

# 외벽청소로봇 이동에 따른 건물커튼월의 응력분포

## The Distribution of the Curtain Wall Stress of the Building according to the Cleaning Robot Positions

\*이용원<sup>1</sup>, #연규원<sup>1</sup>, 한유길<sup>1</sup>, 김 종<sup>1</sup>

\*Y.W. Lee<sup>1</sup>, # Y.K. Yeun(yeun0101@hotmail.com)<sup>1</sup>, Y.G. Han<sup>1</sup>, J. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(주)선ENG 건설기술연구소

Key words :Curtain Wall, Building Cleaning Robot, Mullion

### 1. 서론

최근 대부분의 건물 외벽 마감에서 커튼월 시스템이 사용되고 있다. 이러한 건물의 외벽 청소 작업은 인력에 의한 방법이 대부분이나, 인력 고령화 및 건물 고층화 경향에 따른 사고위험성 증가로 로봇시스템(이하 청소로봇)을 이용한 청소 및 유지관리 방법이 연구되고 있다. 본 연구에서는 건물 커튼월시스템 중 Mullion 부재에 청소로봇 수직이동 레일이 설치 시 청소로봇 이동에 따라 변화하는 Mullion의 휨모멘트와 처짐을 계산하여 커튼월에 부착되는 청소로봇의 적용성을 파악하고자 한다.

### 2. 커튼월시스템 종류 및 작용 하중

커튼월은 재료, 구조형식, 시공방식에 따라 Fig. 1과 같이 분류가 가능하다.

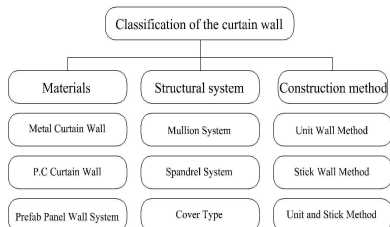


Fig. 1 Classification of the Curtain Wall

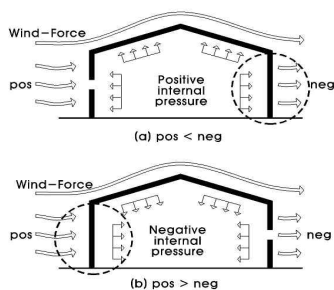


Fig. 2 Wind Pressure of the Surface

Fig. 1의 분류 중 현재 커튼월에 주로 적용하는 Mullion System에 대하여 검토하고자 한다.

커튼월 설계 시 주하중은 고정하중과 풍하중이며 풍하중은 Fig. 2와 같이 정압,부압으로 작용한다.

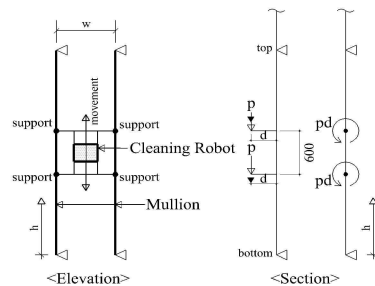
### 3. 청소로봇 부착/이동시 멀리언의 구조해석

건물커튼월에 청소로봇 부착 시 커튼월 부재가 지지체가 되므로 커튼월의 구조안전성 파악은 매우 중요하다. 이 때, 내력과 변위는 작업한계풍속, 작업하중, 청소로봇의 위치에 따라 결정된다.

따라서, 본 연구에서는 통상 1, 2개층에 걸쳐 설치되는 멀리언 부재의 작업한계풍속(15m/s)에 의한 풍하중과 가정된 청소로봇 작업하중이 구간 이동하면서 나타나는 휨모멘트 및 변위를 파악하였다. 풍하중 산정을 위한 조건은 Table 1과 같다.

Table 1 Condition for Wind load Calculation

Vo (m/s)	EXP.	Kzt	Iw	qz (kpa)	A (㎡)	h (m)	GCpe	GCpi	Pc(kpa)
15	C	1.0	1.0	0.14	10	20	1.39(P), -1.65(N)	0 or -0.52	0.325(P) -0.318(N)



\* p= Cleaning Robot self weight / 4(EA)  
 \* d= The distance from the center of Robot load to the center of exterior Curtain Wall is 1,000mm  
 \* w : Mullion spacing (1.0m)

Fig. 3 Mullion Model for Structural analysis

청소로봇이 부착된 Mullion 구조 모델 형태는 Fig. 3과 같은 연속보 형태이며, Table 2에 Mullion의 간격, 높이, 단면 등을 나타내었다.

Table 2 Mullion Specification

H(m)	W(m)	Shape	A(mm <sup>2</sup> )	I(mm <sup>4</sup> )	Z(mm <sup>3</sup> )	Material
3.6	1.0	Rectangular Tube	2,340	3,890,000	61,400	Al.

청소로봇의 크기는 1.0m(w) x 1.0m(h), 작업하중은 10kN, 로봇 상,하단 거리는 0.6m로 설정하였다. 위 조건은 관련사례를 분석하여 설정한 것으로 연구 결과에 따라 다소 달라질 수 있다.

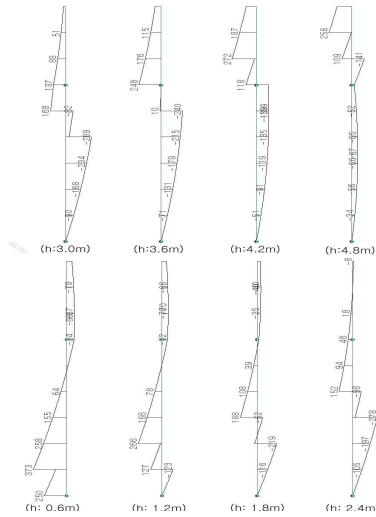


Fig. 4 B.M.D due to Wind load and Robot weight (Pos.) (unit: kN/cm, h: Position of Cleaning Robot)

연구 대상 모델에 풍하중과 청소로봇에 의한 하중 조합을 고려하여 전체 3.6m 구간을 0.6m씩 이동시킨 B.M.D를 Fig. 4에 나타내었다. 전반적으로 정압, 부압 모두 청소로봇에 의한 휨모멘트가 풍하중에 의한 휨모멘트를 상쇄시켜 감소되었다.

전체 구간 중 하부지점부터 0.6m 구간에서 최대 휨모멘트가 나타났으며, 청소로봇이 지점부에 있는 경우 반대편 지점 구간의 정모멘트를 감소시키지만 가장 불리한 경우를 고려해야 하므로 감소효과를 기대하기 어렵다. Fig 5는 청소로봇 이동에 따른 변위 분포를 나타낸 것으로 지점에 가까울수록 변위가 커지며 경간 중앙부에서는 청소로봇 작업하중 변위가 풍하중 변위와 방향이 달라 상대적으로 감소한다. 정,부압에 따라 B.M.D, 변위의

차이는 있으나 공통적으로 지점 근처 B.M.D 및 변위가 가장 크게 나타났다.

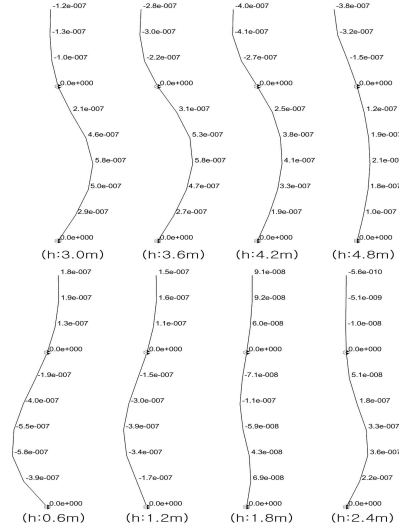


Fig.5 Displacement due to Wind load and Robot weight (Pos.) (unit: cm, h: Position of Cleaning Robot)

#### 4. 결론

커튼월으로 마감된 기존건물에 청소로봇시스템을 도입 시 로봇의 지지체가 되는 커튼월의 Mullion에 로봇이 부착, 이동할 때 나타나는 B.M.D와 변위 분포를 검토한 결과 정,부압 모두 지점부의 휨모멘트 및 변위가 가장 크게 나타났으며, 경간 중앙부에서는 풍하중과 청소로봇의 하중이 상쇄되어 휨모멘트, 변위 모두 단부에 비해 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 향후 청소로봇의 수평 이동에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

#### 후기

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

#### 참고문헌

- 이용원, 연구원, 김종, "건물커튼월부재에 적용된 풍하중분석," 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 37-38, 2010.10
- 대한건축학회, "건축구조기준" 71-80, 88-89, 2009