<응용논문> DOI http://dx.doi.org/10.3795/KSME-A.2014.38.10.1109 ISSN 1226-4873(Print)
2288-5226(Online)

차량용 휠체어 이송수납메커니즘의 개발에 관한 연구§

임 구** · 김용석**· 레콴환* · 정영만* · 오동관** · 오지우** · 여찬호*** · 양순용*†
* 울산대학교 기계공학부, ** 이든모터스(주), *** 유창파워텍(주)

Study on Development of Wheelchair Transfer-Storage Mechanism for Car

Gu Lim**, Yong Seok Kim**, QuangHoan Le*, Young Man Jeang*, Dong Kwan Oh**, Ji Woo Oh**, Chan Ho Yea*** and Soon Yong Yang*†
* Dept. of Mechanical Engineering, Ulsan Univ., ** EDEN Motors Co. Ltd.,
*** YooChang PowerTech Co. Ltd.,

(Received June 25, 2014 ; Revised July 17, 2014 ; Accepted July 17, 2014)

Key Words: Wheelchair Transfer System(휠체어 이송시스템), Wheelchair Assistance System(휠체어 보조시스템), Manipulator Hoist(매니퓰레이터 호이스트), Storage Hoist(수납 호이스트), Car Wheelchair System(차량 휠체어 시스템)

초록: 본 연구에서 제안된 차량용 휠체어 수송메커니즘은 크게 이송메커니즘과 수납메커니즘으로 구성된다. 여기서 휠체어 이송메커니즘은 매니퓰레이터로 구성되며, 차량의 루프에 설치되어 운전석에서 트렁크의 위치까지 휠체어를 이송하는 기능을 한다. 휠체어 수납메커니즘은 리프팅 호이스트로 구성되며, 차량의 트렁크에 설치되어 이송된 휠체어를 트렁크 내부로 수납하고 안전하게 고정하는 기능을 한다. 본 연구에서는 휠체어 이송메커니즘의 조건을 고려한 매니퓰레이터의 방식선정을 위해 수직방식, 수평방식, 텔레스코픽방식 등에 대하여 분석하고 검토하여 하중지지에 강하고 수납보관에 유리한 텔레스코픽방식을 선정하여 적용하였다. 또한 휠체어 수납메커니즘에서는 슬라이드 레일과 리프트와이어에 의한 슬라이드 호이스트방식과 웜기어와 링크로 구성된 회전메커니즘에 의한 회전링크 호이스트방식에 대하여 분석하고 검토하여 트렁크 공간 활용에 유리한 슬라이드 호이스트방식을 선정하여 적용하였다. 본 연구에서 제안된 차량용 휠체어 이송메커니즘은 기존의 휠체어 이용자 이동지원을 위한 차량용 휠체어 이송시스템의 단점을 해소하고 국내 장애인복지차량 구조에 부합하도록 제안하였다.

Abstract: The wheelchair mechanism for a car that is proposed in this study primarily consists of a transfer mechanism and storage mechanism. The wheelchair transfer mechanism consists of a manipulator installed in the roof of a car, and performs the function of transferring the wheelchair from the driver's seat to the trunk. The wheelchair storage mechanism consists of a lifting hoist installed in the trunk of car, and performs the function of storing the transferred wheelchair in the trunk and safely fastening it in place. This study analyzed and reviewed various manipulators, including a vertical type, Scara type, and telescopic type, with the goal of selecting the best type of manipulator for the wheelchair transfer mechanism. The telescopic type was selected and applied because of its good load support and storage capabilities. In addition, with regard to the wheelchair storage mechanism, a slide hoist type that used a slide rail and lift wire and a rotating link hoist type that used a rotating mechanism consisting of a worm gear and link were analyzed and reviewed. The slide hoist type was selected and applied because it had an advantage in relation to trunk space utilization. This study proposed a wheelchair transfer mechanism for a car to support a conventional wheelchair user's movements, and in order to conform to the structure of a domestic welfare car for the disabled.

§ 이 논문은 2014년도 대한기계학회 울산지회 춘계 학술대회(2014. 5. 13., 울산대) 발표논문임.

† Corresponding Author, soonyy@ulsan.ac.kr

© 2014 The Korean Society of Mechanical Engineers

1. 서 론

국내의 장애인 복지법에서는 재활보조기구를

장애의 예방과 보완 및 기능의 향상을 위하여 사용하는 보장구와 일상생활의 편익증진을 위하여 사용하는 생활용품이라고 정의하고 있다. 또한 국제표준화기구(ISO) 분류체계에서는 재활기구를 노인과 장애인 등의 저하된 신체적 기능 보완을 위한 생활전반의 기구나 기기들로 정의하고 있다. 이와 같이 장애인 및 노약자에 있어 재활보조기구는 생활의 질과 밀접하게 관계되며, 이러한 관계는 다양한 연구에서 제시되고 있다.[1~3] 특히, 이러한 재활보조기기 중 휠체어는 지체장애인이나 노약자의 대표적 보조이동수단으로 가장 많이 이용되고 있으며, 국내의 경우 휠체어 이용자는 국내등록 장애인의 22%에 이르고 있다. 이들 중 수동휠체어 이용자는 자립생활과 직업적 재활이 가능함에도 불구하고 어려움을 격고 있는 이유로는 관련편의시설(리프트, 경사로, 엘리베이터, 이동차량 등)의 부족(65.7%), 외출 시 동반자(도우미, 보조자)가 없어서(20.2%)로 나타나고 있다.[4] 더욱이 휠체어 이용자는 휠체어를 직접적인 이동수단으로 이용하게 되므로 원거리 이동 시 휠체어 이송문제가 항상 수반된다. 따라서 휠체어 이용자의 자립적 생활과 직업적 재활이 가능하기 위해서는 휠체어 이송문제가 최우선적으로 해결되어야 하며, 이를 위해서는 휠체어 이송보조기기가 필수적이다. 오늘날 자가용의 보급이 보편화 되면서 휠체어만을 이용할 수밖에 없어 활동의 폭이 제한적이었던 휠체어 이용자들도 활동반경이 확대되어 자연스럽게 사회참여가 증가하고 있으나 이들을 위한 편의시설이나 재활보조기기의 국내수준은 제자리에 머물고 있다. 하지만, 선진국은 이미 휠체어 이용자가 차량에 탑승한 후 차량에 부가 장착된 휠체어 수납공간에 자동적으로 이송수납이 가능하도록 하는 시스템이 개발되었으며, 이러한 휠체어 자동수납 이송장치는 다양한 형식으로 제품화되어 출시되고 있다.[5,6] 뿐만 아니라 휠체어를 이용하는 자가운전자를 위한 휠체어 이송보조메커니즘으로 다양하게 제안되고 있다.[7~16] 이와 같이 제시된 휠체어 이용자를 위한 이송수납방식에는 수납공간을 차량의 루프에 설치하는 방식과, 매니퓰레이터를 이용하여 트렁크에 직접 수납하는 방식이 주로 적용되고 있다. 차량의 루프에 설치되는 이송수납방식은 휠체어를 들어 올리고 내리는 장치와 휠체어가 차량의 루프에 장착된 수납공간에 동시에 수납되어 수납공간이 커짐에 따라 차량의 외관이 균형적이지 못하고, 차량운행 시 공기저항으로 인한 에너지의 손실증가 등의 문제점이 있다. 또한 매니퓰레이터가 트렁크에 장착되어 휠체어를 트렁크에 직접 수납하는 방식은 휠체어와 장치가 모두 트렁크에 수납되어 사용자가 가장 선호하는 방식이긴 하지만, 트렁크의 크기에 제한이 있어 소형세단에는 장착이 어려운 단점이 있다. 특히, 국내는 장애인을 대상으로 유류비 저감의 혜택을 주기 위해 LPG차량을 이용할 수 있도록 하고 있는데, 이는 LPG 탱크가 트렁크에 내장되어 장착이 거의 불가능하여 국내 실정에는 부합되지 못하는 방식이다. 뿐만 아니라 휠체어를 이용하는 장애인이나 노약자의 대부분은 근력이 약하여 세단 이상의 차량을 스스로 탑승하는데 어려움이 있어 적용차량에 제한이 있다.

따라서 본 연구에서는 휠체어를 차량의 루프에 수납하는 방식과 트렁크에 직접 수납하는 방식을 융합하여 차량의 루프에는 매니퓰레이터만을 장착하여 루프의 수납공간을 최소화하고, 휠체어의 수납공간은 기존의 트렁크를 활용하여 최적으로 수납할 수 있는 차량용 휠체어 이송수납메커니즘을 제안하고 개발하고자 한다.

2. 휠체어 이송수납메커니즘

2.1 이송수납메커니즘의 개념적 설계

본 연구에서 제안된 차량용 휠체어 이송수납메커니즘은 차량루프의 매니퓰레이터 수납공간이 일반적으로 활용되고 있는 레저용 수납공간과 유사하여 사용자의 부정적 이미지를 줄일 수 있으며, 작아진 수납공간은 주행 시 공기저항의 단점을 줄일 수 있다. 또한 현 국내복지차량의 구조에 부합하게 되어 소형세단에서부터 SUV차량까지 적용범위에 제한이 없어지게 됨으로써 장애인 유형과 레벨에 따른 이용자의 선택 폭이 넓어지게 된다. 본 연구에서 제안한 차량용 휠체어 이송수납메커니즘을 개념적으로 나타내면 Fig. 1과 같다.

본 제안된 차량용 휠체어 이송수납메커니즘은 크게 휠체어 이송매니퓰레이터와 수납호이스트로 구성된다. 운전석에서 트렁크 후미까지 휠체어를 이송하는 수단의 매니퓰레이터는 차량의 톱-루프에 설치되며, 트렁크 후미로 이송된 휠체어를 트렁크 내로 수납하고 고정하는 수납호이스트는 트

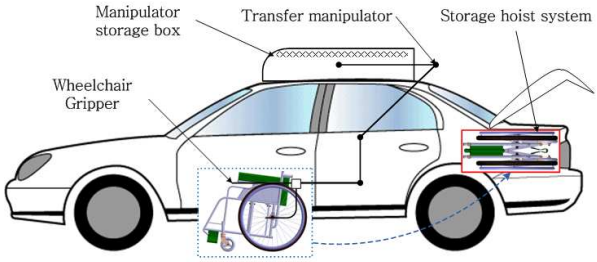

Fig. 1 Concept mechanism of wheelchair transfer-storage system for car

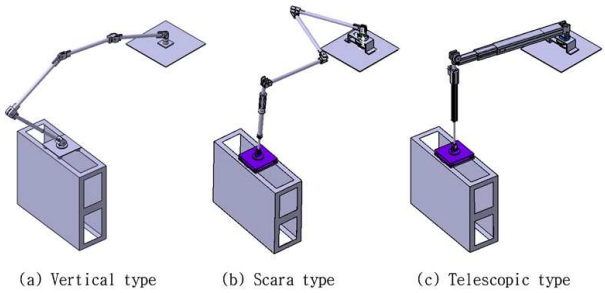

Fig. 2 Example of transfer manipulator type

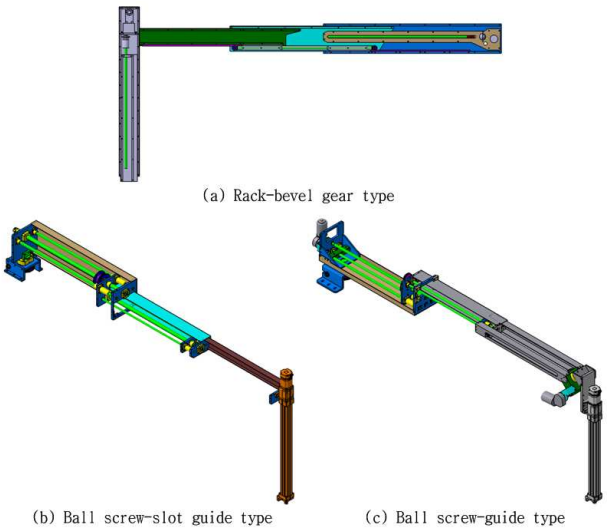

Fig. 3 Mechanism of telescopic type manipulator

렁크내부에 설치된다. 먼저, 본 휠체어 이송매니퓰레이터의 조건은 접었을 때는 차량루프에 수납이 용이하도록 부피가 최소가 되도록 접히는 것이 가능하여야 하고, 펼쳤을 때는 이송휠체어에 해당하는 하중을 지지하는 외팔보의 기능을 하게 됨으로 모멘트에 강한 구조를 가져야만 한다. 또한 차량루프의 한정된 공간에 용이한 수납을 위해서는 일정길이 이하의 암으로 구성되어야 하며, 이를 위해서는 다관절로의 구성이 필수적이다. 먼저 휠체어 이송매니퓰레이터의 조건을 만족하는 형식선정을 위해 3가지 케이스에 대하여 검토하였으며, 그 예를 Fig. 2에 나타내었다. 본 예에서 Fig. 2의 (a)는 다수의 회전관절에 의해 상하방향으로 모션이 이루어지는 암을 가지는 수직방식(Vertical type)을 나타내고, Fig. 2의 (b)는 다수의 회전관절에 의해 수평방향으로 모션이 이루어지는 암을 가지는 수평방식(Scara type)을 나타낸다. 그리고 Fig. 2의 (c)는 다수의 회전관절이 아닌 신축 파이프에 의해 전후방향 모션을 하는 텔레스코픽방식(Telescopic type)을 나타낸다. 본 매니퓰레이터 방식선정에서는 외팔보 모멘트 지지하중에 강하고 제어가 용이하며, 루프에 수납을 위한 접는 조건과 공간활용에서 유리한 테레스코픽방식으로 결정하였다. 여기서 제안한 텔레스코픽방식의 핵심은 텔레스코픽 파이프(암)의 신축메커니즘이라 할 수 있다. 신축메커니즘은 3단으로 이루어진 암이 유기적으로 신축모션이 이루어져야 하고, 유효신축범위가 최대가 되도록 구성되어야 공간활용에 유리하다. 또한 구동기의 수를 가능한 줄여 제어를 용이하게 하고 자체중량을 최소화할 필요가 있다. 이에 텔레스코픽 암의 신축메커니즘선정을 위하여 볼스크류 렉-베벨기어 메커니즘, 볼스크류-슬롯 가이드 메커니즘 그리고 볼스크류-리니어 베어링 가이드 메커니즘 등 3가지 케이스에 대하여 검토하였으며, 그 예를 Fig. 3에 나타내었다. 본 예에서 Fig. 3의 (a)는 볼 스크류, 렉기어, 베벨기어로 구성되어 하나의 구동기로 구동되는 볼스크류 렉-베벨기어 메커니즘을 나타내고, Fig. 3의 (b)는 볼스크류, 리니어 베어링, 스퍼기어 메커니즘으로 구성되고, 이송구동 볼스크류에 가공된 슬롯 홈을 가이드로 하여 스퍼기어가 선형이동하면서 회전력을 전달하도록 구성되어 하나의 구동기로 구동되는 볼스크류-슬롯 가이드 메커니즘을 나타낸다. 그리고 Fig. 3의 (c)는 볼스크류, 리니어 베어링, 스퍼기어 메커니즘으로 구성되고, 이송구동 볼스크류외에 가이드용 볼스크류를 부가하여 이를 가이드로 하여 스퍼기어가 선형이동하면서 회전력을 전달하도록 구성되어 하나의 구동기로 구동되는 볼스크류-리니어 베어링 가이드 메커니즘을 나타낸다. 본 텔레스코픽 매니퓰레이터 메커니즘의 검토 및 선정에서는 마찰저항이 적고 유효신축범위가 큰 볼스크류-리니어 베어링 가이드 메커니즘으로 결정하였다.

본 트렁크 수납메커니즘은 상기에서 제안된 이송매니퓰레이터 메커니즘에 의해 차량 후미로 이송된 휠체어를 트렁크 내로 수납하고 고정하는 기능을 하게 되며, 슬라이딩 리프트 메커니즘과 회전형 호이스트 메커니즘에 대하여 검토하였다. 먼저, 슬라이딩 리프트 메커니즘은 이송된 휠체어가 수납캐리어에 도킹이 이루어지면, 수납캐리어는 구동모터에 의해 가이드를 따라 슬라이드 되면서 상부로 이동하게 되며, 이때 휠체어를 도킹한 수납캐리어는 상부로 이동하면서 무게중심이 서서히 트렁크 내부로 이동되어 수납캐리어의 자세는 수직방향에서 수평방향으로 완전히 전환되게 된다. 수평으로 된 수납캐리어는 볼스크류의 동력과 리니어 부싱을 가이드로 하여 슬라이드 되면서 수납위치까지 이동하여 고정되게 된다. 본 슬라이딩 리프트 트렁크 수납메커니즘의 구성을 나타내면 Fig. 4의 (a)와 같다. 회전형 호이스트 메커니즘은 이송된 휠체어가 수납캐리어에 도킹이 이루어지면 2쌍의 웜기어 메커니즘에 의하여 이중 1쌍의 웜기어는 휠체어를 트렁크 위치까지 들어 올려주는 리프트 호이스트기능을 하게 되고, 다른 1쌍의 웜기어는 휠체어가 도킹된 수납캐리어의 자세를 수직방향에서 수평방향으로 유지하는 기능을 하게 된다. 트렁크 위치까지 들어 올리어지면서 수평으로 된 수납캐리어는 볼스크류의 동력과 리니어 메커니즘(LM)을 가이드로 하여 슬라이드 되면서 트렁크 내부의 수납위치까지 이동하게 되며, 이때 2쌍의 웜기어가 유기적으로 작동하여 수납캐리어를 수평으로 유지하면서 고정위치까지 하강하여 고정하게 된다. 본 로테이팅 호이스트 트렁크 수납메커니즘의 구성을 나타내면 Fig. 4의 (b)와 같다. 전술한바와 같이 트렁크 수납메커니즘에 있어, 회전형 호이스트 불리한 점이 있으며, 더욱이 트렁크공간의 활용이 여유롭지 못한 단점이 있다. 반면에 슬라이딩 리프트 메커니즘은 트렁크의 공간의 활용에 유리하고, 구성이 간단하여 제작에 용이한 장점이 있다. 따라서 본 트렁크 수납메커니즘의 검토에서는 슬라이딩 리프트 트렁크 수납메커니즘을 선정하였다.

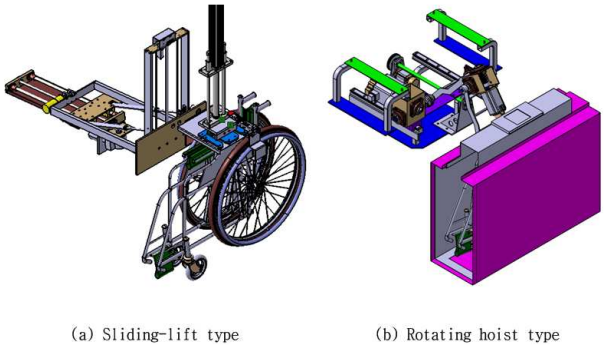

Fig. 4 Trunk storage mechanism

2.2 이송매니퓰레이터의 설계

본 차량용 휠체어 이송수납메커니즘은 상기에 기술한바와 같이 크게 차량루프에 설치되는 이송매니퓰레이터와 트렁크에 설치되는 수납호이스트로 구성되며, 운전석에서 트렁크 후미까지 휠체어를 이송하는 수단의 매니퓰레이터는 텔레스코픽 방식으로 선정한바 있다. 또한, 본 텔레스코픽 매니퓰레이터에 있어서 신축메커니즘은 자체크기와 중량측면에서는 불리한 점이 있으나 작동에 있어서 마찰저항이 적고 신축유효길이 확보측면에서 유리한 볼스크류-리니어베어링 가이드 메커니즘으로 선정한바 있다. 본 볼스크류-리니어베어링 가이드타입 매니퓰레이터의 1단 고정암은 주축에 고정되며, 1단 고정암에는 2단 동적암의 이송을 위한 이송볼스크류외에 추가적으로 가이드용 볼스크류가 장착되어 2단 이송볼스크류와 가이드 볼스크류를 따라 이동과 동시에 회전하는

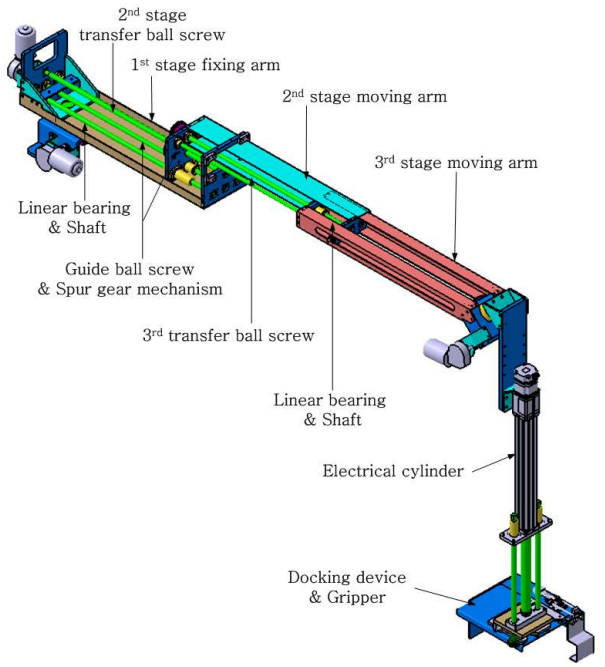

Fig. 5 Composition of ball screw-linear bearing guide type for telescopic manipulator

스퍼기어 메커니즘에 의하여 2단 이송볼스크류의 동력이 3단 이송볼스크류에 전달되어 2단 및 3단의 동적암이 동시에 동일한 속도로 신축모션이 이루어지게 된다. 이와 같이 작동이 이루어지는 본 메커니즘은 1단의 고정암에 장착되는 하나의 동력원에 의하여 동시에 2단 및 3단 무빙 암의 신축이 이루어지며, 본 볼스크류-리니어베어링 가이드타입 매니퓰레이터의 구조와 구성을 나타내면 Fig. 5와 같다. 본 휠체어 이송을 위한 매니퓰레이터에서 고려되어야할 중요조건 중 하나는 부하하중에 의한 처짐에 대한 강성이 무엇보다도 중요하다. 본 매니퓰레이터의 암은 길이방향으로 최대 약2m 정도 신축이 이루어지며 끝단에서 담당하게 될 하중은 최대 490 N에 달한다. 이에 따른 매니퓰레이터는 외팔보의 기능을 하게 되어 상당한 처짐이 예상되며, 처짐에 따른 텔레스코픽 암의 작동 상에 저항의 초래와 엔드-이펙트의 위치변화에 따른 수납장치와의 도킹에 문제가 발생되어질 수 있다. 이를 위해 기 설계된 CAD 모델을 바탕으로 구조해석을 수행하여 검토하였다. CAD 모델을 이용한 구조해석결과를 Fig. 6에 나타내었으며, Fig. 6의 (a)는 초기설계 모델에 대하여 해석을 수행한 결과로 끝단에서의 처짐은 27.6 mm, 등가응력은 1,329 ㎫ 그리고 최소안전율은 0.18로 나타나 안전적이지 못한 상태를 보이고 있다. Fig. 6의 (b)는 초기설계모델에서 텔레스코픽 암에 구조적으로 힘살 또는 소재의 두께를 변화시켜 해석을 수행한 결과로 상당한 개선이 이루어졌으나 처짐은 16.1 mm, 등가응력은 937 ㎫ 그리고 최소안전율은 0.27로 나타나 여전히 안전적이지 못한 상태를 보이고 있다. 여기서, Fig. 6의 (a)와 (b)에서 안전율이 낮게 나타나고 있는 영역이 매니퓰레이터가 설치되는 루프-렉에서 공히 발생하고 있음을 볼 수 있다. 이에 Fig. 6의 (c)는 루프-렉의 구조적 개선을 통하여 해석을 수행한 결과로 처짐은 7.8 mm, 등가응력은 216 ㎫ 그리고 최소안전율은 1.16으로 나타나 응력과 안전율에서는 만족하고 있으나 처짐에 대해서는 만족스럽지 못한 상태를 보이고 있다. 따라서 본 구조해석을 통하여 얻어진 결과로부터 실제 제작에서는 텔레스코픽 3단 암에 대한 구조적 보완과 차량에 설치 시 루프-렉의 구조와 강도에 대한 검토가 요구된다.

2.3 수납메커니즘의 설계

트렁크 후미로 이송된 휠체어를 트렁크 내로

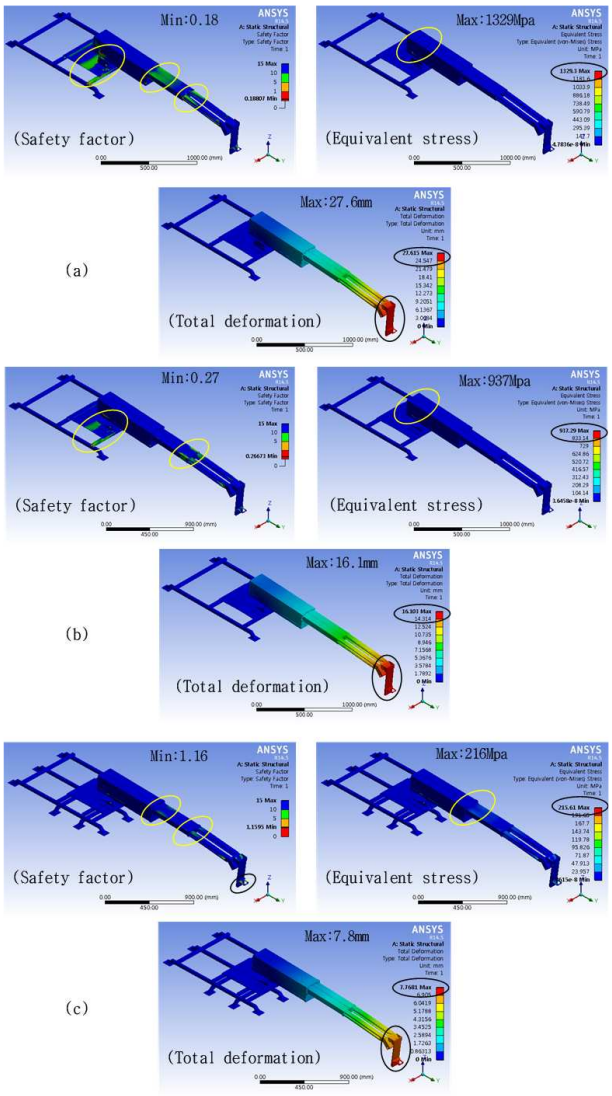

Fig. 6 Analysis results of telescopic manipulator

수납하고 고정하는 트렁크 수납호이스트 메커니즘에는 슬라이딩 리프트 메커니즘과 회전형 리프트 메커니즘에 대하여 검토하여, 트렁크의 공간을 충분히 활용할 수 있어 국내 장애인복지차량의 구조에 대응이 용이하고, 구성이 간단하여 제작에 유리한 슬라이딩 리프트 메커니즘으로 선정한바 있다. 본 트렁크 수납호이스트 슬라이드-리프 메커니즘에 있어서 업-다운 슬라이드(Up-Down slider)는 휠체어 그립퍼 장치(Wheelchair gripper device)을 도킹하여 수납 및 역수납 시 휠체어를 상하로 올리고 내리는 기능을 하며, 업다운 슬라이드 레일(Up-Down slider rail)은 업-다운 슬라이드를 상하로 안내하는 기능을 한다. 업-다운 슬라이드레일은 리니어 부싱과 샤프트를 가이드로 하

여 볼스크류에 의해 이송되도록 구성되며, 볼스크류의 이송장치는 모터와 기어시스템으로 구동된다. 또한 업-다운 슬라이드 레일은 전-후 슬라이드(Front-Rear slider) 끝단에 부착되어 휠체어 수납 및 역수납 시 회전되도록 구성된다. 이때 휠체어가 도킹된 업-다운 슬라이드 레일의 회전은 수납 시에는 업-다운 슬라이드가 상부에 위치하도록 하고, 역수납 시에는 하부에 위치시켜 회전하게 되며, 이때 자중을 활용하게 됨으로 작은 힘(Lift-Wire motor)으로 회전이 가능해지는 장점이 있다. 전-후 슬라이드는 전-후 슬라이드 레일(Front-Rear slider rail)에 장착되어 휠체어를 트렁크 내부 또는 외부로 이송하는 기능하며, 이때 휠체어가 도킹된 업-다운 슬라이드 레일이 회전할 때 자중에 의해 순간적으로 급속히 회전하는 것을 방지하기 위하여 완충장치(Gas absorber)가 설치된다. 그리고 업-다운 슬라이드 레일의 회전을 돕기 위해 소형 윈치시스템(Lift-Wire 장치)이 부가 장착된다. 전-후 슬라이드 레일은 트렁크 내부에 고정 장착되며, 리니어 부싱과 샤프를 가이드로 하여 볼스크류에 의해 전-후 슬라이드를 이송하도록 구성된다. 이때 이송볼스크류의 구동은 베벨기어 메커니즘과 모터에 의해 구동된다. 전-후 슬라이드 레일의 설치는 트렁크 공간을 최적으로 활용하기 위해 전후방향 6도 정도의 기울기를 가지도록 설치하게 된다. 본 트렁크 수납호이스트 슬라이드-리프트 메커니즘의 구조와 구성을 나타내면 Fig. 7과 같다.

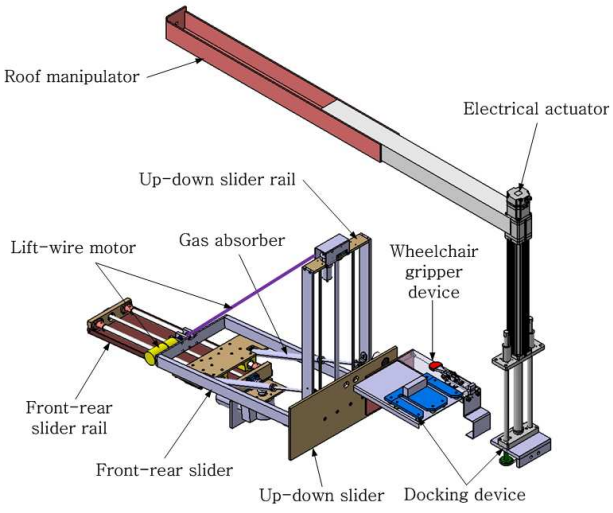

Fig. 7 Composition of sliding-lift type for trunk storage mechanism

2.4 이송수납메커니즘의 구성 및 운전계획

본 연구에서 제안된 차량용 휠체어 이송수납메커니즘은 크게 운전석에서 트렁크 후미까지 휠체어를 이송하는 루프 매니퓰레이터(Roof-manipulator)와 트렁크 후미가지 이송된 휠체어를 도킹하여 트렁크 내부로 수납하는 트렁크 수납장치(Trunk storage)로 구성됨을 상기에 기술한바 있다. 이 외에도 엔드-이펙트로는 전기 액추에이터(Electrical actuator), 휠체어 그립퍼(Wheelchair gripper) 그리고 도킹장치(Docking device) 등으로 구성된다. 또한 보조적인 부가장치로 루프-랙(Roof-rack), 매니퓰레이터 수납박스 및 개폐장치, 트렁크 개폐장치 등이 포함된다. 여기서 본 부가구성장치에 대한 상세한 기능적 기술은 생략하기로 하며, 본 차량용 휠체어 이송수납메커니즘의 CAD모델과 구성을 나타내면 Fig. 8과 같다. 그리고 본 차량용 휠체어 이송수납메커니즘의 단계별 작동상태를 Fig. 9에 나타내었다.

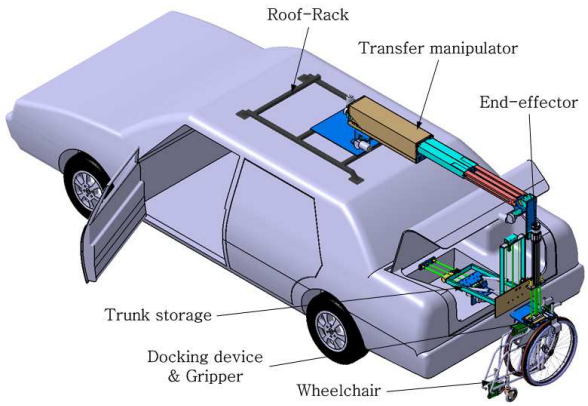

Fig. 8 Composition of wheelchair transfer-storage mechanism for car

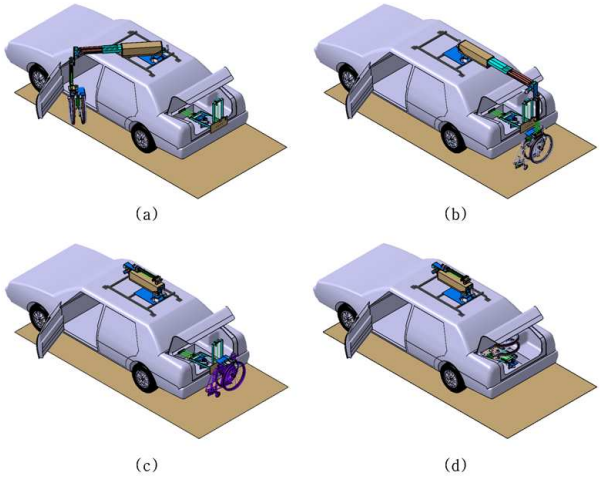

Fig. 9 The step-by-step operation state of wheelchair transfer-storage mechanism for car

Fig. 9의 (a)는 휠체어 이송을 위한 운전석 휠체어를 도킹한 상태를 나타내고, (b)는 트렁크에 수납을 위해 휠체어를 수납장치까지 이송한 상태를 나타낸다. 그리고 Fig. 9의 (c)는 휠체어를 트렁크 내부로 수납하기 위해 휠체어를 수납장치에 도킹한 상태를 나타내고, (d)는 매니퓰레이터는 차량의 루프에 그리고 휠체어와 휠체어 수납장치는 트렁크에 완전하게 수납이 이루어진 상태를 나타낸다. 이와 같이 이루어지는 작동프로세서는 수납과정과 역수납과정으로 이루어진다. 휠체어의 수납과정은 루프의 매니퓰레이터 수납박스로부터 휠체어 캐리어(또는 그립퍼)를 도킹하기 위해 트렁크 수납장치까지 매니퓰레이터의 엔드-이펙트가 이동하고, 동시에 트렁크는 자동개폐장치에 의하여 열리며, 휠체어 트렁크 수납장치는 트렁크 외부로 휠체어 캐리어를 위치시킨다. 매니퓰레이터는 엔드-이펙트의 도킹장치에 의해 도킹된 휠체어캐리어를 트렁크 수납장치로부터 운전석까지 회전 및 신축 동작을 병행하면서 이동시키게 되며, 이때 운전자는 이동된 휠체어캐리어(또는 그립퍼)에 휠체어를 수납(또는 장착)하게 된다. 매니퓰레이터는 휠체어가 수납된 캐리어를 역 경로를 따라 트렁크 수납장치까지 이동하여 도킹하게 되며, 동시에 휠체어캐리어와 엔드-이펙트와의 도킹은 해제가 이루어진다. 트렁크 수납장치에 도킹된 휠체어캐리어는 트렁크 내부로 이동하여 수납이 이루어지며, 동시에 매니퓰레이터는 엔-이펙트를 접어서 주어진 경로를 따라 신축 및 회전 동작을 병행하여 루프 매니퓰레이터 수납박스로 들어가게 되고, 이후 트렁크 및 매니퓰레이터 수납박스의 카버가 닫힘으로써 휠체어 수납과정은 완료된다. 역수납은 상기에 기술한 역과정을 거침으로써 이루어진다. 이와 같이 이루어지는 차량용 휠체어 이송수납메커니즘의 운전계획프로세서를 플로차트로 나타내면 Fig. 10과 같다. Fig. 10에 표기된 약어는 각각 MHD: Manipulator hoist device, MSB: Manipulator Storage Box, TRK: Trunk, WSF: Wheelchair trunk storage-fixing device, WCR: Wheelhair carrier device, EED: End effector device, DRV: Driver 임을 나타낸다. 본 차량용 휠체어 이송수납메커니즘의 운전제어는 상기에 기술한 운전프로세서의 계획에 따라 구동모터, 액추에이터, 리미터 스위치, 센서 등으로 구성할게 될 것이며, 이에 따른

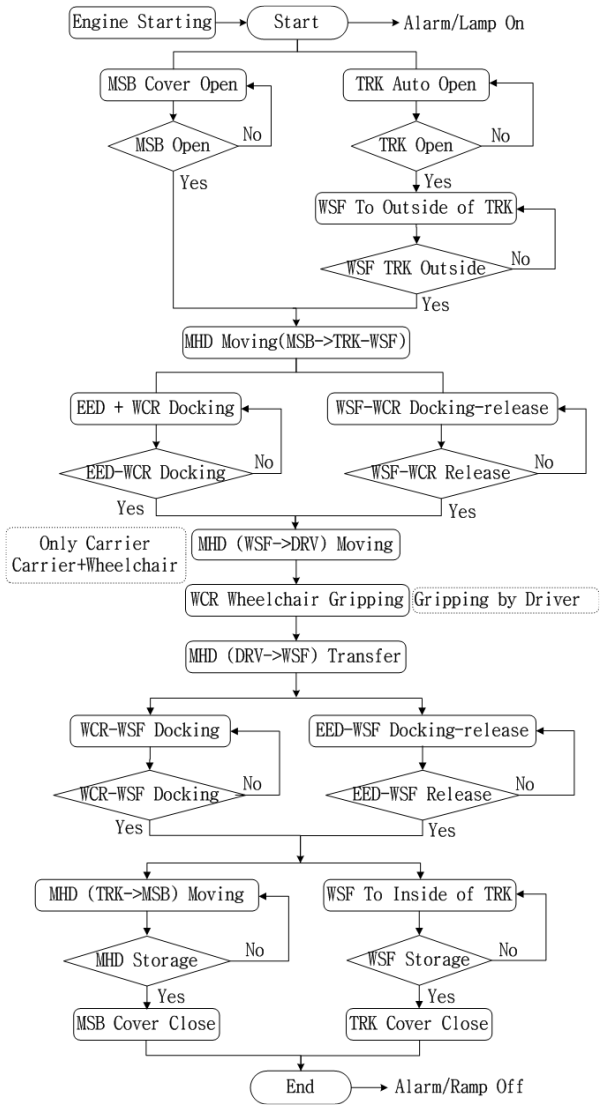

Fig. 10 Operating plan of wheelchair transfer and storage process

작동순서와 타임 스케줄을 계획하게 될 것이다. 또한 이송매니퓰레이터의 이송회전에 따른 궤적을 제어를 위한 수학적 제어알고리즘을 계획할 것이다. 그리고 본 연구는 플로토타입으로 제작하여 운전시험을 수행하게 될 것이며, 이를 통해 실용성을 검증하게 될 것이다.

3. 결 론

본 연구에서는 기존의 휠체어 이용자 이동지원을 위한 차량용 휠체어 자동이송수납시스템의 단점을 보완하는 새로운 방식의 메커니즘을 제안하였다. 본 연구에서 제안된 차량용 휠체어 이송수납메커니즘은 크게 이송메커니즘과 수납메커니즘

으로 구성된다. 여기서 휠체어 이송메커니즘은 매니퓰레이터로 구성되며, 차량의 루프에 설치되어 운전석에서 트렁크 위치까지 휠체어를 이송하는 기능을 한다. 휠체어 수납메커니즘은 호이스트로 구성되며, 차량의 트렁크에 설치되어 이송된 휠체어를 트렁크 내부로 수납하고 고정하여 안전하게 운반하는 기능을 한다. 이를 위하여 휠체어 이송메커니즘인 매니퓰레이터는 하중지지에 강하고 수납보관에 유리한 텔레스코픽 메커니즘을 선정하여 적용하였고, 휠체어 수납메커니즘은 트렁크 공간 활용에 유리한 슬라이딩 리프트 메커니즘을 선정하여 적용하였다. 아울러 부가적인 장치들을 선정하여 차량용 휠체어 이송수납메커니즘을 구성하고 운전계획을 수립하였다. 본 연구에서 제안된 차량용 휠체어 이송수납메커니즘은 루프의 수납공간을 기존에 비해 줄임으로써 이용자의 호응도제고는 물론 공기저항의 단점을 줄일 수 있을 것이다. 또한 현 국내복지차량의 구조에 부합하게 되어 적용차량에 대한 제한이 없어지게 될 것이다.

참고문헌
(References)

(1) Kim, J. H. and Han. T. L., 2002, *Rehabilitation Medicine*, KoonJa Publishing Inc, Seoul Korea.

(2) Lu, S. L., 2000, *A Study on Life Satisfaction of Persons with Disabilities to Use Assistive Devices,* Daegu University Graduate School, Master's Thesis.

(3) Jang, M. Y., 2003, *Assistant Engineering Approach of Occupational Therapy,* JinYoung Publisher, Pusan Korea.

(4) Byeon, Y. C., 2009, *Survey of Disabled 2008*, Ministry for Health Welfare and Family Affairs/The Korea Institute for Health and Social Affairs (KIHASA), Policy Report 2009-16.

(5) Paravan Wheelchair, Website: http://www.parav-an.de/en/auto-mobility/ ramps-and-lifts.html.

(6) TMN Robot 2000 Wheelchair Stowing System., Website: http://www. meesmobilitycenter.be/en/car-adjustments/wheelchair-stowing-solutions/?product=100.

(7) Alexander, K., 2008, *Mechanism for Insertion of a Wheelchair into a Car*, Patent No: US7402019.

(8) Steckler, D., 1998, *Car and a Device for Inserting and Taking Out a Wheel Chair from a Luggage Compartment,* Patent No: US5746563.

(9) Lee, Y. L., 2003, *A Wheelchair Car Lifting Apparatus*, Korea Employment Agency for the Disabled, KR Patent No. 200330126.

(10) Hujio, K., 2006, *Wheel Chair Storage Apparatus of Car,* Nissin Corporation, KR Patent No.100615692.

(11) Koop, B. H., 1983, *Car Top Carrier for Wheelchair,* Assignee:, US Patent No.04376611.

(12) Krichevsky, A., 2008, *Mechanism for Insertion of a Wheelchair into a Car,* Assignee:-, US Patent No.07402019.

(13) Baker, G. W., 1986, *Wheelchair Dockage and Storage System,* Autodynamics Corporation of America, US Patent No.04565482.

(14) Jones, D. L. and Drenner, G. L., Jr, 1996, *Car Rack for Wheelchairs and the Like,* Mobility Plus, Inc, US Patent No.05482424.

(15) Tanaka, S., 2008, *Wheelchair Storage Device for Vehicle,* Toyota Auto Body Co. Ltd, PJ Open Patent No.20229231.

(16) Sato, T. 2007, *Wheelchair Storage Device,* Mitsubishi Automob Eng Co Ltd, PJ Open Patent No.19269225.