

유리창 외부 청소용 로봇의 자중에 대한 구조해석

Structural Analysis of Self-weight of Cleaning Robot for External Windows

김 균 태*

Kim, Kyoon-Tai

전 영 훈**

Jun, Young-Hun

김 정 태***

Kim, Jeoung-Tae

박 경 호****

Park, Kyeong-Ho

Abstract

In case of developing a guide-rail type window cleaning robot, only the first prototype has been developed. In this study, it was considered that the size and the load of the window cleaning robot was not optimized, and through the structural analysis of the self-weight of the window cleaning robot, the stress concentration area was derived and the concentrated stress was quantified. Analysis showed that the upper rail shaft had a bending stress of 9,964Mpa and the bolt had a shear stress of 19,544Mpa. The results of this study will be used as basic data for designing future prototypes.

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

최근에 유리창 청소에 대한 관심이 증가하면서, 다양한 유리창 청소장치가 개발되고 있다. 특히 건축물 전면의 유리창을 청소하는 장치[1] 뿐만 아니라, 특정유리창을 청소하는 로봇까지 개발되고 있다. 특정 유리창을 청소하는 로봇이란, 클리닉, 휘트니스센터, 미용샵 등 이미지가 중요한 업종을 대상으로 하여, 해당업종의 사무실에 있는 특정유리창의 외부에만 가이드레일을 설치하고 이 가이드레일을 따라서 유리창을 청소하는 로봇을 말한다[2]. 그런데 이러한 유리창 로봇은 개발초기이므로 첫 번째 시작품만 개발된 상태이며, 크기와 하중이 최적화 되지 못한 상황이다. 따라서 가이드레일형 청소로봇의 제약조건과 한계를 예측하여 판단하기가 매우 어려운 상황이다. 본 연구의 목적은 가이드레일형 유리창청소 로봇 개발을 위하여 구조안전성을 확보하기 위한 정량적인 데이터를 도출하는 것이다. 이를 위하여 유리창 청소로봇의 자중에 대한 구조 해석을 통해 응력 집중부위를 도출하고 집중된 응력을 계량화 하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 우선 구조해석의 분석조건을 설정하고, 유리창청소장치 및 레일의 3D모델을 구축한다. 다음으로 동작시뮬레이션 및 구조해석을 수행하여 응력값을 도출한다.

2. 구조해석 분석조건

본 연구에서는 3D모델링 및 동작 시뮬레이션을 통한 구조해석을 수행한다. 이를 위한 분석조건은 다음과 같다[1].(그림 1 참조)

- 와이퍼, 브러쉬, 전자부품 등 해석에 직접적인 영향을 미치지 않는 요소 간략화
- 장치 하중 10kg로 가정
- 부품간 볼트 완전체결, 볼트의 체결력(bolt pretension) 값은 1000N로 가정
- 볼트로 체결되는 부품들 간의 접촉조건은 no separation 조건
- 볼트머리와 부품간 연결부위는 bonded 조건
- 부품의 제작 및 조립 중 시공오차에 대한 분석 조건은 제외
- 제품의 가공 및 여분을 위한 공극 제외

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

** 한국건설기술연구원 연구원

*** (주)에이엠티 대표, 공학박사

**** (주)비엠글로벌산업 대표, 공학박사

- 상부 레일 샤프트와 하부 볼트 체결에 사용된 나사의 재질은 SUJ2, structural steel, 그외 부품의 재질은 Al 6061

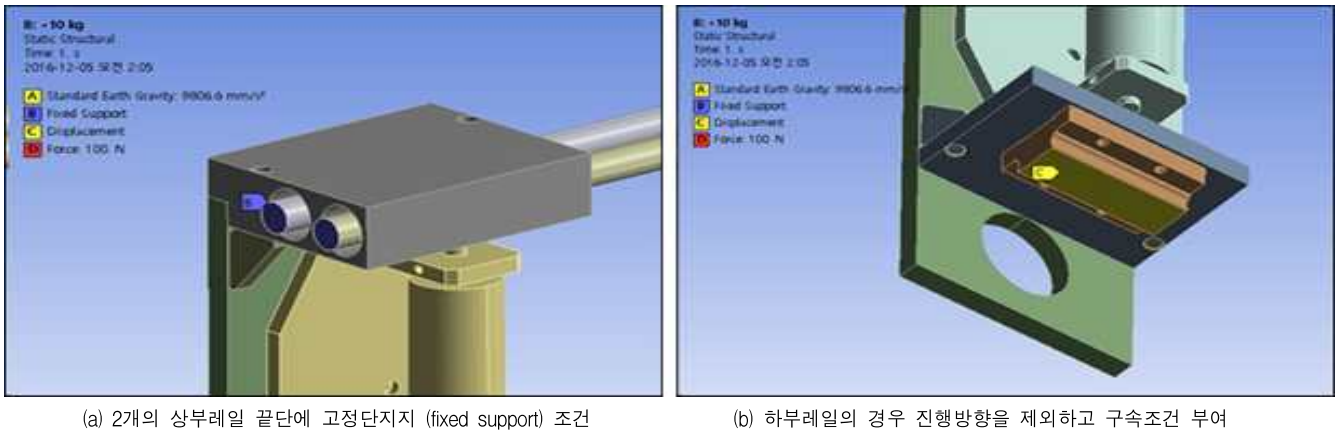


그림 1. 지지조건(2)

3. 응력분포 시뮬레이션

자중에 의하여 발생하는 응력을 분석하기 위하여 시뮬레이션을 실시한 결과, 그림 2와 같이 응력이 주로 집중되는 부위는 상부 레일 샤프트와 부품들 간의 체결을 위한 볼트인 것으로 확인되었다. 상부 레일 샤프트에서는 9.964Mpa의 밴딩응력이 발생했으며, 볼트에서는 19,544Mpa의 전단 응력이 발생했다. 볼트의 재질인 structural steel의 항복 강도가 250Mpa인 것을 감안한다면, 항복강도의 1/10 수준의 응력이므로 파손에 대해 안전한 수준이다. 그러나 응력의 집중이 집중되는 부위가 볼트 부분이고 볼트의 파단유무가 핵심 요인이라면 볼트 체결력에 대한 경제조건을 강화할 필요가 있다[2].

4. 결 론

본 연구에서는 특정 유리창 로봇이 개발초기이고 첫 번째 시제품만 개발된 상태로 크기와 하중이 최적화 되지 못한 상황이라는 점에 착안하여, 유리창 청소로봇의 자중에 대한 구조 해석을 통해 응력 집중부위를 도출하고 집중된 응력을 계량화 하였다. 분석결과 상부 레일 샤프트에서는 9.964Mpa의 밴딩응력이 발생했으며, 볼트에서는 19,544Mpa의 전단 응력이 발생하는 것으로 나타났다. 본 연구의 결과값은 향후 2차 시제품을 설계하는 데에 기초자료로 활용될 예정이다.

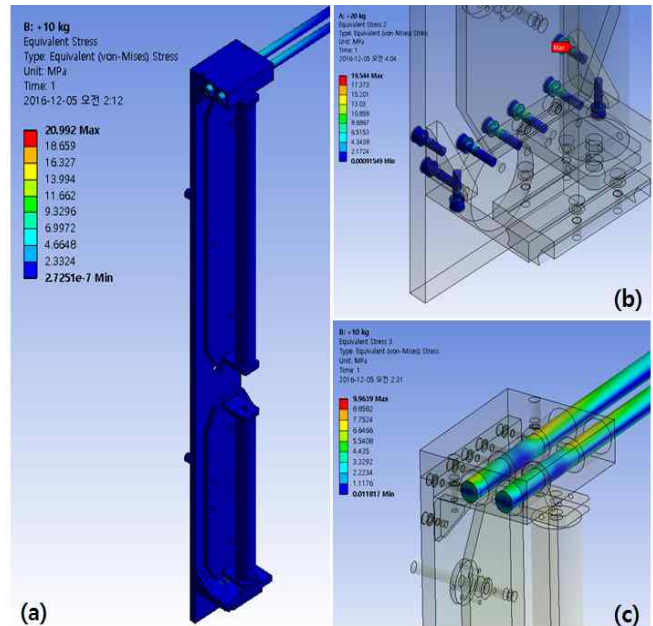


그림 2. 자중에 의한 응력 분포 결과(2) (a) 전체에서의 응력분포 (b) 볼트의 응력분포 (c) 상부 레일 샤프트의 응력분포

Acknowledgement

이 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비지원(과제번호:17CTAP-C117255-02)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 한양대학교, 고층구조물 외벽유지관리용 지능형 로봇시스템 개발 최종보고서, 국토교통부, 2015
2. 김근태, 신은영, 전영훈, 김정태, 조현수, 박정환, 박경호, 박상범, 청틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇, 연차보고서, 한국건설기술연구원, 경기, 2017