

강설환경 모사를 위한 소형환경풍동 구축

Construction of Small Climate Wind Tunnel to Simulate Heavy Snow Condition

지완구*, 서송현*, 김범수**, 김규홍*,***†

Wan-Gu Ji*, Song Hyeon Seo*, Beomsu Kim**, Kyu Hong Kim*,***†

초 록 강설상황을 모사하기 위해 저온환경챔버, 스노우 메이커, 아음속 풍동과 눈 투입 장치를 이용해서 소형환경풍동을 구축하였다. 저온환경챔버 작동 간에 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 의 온도 범위와 SAE AS 5901A-2008의 실험 조건에 만족하는 80% 이상의 상대습도(Relative Humidity)가 유지되는 것을 확인하였다. 또한, 스노우 메이커를 이용해서 자연설에서 얻을 수 있는 크기가 비슷한 Dendrite 모양의 눈 입자(Snowflake)를 제작하였다. 만들어진 눈 입자를 이용하여 아음속 풍동의 시험부에 넣어서 강설현상을 모사하였다. 입자유속계측기(PIV)를 이용하여 눈 입자의 속도벡터를 계산하였고 눈 입자가 있는 영역에 대해 7m/s 내외의 균일한 속도장을 얻었다. 이를 통해 눈 입자의 평균속도는 7m/s에 도달함으로써 강설환경을 모사하였다.

주요어 : Anti-Icing, 착설 실험(Snow Accretion Test), 환경 풍동(Climate Wind Tunnel)

1. 서 론

우리나라의 기후 특성 상 다양한 기상조건 하에 철도차량이 운행되고 있다. 그 중 강설상황에서 철도차량이 운행될 때, 차체 하부에 착설된 설빙이 낙하하면서 자갈을 비산시켜 철도차량과 선로에 피해를 주는 일이 발생한다.[1] 따라서 강설상황에서 철도차량에 부착되는 눈의 착설 여부를 파악하는 것은 중요하다. 그러나 실제 크기의 철도차량을 대상으로 착설실험을 하는 것은 비용적 측면과 환경조성에 제한되는 측면이 있다. 따라서 소형 모델을 이용하여 착설 매커니즘을 파악하는 것은 매우 의미가 있다.

따라서 본 논문에서는 착설실험을 하기 위해 눈 입자를 제작하여 강설상황과 저온환경을 모사할 수 있는 소형환경풍동을 구축하였다.

2. 본 론

2.1 실험 구축

강설환경에는 저온의 환경, 눈 입자, 빠른 유동이 필요하다. 따라서 저온의 환경을 조성하기 위해서 저온환경챔버를 이용하였고, 눈 입자를 제작하기 위해서 스노우메이커를 도입하였다. 마지막으로 빠른 유동을 위해 아음속풍동과 풍동 시험부 내로 눈을 투입할 수 있는 장비를 설계하여 제작하였다.

2.1.1 저온환경챔버

저온환경챔버는 최저 -30°C 의 환경을 만들 수 있기 때문에 겨울의 대기온도를 구현할 수 있다. 또한 Anti-icing/De-icing 성능 실험 인증과 관련된 SAE AS 5901A-2008[]에 의하면 실험을 진행할 테스트 챔버는 상대습도(Relative humidity)가 80% 이상의 조건을 만족해야 한다고 명시되어 있다. 실험 중, 온/습도 측정 결과, 일정한 저온환경과 80% 이상의 상대습도를 만족하는 것을 확인하였다.

† 교신저자: 서울대학교 항공우주공학과
(aerocfd1@snu.ac.kr)

* 서울대학교 항공우주공학과

** 한국교통대학교 교통대학원 교통시스템공학과

*** 서울대학교 항공우주신기술연구소

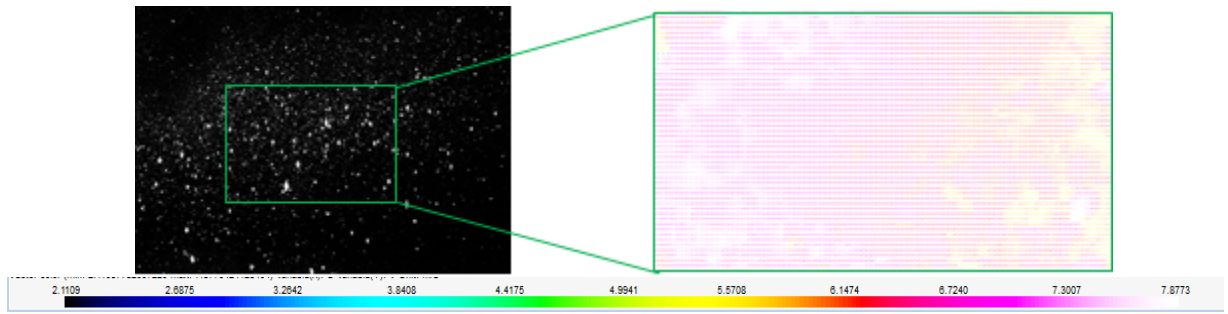


Fig. 3 Velocity Field of Snow in Particular Domain(Green Box)

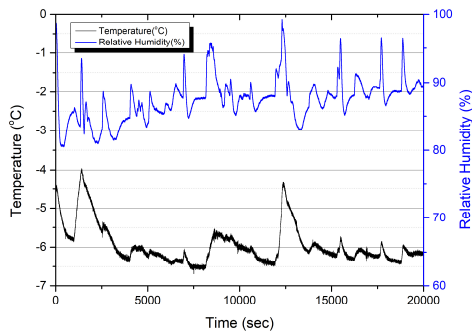


Fig. 1 The Distribution of Temperature and Relative Humidity in Low Temperature Climate Chamber

2.1.2 스노우메이커

눈 입자를 제작하기 위해서 한국엔지니어링웍스 社에 의뢰하여 스노우메이커를 제작하였다. 스노우메이커는 Meier[2]의 연구와 한국엔지니어링웍스 社에서 출원한 국내 특허를 이용하여 제작되었고, 수조온도, 외기온도에 따라 다양한 모양의 인공설을 제작할 수 있다. Fig. 2는 Meier가 제작한 인공 눈 입자 모양과 수조온도 30°C, 외기온도 -25°C에서 스노우메이커로 제작한 인공 눈의 모양을 비교하였다. Dendrite 형태의 입자 크기가 비슷한 눈 모양을 얻을 수 있었다.

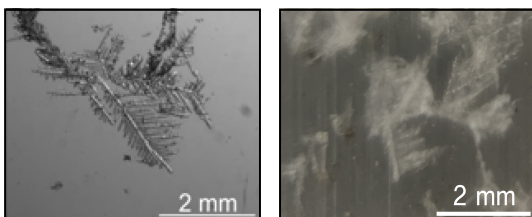


Fig. 2 Comparison of Artificial snow (Left : From Reference [2], Right : Made in Chamber)

2.1.3 눈 입자 속도 분포

아음속 풍동의 시험부에 눈 입자를 투입하여 유동과 혼합되어 강설상황을 모사하였다.

3. 결론

강설상황을 모사하기 위해서 소형환경풍동을 구축하였다. 저온환경챔버를 이용하여 일정 온도와 80% 이상의 상대습도가 유지되는 것을 확인하였고, 스노우 메이커를 이용하여 실제 눈과 흡사한 인공눈을 제작하였다. 또한, 눈 입자의 속도벡터를 이용하여 강설상황이 모사되는 것을 확인하였다.

후 기

본 연구는 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원 철도기술연구사업 (21RTRP-146018-04)의 지원으로 작성되었습니다.

참고문헌

- [1] H.B.Kwon, (2020) Study on Relationship between Weather Condition and Window Glass Damage by Accreted Snow for High-speed Train, *Journal of the Korean Society for Railway*, 23(2), pp.135-142
- [2] Meier, M. (2006). Produktion von naturidentischem Schnee (Master's thesis, ETH Zürich, Institut für Atmosphäre und Klima).