휠체어 사용자를 위한 열차 탑승 장치 설계와 용접 조건

이철구⁺, 김인철⁺⁺, 이우람^{*}

(Manuscript received: Jul, 17, 2012 / Revised: Nov, 3, 2012 / Accepted: Nov, 7, 2012)

A Study of Board the Train Designed for Wheelchair Users on Welding Condition

Chul Ku Lee⁺, Incheol Kim⁺⁺, Wooram Lee^{*}

Abstract

The ratio of mobility handicapped was 12,110,000 in late 2009 about 24.4% of total population. The number of handicapped population is increasing continuously due to traffic accidents and industrial disasters. Therefore, the purpose of this research is to suggest a design for passengers on wheelchairs to get into and off to raise handicapped or elderly people's right of mobility. The scope of this research is mobility handicapped especially wheelchair passengers who use vans, small buses, and trains. The ramp design of vans is module form. The ramp is moved with screw jack and guides are installed on each side to increase stability. Moreover, a bridge was installed for smooth getting in and off of the van. The ramp design for small bus is lowered by 200mm in order not to have obstacle such as speed bump when getting in or off. In order to reduce vulnerable environment and administration, air slide cylinder was chosen. Lastly, for the ramp design of train, the principle of link was used that the simpler structure made the weight lighter and installation in the train became easier. If we look at the conjugation condition of heterogeneous materials to produce a ramp, proper welding condition for cold steel plate and stainless plate is 3kW output and 3-5m/min of welding speed using laser beam seems proper.

Key Words : The mobility handicapped(교통약자), Small buses(소형버스), Wheelchair(휠체어), Ramp(램프), Cylinder(실린더)

1. 서론

경제성장과 의료 및 각종 사회안전망의 발달은 인간의 평균 수명의 증가를 가져왔고, 이와 아울러 노령인구의 증가로 인한 고령화 사회로 접어드는 것은 피할 수 없는 현실이다. 우리나라 교통약자의 비율은 2009년 말 기준으로 1,211만명으로 전체인구의 약 24.4%이다⁽¹⁾. 이러한 교통약자의 수는 고령화의 지속

과 만성질환 환자의 증가로 인해 지속적으로 증가할 것으로 전망 되고 있다. 특히 현재 우리나라는 세계에서 유례없이 빠른 고령화와 출산율 저하를 경험하고 있다. 이에 따라 장애인에 대한 복지시설도 증대되고 있으며 장애인들도 사회참여 기회가 확대 되어 가고 있는 추세이다. 또한 국민소득이 높아지고 장애인들의 사회참여 확대로 승용차를 소유하는 비율이 높아지고 있으며 직업생활이나 일반 활동시에도 타인의 도움없이

⁺ 서울과학기술대학교 기계·자동차공학과

⁺⁺ 서울과학기술대학교 산업대학원 기계공학과

^{*} 교신저자, 서울과학기술대학교 NID 융합기술 대학원

주소: 서울 노원구 공릉동 172번지 서울과학기술대학교 다산관 기계공학과 324호 레이저응용실험실

✉ Corresponding Author E-mail: wooramlee@seoultech.ac.kr

혼자서 원하는 시간에 원하는 장소로 이동하기 위해서는 자동차는 필수적인 이동수단이다. 우리나라에서 장애인에 대한 자가운전이 법적으로 허용된 것은 1983년으로서 이는 곧 운전면허의 자격을 허용하게 되었음을 뜻한다⁽²⁾. 선진국에서는 오래전부터 장애인 및 노약자용 복지차량을 생산하고 있다. 우리나라에도 근래에 들어 장애인과 노약자를 위한 운전보조장치 위주에서 승하차를 보다 편리하게 하는 방향으로 생산하고 있으나, 아직까지는 승하차 방법이 다양하지 못하다. 장애인들은 집 밖에서 활동할 때 전체 장애인의 64.5%가 불편함을 호소하고 있는데 대부분 지체장애인들이다. 불편함은 대중교통과 각종 건축물의 편의시설이 없다는 점과, 이동을 보조할 수 있는 활동보조인의 필요성을 바라고 있는 것으로 나타났다. 이는 현재의 모든 건물, 도로, 교통 등 사회의 모든 활동구조가 비장애인 중심으로 계획되고 건설되었기 때문에 스스로 이동할 수 없는 재가 장애인이 가족에 의지하거나 자원봉사자의 도움만을 기대하면서 집안에서 철저히 사회와 격리되어 생활하고 있다⁽³⁾.

선진국에서는 교통약자의 이용편의를 배려한 유니버설 디자인(universal design) 개념으로 이루어지고 있다. 대중교통수단인 버스는 출입구에 계단이 없고, 차체 바닥이 낮으며, 경사판이 장착되어 휠체어를 탄 채로 탑승 가능한 저상버스는 1976년 독일에서 개발된 이후 대도시를 중심으로 1990년 초부터 일반화되었다. 우리나라는 서울시에서 2003년 시범운행을 시작으로 2004년부터 본격화 하였다. 그러나 일반버스가 다니지 않는 지역을 운행하는 마을버스에는 교통약자를 위한 설비가 없는 실정이다. 소형버스를 안전하고 힘들지 않게 승하차를 할 수 있고 간선도로를 중심으로 한 대중교통시설로 보다 쉽게 접근할 수 있도록 도와주는 보조적인 이동수단이 필요하다. 앞에서 살펴본 바와 같이 교통약자들은 일상생활에 많은 제약 받고 있으며, 사회생활을 영위하고 사회의 구성원으로 살아가기 위하여 이동권의 확보는 중요하다. 이러한 교통약자들이 마음대로 이동할 수 있는 방법을 찾는 것이 복지를 향한 가장 기본적인 출발점이 될 것이다. 왜냐하면 타인의 도움 없이 이동할 수 있으므로 의료·교육·사회생활이 가능해지고 진정한 의미에서의 자립생활이 가능해지기 때문이다.

이에 본 연구의 목적은 장애인·노약자등 교통약자의 이동권의 향상을 위하여 열차에서 휠체어가 원활하게 승하차 할 수 있는 개선방안과 제작 시 용접특성을 제시하는데 있다.

2. 열차의 탑승구

2.1 국내 동향

2.1.1 국내 열차 현황

고속열차(KTX, KTX-산천) 정차역에는 승강대 높이가 다른 고속열차에 사용할 수 있는 장애인 휠체어용 승강리프트를 사

용하고 있다. 일반열차의 경우 새마을호와 구형객차로 편성된 무궁화호는 장애인경사판 장치가 없어 휠체어 장애인이 승하차 할 수 없으나, 무궁화호 열차의 경우에는 3호차에 장애인경사판 장치가 설치되어 있고, RDC(refurbished diesel car : CDC 개조 무궁화호 동차)무궁화동차의 경우 전개(펼쳐)하여 경사사다리를 경사판으로 활용하여 휠체어 장애인을 승차할 수 있도록 되어 있다(Fig. 2-1).

승강설비가 없는 열차는 KTX, 새마을호 전동열차이며, KTX는 승강장용 승강설비를 사용하고 있고, 새마을호는 구조상 승강설비 사용이 어렵다. 승강설비가 있는 열차는 KTX-산천, RDC, 누리로(Fig. 2), 무궁화호(Fig. 3), CDC(Commuter diesel car : 도시형 통근동차)등이 있다.

2.1.2 열차 승강설비 문제점

- (1) 승강설비 경사로의 기울기가 관련 법령의 완화기준 7.1°를 초과하여 휠체어 탑승에 어려움이 있다.
 - 관련 법령 기준 : 4.4°이하, 보조서비스 제공시 7.1°까지 완화
 - 열차 승강설비의 경사로 기울기 : KTX-산천 12°, RDC 13°
- (2) 휠체어 장애인의 안전을 위하여 경사로에 손잡이를 설치하도록 되어 있으나, 손잡이 난간이 없어 추락 위험이 상

Fig. 1 KTX-Sancheon and RDC(lift the chin form)

Fig. 2 Nooriro(panel form)

Fig. 3 Mugung-Hwa train(panel form)

존한다.

- 장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률시행규칙
- (3) 특히, KTX-산천 및 RDC의 승강설비는 발판이 체인처럼 연결된 형태로 사용시 출렁여서 균형을 잡기가 어려운 불안정한 구조이다.
- (4) 승강설비가 롤 형태로 도중 정차역에서 사용시 정차시간이 증가(약 5분소요)하여 열차지연으로 인한 철도이용객의 불편이 우려된다.

2.1.3 리프트형 휠체어 승강설비

(1) 리프트 제원(Fig. 4)

- ① 모델명 : SS
- ② 외관치수 : 1100mm × 1319mm × 1110mm
- ③ 내부치수 : 720mm × 1220mm × 1110mm
- ④ 자체중량 : 200kg

(2) 승강기 중량으로 인한 사용상 어려움

- ① 중량이 200kg으로 홈안내가 직원일 경우 이동 및 설치가 거의 불가능한 상태이며 남직원일 경우에도 승강장에 경사가 있거나 앞바퀴가 장애인블록에 위치할 경우 이동에 어려운 문제발생
- ② 리프트본체 상하에만 유압장치가 되어 있고 나머지는 수동으로 되어있어 운용자가 리프트이동설치 및 위치조정이 용이하지 않음

(3) 수동휠체어 사용에 따른 도우미 불가

- ① 수동휠체어를 사용하여 이동하는 고객의 경우 리프트에 탑승하여 승강장측 교판을 닫고 리프트를 상승한 후 열차측 교판을 펼쳐 열차에 승차할 경우 휠체어를 밀어서 승차도우미를 할 수 있는 공간이 없음
- ② 역에서 도우미를 원하는 고객의 경우 휠체어수동취급이 어려운 고객이 상당수여서 역직원이 휠체어를 밀어서 이동해야 함에도 불구하고 이동시킬 방법이 없음

(4) 브레이크 장치 부재

- 경사가 있는 승강장이동시 탄력을 받을 경우 자체중량으로 인하여 수동제어가 어려우며 손잡이에 브레이크장치가 없어 사용 중 중량의 무게에 의하여 선로에 추락할

위험 있음

(5) 보관장소 필요

- 전동식 기계장치로 인하여 비바람이나 한파에 노출될 경우 결함 발생이 우려되며 기상조건으로부터 영향을 받지 않는 별도의 보관 장소가 필요함

2.2 국외의 현황분석

유럽 철도와 국제 철도 연합회(International union of railway)은 이동성에 장애가 있는 사람들 중 특히, 휠체어 이용자를 수송하는 문제는 서비스 개선과 노력을 하고 있다. 유럽에서 사용중에 있는 기본적인 치수와 무게를 살펴보면, 치수는 1985년에 발행된 ISO 표준 7193에서 다음과 같이 빈 휠체어(전동 또는 수동)에 대한 최대 크기를 정의했다.

- 폭 700mm
- 높이 1,090mm
- 길이 1,200mm

무게는 경험적으로 볼 때 250kg의 설계 용량을 만족하는지 보고, 이 제한은 전기 휠체어 와 수동 휠체어를 포함한다.

2.2.1 독일

MBB Palfinger 사의 Trainlift(반자동 유압식 열차 휠체어 리프트)는 도시 및 지역 열차에 사용하도록 설계되었다. 리프트는 출입문(최소너비 850mm) 내부에 장착돼 있고, 1,000mm의 높이까지 올릴 수 있다. RVT-300 휠체어 리프트는 Trainlift 대안이며 쉽게 장착할 수 있어 객차를 개조하여 사용하고 있다(Fig. 5).

2.2.2 스위스

Fig. 6은 제네바에서 사용하고 있는 열차리프트로 유압을 사

(a) MBB palfinger

(b) RVT-300

Fig. 5 Trains lift of Germany

(a) older

(b) new

Fig. 4 Elevator services lift form

Fig. 6 Trains lift of Switzerland

용하여 높이를 조절한다. 이것은 유럽의 열차 승하차시에 사용하는 전형적인 방법이다.

2.2.3 러시아

러시아 철도는 휠체어 승객과 승무원을 위한 특수 시설의 장소를 제공하며 장애인을 위하여 100대 이상의 열차를 운영하고 있다. 장애인에 대한 시설은 표준규격 보다 크며 넓고 낮은 침대와 접이식 상단 침대뿐만 아니라 테이블과 의자를 제공한다. 장애인 승객이 독립적으로 의자를 이동하는 특별한 보조 벨트를 사용할 수 있다. 객실은 크고 일반보다 넓고 추가 손잡이가 장착되어 있다. 모든 모스크바 역은 장애인용 경사로와 리프트를 갖추고 있다(Fig. 7).

2.2.4 미국

Metra 디젤 라인 서비스는 열차마다 최소한 하나의 리프트가 장착되어 있다(Fig. 8). 시내 플랫폼은 고객의 편의를 위해 리프트가 장착된 전철을 사용하고 있다. Mobilift TX는 수동용 휠체어 리프트로 통근 열차, 장애인 승객을 위해 사용하고 경제적이며, 수동으로 작동되는 리프트이다. 이 리프트는 ADA(Americans with disabilities act)를 준수하고 플랫폼을 변경하지 않고 사용할 수 있어 비용과 시간을 절약 할 수 있다.

2.3 열차 탑승구 디자인

2.3.1 현재 열차 탑승구의 문제점

현재 사용하고 있는 승강설비에 문제점으로는 휠체어리프트의 중량의 감소대책이 필요하다. 둘째, 수동휠체어를 사용하는

Fig. 7 Trains lift of Russia

(a) Metra

(b) Mobilift TX

Fig. 8 Trains lift of America

장애인이 휠체어를 동작시킬 여건이 되지 않을 경우 승강장측 교판이 닫힌 상태에서 역직원이 밀어서 승차시킬수 없는 상황이며 이에 대한 대안으로 열차승무원이 열차내에서 대기하여 열차측 교판이 열리면 수동휠체어를 끌어당기는 식으로 처리가 필요하다.

2.3.2 탑승구의 디자인 제안

디자인은 철도차량의 일반적인 사항과 교통약자의 이동권과 접근권을 존중하고 휠체어 사용자의 요구사항을 해결해야 한다. 휠체어 및 휠체어리프트에 대한 분석과 사용환경이 되는 철도 승강장과 철도차량의 출입문과의 상관관계를 분석하여 디자인에 적용한다. Fig. 9는 램프의 작동순서를 표시하였다. 1번은 객차 바닥에 램프가 나오기 전의 모습이다. 2번은 main hydraulic serve cylinder의 직진운동으로 램프가 계단 밖으로 나오고 있는 모습이다. 3번은 램프가 완전히 나온 상태이다. 4번은 hydraulic serve cylinder의 작동으로 A-B의 move plate가 승강장 바닥으로 내려온 상태이다.

Fig. 10은 휠체어를 이동시키는 move plate의 움직임을 분석하였다. L 모양의 막대 A, B의 움직임은 hydraulic serve cylinder의 선형운동이 어느 부분에서 move plate의 회전운동으로 변하는 관계를 나타내었다.

Fig. 9 Performance stages of mechanism

Fig. 10 Extension of uplifting and lowering forces

상승할 때와 내려올 때의 힘을 CE(FJ) : 상승할 때 힘, CD : 내려올 때 힘을 변수(식 (1), (2))로 사용하여, 디자인에 적용하였다. 식 (1), (2)는 라미의 정리(Lami's theorem) 이용하였고, 이는 세 힘이 평행을 이루는 경우에 두 벡터가 이루는 각과 나머지 한 벡터의 크기와 관련된 정리식이다.

$$\frac{F_1}{\sin \theta'_1} = \frac{F_2}{\sin \theta'_2} = \frac{F_3}{\sin \theta'_3} \quad (1)$$

$$\sin \theta'_1 = \sin \theta_1, \sin \theta'_2 = \sin \theta_2, \sin \theta'_3 = \sin \theta_3 \quad (2)$$

Fig. 10의 디자인을 바탕으로 필요한 힘을 계산하면

$$\Sigma MO_4 = 0 \quad (3)$$

$$F \times \sin D \times L_1 - W \times L_2 + F_{12} \times L_3 = 0$$

$\frac{W}{\sin B} = \frac{F_{23}}{\sin A + 90} = \frac{F_{43}}{\sin 90 - C}$ 이므로 $A=20^\circ$, $B=42^\circ$, $C=62^\circ$ 를 적용하고, 휠체어 무게 100kg에 성인 평균 몸무게

75kg를 더하여 $W=175\text{kg}$ 로 적용하였다. 식 (1)~(3)을 이용하여 계산한 결과, 회전운동에 필요한 힘 F 는 11947.156 N이며, 약 12000 N이 필요한 것으로 확인되었다.

Fig. 11은 휠체어 사용자를 위한 열차 탑승장치의 유압회로도이다. 좌측의 main hydraulic cylinder는 Fig. 12 도면에서 1번으로 4번 center plate를 직선운동 시킨다. 우측의 serve hydraulic cylinder 2개는 2번으로 3번 Fixed plate에 고정되어 있다. Fig. 12는 열차에서 사용할 수 있는 휠체어리프트를 도면화 하였다. 작동과정을 살펴보면, 승차 시에는 1번의 고정 유압 실린더에 의해서 4번의 center plate가 직선운동을 하고, 이때는 2번 유압실린더는 작동하지 않으므로 5번 move plate는 위에 있는 상태로 나온다. 2번 유압실린더가 선형운동을 하면, 5번 move plate는 회전운동을 하여 platform 바닥에 내려가는 mechanism을 가지고 있다.

Fig. 13은 1번 유압실린더가 작동하여 차량에서 나온 후 2번 유압실린더가 작동하여 5번 move plate가 아래로 내려와서 휠체어가 탑승한 상태이다.

Fig. 14는 휠체어가 탑승하고 난 후 1번 유압실린더는 그대로

Fig. 11 Extension of uplifting and lowering forces

Fig. 12 Ramp design

Fig. 13 Performance stages of mechanism(down)

Fig. 14 Performance stages of mechanism(middle)

Fig. 15 Performance stages of mechanism(up)

로 있는 상태이고, 2번 유압실린더가 작동하여 중간까지 올라온 상태이다.

Fig. 15는 2번 유압실린더의 작동이 완료되어 5번 move plate가 위로 완전히 올라온 상태이다. 이후 휠체어가 탑승하고 난 후 1번 유압실린더가 작동하면 램프는 차량 안으로 들어간다.

2.4 디자인 고찰

본 연구는 철도에서 사용되어지는 편의시설로서 승강장과 철도차량의 플로어 사이에서 발생하는 교통약자의 이동에 대한 애로를 해소 하고자 하는데 있다. 또한, 위와 같은 디자인으로 탑승장치를 설계하여 제작한다면 다음과 같은 이점이 있게 될 것이다.

- 링크의 구조를 사용하여 구조가 간단하고 중량이 가벼워 차량에 설치가 가능할 것임.
- 차량에 고정할 수 있는 시스템으로 만들어 이동의 편리성을 높였고, 유압실린더를 사용하여 승하차의 이동을 좀 더 원활히 할 수 있게 되었음.

3. 램프 제작 실험

3.1 실험장치

본 실험에서는 Nd:YAG 레이저를 사용하여 맞대기용접을 실시하였다. 또한 Ar 보호가스를 사용하여 직경 4mm의 구리 노즐을 장착하였으며, 포커싱 위치 바로 뒤에서 60°의 각도로 레이저빔을 따라가도록 공급하였다.

3.2 실험재료

본 연구의 목적은 스테인레스강판과 냉연강판의 이종금속 용접성을 확인하는 것으로서 냉연강판은 SCP1-S이며, 스테인레스강판은 오스테나이트계인 STS304를 사용하였다. 실험 판재는 120mm × 70mm 사이즈로 두께는 1.2mm 이다.

3.3 실험방법

시험편을 지그에 장착한 후에 용접 길이는 양 끝단 5mm씩을 제외한 110mm를 용접하였다. 초점위치는 시험편 표면을 기준

으로 하였으며, 출력은 3kW로 고정하였다. 우선 입열량에 따른 영향을 살펴보기 위해 2~7m/min까지 1m/min 단위로 속도를 증가시키며 용접 후 비드 외관 및 단면 형태를 관찰하였다. 또한 레이저용접 시 주로 사용되는 불활성가스인 Ar을 이용하여 용접하였다. 보호가스는 노즐 직경 4mm로 레이저빔을 따라가도록 공급하였고 그 유량은 15ℓ/min으로 고정하였다. 용접 전 이물질 및 불순물에 의한 불량 가능성을 최소화시키기 위해 시험편 전체를 아세톤으로 세척을 하였다. 이종금속 재료의 레이저용접 용접성을 평가하기 위해 용접이 완료된 시험편을 Fig. 16과 같이 4부분으로 나누어 인장시험 부분은 KS B 0801의 판재 인장시험규격13B 호에 따라 와이어커팅 가공하여 인장시험을 실시하였다. 나머지 부분의 시험편은 조경팁 원형톱을 이용하여 시험편을 채취하였다. 인장 시험기는 MTS(社) 810 series로 사용하였고, 속도는 5.0mm/min로 고정하였다. 경도계로는 Digital Vicker's hardness tester를 사용하였으며, 적용하중은 1kgf(HV 1)로 설정하였다. 경도는 상판 기준 하부 0.5mm 아래에서 0.3mm 간격으로 열영향을 받지 않는 모재까지 충분한 범위를 측정하였다.

3.4 실험결과 및 고찰

3.4.1 조직사진

Fig. 17은 용접속도에 따른 영향을 나타낸 사진이다. 용접 외관 형상을 보면 양호하게 용접이 되었고, 용접 시험편의 단면을 확대하여 용융금속의 폭의 길이를 구하였다. 이는 STS304의 주성분인 Ni의 함량이 높아서 열전도량이 증가되는 것으로 추정된다.

3.4.2 인장시험

Fig. 18은 동일한 조건 내에서 각 용접 속도별 인장 시험에 대한 그래프이다. 각 set별로 6개씩 시험편을 제작하여 인장 시험을 하였다. 1번 set 경우 2m/min기준으로 0.02, 0.03, 0.06, -0.03, -0.12씩 차이가 났다. 2번 set 경우 2m/min기준으로 0.04, 0.05, 0.1, 0.02, -0.1씩 차이가 났다. 3번 set 경우 2m/min기준으로 0.01, 0.02, 0.06, 0.01, -0.11씩 차이가 났다. 이는 STS304의 이종재료에서는 속도가 2.3m/min일 때와 5m/min 이상일 때는 용접부에 기공이 발생했으며, 5m/min 이상일 때는

Fig. 16 Sampling of specimen in laser butt welding

Fig. 17 Cross-section and bead shape of dissimilar SCP1-S and STS304

Fig. 18 Experimental result of tensile test (SCPI-S & STS304)

Fig. 19 Hardness distribution of dissimilar material (SCPI-S & STS304)

용융선 근방에서 마르텐사이트의 생성과 C의 고용강화 등으로 결정립이 조대화 되어 있는 것을 볼 수가 있다. 이중금속의 용접성은 3~5m/min 구간에서 건실한 것으로 평가 되었다.

3.4.3 경도 분포

Fig. 19는 동일한 용접 속도에서의 경도 시험에 대한 그래프이며, 3개의 시편을 제작하여 경도 시험을 하였다. 1번 시편 기준으로 평균 -13, -32 차이가 났다. -1.5mm 부근에서 가장 큰 차이가 났다. 이는 용접 속도가 느릴수록 입열량이 많아져서 용융금속의 폭이 넓어졌고, 따라서 열영향부도 넓어졌다. 그리고 용접부의 경도를 보면 전체적으로 모재보다 높은 경도를 가지는 것을 알 수 있다. 일반적으로 경도가 증가하는 것은 STS304의 경우 오스테나이트화된 재질이 급냉되면서 조밀한 마르텐사이트가 되었기 때문으로 추정된다.

4. 결 론

현재 우리나라는 교통재해와 산업재해로 인한 장애 인구는

계속해서 증가하고 있으며, 이동편의 시설물중 열차의 휠체어 램프디자인을 통하여 교통약자의 이동성 제고를 꾀하고, 교통약자의 사회적, 경제적인 위상을 제고시키는 계기를 마련하는데 있다. 따라서 본 연구에서는 교통약자에 대한 열차의 탑승구의 효율적인 디자인을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 라마의 정리를 이용하여 탑승구 램프를 모듈형식으로 적용한 결과 설치 및 제거가 용이하였고, 양측면에 가이드를 설치하여 램프의 이동의 안정성이 높아졌다.
- (2) 열차의 탑승구 램프는 링크의 원리를 이용한 결과 구조가 간단해져 중량 또한 가벼워졌으며, 차량 설치가 용이해졌다.
- (3) 램프를 제작하기 위한 접합조건을 살펴보면, 레이저빔을 이용한 용접조건은 출력 3kW, 용접 속도 3~5m/min가 적절한 조건인 것으로 추정된다.

덧붙여, 교통약자의 사회활동을 위한 방안으로 교통수단으로부터 소외된 교통약자에 대한 탑승구의 디자인 또한 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 추정된다.

후 기

이 연구는 2012서울과학기술대학교 교내 일반과제 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

- (1) Ministry of Health and Welfare, n.d., 2010, viewed 28 September 2010, <<http://stat.mw.go.kr/stat/data>>.
- (2) Paik, S. W., 2001, *A Study of Quality of Life Among the Handicapped Owner Drivers in Seoul*, A Thesis for a Degree of Master, Yonsei University, Republic of Korea.
- (3) Minister of Land, viewed 5 December 2010, "Survey on Weak Traffic Moving Convenience," *Transport and Maritime Affairs*, <<http://www.mltm.go.kr>>.
- (4) Korea Railroad Research Institute, viewed 6 December 2010, "Bus Transportation of the Weak Enhancement of the First," <<http://www.krri.re.kr>>.
- (5) Eun, S. D., 2004, "The Effect of Stair Heights on the Gait Pattern in Stair-Ascent Activity of Elderly Persons," *The Korean Journal of Physical Education*, Vol. 43, No. 6, pp. 575~584.
- (6) Kim, H. S., 2007, *A Study of the Mini Non-step Bus for the Domestic Shuttle Bus*, A Thesis for a Degree of Master, Hongik University, Republic of Korea.

- (7) Park, J. K., 1992, "Analysis of Central Business District Pedestrian Walking Speed in Seoul," *Highway Traffic Safety Association*, Vol. 11, pp. 93~99.
- (8) Park, K. H., 2003, *A Study on Advance of the Mobility Right of the Disable Persons*, A Thesis for a Degree of Master, Inha University, Republic of Korea.
- (9) Lim, J. H., 2009, *A Study to Design the Wheelchair Carrier for the Disable Driver*, A Thesis for a Degree of Master, Daegu University, Republic of Korea.
- (10) Kim, K. M., 2004, *A Study on the Kinematic and Dynamic Analysis of a Self-driving Automobiles's the Welfare Vechicle for the Handicapped*, A Thesis for a Degree of Master, Daegu University, Republic of Korea.
- (11) Lee, J. S., 2009, *Taxi Design for Transportation Poor (Focused on Wheel Chair User)*, A Thesis for a Degree of Master, Hongik University, Republic of Korea.
- (12) Ministry of Construction & Transportation, 2007, *Sidewalk Installation and Management Guidelines*, Republic of Korea.
- (13) Ministry of Construction & Transportation, 2009, *Road Safety Equipment Installation and Management Guidelines*, Republic of Korea.
- (14) Lim, G., 2004, *A Study on the Design and Durability Experiment of Winch Motor Lift Which is Set up in the Special Vehicle for the Elderly and the Handicapped*, A Thesis for a Degree of Master, Daegu University, Republic of Korea.
- (15) Lee, J. H., and Kim, I. C., 2011, "A Study on Welding of Dissimilar Materials for Van-Ramp Design and Production," *Journal of Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, Vol. 20, No. 4, pp. 434~439.