



김근영
강남대학교
도시공학과 교수
gykim@kangnam.ac.kr

JOURNAL OF DISASTER PREVENTION

겨울철 제설장비 현황과 발전방향

1. 겨울철 강설과 제설

우리나라에서 겨울철에 관찰되는 기상 현상의 하나인 눈(雪)은 기온이 섭씨 0℃ 아래로 떨어져, 구름 안의 물 입자나 대기 중의 수증기가 얼어서 결정화된 것을 의미한다. 눈은 상공의 기온이 낮아질 때 대기 중의 미립자 핵, 즉 빙정(氷晶)을 중심으로 높은 밀도에서 과냉각한 미세한 수증기가 표면에 승화하여 성장한 것으로 일반적으로는 직경 0.5~10mm 정도이지만, 큰 눈송이는 3cm 전후까지 커진다. 성장한 눈은 상승기류를 상회하는 중력이 눈송이에 작용하기 때문에 낙하를 시작하며 낙하 과정에서 눈송이끼리 맞부딪혀 더욱 크게 되기도 한다.

대설은 짧은 시간에 많은 양의 눈이 오는 기상 현상으로, 자연재해에 속하며 각종 피해를 유발한다. 기상학적 측면에서 보면 대설은 12시간에 10cm 이상의 신적설 또는 24시간에 15cm 이상의 신적설이 발생하는 것을 말한다. 대설에 의한 피해는 ① 눈이 많이 쌓여서 발생하는 적설 피해, ② 눈 압력에 의해서 발생하는 설압 피해, ③ 쌓인 눈이 가파른 경사면에서 미끄러져 발생하는 눈사태 피해, ④ 젖은 눈이 송전선이나 기타 가설물에 부착되어서 발생하는 착설 피해, ⑤ 도로 빙판화에 따른 교통사고 피해, ⑥ 대설발생 후 관리 소홀에 의한 피해 등 크게 6가지로 구분할 수 있다.

인간은 쾨펜(Wladimir Koppen)이 구분한 5개 지역 기후분류시스템 중 온대·아한대·한대기후 지역에 거주하게 되면서 겨울철 기후와 날씨의 단점을 극복하기 위해 노력하였다. 인간은 겨울철에 발생하는 독특한 현상인 추위와 눈의 강하, 결빙현상으로부터 자신의 생명과 재산을 보호하기 위해 지혜를 발휘하여 겨울철 안전을 위한 기술과 문명을 발전시켰다. 그러나 산업혁명시대가 도래하기 전까지 기술적·조직적인 도로제설작업이란 존재하지 않았고, 겨울철에 발생하는 강설과 결빙은 고지대와 가파른 도로구간에서의 수송과 통행을 중단시키는 주요 요인으로 작용하였다.

인류 역사에서 최초의 근대적 제설장비는 마차에 제설장비를 장착한 제설차량이다. 1840년 이 마차형 제설차량에 대한 최초의 특허가 승인되었고, 1862년 미국 밀워키시에서 처음으로 사용되었다.

미국의 헨리 포드는 포드 자동차회사(Ford Motor Company)를 설립해 1908년 근대적 자동차인 모델 T를 생산하기 시작하였고, 1913년 자동차 대량생산시대를 개막하였다. 도시민이 폭발적으로 자동차를 사용하면서 1914년 미국 클리블랜드시에 최초의 교통신호등이 설치되었고, 도로포장·교통신호시스템이 설치되기 시작하였다. 20세기 들어 전 세계적으로 인구가 도시로 집중하면서 1900년 세계인구의 불과 10%였던 도시인구가 1950년 세계인구의 1/3로 증가하였고, 2008년에는 세계인구의 절반을 도시가 점유하게 되었다. 도시인구의 성장으로 대도시가 출현하였고, 대도시의 교외화 현상으로 도시교통에서 승용차에 대한 의존도가 심해지면서 도시정부의 도로제설작업은 과거보다 더욱 그 중요성이 높아지게 되었다. 그 결과 자동차 산업의 한 특화분야로 겨울철 제설을 위해 전문화된 제설차량과 제설장비가 탄생하여 새로운 수요에 맞추어 발전하게 되었다.

2. 제설방법과 제설장비

제설은 주로 도로에 내린 눈을 제거하는 작업을 의미한다. 전세계적으로 제설을 하는 방법은 크게 밀어내기, 녹이기, 불어내기, 쓸어내기의 4가지로 구분된다.

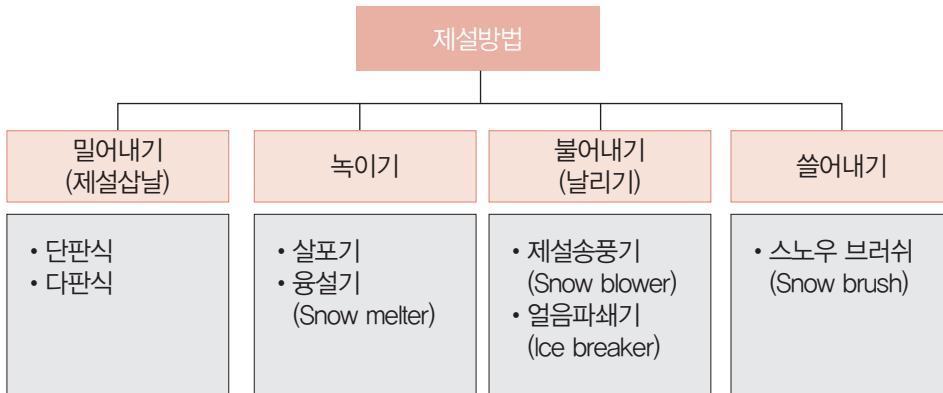


그림 1. 제설방법의 구분

가. 밀어내기

제설삽날 등의 제설장비 또는 도구를 차량에 부착하여 도로상에 쌓인 눈을 밀어서 제거하는 방법이다.



사진출처: Wikipedia(<http://de.wikipedia.org/wiki/Schneepflug>)

그림 2. 제설삽날을 차량에 장착하여 밀어내기 작업 수행

나. 녹이기

제설제·융설제를 도로에 뿌려 눈을 녹이는 방법으로 대개 제설차량을 이용하거나 융설시스템을 활용하여 수동 또는 (반)자동으로 제설작업을 수행한다. 차량을 이용하는 방법은 도로의 편경사, 횡단경사 및 양방향 2차로를 운행하는 차량으로 인해 제설제가 도로 전면에 골고루 비산될 수 있도록 살포기나 제설기를 덤프트럭이나 다목적 제설차량에 장착하여 제설제를 살포한다. 상습결빙지역이나 구조물, 터널의 진출입 부분 등과 같은 장소에는 액체분사, 도로하부 전열선(저항발열선) 등의 융설시스템을 설치하여 도로면 결빙을 예방하거나 강설 후 눈을 녹인다.



그림 3. 탈·부착식 살포기를 차량 적재함에 탑재하여 녹이기 작업 수행

다. 불어내기(날리기)

불어내기(날리기) 방법은 제설송풍기를 이용하여 눈을 멀리 날리거나 얼음파쇄기를 이용하여 도로면에 결빙되어 있는 얼음을 부수어 제거하는 방식이다. 제설송풍기를 이용한 제설작업은 철도(철로) 뿐만 아니라 도로와 산악지대에서 작업이 가능하며, 많은 양의 눈과 얼음을 제거할 수 있다.



a. SNOW BLOWER



b. SNOW BLOWER

라. 쓸어내기

비(Brush)를 이용하여 겨울철 도로에 쌓인 눈을 좌우 측면으로 쓸어내어 제거하는 방식이다.

제설하는 위의 4가지 방법 중에서 우리나라는 겨울철 강설 특성을 고려하여 주로 밀어내기와 녹이기를 중심으로 제설업무를 수행하고 있다. 과거에는 녹이기 중심으로 제설업무를 수행하였지만 최근에는 밀어내기를 통한 제설이 증가하고 있다.



그림 4. Snow Brush

3. 제설장비의 분류와 특성

제설장비는 겨울철에 주로 도로면에 쌓인 눈을 제거하는 장비를 말하며, 제설차량과 제설장비로 구분된다. 제설차량은 도로에서 제설작업을 수행하기 위해 투입되는 동력을 지닌 차량을 의미한다. 제설장비는 동력을 지니지 않고 차량 등에 부착하거나 인력에 의존하여 사용되는 장비 또는 도구를 말한다.

가. 제설차량

제설차량은 전용제설차량, 전문제설차량, 제설가능차량, 기타제설가능차량의 4가지로 대분류한다. 전용제설차량은 제설작업만을 수행할 수 있도록 제작된 차량으로 차량에 부착되어 있는 제설장비를 탈거하는 것이 불가능하거나 매우 어려우며, 주로 공항에서 활주로 제설작업에 사용되는 차량이다. 전문제설차량은 다목적 제설차량으로 독일 다임러크라이슬러사의 메르세데스-벤츠 트럭사업부에서 생산되는 특수차량인 유니목(UNIversal MOtor Garät)이 대표적이다. 제설가능차량은 트

럭, SUV, 덤프트럭 등과 같이 평상시에는 도로의 유지·관리 등 각 차량의 원래 목적대로 운행되거나 제설작업이 필요할 경우 차량의 정면에 특수 제작된 장착판을 부착하여 선택적으로 제설용 장비나 청소용 장비를 탈·부착하여 제설작업이 가능한 차량을 의미한다. 기타 제설가능차량은 인력으로 제설작업을 수행하는 경우 적재함에 제설제를 적재하여 운반하는 일반 화물트럭과 도로제설에서 상차작업을 위해 사용되는 건설기계장비(그레이더, 로우더, 백호우, 굴삭기 등), 농업용 트랙터 등이 포함된다.

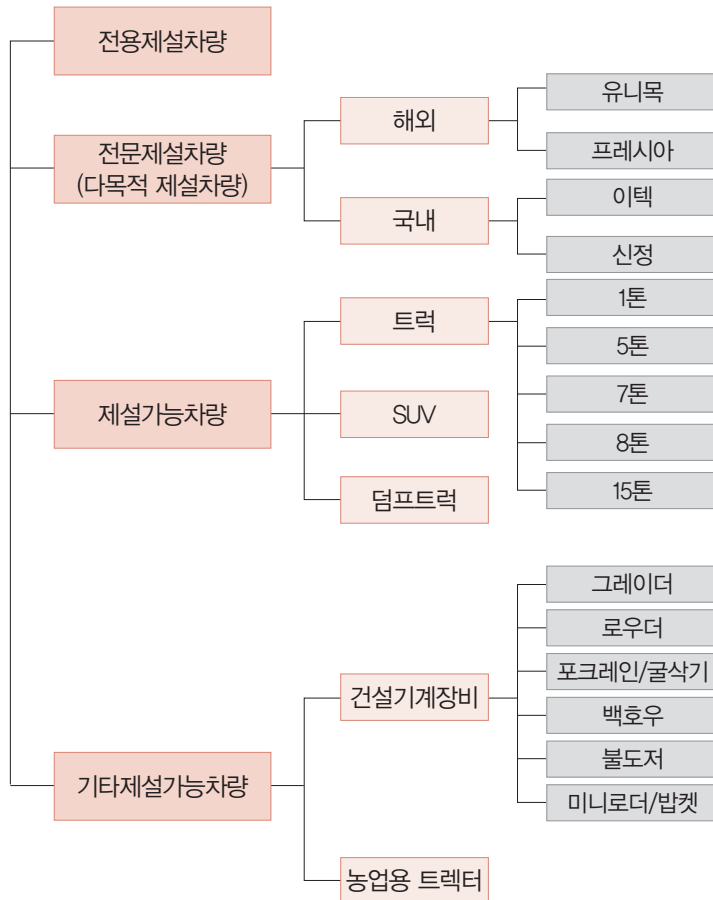


그림 5. 제설차량의 구분

제설작업에 활용되는 건설기계장비는 도로·활주로·제방 등의 건설현장에서 토사·자갈을 퍼거나 고르는데 주로 이용되는 그레이더와 토목·건축·건설현장에서 땅을 파는 굴삭작업 또는 토사를 운반하는 적재작업, 건물을 해체하는 파쇄작업, 지면을 정리하는 정지작업 등을 수행하는 굴삭기가 있다. 이 외에도 로더, 백호우, 불도저 등과 같이 건설현장에서 사용되고 있는 장비들이 제설작업에 투입이 가능하다.

나. 제설장비

제설장비는 제설삽날, 제설제살포기, 용설기, 제설송풍기, 얼음파쇄기, 스노우 브러쉬 등과 같은 제설기와 교반기, 저장조와 같은 제설지원장비, 낙가래, 삽 등과 같은 제설도구로 구분할 수 있다.



그림 6. 제설장비의 구분

제설삽날은 밀어내기 작업에 사용되는 장비로 정면 제설삽날(Front plow)과 측면 제설삽날(Wing plow)로 구분된다. 제설제 살포기는 일반차량의 적재함 등에 탈·부착하여 주행 중에 도로에 제설용 모래, 소금, 염화칼슘용액 등 제설제를 자동으로 살포함으로써 도로에 쌓인 눈을 제거하는 장비를 말한다. 최근에는 제설 작업효율을 극대화하기 위해 제설에 투입되는 차량의 전면부에는 제설삽날을 부착하고, 후면부에는 제설제 살포기를 장착하여 차량을 운용하기도 한다.

용설기(Snow melter)는 적설용해장치라고도 부르며, 용해탱크에 상차된 눈에 고온의 물을 분사

하여 1차적으로 용해하고, 탱크 내부로 침수시킨 후 고온의 물을 순환시킴으로써 많은 양의 눈을 신속하게 녹이는 장치다. 기본적인 작동원리는 저장탱크에 설치되어 있는 버너를 이용하여 물을 가열하고, 송풍기에 의해 고온의 물을 비산시켜 눈을 용해한 후, 섭씨 3~5℃의 온도로 유지되는 용해수가 저장탱크에 일정수준으로 차게 되면 넘치는 용해수가 관을 통해 배출되는 것이다. 국내에서는 (주)이텍산업에서 2005년 캐나다에 이어 세계에서 두 번째로 LPG와 등유를 사용하는 적설용해장치를 개발하였으나 현재 시간 당 30톤의 처리능력을 갖춘 고정식 장치만 개발하고 도시부 도로제설에는 크게 활용되고 있지는 않다.

제설송풍기(Snow blower)는 도로에 쌓인 눈을 멀리 날려 보내 제설작업을 수행하는 불어내기용 장비이다. 얼음파쇄기(Ice breaker)는 노면이 적설로 인해 결빙된 경우에 얼음을 파쇄시키기 위해 트럭 등 차량에 부착하여 사용하는 불어내기용 장비이다. 스노우 브러쉬(Snow brush)는 트럭에 부착하여 도로 위에 쌓인 눈을 좌측 또는 우측 가로변으로 쓸어내어 제설작업을 수행하는 장비이다.

제설지원장비는 교반기와 저장조가 있으며, 교반기는 액상 제설제인 염화칼슘용액을 제조하여 저장조에 저장하였다가 습염식 살포기에 공급하는 설비다. 교반기는 제설작업의 효과를 높이기 위해 제설제를 고체(모래, 염화칼슘, 혼합)로 살포하는 방식, 고체소금과 염화칼슘 용액을 동시에 살포하는 습염식 살포로 변경시키는 장치로 비유점감의 효과와 효율성이 높은 선진형 제설방법을 수행한다. 저장조는 염화칼슘용액 등 액상 제설제를 제조하여 저장해두는 탱크로, 제설작업에서 습염식 살포장비에 용액을 자동으로 공급하여 보다 신속하게 제설하기 위한 장치다.

제설도구는 너가래, 삽, 빗자루 등 도로의 제설을 위해 사람들이 사용하는 장비를 의미한다.

4. 겨울철 제설장비 발전방향

우리나라에서 대설은 풍수해(태풍·호우) 다음으로 재산피해가 많은 재난이다. 지난 10년(2005~2014년) 동안 우리나라에서는 2014년도 환산기준으로 연평균 879억원의 재산피해가 발생하였다. 대설재난의 피해로 가장 큰 것은 교통두절·혼잡으로 인한 도시활동의 마비이며 그 다음으로는 농·어업 피해, 건축물 붕괴피해, 제설제로 인한 환경피해 등이다. 이 글에서는 도로제설에 매우 중요한 요소인 제설장비에 대한 현황 파악을 통해 다음의 정책개선 방향을 제시한다.

첫째, 우리나라에서는 제설장비에 대한 법적 정의와 규정이 불명확하여 이를 명확히 할 필요가 있다. 우리나라에서는 그동안 제설장비·제설차량·제설기 등의 용어에 대한 정의가 명확하게 제시되지 않아 정부부처와 기관에 따라 다른 의미로 사용되었다. 따라서 이 글에서 제시한 분류에 따라 각 용어에 대한 정의를 법조문에 명기하여 명확하게 할 필요가 있다.

둘째, 제설차량·장비·자재에 대한 불명확한 용어와 분류기준으로 인하여 그동안 어려웠던 정부기

관과 지자체가 보유한 제설차량·장비·자재에 대한 현황과 사용실적에 대한 파악이 필요하다. 이를 위해 명확한 용어와 분류기준이 적용된 제설차량·장비·자재 관리시스템을 개발해 운용할 필요가 있다. 이러한 관리시스템이 구축되면 제설차량·장비·자재에 대해 보다 경제적이고 효율적인 활용이 가능해질 것이다.

셋째, 제설차량·장비·자재 관리시스템을 통해 공공기관과 지자체의 제설관련 업무가 보다 효과적으로 이루어질 수 있도록 정책이 개발되고, 지자체별로 전문적인 제설계획의 수립이 제도화되어 시행될 필요가 있다.

넷째, 지난 10년간 우리나라의 제설차량·장비·자재 관련 기업의 발전을 위해 보다 체계적인 모니터링이 이루어질 필요가 있다. 전 지구적 기후변화로 인해 우리나라에서는 새로운 강설패턴이 발생하고 있으나 제설차량·장비·자재 관련 산업에 대한 관심 부족으로 제설차량·장비·자재 관련 기업에 대한 지원이 미흡하였다. 따라서 이제는 방재산업의 일환으로 우리나라 제설차량·장비·자재 관련 기업의 목소리에도 귀 기울일 수 있는 민관협력체계가 구축될 필요가 있다.

다섯째, 낙후된 우리나라 제설 관련 전문성을 향상시키기 위한 전문인력 양성 및 활용방안이 필요하다. 이러한 제설차량·장비·자재 관련 전문인력에는 제설차량·장비·자재 개발인력, 운용·수리인력, 제설 교육·훈련 인력 등이 포함되며 전문화된 교육체계와 과정이 요구된다.

겨울철에 활용되는 제설장비는 전 지구적 기후변화시대에 방재산업의 새로운 먹거리를 창출할 수 있는 기술집약형 설비다. 선진국에서는 현재 최적의 도로제설을 위해 IT기술을 접목한 도로제설장비를 개발하여 적용하고 있다. 우리나라가 보유한 첨단 IT기술을 도로제설차량과 장비에 접목해 방재산업분야에서 글로벌 히든 챔피언 기업을 육성할 때다.

참고문헌

김근영외(2012) 기후변화를 고려한 폭설 인명피해 최소화대책 및 최적 도로제설시스템 개발 (NEMA-자연-2011-51), 자연재해저감기술개발사업단 연구보고서, 소방방재청

김근영외(2015) 지역별 특성을 고려한 맞춤형 제설대응체계 구축 연구(MPSS-자연-2014-72), 자연피해예측및저감연구개발사업단 연차평가보고서, 국민안전처