

# 유리창 청소작업 평가를 위한 청결도 정량화 방안

## Cleanup Quantification Method for Evaluation of Window Cleaning Work

김 군 태\*

Kim, Kyoong-Tai

전 영 훈\*\*

Jun, Young-Hun

### Abstract

In the past, the results of window cleaning work have been judged subjective and complaints about cleaning results are being raised. In this study, we tried to quantify the evaluation of the cleaning result. For the quantification of the evaluation, a colorimeter was selected and the basic experiment was carried out. In addition, this study examined the use of standard dust powder for artificial production of contaminants in glasses. Further evaluation and analysis will be carried out to quantify the evaluation criteria of the cleaning results.

키 워 드 : 건설자동화, 유지관리, 창문청소, 청소로봇, 구조해석

keywords : construction automation, maintenance, window cleaning, cleaning robot, structural analysis

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

유리창 청소는 주로 인력에 의존해 왔다. 하지만 최근에 유리창 청소에 대한 관심이 증가하면서, 다양한 유리창 청소장치의 개발이 시도되고 있다. 그런데 기존의 청소작업을 보면, 청소작업 완료 후 청소결과에 대한 평가 방법과 기준이 명확히 정의되어 있지 않다. 따라서 육안검사 등 주관적이고 자의적인 방법으로 청소결과가 평가되고 있으며, 이로 인하여 청소결과에 대한 거주자의 불만이 제기되고 있다[1]. 따라서 청소작업 결과에 대한 보다 객관적이고 정량적인 청결도 평가방법이 필요한 시점이다. 본 연구의 목적은 기술 분석과 실험을 통해 청소결과에 대한 정량화 방안 마련을 위한 기초자료를 확보하는 것이다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 우선 설문조사를 통해 청소작업의 만족도를 조사한다. 다음으로 청결도를 정량화하기 위한 장치로 색차계를 제안하고, 색차계를 활용하여 유리창 청소상태별 색 측정값을 비교하는 기초실험을 수행한다. 마지막으로 오염된 유리창 실험샘플을 확보하기 위한 방법으로, 유리창 오염을 인위적으로 만들어 내기 위한 실험용 표준면지를 선정하도록 한다.

## 2. 유리창 청소작업 만족도 설문조사

김군태 등(2017)에 따르면, 일반인 및 건물의 임차인 그리고 건물의 소유자를 대상으로 총 297인에게 설문을 실시한 결과, 자체청소가 약 66%, 외부 청소업체에 위주가 약 33%였으며, 이들 전체 청소결과에 대해 8%의 응답자가 '불만족'이라고 답하였다. 주요 불만사항에 대한 질문에 대하여 40%는 '잔얼룩 등 청소상태 불량'이라고 답하였다. 다른 불만사항들은 관리자가 직접 청소할 때 손이 닿지 않는 높은 곳, 유리틈새 등의 청소가 어려움, 테이프(스티커) 자국 안 지워짐, 구석 코너/ 모서리 부분 청소 미흡, 유리창 기스, 비용문제, 청소 후 물이 계속 떨어짐, 물기 안 마름, 위험, 시간소요, 날씨상황 등의 응답이 있었다.

## 3. 청결도 정량화 방안

본 연구에서는 색차계를 이용한 청결도 정량화 방안을 제시한다. 색차계란, 색의 차이를 측정하여 정량화하는 장치로, 육안검사와는 달리, 정확한 데이터를 기반으로 색을 감지하고 측정하여 정량화한다. 따라서 색차계를 이용하면, 특정 환경 하에서의 대상물의 기준색을 측정 후, 이 기준색을 기준값으로 하여 색변화 값인  $\Delta E$  값을 얻을 수 있다. 제조업의 품질관리에서는 통상적으로  $\Delta E$  값이 0.4미만이면 같은 색으로

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

\*\* 한국건설기술연구원 전임연구원

평가하며, 도료전문가는 0.7이상이면 다른 색이라고 구별해 낸다. 일반인도 1.0이상이면 다른 색이라고 구별해 내는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 실험한 결과, 오염이 심한 부분인 샘플(I)의 deab 값은 5.07이고, 오염이 심하지 않은 부분인 샘플(II)의 deab 값은 1.62이었다. 두 deab 값 모두 1.0보다 크므로, 기준색과의 차이가 일반인도 구분할 수 있을 정도로 크다는 것을 알 수 있다(그림 1~3 참조). 따라서 청소장치의 청소성능에 따른 유리면의 청결도 변화를 확인하는 데에 색차계가 활용되는 것이 가능할 것으로 판단된다[2].



그림 1. 기준값 측정  
(출처 : 김균태 등 2017)

그림 2. 샘플(I)값 측정  
(출처 : 김균태 등 2017)

그림 3. 샘플(II)값 측정  
(출처 : 김균태 등 2017)

#### 4. 오염 표준화

본 연구에서는 유리창의 오염물질을 인위적으로 만들어 내는 데에 실험용 표준먼지가루를 활용하는 방안을 검토하였다. 실험용 표준먼지가루(JIS Z 8901)는 주성분이 SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로, 입자 밀도가 2.9~3.1g/cm<sup>3</sup> 이다(그림 4 참조)[3].



그림 4. JIS Z 8901(class11) (출처 : 김균태 등 2018)

#### 5. 결 론

본 연구에서는 기존에는 유리창 청소 결과를 주관적으로 판단하고 있으며, 이로 인한 불만이 제기되고 있다는 점에 착안하여, 청소결과 평가를 정량화 하고자 시도하였다. 평가결과의 정량화를 위하여 색차계를 선정하고, 기초실험을 진행하였다. 그 결과, 오염이 심하지 않는 샘플의 경우에도 deab 값이 1.62인 것으로 나타났다. 따라서 일반인도 구분할 수 있는 정도로 색 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 본 연구에서는 유리창의 오염물질을 인위적으로 만들어 내는 데에 실험용 표준먼지가루를 활용하는 방안을 검토하였다. 본 연구에서는 기초실험만 수행하고, 오염을 표준화하기 위한 샘플을 선정하는 단계까지만 진행하였으므로, 구체적인 실험결과를 도출하지 못하였다는 한계가 있다. 이러한 한계점은 향후 추가적인 실험과 분석을 통해 객관화되고 정량화시킬 예정이다.

#### Acknowledgement

이 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비지원(과제번호:18CTAP-C117255-03)에 의해 수행되었습니다.

#### 참 고 문 헌

1. 김균태, 전영훈, 유리창 청소 작업의 청결도 평가방안 개발, 2017 한국건설관리학회 정기학술발표대회, 한국건설관리학회, 서울, pp.89~90, 2017
2. 김균태, 신은영, 전영훈, 김정태, 조현수, 박정환, 박경호, 박상범, 창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇, 1차년도 연차보고서, 한국건설기술연구원, 경기, 2017
3. 김균태, 신은영, 전영훈, 김정태, 조현수, 박정환, 박경호, 박상범, 창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇, 2차년도 연차보고서, 한국건설기술연구원, 경기, 2018