

적설에 대한 행정구역별 시설설계기준 및 개선방안



유인상
공주대학교 건설환경공학과
박사과정
isyu@kongju.ac.kr

1. 서언

전 세계적인 기후변화와 함께 세계 곳곳에서는 폭설, 태풍, 홍수, 지진, 해일, 가뭄과 같은 자연 재해로 몸살을 앓고 있다. 급속한 인구증가, 경제성장은 인위적인 온실가스 배출량을 증가시키고 있으며 이는 세계 곳곳에 온실효과를 일으켜 기온을 상승시키고 빙산을 녹여 해수면을 상승시키는 등 기후변화에 주된 원인이 되어왔다. 특히, 북극 기온의 증가는 겨울철 폭설 및 한파에 지대한 영향을 미친다. 북극에는 폴라보어텍스(polar vortex)라고 불리는 대류권 상층부부터 성층권까지 걸쳐 형성되는 강한 저기압 소용돌이가 존재하고 있다. 폴라보어텍스는 매우 찬 공기로서 제트기류(jet steam)라는 강한 바람대가 북극주변을 빠르게 돌면서 폴라보어텍스를 움직이지 않게 고정시키

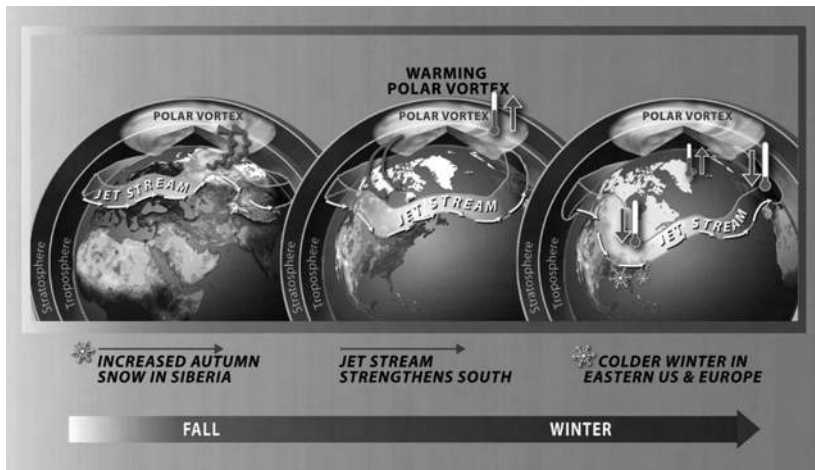


그림 1. 폴라보어텍스와 제트기류 확대에 의한 폭설 및 한파 범위 확산
출처 : SURE-COM AMERICA

고 있다. 그러나 최근 지구 온난화로 인해 해빙이 늦고 북극 상층의 온도가 따뜻해지면서 제트기류가 약해져 그 범위가 점차 그림 1과 같이 확대되어 플라보어텍스가 남하하고 있다. 이와 같은 현상은 미국과 유럽을 포함한 세계 곳곳에 폭설과 한파에 의한 피해를 증가 시킨다(연합뉴스 2016).

본 글에서는 전 세계의 주요 폭설 및 한파피해 사례에 대해 소개하고 우리나라의 적설에 대한 시설의 설계기준과 개선방안에 대해 서술하고자 한다.

2. 폭설 및 한파에 의한 피해 사례

올해인 2016년 1월 미국에서는 폭설로 인해 워싱턴 D.C.와 뉴욕 등 미국 동부지역의 지상교통과 항공교통이 마비되었다. 쿠오모(cuomo) 뉴욕 주지사는 뉴욕에 여행금지명령을 내렸으며 뉴욕시내 도로, 뉴저지 주와 맨해튼을 연결하는 터널 및 다리의 운행을 금지하고 이를 어기는 운전자를 체포하도록 강경 조치했다. 폭설로 인해 취소된 항공편은 7,000여 편에 이르렀다. 워싱턴 D.C.와 메릴랜드, 버지니아, 노스캐롤라이나, 사우스캐롤라이나, 뉴저지 주에서는 12만가구의 전기가 끊겼고, 교통사고로 13명이 숨졌으며 저체온증으로 2명 사망, 제설작업 도중 사고로 4명이 사망하는 등 8천 500억 원의 재산피해가 발생하였다. 기상정보제공업체 아큐웨더의 집계에서 뉴욕 시 센트럴파크의 적설량은 68.1cm로 기록됐으며, 이는 1869년 이래로 두 번째 많은 적설량이자 가장 많은 적설량을 기록한 2006년 2월 보다 0.25cm 적은 양이었다(사진1). 워싱턴 D.C. 인근에서는 덜레스국제공항(Dulles International Airport)의 적설량이 74.4cm, 웨스트버지니아주 글랜개리(Gillengary)는 101.6cm로 관측되었다(연합뉴스, 2016).

2010년 12월에는 미국 중서부에 내린 폭설로 인해 미네소타주 미니애폴리스(Minneapolis)에 있는 미프로풋볼 미네소타 바이킹스의 홈구장 ‘메트로돔’의 지붕이 붕괴되었다(사진 2). 40cm가 넘는 폭설이 내렸고 이로 인해 메트로돔의 지붕이 적설하중을 견디지 못하고 붕괴되었으며 다행히 인명 피해는 없는 것으로 알려졌다(뉴시스, 2010).



사진 1. 워싱턴 D.C. 폭설
출처 : North Country Public Radio(NCPR)



사진 2. 미네소타 메트로돔 지붕 붕괴
출처 : Meteorology.news

눈이 많이 내리는 지역 중 하나인 일본에서도 폭설 및 한파에 의해 많은 피해가 발생하였다. 2016년 1월에는 아오모리현 스카유에 191cm, 홋카이도에 100cm, 야마가타 현도에 90cm 이상의 적설량이 내렸으며 눈이 내려 쌓이는 것이 드문 도쿄 등 수도권에도 6cm의 눈이 쌓였다. 폭설로 인해 하네다공항의 항공편 결항이 이어졌고 도쿄와 지방을 연결하는 고속도로 통행이 금지됐다. 교도통신의 집계에 따르면 약 260명이 부상을 당했다고 한다.

2012년 2월에는 일본 북부지역인 아오모리현에 4m, 야마가타, 니가타현에 3m의 적설량이 기록되면서 152명의 사망자가 발생한 2006년 폭설 이후 가장 많은 눈이 내렸다. 나가노현에서는 사진 3과 같이 95m 길이의 다리에 3미터 높이의 눈이 쌓이면서 다리가 붕괴됐고 2층짜리 영화관 건물의 지붕이 무너져 내렸다. 이와 같은 폭설로 인해 52명이 사망, 제설작업중 31명이 사망한 것으로 집계되었다(메디컬투데이, 2012).



사진 3. 3m 높이의 눈에 의해 붕괴된 나가노현의 다리
출처 : Vagaries of The Weather(2016)

2006년 1월 독일 남부 알프스 지방의 바트 라이헨할에서는 30cm의 적설에 의해 가로 60m, 세로 30m 크기의 아이스링크 지붕이 무너져 내렸다. 이 사고로 15명이 사망하였고, 32명이 부상을 당하는 등 큰 피해가 발생하였다. 바트 라이헨할 아이스하키 클럽 관계자에 따르면 사고 1시간 30분 전에 시 당국으로부터 건물 붕괴 위험 때문에 유소년 아이스하키 선수들의 정기 훈련이 취소되었다고 하였으나, 일반 스케이트장은 계속 사용이 허용되었다고 하여 논란이 되었다. 또한, 사고가 발생하기 직전 아이스링크에 있던 사람들에게 대피 명령이 내려지지 않아 피해를 가중 시킨 것으로 나타났다(한겨레, 2016).



사진 4. 폭설에 의해 무너진 바트 라이헨할 아이스링크
출처 : DEVASTATING DISASTERS(2016)

우리나라에서도 독일 바트 라이헨할 아이스링크 붕괴와 같이 폭설에 의해 큰 인명피해가 발생한 바 있다. 2014년 2월 대설주의보가 발령된 울산 북구 효문동에 위치한 4개의 공장 지붕이 내려앉아 근로자 2명이 사망하고 4명이 다쳤다. 또한, 연암동의 한 자동차부품공장에서도 지붕이 무너졌으나 인명피해는 없었다. 이때 지붕위에 16cm의 눈이 쌓인 것으로 나타났으며 무너진 공장은 하중에 약한 샌드위치패널로 지어진 것으로 나타났다.

경주에서는 마우나오션리조트 체육관의 지붕이 적설하중에 의해 붕괴되었다. 이사고로 체육관에서 신입생 환영회를 진행 중이던 학생 9명과 이벤트업체 직원 1명, 총 10명이 숨지고 128명이 중경상을 입는 대규모 인명피해가 발생하였다. 마우나오션리조트 체육관도 적설하중에 약한 샌드위치패널로 지어진 것으로 나타났다.



사진5. 울산 북구 효문동 공장 붕괴
출처 : 연합뉴스(2014)



사진6. 마우나오션리조트 체육관 붕괴
출처 : 국민일보(2014)

3. 지자체별 적설에 대한 시설설계 기준

우리나라는 국토교통부(2016)의 건축구조기준과 농림축산식품부(2014)의 원예특작시설 내재해형 규격 설계도·시방서에서 적설에 대한 시설설계 기준을 제시하고 있다. 건축구조기준에 따르면 건축법과 주택법 등의 관련법령에 따라 건축물 및 공작물에 대해 설계 하중을 규정한다고 되어있으며 원예특작시설 내재해형 규격 설계도·시방서에서는 내재해형 비닐하우스 35종에 대해 설계적설심을 제시하고 있다.

건축법에서 정하는 건축물은 용도에 따라 표 1과 같이 주택, 제1종 근린생활시설, 제2종 근린생활시설, 문화및집회시설 등이 있다. 건축법에 따르면 공작물은 토지에 접착되어 설치된 공작물을 가리킨다. 즉, 건물, 담, 동상, 다리, 옹벽, 굴뚝, 광고탑, 지하대피호와 같은 지상물 외에 제방(堤防), 터

표 1. 건축법에 따른 건축물의 종류

구분	건축물의 종류
주택	단독주택, 다중주택, 다가구주택, 공관, 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사
제1종근린 생활시설	슈퍼마켓과 일용품의 소매점, 휴게음식점·제과점, 이용원·미용원·일반목욕장 및 세탁소
제2종근린 생활시설	일반음식점·기원, 휴게음식점·제과점으로서 제1종 근린생활시설에 해당하지 아니하는 것, 서점, 테니스장·체력단련장·에어로빅장·볼링장·당구장·실내낚시터·골프연습장
기타	문화 및 집회시설, 의료시설, 교육연구 및 복지시설, 운동시설, 숙박시설, 위락시설, 공장 등

표 2. 내재해형 비닐하우스 종류 및 설계강도

종류	규격명	설계 강도	종류	규격명	설계 강도	종류	규격명	설계 강도
연동	07-연동-1	53	단동	10-단동-4	41	광폭	10-광폭-1	33
연동	08-연동-1	57	단동	10-단동-5	30	광폭	10-광폭-2	35
연동	10-연동-1	55	단동	10-단동-6	28	광폭	13-광폭-1	25
연동	10-연동-2	55	단동	10-단동-7	27	광폭	13-광폭-2	23
연동	12-연동-1	55	단동	10-단동-8	25	광폭	13-광폭-3	23
단동	07-단동-1	50	단동	10-단동-9	26	광폭	13-광폭-4	23
단동	07-단동-2	50	단동	10-단동-10	30	광폭	13-광폭-5	20
단동	07-단동-3	50	단동	10-단동-11	29	광폭	13-광폭-6	20
단동	07-단동-4	48	단동	10-단동-12	27	과수	07-포도-1	40
단동	10-단동-1	41	단동	10-단동-13	30	과수	10-포도-1	44
단동	10-단동-2	42	단동	07-단동-8	50	과수	08-감귤-1	50
단동	10-단동-3	37	단동	12-단동-1	55	설계강도 : 적설심 (cm)		

널, 개천 따위도 이에 포함된다. 이와 같은 건축물 및 공작물에 대한 시설의 설계기준은 건축구조기준(2016)에 제시되어 있다. 내재해형 비닐하우스는 지역별 내재해 설계 적설심 및 풍속을 견딜 수 있는 기준강도 이상인 시설을 말한다. 이는 구조기술사 사무소와 같은 시설 전문기관의 구조해석을 거쳐 지역별 내재해 설계강도 기준에 맞게 시설을 설치한 것을 입증하는 경우에 대해서 내재해형 규격으로 인정한다(농림축산식품부, 2014). 내재해형 비닐하우스는 표 2와 같이 총 35종으로 연동 5종, 단동 19종, 광폭 8종, 과수 3종으로 구분된다.

3.1 건축물 및 공작물에 대한 설계적설하중

건축물 및 공작물에 대한 설계적설하중은 기본지상적설하중(kN/m^2)을 기준으로 하여 기본지붕적설하중계수, 노출계수, 온도계수, 중요도계수 및 지붕의 형상계수와 기타 재하분포상태 등을 곱하여 산정한다. 기본지상적설하중은 재현기간 100년에 대한 수직 최심적설깊이를 기준으로 하며, 구조물의 용도 등에 따라 재현기간 100년을 적용하지 않을 때는 소요 재현기간에 맞추어 환산한 지상적설하중 값을 사용할 수 있다. 기본지붕적설하중계수는 기본적으로 0.7을 적용하고 노출계수는 주변환경에 따라 0.8~1.2, 온도계수는 난방구조물일 경우 1.0, 비난방구조물일 경우 1.2, 중요도계수는 건축물의 중요도에 따라 0.8~1.2, 지붕의 형상계수는 완경사지붕, 경사지붕, 곡면지붕 등 지붕의 형상에 따라 계수가 달라진다(국토교통부, 2016).

설계적설하중은 위와 같이 기본지상적설하중에 건축물 및 공작물의 형식과 형상에 따라 다양한 계수를 적용하여 산정한다. 여기서, 가장 중요한 요소는 기본지상적설하중이다. 2016년에 개정된 가장 최근의 건축구조기준(2016)에서는 기본지상적설하중을 주요 지역별로 $0.5kN/m^2 \sim 10.0kN/m^2$ 범위의 등고선으로 그림 2와 같이 제시하고 있다. 그러나 한 개의 행정구역에 여러 개의 등고선이 겹쳐 있는 경우 그림 2와 같은 기본지상적설하중 등고선 지도로는 행정구역별 기본지상적설하중을 구분하기가 쉽지 않다. 2014년에 개정된 건축구조 기준에서는 표 3과 같이 행정구역별 기본지상적설하중을 표 형태로 제시하여 활용이 용이 했던 점과는 대비 된다.

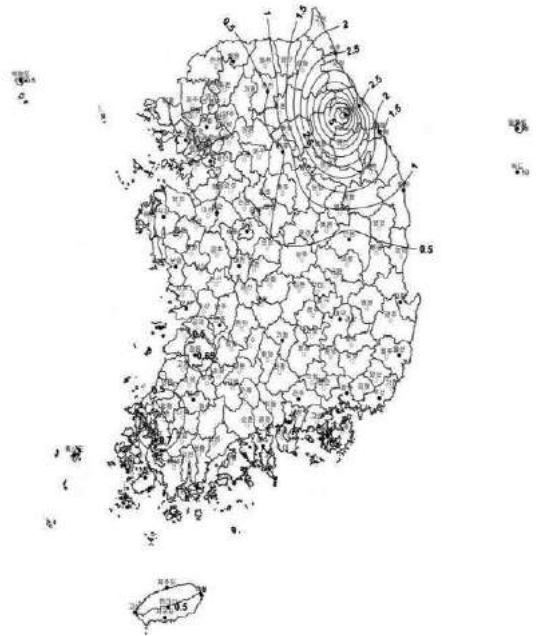


그림 2. 주택 및 공작물에 대한 기본지상적설하중 등고선 지도 (100년빈도 기준)
출처 : 국토교통부(2016)

표 3. 주택 및 공작물에 대한 지역별 기본지상적설하중 (100년빈도 기준)

지역	지상적설하중(kN/m ²)
서울, 수원, 춘천, 서산, 청주, 대전, 추풍령, 포항, 군산, 대구, 전주, 울산, 광주, 부산, 통영, 목포, 여수, 제주, 서귀포, 진주, 이천	0.5
정읍	0.65
인천, 울진	0.8
동해	1.6
속초	2.0
강릉	3.0
울릉도, 대관령	7.0

출처 : 국토교통부(2014)

3.2 내재해형 비닐하우스에 대한 설계적설심

내재해형 비닐하우스에 대한 설계 기준은 건축물 및 공작물과 달리 30년빈도 적설심을 기준으로 한다. 행정구역별 설계적설심은 원예특작시설 내재해형 규격 설계도·시방서(농림축산식품부, 2014)에 20cm~40cm이상의 범위로 표 4와 같이 제시되어 있다.

표 4. 내재해형 비닐하우스에 대한 지역별 설계적설심 (30년빈도 기준)

설계적설심 (cm)	행정구역
20	거제, 고성, 김해, 남해, 마산, 밀양, 사천, 양산, 울산, 의령, 진주, 진해, 창녕, 창원, 통영, 하동, 함안, 울주, 경산, 경주, 대구, 영천, 의성, 청도, 포항, 고흥, 광양, 보성, 여수, 완도, 고산, 서귀포, 제주
22	철원, 강화, 포천, 동두천, 안동, 고령, 군위, 합천, 청송, 칠곡, 순천, 장흥, 해남, 강진, 진도, 성산
24	가평, 고양, 구리, 군포, 과천, 광명, 광주, 남양주, 부천, 김포, 성남, 시흥, 수원, 안산, 안양, 양평, 양주, 의정부, 의왕, 오산, 연천, 용인, 하남, 화성, 파주, 부산, 구미, 성주, 산청, 봉화, 영양, 구례
26	원주, 서울, 안성, 인천, 옹진, 여주, 평택, 예천, 전주, 완주, 금산, 단양, 부여, 보령, 아산, 예산, 홍성, 청양, 천안, 충주, 제천
28	화천, 이천, 김천, 영주, 영암, 익산, 곡성, 논산, 공주, 당진, 음성, 태안
30	인제, 영월, 양구, 홍천, 거창, 상주, 함양, 화순, 남원, 무주, 신안, 서산, 대전, 세종, 영동, 옥천, 괴산, 진천
32	춘천, 추풍령, 목포, 계룡, 보은, 서천, 증평
34	횡성, 문경, 영덕, 군산, 나주, 진안, 청주, 청원
36	광주, 무안, 순창, 함평
38	울진, 장수
40 이상	속초, 대관령, 강릉, 동해, 삼척, 태백, 평창, 고성, 정선, 양양, 울릉, 담양, 김제, 영광, 임실, 장성, 부안, 정읍, 고창

특정지역의 내재해형 비닐하우스에 대한 설계적설심 보다 높은 강도의 비닐하우스만 해당지역에 설계 및 시공할 수 있도록 규정되어 있다. 즉, 표 2의 비닐하우스 중 10-단동-5의 설계강도는 적설심 30cm로 설계적설심이 30cm 이하인 행정구역에만 설계 및 시공을 할 수 있다는 것을 의미한다. 10-단동-1의 경우는 설계강도가 41cm로 우리나라 전 지역에 설계 및 시공이 가능하다. 각 35종의 내재해형 비닐하우스는 규격 및 재료가 정해져 있으므로 원예특작시설 내재해형 규격 설계도·시방서(2014)를 참고하여 설계 및 시공이 가능하다.

4. 지자체별 적설에 대한 시설설계 기준 개선방안

재난안전을 위한 시설의 설계 기준은 재난 대비 차원에서 매우 중요하다. 설계 기준을 낮게 책정하면 시설물의 강도가 낮아져 재해에 대한 붕괴위험이 높아지고 설계 기준을 높게 책정하면 경제적으로 효율적이지 못하게 된다. 주택과 비교하여 비교적 낮은 가격인 비닐하우스와 같은 시설물 강도를 100년 빈도 또는 200년빈도 적설심을 기준으로 설계 및 시공하면 단가가 매우 비싸져 경제적이 못하기 때문이다. 그러므로 설계 기준을 결정하는 것은 시설물의 안전성과 경제성을 모두 고려해야 하는 매우 어려운 과제 중 하나이다. 우리나라에서는 내재해형 비닐하우스에 대한 적설설계 기준으로 30년빈도를 채택하고 있으며 건축물 및 공작물에 대해서는 100년빈도를 채택하여 각각 건축구조기준과(2016) 원예특작시설 내재해형 규격 설계도·시방서(2014)에서 제시하고 있다. 두 기준서에서는 적설에 대한 시설설계 기준을 실무에 적용할 수 있도록 지역별로 잘 정리가 되어 있으나 실무자 입장에서 개선해야 할 사항에 대해 정리해보고자 한다.

첫째, 주요지역에 대해서만 제시되어있는 기본지상적설하중을 우리나라 전역의 행정구역으로 확대해야 한다.

건축구조기준(국토교통부 2016)에 제시된 기본지상적설하중을 보면 비교적 눈이 많이 내리는 지역인 강원도, 경상북도 북부, 전라남도 북부 지역에 대해서만 제시하고 있다. 그러나 최근 적설에 의한 피해를 보면 울산, 경주 지역에서 구조물이 붕괴되어 인명피해가 발생할 정도로 큰 사고가 발생하였다. 건축구조기준에 따르면 울산, 경주 지역에는 기본지상적설하중이 제시되어 있지 않고 최소 기본지상적설하중은 0.5kN/m^2 를 적용해야 한다고만 제시되어 있다. 또한, 기본지상적설하중을 등고선 형태의 지도로 제공하고 있어 하나의 행정구역에 여러 개의 등고선이 겹쳐있을 경우 어떤 기본지상적설하중을 사용해야 하는지 불명확하다. 겹쳐있는 등고선 중 가장 높은 적설하중을 사용해야 하는지 평균값을 사용해야 하는지 낮은 적설하중을 사용해야 하는지 불명확하기 때문에 우리나라 전역의 행정구역에 대해 표형태로 기본지상적설하중을 제공해야 한다.

둘째, 적설심으로 제시되어 있는 행정구역별 내재해형 비닐하우스 설계적설심을 적설하중 형태로 제공해야 한다.

원예특작시설 내재해형 규격 설계도·시방서(농림축산식품부, 2014)에서는 내재해형 비닐하우스의 설계를 위해 행정구역별로 20cm~40cm이상 범위의 설계적설심을 제시하고 있다. 그러나 적설심 보다 적설하중이 실질적으로 시설물 붕괴에 많은 영향을 준다. 동일한 적설심 일지라도 기온, 습도와 같은 주변조건에 따라 적설하중은 크게는 3배까지 달라지기 때문이다. 또한 설계기준을 활용하는 실무자 입장에서도 적설심에 대응하는 내재해형 비닐하우스 설계 보다는 적설하중에 대응하는 비닐하우스를 설계하는 것이 더욱 용이 할 것이다.

셋째, 적설의 상태(습설 또는 건설)를 고려하여 설계적설하중을 산정해야 한다.

적설의 하중은 앞서 언급한 바와 같이 적설심에 따라 달라지기도 하지만 기온, 습도와 같은 주변 조건에 따라도 달라진다. 일반적으로 눈은 습기를 머금은 정도에 따라 건설(dry snow)과 습설(wet snow)로 구분된다. 건설은 영하 10°C 이하로 떨어지는 12월~1월 추운 날씨에 잘 뭉쳐지지 않는 싸락눈과 가루눈의 형태로 나타난다. 반면에 습설은 영하 1°C~영상 1°C에서 주로 발생하기 때문에 2~3월달에 함박눈, 날린눈의 형태로 나타난다. 기상청에 따르면 일반적으로 건설의 중량은 단위체적당 100kgf 정도이며 습설의 중량은 건설의 약 3배인 단위체적당 300kgf 인 것으로 알려져 있다(유인상 2015). 이와 같이 적설하중은 건설이냐 습설이냐에 따라 그 무게가 현저하게 다르다. 그러므로 습설 발생빈도가 높은 지역이나 고부가가치 산업이 밀집되어있는 주요지역에 대해서는 습설에 대비해서 설계적설하중을 산정해야 할 것이다.

5. 결론

전 세계적으로 폭설을 포함한 자연재난에 의한 피해는 기후변화와 함께 증가하고 있다. 인간의 힘으로 자연의 힘을 막거나 줄이는 것은 불가능하다. 즉, 인간의 힘으로 눈을 내리지 않게 하거나 적게 내리게 할 수는 없다. 우리는 자연재난에 미리 대비하면서 피해를 저감하기 위해 재난에 적응해 나가야 할 것이다. 본 글에서는 적설에 대한 시설 기준의 개선방안에 대해 서술하였지만 더욱 중요한 것은 시설물의 설계, 시공, 감리, 관리 단계에서 각 전문가들이 사명감을 갖고 맡은바 역할을 다해야 한다는 것이다. 시설물의 안정성과 경제성 사이에서 줄다리기를 하며 설계기준을 낮출 것인지 높일 것인지 결정하는 일은 매우 어려운 숙제이나, 한 번 결정된 설계기준에 만족하지 않고 재난환경이 변경되면 변경된 사항을 반영하여 지속적인 관심을 갖고 연구한다면 보다 합리적이고 효율적으로 설계기준이 개선될 것으로 판단된다.

참고문헌

- 국민일보(2015), “마우나오션리조트 붕괴사고 1년… 재발 방지대책 순차적 추진”, 2015.02.10.
- 국토교통부(2014), “건축구조기준”
- 국토교통부(2016), “건축구조기준”
- 농림축산식품부(2014), “원예특작시설 내재해형 규격 설계도·시방서”
- 뉴시스(2010), “美 중서부 폭설, ‘메트로돔’ 지붕 붕괴”, 2010.12.13.
- 메디컬투데이(2012), “일본 3m 폭설, 95m 다리붕괴+교통마비 ‘50여명 사망..800여명 사상자’”, 2012.02.01
- 연합뉴스(2014), “울산 폭설에 공장지붕 붕괴 잇따라…2명 사망”, 2014.02.11
- 연합뉴스(2016), “〈최강한파〉 美동부 최고 101.6cm 폭설 · · · 20명 사망 · 8천500억 피해”, 2016.1.25
- 연합뉴스(2016), “〈최강한파〉 지구촌 눈폭풍 · 냉동고 원인은 북극소용돌이 ‘폴라보텍스’”, 2016.1.24.
- 유인상, 정상만 (2015), “우리나라 폭설피해 원인 진단 및 개선방향”, 한국방재학회지, Vol. 15, No.1, pp.29-33
- 한겨레 (2016), “독일남부 아이스링크 지붕붕괴 · · · 5명 사망, 2016.01.03
- Meteorology.news(2010), “Minnesota Blizzard Collapses Metrodome Roof”, 2010.12.12
- DEVASTATING DISASTERS(2016), <http://devastatingdisasters.com/bad-reichenhall-ice-rink-2006/>
- North Country Public Radio(NCPR), <http://www.northcountrypublicradio.org/news/npr/464182535/winter-storm-in-eastern-u-s-buries-cities-floods-coast-kills-at-least-29>
- SURE-COM AMERICA(2016), <https://surecomamerica.com/2015/01/27/what-is-the-polar-vortex>
- Vagaries of The Weather(2016), <http://www.vagaries.in/p/international.html>