

# 테이퍼 나사 썰기를 이용한 가이드 레일 등반 체결 시스템 개발

## Development of Guide-rail fixing system for climbing by using Taper wedge

\*김성원<sup>1</sup>, #홍대희<sup>1</sup>, 문성민<sup>1</sup>, 박소라<sup>1</sup>

\*S. W. Kim<sup>1</sup>, #D. H. Hong(dhhong@korea.ac.kr)<sup>1</sup>, S. M. Moon<sup>1</sup>, S. R. Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 고려대학교 기계공학부

Key words : Built-in Guide Rail Fixing system, Taper wedge, D.O.F. , Inch-worm type , Climbing Mechanism

### 1. 서론

현대 도시의 형태의 인구 과밀 상태가 지속됨에 따라 건축 구조물 또한 과거에 비하여 고층화 및 대형화 되어가고 있다. 특히 Curtain wall 외장방식을 사용하는 건축물이 많아지고 있는데, 이러한 건축물은 시공 후에도 외벽 유지 보수 작업이 지속적으로 요구된다.

기존의 외벽 유지관리 시스템은 곤돌라 타입의 시스템이 대부분을 이루고 있다. 곤돌라 시스템의 경우 Wire 라는 장애물 때문에 유지관리 작업을 하는 동안에는 빌딩의 라인전체의 외벽을 사용할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 단점 해결을 위해 Built-in Guide rail 을 이용하는 수평형 유지관리 로봇을 개발하고, 이를 효율적으로 운용하기 위해 빌딩 측면부에 수직 등반이 가능한 시스템을 적용하였다. 빌딩측면에 곤돌라를 이용하지 않는 시스템의 개발을 위해서는 수직 등반 운동에 대한 안전한 메커니즘이 제시되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 안전한 메커니즘에 기본적으로 적용될 Built-in Guide Rail 의 형태를 정의하고 로봇의 등반방법과 등반시의 고정시스템(Fixing system)에 대하여 구체화하여 제시한다.

### 2. 수직 등반용 레일의 형태정의

수직 등반용 레일은 Fig.1 형태로써 기본적으로 일정한 간격으로 1쌍의 공극이 뚫려있고 속이 빈 형태로 정의한다. 각종 산업에서 사용 중인 실제 활용 가능한 형태의 레일에 적용하기 위하여 다음의 형태를 정의하였다.

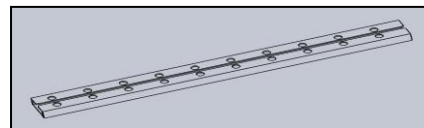


Fig. 1. Vertical guide rail for climbing

### 3. 수직 등반운동 방법

로봇의 Vertical Climbing 방법은 Fig.2 와 같이 4 개의 Taper Wedge pin 이 있고 윗단에 있는 2 개의 pin 이 1 쌍으로써 동기화 되어 고정되게 되면, Ball Screw linear guide 장치를 따라 하강하게 되고, 상대운동으로 유닛은 상승을 하게된다. 유닛이 Linear guide shaft 길이만큼 상승하게 되면 아랫단의 pin 이 체결되고, 다시 윗단의 pin 이 풀어진다. 풀어진 pin 은 다시 위쪽에 체결되어 최초 운동을 반복하게 된다. 이런 운동방식을 Inch-worm type 이라 한다.

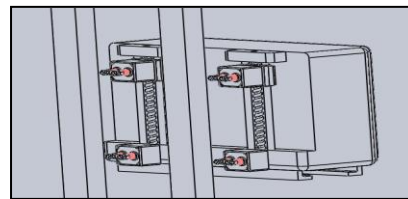


Fig. 2. Climbing Unit System

### 4. 레일 체결시스템 개발

로봇체결을 위한 Taper Wedge Pin 과 Wedge tip 의 형태는 Fig. 3. 과 같다.

Wedge tip 에 맞물린 Pin 이 회전하면서 tip 을 확장시키는 구조이다. Pin 과 접촉하고 있는 wedge tip 의 내부에도 wedge pin 과 같은 구배를 가지는 taper thread 로 가공되어 확장과 축소를 가능하게 한다.

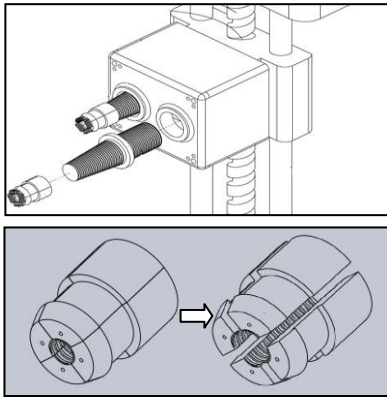


Fig. 3. Rail fixing system with wedge and tips

Fig. 4. 는 wedge tip 의 체결과 해체방법을 보인다. Wedge 가 회전하여 전진하게 되면 wedge tip 두번째 턱(1)의 지름은 32mm , hole(2)의 지름은 30mm 이므로 두번째 턱에서 tip 이 걸리게 되어 더 이상 전진하지 않고 wedge pin 만 회전하여 체결되면 wedge tip 이 그에 맞추어 확장되며 hole 에 꽂히게 되는 구조이다. 반대로 해체시는 tip 앞쪽의 첫번째 턱(3)에 의해서 꽂혀있던 wedge 에 torque 가 발생하여 회전할 수 있도록 압력을 버텨주어 회전가능 하도록 하고 완전히 구멍(4)을 이탈 할 때까지 pin 을 가이드 해 주는 역할도 한다. 이후에는 tip 양끝단에 설치된 스프링의 복원력을 이용하여 최초 상태로 돌아오게 된다.

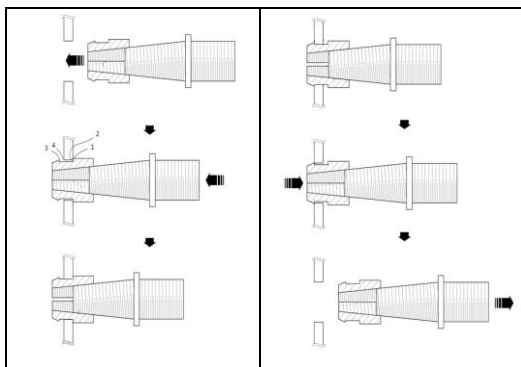


Fig. 4. Detail Fixing mechanism

Pin 은 module box 안에서 최대 30mm 이송이 가능하도록 설계되었고, taper pin 의 수직길이는 55mm, 아랫단의 반경은 15mm 로 설정되었다.

최대이송시 tip 이 완전히 확장되는 것이 최적 이므로, taper 확장을 계산하여 비교하면 Table1. 의 결과를 얻을 수 있다.

Table1. Tip expansion comparison for optimization

Taper slope angle (θ), °	Wedge end radius (x), mm	Wedge tip expansion (y), mm
8	7.27025	4.21623
10	5.30201	5.28981
12	3.30938	6.37670

최대확장시 tip 이 가지는 반지름( $R_{max} \geq 15mm$ )의 크기는 다음과 같이 나타 낼 수 있고, 체결시스템을 위한 최적의 taper slope angle 은  $10^\circ$  임을 보인다.

$$R_{max} \geq \text{Wedge end radius}(x) + \text{Wedge tip expansion}(y) + (\text{thickness of the tip} \approx 4.40mm)$$

## 5. 결론

본 연구에서는 수평형 유지관리 로봇의 수직 이동방식에 쓰일 안전한 체결 방법을 제시하였다. 기존의 연구는 레일 체결을 위하여 hook 이나 link system 을 적용하여 개별적 2 개의 운동으로 2 자유도(D.O.F.)의 운동을 필요로 했지만 본 연구를 통해 회전운동 1D.O.F.만으로 레일에 정확하고 안전하게 체결 가능한 방식을 제시하였다. hole 에 대한 체결 방식으로 각 산업에 어떤 방식으로든 적용 가능한 모델이므로 연구를 통해 정립된 데이터를 통하여 기하학적 치수 및 요구조건을 다양화한다면 활용 범위가 다양하다.

## 후기

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국 건설교통 기술 평가원에서 위탁 시행한 2010년도 건설기술혁신사업(과제번호: 10 기술혁신 E03)의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. Siciliano Khatib Editors : Handbook of robotics, Springer.
2. WONG WAN SIE, WINXIE : Analysis and Design of Curtain Wall Systems for High Rise Buildings, University of Southern Queensland Faculty of Engineering and Surveying.