

## 춘계학술발표대회 프로그램

### ● 1일차 | 5월 17일(수)

일 정	세 부 내 용
14:00~18:00	▪ 상설·전문위원회 회의 I   가야금A, B, C, D / 향비파 A, B

### ● 2일차 | 5월 18일(목)

일 정	세 부 내 용
09:00~9:30	▪ 등 록   2F 거문고홀 앞 로비
9:30~11:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 춘계학술발표대회 논문발표 I                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· [가야금A] : 시공재료 1 (콘크리트)</li> <li>· [가야금B] : 시공재료 2 (시멘트)</li> <li>· [가야금C] : 시공관리 1 (안전, 통합, 공정, 위험관리)</li> <li>· [가야금D] : 시설물유지관리 1 (내구성능진단기법, 화재관리)</li> </ul> </li> <li>▪ 상설·전문위원회 회의 II   향비파 A, B</li> </ul>
11:00~12:00	▪ 춘계학술발표대회 포스터발표   2F 거문고B홀
12:00~13:00	▪ 점 심   1F 서라벌식당
13:00~14:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 특별세션 1   가야금A                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 첨단건설시공 및 구조물 핵심요소 기술 (한국시설안전공단)</li> </ul> </li> <li>▪ 특별세션 2   가야금B                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 매스콘크리트 온도균열 제어를 위한 연직파이프쿨링 공법 개발 (현대건설)</li> </ul> </li> <li>▪ 춘계학술발표대회 논문발표 II                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· [가야금C] : 시공기술 1 (거푸집, 철골, 금속공사, 시공사례)</li> <li>· [가야금D] : 시공재료 3 (방수, 내화재료)</li> <li>· [향비파A] : 시공재료 4 (콘크리트)</li> <li>· [향비파B] : 시공관리 2 (안전, 위험관리, 소방법, 데이터분석)</li> </ul> </li> </ul>
14:30~15:00	▪ 임시총회   2F 거문고B홀

15:00~16:20	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>초청강연   2F 거문고B홀</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 세상을 바꾼 사과   서울과학기술대학교 김흥겸 교수</li> </ul> </li> </ul>
16:20~16:30	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>연구윤리교육</b></li> </ul>
16:30~18:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>특별세션 3   가야금A</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 장수명시대의 4차 산업혁명과 건설혁신기술 (건설구조물내구성혁신연구센터)</li> </ul> </li> <li>▪ <b>특별세션 4   가야금B</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 로봇융합기술 기반의 건축물 외부유리창 청소장치 현황 및 발전방향 (한국건설기술연구원 I)</li> </ul> </li> <li>▪ <b>춘계학술발표대회 논문발표 III</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· [가야금C] : 시공재료 5 (금속, 내화, 단열 재료, 외장재)</li> <li>· [가야금D] : 시공재료 6 (콘크리트, 시멘트)</li> <li>· [항비파A] : 시공재료 7 (방수, 내화, 미장 재료)</li> <li>· [항비파B] : 시설물유지관리 2 (관리기법, 누수진단, 화재관리, 하자분쟁)</li> </ul> </li> </ul>
18:00~	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>만찬   2F 거문고B홀</b></li> </ul>

● 3일차 | 5월 19일(금)

일 정	세 부 내 용
09:30~10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>등 록   2F 거문고홀 앞 로비</b></li> </ul>
10:00~12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>특별세션 5   가야금A</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 공동주택 지하구조물 누수 예방을 위한 방수설계 시방기준 정립 (서울과학기술대학교 건설기술연구소)</li> </ul> </li> <li>▪ <b>특별세션 6   가야금B</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 내화구조 시공기술의 현황과 발전방향 (한국건설기술연구원II)</li> </ul> </li> <li>▪ <b>춘계학술발표대회 논문발표 IV</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· [가야금C] : 시공기술 8 (콘크리트)</li> <li>· [가야금D] : 시공재료 9 (시멘트)</li> <li>· [항비파A] : 시공재료 10 (내화재료, 골재, 모르타르, 세라믹패널)</li> <li>· [항비파B] : 시공관리 3 (안전, 원가, 공정 관리, 데이터분석)</li> </ul> </li> </ul>

# ■ 목 차 ■

선행기술 분석을 통한 개선사항 도출 ..... 3

로봇융합기술 기반의 건축물 외부유리창 청소장치 현황 및 발전방향 ... 21

청소툴 하드웨어 제작 ..... 25



# 선행기술 분석을 통한 개선사항 도출

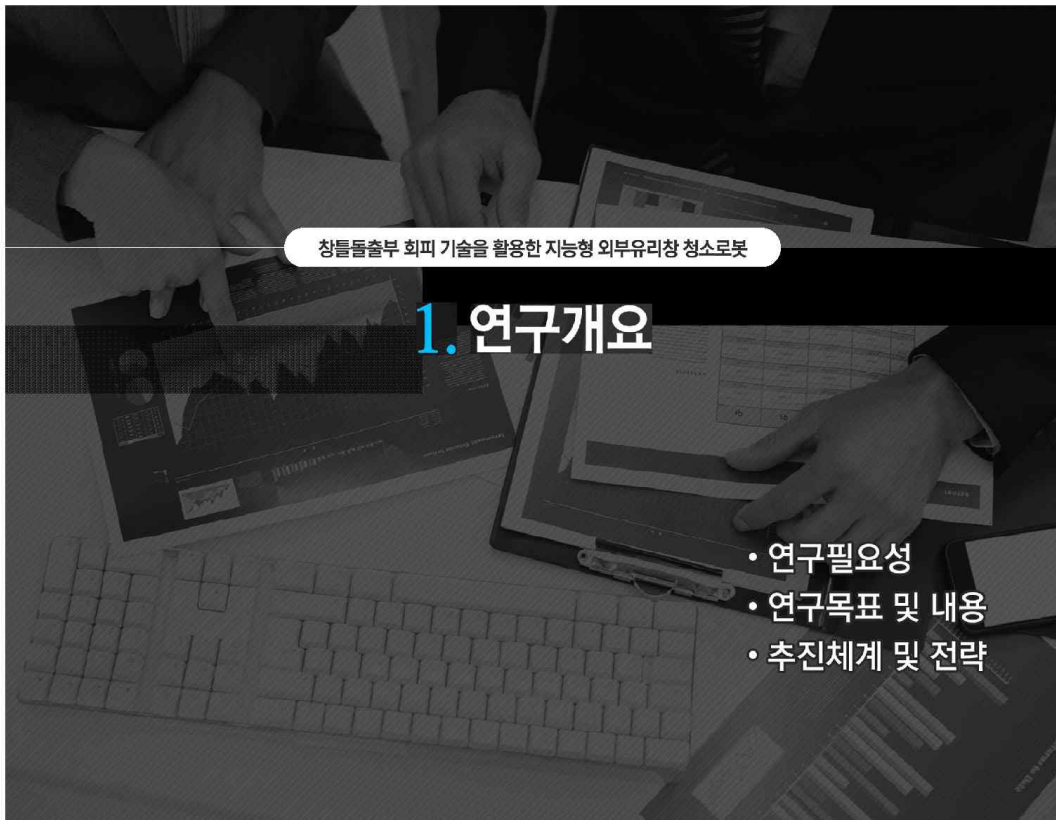
---

발표자 : 김 균 태 연구위원(한국건설기술연구원 I)

---







1. 연구개요



## 연구 필요성

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

◉ 틈새시장 수요대응

- 최근 주상복합건축물의 2~5층에 위치한 고급매장에서 청결한 환경 요구
  - 유리창의 청소 시 프로파일, 창틀 등 장애물을 회피기술 필요
- 건물전체 외벽청소는 연1회 수준으로 잠재고객의 요구 미충족
  - 코엑스 기준 4천만원/1회
- 2~5층 청소를 위해서는 차량형 고소작업대, 사다리 등이 필요
  - 적기 투입이 어렵고, 설치 자체가 불가능한 경우도 있음



유리창 청소 잠재고객(기존방법 적용 곤란)

- 건물의 2층~5층 구간에 창문외부에 설치되어 구동하는 청소장치 수요 증가



1. 연구개요

# 연구 필요성



창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 인력의존형 청소방법의 한계

- 건축물의 2~5층에 위치한 특정창문을 부분적으로 청소하기에는 작업절차가 번거롭고 복잡함



- 인력의존형 청소작업의 대안으로, 유리창 청소기술의 자동화 및 기계화 필요



1. 연구개요

# 연구 필요성



창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 인력의존형 청소방법의 한계, 노무자의 추락위험 상존



(a) 달비계 탑승 중 추락



(b) 청소 작업중 추락



(c) 곤돌라에서 추락



(d) 차량형 고소작업대에서 추락

- 인력의존형 청소작업의 대안으로, 유리창 청소기술의 자동화 및 기계화의 필요성 대두



1. 연구개요 KAIA

## 연구 필요성

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 기존장비 한계극복

- 국내외에서 개발된 대형·고가의 외벽청소장치 적용 어려움
  - 국외 기술은 대부분 고가이며, 건축물 입면 전체를 청소하는 방식임



Nihon Biso



Nanntech



COX

- 국내외에서 개발된 가정용 유리창 청소장치 적용 어려움(돌출부 회피 불가능)





흡착식 가정용 유리창 청소장치

- 프로파일, 창틀 등과 같은 돌출부 회피 기능을 포함한 새로운 유리창 청소장치 필요





7

1. 연구개요 KAIA

## 연구목표 및 내용

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 유리창 청소장치 핵심기술


✓ 돌출부 회피시 흔적을 남기지 않는 기술





✓ 모듈화를 통한 손쉬운 장치 조립기술

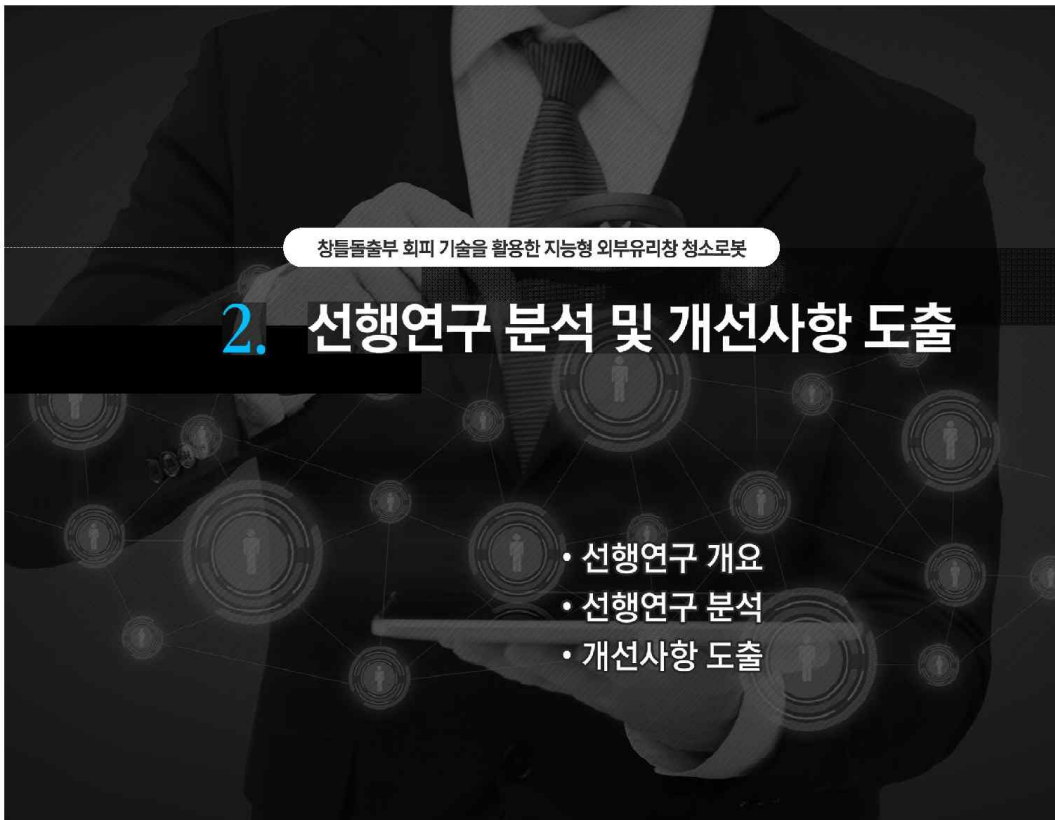
### 핵심기술

✓ 빗물 이용 등 친환경적 기술에 의한 미관관리 최적화 기술

✓ 태양광 패널 청소 등 다양한 분야에 적용가능 기술







8



2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출



선행연구 개요

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 선행연구 기술 개요

구분	내용
적용대상	· 프로젝트 적용 대상으로 한 유리창 외부 자동청소 시스템 · 프롭파일, 창틀 등 돌출부 회피기능을 포함한 청소장치
장치 구성	· 이송동력 전달장치와 거리, 속도의 정밀제어 장치(미청소 2.5cm, 속도 180m/h) · 청소Tool 및 제어기구(청소률 모듈화 99.9%) · 상부 레일 샤프트 2개와 하부 레일에 의하여 지지되는 구조(상하부로 응력 분산)



2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 개요

- 3D 시뮬레이션을 통한 구조분석
  - 기 개발된 유리창 청소장치의 3D 모델링 및 동작 시뮬레이션
  - 하중분석, 응력분포 등 구조해석 실시
- 유리창 청소장치의 구조 안전성 확보방안 및 설계 개선안 도출
  - 정량적인 데이터를 기반으로 한 청소로봇 개선 방안 도출



2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 개요

- 구조검토 사항

- 자중에 대한 구조해석**

  - 응력 집중 부위 검토
- 이송위치에 따른 응력분포**

  - 청소 시 이송위치에 따른 청소장치의 내부 응력 변화 확인
- 이송위치에 따른 변형량 분석**

  - 상부 레일 샤프트의 응력과 변형량 분석: 중심부 응력의 증가원인 파악
- 바람에 의한 응력분포**

  - 외부에 장치 설치 시 바람에 의한 영향 분석
- 결합공정 방법에 따른 응력 해석**

  - 체결방법에 따른 진단응력 감소 등 응력분포 확인

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출



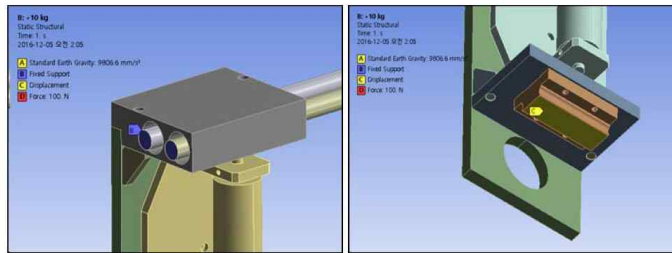
# 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

① 분석조건

• 3D 시뮬레이션 분석 조건

- (1) 와이퍼, 브러쉬, 전자부품 등 해석에 직접적인 영향을 미치지 않는 요소 간략화
- (2) 장치 하중 10kg로 가정
- (3) 부품간 볼트 완전체결, 볼트의 체결력(bolt pretension) 값 1000N로 가정
- (4) 볼트로 체결되는 부품들 간의 접촉조건은 no separation 조건
- (5) 볼트머리와 부품간 연결부위는 bonded 조건
- (6) 부품의 제작 및 조립 중 시공오차에 대한 분석 조건은 제외
- (7) 제품의 가공 및 여분을 위한 공극 제외
- (8) 상부 레일 샤프트와 하부 볼트 체결에 사용된 나사의 재질은 SUJ2, structural steel, 그외 부품의 재질은 Al 6061
- (9) 2개의 상부레일 끝단에 fixed support 조건(아래그림 좌)
- (10) 하부레일은 진행방향을 제외하고 구속조건 부여(아래그림 우)



지지조건

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출



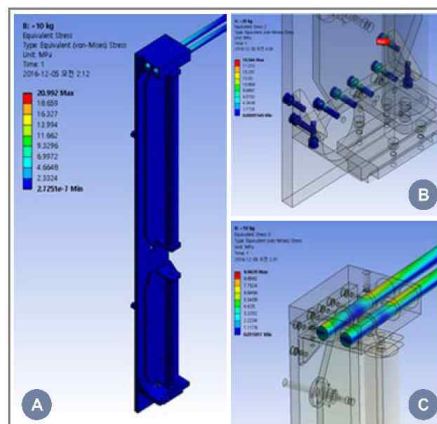
# 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

② 자중 분석

## 자중에 대한 구조해석

- 응력이 주로 집중되는 부위는 상부 레일 샤프트와 하부 레일과 부품들간의 체결을 위한 볼트에 발생
- 상부 레일 샤프트에서는 9.964Mpa의 밴딩응력이 발생



- A 전체에서의 응력분포
- B 볼트의 응력분포
- C 상부 레일 샤프트의 응력분포

자중에 의한 응력 분포 결과

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

차세대출력회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

**자중 분석**

**자중에 의한 구조해석**

- 볼트에서는 19,544Mpa의 전단 응력 발생
- structural steel의 항복 강도(250Mpa)의 1/10 수준으로 파손에 대하여 안전함을 확인

	밀도	탄성계수	프아송 비	항복강도
SUJ2	7.8 g/cm <sup>3</sup>	207 Gpa	0.3	350 Mpa
AL6061	2.7 g/cm <sup>3</sup>	68.9 Gpa	0.33	276 Mpa
Structural steel	7.85 g/cm <sup>3</sup>	200 Gpa	0.3	250 Mpa

재료 물성치

**해석결과**

- 응력의 집중 부위는 볼트 부분임
- 볼트의 파단유무가 주요 요인라면 볼트 체결력에 대한 경계조건을 강화할 필요가 있음

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

차세대출력회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

**이송위치에 따른 응력변화**

**이송위치에 따른 응력분포(상부 레일 샤프트)**

- 시작지점 9.964Mpa, ¼ 지점 : 5.814Mpa, ½ 지점 : 29.495Mpa 내부 응력 발생
- ½지점에 위치해 있을 경우 중심부에서 최대 응력 발생

**A 시작지점**  
9.964 Mpa

**B ¼ 지점**  
5.814 Mpa

**C ½ 지점**  
7.231 Mpa

이송 위치에 따른 상부 레일 샤프트의 내부 응력 분포

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

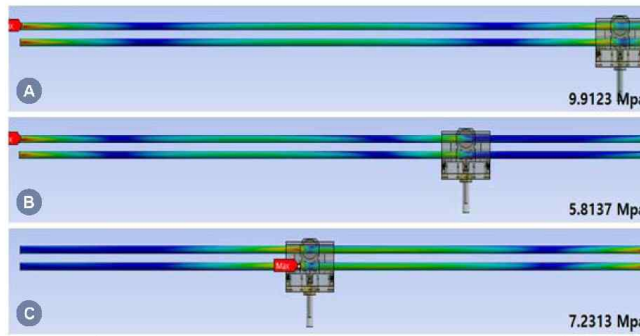


창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

이송위치에 따른 응력변화

### 이송위치에 따른 응력분포(상부 레일 샤프트)

- 시작지점과 1/4지점에 위치해 있을 경우 : 레일 샤프트의 최대 응력은 끝단에서 발생



이송 위치에 따른 상부 레일 샤프트의 응력 분포

해석결과

- 양 끝단이 고정되어 있어, 단순지지보 거동
- 유리창 청소장치의 자중에 의하여 상부 레일 샤프트가 중심부에서 처짐이 발생됨을 확인

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

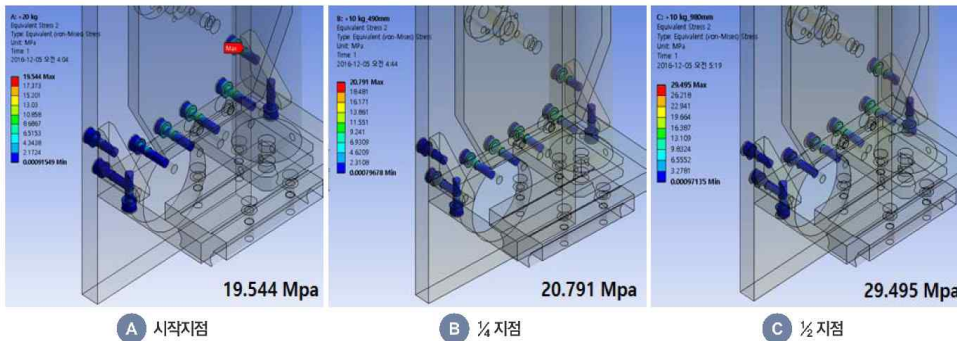


창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

이송위치에 따른 응력변화

### 이송위치에 따른 응력분포(하부볼트)

- 시작지점 : 19.544Mpa, 1/4 지점 : 20.791Mpa, 1/2 지점 : 29.495Mpa 내부 응력 발생
- 볼트의 경우, 1/2 지점에서 가장 큰 응력이 집중됨
- 시작지점에 비하여 약 51% 정도 내부응력 증가



이송 위치에 따른 볼트의 내부 응력 분포

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

**이송위치에 따른 변형량**

이송위치에 따른 변형량 분석(상부 레일 샤프트)

- 상부 레일 샤프트의 최대 변형량 : 유리창 청소장치가 끝단에 위치해 있을 때
- 유리창 청소장치의 상대적 위치 변화량 : 1/2지점이 가장 큼

이송 위치에 따른 상부 레일 샤프트의 변형량

	시적지점	1/4지점	1/2지점
최대 응력 (Mpa)	9.9123	5.8137	7.2313
최대 변형량 (mm)	0.4994	0.1851	0.2200
이송 위치에서의 청소장치의 상대적 위치 변화량 (mm)	0.0072	0.0654	0.1263

위치에 따른 응력, 변형량, 높이 변화

19

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

**이송위치에 따른 변형량**

이송위치에 따른 변형량 분석(상부 레일 샤프트)

**해석결과**

- 레일 샤프트의 처짐 최소화 필요
- 즉, 단면2차 모멘트를 증가시키는 설계 필요

20



2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

# 선행연구 분석



창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 풍하중

## 바람에 의한 응력분포

### 분석조건

- ✓ **바람조건**  
0~40m/s 풍속 설정
- ✓ **바람 방향**  
컨트롤 박스 커버의 옆면 수직방향
- ✓ **시뮬레이션 조건**  
바람조건과 방향을 고려한 항력 계산
- ✓ **항력의 작용면적**  
장치의 측면(사각형, 가로 1360mm X 세로 380mm)
- ✓ **항력계수 1.05 적용(사각형 형상 적용)**

• 바람에 의한 항력 계산식

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A$$

$F_D$  항력     $\rho$  공기의 밀도     $v$  공기의 속도  
 $C_D$  항력계     $A$  단면적

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

# 선행연구 분석

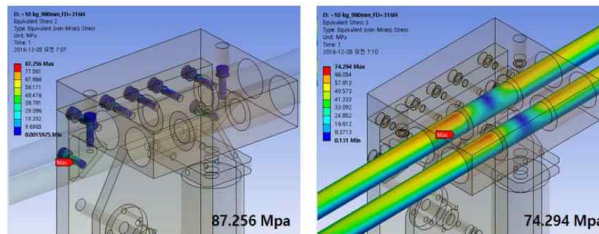


창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

● 풍하중

## 바람에 의한 응력분포

- 계산식에 의한 총 항력 : 315.7N
- 30m/s의 풍속 적용
- 1/2 지점에서의 응력분포 분석
- 볼트와 레일 샤프트의 최대 응력이 각각 87.256Mpa와 74.294Mpa



A 하부볼트    B 상부레일샤프트

바람에 의한 응력 분포(1/2지점)

### 해석결과

- 바람이 불지 않을 때에 대비해서 내부 응력이 4배 가량 증가

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출



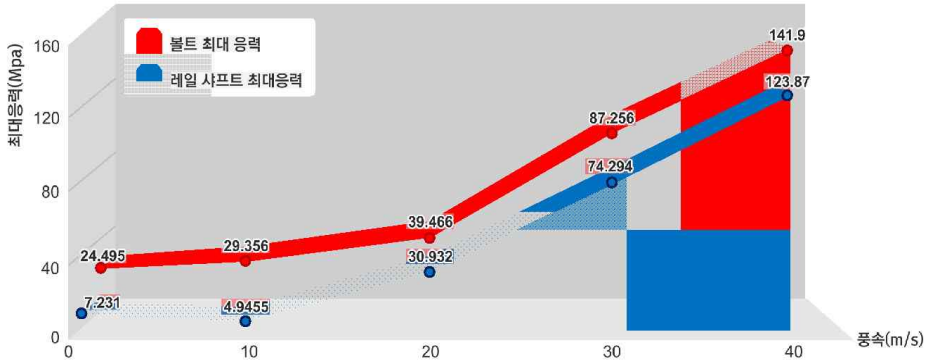
# 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

풍하중

## 바람에 의한 응력분포

- 풍속에 따른 상부 레일 샤프트와 하부 볼트 최대 응력
  - 풍속 10m/s 이하일 경우 : 자중에 의한 응력과 크게 차이가 없음
  - 30m/s 이상부터는 내부 응력의 증가폭 커짐



풍속에 따른 볼트와 레일 샤프트에서의 최대 응력

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출



# 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

풍하중

## 바람에 의한 응력분포

- 우리나라 역대 태풍의 최고 초속 : 60m/s
- 기존의 청소장치의 경우 : 안전을 보장하기 어려움
- 풍속에 의한 항력은 면적에 비례

순위	태풍명	지역	최대 순간 풍속(m/s)	발생일자
1	매미(MAEMI)	제주	60.0	2003.09.12
2	브라피룬(PRAPROON)	흑산도	58.3	2000.08.31
3	루사(RUSA)	고산	56.7	2002.03.31
4	나리(NARI)	울릉도	52.4	2007.09.17
5	볼라벤(BOLAVEN)	완도	51.8	2012.08.28
6	테드(TED)	울릉도	51.0	1992.09.25
7	베라(VERA)	물진	49.0	1986.08.28
8	나비(NABI)	울릉도	47.3	2005.09.07
9	사라(SARAH)	제주	46.9	1959.09.17
10	페이(FAYE)	통영	46.6	1995.07.23

우리나라 역대 태풍 최대 순간 풍속

### 해석결과

- 항력에 따른 응력의 개선 필요(항력 작용 면적의 최소화)
- 형상개선을 통한 항력계수 감소 필요

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출



# 선행연구 분석

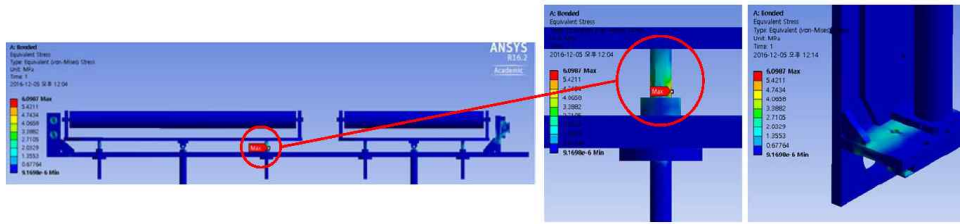
창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

① 결합공정

## 결합공정 방법에 따른 응력해석

볼트에서 발생하는 전단응력을 감소시키기 위해서는 볼트의 개수나 단면적을 넓히는 것이 일반적이거나, 구조의 크기 등 수량과 면적을 넓히기에는 한계가 있음

- 부품간 체결 방법을 볼팅에서 용접으로 변경하였을 때 1/2 지점 응력분포
  - 용접 최대 응력 : 6.099Mpa, 볼팅결합 최대 응력 : 29.496Mpa
  - 80%이상의 응력 개선효과 확인



볼팅 체결 요소를 용접으로 변경했을 때의 응력 분포

해석결과

- 기존의 볼팅 방법이 아닌 용접등과 같은 접합 면적을 넓히는 결합공정 방법 고려
- 볼트에 가해지는 힘이 수평방향으로 작용하도록 설계

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출



# 선행연구 분석

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

① 안전계수

## 안전계수에 의한 평가

안전계수 : 제작품의 재질, 하중, 해석(시험) 등의 구조적 불확실성에 대한 대비책으로 하중에 비해 재질이 어느 정도 여유를 가지는가를 나타내는 수치(큰 값일수록 강도 여유가 큼)

- 일반적으로 해석 안전계수의 응력은 유효요소해석을 통하여 얻어진 von-Mises응력을 사용

$$\text{Factor of Safety} = \frac{\text{yield stress}}{\text{working stress}}$$

yield stress : 재료가 가지고 있는 항복 강도    working stress : 해석 또는 시험을 통해 얻어진 구조의 최대 응력

- 분석 조건
  - 설정한 바람조건인 최대 풍속인 초속 40m/s의 태풍에 의하여 항력이 작용할 때, 볼트에서 발생하는 최대응력

해석결과

- 볼트에서 발생하는 최대 응력은 141.9Mpa
- 볼트의 재료는 structural steel로 항복강도는 250Mpa
- 안전계수는 약 1.76

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 선행연구 분석

첨단돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

**안전계수**

**안전계수에 의한 평가**

- Cardullo 방법에 의한 안전계수 기준 값 : 대략 10의 안전계수가 필요
- Cardullo 방법을 통한 청소장치의 안전계수 계산

### 안전계수 = a X b X c

a: Breaking strength와 Yield strength과의 비율    b: 충격계수    c: 재료의 결합수치

### 안전계수 = a X b X c = 2.2 X 3 X 1.5 = 약 10

※ structural steel의 breaking strength : 550Mpa, yield strength : 250Mpa  
 a : 2.2  
 ※ 충격계수와 재료의 결합수치는 구조해석 시 보편적으로 통용되는 수치 적음  
 b : 3(태풍과 같은 강한 충격)  
 c : 1.5(연강 등 연성재료)

**해석결과**

- 안전계수의 분석결과, 기존의 청소장치의 안전계수는 약 1.76 로 결합부위의 파단 우려
- 최대 응력은 141.9Mpa => 25Mpa이하로 설정 필요

27

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 개선사항 도출

첨단돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

**샤프트 처짐**

**결론**

1. 상부 레일 샤프트 처짐 최소화 방안(단면 2차 모멘트 개선)

- 기존 청소장치의 경우,
  - 원형 중실축 설계, 외경(D) : 20mm
  - 보의 단면에 따른 단면 2차 모멘트 값 : 7,850mm<sup>4</sup>

구분	수학적 표현	사각형	중실축	중공축
단면1차모멘트 $Q_x, Q_y$	$Q_x = \int yz dA$ $Q_y = \int xz dA$			
단면2차 모멘트 $I_x, I_y$	$I_x = \int y^2 dA$	$I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_y = \frac{hb^3}{12}$	$I_x = I_y = \frac{\pi D^4}{64}$	$I_x = I_y = \frac{\pi D_2^4}{64} (1 - X^4)$

보의 단면에 따른 단면2차 모멘트 계산식

- 설계 가정(안)
  - 원형 중공축 설계, 외경(D2) : 30mm, 내경(D1) : 22.4mm
  - 보의 단면에 따른 단면 2차 모멘트 값 : 10,054mm<sup>4</sup>

**해석결과**

- 중공축 설계의 경우, 중실축의 레일 샤프트보다 동일 면적에서 약 28% 더 높은 강성을 가지는 것임

28

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출  
**개선사항 도출**

창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

① 샤프트 처짐

결론

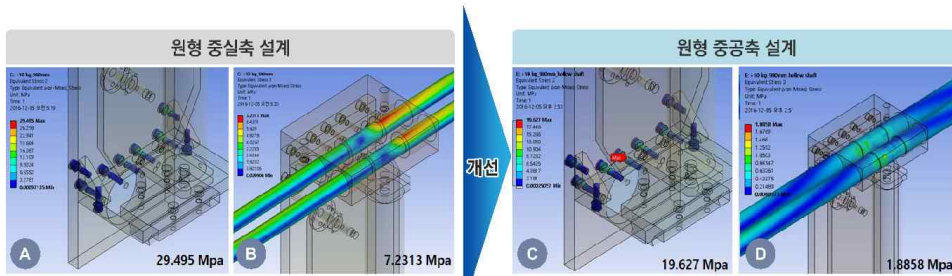
1. 상부 레일 샤프트 처짐 최소화 방안(단면 2차 모멘트 개선)

• 응력해석 결과 비교

1) 볼트 응력 감소

- ✓ 원형 중실축 설계시 상부 레일 샤프트 : 7.2313Mpa/하부 볼트응력 : 29.495Mpa
- ✓ 원형 중공축 설계시 상부 레일 샤프트 : 1.8858Mpa/하부 볼트응력 : 19.627Mpa

2) 레일 샤프트 응력 감소



중공축 상부 레일 샤프트 적용 후 응력 분포

2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출  
**개선사항 도출**

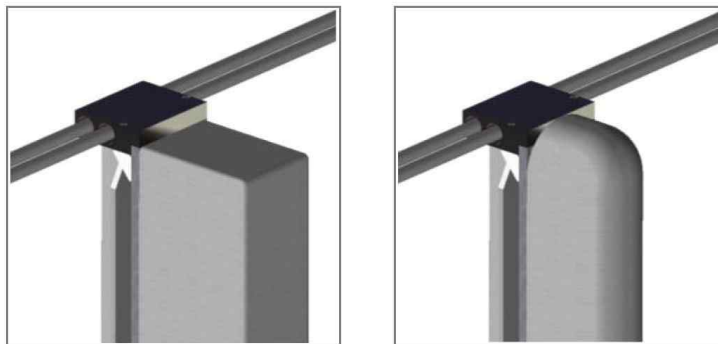
창틀돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

② 항력

결론

2. 항력 작용 면적의 최소화 방안

- 곡면의 경우, 사각형 평면 대비 50% 항력계수 감소
- ▶ 반구형태로 형상 개선



형상 개선안



2. 선행연구 분석 및 개선사항 도출

## 1차년도 주요 연구내용(1세세부)

청정물출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

**개선안**

**레일 구조 설계**

**장치 구조 설계**

**결합방법 설계**

**결론**

- 상부 레일: 가이드 역할
- 하부 레일: 하중 지지
  
- 컨트롤 박스의 부피 최소화
- 곡면형 컨트롤 박스 등 형상 개선
  
- 모듈별 용접접합(넓은 접합면적 확보)
- 볼트에 가해지는 힘이 전단력보다는 인장력이 작용하는 구조 (볼트의 결합력을 최대한 활용)







31



청정물출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇

# 감사합니다.








**로봇융합기술 기반의  
건축물 외부유리창 청소장치 현황  
및 발전방향**

---

**발표자 : 박 경 호 대표((주)비엠글로벌산업)**

---





**로봇융합기술 기반의  
외부유리창 청소장치 현황 및 발전방향**

---

**설문조사를 통한  
수요자 요구사항 분석**

---

2017. 05.



# 청소툴 하드웨어 제작

---

발표자 : 김 정 태 대표((주)에이엠티)

---





## 연구의 주요 목표

장들돌출부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇 청소툴 하드웨어 제작

기존 청소툴  
벤치마킹 및 사양 결정

3축 로봇 시스템을 활용한  
청소툴 상세설계

청소툴 시작품 제작

로봇 제어 프로그램  
코딩 / 컨트롤러

## 100 | 기존 청소툴 벤치 마킹

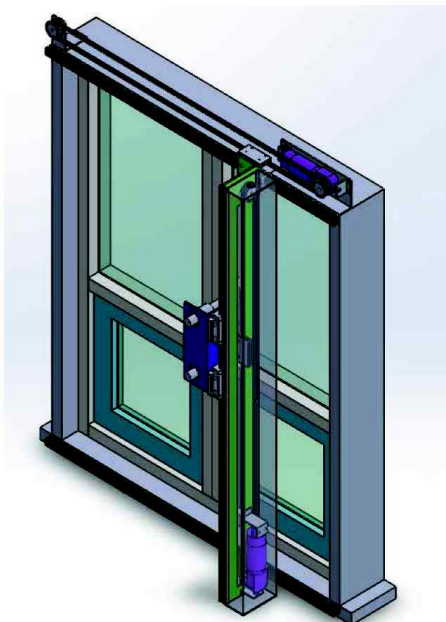
청들출부회피기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇 청소툴 하드웨어 제작



- 2 -

## 200 | 3축 로봇시스템을 활용한 상세설계

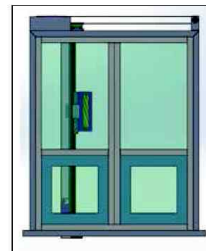
청들출부회피기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇 청소툴 하드웨어 제작



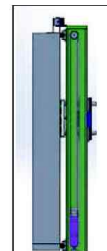
외측



내측



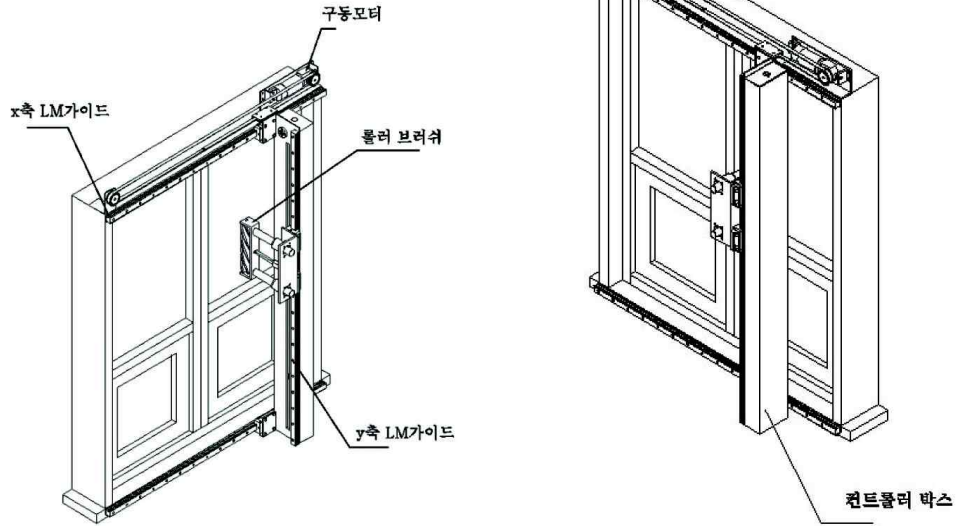
측면



- 3 -

300 | 청소틀 시작품 제작

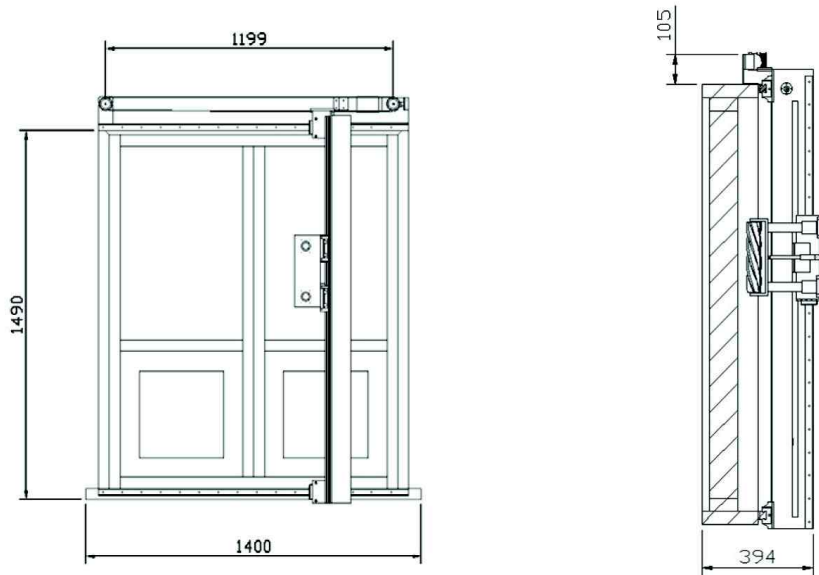
창틀출력부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇 청소틀 하드웨어 제작



- 4 -

300 | 청소틀 시작품 제작

창틀출력부 회피 기술을 활용한 지능형 외부유리창 청소로봇 청소틀 하드웨어 제작



- 5 -

### 300 | 청소로봇 시작품 제작

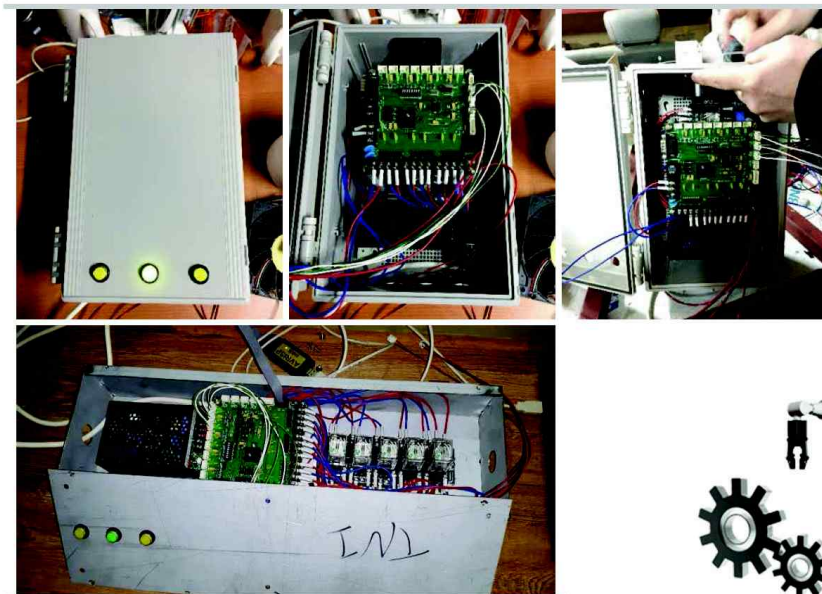
청들들출분회퍼기술을활용한지능형외부유리창 청소로봇 청소로 하드웨어 제작



- 6 -

### 400 | 로봇 제어 프로그램 코딩/컨트롤러

청들들출분회퍼기술을활용한지능형외부유리창 청소로봇 청소로 하드웨어 제작



- 7 -