧 조사 결과를 종합하여 유형별 특징 및 디자인 시 고려 사항 여덟 가지로 정리하였다.

첫째, 부피. 부피를 가장 줄일 수 있는 유형은 블로어블, 폴더블, 콜랩서블, 플리퍼블, 스트레처블 순이었다. 가변형 헬멧의 가장 큰 장점은 부피를 크게 줄여 휴대에 필요한 공간을 줄이는 것이다. 헬멧을 외투 주머니에 휴대할 정도로 줄일 수 있다면 좋을 것이다. 하지만, 블로어블 방식만이 주머니에 들어갈 정도로 부피를 줄일 수 있었다. 향후, 머리 보호 성능을 유지하며 부피를 더욱 줄일 수 있는 디자인 개발의 여지가 크며, 이 점은 가변형 헬멧을 디자인할 때 가장 중요한 고려 사항이다.

둘째, 무게. 무게는 블로어블, 콜랩서블, 스트레처블, 폴더블, 플리퍼블 순으로 가벼웠다. 무게도 휴대성에 있어 중요한 고려 사항이다. 무게는 소재와 관련이 크다. ABS 등 무거운 소재를 사용할 경우 무게가 무거워진다. 폴더블이나, 플리퍼블 유형의 헬멧이 무거운 이유가 무거운 소재를 썼기 때문이다. 때문에, 가볍고 보호 성능이 뛰어난 소재의 개발 및 적용과 새로운 경량 구조 디자인이 필요하다.

셋째, 변형 시간. 헬멧의 변형 시간은 마이크로 모빌리티 사용의 기동성과 관련된 중요한 선택 기준으로 짧은 착용 준비 시간 및 휴대형 변형 시간이 요구된다. 가변형 헬멧은 유형별로 변형 방법과 시간에 큰 차이가 있었다. 변형 시간은 콜랩서블, 스트레처블, 플리퍼블, 폴더블, 블로어블의 순으로 짧았다. 블로어블 제품 유형은 헬멧 착용을 위해 공기를 주입하는 데 평균 50초의 시간이 소요되어 착용 준비에 다른 가변형 헬멧의 15초 이내와 비교해 3배 이상 소요되었다. 가변형 헬멧 디자인 시 변형 시간을 단축하는 가변 구조와 쉬운 변형 방법의 디자인 개발이 필요하다.

넷째, 헬멧 형태 고정 기능. 착용자 보호를 위해 가변 형태의 유지를 위한 고정 기능이 매우 중요하다. 사고 시 헬멧 형태가 고정되지 않고 변형된다면, 사용자를 충격으로부터 보호해주지 못한다. 스트레처블 방식은 스트랩이 아닌 펼쳐졌을 때 형태를 유지할 수 있는 금속이나 견고한 플라스틱 소재를 사용해야 한다. 콜랩서블 방식은 정수리 방향의 압축 충격에 헬멧이 접혀버릴 우려가 있다. 때문에, 추가 구조를 통해 사고 시 접히지 않도록 하는 구조를 디자인에 추가해야 한다. 폴딩 방식의 경우 폴딩 힌지 고정장치가 없는 경우 헬멧의 기능을 상실할 수 있어 힌지의 작동을 고정하는 기능을 추가해야 한다.

다섯째, 크기 조절 용이성. 머리 크기에 맞게 조절하고 이용 시 흘러내리지 않게 하기 위한 조절 및 고정장치 디자인이 쉽고, 편리하게 디자인되어야 한다. 변형 구조에 조절 및 고정장치를 더하는 것은 어려운 일이지만 착용 편의성을 위해 필요한 부분으로 디자인 시 고려되어야 한다.

여섯째, 안전 옵션 적용. 햇볕에서 시야를 보호하는 바이저, 야간 시인성을 높이는 반사필름 등의 안전 옵션 적용을 고려해야 한다. 최근 개발된 헬멧의 경우 LED 후미등이나 헤드라이트 기능 등을 적용해 이용자 안전성 개선을 시도하고 있었다. 디자인 시 안전 기술을 적극적으로 채택하여 주행 시 사고를 예방하고 사용자들의 안전을 충족시킬 필요가 있다.

일곱째, 쉬운 가변 조작. 가변형 헬멧의 유형별 특성을 고려해 변형 조작이 편리하게 디자인해야 한다. 아무리 좋은 기능도 사용하기 어렵다면 외면받을 것이기 때문이다. 플리퍼를 방식은 가장 직관적이고 쉽게 변형되지만, 고정 구조를 쉽게 이해하고 자연스러운 방향으로 작동할 수 있도록 사용자 관점에서 조작 요소를 디자인해야 하며, 안전을 위해 가변 구조에 잠금 기능을 추가하더라도 그 조작 방법이 쉽게 디자인되어야 한다. 여덟째, 지속 가능성. 현재 PC+EPS의 복합 소재가 가변형 헬멧에 가장 많이 사용되고 있다. 이러한 복합 소재의 사용은 재활용이 어렵다. 디자인 시 친환경적인 소재를 발굴하고 채택해야 한다. 또한, 생산, 유통 그리고 폐기까지 고려한 지속 가능 디자인을 개발해야 한다.

6. 결론 및 제언

본 연구는 시장에서 판매되는 가변형 헬멧을 유형화하고, 디자인을 구조와 소재 측면에서 분석하고, 전문가 의견을 종합하여 마이크로 모빌리티용 가변형 헬멧 방식의 특징과 디자인 시 고려 사항 8 가지를 도출하였다. 가변형 헬멧의 변형 기능을 구현하기 위한 디자인은 5가지 유형으로 분류할 수 있었으며, 헬멧의 변형과 관련된 고정 구조의 안전성과 관련한 다양한 문제점들을 발견했다. 하지만, 이용자의 안전성이 보장되지 않은 디자인으로 리콜되거나 즉시 폐기를 권고하는 제품도 있었다. 현재, KC 안전기준에서는 가변형 헬멧 제품에 대한 평가 기준이 없어 시장에 출시된 다양한 헬멧들이 주장하는 장점들만 보고 사용자가 판단해야 하는 상황이다. 헬멧을 쓰지 않는 가장 큰 원인인 휴대성을 크게 개선한 가변형 헬멧은 마이크로 모빌리티 저변 확대와 함께 수요가 증가하고 있다. 이에 대응하여 가변형 헬멧의 구조적 특성 및 취약점을 고려하여 KC 안전기준에 해당 유형기준의 추가가 시급하다. 본 연구가 현실적인 기여를 하기 위해서는 가변형 헬멧 디자인 개선의 구체적 방법 제시가 필요하다. 후속 연구를 통해 새로운 가변 구조 및 친환경 소재를 적용한 가변형 헬멧 디자인 개발을 진행할 것이다.

References

1. ABS [Acrylonitrile Butadiene Styrene] (Dictionary of Knowledge Economy Terms, 2010. 11., Ministry of Trade, Industry and Energy). Retrieved from <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=303855&cid=50326&categoryId=50326>
2. An, S., & Kim, E. (2020). A Convergence Study on a Smart Helmet Design for Safe Riding of Personal Mobility Users_Focused on Lighting Interaction. *The Korean Society of Science & Art*, 38(5), 297–316.
3. Choi, H. (2017). Legal Review on Personal Mobility Management and Operation. *The Journal of Comparative Law*, 17(2), 151–170.
4. Cho, H., Rho, H., Ryu, H., Kang, J., Chung, J., & Kim, H. (2021). A Study on the Behavior and Safety of Electric Kickboard – Focusing on a Survey of Electric Kickboard Owners. *Journal of the Geographical Society of Korea*, 55(1), 43–55.
5. CPSC. (2020, August 27). recall of Morpher flat-folding bicycle helmets. *Consumer Product Safety Commission*. Retrieved from <https://www.cpsc.gov/Recalls/2020/CPSC-and-Morpher-Warn-Consumers-to-Stop-Using-and-Dispose-of-Bicycle-Helmets-Due-to-Risk-of-Head-Injury-Recalling-Firm-is-Unable-to-Conduct-Recall-Recall-Alert>

6. CPSC. (2022, November). Bicycle Helmets Business Guidance. *Consumer Product Safety Commission*. Retrieved from <https://www.cpsc.gov/Business-Manufacturing/Business-Education/Business-Guidance/Bicycle-Helmets>
7. EPS [Expanded Poly Styrene] (DooPedia), Retrieved from <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1099178&cid=40942&categoryId=32404>
8. Han, C. (2022, July). "Kickboard Helmet Mandatory" 1 Year...Safety helmet 'evaporated'. *YounhapNews*, Retrieved from <http://pan.best/Yfc58dUr>
9. Jang, S., Kim, J., Yu, S., Choi, J., & Park. (2022). Personal Mobility Safety and Helmet. *Proceedings of the KSMPE Conference*, 335–335.
10. Kang, G. (2021, April). Wear a helmet that you don't know who's wearing it? Crackdown on Electric Kickboards That Won't Work Obviously. *JoongAngDailyNews*, Retrieved from <https://www.joongang.co.kr/article/24031402>
11. Kim, H., Cho, H., & Lee, J. (2021). Helmet Rental Service : Let's ride safely!. *A collection of papers at the conference of the Korean Society of Human Engineering*, 201–218.
12. Kim, S. Y. (2007). Plastic Material for Interior Product Design. *The Journal of the Korea Contents Association*, 7(11), 182–192. <https://doi.org/10.5392/jkca.2007.7.11.182>
13. Kim, S.-Y. (2007, November 30). Plastic Material for Interior Product Design. *The Journal of the Korea Contents Association*, 7(11), 182–192. <https://doi.org/10.5392/jkca.2007.7.11.182>
14. Korea Ministry of Government Legislation. 2021. Enforcement Decree of the Road Traffic Act. Retrieved from <https://www.law.go.kr/lsSc.do?section=&menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%EB%8F%84%EB%A1%9C%EA%B5%90%ED%86%B5%EB%B2%95+%EC%8B%9C%ED%96%89%EB%A0%B9#undefined>
15. Lee, H. (2021, November). Shared kickboard with half of users, "It's uncomfortable to carry a helmet.". *SBS Morningwide*, Retrieved from <https://tv.naver.com/v/23609686>
16. Nylon (Encyclopedia of Chemistry), Retrieved from <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=5662774&cid=62802&categoryId=62802>
17. Park, C. (2021, May). The use rate of electric kickboards, which have been halved, will be an alternative to 'foldable helmets?'. *BizHangoon*, Retrieved from <https://www.bizhangoon.com/bk/article/21979>
18. PC [Poly Carbonate] (Glazing Technology Glossary, 2000. 6., Seung, J.), Retrieved from <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=655553&cid=42326&categoryId=42326>
19. Ryu, Y., & Woo, J. (2019). A Study on the Safety Regulation of Personal Mobility. *2019 Korea Automotive Engineering Society Spring Conference*, 1346–1346.
20. Shin, H., Lee, J., & Kim, S. (2016) Study on the improvement of Laws and Regulations for Personal Mobilities. *The Korea Transport Institute*. Retrieved from https://english.koti.re.kr/user/bbs/BD_selectBbs.do?q_bbsCode=1017&q_bbscttSn=20170206103040213&q_clCode=2&q_lang=eng
21. TPU [Thermoplastic Poly Urethane], Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoplastic_polyurethane

마이크로 모빌리티를 위한 가변형 헬멧 디자인

김승민^{1*}, 김현찬²

¹한밭대학교 산업디자인과, 교수, 대전, 대한민국

²와이카토 공과대학교, 공학 및 산업디자인학부, 해밀턴, 뉴질랜드

초록

연구배경 2021년 도로교통법 개정으로 대다수 마이크로 모빌리티 운행 시 헬멧 착용이 의무화되었다. 하지만, 현재 헬멧을 착용하는 사용자를 찾아보기 어렵다. 본 연구에서는 마이크로 모빌리티 이용에서 반드시 착용해야 하는 헬멧의 휴대성을 극대화할 수 있는 가변형 헬멧 디자인을 연구했다. 시중에서 판매 중인 가변형 헬멧의 소재, 구조 및 형태적 특징을 분석하고, 가변형 모빌리티 헬멧 디자인 시 고려 사항을 도출하는 것을 목적으로 한다.

연구방법 첫째, 마이크로 모빌리티용 헬멧과 관련된 규정을 조사하였다. 또한, 국내 사용자를 대상으로 설문 조사를 실시하여, 마이크로 모빌리티 사용 시 헬멧 착용 의사 및 헬멧 선택에 영향을 주는 주요 요인을 알아보았다. 이를 통해 가변형 헬멧 디자인 필요 및 요구사항을 확인하였다. 둘째, 시중에 판매 중인 가변형 헬멧을 조사하였다. 가변형 헬멧 디자인과 관련된 접는 구조, 무게, 소재를 중심으로 정리하였다. 셋째, 가변형 마이크로 모빌리티용 헬멧을 구조에 따라 분류하고 유형화했으며, 그 구조의 특징에 대하여 분석하였다.

연구결과 마이크로 모빌리티 사용자들의 헬멧 이용에 관한 인식을 확인하고, 시장에서 판매 중인 가변형 헬멧을 조사하여 유형별 특징을 정리하고 분석하였다. 그 결과, 접히는 구조를 통해 폭이나 두께를 줄이는 폴더블 헬멧, 유연한 소재를 겹쳐서 공간을 줄이는 콜랩서블 헬멧, 회전 힌지를 사용하여 두께를 줄이는 플리퍼블 헬멧, 유닛의 간격을 줄여 크기를 줄이는 스트레처블 헬멧, 공기를 주입하는 블로어블 헬멧의 다섯 가지로 유형화할 수 있었다.

결론 유형별 가변형 헬멧 디자인의 장단점 및 사용성의 특징을 확인하고 디자인 개발 시 유의 사항과 고려 사항을 제시하였다. 아울러, 가변형 헬멧에 대한 KC 안전기준 마련의 필요성을 확인했다.

주제어 마이크로 모빌리티, 헬멧 디자인, 퍼스널 모빌리티, 가변형 헬멧, 제품디자인

* 교신저자: 김승민 (smkim@hanbat.ac.kr)