

Cover Story

해빙기 안전사고와 관리방안



장대원

노아솔루션(주) 사업관리본부 이사
(hydrojdw@noaa.co.kr)

1. 서론

이번 겨울은 매서운 한파가 장기간 지속되어 최근 들어 가장 추웠던 겨울로 기억된다. 여러 매체에서 왜 이렇게 추위가 지속되고 한파가 극심한지를 반복해서 방송하여 초등학교들도 “제트기류가 한반도까지 내려와서 춥다”는 말을 할 정도이다. 이처럼 하절기 태풍이나 집중호우, 동절기 폭설이나 한파는 국민들도 관심을 갖고 있어서 국민들도 조심해야 한다는 경각심을 갖고 있으며, 국가도 피해를 최소화하기 위한 다양한 노력을 기울여 왔다.

겨울이 몹시 추웠다는 사실에 봄이 그만큼 반가워지기 마련이나, 재난관리 측면에서 추운 겨울 후의 봄은 생각보다 재해위험이 큰 시기이다. 하절기, 동절기 재해처럼 기상조건(강수, 폭설, 온도)이 직접적인 피해 원인이 되지 않아 대책을 수립하기 어려운 재해가 바로 봄철 재해라 불리는 해빙기 사고이다. 천천히 데워지는 물속의 개구리처럼 어느 순간 피해가 발생할지 예측하기 어렵고, 여름, 겨울 재난과는 다르게 대부분의 사람들이 관심을 기울이지 않고 있어서 그 피해에 따른 인명피해 정도를 고려하면 주의사항이나 대응방안을 알고 있는 사람이 드문 현실이다. 본고는 여름과 겨울 재해 외에 우리가 인지하지 못하지만 우리 주변에서 많이 발생하는 해빙기 재해를 소개하고 이에 대한 관심을 통해 피해를 최소화 하는데 기여하기를 바라며 기술하였다.

2. 해빙기 피해

해빙기는 사전적 의미로 “얼음이 녹아 풀리는 때”이며 일반적으로는 2월에서 4월 사이의 기간을 의미한다. 해빙기의 주요 피해 유형은 얼음이 녹으면서 발생하는 익사 사고, 겨울철 동결되었던 지반이 온도가 상승함에 따라 뭉어지면서 토압이 상승해 발생하는 붕괴 사고, 그리고 도로 지반의 일시적 연약화에 의한 침하 사고, 우리나라에는 발생하지 않지만 유럽과 북미지역에서 발생하는 해빙기 홍수 등이 있다. 우리나라에서 가장 많이 발생하는 붕괴 및 침하사고는 겨울철 지표면 사이의 수분이 얼어붙으면서 토양이 평균 9.8% 가량 부풀어 오르는 ‘배부름 현상’이 봄기운에 녹기 시작하면서 머금고 있는 수분량이 증가하여 공사장, 축대, 옹벽 등이 약해지면서 지반침하가 발생하여 나타난다. 이러한 지반침하는 시설물 구조를 약화시켜 균열 및 붕괴 등 안전사고를 유발한다.

해빙기 사고가 발생횟수나 그 피해정도가 작아서 일반 국민들은 잘 알지 못하나 소방방재청에서 지자체의 피해 자료를 분석한 결과 <표 1>과 같이 2004에서 2012년까지 9년 동안 해빙기 기간에 총 112건의 붕괴사고가 발생하여 사망 19명, 부상 31명 등 많은 피해가 발생하였음을 알 수 있다. 2007년을 정점으로 해빙기 사고가 감소하는 추세를 보이며 최근 3년(2010~2012)건 해빙기 사망사고가 발생하지 않았다. 이는 중앙정부 및 지자체에서 해빙기 재해에 대한 위험을 인지하고 많은 예방대책 수립 및 관련자 교육 및 취약시설에 대한 점검을 수행하였기 때문이다. 그러나 이번 동절기처럼 예년에 비해 기온이 낮아 지반동결심도가 깊어지고 해빙기 지반동결과 융해현상이 반복되면 건축물 및 축대, 옹벽의 사고 발생확률이 높아지기 때문에 평년에 비해 보다 많은 관심이 필요하다.

표 1. 해빙기 피해 발생 현황

년도	총계			건설공사장			절개지 등			축대·옹벽			기타		
	건수	사망	부상	건수	사망	부상	건수	사망	부상	건수	사망	부상	건수	사망	부상
합계	112	19	31	14	15	21	64	1	2	22	0	5	12	0	1
2004	11	1	1	1	1	0	7	0	0	0	0	0	3	0	1
2005	13	2	2	0	0	0	7	0	0	2	0	0	4	2	2
2006	22	1	4	1	0	0	14	0	1	6	0	3	1	1	0
2007	23	8	13	5	7	10	15	1	1	3	0	2	0	0	0
2008	13	0	0	0	0	0	9	0	0	1	0	0	3	0	0
2009	15	7	11	7	7	11	6	0	0	1	0	0	1	0	0
2010	8	0	0	0	0	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0
2011	4	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
2012	3	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0

출처] 소방방재청(2013)

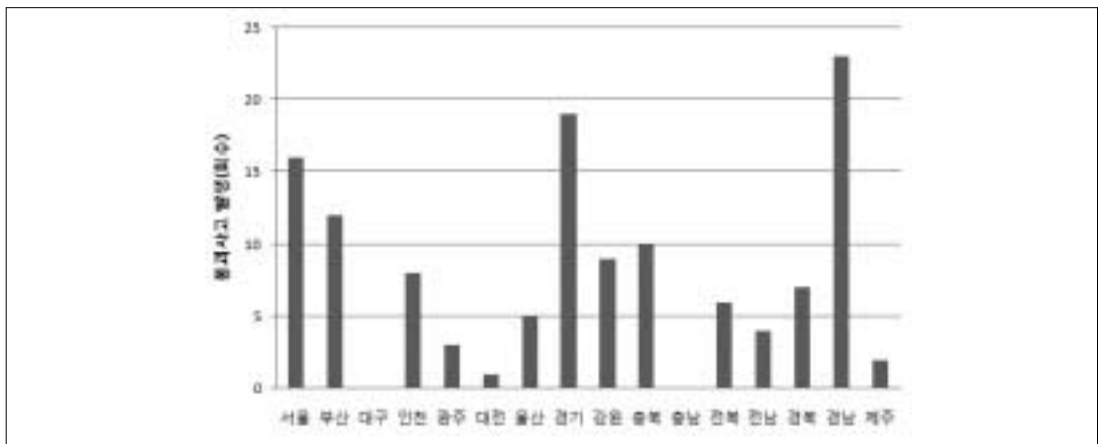


그림 1. 해빙기 붕괴사고 발생현황(1996~2005), 소방방재청

기 | 획 | 특 | 집

해빙기 취약요인은 크게 5개로 구분할 수 있으며 다음과 같다.

- 동결지반의 융해에 따른 지반이완 및 침하로 인한 구조물 파손
- 절·성토면내 동결된 공극수의 동결·융해 반복에 따른 사면 붕괴
- 굴착배면 지반의 동결융해시 토압·수압증가로 흠막이지보공 붕괴
- 균열부위 지하수·침투수에 의한 철근부식, 배부름 발생 등 축대·옹벽 붕괴
- 동절기 타설 콘크리트 동결 등의 원인에 의한 구조물 붕괴 등

취약요인의 대부분이 지반이 교란되어 있는 상태에서 발생 확률이 높으며, 인공적으로 축조된 축대 및 옹벽이 취약요인임을 확인할 수 있다.

최근 5년간 인명피해가 가장 극심했던 2009년을 살펴보면 수원 아파트 신축공사장에서 축대가 붕괴되어 사상자가 발생하였고, 판교신도시 건설공사장 붕괴로 인해 사망 3명, 부상 7명의 인명피해가 발생하는 등 15건의 사고가 발생하여 7명이 사망하고 11명이 부상하는 피해가 발생하였다. 해빙기 사고유형별 발생 건수를 살펴보면 건설공사장이 12.5% 이내로 발생건수는 적었으나 인명피해의 80%가 발생하는 등 가장 주의를 필요로 함을 알 수 있다(〈표 1〉). 이는 2007년 이후 부동산 경기 위축으로 건설공사장 및 각종 시설물 등이 방치되고 있고, 유지관리비 절약을 위해 시설물 보수지연 등 안전관리가 소홀에 지면서 피해가 커진 이유가 있다. 또한 경기부양을 위한 각종 건설공사 조기 발주로 인한 공사장 증가 및 공기단축 등 무리한 시공 및 이에 따른 적합한 안전조치 미비 등도 안전관리의 여건을 악화시키고 있다.



그림2. 해빙기 공사장 붕괴(左) 및 석축 붕괴(右) 사진(출처, 연합뉴스 & 서울시)

인명피해가 많이 발생한 건설현장의 경우 피해 원인은 크게 3가지 정도로 구분된다. 첫째는 굴착배면 지반이 동결 융해되어 토압 및 수압증가로 흙막이지보공이 붕괴하는 것이며, 둘째는 절·성토사면 붕괴로 주요 원인은 지반내 동결된 공극수의 동결·융해 반복에 따른 발생과 눈 녹은 물이 사면내부로 침투하여 사면토사중량 및 유동성이 증가하여 전단강도가 저하되어 발생된다. 세 번째는 지반침하로 인한 피해로 동결지반의 융해에 따른 지반이완 및 침하로 지하매설물이 파손되거나 지반 위의 가설구조물이 붕괴 및 변형되는 피해이다. 이러한 건설현장 재해에 대해서는 노동부와 한국산업안전보건공단에서 지속적으로 재해현황 및 안전 지침을 모니터링, 제시하고 있다.

반면 절개지, 축대·옹벽 등의 붕괴로 인한 피해는 발생 건수는 많으나(최근 9년간 총 발생건수의 76.8% 차지) 사상자 수는 비교적 작게 나타났다. 이는 도로부의 절개지나 동네의 축대 및 옹벽에서 차량과 손 및 도로피해가 발생하는 것으로 대규모 공사장과는 다르게 비교적 높이가 높지 않은 붕괴가 대부분이기 때문이다. 그러나 발생건수가 많은 유형이 우리의 생활공간 안에 위치하고 있다는 점에서는 잠재적으로 인명 피해가 발생할 가능성이 있음을 주지하고 있어야 한다(그림3). 특히 축대·옹벽은 건설공사장, 절개지 등과 다르게 최근 3년간 발생빈도가 줄지 않고 유지되고 있다는 점에서 주의를 기울여야 한다.



그림3. 축대 붕괴로 인한 골목길 피해(출처, 소방방재청)

기타사고의 대부분은 해빙기 수난사고로서 저수지, 강 등의 얼음 층이 약해져 낚시, 빙상놀이나 얼음낚시 중 발생한 인명사고이다. '11년 모 방송사 뉴스에서 해빙기 익사사고의 위험을 알리려다 실제로 물에

기획특집

빠지는 사고를 당해 119 구조대원의 구조를 받아 위험을 넘기는 장면이 방송을 통해 시청자에게 전해지기도 하였다. 이처럼 안전을 고려한 방송에서조차 사고가 급작스럽게 발생 할 수 있는 것이 해빙기 수난사고의 주요 특징이다. 또한 최근 아웃도어 열풍에 의해 등산 등 봄철 레저활동이 증가하고 있는데 해빙기의 산은 낮과 밤의 기온차가 심하여 동결, 융해가 반복되어 땅이 미끄럽고 낙성위험이 높으므로 특히 주의를 기울여야 한다.

3. 해빙기 대책

해빙기 대책을 중점적으로 관리하는 기관은 소방방재청으로 『해빙기·봄철 안전관리 종합대책』, 『해빙기 안전관리 대책기간』을 설정하여 피해예방을 위해 중점관리를 하고 있다. 해빙기 대책 기간에는 급경사지 붕괴위험지역을 관리하는 재해경감과와 해빙기 재난안전정책을 총괄하는 안전제도과가 T/F팀과 상황관리실을 운영한다. 기존에는 일괄적으로 2월1일부터 해빙기를 지정하여 4개 권역으로 중점관리 하였다. 권역별로는 북부권(서울, 경기, 강원, 인천), 중부권(대전, 충남, 충북, 경북), 남부권(부산, 대구, 광주, 전북, 전남, 경남, 울산), 제주권(제주도)로 나뉘어 진다. 2011년부터는 기상청의 기온 통계분석과 동결심도를 감안하여 해빙기 기간에 차별성을 두어 3개 권역으로 구분하였으며 남부권 1월20일~3월15일, 중부권은 2월1일~3월31일, 북부권은 2월10일~3월31일까지다. 해빙기 중점관리 기간에는 소방방재청, 지방자치단체, 유관기관이 협력하여 주요 재해취약 시설물에 대해 안전점검을 실시하여 필요한 안전조치를 취하도록 조치하고 있다. 특히, 붕괴 등 재난발생의 위험이 높은 공사장 또는 시설물의 경우에는 정밀안전진단과 공사 중지 등 긴급안전조치 명령과 관련법을 통한 제재 조치 등을 통해 안전에 대한 공사감독관 및 시설물 관리주체의 지속적 관심을 유도하고 있다. 또한 일반인들의 신속한 신고유도 및 적절한 대응을 위하여 공공기관 청사, 건축물 옥상, 지하철역사의 전광판과 언론매체를 통하여 해빙기 사고예방요령을 전파하고 「민방위 훈련」및「안전점검의 날」 등을 통하여 대국민 홍보를 수행하고 있다. 2010년 해빙기의 경우 해빙기 안전대책기간을 설정하고 지방방재청과 자치단체에서 해빙기 안전관리 전담 테스크포스(800개, 3,768명)를 운영하여 재난 정조정보 관리를 통한 위험요인 해소 등으로 인명피해가 한명도 발생하지 않았고 사고 건수도 2009년 대비 53% 감소하는 인명피해가 발생하지 않았다. 2012년의 해빙기의 경우 청·지자체 전담 T/F 구성·운영(272개반, 1,346명)하여 상황관리를 추진하였고, 건설공사장 현장소장 및 안전관리자, 관계공무원 18,351명에 대한 안전교육도 실시하였다. 또한, 축대·옹벽, 공사장, 절개지 등 20,085개소에 대한 지자체별 전수점검 및 중앙점검을 통해 1,215개소(1,817건)에 대해 보수·보강 등 안전조치를 취하였고, 그 결과 인명피해 0건, 소규모 축대·옹벽, 절개지 붕괴 등 경미한 사고만 3건이 발생하였다. '13년도에는 공사장 관계자 안전교육을 위해 '해빙기 표준교육교재'를 발간하여 주요 인명피해 현장에 대한 예방책을 수립하여 실시할 계획이다.

노동부에서는 전국의 대형공사장을 대상으로 해빙기 안전점검을 수행하고 있다. 노동부에서 2009년 공사장 769개소를 대상으로 점검한 결과 94.8%의 공사장이 산업안전보건법을 위반하였다. 유형별로 추락 및 낙하, 붕괴, 감전 예방 조치 미비 등 안전 조치 위반이 2천75건(81.1%)으로 가장 많았으며 해빙기에 관

련된 붕괴부분은 20%로 분석되었다. 노동부 조사에서는 공사금액 10억원 이하인 소규모 건설현장에서 건설부문 재해 피해자의 40%가 발생하여 현재의 대규모 공사장에 대한 중점관리부분에 문제점이 있음을 인지하고 한국산업안전보건공단과 함께 「해빙기 건설현장 안전·보건 Guide Line」을 작성하여 해빙기 위험요인별 안전대책, 안전점검표, 재해 후 조치사항 등을 통해 공사관리자 및 공사시행주체가 적극적으로 피해를 예방하도록 관리하고 있다.

지방자치단체는 해빙기 재해관리에 있어서 가장 핵심이 되는 기관이다. 소방방재청의 『해빙기 안전관리 대책기간』에 안전관리 매뉴얼에 따라서 재해발생 취약시설을 직접 관리하고 조치를 취하는 기관이 지방자치단체이다. 강원도의 경우 「재난취약시설에 대한 해빙기 안전사고 특별 대책」을 추진하여 도로, 교량 430여개, 절개지 125개, 건설공사장 100여개 등 해빙기 재난취약시설 981개소에 대한 중점관리를 추진하였다(2009). 강원도에서는 각 시·군 토목, 건축 분야 공무원과 민간 전문가로 구성된 안전관리 팀을 편성하여 연약지반 침하 및 붕괴, 주요 구조물 균열 등에 대한 안전점검을 실시하였고 점검결과를 토대로 위험시설에 대해서는 사용금지 및 제한 등 후속조치와 보수 대책을 수립하여 피해예방 사업을 추진하고 있다. TF팀 운영과정은 232개 지자체가 유사하며, 지역별로 해빙기 재해 특성을 고려하여 특별 안전관리팀의 구성에 차이를 나타내고 있다.

표 2. 해빙기 재난취약분야 중점 점검대상 및 점검사항

구분	분야	점검사항
해빙기 안전점검	건설공사장	- 터널, 지하철, 건축물, 공동구 등 지하굴착 공사장 중점 - 공사장주변 지반침하·균열 및 건축물 피해 확인 - 가스, 전기, 통신, 상·하수도 등 지하매설물 안전관리 상태
	절개지·낙석 위험지구	- 도로변 및 집단 취락지의 절개지·낙석 위험지 대상 - 낙석방지책 등의 안전시설 설치 및 유지관리 상태 - 상습 낙석위험지역 등에 감시요원 고정배치여부 등
	축대·옹벽	- 인명과 재산피해를 유발하는 노후위험 축대 및 옹벽 대상 - 위험지역의 접근금지·위험표지판 등 안전시설 설치 상태 - 위험시설의 응급 보수·보강 등 조치 상태
	기타 취약시설물	- 폐광지역 지반 침하 우려지역 등 취약지역 점검 강화 - 공원, 산림지역 등에 설치된 가스 정압시설의 안전상태 등

이 외에도 소방방재청을 포함하여 국토해양부, 고용노동부 등 7개 관련 부처와 16개 시·도는 해빙기 건설공사장 축대·옹벽, 급경사지 등의 안전사고 피해예방을 위한 특별관리대책을 매년 유기적으로 협조하여 진행하고 있다.

기획특집

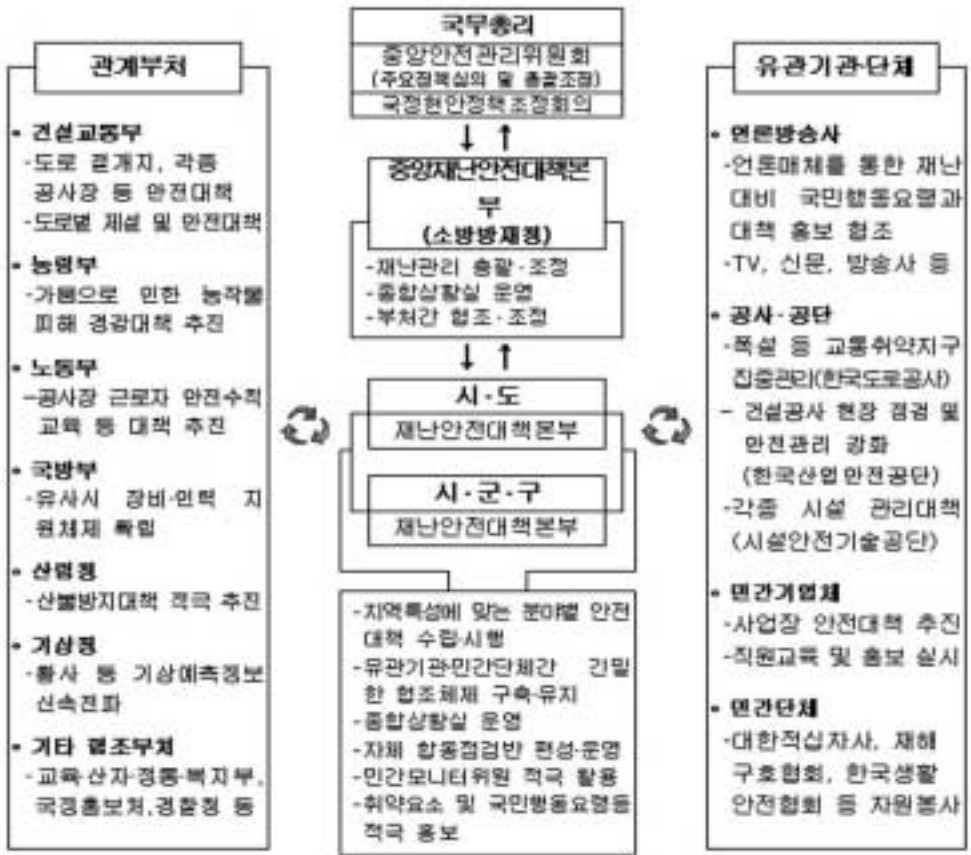


그림3. 봄철(해빙기) 재난 대응 국가 추진 체계도

4. 결언

해빙기 안전사고는 여름철, 겨울철 재해와는 다르게 사전점검과 안전조치로 예방할 수 있는 재해이다. 이는 해빙기 재해사고가 주로 지반 및 시설물의 붕괴 등으로 발생하며 이는 세심한 주의를 기울이고 안전의식을 갖고 철저한 안전점검을 수행하면 충분히 예방할 수 있기 때문이다. 정부차원에서의 체계적인 관리 및 운영체계 구축은 여러 부처에서 다양하게 추진되고 있고, 각 지방자치단체별로도 해빙기 예방 및 점검, 대응 매뉴얼을 작성하여 대비하는 등 대책을 철저히 수립하고 있다. 그러나 피해현황에서 알 수 있듯이 공사장의 피해 특히, 소규모 공사장과 같은 모든 위험개소에 대한 정부의 관리는 현실적으로 불가능하다. 따라서 공사장의 경우 공사 관리자 및 공사업무를 수행하는 개개인이 보다 관심을 기울이고 위험의 전조를 파악하여 적극적인 대응이 필요하며, 시설물의 경우 개별 시설 관리자가 시설물에 대한 점검을 철저히 하는 것이 필요하다. 필요시 지방자치단체는 민간모니터링 제도, 풍수해 감시인 제도를 활용하여 시설

에 대한 수시점검을 수행해야 한다. 석축 및 옹벽과 같이 우리들이 걸어다니는 길가의 취약시설에 대해서는 석축 옆에 주차시 석축의 상태를 살펴보고 위험이 발견되면 읍, 면, 동사무소에 신고를 하여 조치를 취해야 한다. 또한 해빙기에는 저수지나 호수의 얼음위에서의 행위를 스스로 제한해야 한다. 이러한 선진화된 안전의식은 피해를 사전에 차단할 수 있는 중요한 안전장치이다.

최근 출시되는 차량은 능동적 안전장치와 수동적 안전장치를 기본과 선택사양으로 제공하고 있다. 안전벨트와 에어백은 수동적 안전장치이고 ABS, TCS와 같은 장치는 능동적 안전장치이다. 수동적 안전장치는 사고가 발생하면 그 피해를 최소화하는 장치인 반면, 능동적 안전장치는 사고의 발생 확률을 줄여주는 장치이다. 해빙기 사고는 사고발생 건수에 비해서 사망사고의 정도가 큰 사고로 수동적 안전장치로는 그 피해를 저감하기가 어렵다. 일반 국민 스스로가 피해의 전조에 대해 관심을 기울이고 위험요소의 근처에 접근을 자제하는 등 능동적인 자세로 해빙기 안전사고를 최소화 하는데 관심을 기울여야 한다. 이러한 효과를 얻기 위해서는 특히 정부와 지방자치단체가 해빙기 안전사고에 대한 홍보와 교육을 강조하여 국민들이 해빙기 위험요소에 대한 안전의식을 바르게 가질 수 있도록 많은 노력을 기울여서 안전한 사회를 만들어야 할 것이다.

※ 본 기사는 저자가 삼성방재연구소의 위험관리 2011년 봄호에 투고한 “해빙기 안전사고 현황 및 대책” 기사를 현재 기준에 맞추어 수정·작성한 기사입니다.