

사례조사를 통한 제설전진기지 시설기준에 관한 연구

Planning Guidance for Snow Control Material Storage Facilities Based on Case Studies

김근영¹

김희재¹

박우열^{2*}

Kim, Geun-Young¹

Kim, Hee-Jea¹

Park, U-Yeol^{2*}

Department of Urban Engineering, Kangnam University, Yongin-Si, Kyoungki, 16979, Korea ¹

Department of Architecture Engineering, Andong National University, Andong-Si, Kyoungbuk, 36729, Korea ²

Abstract

The snow control storage facilities have the physical requirements that are an anti-icing and deicing operations. They are efficiently and quickly performed, and composed of a vehicle depot for the snow removal equipment and truck, anti-icing and deicing chemical storages, and the control utilities. This study is to investigate the planning guidance of foreign countries, and the actual conditions of the snow control chemical storage facilities for expressway, the national highway and the local road, and is to suggest the planning guidelines. As some of the authorities have no fixed structures for the snow control storage, this study analyze the 5 cases constructed lately. From the result of the case studies, the operations performed in the snow control storage facilities and drawback of the facilities are analyzed with respect to layout, size, plan, and structure, and the improvement planning guidance is also suggested.

Keywords : snow removal, snow control material facilities, heavy snow

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 기후변화에 의한 기상이변이 증가하면서 폭설, 홍수 등으로 인한 자연재해가 증가하고 있고 도로의 경우 겨울철 제설작업 활동이 재조명받고 있다[1]. 동절기의 어는 비(Freezing rain)나 육안으로 식별하기 어려운 투명한 얼음막인 블랙 아이스(Blace ice)는 교통운영 및 안전측면에서 매우 위협적인 요소이며, 동절기 가장 기온이 낮은 새벽, 아침 출근 시간대에 교량, 도시부 고가도로, 터널 출입부

등의 사전대응은 필수적이다[2].

현재의 제설작업은 기상청 강설예보에 따라 미리 대기한 제설차량이 제설제를 살포하는 방식으로 이루어지는데, 제설작업을 신속하게 수행하기 위해서는 필요한 제설차량 및 장비, 제설자재를 구비하고 이것들을 신속하고 효율적으로 공급할 수 있는 지원 시스템을 구축할 필요가 있다. 제설전진기지는 이와 같은 제설 지원 시스템의 물리적인 제반요건으로서, 제설대상 도로 구간에 필요한 제설 차량 및 장비를 보관한 차고와 제설제를 비축한 창고, 비상시 신속하게 제설작업이 진행될 수 있도록 정보전달 및 파악이 가능한 관리시설, 작업자의 휴게 및 숙식시설 등을 구비한 물리적 시설물을 제설전진기지로 정의할 수 있다.

우리나라 도로관리기관은 도로의 위계에 따라 한국도로공사와 국토관리청, 지자체로 나눌 수 있다. 고속국도의 경우 설계단계에서 고속도로 제설작업이 원활하게 이루어

Received : June 20, 2016

Revision received : July 5, 2016

Accepted : July 19, 2016

* Corresponding author : Park, U-Yeol

[Tel: 82-54-820-5897, E-mail: wupark@anu.ac.kr]

©2016 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

질 수 있도록 구간을 적절히 나누어 제설전진기지를 계획하고 있으며 설치규격도 보유하고 있다. 그러나 최근 설치된 제설전진기지 사례를 조사한 결과 일반 국도 및 위임도를 위해 설치되는 제설전진기지는 설계가이드라인이나 설치기준이 없으며, 주로 기존 시설 사례와 담당자의 경험적 판단에 따라 계획되는 것으로 나타났다. 또한 지자체의 경우 창고형태의 전진기지가 없고 야외에 제설제를 보관하고 있는 경우도 많은 것으로 나타났다. 그러나 제설작업은 추운 겨울철 야간에 작업이 이루어지는 경우가 많기 때문에 작업자의 작업환경 및 안전을 고려하여 실내작업 작업이 가능한 시설을 확충할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 제설전진기지의 시설기준을 마련하기 위한 기초적 연구로서 해외의 기준을 고찰하고 최근 국내에서 설치된 전진기지의 사례를 조사하여 분석하여 제설전진기지의 계획시 고려사항을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

우리나라 도로관리기관은 도로의 위계에 따라 한국도로공사와 국토관리청, 지자체로 나눌 수 있다. 각 기관별로 전진기지에 대한 용어가 통일되어 있지 않아 제설창고, 전진기지, 발전기지 등으로 혼용되고 있다. 여기서는 각 관리기관별도 통일되어 있지 않은 용어를 제설전진기지로 통일하여 관련 규정 및 시설 현황을 고찰한다.

도로제설을 효율적으로 실시하기 위해서는 목표로 하는 관리수준을 만족할 수 있도록 도로구간을 구획하여 제설기계 배치계획을 정하고 이를 지원할 수 있는 전진기지를 배치하는 것이 필요하다[3]. 그러나 제설기계 배치계획은 건축 시설물의 범위를 벗어나기 때문에 본 연구에서는 시설기준에 관한 것으로 범위를 한정한다.

제설 전진기지는 크게 세 가지 시설-제설장비 창고, 제설제 창고, 사무시설 및 휴게시설-로 구성된다. 제설전진기지 구축을 위해 결정해야 할 중요한 요소는 필요시설의 종류 및 규모, 배치 등이다. 앞에서 기술한 바와 같이 현재의 제설작업은 미리 대기한 제설차량이 제설제를 살포하는 방식으로 이루어지기 때문에 차고나 사무시설보다는 제설제 창고의 위치와 시설이 제설작업에 많은 영향을 미친다고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 제설전진기지 중 제설제 창고를 중심으로 해외의 기준을 고찰하고 최근 국내에서 설치된 전진기지의 사례를 조사 분석하여 제설전진기지의 설계시 고려사항을 제시한다.

2. 국외 제설전진기지 관련 규정

2.1 미국

2.1.1 미국연방도로관리청

제설관련 시설은 제설관련 약제의 저장고, 염수 제조설비, 살포기 등의 장비 창고 등이 필요하다. 이와 관련하여 미연방도로관리청[4]은 약제 저장창고의 개수 및 위치 결정시 고려사항으로 다음과 같은 항목을 들고 있다.

- ① 살포 작업의 최대 허용 사이클 타임
- ② 해당 도로 구간의 서비스 수준
- ③ 교량 및 터널, 교차로 등 특별 시설
- ④ 살포기의 최대작업범위

앞의 세 가지 항목은 저장 창고의 개수를 결정하는데 매우 중요하며, 살포기의 살포 거리와 범위는 기술 개발 등에 따라 확장될 수 있기 때문에 차후 통합될 수 있다. 살포기의 최대작업범위는 자재창고 개수와 지리적인 배치를 결정하는데 매우 중요하다. 약제 창고의 숫자 및 지리적인 위치는 주기적으로 검토할 필요가 있다. 특정 위치에 있는 보관 약제의 유형은 신기술 개발 혹은 담당 기관의 관할구역 조정 등에 의해 변동될 수 있다.

자재창고의 용량의 경우 영국이나 유럽에서는 매년 평균 사용량의 1내지 1.5배 정도를 비축하도록 하고 있으며, 미국에서는 추정된 평균 소요량의 100%를 저장하고 있다.

2.1.2 미국소금협회

소금¹⁾협회(Salt Institute)에서는 적합한 저장 부지 선정을 위해 고려할 요인으로, 안정성, 접근성, 합법성, 청결성, 경제성, 배수시설을 제시하고 있으며, 이들 항목의 절반은 대지의 환경적 측면에 대한 것이며, 나머지는 창고의 진출입과 관련된 트럭의 교통흐름과 관련된다.

소금협회(Salt Institute)[5]에서는 덮개가 있는 영구적인 구조물에 보관하는 것을 권장하고 있다. 제설제를 외부에 보관할 경우 습기를 흡수하거나 빗물에 녹아 침출수로 토양을 오염시킬 수 있으며, 나머지 껍질 찌꺼기가 쓰레기가 되거나 살포기의 고장을 유발할 수 있기 때문이다.

또한 소금이 지표면으로 침투하는 것을 막기 위해 불투

1) 여기서의 소금(Salt)은 염화나트륨, 염화칼륨, 염화칼슘, 염화마그네슘, 그리고 이와 같은 물질을 고형이나 액체 형태의 화합물로서 1% 이상 함유한 수용액 및 혼합물을 포함한다[5].

수성 패드(Pad) 위에 저장 및 혼합, 상차작업을 하도록 규정하고 있다. 패드는 필요한 소금을 저장할 수 있을 뿐 아니라 트럭, 로더 및 기타 장비가 그 위에서 충분히 작업할 수 있을 정도로 충분히 넓어야 하며, 하중을 부담할 수 있도록 충분한 두께를 확보해야 한다. 따라서 아스팔트나 콘크리트 재료를 권장하고 있다. 또한 적절할 구배(1-2%)를 확보하여 소금물을 적절히 집수하도록 규정하고 있다.

이와 같은 기준을 바탕으로 미시건주나 오하이오주에서는 소금이나 소금기가 있는 빗물이 공공 하수도나 지표면으로 유입되지 않도록 설계, 시공, 유지관리되도록 규정하고 있다[6,7].

자재고의 용량의 경우 과거 5년이나 10년간의 평균 소요량을 바탕으로 전년도의 기후조건 및 주변환경을 감안하여 계산하도록 권장하고 있다. 여기에 필요한 창고면적을 계산하는 방식은 소금을 벌크형으로 저장할 경우 자연상태로 붕괴되지 않는 휴식각 32°를 바탕으로 원추형 저장용량을 계산한다. 용량 계산에 사용되는 소금의 밀도는 평균 1281.4kg/m³로 제시된다. 국내의 경우 포대에 담긴 소금을 수직으로 적재하기 때문에 단위 중량의 소금을 저장하는데 필요한 용적은 21.06m³/ton으로 계산할 수 있다.

염수 저장 설비를 외부 혹은 내부에 둘 것인지 결정하는데 중요한 요인은 수용액의 동결 온도 및 그 지역에서 예측할 수 있는 최저온도이다. 만일 그 지역의 최저온도가 수용액의 동결온도보다 낮다면 내부에 설치하는 것이 바람직하다. 만일 실내 보관이 불가능하다면 동결온도보다 용기의 온도를 높일 수 있도록 외부 보관용기에 수중히팅 혹은 지열 등을 이용할 필요가 있다.

염수용액은 저장용기로부터 트럭에 적재된 살포기에 어떻게 운반할 것인지를 고려할 필요가 있다. 가능하다면 트럭이 후진하지 않고 저장 창고 옆에 딸 수 있는 구조가 바람직하며, 연결호스의 색을 구분하는 것이 좋다.

2.2 일본

우리나라의 국토교통부 산하 지방국토관리청과 같은 기관으로서 호쿠리쿠(北陸) 지방정비국에서는 대지면적에 대하여 제설차의 진출입이 원활하게 될 수 있도록 형상과 규모를 결정해야하며, 제설제 창고의 규모를 동결방지제 한 포대당 1,000kg을 표준으로 다음과 같이 제시하고 있다.

- ① 입구 : 8.0m
- ② 깊이 : 차고와 일체로 정비하는 경우는 15.0m, 단독

으로 정비하는 경우는 10.0m 정도

- ③ 중이층에서 작업시의 낙하방지를 고려하여 난간은 고정하고, 크레인으로 매달아내리는 동결방지제는 고정난간의 상부를 왕복할 수 있도록 한다.
- ④ 동결방지제를 3일 정도 수납할 수 있는 것으로 한다. 제설제 창고를 단독으로 정비하는 경우, 동결방지제 납입시에 사용하는 트레일러를 사용을 고려하여 건물 전체의 깊이를 연장하거나 배면의 벽에 셔터를 부착하는 것 등을 검토한다.

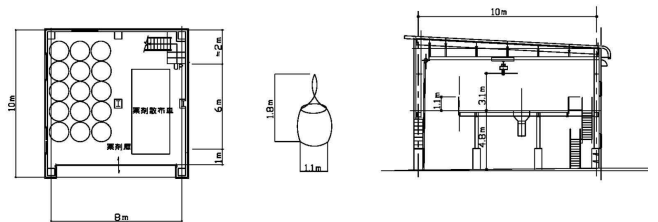


Figure 1. Plan and section of the independent chemical storage

3. 제설전진기지 작업

3.1 제설제 살포방식

제설제는 용설제와 마찰제로 구분되는데 용설제는 염화칼슘이나 소금 등 눈과 반응하여 발열이나 흡열 반응을 일으켜 눈을 녹이는 재료이다[2]. 현재 고속도로 등의 제설작업은 염화칼슘 수용액에 소금을 적서 살포하는 습염살포방식[2]이 주로 활용된다[1]. 통상 3cm 미만 강설시 염화물(염화칼슘 수용액+소금)을 뿌려 쌓인 눈을 녹이며, 10cm 미만 적설시 리무빙과 염화물 살포를 동시에 실시한다.

마찰제는 모래나 모래와 용설제를 혼합한 것으로서, 시가지에 살포할 경우 배수구가 막히거나 차량 파손 등에 의해 민원이 제기되는 문제가 있어 시외 지역의 일부구간을 제외하고 지양되고 있는 방식이다[2].

3.2 제설전진기지 작업

본 절에서는 제설작업이 실제 진행되는 현장을 방문하여 제설전진기지에서의 이루어지는 작업을 분석하였다.

제설작업을 지원하기 위해 제설전진기지에서는 염수제

2) 이 방식은 염화칼슘 수용액이 눈과 반응하여 신속히 눈을 녹이고(신속성), 고체 소금이 지속적으로 반응하여 재결빙을 방지(지속성)하는 원리를 이용한 것이며, 고상소금을 용액으로 적심으로서 노면 부착성 향상 및 바람이나 차량에 의해 날림을 방지하는 효과도 있다[1].

조 및 저장, 염수 주입, 소금 상차의 작업이 이루어진다. 습염식 살포는 물과 염화칼슘을 7:3 비율로 교반기에 섞은 다음 소금과 염화칼슘 용액을 7:3으로 혼합하여 살포기로 살포한다[8]. 제설작업이 진행되는 동안 제설전진기지에서는 교반기로 염화칼슘 수용액을 섞어 저장탱크에 저장하는 작업이 지속된다. 염수교반설비를 내부에 비치하는 이유는 염수 교반에 통상 2명의 작업원이 필요하고 대략 30분 내외의 시간이 필요하기 때문에 강설시에 외부에서 작업할 경우 작업이 매우 어렵고, 동결우려가 있기 때문이다. 교반된 염수는 외부에 설치된 탱크(통상 20,000ℓ)에 저장되는데, 저장탱크의 용량과 주입구 개수는 제설속도에 많은 영향을 미친다.

소금 상차 작업은 전진기지 내부나 외부에서 이루어지며, 내부에서는 크레인을 이용하고, 외부에서 작업할 때는 굴삭기로 소금 포대를 들어 올린 후 포대 아래 부분을 낮으로 절개하여 적재한다. 외부작업시 작업자나 운전자가 차량 위에 올라가 절개할 경우 노면이나 차량의 상부가 미끄럽기 때문에 안전사고의 위험이 높은 것으로 판단된다.



Figure 2. Operations loading salts



Figure 3. Operations mixing and injecting the salt brine



Figure 4. Outdoor storages(left), brine mixer, and tank(right)

4. 제설전진기지 실태 분석 및 계획시 고려사항

제설전진기지 시설 실태를 분석하기 위하여 방문한 기관은 총 12곳이며, 2015년 12월부터 2015년 2월에 걸쳐 한국도로공사 지사 한 곳(대관령지사), 국토관리사무소 두 곳(원주, 영주), 지방자치단체 아홉 곳(강릉, 문경, 부산, 서산, 서울, 안동, 창원)을 방문하였다. 고속도로 및 국토관리사무소를 제외한 지방자치단체의 경우 야외에 야적하거나 가설 지붕형태의 간이식 창고에 보관하고 있는 경우가 여섯 곳이나 되어 최근 준공되어 도면이 구비된 기지를 대상으로 분석하였다.

사례조사 결과 일부 지자체의 경우 예산 및 부지 확보의 어려움 때문에 용설제를 옥외에 보관하고 있었으며, 도심지에서는 전진기지가 혐오시설로 인식되어 인근 시민들의 이주 민원이 제기되어 있는 실정으로 부지 확보에 어려움을 겪고 있다. 미국 연방도로관리청에서는 다양한 이유로 고체 약제를 덮개가 있거나 실내에 저장하도록 규정하고 있다 [4]. 강설시 제설작업을 위해 포장을 벗겨내 작업할 경우 습기를 흡수할 수 있고 고형화될 수 있다. 실제로 고형화된 염화칼슘 등을 살포하면 장비가 고장을 일으킬 수 있으며, 살포된 고형분이 주행차량에 손상을 일으켜 민원이 제기되는 경우도 있으므로 옥내에 보관해야 할 것으로 판단된다. 또한 제설작업은 주로 야간이나 새벽에 이루어지기 때문에 작업자의 안전이나 작업환경의 측면에서도 전진기지 시설의 구축이 시급한 것으로 판단된다.

4.1 배치

고속국도는 설계시 제설작업이 원활하게 이루어질 수 있도록 구간을 적절히 나누어 제설전진기지를 계획한다. 한국도로공사의 제설전진기지 배치는 관리지사 및 나들목 위치 고려 30km 내외를 표준으로 하고 있다. 이는 예비살포시 제설차량의 속도를 약 60km/h로 계산하였을 때 한 시간 정도에 왕복할 수 있는 거리로 추정할 수 있다.

고속국도와는 달리 일반국도는 국도설계시 제설전진기지 등을 고려하지 않고 필요에 따라 예산집행에 의해 설치된다. 제설전진기지의 배치 및 규모에 대해서는 특별히 정해진 기준이 없으며, 적절히 분산된 장소에 설치하고 있는 실정이다. Figure 5는 국토관리사무소에서 제설기지를 설치한 사례로서 예산범위에서 적정한 대지를 구입한 후 배치된 사례이다. 지자체의 경우 창고를 구간별로 설치하는 것은

부지확보 및 예산상 매우 어려우며, 창고별로 최소 관리 인원을 배정해야 하기 때문에 운영 비용이 높아지는 문제가 있다. 또한 지자체의 경우 제설차량의 이동거리 및 살포작업의 사이클 타임 등을 고려하여 최적 부지를 선정하는 것이 바람직하나, 시가지의 지가가 높고 주민들이 혐오시설로 인식하여 외곽의 시유지 등에 설치되는 것으로 나타났다.

따라서 일반국도의 경우 고속국도와 마찬가지로 설계단계에서 제설전진기지의 위치 및 규모를 포함하여 계획하는 것이 바람직하다고 판단된다. 제설전진기지는 비교적 넓은 부지를 필요로 하고 혐오시설로 인식되는 등 시가지 내에 설치하는 것이 어렵고 예산상의 한계도 있기 때문에 설계단계에서부터 계획하는 것이 바람직할 것이다. 따라서 대지형상은 제설차량의 진출입이 원활하게 될 수 있는 형상으로 하고 필요한 작업공간을 충분히 확보할 수 있는 면적으로 할 필요가 있다. 또한 작업이 신속하게 이루어질 수 있도록 출입구를 배치하고 대지내의 차량회전 등 효율적인 차량동선이 될 수 있도록 건물을 배치할 필요가 있다.

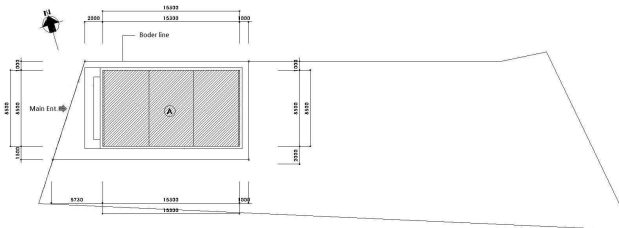


Figure 5. Layout of snow control material storage : Case C



Figure 6. Snow control material storage : Case B

4.2 규모

한국도로공사는 기존 제설제 창고의 설치 규격 기준을 보유하고 있으며 최근 이를 상향 조정하였다. 다설지역 지사간 경계 및 제설제 대량 보관을 위해 특별히 필요한 곳을 대상으로 S형을 신설하였으며, 경기, 강원, 충청, 호남권의 본선(나들목) 설치분을 규격을 기존 C형에서 B형으로 상향 조정하였다. 비교적 제설강도가 낮은 경남권 지사간 경계

및 나들목에도 D형을 설치하도록 상향 조정하였다.

방문 조사한 고속국도의 제설전진기지는 기존 규격인 40×15m였으며, 천정에 2.8ton크레인을 갖추고 있다. 고속국도 제설제 창고의 특징은 제설제를 신속하게 적재하기 위해 내부크레인을 이용하지 않고 페이로더를 사용하는 점이다. 페이로더로 쉽게 상차할 수 있도록 제설차량이 정차하는 위치를 낮게 만들어 단차를 두었으며 소금을 적재하거나 염수를 주입할 때 차량이 후진하지 않고 원활하게 순환할 수 있도록 배치한 것이 특징이다.

Table 1. Guides for the snow removal chemical storage facilities of the national highway

Type	Size (length×width)	Target area	Site (length×width)
S type	45×15M	- special area for the snow removal chemical storage - border area of branch (heavy snow fall region)	50×50M
A type	30×15M	- Kyeonggi, Kangwon, Chuncheong, and Honam zone branch - Kyeongbuk zone branch - border area of branch (general region)	40×50M
B type	25×15M	- independent usage of Kyeonggi, Kangwon, Chuncheong, Honam zone branch	35×50M
C type	20×15M	- Kyeongnam zone branch - independent usage of Kyeongbuk zone branch	30×50M
D type	15×15M	- border area or independent usage of between Kyeongnam zone	25×50M



Figure 7. Snow control material storage of the highway

Table 2는 일반국도 이하의 전진기지 사례를 나타낸 것이다. 네 가지 사례 중 평균 강설량이 가장 많은 지역은 B이지만 A나 D지역보다 전체 용량이 작게 계획되었다. 면담 결과 책정된 예산이 필요한 시설규모보다 작아 창고를 계획안보다 작게 건설하여 필요한 제설제를 모두 창고내에 보관하지 못하고 외부에 적재하고 있는 것으로 나타났다.

제설제를 외부에 보관할 경우 습기에 의한 침출수로 토양을 오염시킬 수 있기 때문에 가급적 필요한 제설제를 모두 실내에 보관할 수 있도록 계획하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 필요한 면적은 소금협회에서 제시하는 용적의 기준값 21.06m³/ton으로 계산할 수 있으며, 소금 적재 작업, 염수교반 작업을 감안하여 충분한 작업공간을 확보할 수 있는 규모로 한다.

Table 2. Cases of material storage facilities

	Case A	Case B	Case C	Case D
Building size(m)	27.5×15.6	25.0×12.5	15.3×8.5	25.0×15.0
Area (m ²)	429	312.5	130.05	375
Eaves height(m)	10.2	10	9	13
Side of main entrance	longer side	shorter side	shorter side	shorter side
Entrance size(m) (width×height)	5×5	5×5	5×6	6.7×4.4
No. of the front entrance	2	1	1	2
No. of the rear entrance	0	1	0	0
Height of the concrete wall(m)	3	3	1	3
Thickness of the concrete wall(mm)	200	200	120	200
Capacity of brine mixer(ℓ)	4,000	4,000×2	-	4,000
Volume of brine tank(ℓ)	60,000	60,000	-	20,000

또한 내부에 크레인을 설치할 경우 1톤 용량의 포대에 저장된 제설제는 최대 6포 높이까지 적재할 수 있기 때문에 6m 높이 포대를 내부 크레인으로 인양할 수 있도록 충분한 높이를 확보할 필요가 있다. 창고의 규모나 개구부의 크기는 제설제 운반차량이나 제설작업차량이 창고 내부에 진입하여 원활하게 작업할 수 있도록 충분히 크게 계획하며, 개구부의 폭과 높이 모두 최소한 5m 이상을 확보한다. 평면의 깊이는 작업차량이 내부로 완전히 진입할 수 있도록 최소 10m 이상을 확보한다.

4.3 평면

제설전진기지의 평면은 직사각형 형태의 단순한 구조로 되어 있다. 그러나 염수 교반설비나 저장탱크의 위치, 제설제의 상차 방식에 따라 작업효율은 차이가 날 수 있다. B 지역의 사례는 Figure 7과 같이 장변방향으로 앞뒤 출입구

를 설치하여 실내로 진입한 제설차량의 제설제 상차가 완료 되면 직진하여 나가는 방식으로 계획하였으나 계획된 창고 면적이 좁고 창고 내부에 적재 가능한 제설제 용량이 적어 계획대로 활용되지 못하는 실정이다. A 사례의 경우는 장변방향에 출입구 두 개를 설치하여 실내에서도 제설제 상차가 가능하도록 하였으나 규격이 큰 제설차량의 경우 신속한 상차가 어려워 실외에서 백호우를 이용하여 상차하는 방식을 병행하고 있었다. 따라서 고속국도와 같이 차량이 후진하지 않고 창고 외부로 순환하여 원활하게 작업할 수 있도록 계획할 필요가 있을 것이다.

조사대상 제설전진기지의 대부분은 실내에 염수교반설비를 설치하고 완성된 염수를 외부 탱크에 저장하는 방식을 취하고 있었다. 강설지역인 B의 경우 창고 내에 염수제조설비를 두 개나 갖추고 저장탱크 또한 큰 용량을 구비하여 연속적인 작업에도 대처할 수 있도록 한 것이 특징이다. 그러나 A의 경우 Figure 8을 보면 염수교반설비가 출입구 좌측면에 위치하고 있어 제설차량과 작업원의 이동이 빈번한 동선위로 크레인을 이용한 제설제 이동 동선이 겹쳐지기 때문에 안전사고의 위험이 있다. 따라서 작업차량이나 작업원의 이동동선 위로 화물을 적재한 크레인의 이동동선이 겹치지 않도록 계획할 필요가 있다.

4.4 구조체

소금협회에서는 지표면으로 침투하는 것을 막기 위해 불투수성 패드(Pad) 위에 저장 및 혼합, 상차작업을 하도록 규정하고 있다. 그러나 Figure 3에서 보는 바와 같이 작업공간 전체에 바닥 콘크리트를 시공하지 않은 사례의 경우에는 염수 주입시 누수되거나 흘러넘친 염수가 토양에 스며들기 때문에 계획단계에서 작업공간 전체 바닥을 포장하도록 계획할 필요가 있다.

또한 사례 C를 제외한 사례 모두 저층부에 두께 200인 콘크리트 벽체를 3m 설치하였는데, 포대로 적재된 제설제가 무너질 수 있다는 점을 감안할 때 바람직한 것으로 사료된다. 1톤 용량의 포대에 저장된 제설제는 최대 6포 높이까지 적재할 수 있기 때문에 6m 높이의 포대가 전도될 때의 하중을 고려할 필요가 있다. 또한 포대가 아닌 벌크식으로 적재할 경우에도 대응할 수 있기 때문에 콘크리트 내력벽을 일정 높이까지 설치하는 것이 바람직할 것이다.

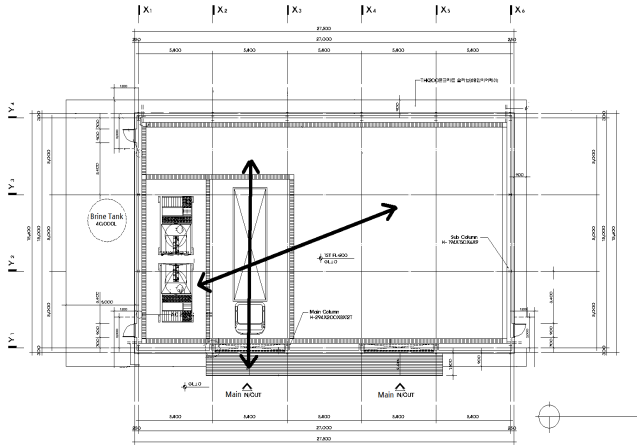


Figure 8. Plan : Case A

Table 3. Guides for the snow removal chemical storage facilities

Item	Guides
Site	<ul style="list-style-type: none"> - The shape of site should permit easy access of trucks, loaders and other equipment, and the size of site should be large enough to provide maneuvering room. - The entrance of site should be designed to permit easy operations, the material storage should be placed to permit the efficient flow of trucks, loaders, and other equipment.
Size	<ul style="list-style-type: none"> - The size of material storage and the entrances should be large enough for their average annual material usage, and enough to permit easy operations mixing and injecting the salt brine, and loading salts. - The width and height of the entrance should be 5m or over. - The depth of material storage should be 10m or over.
Plan	<ul style="list-style-type: none"> - The floor plan should be designed to permit easy operations mixing and injecting the salt brine, and loading salts, to consider safety of the moving route of upper crane.
Structure	<ul style="list-style-type: none"> - The impervious pads of concrete or asphalt should be constructed to prevent salt from infiltration into the subsurface, and should be large enough to contain the salt and provide maneuvering room for trucks, loaders, and other equipment. - The wall structures of material storage should be strong enough to bear the load applied by piled salt.

5. 결 론

본 연구는 제설전진기지의 시설기준을 마련하기 위한 기초적 연구로서 해외의 기준을 고찰하고 최근 국내에서 설치된 전진기지의 사례를 조사하여 분석하였으며, 이를 바탕으로 설계시 고려사항을 제시하였다. Table 3 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 배치계획에서는 일반국도의 경우 도로 계획시 고속국도와 마찬가지로 설계단계에서 제설전진기지의 위치 및 규모를 포함하여 계획하며, 살포 작업의 최대 허용 사이클 타임 및 해당 도로 구간의 서비스 수준 등을 종합적으로 고려할 필요가 있다고 판단된다. 대지형상은 제설차량의 진출입이 원활하게 될 수 있는 형상으로 하고 필요한 작업 공간을 충분히 확보할 수 있는 면적을 확보한다. 또한 작업이 신속하게 이루어질 수 있도록 출입구를 배치하고 대지내의 차량회전 등 효율적인 차량동선이 될 수 있도록 건물을 배치하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

둘째, 용설제를 외부에 보관할 경우 습기에 의한 침출수로 토양을 오염시킬 수 있기 때문에 긴급적 필요한 용설제를 모두 실내에 보관할 수 있도록 계획하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 또한 창고의 규모나 개구부의 크기는 제설제 용량 및 필요시 적재작업, 염수교반작업 등을 감안하여 충분히 크게 계획한다.

셋째, 평면은 염수 교반설비나 저장탱크의 위치, 용설제의 상차 방식에 따라 작업효율은 차이가 날 수 있기 때문에 작업이 원활하게 진행될 수 있도록 계획하며, 안전측면에서 작업차량이나 작업원의 이동동선 위로 화물을 적재한 크레인의 이동동선이 겹치지 않도록 계획할 필요가 있다.

넷째, 제설제의 저장 및 혼합, 상차작업을 진행하는 바닥면에 불투수성 재료의 바닥재를 설치하고 오염방지와 붕괴를 막기 위해 콘크리트 내력벽을 일정 높이까지 설치하는 것이 바람직할 것이다.

본 연구는 제설전진기지의 시설기준을 마련하기 위한 기초적 연구로서 제설제 창고를 위주로 사례조사를 하였으나 제설작업을 효율적으로 실시하기 위해서는 목표 관리수준을 만족하는 제설기계 배치계획과 연계하여 전진기지를 배치하는 것 등 연구범위를 확대할 필요가 있다고 판단된다.

요 약

제설전진기지는 제설작업을 신속하게 수행하기 위한 물리적인 제반조건으로서, 제설대상 도로구간에 필요한 제설차량 및 장비를 보관한 차고와 제설제를 비축한 창고, 관리 시설 등을 구비한 시설물로 정의할 수 있다. 본 연구는 제설전진기지의 시설기준을 마련하기 위한 기초적 연구로서 해외의 기준을 고찰하고 고속국도 및 일반국도, 지방도를 대

상으로 국내 제설전진기지의 실태를 조사하였다. 사례조사 결과 창고형태의 전진기지가 없고 야외에 제설제를 보관하고 있는 경우도 많은 것으로 나타났다. 실태조사를 바탕으로 배치, 규모, 평면, 구조체로 나누어 문제점을 분석하고 제설전진기지의 설계시 고려사항을 제시하였다.

키워드 : 제설, 제설전진기지, 대설

Feb [cited 2015 Aug 20]. Available from: <http://www.epaohio.gov/portals/35/owrc/SaltStorageGuidance.pdf>

8. Kim IS, Yang CH, Jeon WH, Shin HJ, Jeon MK, The Revision of Guide for Snow Control, Road Engineers, 2011 Dec;13(4):24-29

Acknowledgement

This research was supported by a grant [MPSS-NH-2014-72] through the Disaster and Safety Management Institute funded by Ministry of Public Safety and Security of Korean government.

References

1. Kwon OC. The Arteries of National Land, Highways Snow Control, Journal of Disaster Prevention, 2012 Jan/Feb;14(1):32-47
2. Yang CH, Kim IS. Prioritization of Anti-Icing Spray System for Active Snow-Removal Works, International Journal of Highway Engineering, 2015 Aug;17(4):99-105
3. Ogami Tetsuya, Sasaki Norihiro, Makino Masatoshi, Yanagisawa Yuji. A Method for Planning Snowplow Deployment at Standard Snow Removal Speeds Considering the Attributes of Regions and Routes, Journal of the Civil Engineering Research Institute for Cold Region, 2011 Mar;694:12-20
4. Edward Boselly S. Update of the AASHTO Guide for Snow and Ice Control [Internet]. Washinton: American Association of state Highway and Transportation Officials; 2008 Dec [cited 2015 Aug 20].90p.Availablefrom:<http://maintenance.transportation.org/Documents/Final%20Report%2020-07%20Task%20250.pdf>
5. The Salt Institute. Salt Storage Handbook [Internet]. Virginia: The Salt Institute; 2015 [cited 2015 Dec 12]. Available from: <http://www.saltinstitute.org/wp-content/uploads/2013/09/Salt-Storage-Handbook-2015.pdf>
6. Steven E. Chester. Salt and Brine Storage Guidance [Internet]. Michigan: Michigan Department of Environmental Quality; 2007 Aug [cited 2015 Dec 28]. Available from: http://www.michigan.gov/documents/deq/deq-ess-p2tas-bulksaltbrineguidance_267024_7.pdf
7. Ohio Water Resources Council. Recommendations for Salt Storage[Internet]. Ohio: Ohio Water Resources Council; 2013