

부하 변동에 따른 진공흡착패드의 콘크리트 외벽 흡착 성능 시험

A Study on Attachment Force Test of Suction Pad with Load Variation

함영복¹, *김대명¹, #임병주¹, 박광대¹, 구지석²

Y. B. Ham, *D. M. Kim, #B. J. Lim(bzoo77@kimm.re.kr), C. D. Park, J. S. Gu

¹한국기계연구원 에너지플랜트연구본부, ²금오공과대학교 지능제조공학과

Key words : Vacuum suction force, Suction pads, High-rise building, Vertical outer wall, Fastening equipment

1. 서론

곤돌라 시스템은 건물외벽 구조의 변경 없이 쉽게 설치할 수 있기 때문에 아파트 등의 건축이나 유지보수 등의 외벽 작업을 위해 널리 이용된다. 하지만 와이어에 매달린 곤돌라 시스템은 고층의 강한 바람에 쉽게 흔들려 도장과 같이 정밀한 작업을 수행하는 것이 쉽지 않다. 특히 최근 건물의 높이가 30층 이상으로 높아지면서 돌풍과 같은 갑작스런 외부 부하 때문에 작업 위험도가 증가하여 외벽 고정 장치의 필요성이 증대되고 있다. 현재 다양한 연구를 통해 수직외벽을 주행하는 로봇 시스템이 개발되고 있으며, 해당 시스템의 고정장치로 진공 흡착패드를 사용한다.

Guido La Rosa 등은 8개의 suction cup을 이용하여 수직 방향 주행이 가능한 저비용, 저중량 로봇을 개발하였다^[1]. 그리고 Nishi et al Miyazaki가 개발한 NINJYA BIPED는 작은 크기의 suction cup으로 벽에 부착한 상태로 주행이 가능하다.^[2-4] 또한, Hwang Kim 등은 무한궤도 바퀴에 vacuum pad를 부착하여 수직 벽면에서 안정적으로 연속 주행이 가능한 로봇을 개발한 바 있다^[5].

기존 연구 개발된 수직 벽면 주행 장치의 흡착패드는 장치의 하중이 적기 때문에 쉽게 적용이 가능하다. 하지만, 곤돌라와 같이 무겁고 작업 환경에 의해 추가 부하가 발생하는 시스템의 경우 진공 흡착패드의 성능을 면밀히 검토할 필요가 있다.

본 연구에서는 외벽 진공흡착 성능시험 장치를 제작하여 진공압의 변화에 따른 흡착력을 측정하고, 흡착패드에 인가되는 외부부하의 속도를 변화시키면서 최대 흡착력을 측정하고자 한다.

2. 실험장치 구성

진공패드의 흡착력을 측정하기 위한 실험장치를 Fig. 1과 같이 제작하였다. 건물 외벽 샘플을 시험장치 프레임에 삽입하는 방식으로 제작하여 다양한 외벽 모양에 대한 실험이 가능하도록 하였다. 본 실험에서는 매끈한 콘크리트 벽면을 샘플로 사용하였다. 흡착 패드에 수평과 수직 방향의 부하 인가를 위해 공압 실린더를 사용하였고 부하량을 측정하기 위해 로드셀을 설치하였다. 흡착 패드는 슬라이딩 블록에 고정 설치되어 실린더 작동에 의해 움직임이 가능하도록 하였다. 흡착패드 내 진공압을 형성하기 위해 진공펌프를 사용하였다.

3. 실험결과

평평한 콘크리트 벽면 시편을 대상으로 한 진공도에 따른 흡착패드의 부착력 시험결과 그래프 Fig. 2에 제시하였다. 부하변동이 없도록 실린더에 주입되는 공기압을 천천히 증가시키면서 실험을 수행하였다. 실험결과 진공도가 상승할수록 비례적으로 부착력이 증가하였으며, 최대 부착력은 진공도가 -720 mmHg 일 때 약 1,510 N으로 측정되었다.

외부의 갑작스런 부하에 대한 흡착패드의 부착력을 측정하기 위해 흡착패드를 외벽에 부착시킨

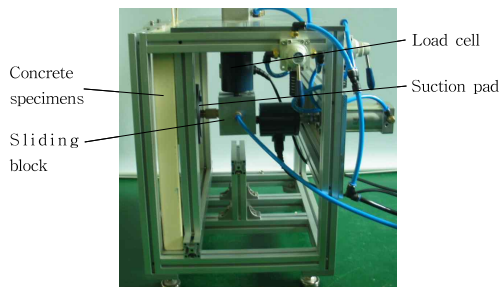


Fig. 1 Test equipment of suction pad

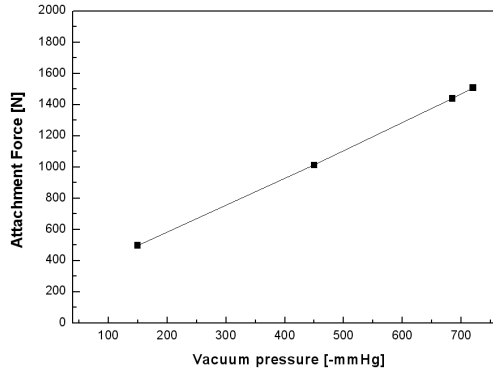


Fig. 2 Result graph of attachment force

상태에서 실린더의 공기압 상승 속도를 변화시켜 흡착패드를 외벽의 수직방향으로 당기는 힘의 속도를 변화시키면서 실험을 수행하였다. 실린더에 의한 부하변동 속도에 따른 최대흡착력 실험 결과를 Fig. 3에 제시하였다. 부하속도를 40, 80, 120 N/s로 변화시키면서 실험한 결과 부하속도가 빠를수록 최대 부착력은 370 N, 736 N, 1120 N으로 증가하였다.

부하속도가 거의 없을 때의 최대부착력이 부하속도가 120 N/s 일 때의 최대흡착력 보다 약 390 N정도 높게 측정되었다.

4. 결론

본 연구에서는 진공 흡착패드 성능시험 장치를 제작하여 흡착패드의 흡착력을 측정하였다. 진공 펌프를 이용한 흡착시키는 타입의 진공 흡착패드를 대상으로 평평한 콘크리트 외벽의 수직 방향 부착력에 대한 실험을 수행하였다. 진공펌프의 진공도를 증가시킬수록 진공 패드 내 진공압이 상승하게 되고, 비례적으로 흡착패드의 최대 부착력이 상승하는 것을 확인하였다.

또한 고층건물의 돌풍과 같은 갑작스러운 외부 부하를 고려하여 부하속도를 다르게 실험한 결과 부하속도가 빠를수록 최대 부착력은 증가하였지만 정적부하일 때 보다 최대 부착력은 감소하였다.

본 연구 결과를 통해 고층건물의 콘크리트 평면에 고정하기 위하여 흡착패드를 사용하는 시스템의 경우 외부 환경부하 조건, 특히 동적부하를 고려하여 흡착패드 사양을 결정해야 한다는 것을 알 수 있다.

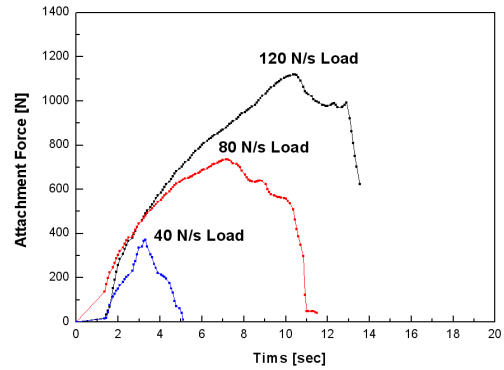


Fig. 3 Attachment force result in dynamic load

후기

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

참고문헌

1. Guido La Rosa, Michele Messina, Giovanni Muscato, R. Sinatra, "A low-cost lightweight climbing robot for the inspection of vertical surfaces", *Mechatronics*, Vol.12, pp.71-96, 2002
2. Nishi A., "A biped walking robot capable of moving on a vertical wall", *Mechatronics*, Vol.2(6), pp.543-554, 1992
3. Nishi A., "Development of wall-climbing robots", *ComputeElectronEng*, Vol.22(2), pp.123-149, 1996
4. Nishi A., Miyagi H., "A wall climbing robot using thrust force of propeller mechanism and control in a strong wind" *JSME IntJSerC*, Vol.1.37, pp.172-178, 1994
5. Hwang Kim, Dongmok Kim, Hojoon Yang, Kyouhee Lee, Kunchan Seo, Doyoung Chang, Jongwon Kim, "A wall climbing robot with vacuum caterpillar wheel system operated by mechanical valve", *Proceedings of the 9th International Conference on Climbing and Walking Robots*, pp.28-33, 2006