

Fig. 2 Research structure model

이 보편적이다. 그렇지만 이들의 이용률은 다양한 요인에 의해서 변화되는 현상을 볼 수 있다.

이에 본 논문은 도심지의 다양한 교통 환경에서 사용되는 퍼스트-라스트 마일 모빌리티로 사용되거나 사용될 이동 수단으로서 저속 전기차량이 운행되면서 놓이게 될 교통 환경에서 적용이 가능한 소형 모빌리티의 차체 디자인을 위한 시사점을 도출하고자 한다. 이러한 연구를 위한 본 논문의 연구 구조는 <Fig. 2>와 같다.

연구의 구조에서 주요 연구 범위는 도시 교통 환경에서 사용되는 소형 모빌리티의 운행 환경, 차체와 차륜의 특성 요인, 그리고 그것에 의한 소형 모빌리티 차체 디자인의 특징과 시사점을 찾는 것이다. 논문 전반부에서 모빌리티의 외적 요인으로 작용하는 교통 환경으로서의 이동 범위를 살펴보고, 이후 모빌리티의 구조적 요인과 사용성 요인을 서지적 자료(書誌的資料)를 통해 고찰하였다. 그를 통해 도시 모빌리티 체계에서 공백(空白)으로 남아 있는 영역을 도출하고, 그러한 영역의 모빌리티를 위한 디자인의 시사점을 추론하게 된다. 이러한 구조를 가진 본 논문의 세부 연구내용은 세 가지로 구분할 수 있다.

- 교통 환경과 모빌리티의 종류
- 도시 모빌리티의 유형별 운행 영역
- 도시용 소형 모빌리티 차체 디자인의 요인

2. 교통 환경과 모빌리티

2.1 도시 교통 환경에서의 모빌리티

도심지에서 사용되는 모빌리티는 용도와 사용 주체에 따라 매우 다양한 유형을 볼 수 있다. 작게는 도심지에서 운행되는 전동 킥보드부터 차량의 형태를 가진 것은 물품 배송용 차량, 마을버스와 통학 버스, 노선버스 등이 모두 포함된다. 이처럼 도시 교통 환경에 관한 논의에

서는 사실상 4륜 구조의 차량이 중심이 되지만, 도심지에서의 이동에서는 소형의 운송 수단으로서 개인용 운송 수단(PM; Personal Mobility)의 사용 확대도 나타나고 있다.

이러한 맥락에서 이미 오랜 역사를 가진 모터사이클과 아울러, 또 다른 특징을 가진 전동 킥보드나 자전거 형태의 모터 동력 소형 2륜 차량이 도시에서 개인용 근거리 이동 수단으로 쓰이고 있는 것이 오늘의 도시 풍경이기도 하다. 그러나 이와 같은 다양한 형태의 2륜차 사용 증가에 비례해 보행자와 차량으로 구성된 기존의 도시 교통 체계 내에서 이들의 운행이나 주차에 의한 안전 사고도 증가하고 있다. 그들 중 특히 마이크로 모빌리티로서의 전동 킥보드 등은 사용성에서 다양한 문제점을 발생시키고 있으며, 그와 관련한 연구²⁾도 볼 수 있다.

이처럼 마이크로 모빌리티 형태의 다양한 개인용 이동 수단은 일상생활에서 대부분 근거리 이동 목적으로 사용되고 있으며, 동력화가 진행되고 있다. 한편으로 이미 동력화가 완성된 소형 모빌리티는 도시 교통 체계에서 마이크로 모빌리티보다는 단계가 더 높은 이동 수단을 의미하며, 그들의 유형은 저속 전기차량(Low speed electric vehicle)으로 구분되는 소형 모빌리티 유형이라고 할 수 있다. 그리고 도시 교통 환경을 구성하는 모빌리티에서 소형 모빌리티의 비중이 점차 증가하고 있다.

2.2 모빌리티와 서비스

모빌리티가 하드웨어에 국한되지 않고, 종합적 서비스를 포함한다는 관점에서 세계 경제위기 이후 「우버(Uber)」를 시작으로 확산한 차량공유 역시 모빌리티의 개념으로 파악되며, 대체로 카 셰어링(Car sharing)과 카 헤일링(Car-hailing) 등으로 구분¹⁾된다. 카 셰어링은 서비스 제공 기업이 보유한 차량을 특정 시간 단위로 여러 사람이 사용하는 서비스이며, 대부분이 스마트폰 앱으로 검색·예약·비용지불 등을 할 수 있는 형태로 운영되고 있다. 그러나 이러한 퍼스트-라스트 마일 모빌리티 서비스의 이용률은 다양한 요인의 영향으로 인해 예측하기 어려운 변화를 보여주고 있다.

서비스로서의 퍼스트-라스트 마일 모빌리티 서비스 이용률의 불규칙적 변화에 관한 사례로 제시된 것 중 하나로서, 샌프란시스코에서 「점프바이크(Jump bike)」라고 불리는 공유 자전거 서비스 사용이 비가 많이 왔던 2018년 4월 6일 금요일이 평일보다 78%나 감소했지만, 같은 날에 차량 공유 서비스 「우버 라이드 셰어링 서비스(Uber ride sharing service)」의 사용은 반대로 40% 증가⁴⁾하는 사례가 있었다. 이것은 인력 이동 수단으로서의 자전거는 마이크로 모빌리티 시장을 확장할 잠재력은 있지만, 상황에 따라 사용자들은 대체가 가능한 수단으로

바뀌가며 사용함을 볼 수 있다.

우리나라의 모빌리티 서비스 사례는 시판되는 차량을 공유하거나 「쏘카(SOCAR)」 등과 같은 초단기 대여 서비스로 제공하는 차량 역시 도시 모빌리티 범주에 포함 된다고 볼 수 있다. 보편적인 렌터카는 일일 단위로 계약 하는 데 비해, 시간 혹은 분 단위로 사용 시간만큼 비용을 내는 시간 단위 렌터카로도 볼 수 있다.

이와 대비되는 P2P 차량 공유방식은 자신이 차량을 사용하지 않을 때 다른 사람들에게 공유하는 서비스로 운영하는 형태이지만, 우리나라에서 P2P 형태의 차량공유는 현재까지는 여객자동차 운수사업법에 따라 불법¹⁾ 이라고 알려져 있다. 그런데도 모빌리티 서비스의 확산은 지속해서 나타나고 있다.

3. 도시 모빌리티의 고찰

3.1 도시 모빌리티의 구분

본 논문에서는 도시 모빌리티를 운행의 관점, 차체의 관점, 그리고 모빌리티의 사용성 관점 등으로 나누어서 살펴보고자 한다. 이러한 분류를 정리한 것이 <Table 1> 이다. 이러한 구분 내용을 통해 모빌리티 자체의 운행 조건, 범위, 속도 등을 구분해 볼 수 있으며, 하드웨어로서는 차체 구조와 크기, 차륜의 크기, 개수, 형식 등으로 살

Table 1 Classifications of urban mobility types

Classifications	Contents
Driving aspects	First mile, last mile, urban roads, high ways, driving speed< etc.
Body aspects	Body dimensions, roof structure, wheel types, number of passengers, etc.
Usability aspects	Required driver license, helmet requirements, etc.

Table 2 Urban mobility coverage analysis by driving ranges

Drive range	First mile	Residential roads	Town roads	City roads	Main road	High way	Last mile
Speed (limit)	~ 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
Walking	○	○	○	×	×	×	○
Skate board	○	○	○	×	×	×	○
Inline skate	○	○	○	×	×	×	○
Bicycle	○	○	○	○	△	×	○
Electric kick board	○	○	○	○	△	×	○
Motor bike	○	○	○	○	○	×	○
Low speed electric vehicle	○	○	○	○	○	×	○
Full speed (electric) vehicle	○	○	○	○	○	○	○

펴볼 수 있다. 아울러 이용자의 사용성 측면은 모빌리티 운행을 위해 요구되는 면허의 종류, 안전 장비, 차량 자체의 구조적 요인 등이 존재할 것이다.

3.2 모빌리티의 운행 범위

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 교통환경을 이루며, 직간접으로 모빌리티의 운행 범위를 제한하거나 확장하는 역할을 하게 된다.

그러한 구분 내용을 전체 여정의 관점에서 정리하면 <Table 2>와 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.

인력으로 운행되는 스케이트보드(Skate board), 인라인스케이트(Inline skate) 등의 우리나라 도로교통법상에서 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 지위⁵⁾이다.

이에 따라 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. 또한, 보편적인 차량이나 고속 전기차량(Full speed electric vehicle)은 모든 시가지 도로와 고속도로까지도 운행이 가능⁶⁾함을 확인할 수 있다. 반면에 2륜 차량 중에

Table 3 Urban mobility types classifications by driving usage conditions

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

서 원동기장치자전거로 구분되는 오토바이, 전기 동력 자전거, 전동 킥보드 등은 동력원을 가지고 있지만, 자동차 전용 도로나 간선 도로 등의 통행은 허용되지 않는다.

3.3 법적 요구 조건

3장 2절에서 살펴본 도시 모빌리티의 유형으로 2륜차부터 4륜차까지, 그리고 저속 전기차량부터 고속차량까지 각 차량이 도로에서 적법하게 운행되기 위해서는 운전자에게 요구되는 면허 조건과 안전모의 착용 등의 조건이 있다. 그 내용을 정리해 요약한 것이 <Table 3>이다.

일반적으로 도보는 차도와 보도의 구분이 있는 도로, 혹은 주택가 도로 등을 통한 이동이며, 특별한 장비는 필요하지 않다. 그리고 스케이트보드와 인라인스케이트는 보행에 비해 속도는 빠르지만, 도로에서의 지위는 보행자와 같다. 이들은 속도가 빠르다는 점에서 안전모의 착용이 권장되지만, 강제 대상은 아니다.

스케이트보드는 차륜이 각각 두 개의 바퀴가 앞, 뒤의 두 쌍으로 구성돼 있다. 인라인스케이트는 바퀴의 배열이 아이스스케이트(Ice skate)와 비슷한 배치로 일렬의 배열(Inline)로 4 ~ 5개의 바퀴를 가지고 있다. 그러나 한편으로 좀 더 세부적으로 보면 2륜 차량의 차체에서 지붕 구조 유무에 의한 구분도 볼 수 있으나, 저속 전기차량과 고속차량은 모두 차체에도 지붕 구조물을 가지고 있음을 볼 수 있다.

그에 비해 자전거는 인력 이동 수단임에도 불구하고 차량으로 구분되며, 자전거 전용도로가 있을 시에 그 도로를 통행하고, 16세 이하 어린이는 안전모 착용이 의무로 돼 있지만, 공식적인 운전면허증 등은 요구되지 않는다. 이에 비해 모터사이클은 법규에서 「원동기장치자전거」로 구분되고 있고, 2종 소형면허가 있어야 하며, 안전모의 착용이 의무적이다. 그에 비해서 저속 전기차량이나 일반 차량 모두 2종 보통면허가 최소한으로 필요하지만,

Table 4 Representative types of recent two-wheeler

Types	Ppropulsion types	Mmobility types
Motor bike	Engine/ Electric motor	
Bicycle	Man power/ Electric motor	
Kick board	Electric motor	

안전모 착용 등은 요구되지 않는다. 그 대신 도로 주행 시에는 안전모 착용의 의무가 있음을 볼 수 있다.

4. 차량 유형에 의한 고찰

4.1 2륜 모빌리티의 고찰

일반적으로 볼 때 2륜차는 다양한 유형의 이동 수단 가운데에서 상대적으로 단순하고 효율적인 구조를 가진 교통수단의 하나로 받아들여진다. 역사상 공식적으로 기록된 최초의 2륜차는 19세기에 유럽에서 처음으로 등장한 것으로 알려져 있으며, 이 시기에 내연기관의 실용화와 함께 동력화가 시작되었다. 21세기 현재 2륜차는 전 세계에 약 10억대 이상 존재⁷⁾하고 있다고 합니다. 오늘날에 보편적으로 사용되는 모빌리티로서 2륜차의 가장 대표적인 유형을 구분해 정리하면 <Table 4>와 같은 세 가지의 거시적 유형으로 나누어 볼 수 있다.

현존하는 2륜차의 대표적인 형태는 자전거, 모터사이클 등이며, 최근에는 충전식 전동 킥보드가 이미 대중화

된 것을 볼 수 있습니다. 이들은 마이크로 모빌리티 형태의 개인용 이동 수단이며, 근거리 이동의 목적으로 사용되고 있다.

한편, 이미 동력화가 완성된 소형 모빌리티는 대부분 4륜 구조로서 도시 교통 체계에서도 마이크로 모빌리티보다 단계가 더 높은 이동 수단으로, 저속 전기차량(Low speed electric vehicle)으로 구분되는 소형 모빌리티이다. 이에 관한 다양한 국가의 기준을 요약한 것이 <Table 5>이다.

우리나라의 법령은 저속 전기차량은 자동차 전용도로를 주행할 수는 없는 차량이며, 1~2인승의 4륜 소형 전기 동력 차량으로 구분⁸⁾된다는 내용을 볼 수 있다. 다른 나라에서도 그와 유사한 기준이 있다. 한편, 이들은 유럽에서는 저속 전기차량으로 네 개의 바퀴를 가진 유형으로 「L6e(Quadricycles)」, 「L7e(Heavy quadricycles)」 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 제한된다⁹⁾는 내용이 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 한다¹⁰⁾고 명시되어 있다.

이러한 기준과 아울러 차량 크기와 관계없이 전기 동력 모빌리티는 주행 소음 부재로 인해 청각적 요소를 활용해 주의를 환기하는 장치의 적용을 요구하고 있다. 유럽연합 집행위원회는 4륜 이상의 바퀴를 가진 전기 동력 차량이 20 km/h(12 mph), 또는 그 이하의 속력으로 주행할 때 최소 56 dB 크기의 음향을 발생하는 장치(AVAS;

acoustic vehicle alerting system)를 2019년 7월 1일부터 의무화¹¹⁾했다.

미국은 2019년 9월부터 생산되는 모든 전기 동력 차량 및 하이브리드 차량에 30 km/h 미만의 속도에서 의무적으로 배기음을 발생하도록 규정¹²⁾하고 있다. 우리나라 역시 2020년 7월부터 20 km/h 이하의 속력에서 75 dB 이상의 음향 발생장치를 의무화¹³⁾한 바 있다.

한편, 최근에 대다수 국가의 도심지 속도 제한으로 인해 도시 모빌리티 차체 디자인에서 공기역학 요인의 비중 감소¹⁴⁾가 예상된다. 대체로 연비 효율성을 위한 차체의 공기역학적 성능은 60 km/h 이상에서부터 문제¹⁵⁾가 되므로, 50 km/h의 속도 제한이 존재하는 교통 환경에서 사용되는 대부분의 도심지 모빌리티는 공기역학적 차체 디자인에 관한 요구가 높지 않다는 관점⁹⁾에 의한 차체 디자인 변화 요인도 볼 수 있다.

4.2 4륜 모빌리티의 고찰

4.2.1 르노 트위지

르노(Renault)의 「트위지(Twizy)」는 2012년부터 생산된 4륜 구조의 저속 전기차량으로, 유럽연합의 차량 분류 기준으로는 중량급 4륜 차량(Heavy quadricycles; L7e)의 유형에 속하는 차량이다. 좌석은 1+1인승으로 설계되었으며, 지붕과 전면 방풍 유리(Front windshield glass)가



Fig. 3 Renault Twizy, 2012

Table 5 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, 90km/h.600kg
US vehicle classification	1 ~ 2 passenger 4 wheels, 25 mph(40 km/h), 3,000 lbs(1,360 kg)	

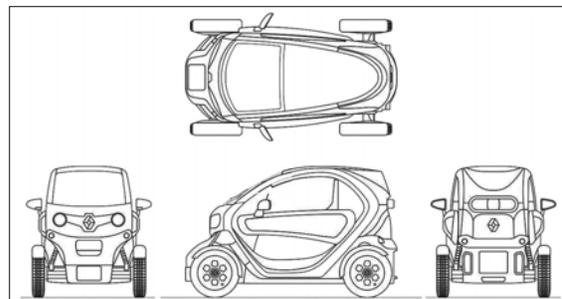


Fig. 4 Exterior 4 views of Renault Twizy

설치돼 있으나, 차체 측면에는 밀폐되는 유리창은 설치돼 있지 않으며, 구동륜은 뒷바퀴 굴림으로 오토바이와 같은 구조라고 할 수 있다.

트위지의 차체의 크기는 전장·전폭·전고가 2,338×1,381×1,454 (mm)이며, 축간거리(wheelbase)는 1,686 (mm)이다⁶⁾.

트위지는 최고 속도가 45 km/h와 공차중량 446 kg의 「승용 모델 45」와 「화물 모델 45」, 그리고 최고 속도 80 km/h로 구분되는 공차중량 474 kg의 「승용 모델 80」과 「화물 모델 80」등의 네 가지 유형이 있으며, 승용 모델은 뒤쪽의 보조 좌석까지 두 사람이 탈 수 있으며, 화물 모델은 1인승이다. 트위지는 약 10년의 생산 끝에 올해 2023년 9월에 생산이 중단되었다.

4.2.2 시트로앵 에이미

시트로앵(Citroen)의 「에이미(AMI)」는 2019년에 출시된 초소형 전기 동력 모빌리티로서 유럽 분류 기준으로는 법적으로 4륜 구조의 오토바이로 구분하며, 경량의 L7e 유형에 속하는 차량이다. 앞바퀴 굴림 방식의 2인승으로 설계되었으며, 지붕과 전면 방풍 유리(Front windshield glass)가 설치돼 있으며, 차체 측면과 뒤에도 유리창이 설치돼 있어서 밀폐된 캐빈을 가지는 차체 구조를 보여주고 있다. 성능은 트위지와 비슷한 수준이지



Fig. 5 Citroen Ami, 2019



Fig. 6 Exterior 4 views of Citroen Ami

만, 앞바퀴 굴림 방식이다. 트위지가 앞·뒤 방향의 2인승 구조인 것에 비해서 시트로앵 에이미는 승용차와 같이 좌우 방향으로 2인의 좌석이 배치돼 있고 실내의 폭도 더 넓다.

에이미의 차체 크기는 전장·전폭·전고가 2,410×1,390×1,525 (mm)이며, 축간거리(Wheelbase)는 1,730 (mm)로써 트위지보다는 50~80 mm 범위에서 더 큰 크기이다.

개발비를 줄이기 위해 앞과 뒤의 차체 패널을 거의 같게 디자인해서 구조적으로는 전후 면이 대칭이다. 에이미는 특히 차체의 실내 폭이 넓은 구조이다. 1회 충전으로 70 km 거리를 주행할 수 있으며, 최고 속도가 45 km/h와 총중량 485 kg의 차량이다. 프랑스에서는 14세 이상, 유럽에서는 16세 이상이면 면허 없이 운전이 가능한 전동 킥보드와 같은 성격의 모빌리티이다.

4.3 차량의 유형별 특징

4.3.1 차체 특징

이들 차량의 차체 조형 요인은 밀폐된 캐빈의 확보 요인은 상대적으로 적고, 대신 경량화와 단순한 구조에 대한 요구가 더 높다. 수납공간 역시 비중이 높지 않으며, 퍼스트-라스트 마일이 대체로 단거리 이동이라는 점에서 속도에 관한 요구 또한 높지 않다. 그러나 기후의 적응성은 요구되므로 전면 방풍 유리(Front windshield glass)와 지붕 구조물은 차체의 주요 요소이다.

실내공간에서 트위지는 운전자와 보조석 승객 두 사람이 차체 길이 방향으로 앉는 구조(Tandem riding)이므로, 차체에서 실내 폭의 확보 요구가 크지 않으나, 에이미는 운전자와 승객이 차체 폭 방향으로 앉으므로 실내 폭의 확보가 중요한 요인이다. 이에 따라 트위지는 차체 폭이 좁아 4개의 차륜이 모두 차체 외부로 노출돼 있으나, 에이미는 차체의 실내 폭 확보를 위해 차체가 차륜을 덮을 정도로 넓게 만들어져 있다.

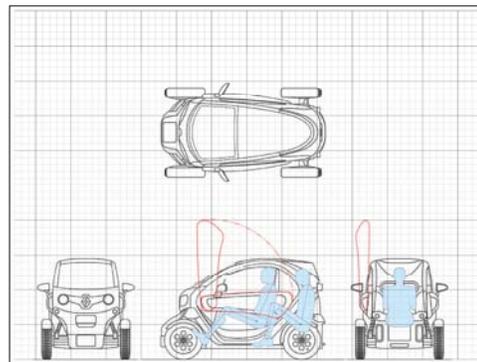


Fig. 7 Tandem riding interior package and door opening furrows of Renault Twizy

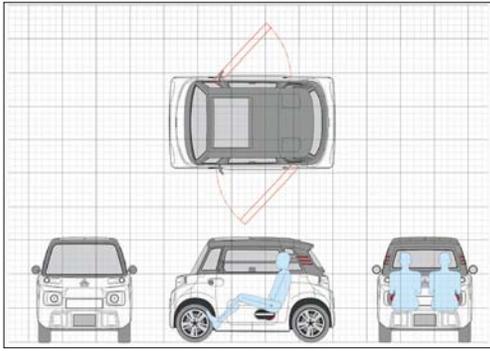


Fig. 8 Transverse riding interior package and door opening furrows of Citroen AMI

또한, 트위지 차체에서의 특징은 좌·우 도어 패널이 보편적인 폭 방향으로 열리는 스윙 경첩(Swing hinge) 대신 가위가 접히는 구조의 시저 도어(Scissor door) 형식으로 수직 방향의 틸트 구조로 열려 주차 시에 좌·우의 도어 개방을 위한 공간이 추가로 필요하지는 않은 형식이다. 이에 비해 에이미는 좌우 도어는 폭 방향으로 열리지만, 경첩이 서로 반대 방향으로 설치돼 열리는 구조이다. 이러한 구조 역시 주차 시에 여유 공간 확보에 따른 승객 승·하차를 위한 동선이나 공간 확보의 자유도를 높일 수 있는 구조이다.

4.3.2 차륜 요인

차륜의 크기와 운행 적응성의 관계에서 저속전기 차량은 노면의 단차(段差)와 도로의 선형(線形)의 복잡성에 대해서 더 높은 적응성이 요구된다. 이는 운행 노선이 간선 도로 등의 차량 전용도로보다는 주택가와 이면 도로 등의 교통 환경으로 구성되어 있기 때문이다. 이들 도로는 포장도로의 조건 이외에도 콘크리트 도로, 보도블록 포장도로, 또는 비포장도로 등의 다양한 노면이 혼재하고 있으며, 연석(連石) 등의 구조물에 의해 노면의 경

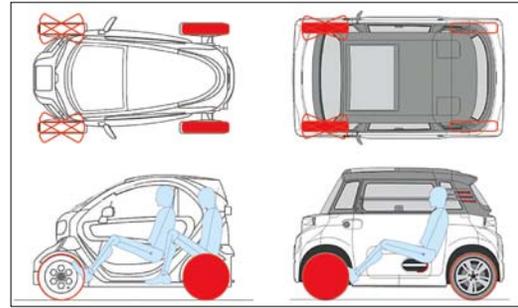


Fig. 9 Wheel function analysis of Twizy and AMI

계선이 높낮이 차가 존재할 확률이 높기 때문이다.

이를 위해서는 차량의 지름이 더 큰 것이 주행 적응성에서 유리할 것이다. 그러나 차량의 크기는 동력효율과 직접적 관련이 있으며, 타이어의 접지면의 폭에 의한 동력 효율성이나 전비(電比) 등의 영향이 동시에 고려되어야 한다. 한편, 트위지는 앞바퀴가 조향장치 역할만을 하고 뒷바퀴가 구동륜 구성의 모터사이클 구조이지만, 이에 비해 에이미는 앞바퀴가 조향과 구동 기능을 겸하는 전륜구동 승용차의 구조이다. 기구적으로는 뒷바퀴 굴림 방식보다 더 단순한 구성이라는 특징이 있으나, 캐빈과의 간섭 등으로 인한 조향 각도의 제한으로 최소화 전반경이 커지는 등 기동성 제약의 가능성이 있다.

4.4. 소형 모빌리티 유형 도출

4.4.1 차량 운행 유형

4장 3절까지의 고찰 내용을 바탕으로 한다면 도심지에서 퍼스트-라스트 마일을 위한 모빌리티는 전천후 대비 성능이 요구된다. 4륜 소형 모빌리티는 이 문제는 해결되나, 도로의 다양성 수용에는 한계가 있을 것으로 보인다.

<Table 6>과 <Table 7>의 분석을 통 모빌리티 유형은 최고 속도 50 km/h 이내의 주행 성능의 4륜 구조의 차량

Table 6 Comparison of Twizy and AMI by driving ranges

Drive range	First mile	Residential roads	Town roads	City roads	Main road	High way	Last mile
Speed (limit)	~ 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
Twizy	○	○	○	○	×	×	○
AMI	○	○	○	○	×	×	○

Table 7 Comparison of Twizy and AMI by driving usage conditions

	Number of passenger(s)	Number of wheels	Driver license	Helmet wearing	Seat belt	Roof structure
Twizy	1(2)	4	△	×	○	○
AMI	2	4	△	×	○	○

을 가지며, 지붕 구조를 가지는 최대 2인승의 공간에 18세 이상의 이용자가 운행이 가능한 유형의 차량으로 요약할 수 있다. 이를 바탕으로 차체와 차륜의 조건을 살펴볼 수 있다.

4.4.2 차체 유형

소형 모빌리티는 차량의 주차 공간 점유보다 적은 면적을 소비하여야 한다는 요구가 크다는 점에 의해 공간 소비의 최소화가 주요 요건이라고 할 수 있다. 4장 3절에서 실질적인 주차 공간의 확보에서 가장 큰 변수로 작용하는 요인은 차체의 점유 면적과 아울러 승하차를 위한 도어 개방 공간 확보임을 확인할 수 있었다.

이에 따라 측면 도어는 기존의 스윙 힌지 보다는 수직 방향의 틸트 구조, 또는 미닫이문(Sliding door), 또는 도어가 없이 정면 방풍 유리 와 지붕 구조물만을 가지는 절충형 캐빈(Semi-closed cabin)이 경쟁력을 가질 것으로 보인다. 물론 개방형 구조이므로 공조 장치는 설치되지 않는다. 그러나 승객의 보호를 위해 롤 바(Roll bar) 개념으로 A-필러(Pillar)와 C-필러 개념의 프레임 구조물을 설치하는 것이 필요하다.

트위지 역시 도어를 폐쇄형에 가깝게 설치하거나 혹은 전혀 설치하지 않는 구조를 모두 볼 수 있다.

4.4.3 차륜 구조와 크기

소형 모빌리티 차륜의 난제는 차량 전용도로의 주행 비중이 낮은 데에서 오는 노면 적응성과 무게중심 유지를 통한 조향 안정성 유지일 것이다. 이에 대한 대안으로 지게차의 후륜 조향 구조를 참조할 수 있을 것으로 보인다.



Fig. 10 Side frame structure from A-pillar to C-pillar



Fig. 11 Semi closed cabin structure of Twizy

대다수 지게차(Forklift truck)는 화물 운반 시의 안정성 확보를 위해 무게중심의 중앙이 아닌 후륜 조향 구조를 채택하고 있다. 이러한 후륜 조향은 무게 중심을 화물에 두고 차량의 후미(後尾)가 움직이는 차륜의 주행 궤적(Wheel geometry)을 가지고 있다. 여기에 지게차는 도로를 주행하기보다는 평탄한 평면의 제한된 창고 등의 공간에서 사용되므로, 노면 적응성에 관한 요구가 적어 차륜의 크기는 크지 않다.

이러한 개념을 바탕으로 전륜을 구동륜으로 설정하고 차륜의 직경은 40인치(약 1,000 mm)에 최저 지상고(Ground clearance)를 180 mm 수준으로 유지한다면, 노면에서 50 mm 이하의 단차는 차륜 지름의 5% 수준이 되므로 차량의 주행에 영향을 주지 않는 적응성이 높은 차륜의 조건일 것으로 볼 수 있다. 이러한 차륜의 크기와 조향륜의 개념을 나타낸 것이 <Fig. 14>이다.

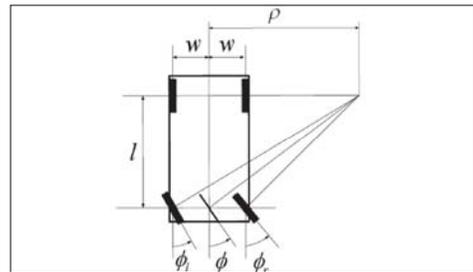


Fig. 12 Rear wheel steering geometry of a forklift



Fig. 13 Rear wheel steering type mechanism of a forklift

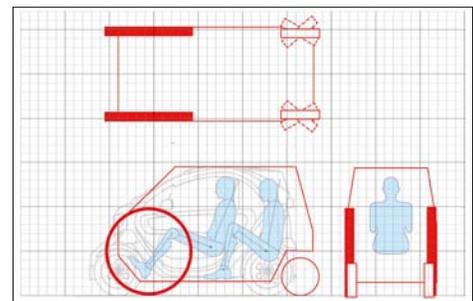


Fig. 14 Deduced type mobility with rear wheel steering

<Fig. 10>에서 제시된 유형의 차량은 차륜과 차체의 크기와 공간을 중심으로 한 블록 개념의 배치이며, 이를 바탕으로 동력원과 전원의 배치 등을 추가로 고려해야 한다. 또한, 시팅백(Seating buck)과 실험용 주행 차량(Test mule) 등의 제작을 통해 승객의 객실 승강성과 실내의 수납공간 등과 같은 공간의 사용성은 검증해야 하는 과제를 남겨두고 있다.

이 개념도에서는 확대된 지름의 전륜 구동륜과 후륜 조향의 개념으로써, 이는 일반적으로 안정된 주행의 특성을 가진 휠체어(Wheel chair)와 근접한 개념의 안정적인 특성의 모빌리티를 결과로써 제시하였다. 또한, 현재는 검토하지 않았으나, 시험 제작 시에 전륜에 부캠버(Negative camber)를 적용해 주행안정성을 꾀한다면 전방적인 잡재력은 더 향상될 여지가 있을 것으로 보인다.

4.5 모빌리티 유형의 종합

모빌리티의 디자인은 다양한 교통 환경 요인으로부터 영향을 받지만, 그와 동시에 거시적 기술 발전의 흐름 속에 있다는 점에 의해서 개별적 예외성에서 공통적 특성으로 나타나는 일반화된 성격을 집단의 개념으로 파악하는 「환원주의적 유형화 방법」을 제시한 이언 모리스(Ian Morris)의 관점과 환원주의(Reductionism)를 분석 방법의 하나로 볼 수 있다.

여기에서 환원주의는 복잡해 보이는 대상이 그보다 단순한 실체로 이루어져 있다고 전제하고, 전자에 대한 설명을 후자의 설명으로 대체하는 입장¹⁷⁾을 의미한다. 모빌리티의 차체 조형은 다양한 특징을 가지고 있지만, 근본 구조는 기능 요인이 공통으로 작용한다는 점에서 환원주의가 적용될 수 있을 것으로 추론할 수 있다.

그러나 다른 한편으로 차량의 사용은 효율성만으로 판단할 수 없는 감성이나 문화적 수용성이 함께 고려되어야 한다. 도시의 교통 환경에서 사용되는 모빌리티는 에너지의 효율적 이용과 교통 체계의 효율성이라는 목표를 분명히 가지고 있지만, 그것이 인식의 합리성을 바탕으로 두어야 할 것이다.

그리고 이러한 합리성이라는 관점에서 기구적 요소가 반영된 폼팩터가 변화해왔다고 할 수 있지만, 정말로 합리적인 결정은 인간의 감성적 요소를 고려하지 않고는 내려질 수 없다는 경제학자 리처드 탈러(Richard thaler)의 주장¹⁸⁾을 되새기게 된다.

5. 결론

지금까지의 고찰을 통해 본다면, 도시의 모빌리티는 다양한 유형의 동력 운송기와 인력 이동 수단으로 이루어져 있음을 알 수 있었다. 그리고 그러한 도시의 모빌

리티 체계에서 퍼스트-라스트 마일 모빌리티는 인력 이동 수단에서 점차 동력화의 길을 걸어왔으며, 인력, 또는 동력과 상관없이 대부분 2륜 구조의 이동 수단에 의해 그것이 실현되고 있다.

한편으로 그것을 넘어서는 범위의 이동에는 다양한 형태의 소형 모빌리티가 이용되고 있으며, 그들은 모두 4륜 차량임을 확인하였다. 그러나 이들 4륜 차량은 저속 전기차량 등의 기준에 의해 자동차전용도로를 주행하지는 못하는 체제에서 운영된다.

이에 본 논문에서는 2륜차의 불안정성과 기후 제약성을 극복하는 저속 전기차량으로 더욱 유연성을 가지는 도심지용 소형 모빌리티의 내·외장 디자인을 위한 시사점을 찾고자 하였다. 그리고 결론으로 구동륜의 크기 확대와 아울러, 전륜(前輪) 구동화, 그리고 후륜(後輪) 조향 방식이라는 구조적 대안에서 새로운 소형 모빌리티로의 개발 가능성을 발견할 수 있었다.

그러나 본 논문의 연구는 문헌을 통한 고찰이므로, 이러한 유형의 소형 모빌리티 개발과 내외장 디자인의 연구를 위해서는 설계 요소를 반영한 시뮬레이션(simulation)이나 나아가서는 실질적인 차량의 제작을 통해 그 타당성이 확인되어야 하는 과제를 안고 있음은 본 연구의 한계라고 할 것이다.

후 기

본 연구는 한국연구재단 중견연구지원사업으로 수행되었음(과제번호 : 2020262001).

References

- 1) D. W. Cha, Mobility Big Bang Riding the Future, Seoul, Hans Media, 2018.
- 2) Strategic Plan, Streets Blog LA, <https://la.streetsblog.org/2014/05/09/metro-extends-reach-with-its-new-first-last-mile-strategic-plan>, 2023. 10. 21.
- 3) S. Koo, "A Study on Implications for Kickstand Design in Two-Wheelers as a Micro-Mobility," Transactions of KSAE, Vol.29, No.9, pp.863-870, 2021.
- 4) D. Khorsowashi, Welcome, Jump!, Uber Newsroom, 2018. 4. 9.
- 5) Speed Limits of Automobiles, <https://m.easylaw.go.kr/MOB/CsmInfoRetrieve.laf?csmSeq=684&ccfNo=2&cciNo=1&cnpClsNo=2>, 2023. 12. 5.
- 6) H. Kim, National Speed Limit to 50 km/h, <https://www.korea.kr/news/reporterView.do?newsId=148886395>, 2023. 11. 23.

- 7) D. Koepfel, "Flight of the Pigeon," *Bicycling*, Vol.48, No.1, Rodale, pp.60-66, Retrieved from <https://www.linkedin.com/pulse/bicycles-urban-mobility>, 2007.
- 8) Restrict for Low Speed Electric Vehicles, Retrieved from <https://easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?popMenu=ov&csmSeq=684&ccfNo=2&cciNo=3&cnpClsNo=2>, 2023. 10. 14.
- 9) Regulation (EU) No 168/2013 of the European Parliament and of the Council, Dated 15 January 2013, 2023. 11. 12.
- 10) Low-Speed Vehicles, Retrieved from <https://www.gemcar.com/low-speed-vehicles/>, 2023. 11. 24.
- 11) Dawn of the Noisy Electric Car: EU Laws Requiring Audible Warning Sounds Take Effect July, Retrieved from <https://newatlas.com/eu-ev-acoustic-noise-avas/60022>, 2023. 10. 7.
- 12) Electric Car Sound, *Asia Economy*, 2021. 3. 22, Retrieved from https://v.daum.net/v/20210322060043801?s=print_news, 2023. 10. 7.
- 13) Final Report for Electric Vehicle Safety Evaluation and Total Safety Management Technology Developing Plan, Department of Land and Traffic, 2022. 6. 22, Retrieved from https://www.codil.or.kr/original_OTKCRK220381, 2023. 12. 1.
- 14) S. Koo, "A Study on Design Characteristics Changes of Mobility in Technology Transition Era: By Observing Changes of Urban Structures & Traffic Environments," *Transactions of KSAE*, Vol.31, No.5, pp.351-360, 2023.
- 15) S. Koo, "Body Design Factors of Purpose Built Vehicle (PBV) under Speed Limit Urban Traffic Environments," *Transactions of KSAE*, Vol.31, No.2, pp.117-126, 2023.
- 16) LLV Postal Trucks, Grumman Memorial Park, 2014. 1. 8, Retrieved 2022. 7. 9.
- 17) I. Morris, *Foragers, Farmers, and Fossil Fuels*, Bani, p.32, 2016.
- 18) R. Thaler, *Nudge*, Leaders Book, 2017.