

와해성 혁신 개념에 입각한 마이크로 모빌리티 디자인 변화 방향의 탐구

구 상*

홍익대학교 산업디자인학과

A Study on Change Directions of Micro-Mobility Design on the basis of Disruptive Innovation

Sang Koo*

Department of Industrial Design, Hongik University, Seoul 04066, Korea
(Received 19 June 2025 / Revised 14 July 2025 / Accepted 14 July 2025)

Abstract : This study aimed to identify the implications of micro-mobility design change directions on the basis of the disruptive innovation concept. To explore the directions of E2W micro-mobility, a case study on the Chinese urban micro-mobility in usability scenes and technology was conducted, as emphasized by the disruptive innovations by several advanced researchers. The situations discovered with the urban E2W micro-mobility appeared similar in all countries, including Korea—they conflicted with the current road and traffic systems of urban areas. Particularly, the arbitrary usages with inappropriate speeds and dangerous maneuvers for short routes and distances appeared as another negative factor that disrupts the micro-mobility itself. Therefore, the design change direction includes those with versatility for rider age groups, structures for stability in city driving, and safety for both riders and pedestrians. Consequently, it is concluded that the micro-mobility design should be developed considering universal design concepts.

Key words : Disruptive innovation(와해적 혁신), Usability(사용성), Versatility(범용성), Variety(가변성), Rider age group(탑승 연령층), Universal design(범용 디자인)

1. 서론

다양한 유형의 모빌리티 중에서 마이크로-모빌리티(Micro-mobility), 또는 퍼스널-모빌리티(Personal-mobility) 등으로 불리는 소형 모빌리티는 최근에 도시의 이동 체계 내에서 다양한 문제를 노정(露呈)하고 있다. 소형 모빌리티는 대체로 이동 과정에서 퍼스트-마일(First-mile)과 라스트-마일(Last-mile) 등으로 구분되는 여정의 시작이나 도착 단계의 단거리 이동에 쓰인다. 이에 따라 이동 속도는 빠르지 않으며, 이동 거리 또한 길지 않음에 의한 비정형적이고 임의적 사용에 의한 부작용이 문제를 일으킨다는 것을 선행 연구¹⁾에서 일부 확인할 수 있었다. 그리고 이의 해결에는 전동 킥보드, 또는 전동 2륜차(Electric 2-wheeler)로 대표되는 마이크로 모빌리티 이용객의 인식 개선과 운영 기업의 충전 및 관리 방법 차원의 연구 등이 필요함을 볼 수 있었다.

데이비드 타이필드(David Tyfield)는 이러한 마이크로 모빌리티를 기존 기술을 사회적으로 재정의하고 새로운 맥락과 조합으로 사용한 결과물이라고 언급²⁾했는데, 그가 이러한 견해를 처음으로 피력했던 2010년에 중국에서는 이미 1억 2천만 대의 전동 이륜차가 이용되고 있었다. 그는 중국에서의 전동 이륜차 사용 상황을 분석해 혼잡한 차도(車道)와 보도(步道)를 오가는 저비용이면서 최대 속도 40 ~ 50 km/h의 상대적으로 빠른 속도의 ‘민첩한’ 운송수단으로, 전기 동력 자동차를 포함한 모든 유형의 자동차에 비해 상당한 ‘저탄소’의 이점이 있다고 보았다. 그렇지만 중국에서 정부의 개입 없이 이루어진 보편성으로 인해 규제와 처벌이 증가하고, 베이징, 푸저우, 선전 등 여러 도시에서 전동 이륜차가 금지되기도 했음에 주목했다.

그러나 타이필드는 전동 이륜차는 ‘자동차’라는 개념

*Corresponding author, E-mail: koosang@hongik.ac.kr

¹⁾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 non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

자체를 사회적으로 재정의할 가능성을 마련했다고 보았다. 특히 그는 전통 이륜차의 기술 개념에서 전기 자동차를 개발한다면 현재의 ‘자동차’ 설계에서 출발하지 않는 와해적 기능(瓦解的機能)을 탐색할 수 있다고 보았다. 즉 그는 전통 이륜차를 기존의 자동차 기술을 벗어난 기술적 혁신의 관점에서 바라보았다. 그런데 이러한 데이비드 타이펠드가 분석한 문제는 전통 이륜차가 사용되는 지역이나 국가에서는 비슷한 양상을 보인다.

우리나라 역시 유사한 문제가 나타나고 있음을 선행 연구¹⁾에서 확인할 수 있었다. 따라서 이러한 문제 해결의 관점에서 근 미래에 전통 이륜차로 대표되는 마이크로 모빌리티의 디자인 변화는 불가피할 것으로 보인다. 이에 본 연구에서는 와해성 혁신 개념 고찰을 통해 전통 킥보드로 대표되는 기존의 전통 이륜차(E2W)가 초래한 문제 해결을 위한 디자인 변화 방향에 대해 살펴보고자 한다. 이를 위한 본 연구의 내용은 세 가지로 구분된다.

- 와해적 기술의 특징
- 전통 이륜차의 사용성
- 소형 모빌리티 혁신의 방향

한편, 본 논문에서는 다양한 유형별 전통 이륜차의 특징 고찰보다는 전통 이륜차의 전체적인 사용성의 문제 해결을 위한 디자인 변화 방향 고찰에 더 비중을 두었다.

2. 와해적 혁신의 고찰

2.1 와해적 혁신과 분야

본 연구에서 다루는 와해적 혁신(瓦解的革新: Disruptive innovation)의 개념의 의미는 “이전에는 무시되던 고객을 주요 대상으로 하는 비전통적 참여자들에 의해 만들어지는 제품이나 서비스를 기존보다 저렴하고 사용하기 쉬운 대안으로 개발함으로써 기존의 기술을 사회적으로 재정의하고 새로운 맥락과 조합으로써 사용하는 것³⁾”이라는 설명을 볼 수 있다. 이 용어는 처음으로 제시한 클레이튼 크리스텐슨(Clayton Christensen)과 그의 견해에 찬동하는 인사들에 의해 1995년부터 사용되기 시작해 근래에 다시 영향을 미치기 시작⁴⁾하고 있다.

와해적 혁신의 결과는 대체로 업계를 완벽히 재편성하고 시장 대부분을 점유하게 될 신제품이나 서비스로 나타나지만, 등장 초기에는 핵심 시장이 요구하는 성능 조건을 만족시킬 정도로 우수하지는 않지만, 기존 기업의 제품들에 비해 저렴하고 사용이 간편하다. 이러한 와해적 개념을 적극적으로 수용하는 기업들은 지속적 개선 활동으로 점차 고급 시장에 진출한다. 이로써 기존 기

업 시장의 중심부에서 떨어져 있는 지점에서 성장의 기회를 창출⁵⁾하는 역동성을 가지고 있다.

와해적 혁신에 관해 글로벌 컨설팅 기업 맥킨지(McKinsey & Co.) 산하의 연구 조사 기관인 「MGI(Mckinsey Global Institute)」가 2013년 5월에 발간한 ‘와해성 기술: 일상, 비즈니스, 세계 경제를 변화시킬 기술 발전 (Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy) 보고서⁶⁾에서는 해당 보고서가 작성되는 시점이었던 2012년 이후 10~20년간 세계 경제의 혁신을 주도할 12가지의 차세대 와해적 기술을 선정하고 이 기술의 향후 파급력 및 전망을 분석한 것을 볼 수 있다.

이 보고서에서는 기술 발전의 속도, 파급력의 범위와 강도, 그리고 혁신성 등을 기준으로 선정한 12개의 차세대 와해적 기술 분야는 ①-모바일 인터넷, ②-지식노동의 자동화, ③-사물 인터넷, ④-클라우드 기술, ⑤-첨단 로봇 기술, ⑥-무인 자동차 및 수송 장치, ⑦-차세대 유전학, ⑧-에너지 저장 장치, ⑨-3D 프린팅, ⑩-첨단 재료, ⑪-첨단 석유/가스 탐사 및 채굴 기술, ⑫-재생 에너지 기술 등이다.⁵⁾ 그리고 보고서에서는 이들 분야가 대부분 IT를 기반으로 세계 경제와 산업 분야 전반에 혁신적 변화를 주도하면서 각 기술 간의 융합을 통해 파급력을 확장해 나갈 것으로 예상하였다.

한편 「MGI」는 2025년도에 다시 이들 12가지의 와해적 기술이 미칠 경제적 파급력에 대한 분석과 수치화된 결과를 제시⁷⁾했다. MGI는 Fig. 1에서와 같이 2012년도에 추정 분야 제시를 통해 먼저 각 기술의 적용 가능성을 확인하고, 2025년도에 각 기술의 발전이 정체되어 있다고 가정한 상태에서 적용 분야에 대한 잠재적 파급력의 범위를 설정하였다.⁸⁾ 그리고 이후의 단계에서는 Fig. 2에서와 같이 적용 분야에 대한 잠재력 파급력의 범위 내에서 해당 기술의 확산 및 채택 비율을 고려했다고 밝히고 있

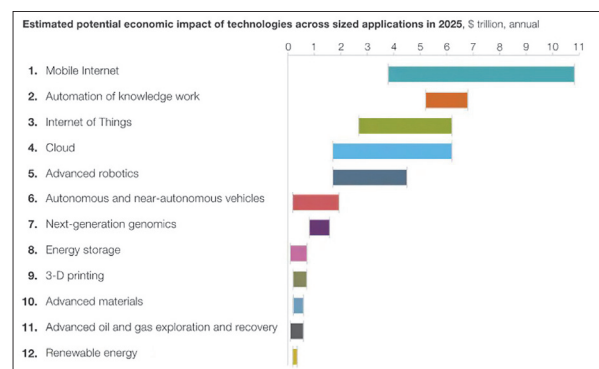


Fig. 1 Estimated potential economic impact of technologies across sized applications in 2025

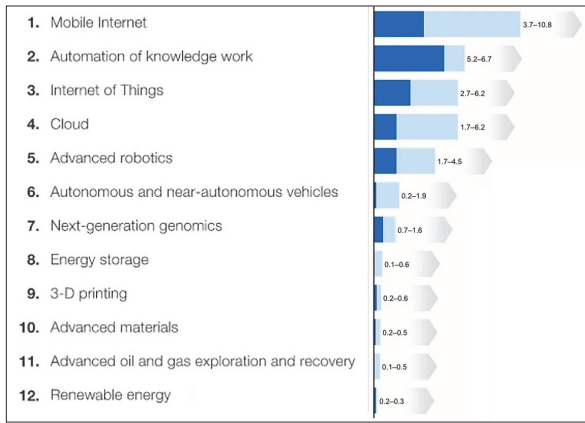


Fig. 2 Estimated potential economic volumes of disruptive technology in 2025

다. 마지막으로, 적용 분야의 잠재적 생산성 및 가치 증가(Value gain)를 측정해 각 적용 분야에 해당 기술이 끼칠 직접적인 경제적 파급력의 규모를 산출했다.

「MGI」의 보고서는 각각의 기술이 규모화된 적용 분야(Sized application)에 대한 소비자 잉여를 포함한 연간 가치(Annual value)를 나타낸다. 그러나 적용 분야의 예상 매출, 시장 규모, 국민총생산(GDP)에 대한 파급력 등은 언급하지 않았으며, 와해적 기술의 간접적·파생적 효과에 대한 측정과 예측 불가능성 변수 역시 배제됐다고 밝히고 있다. 이와 같은 과정을 통해 산출된 추정치는 상당히 포괄적이어서 정확한 예측이라고는 볼 수 없으나, 「MGI」는 해당 분석에 기초해 2025년도에 12가지 와해적 기술이 연간 총 14조 달러에서 33조 달러 사이의 직접적인 경제적 파급력을 발생시킬 것으로 전망했다.⁸⁾

이에 더해서 최근에 급부상하는 인공지능 기술 등에 의한 변화 가능성 등도 언급되지 않았다. 이는 와해적 기술 개념의 최초 언급 시점인 2012년경에는 인공지능 기술의 발전 예측이 어려웠기 때문으로 보인다.

2.2 와해적 특성과 E2W

「MGI」의 분석에서 주요 와해적 혁신의 분야 중 하나였던 무인 자동차 및 수송 장치와 관련해 무인 자동차보다 더 기술적으로 직접 적용이 가능한 운송수단의 저탄소 혁신, 특히 전동 이륜차(E2W)에서 자동차 모빌리티가 관련된 것을 포함하는 와해적 혁신에서 중국 기업의 강점이 있다는 주장⁹⁾도 볼 수 있다. 이것은 서두에서 논한 타이펠드의 중국에서 전동 이륜차의 문제 분석 내용²⁾도 연계시켜 살펴볼 수 있다.

서두에서 언급한 바와 같이 타이펠드는 전동 이륜차와 관련해 가장 중요하게 생각할 부분은 ‘자동차’라는 개념 자체를 사회적으로 재정의할 가능성이 마련됐다고

하였다. 전기 동력장치는 기존 자동차의 내연기관과 변속기 등을 제거할 수 있기 때문이다. 특히 전동 이륜차에서 전기 자동차를 개발한다면 ‘자동차’의 현재 설계에서 출발하지 않고 와해적 가능성을 탐색할 수 있다¹⁰⁾고 보았다.

최근의 자동차가 기계에서 디지털화 된 전기적 장치로 변화함에 따라 ICT(정보통신기술) 및 웹 2.0이 차량에 점점 더 많이 통합되는 전환 탐색에 핵심적인 장소가 될 수 있다. 이에 의해 전동 이륜차의 와해적 혁신은 도시 모빌리티의 친환경화와 새로운 문화적 담론을 제공함과 동시에, 공백으로 남아있는 도시 마이크로-모빌리티 전환에 근본적으로 참여하는 중국 기업의 새로운 정치적, 사회적 연합을 제공할 것이라는 견해¹¹⁾도 볼 수 있었다.

이와 관련해서 실제로 중국에서 ‘안전 위협’은 위험한 모빌리티에 대한 징벌적 처안을 강조하게 된다. 따라서 이러한 방식으로 사회-기술적 모빌리티 전환은 새롭게 배제되고 비 합법화되는 집단 구성을 포함하게 되므로, 타이펠드는 특히 모빌리티에서 배제가 심화되면서 합법적으로 무력화되는 사회문제로 정의된다¹¹⁾고 보았다.

그리고 이를 보완하기 위해 통신 기술 기반의 안전 기술을 전동 이륜차에 통합하면 전동 이륜차에 대한 현재의 정치적 반대와 사용자 권한 부여 문제가 일정 부분 완화되고, 공개적으로 금지된 모빌리티 테크놀로지로서 규범적으로 필수적인 모빌리티 테크놀로지로서 전환될 계기가 마련될 것으로 보았다. 그리고 사회의 특정 ‘책임 있는’ 부분에 대한 개인의 자율성 증대가 지속적이고 강화된 국가 감시와 완전히 양립할 수 있는-실제로는 의존할 수 있는-수단을 제시할 수 있다고 보았다.¹¹⁾ 물론 이러한 과제가 기술적인 뒷받침만으로 단시간 내에 일거에 해결될 것으로 보이지는 않는다.

3. 마이크로 모빌리티와 모빌리티

3.1 도시 모빌리티 체계

퍼스트/라스트-마일을 포함하는 도시 소형 모빌리티의 운행 범위는 모빌리티의 유형에 따라 다양하다. 또한 도심지 도로의 구조나 속도 제한, 도로의 선형(線形), 종단(縱斷) 기울기, 도로의 폭(幅) 등은 교통 환경을 이루면서, 직간접으로 모빌리티의 운행 범위를 제한하거나 확장하는 역할을 하게 된다. 그러한 구분 내용을 전체 여정의 관점에서 정리하면 Table 1과 같이 나타낼 수 있다.

이와 같은 요인에 의한 운행 범위의 변화는 차체 유형이나 운행 범위에 따라서 다양성을 볼 수 있다. 여기에서는 도시 모빌리티의 각 유형이 이동 여정에 따른 주행 범위, 주행속도 등으로써 구분하였다. 우리나라 도로교통법상에서 인력으로 운행되는 스케이트보드(Skate board),

인라인스케이트(Inline skate) 등의 지위는 보행자와 같으며, 그에 따라 시가지에서 차량 통행용 도로의 운행은 원칙적으로 허용되지 않는다.

그러나 자전거는 인력 이동 수단임에도 시가지 도로나 자전거 전용도로를 통행할 수 있으며 보행자와 구분되는 지위¹²⁾이다. 따라서 자전거는 학교 주변의 어린이 보호구역, 주택가 골목길과 도로, 혹은 시가지의 30 ~ 50 km/h의 속도 제한이 존재하는 도로의 통행이 가능하며, 자동차 전용 도로를 제외한 간선 도로 등을 운행하는 것도 가능하다. 한편, 보편적인 차량이나 고속 전기차량(Full speed electric vehicle)은 모든 시가지 도로와 고속도로까지도 운행이 가능¹³⁾함을 확인할 수 있다. 그러나 이를 차량 중에서 원동기장치자전거로 구분되는 오토바이, 전기 동력 자전거, 전동 킥보드 등은 동력원을 가지고 있지만, 자동차 전용 도로나 간선 도로 등의 통행은 허용되지 않는다.

3.2 모빌리티의 법률적 구분

Table 1에서 살펴본 다양한 도시 모빌리티의 유형으로서 도로에서 적법하게 운행되기 위해서는 Table 2에 정리된 바와 같이 법률에서 운전자에게 요구되는 면허의 종류와 안전모 착용 등의 조건이 있다.¹²⁾

일반적으로 스케이트보드(Skate-board)와 인라인스케이트(Inline skate) 등은 보행에 비해 속도는 빠르지만, 도로에서의 법적 지위는 보행자와 같다. 스케이트보드는 차륜이 각각 두 개의 바퀴가 앞, 뒤의 두 쌍으로 구성돼 있으며, 인라인스케이트는 바퀴의 배열이 빙상용 스케이트(Ice skate)와 유사한 배치인 일렬 배열(Inline)로 4 ~ 5개의 바퀴를 가지고 있다. 이들은 속도가 빠르다는 점에서 안전모 착용이 요구된다.

그러나 자전거는 인력 이동 수단임에도 불구하고 차량으로 구분되며, 자전거 전용도로가 있을 시에 그 도로를 통행하고, 16세 이하 어린이는 안전모 착용이 의무로 돼 있지만, 공식적 운전면허증은 요구되지 않는다. 이에 비해 모터사이클은 법규에서 「원동기장치자전거」로 구분되고 있고, 2종 소형면허가 있어야 하며, 안전모 착용이 의무이다. 그에 비해 저속 전기차량과 일반 차량은 2종 보통면허가 법적으로 요구되며 도로 주행 시에는 안전모 착용 의무가 있지만, 밀폐된 차체를 가지고 있으므로 안전모 착용은 요구되지 않는다.

3.3 저속 모빌리티의 구분

이미 동력화가 완성된 소형 모빌리티는 저속 전기차량(Low speed electric vehicle)으로 구분되는 모빌리티

Table 1 Urban mobility coverage analysis by driving ranges

Drive range		First mile	Residential roads	Town roads	City roads	Main road	High way	Last mile
Speed imitation		~ 50 km/h	20 ~ 50 km/h	20 ~ 50 km/h	50 km/h	60 ~ 90 km/h	100 ~ 120 km/h	~ 50 km/h
E2W	Bicycle	○	○	○	○	△	×	○
	Electric kick board	○	○	○	○	△	×	○
	Motor bike	○	○	○	○	○	×	○
Low speed electric vehicle		○	○	○	○	○	×	○
Full speed (electric) vehicle		○	○	○	○	○	○	○

Table 2 Urban mobility types classifications by driving usage conditions

	Number of passenger (s)	Number of wheels	Driver license	Helmet wearing	Seat belt	Roof structure
Skate board	1	2 (double tires)	×	○	×	×
Inline skate	1	4 ~ 5 (inline)	×	○	×	×
E2W	Bicycle	2	×	△	×	×
	Electric kick board	2	○	○	×	×
	Motor bike	1(2)	2	○	○	×
Low speed electric vehicle	1(2)	4	○	×	△	○
Full speed (electric) vehicle	1 ~ 12	4	○	×	△	○

Table 3 Classifications of low speed electric vehicles

Classifications	Definitions	
Domestic vehicle classification	1 ~ 2 passenger 4 wheels, can not drive car road.	
EU vehicle classification	L6e (Quadricycles)	L7e (Heavy quadricycles)
	1 ~ 2 passenger (s), 4 wheels, 45 km/h, unladen mass is not more than 350 kg, 425 kg	1 ~ 2 passenger (s), 4 wheels, 90 km/h.600 kg
US vehicle classification	1 ~ 2 passenger 4 wheels, 25 mph(40 km/h), 3,000lbs(1,360 kg)	

다. 이에 관한 다양한 국가의 기준을 요약한 것이 Table 3이다.




우리나라의 법령은 저속 전기차량은 고속도로와 시가지의 간선 도로와 터널 등 자동차 전용도로를 주행할 수 없는 차량이며, 1 ~ 2인승의 4륜 소형 전기 동력 차량으로 구분¹⁴⁾된다는 내용을 볼 수 있고, 다른 나라에서도 그와 유사한 기준이 있다. 이들은 유럽에서는 저속 전기차량으로 네 개의 바퀴를 가진 유형으로 「L6e (Quadri-cycles)」, 「L7e (Heavy quadri-cycles)」 등의 기준이 있으며, 모두 소형의 차체를 갖춘 마이크로 카(Micro car)를 의미하지만, 각각 최고 속도는 45 km/h와 90 km/h 등으로 제한되며, 총중량 역시 각각 425 kg과 600 kg 등으로 제한¹⁵⁾된다는 내용을 볼 수 있다.

미국에서는 더 넓은 개념의 저속 차량(LSV; Low Speed Vehicle)으로 구분하고 있으며, 최고 속도는 25 mph(약 40 km/h)이고, 차량 중량이 3,000 lbs(약 1,360 kg) 미만의 4륜 차량으로 구분한다. 대부분의 미국 주에서는 LSV를 35 mph(약 56 km/h) 이하의 속도로 주행할 것을 규정하고 있으며, 이들 저속 차량 역시 일반적으로 전기 자동차이므로 연방 성능 및 안전 표준을 준수해야 한다¹⁶⁾고 명시돼 있다.

이들 중 이륜차는 다양한 유형의 이동 수단 가운데서 상대적으로 단순하고 효율적 구조를 가진 교통수단이다. 역사상 공식적으로 기록된 최초의 이륜차는 19세기에 유럽에서 처음으로 등장한 것으로 알려져 있다. 21세기 현재 이륜차는 전 세계에 약 10억대 이상 존재¹⁷⁾하고 있으며, 오늘날에 보편적으로 사용되는 모빌리티로서 이륜차의 가장 대표적인 유형은 자전거, 모터사이클 등이다. 여기에 전동 이륜차를 더해 정리하면 Table 4와 같은 세 가지의 유형으로 나누어 볼 수 있다.

현존하는 이륜차의 대표적 유형은 자전거와 모터사이

Table 4 Representative types of recent two-wheelers

Classifications		Power source	Mobility types
PM/ Micro-mobility	Bicycle (E2W)	Man power/ Electric motor	
	Kick board (E2W)	Electric motor	
PM (Personal mobility)	Motor bike (E2W)	Engine/ Electric motor	

클 등이지만, 최근에는 충전식 전동 이륜차 또한 이미 대중화된 유형으로 볼 수 있다. 이들은 마이크로-모빌리티로써 개인용 이동 수단이며, 서론에서 언급한 바와 같이 근거리 이동의 목적으로 사용되고 있다.

4. E2W의 와해적 요인

4.1 E2W의 수용성

저속 모빌리티 중에서 이미 오랜 역사를 가진 모터사이클과는 다른 특징을 가진 전동 이륜차나 자전거 형태의 모터 동력 충전식 소형 이륜 차량 등 집합적으로 E2W라고 구분되는 모빌리티가 도시에서 개인용 근거리 이동 수단으로 수용되어 쓰이고 있는 것이 오늘날 도시의 풍경이기도 하다. 그러나 이와 같은 마이크로 모빌리티를 포함하는 이륜차 사용 증가에 비해 보행자와 차량으로 구성된 기존의 도시 교통 체계 내에서 이들의 운행이나 주차에 의한 안전사고가 증가하고 있다.

이들 중에서 특히 전동 이륜차만을 다룬 한국소비자원, 공정거래위원회의 보도자료 등을 바탕으로 살펴보면 전동 이륜차는 2019년에 96,000대이던 것이 2020년에는 145,000대로 급증하였고, 그에 따라 전동 킥보드에 의한 사고가 늘어나고 있다. 사고 현황을 보면 2017년에 195건, 2018년에 229건, 2019년에 257건과 통계 작성 시한이었던 2020년 11월까지 571건 등으로 기하급수적으로 늘어났¹⁸⁾으며, 사망자는 2019년도와 비교해 두 배 이상 증가¹⁹⁾했다는 내용을 확인할 수 있다.

이와 아울러 전동 이륜차의 주차로 인한 보도 침범과 보행로 점유 역시 도시 교통 환경의 문제 유발 요인으로 지적되고 있다. 이미 캠퍼스에 전동 이륜차의 출입을 금지하는 대학이 늘어나고 있으며, 주차 관리는 사용자 부주의에 의한 문제가 더 대두되고 있다.



Fig. 3 Parked electric 2-wheeled micro-mobility on pedestrian way of street



Fig. 5 Abandoned and fallen down electric 2-wheeled micro-mobility on street



Fig. 4 Parked bicycle type electric 2-wheeled micro-mobility



Fig. 6 Differences in parking status between types of electric 2-wheeled micro-mobility

이러한 문제를 해결하기 위해서는 전동 이륜차 이용객들의 인식 개선과 키크보드 관리 업체의 회수 주기 조정 등이 필요할 것으로 보인다. 그리고 전동 이륜차의 주차와 관련한 문제도 적지 않은데, 이에 따라 전동 키크보드와 기존의 자전거와 모터사이클 등 이륜차의 전반적인 주차에 관련된 문제에 주목할 필요가 있다.

4.2 E2W 사용성

전동 이륜차의 대부분 사고가 단거리 이용에 의한 임의적 운행과 안전모 미착용, 승차 정원 초과 등 명확한 안전의식 없이 이용하는 과정에서 유발되는 사고 형태¹⁸⁾이다. 또한 거의 대부분의 전동 이륜차는 전통적인 자전거 형태가 아닌 키크보드(Kick-board) 형태임에 따라 차륜 직경이 10인치(Inch) 내외의 수준으로, 경량화와 구조 단순화 등의 이점이 있으나, 키크스탠드 지지점이 차축 중심 하부의 위치에 놓이게 되어 차륜이 더 큰 전통적 자전거나 모터사이클에 비해 주차 상태의 안정성에서 불리하다.

키크 스탠드의 지지점이 공차 상태의 무게중심보다 낮게 위치하므로, 자전거, 모터사이클 등 다른 전통적 형태의 이륜차량에 비해 차체의 안정성(安定性; Stability)이 상대적으로 낮아, 쉽게 전도(轉道)된다. Fig. 5와 Fig. 6 등에서는 그러한 사례를 보여준다. 특히 Fig. 6에서 나타난 바와 같이 자전거 형태의 E2W는 모두 안정적으로 주차되어 있으나 키크보드 형태의 E2W는 모두 전도돼 있음을 볼 수 있다. 이는 차륜 크기 대비 차체 구조물이 높은 구조적 특성으로 인해 쉽게 전도된다.²⁰⁾

이러한 이유에서 전동 키크보드 형태의 E2W는 주차나 차체 지지를 위한 키크-스탠드(Kick-stand) 구조의 재검토가 요구된다. Fig. 7의 비교와 같이 재래적인 자전거의 키크스탠드는 전체 높이의 30% 이상의 높이에서 지지하지만, 한편으로 대비되는 작은 구동륜과 낮은 탑승 발판 구조를 가진 전동 키크보드는 그 비율이 10%에 불과해 주차시에 키크 스탠드의 차체 지지 안정성이 상대적으로 낮아 질 개연성이 높음을 볼 수 있다.

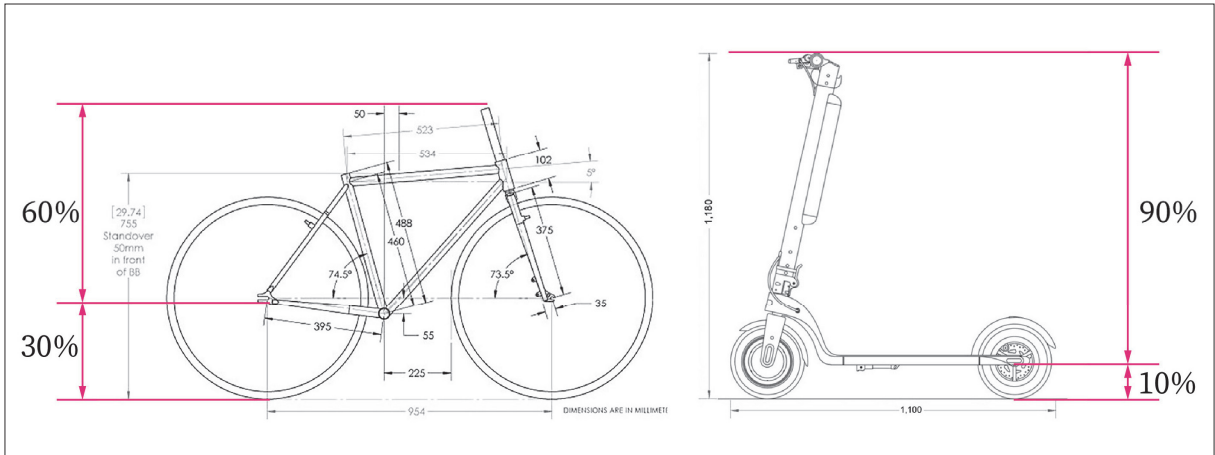


Fig. 7 Lateral view of the e-scooter

대부분의 전동 이륜 킥보드(E2W)는 좌측에 짧은 길이의 킥 스탠드를 장착하고 있으며, 이는 단순한 구조로서의 장점을 가지고 있다. 충전식 전기 동력의 자전거 형태의 모빌리티는 킥 스탠드와 후륜에 메인스탠드를 동시에 장착한 사례가 많으며, 바이크 또는 스쿠터 형태의 전동 모빌리티 역시 킥 스탠드와 센터 스탠드 두 가지를 모두 장착한 유형을 볼 수 있다.

또한 Fig. 8의 전동 이륜차 차륜의 기하학적 각도 분석²¹⁾에서와 같이 재래적인 자전거 대비 킥보드는 구조적으로 작은 직경의 차륜 등에 의한 구조적 경량화로 높은 휴대성을 가지지만, 이의 탑승을 위해서는 두 개의 작은 차륜에 의한 주행 시의 차륜 선회각(δ)과 차체 선회각(ψ), 그리고 차륜과 차체의 캠버각(θ) 변화에 의한 기민성(機敏性, Agility)이 확보되지만, 이에 대응하기 위한 신체적 적응력(適應力, Adaptability)이 크게 요구된다. 그

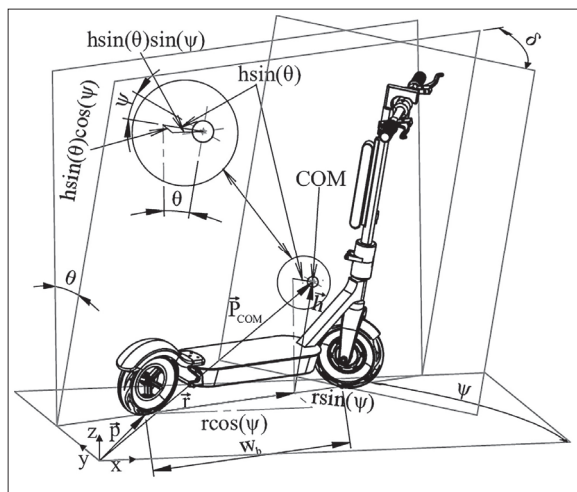


Fig. 8 E2W geometry analysis

리고 이러한 특성은 전통적인 자전거 형태의 전동 모빌리티에 대비해 전동 킥보드의 사용층이 10대 청소년에서 20대 청년 연령층으로 제한되는 현상으로 나타났다. 그리고 이러한 연령층 편중은 법적으로 요구되는 운전 면허 미취득 계층의 이용에 의한 불법성으로 귀결된다. 이는 전동 이륜차(E2W) 자체의 사회적 인식에 부정적 요인으로 작용해 와해적 기술의 결과물이 스스로 와해시키는 결과로 나타나며, 이는 2장에서 살펴본 타이필드의 중국의 사례분석과도 같은 맥락으로 연결된다.

4.3 와해적 디자인 사례

전술한 바와 같이 전동 이륜차는 기술적으로 와해적 요인이 기존의 자전거와 모터사이클의 사용성과 속도, 구조적 복잡성, 주행의 효율성 등을 일정한 관점에서 해결하면서 새로운 가능성을 보여주었다. 그러나 한편으로 수용성과 사용성에서는 4장 1절과 2절에서 살펴본 바와 같은 특성으로 인해 사용 방법의 제한성과 그로 인해 사용자 계층이 제한적이며, 사용 후의 주차 등에 의한 관리에 이르는 문제를 볼 수 있다.

기존의 E2W 역시 처음 개발되어 소개될 때는 와해적 특성으로 인한 돌과구를 제시했으나 사용성에서 새로운 문제점을 드러냈다. 그리고 이를 다시 와해적 개념으로 접근한 전기 동력 마이크로-모빌리티의 특성은 구조적으로 새로운 잠재력을 보여준다. 이를 반영해 최근에 개발된 전기 동력 모빌리티 사례는 한 개의 구동륜과 보조 지지대를 가진 구조로 설계되어, 다양한 구조물에 연결과 분리할 수 있는 구조로써 기술적인 관점보다는 실용성에서 와해적 해결책을 보여주는 사례를 볼 수 있다.

기존에 보편적으로 사용되는 접이식 휠체어를 포함한 다양한 수동 휠체어에 결합할 수 있으며, 결합 이후에는

3륜 구조가 되므로 주행 안정성은 이륜 구조보다 높아진다. 자전거 형태의 결합 장치로 가파른 길을 오르거나, 야지(野地) 주행, 쇼핑 등 좁은 실내 공간에서의 이동이 가능²²⁾하다고 주장하고 있다.

5.8 Ah 36 V 리튬 배터리를 제외한 전체 무게는 8.6 kg이며, 지형, 속도, 지형에 따라 한 번 충전으로 최대 25 km까지 주행할 수 있다. 사용하지 않을 때는 T 형태의 킥스탠드를 사용하여 주차 시킬 수 있다. 14인치 크기의 휠은 일상적인 조건의 문턱 등의 장애물과 고르지 않은 지형도 주행이 가능하다. 이러한 범용성으로 인해 사용 대상 연령과 계층의 확대가 가능할 것으로 보인다.

4.4 E2W 모빌리티의 변화 방향

전동 이륜차는 기술적으로 와해적 요인이 기존의 자전거와 모터사이클의 사용성과 속도, 구조적 복잡성, 주행의 효율성 등을 일정한 수준에서 해결하면서 새로운 가능성을 보여주었다. 그러나 높은 기민성을 가진 작은 차륜과 키보드 구조, 킥스탠드 형식의 경량 자체의 구조적 장점에 반대급부적으로 따르는 사용자의 수용성과 사용성, 사용 방법의 제한성, 그로 인해 사용자 계층이 제한, 사용 후의 주차 등에 의한 관리 등에 이르는 문제를 볼 수 있다. 이들을 차량, 탑승자, 그리고 결과의 관점으로 정리하면 Table 5와 같이 살펴볼 수 있다.

Table 5의 내용은 차량 요인에서 차륜과 차체로 대별되며, 차륜은 작은 크기에 의한 기민성에 대응하기 위한 탑승자의 신체적 적응력 요구에 따른 사용자 층이 주로 20대 청년 연령층 또는 그 이하의 10대 청소년 연령층이 되면서 무면허 이용과 같은 부작용이 나타난다. 이는 반대로 신체 적응력에 한계를 느끼는 계층의 사용 기피로 이어지게 된다.

또한, 차륜에 의한 주행 성능뿐 아니라, 차체 구조의 키보드 형태에 의한 운전 기량 확신 부족으로 30대 이상의 계층은 사용을 꺼리는 현상이 나타난다. 경량의 소형 킥스탠드 역시 차체를 지지하기 위한 구조적 균형 부족으로 주차 관리의 문제를 보여준다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 전동 이륜차(E2W) 디자인의 변화 방향은 차륜과 차체에 집중된다.

4.4.1 차륜에 의한 사용성

기존의 전동 이륜차는 주행속도에서도 제한이 걸린 상태에서조차 최고 속도가 25 km/h까지 주행하며, 타이필드가 분석한 중국의 사례에서는 최대 속도 40 ~ 50 km/h의 빠른 속력의 이동 수단이기도 하였다. 빠른 속력은 사고 위험성을 높이는 동시에, 제어의 어려움으로 인해 실질적인 사용자 계층을 제한할 수밖에 없다.

Table 5 Consequence for current E2W type micro-mobility usages

Vehicle factors	Wheels	Main body	
	Wheel size	Kick board structure	Kick stand
Rider factors	Limitation of rider age groups for vehicle agility	Adaptability of riders for vehicle agility	Management difficulty in parking
Results	Illegal usage without legal license	Limitations in age groups	Illegal parking or delinquency of parking

또한 작은 차륜은 기동성의 장점을 가지나, 차체 하부의 지상고(地上高, Ground clearance)가 낮아지므로 Fig. 8의 분석에서와 같이 차체의 캠버각(θ) 변화에 의한 차량 기민성의 반대급부로 그에 상응하는 운전자의 신체적 적응력이 요구된다. 따라서 사용 가능 계층의 확대를 위해 차체 구조, 차륜의 크기와 수에서 범용성이 요구된다. 이에 따라 Fig. 9의 사례와 같이 직경이 더 큰 차륜에 대한 검토도 필요하다. 이에 의한 사용 가능 계층의 확대 가능성을 모색해야 한다.

4.4.2 차체 구조에 의한 사용성

기존의 E2W 역시 와해적 특성으로 인한 돌파구를 제시했으나 사용성에서 새로운 문제점을 드러냈으며, 이를 다시 와해적인 관점으로 접근한 Fig. 9의 전기 동력 마이크로-모빌리티는 단륜의 차륜을 가진 기본 구조에서 결합 대상에 따라 3륜, 또는 5륜 구조적 가변성에 대한 잠재력을 보여준다. 차륜의 특성은 차체 구조에도 영향을 미치는 바, 차륜의 크기는 기동성뿐 아니라, 차체의 지상고에도 영향을 미쳐 킥스탠드의 구조와 승차 자세(Riding position)의 변화도 초래한다. 또한 차륜의 수와 배치는 주행안정성에 막대한 영향을 끼치므로 사용자 계층의 확대와 직접 관련된다.

이러한 연결에 의한 시사점을 정리하면 Table 6과 같이 요약된다.



Fig. 9 Alternative type electric 2-wheeled micro-mobility

Table 6 Consequence for current E2W type micro-mobility usages

Vehicle features	Wheels	Main body	
	Wheel size & numbers	Kick board structure	Kick stand
Change directions	Larger diameter and multi-wheels for stability	Seating structure or combine-able structure	Higher supporting point
Human factor	Drive control-ability	Drive usability	Parking usability
Barrier free / Universal design factor			

종합적으로 이러한 차륜과 차체의 구조와 구성은 전동 마이크로-모빌리티 사용자의 연령과 신체적 능력, 모빌리티의 운전 숙련도 등의 차별성을 두지 않는 방향으로의 변화가 이루어져야 하며, 이는 결국 무장벽 디자인(Barrier free design), 또는 범용적 디자인(Universal design)의 개념으로 접근해야 한다는 시사점에 이르게 된다.

5. 결론

본 논문에서 살펴본 전동 이륜차는 기술적으로 와해적 요인이 기존의 자전거와 모터사이클의 사용성과 속도, 구조적 복잡성, 주행의 효율성 등을 일정한 관점에서 해결하면서 새로운 가능성을 보여주었다. 그러나 한편으로 수용성과 사용성에서는 경량화, 단순화 등의 구조적 특성으로 인해 오히려 운행 시에 운전자에게 상당한 수준의 적응성이 요구되는 구조임을 확인할 수 있었다.

그리고 이러한 특성으로 인해 4장 1절과 2절에서 살펴본 바와 같은 특성으로 인해 사용층이 주로 20대 청년 연령층 또는 그 이하의 10대 청소년 연령층이 되면서 무면허 이용과 같은 부작용이 나타났음을 확인할 수 있었다. 또한 이는 반대로 신체 적응력에 한계를 느끼는 계층의 사용 기피로 이어지게 되는 점도 추론할 수 있었다.

또한, 킥보드 형태의 차체 구조에 의해 운전 기량 확신 부족으로 30대 이상의 계층은 사용을 꺼리는 현상이 나타난다. 경량의 소형 킥 스탠드 역시 차체를 지지하기 위한 구조적 균형 부족으로 주차 관리의 문제를 보여준다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 전동 이륜차(E2W) 디자인의 변화 방향은 차륜과 차체에 집중됨을 확인할 수 있었다.

거시적 관점에서 바라보는 모빌리티는 하드웨어를 중심으로 접근하는 조형성과 그 배경으로 사회학적 관점의 요인 또한 변화 유발의 요인으로 작용한다는 것을 본 논문 이전의 선행 연구에서 확인할 수 있었다. 한편, 본 논문에서는 최근에 문제를 보여주는 도심지용 전기 동

력 마이크로 모빌리티는 와해적 혁신의 개념으로부터 발전되어 온 결과물이지만, 그의 사용 현장에서 나타나 는 임의적 사용 자체가 와해적 요인으로 작용하는 점도 확인하였다.

한편, 또 다른 유형으로 한 개의 구동륜과 보조 지지대를 가진 구조로 설계되고, 다양한 구조물에 연결과 분리할 수 있는 구조로써 기술적인 관점보다는 구조적인 관점에서의 와해적 해결책을 보여주는 사례도 등장했음도 확인할 수 있었다. 이와 같이 접이식 휠체어를 포함한 다양한 수동 휠체어에 결합할 수 있으며, 결합 이후에는 3륜 구조(E3W)가 되므로 주행 안정성은 2륜 구조보다 높아지며, 자전거 형태의 결합 장치로 가파른 길을 오르거나, 야지 주행, 쇼핑, 좁은 실내 공간 이동이 가능할 것으로 보인다.

그렇지만, 모빌리티의 디자인 변화 요인에서 실질적인 수용성은 다양한 변수가 존재할 것이며, 부분적인 자율주행이 전제될 것으로 보이는 근미래의 모빌리티는 사용자 경험의 비중이 더 중요하게 될 것이라는 점에서는 확장된 3륜, 또는 4륜 구조의 마이크로-모빌리티 디자인을 통한 다양성은 추가의 연구가 필요할 것으로 보인다.

References

- 1) S. Koo, "A Study on Implication for Kickstand Design in Two-Wheelers as a Micro-Mobility," Transactions of KSAE, Vol.29, No.9, pp.863-870, 2021.
- 2) K. Katharina, T. Schwaren, D. Tyfield and N. H. Kim, Mobilities and Foucault, ELPI, p.233, 2014.
- 3) R. Willis, M. Webb and J. Wilsdon, The Disrupters, London: NESTA, 2007.
- 4) B. Elzen, F. W. Geels and K. Green, System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy, Cheltenham: Edward Elgar, 2004.
- 5) C. M. Christensen and J. W. Lee, Seeing What's Next, Seoul: Businessbooks, 2005. ISBN-10: 027375453X / ISBN-13: 9780273754534.
- 6) J. Manyika, M. Chui, J. Bughin, R. Dobbs, P. Bisson and A. Marrs, Disruptive Technologies: Advances That Will Transform Life, Business, and the Global Economy, <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies#>, 2025. 06. 14.
- 7) B. Ananthakrishnan, V. Athuri, H. Krishnamurthy and S. Muthiah, "How Disruptive Technologies Are Opening Up Innovative Opportunities in Services," <https://www.mckinsey.com/~media/>

- McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/How%20disruptive%20technologies%20are%20opening%20up%20innovative%20opportunities%20in%20services/How-disruptive-technologies-are-opening-up-innovative-opportunities-in-services.pdf, 2025. 06. 14.
- 8) The Most Powerful Technology in 2025, <https://xyzist.com/issue>, 2025. 06. 14.
 - 9) M. Zeng and P. Williamson, *Dragons at Your Door: How Chinese Cost Innovation Is Disrupting Global Competition*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press, 2007.
 - 10) D. Tyfield, J. Jin and T. Rooker, *Game-Changing China: Lessons from China About Disruptive Low-Carbon Innovation*, London: NESTA, 2010.
 - 11) F. Gilles, G. Dulley and R. Kemp, "Findings, Conclusions and Assessments of Sustainability in Automobility," in *Automobility in Transition?*, F. Geels, R. Kemp, G. Dulley and G. Lyons (Eds.), Routledge, Abingdon, pp.335–373, 2013.
 - 12) Speed Limits of Automobiles, <https://m.easylaw.go.kr/MOB/CsmInfoRetrieve.laf?csmSeq=684&ccfNo=2&cciNo=1&cnpClsNo=2>, 2025. 06. 02.
 - 13) H. Kim, "National Speed Limit to 50 km/h," *The Dong-A Ilbo*, <https://www.donga.com/news/Society/article>, 2025. 06. 02.
 - 14) Restrict for Low-Speed Electric Vehicles, <https://easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=684&ccfNo=2&cciNo=3&cnpClsNo=2>, 2025. 06. 14.
 - 15) REGULATION (EU) No 168/2013 of the European Parliament and of the Council Dated 15 January 2013, 2025. 06. 02.
 - 16) Low-Speed Vehicles, <https://www.gemcar.com/low-speed-vehicles/>, 2025. 05. 24.
 - 17) D. Koeppel, "Flight of the Pigeon," *Bicycling*, Vol. 48, No.1, Rodale, pp.60–66, 2007. Retrieved from <https://www.linkedin.com/pulse/bicycles-urban-mobility>.
 - 18) Ministry of Korean Government Legislation, "Electric Kickboard Accident Measures," <https://easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=1506&ccfNo=3&cciNo=1&cnpClsNo=1>, 2025. 06. 16.
 - 19) Public Data Portal, TS Hankook Gyotonganjeonkongdan, <http://www.kotsa.or.kr>, 2021.
 - 20) A. G. Agúndez, D. García-Vallejo and E. Freire, "An Electric Kickscooter Multibody Model: Equations of Motion and Linear Stability Analysis," *Multibody System Dynamics*, Vol.62, pp.493–524, 2024. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11044-024-09974-4>.
 - 21) Dynamic Modeling and Stability Analysis of Balancing in Riderless Electric Scooters, https://www.researchgate.net/figure/E-scooter-geometry-in-3D-space-The-steering-pole-is-normal-to-the-e-scooter-frame_fig1_379670007, 2025. 06. 17.
 - 22) The Klaxon Klick Series, <https://activemob.co.uk/products/klaxon-klick-electric-tetra>, 2025. 06. 16.