

# 회전반사판을 이용한 건물 외벽청소로봇 개발방향 연구

## Fundamental Study of the Building Exterior wall cleaning Robot using a spinning device

박 수 열\*                      김 균 태\*\*  
Park, Su-Yeul                  Kim, Kyoon-Tai

### Abstract

Most of the building exterior wall cleaning robots use a water jet device for spraying water. However this method is sprayed excessive water usage than water quantity required for cleaning. And setting weight of the water pump cleaning device increase the weight of the building exterior wall cleaning robot. Therefor, this paper suggest that the mechanisms scatter minimal cleaning water using a spinning device of the building exterior wall cleaning robot.

키 워 드 : 외벽청소로봇, 수직레일, 회전 세척수 반사판, 유지관리  
Keywords : Exterior Wall Cleaning Robot, Vertical rail, spinning device using the cleaning water, Maintenance

### 1. 서 론

최근 외벽청소로봇을 이용하여 건물의 외벽 및 유리를 청소하는 방법이 제안되고 있다[1]. 그런데 기존 장비는 대부분 워터펌프를 이용하여 세척수를 건물의 외벽 및 유리에 분사하고 있으므로, 세척에 필요한 양보다 세척수가 과도하게 분사되어 물이 낭비되고 있다. 또 과도한 폐 세척수의 낙하로 인해 인근지역과 통행자가 오염되는 문제를 가중시키고 있다. 또한 세척수 분사장치를 작동하게 하기 위해서 모터, 배터리 등이 장착되어 청소로봇의 시스템이 복잡해지고, 무게가 증가되는 문제도 있다. 따라서 본 논문의 목적은 기존 외벽청소로봇 세척수 분사장치의 문제점들을 보완하여, 최소한의 세척수를 분사하는 경량화되고 단순화 된 메카니즘의 개념을 도출하는 것이다.

본 연구는 수직으로 이동하면서 건물의 외벽 및 유리창을 청소하는 외벽청소로봇의 세척수 분사장치를 대상으로 한다. 연구는 다음의 방법으로 진행하였다. 첫째, 기존건물의 외벽을 청소하는 장치에서 사용되는 세척수 분사장치의 문제점을 도출한다. 둘째, 도출된 문제점을 기반으로 세척수분사장치의 개발 방향을 제안한다. 마지막으로 개발 방향을 분석하여 새로운 동작 메카니즘의 개념을 제안한다.

### 2. 기존 청소방법의 현황 및 문제점

일반적으로 외벽청소로봇은 워터펌프 등의 분사장치를 사용하여 건물의 외벽면에 세척수를 분사한다[2]. 외벽면 청소를 위해서는 미량의 세척수만 분사되면 되지만, 분사 메카니즘의 특성상 미세조정이 용이하지 않다. 따라서 노출을 통해 건물의 외벽면에 분사된 세척수는 청소 시 요구되는 수량보다 과도해지게 되는 것이 일반적이다. 그러면 과도한 물을 담기 위해서 물탱크가 커지게 되고 로봇시스템의 무게가 증가하게 된다. 또한 세척수 분사장치를 작동하기 위해서는 워터펌프, 배터리 등이 내장되어야 하므로 청소로봇 시스템이 복잡해지고, 무게가 증가된다.

기존 외벽청소로봇의 세척수 분사방법의 문제점을 보다 상세히 고찰하면 다음과 같다. 첫째, 세척수가 과도하게 사용되므로 외벽청소 시 세척수가 낭비된다. 둘째, 기존의 분사방법은 많은 양의 세척수를 필요로 하므로 외벽청소로봇에 내장하게 되는 세척수의 무게가 증가된다. 셋째, 수증펌프와 세척수 분사장치를 작동하기 위해 배터리 등과 같은 관련 장치를 설치하므로 청소로봇의 무게가 증가되고 시스템이 복잡해진다. 넷째, 청소로봇의 무게가 증가함에 따라 가이드레일의 강도를 증가해야하므로 가이드레일 설치비용이 증가한다. 다섯째, 청소작업 중 과도하게 분사되는 폐 세척수는 건물의 벽면이나 유리창에서 튀기거나 그대로 거리로 낙하함으로써 보행자나 주변 환경을 오염시킨다[3]. 여섯째, 경우에 따라서 청소 후 발생한 폐수를 회수하는 장치를 설치하여야 하며, 이 경우 시스템은 더욱 복잡해지게 된다.

\* 한국건설기술연구원 건설관리경제연구실 연구원

\*\* 한국건설기술연구원 건설관리경제연구실 연구위원, 교신저자(ktkim@kict.re.kr)

### 3. 새로운 장치의 개발방향 설정

청소로봇에 기존보다 경량화 된 부품을 설치하면, 무게 증가, 가이드레일 보강 등 몇몇 문제들이 해결되거나 완화될 수 있다. 그러나 청소로봇 부품의 경량화에는 한계가 있으며, 부품 경량화만으로는 물 낭비라는 근본적인 문제는 해결되지 않는다. 따라서 본 연구의 방향은 건물의 외벽면 및 창문의 청소에 필요한 최소한의 세척수를 분사하는 단순화와 경량화가 가능한 메카니즘을 제안하는 것으로 설정하였다.

### 4. 세척수 분사 방법 개선 아이디어 도출

본 연구에서 도출한 아이디어는 다음과 같다. 회전하는 물체에 물방울이 떨어지면, 물방울이 튀면서 원심력에 의해 바깥쪽으로 분산된다는 점에 착안하여 그림 1과 같이 개념을 설정하였다. 청소에 필요한 최소한의 물은 스포이드나 링거와 같은 방식으로 떨어지며, 떨어지는 속도를 조절하여 물의 양을 조정하게 된다. 그리고 물이 퍼지게 하는 힘은 물이 반사판에서 튀면서 분산되는 성질과 회전체의 원심력에서 얻게 된다. 그림 1의 (a)에서는 회전반사체로 디스크를 사용하는 방식이다. 여기에서 회전반사체의 기울기를 조절하면 물의 산포 범위를 조절할 수 있다. 그림 1의 (b)에서는 디스크 대신 회전 브러쉬에 세척수를 떨어뜨리는 방식이다. 그림 1 (a)와 (b)타입의 장점을 종합하면 다음과 같다. 첫째, 물방울이 링거와 같은 형태로 떨어지므로 물 사용량을 최소화시킬 수 있다. 둘째, 물 분사에 필요한 에너지가 절약된다. 셋째, 물통 및 관련 장치의 무게와 부피를 최소화할 수 있다. 넷째, 최소한의 세척수만 사용되므로, 낙하되는 폐 세척수가 거의 없고 환경오염의 가능성도 최소화 된다. 다섯째, 폐수 회수 장치의 필요성이 없다. 이와 같은 장점들을 감안할 때, 제안된 회전디스크 방식과 회전브러쉬 방식은 세척수를 최소한으로 사용하는 방법이 될 것으로 기대된다.

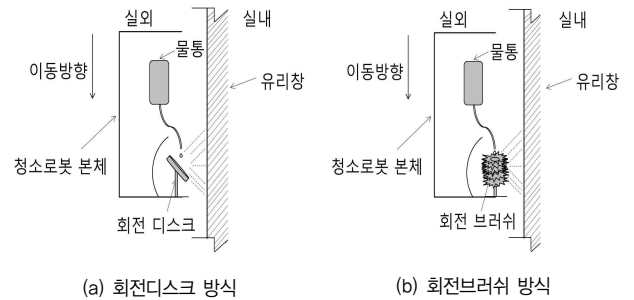


그림 1. 회전반사체에 의한 세척수 산포 장치 개념도

### 5. 결 론

건물의 외벽청소 시 필요 이상으로 세척수를 사용하는 기존의 방식은 물을 낭비시키고 청소로봇의 무게 증가시키는 등의 문제점이 있다. 이러한 문제들은 본 연구에서 분석한 것과 같이, 세척수 분사 방법과 밀접한 연관이 있다. 그러므로 본 연구는 이러한 문제점의 해결 방안으로, 최소한의 세척수를 사용하면서도 단순하고 경량화된 세척수 분사방법의 메카니즘을 제시하였다. 제시한 세척수 분사 메카니즘은 소량의 세척수 사용, 에너지 사용 최소화, 메카니즘 단순화를 통해, 효율적이고 경량화 된 외벽청소 로봇 개발의 기반이 될 것으로 기대된다. 또한 이러한 메카니즘은 향후 세척수를 산포하는 다양한 장치를 발전시켜 최소한의 동력과 세척수를 사용하는 친환경적인 청소 방법의 개발에 기여할 것으로 기대된다.

### Acknowledgement

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 2010년도 건설기술혁신사업(과제번호: 10기술혁신E03)의 지원으로 수행되었다.

### 참 고 문 헌

1. 김창한, 한재구, 김군태, 초고층 건축물 청소로봇 운영을 위한 가이드레일 개념(안) 개발, 한국건축시공학회 논문집, 제12권 제2호, pp.220~229, 2012.2
2. 국내 공개특허공보 제10-2012-0111536호 (건물 외벽면의 요철에 대응하여 작동하는 건축물 외벽면 청소장치 및 이를 이용한 건축물의 외벽면 청소방법)
3. 박수열, 김군태, 한재구, 김창한, 수직레일을 이용한 건물 외벽청소로봇 개발방향 연구, 한국건축시공학회 2012년 추계학술발표대회 논문집 제12권 제2호, pp.185~187, 2012.11