

# 고층건물 외벽 유지보수 건설로봇 시스템 개발을 위한 청소공정 작업절차 분석

## Facade Cleaning Process Analysis For Construction Robot System Design of High-rise Building External wall Maintenance

김 대 건\*

Kim, Dae-Geon

김 복 규\*\*

Kim, Bok-Kyu

### Abstract

As residents and building owners demand maintenance that is required to achieve sustainable building performance, efficient building management methods are required. Even though the demand for maintenance systems is increasing, current maintenance work for high-rise buildings mostly uses conventional ropes and gondolas that pose a high risk of accidents and exhibit poor performance and efficiency. Thus, there is an urgent need to develop an automation robot system that can reduce accidents and improve the maintenance efficiency of the conventional high-rise building façade maintenance system. As a preceding work for the development of an automation robot system, this study classified and analyzed the work processes of actual construction sites and proposed basic techniques for the work mechanisms of the robot system by investigating the motions of cleaning workers.

키 워 드 : 고층건물 외벽유지보수, 로봇 시스템, 동작 분석, 청소공정 분석

Keywords : High-rise building facade maintenance system, robot system, motion research, cleaning work analysis

## 1. 서 론

최근 고층 건물의 증가에 반해 외벽관련 공정은 기능공 고령화, 신규인력 유입부족 등의 문제점들은 기능저하 현상으로 나타나고 있으며, 결과적으로 인건비 상승, 시공품질 저하, 공사기간 지연, 공사비 증가 그리고 건설현장에서 안전사고 발생 위험 증가 등으로 이어지고 있다. 이에 점차 첨단화, 복합화, 고급화 되어가는 건설 산업에서 기술력 향상에 의한 고부가가치 기술이 절실히 요구되고 있으며 이는 건설로봇을 통한 자동화 개념이 적극적으로 검토되어야 한다. 또한 고층 건축물의 외벽작업에 대해 매년 안전사고율은 증가하고 있으며 안전사고 시 사망사고로 이어지며 고층건물 외벽작업 공정의 특수성으로 인해 관련 작업자는 점차 감소하고 있다.

따라서 기존의 재래식 고층건물 외벽 유지보수 시스템의 인사고 위험 및 효율적 유지보수 기능을 갖춘 자동화 로봇장치를 개발하기 위한 선행작업으로 실제 건설현장의 시공프로세스를 세분화하여 공정별로 분석하고 청소작업자의 동작연구를 통해 로봇시

스템의 작업 메커니즘에 대한 요소기술을 제안하고자 한다.

## 2. 연구의 범위 및 절차

본 연구에서는 국내 고층건물 외벽 유지보수 작업에 대해 동작을 중심으로 연구를 진행하였다. 유지관리용 로봇시스템 개발을 위해 필요한 요소 기술을 분석을 위해 시공 중 건설현장에서 외벽 청소 작업에 대한 시연을 시행하였다.

청소공정시연에 대한 대상현장의 상황은 다음과 같다.

### 2.1 현장위치

- 인천광역시 남구 용현동 574-1번지 외 9필지

### 2.2 건축개요

- 아파트 4개동 630세대, 오피스텔 1개동 190실 및 근린생활 시설 (지하 4층 ~ 지상 51층)

\* 풍림산업(주) 기술연구소, 과장(gun43@hanmail.net)

\*\* 풍림산업(주) 기술연구소, 이사



사진 1. 현장전경 이미지

### 2.3 청소공정절차

- 5명 소요(로프작업자 2명, 보조 1명, 공사감독 1명, 안전감독 1명)
- 조사방법 : 현장작업의 비디오, 사진촬영 및 실험을 통한 정량적 데이터 분석
- 작업공정 : 작업분석은 고층 구조물 외벽마감부분인 커튼월 유리
- 자료수집 : 캠코더 및 사진촬영

세분화된 각 작업의 동작을 전문가 집단 회의를 통해 작업성, 오염도, 사용수 및 세제사용량, 문지르기 횟수 등의 요소로 평가하여 로봇 기술에 적용하는 방안을 검토하였다.

## 3. 청소공정절차의 작업분석

### 3.1 작업분석의 개요

본 연구는 전문가의 협의와 현장 VTR촬영 및 사진촬영을 이용한 현장조사를 통하여 청소공정의 요소동작을 세분화하여 평가를 실시하였다. 분석을 실시한 현장의 청소작업의 경우 단위 동작에 따른 작업절차는 작업물품(세제+봉대+스퀴지)확인, 로프고정, 안전장구착용, 하강, 작업의 순서로 이루어지며 작업위치에 도달하면 고무압착기로 몸을 고정한 후 한 손으로 압착기를 잡아 작업중 이동이 없도록 하여 작업을 수행하였다. 청소작업의 경우 작업공정에 따라 호스를 통해 물을 뿌리는 습식작업, 물이 묻은 스폰지를 이용한 반건식작업, 구조도 반죽을 이용한 건식작업으로 구분되어지며 요소작업 및 구분은 특수성을 배제한 일반적인 조건에서의 평균적인 작업절차를 중심으로 분석하였다.

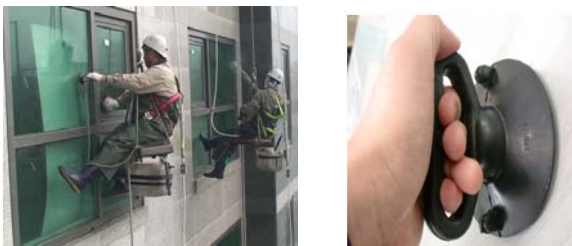


사진 2. 건식 및 습식작업과 고정장치

### 3.2 청소 공정 분석결과

세분화된 단위 작업에 따른 동작분석을 통해 로봇시스템에 적용할 수 있는 요소기술을 제안하고 소요되는 용량 등을 제시하는데 목적이 있다. 청소 동작분석에 의한 로봇에 적용되는 요소기술은 다음과 같다.

#### 3.2.1 로봇적용 구성요소

세제통, 물통, 스폰지, 스퀴지, 구조도 걸레 장치, 로봇고정용 흡착장치, 이동장치 등

#### 3.2.2 세제종류

중성세제 사용이 일반적이거나 유지관리 로봇이 상용화 될 경우 상시 청소가 가능하므로 세제사용을 배재할 가능성도 있다. 그러나 초기단계나 오염도가 상당한 경우를 대비하여 로봇기능을 추가할 필요가 있다.

#### 3.2.3. 물청소

물뿌림에 의한 물청소 고려시 사용수에 대한 공급방식에 대한 고려가 필요하며 오염된 물의 회수방안도 고려대상이다. 그러나 물통을 적재할 경우 하중의 증가로 로봇의 중량이 비대해질 가능성도 있으므로 물로 적셔진 스폰지를 사용하는 방안이 대안이 될 수 있으리라 사료된다.

#### 3.2.4 스퀴지

스퀴지의 재질은 탄성이 뛰어나고 변형 시 유리나 벽면에 밀착이 용이한 재질을 사용해야 한다. 현재 사용되는 재질로는 고무소재를 사용하고 있다. 스퀴지의 작업방향에 대한 고려는 곤도라형식의 경우 상하작업이 이루어지므로 수직 방향이 용이할 것이며 Built in Type의 경우 좌우이동을 하므로 수평방향 작업방법에 대한 고려가 필요하다.

#### 3.2.5 구조도 걸레

건식공법에 적용되는 것으로 원형닦기, 수평닦기, 수직닦기에 대한 선택이 필요하며 작업 후 걸레의 교체방안에 대한 검토가 필요하다. 즉 닦기 동작에 대한 로봇탑재방안 및 오염된 걸레의 교체장치에 대한 고려가 필요하다.

#### 3.2.6 작업 고정장치

고정장치로 고무흡착판을 사용하고 있었으며 로봇 적용시에도 작업중 흔들림 방지를 위한 조치가 필요하리라 판단된다. 부착방식 및 압력에 대해서는 로봇의 중량, 면적, 바람의 영향을 고려하여 설계되어야 한다.

#### 4. 결 론

본 연구는 차후 진행되어질 외벽 유지관리용 로봇개발을 위한 선행 연구로서 유지관리 부분 중 청소에 관련한 요소기술을 분석하였다. 또한 본 연구결과는 사용 목적에 부합하는 요소기술을 갖춘 로봇제작에 기여할 것으로 판단된다.

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에 서 위탁 시행한 2010년도 건설기술혁신사업(과제번호 : 10기술혁신 E03)의 지원으로 이루어졌음에 위 기관에 감사한다.