한국생산제조시스템학회지 Vol.21 No.2 2012. 4. pp. 214~220
Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers

교통약자를 위한 소형버스의 탑승구 디자인

이정현+, 김인철*

(논문접수일 2011. 07. 12, 수정일 2011. 10. 29, 심사완료일 2012. 02. 21)

A Study on the Ramp Design of Small Buses for the Mobility Handicapped

Jung-Hyun Lee+, In-Cheol Kim*

Abstract

About 12 million people of the mobility handicapped were increased by the end of 2009 year. Universal design concept has been implemented in developed countries. Since 2004 low-floor buses are in Korea. In this study, there is no provision for mobility handicapped and small buses that can be comfortable riding car ramp design presented. The gate of a small buses lowered height of 200mm. Install the ramp in the center of the ramp by an air cylinder moves from side to side. The slope of the ramp was controlled by a hinge. Air cylinder thin type applicable in the narrow space of the slide cylinder was used.

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

1. 서 론

경제성장과 의료 및 각종 사회안전망의 발달은 인간의 평균수명의 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. 이러한 교통약자의 수는 고령화의 지속과 만성질환 환자의 증가로 인해 지속적으로 증가할 것으로 전망 되고 있다.

특히 현재 우리나라는 세계에서 유례없이 빠른 고령화와 출산율 저하를 경험하고 있다. 2000년에 노인 인구의 비율이 7%를 넘어 고령화 사회로 진입하게 되었다. 2019년에 는 65세 이상 인구가 전체인구의 14.1%를 넘는 고령화 사회로 진입할 것으로 예상되고 2027년에는 20.3%의 초고령 사회에 들어설 것으로 전망했다. 현재도 노인이 교통약자의 다수를 차지하고 있지만 앞으로는 노인들이 더욱 교통약자의 대다수를 차지하게 될 것으로 전망되어 이에 대한 대책이 필요한 시점이다[(1)].

선진국에서는 교통약자의 이용편의를 배려한 보편적 설계(Universal Design)개념으로 이루어지고 있다. 대중교통수단인 버스는 출입구에 계단이 없고, 차체 바닥이 낮으며, 경사판이 장착되어 휠체어를 탄 채로 탑승 가능한 저상버스를 1976년 독일에서 개발된 이후 대도시를 중심으로 1990년 초부터 일반화되었다.

우리나라는 서울시에서 2003년 시범운행을 시작으로 2004년부터 본격화 하였다. 그러나 일반버스가 다니지 않는 지역을 다니는 마을버스에는 교통약자를 위한 설비가 없는 실정이다. 소형버스의 출입구 계단을 보다 안전하고 힘들지 않게 승하차를 할 수 있고 간선도로를 중심으로 한 대중교통시설로 보다 쉽게 접근할 수 있도록 도와주는 보조적인 이동수단이 필요하다.

+ 볼보 자동차,스웨덴
* 교신저자, 서울과학기술대학교 산업대학원 (rectifier21@naver.com)
주소: 139-743 서울시 노원구 공릉로 232

본 연구에서는 우리나라의 현황과 도로 여건 등을 살펴보고 교통보조단인 소형버스의 저상화와 최대한 간단하면서도 적용을 쉽게 할 수 있고, 좁은 길과 상태가 좋지 않은 노면도 운행할 수 있는 탑승장치를 제시하고자 한다.

2. 연구 배경 및 국·내외 동향

2.1 교통약자의 정의

교통약자란(The Transportation Vulnerable) 교통수단을 이용할 때에 일반인에 비해 취약한 장애인이나 노약자, 임산부 어린이 등을 포함하는 용어이며 좀 더 넓은 개념으로 신체적, 제도적 혹은 사회적 이유로 이동에 제약을 받은 사람들, 즉 고령자, 신체장애인, 유아, 저 소득자, 소외지역 주민 등을 포함한 “The Transportation Poor”란 개념을 포함하도 한다. 즉 교통약자는 협의의 교통약자와 광의의 교통약자로 나뉠 수 있으며, 협의의 교통약자는 일반적인 장애인과 고령자를 포함한 신체적 제약자를 나타내며 광의의 교통약자는 경제 사회적 교통약자를 포함한다[2].

2.1.1 교통약자 세부현황

Fig. 1은 2008년과 2009년의 교통약자를 비교한 것이다. 우리나라의 교통약자 인구는 전체인구의 약 24.4%인 1,211만 명 수준이며, 교통약자 중에서는 고령자(65세 이상)가 506만 명으로 가장 높은 비율(41.8%)을 차지하는 것으로 나타났다. Fig. 2는 2008년에 대한 2009년 교통약자의 증감을 비교하였다. 교통약자 인구는 ‘08년(1,201만 명)에 비해 약 10만 명 증가하였으며, 고령자와 장애인 인구는 증가한 반면, 어린이의 비율은 결혼의 시기가 점점 늦어지고, 사회활동의 제약 등의 이유로 출산을 기피하는 현상으로 감소한 것으로 나타났다[3].

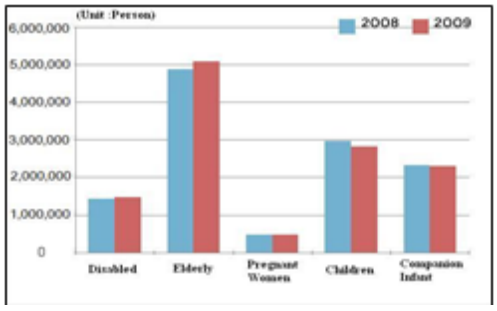


Fig. 1 Annual Distribution of the Mobility Handicapped

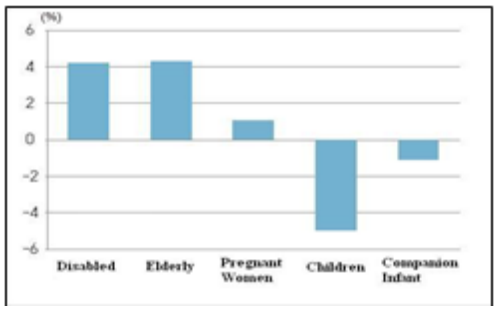


Fig. 2 The Mobility Handicapped Detail Status

2.1.2 이용 교통수단 및 만족도

Table 1는 교통 형태별 이용비율을 조사한 것으로 교통약자는 통행 시 지하철(29.8%) 및 버스(24.9%)를 가장 많이 이용하는 것으로 나타났으며, 지체장애인은 자가운전비율(36.3%)이 가장 높고, 시각장애인(37.2%)과 청각장애인(49.7%)은 지하철의 이용비율이 가장 높은 것으로 나타났다[3].

Fig. 3은 교통 형태별 만족도로 교통수단 중에서는 항공기의 만족도가 가장 높고, 버스와 여객선의 만족도는 전체 평균인 63.2%에도 못 미치는 가장 낮은 만족도를 나타냈다[3].

Fig. 4는 편의시설 만족도로 2010년 한국철도기술연구원의 조사에 따르면 교통약자가 버스 이용에 대한 우선 개선사항은 버스의 높은 탑승 계단, 좌석 공간/배치/형태, 손잡이 위치/형태

Table 1 Survey on the Transportation Vulnerable Moving Convenience(%)

	Bus	Car	Subway	Sidewalk	Taxi	Disabled Call Taxi
Physicaly Disabled	12.8	36.3	19.1	11.7	7.9	9.4
Visually Impaired	17.8	5.5	37.2	9.6	5.7	22.6
Hearing Impaired	30.0	15.5	49.7	2.7	2.2	-
Elderly	38.0	24.1	29.9	6.0	1.1	-
Pregnant	26.3	32.7	13.1	13.5	14.4	-
Traffic Stands Subtotal	24.9	22.8	29.8	8.7	6.2	6.4
Public	37.8	32.1	21.4	5.1	2.9	-
Aggregate	29.8	29.6	23.8	7.4	4.9	3.4

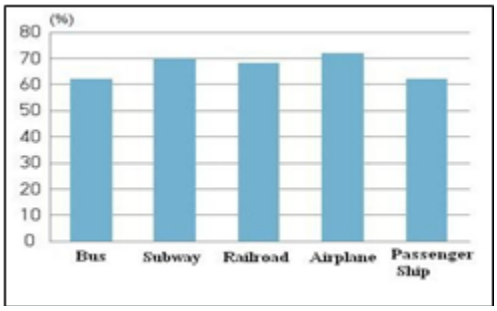


Fig. 3 Transportation by Type Satisfation

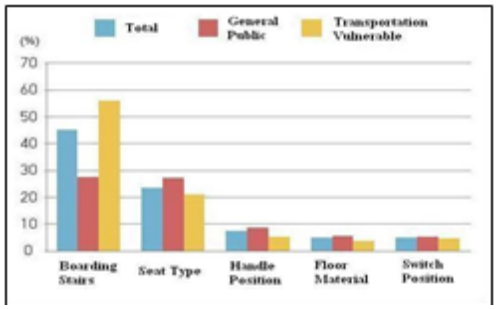


Fig. 4 Satisfaction Mobile Facilities

순으로 나타났다[4].

2.2 국내외 저상버스 동향

2.2.1 국내의 일반저상버스

현재 국내의 저상버스는 일부 간선도로를 운행하는 비교적 큰 형태의 일반버스에서 적용되는 것을 볼 수 있다. 서울특별시의 경우, 2004년 7월 1일 대중교통체계 개편에 따라, 간선·지선·광역·도심순환 버스의 4종류로 분류되는데 이중 지선버스는 간선버스 정류장이나 지하철역에서 집 앞까지 연결하는 마을버스의 역할을 하도록 하여 기존의 마을버스를 지선버스로 흡수했다[6]. 그러나 아직 마을버스용 소형버스는 차량제작사의 기술적, 경제적 측면과 기타 여러 사정으로 인해 아직 저상화가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

Fig. 5 Qualified low-floor bus

2.2.2 국내의 소형버스

(1) 소형버스 저상화의 필요성

정상인의 평균 보행속도는 4.5～5km/h로 약 12분～13분 이상의 거리에 해당되며, 노인의 경우 평균 보행속도는 2.5～4.0km/h 라고 한다. 다시 이를 시간으로 환산하면 약15～24분의 시간이 걸린다.

심리적으로도 일반인이 5분 이상 걸어서 대중교통 수단에 접근할 때 피곤함을 느끼게 된다[7]. 그런데 쉽게 대중교통시설에 접근하기 어려운 노인이나 교통약자가 대중교통을 이용하기 위해 소비해야하는 시간과 체력은 무시할 수 없다.

현재 일반버스의 지상고는 380mm에서 400mm로서, 이는 건축 설계시 권장되고 있는 160mm～170mm를 훨씬 뛰어 넘고 있으며, 보도블럭 위에서 탑승한다 하더라도 230mm～250mm 정도로서 퇴행성관절염이나 파킨슨증후군과 같은 질병을 겪고 있는 일반보행곤란 노인들에게는 무척이나 힘든 일이다.

일반 노인들을 대상으로 한 실험 결과에서 22cm의 계단에서부터 관절의 각의 변화에 따라 발목관절과 무릎관절에 연계되는 근육 동원 량은 증가된다. 그러므로 그 배에 가까운 높이의 일반 버스의 출입구의 높이는 일반인이 생각하는 이상의 힘이 노인들에게 필요하다[5].

따라서 일반버스나 지하철과 연계하는 교통수단으로 일반버스가 운행하는 노선에서 거리가 먼 지역, 오르내리기 힘든 고지대, 일반버스가 다니지 않는 지역 등을 운행하는 소형버스는 이러한 요인들로 인해 저상화가 바람직하다고 본다.

(2) 소형버스 모델별 제원 비교

Table 2 Comparison of a Small Bus by Model Specification[6]

	Daewoo Bus	Hyundai Bus	
	BM090	Aero Twon	E- County
Fixed Number	24+1	18(20)+1	15+1
Full Length	8,990mm	8,495mm (8,990mm)	6345mm (7080mm)
Full Width	2,290mm	2,290mm	2,775mm
Over-All Height	3,220mm	2,290mm	2,775mm
Doorway Height	380mm	380mm	325mm
Minimum Turning Radius	7.3m	7.1m(7.8m)	6.2m(7.4m)
Stairs	2	2	2
Photo			

2.3 외국의 소형저상버스

(1) 미국

1985년 운행하기 시작한 준 대중교통수단은 일반 대중교통수단을 이용하기 불편한 노령, 임신, 심신장애 등 교통약자들에게 이용자의 필요에 따라 제공되고 있다[2].

(2) 영국

2층 버스들을 중심으로 1990년부터 저상화가 시작되었으며, 도로정비가 잘 되어 있고, 평지가 많아 외관적 변화는 별로 변하지 않았다.

(3) 오스트리아

전체 길이가 5m정도이고 특징은 노면에서 바닥면까지 높이가 생산시엔 27cm, 니링(Kneeling)시엔 23cm까지 내려가는 초저상 차량이다[2].

(4) 스웨덴

옴니노바사의 멀티 라이더는 장애인과 일반인의 혼합승차, 또는 택시로도 미니버스로도 사용하는 것을 전제로 디자인 개발된 차량이다[2].

(5) 일본

노인들의 대중교통시설의 이용편의 연구가 많이 진행 되고 있는 일본은 1997년 시작된 저상버스 도입은 현재는 대형버스, 중형 및 소형버스등의 다양한 크기의 저상버스들이 생산되고 있다[2].

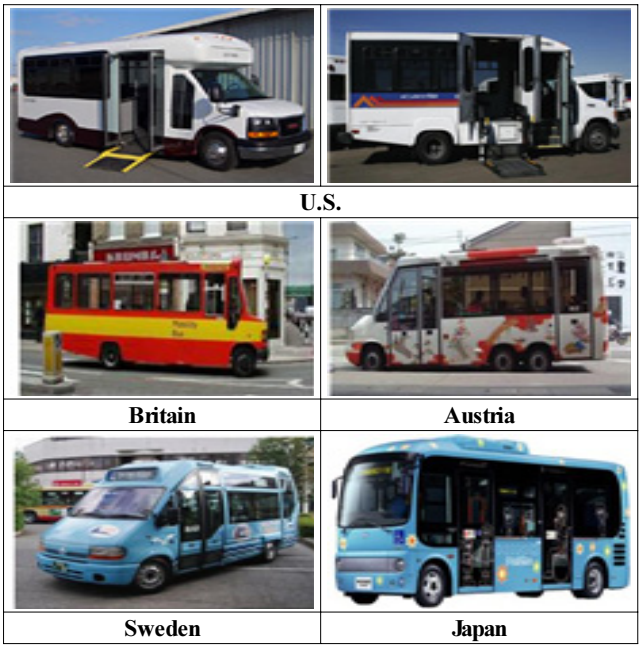


Fig. 6 Each Country's Small Buses

3. 소형버스의 디자인

3.1 국내 도로의 현황

(1) 도로기능별 구분의 따른 도로의 형태

현재 차량이 다닐 수 있는 최소의 폭이 3m로 규정되어있다

(2) 과속방지틱의 규격

과속방지틱의 경우 일반적 기준에 의한 표준형과 각 지역 도로사정에 의해 약간 변형 할 수 있는 수정된 형태로 나누어져 있다. 표준형의 경우는 폭은 도로의 폭에 맞추며, 길이는 3.6m 최고 높은 부분의 높이는 10cm 으로 규정되어 있고, 수정형의 경우는 길이는 2m 최고 높은 부분의 높이는 7cm로 정해져있다.

(3) 차도와 보도의 높낮이 차이

차도와 보도가 구분되는 도로의 경우 일반적으로 보도는 그 경계지점에 연석을 설치하고 보도블럭을 깔고 보행자의 통행을 이끈다. 그러나 차도표면과 보도의 높낮이는 도로사정에 따라 일정하지 않고 차이가 있다.

차도표면과 보도의 높낮이 차이는 최소 100mm에서 최고 225mm까지 차이가 난다.

Table 3 Guidance Installation and Management Guidelines[8]

Road		Design Speed (km/h)	Carriageway Width (m)
Local Area	Main Road	60～80	3.25～3.5
	Secondary Highway	50～70	3.0～3.25
Urban Area	Main Road	80	3.25～3.5
	Secondary Highway	60	3.0～3.25

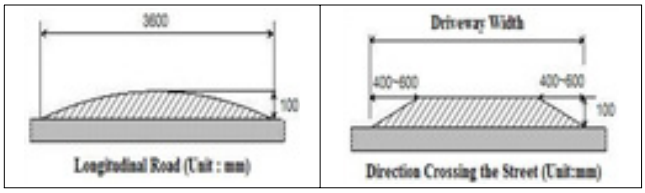


Fig. 7 Standard Speed Bumps[9]

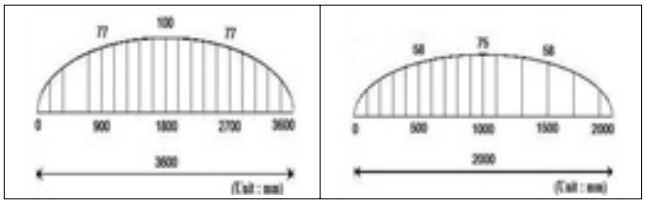
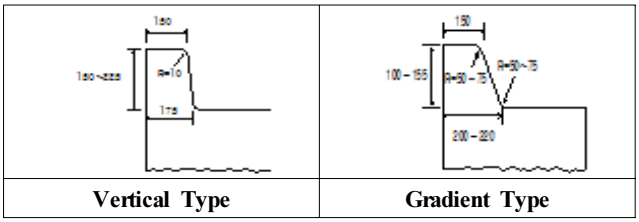


Fig. 8 Fixed Speed Bump Shape[9]



Vertical Type	Gradient Type

Fig. 9 Guideance Installation Standards[8]

3.2 저상 소형버스 디자인의 요구조건

(1) 폭 3m의 도로를 통행할 수 있어야 한다.
(2) 과속방지턱의 최대높이 10cm의 간섭으로부터 영향을 받지 않아야 한다.
(3) 차도표면에서 보도의 최대높이 225mm의 높낮이 차이에도 승하차가 편리해야 한다.
(4) 휠체어 이동 공간 및 교통약자를 고려한 실내 공간이 확보되어야 한다.

3.3 디자인의 요구조건에 의한 개략도

(1) 탑승구와 과속방지턱의 간섭

탑승구의 높이는 바닥이 과속방지턱 최대높이 10cm에서 간섭을 받지 않는 범위에서 최대한 낮게 설계 한다.

(2) 탑승구의 계단 제거

보도위에서 탑승할 때 지하철처럼 바로탈수 있어야 한다.

Fig. 10 Interference of the Gate and Speed Bumps

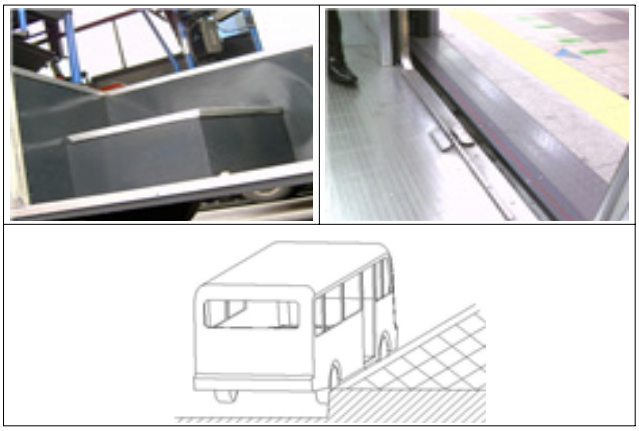


Fig. 11 Remove Stair of the Gate

Fig. 12 Install the Ramp of the Gate

(3) 탑승구에 계단이 없는 구조와 저상화

평지에서 탑승할 때도 힘들지 않아야 하며, 환자, 유모차, 장애인 등이 발판을 이용해서 쉽게 승차할 수 있는 구조가 바람직하다.

4. 저상화 된 소형버스의 개념도

(1) 소형버스의 탑승구 구조 모델링

현재 지하철과 같이 탑승구에 계단이 없이 저상화 하면 승하차에 힘이 들지 않고 신속히 승하차 할 수 있다. 또한 소형버스는 보도블럭이 아닌 일반 평지에서 승하차 하는 일이 빈번히 발생 하므로 평지에서 쉽게 승하차를 할 수 있는 승하차 보조 장치가 필요하다.

(2) 소형버스용 탑승구의 탑승 보조 장치 설계

일반적인 중대형 저상버스에서는 제동장치를 공압시스템에

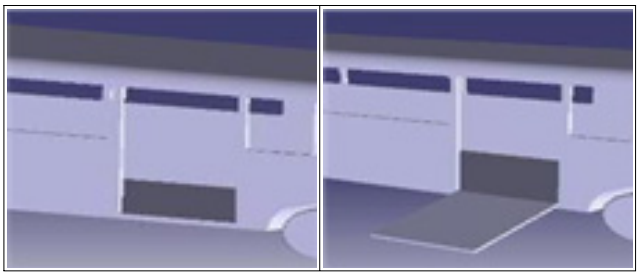


Fig. 13 Modeling of Gate and Ramp

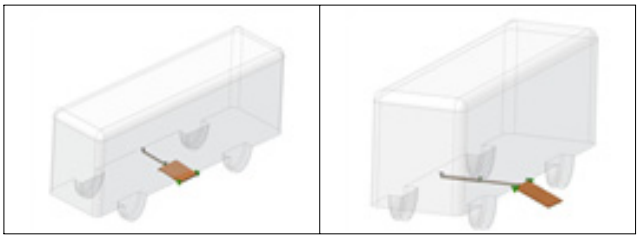
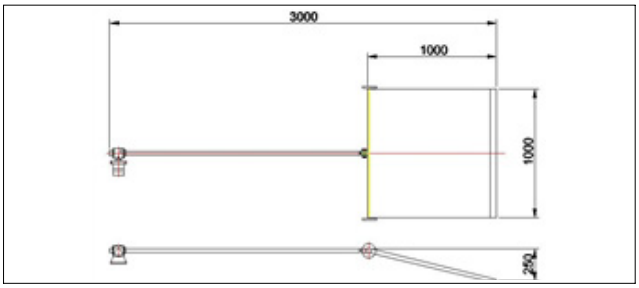


Fig. 14 Design of the Vehicle Ramp

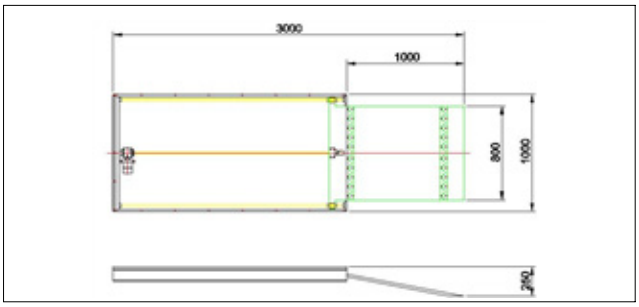
의해서 작동시키며, 탑승구 보조발판도 공기압축기에서 발생된 압축공기를 사용하여 에어실린더를 작동하는 방식을 채용하고 있다.

따라서 소형 버스도 제동장치를 공압시스템으로 작동하므로 거기서 얻어지는 여유 압축공기를 이용해서 탑승구 보조발판을 에어실린더로 작동하는 구조로 하면 장치가 간단하고 수리의 효율성을 기대할 수 있을 것이다. 이에 따라 다음과 같이 설계하였다.

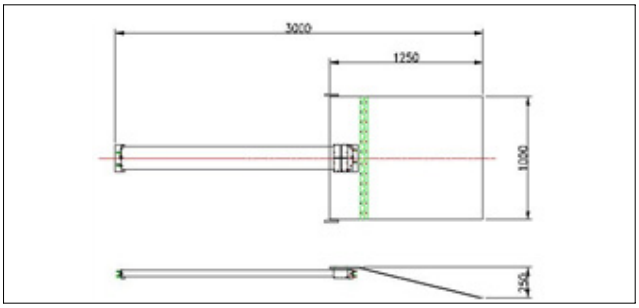
4.1 디자인



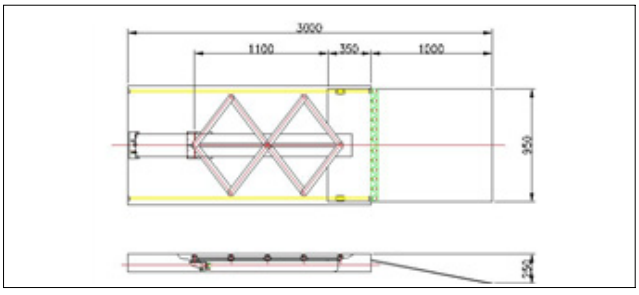
(a) Ramp Design 1



(b) Ramp Design 2



(c) Ramp Design 3



(d) Ramp Design 4

Fig. 15 Design of Vehicle Ramp

Fig. 15는 탑승장치의 디자인이다.

(a)는 램프(Ramp)을 고리와 볼트로 연결하여 램프의 기울기를 조절하였다.

(b)는 램프(Ramp)에 브리지를 설치하고 양쪽에 Guide를 만들어 이동이 원활하게 하였다.

(c)는 Air Slide Cylinder를 이용하여 램프(Ramp)를 이동하고 브리지로 램프의 기울기를 조절하였다.

(d)는 Air Slide Cylinder와 링크를 같이 이용하여 Air Slide Cylinder의 행정을 최소화하여 램프(Ramp)를 이동하게 하였다.

열악한 환경에서 운행해야 하는 점을 감안하여 Ramp Design 4가 가장 적절한 디자인으로 선정되었다.

5. 결 론

교통약자들을 위한 소형버스의 저상화와 그에 따른 바람직한 차량탑승구의 디자인은 다음과 같다.

(1) 소형버스의 탑승구를 지상에서 200mm까지 낮추었음에도 불구하고 과속방지턱의 간섭이나 승하차시 장애요소가 나타나지 않았다.
(2) Air Slide Cylinder를 선택한 후 실린더행정을 짧게 할 수 있었고, 취약한 환경에서 사용이 용이하였다.
(3) 램프의 고정을 향상하기 위해 양쪽에 Guide를 설치한 결과 기존 대형버스의 램프보다 소음이 감소하고 이동이 원활하였다.
(4) 램프에 브리지를 설치한 후 기존 램프보다 승하차가 수월하였다.

참 고 문 헌

(1) Ministy of Health and Welfare, viewed 28 September 2010, <http://stat..mw.go.kr/stat/data>
(2) Lee, J. S., 2009, *Taxi Design Transportation poor(Focused on Wheel chair user),* A Thesis for a Degree of Master, Hongik University, Republic of Korea.
(3) Minister of land, Transport and Maritime Affairs, viewed 5 December 2010, Survey on weak traffic moving convenience <http://www.mltm.go.kr>
(4) Korea Railroad Research Institute, 2010, 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) Ministry of Construction & Transportation, 2007, *Sidewalk Installation and Management Guidelines*, Republic of Korea.
(9) Ministry of Construction & Transportation, 2009, *Road Safety Equipment Installation and Management Guidelines*, Republic of Korea.
(10) 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.
(11) Lee, J. H., 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.