

사업장의 풍수재해 사례 및 대책



글 | 김인태
협회 위험조사부 차장,
공학박사

사업장의 개별적인 지구노력과 함께 국가 또는 자치단체 단위에서 재해를 예방할 수 있는 기반을 구축하고, 재해에 강한 방재지역을 설정하는 것이 필요하다.



1. 재해로 인한 피해

자연재해로 인한 피해는 넓은 지역에 발생하고 있으며 때로는 예상되는 강도를 초과하는 경우가 있어 단위 사업장에서 효과적인 대책을 수립하는 것이 곤란하게 된다. 따라서 사업장의 개별적인 지구노력과 함께 국가 또는 자치단체 단위에서 재해를 예방할 수 있는 기반을 구

축하고, 재해에 강한 방재지역을 설정하는 것이 필요하다. 국가는 재해를 예방하고 그 위험으로부터 국민을 보호하기 위하여 노력하여야 한다는 헌법 정신과 재난 및 안전관리기본법, 자연재해대책법 등의 관련법에 따라 효율적인 대책을 강구하여야 할 것이며, 개별 사업장 역시 피해를 줄이기 위해 적극적으로 대처하여야 한다.

태풍이 육지에 도달하면 에너지가 많이 감소되지만 일부는 강한 바람과 많은 비를 동반하여 태풍의 진행 경로를 따라 강풍과 호우로 인한 피해가 발생하게 된다. 강한 바람은 건축물을 파괴시키며 가로수나 구조물을 쓰러뜨리기도 하고, 간접적으로 풍랑이나 해일을 유발하여 또 다른 형태의 피해를 발생시킨다.

호우는 특정 지역을 침수시켜 동산이나 농작물에 직접적으로 피해를 주며, 홍수와 토사 이동을 유발하여 피해를 확산시킨다. 따라서 태풍으로 인한 피해는 바람과 비로 인한 직접적인 피해와 함께 과급효과로 인한 피해 형태가 한정된 장소에 나타날 수 있다.

이러한 사고 과정은 하나의 경로를 따라 발생하기도 하지만 2개 이상의 경로에 의하여 복합적으로 발생할 수 있으며, 화재·교통사고·통신체계 마비와 같은 전혀 다른 형태의 사고를 발생시키거나 피해를 확산시키는 원인이 되고 있다.

2. 사고사례

가. A공업 태풍 피해

(1) 일반사항

- 사고 일시 : 2005. 9. 6 19:00~23:00
- 사고 위치 : 부산
- 사고 원인 : 제14호 태풍 나비
- 재산 피해 : 지붕 및 외벽 파손, 안벽 및 시설물 파손 등 7천만원(재료비, 노무비 및 경비 포함) 추정
- 태풍 특성 : 2005년 9월 6일 19시경 부산 동남동 200km 떨어진 곳에서 시간당 21km의 속도로 북북동 방향으로 진행하고 있었으며, 최대풍속은 33m/s로서 매미(54m/s)의 60% 정도였음.

(2) 사고 상황

사고 지역은 해안에 위치하여 태풍에 의한 피해가 예상

되는 곳이었으며, 나비에 대한 예방대책으로 선박 이동, 크레인 고정, 배수로 확인 등 필요한 조치를 취하고 비상대기 상황에서 근무하고 있었다. 그러나 건물 전체에 대한 안전점검은 실시하지 못하였고 이번 피해도 노후화되거나 일부 관리가 소홀한 부분에서 발생하였다. 다행히 침수나 과랑 또는 해일에 의한 해수 범람은 발생하지 않아 수손피해는 없었으나, 강풍에 의해 지붕이나 외벽 등의 일부 건축부자재가 날아가거나 파손되는 피해가 발생되었다.

특히, 컬러강판, FRP, 슬레이트를 사용한 건물 지붕이나 외벽 자재 중 노후된 곳의 피해가 있었으며, 지붕부재와 보 사이가 이격되어 틈새가 있던 일부 신축 건물은 지붕이 들리는 피해가 발생하였다. 또한 인접 조선소에 정박 중인 선박이 강풍에 떠밀려 안벽과 충돌하여 안벽과 주위의 경계 철망이 파손되었다.

(3) 문제점

① 건축부자재의 노후

공장에 주로 사용하고 있는 컬러강판, FRP, 슬레이트와 같은 경량구조물은 철근콘크리트 구조물에 비하여 내구력이 약한 편이며, 사용기간이 경과되면서 노후화되어 국부적으로 파손되었다.

② 건축부자재의 죄임 상태

샌드위치패널 등 건축부자재가 연결되는 부분이나 건물의 모서리 등은 바람의 영향을 많이 받는 취약부분이므로 연결 부위에 첩쇠를 배치하고 배치 간격을 달리 시공하여야 하나 샌드위치패널의 중앙 부분에만 첩쇠 처리되거나 배치간격이 일정하여 강풍에 의해 파손될 위험이 높았다.

③ 공장 건물 배치

공장시설 확장으로 인하여 부지가 부족하자 해안과 인접하여 배치(15~30m)한 신축 건물은 해수 범람 시 과랑의 충격파로 외벽 파손 등 대규모 피해가 우려되었다.



④ 유지 관리

풍향, 풍하중, 배수, 침수예상 등 풍수해와 관련된 보관 자료가 없으며, 과거 피해 장소에 대한 예방대책이 미흡하였다.



● 사진 1 ● 공장동 지붕 컬러 강판 파손



● 사진 2 ● 선박 총돌로 안벽 파손



● 사진 3 ● 공장동 외벽 채광판 파손



● 사진 4 ● 공장동 지붕 채광판 파손

- 사고 일시 : 2006. 7. 10
- 사고 위치 : 경남 창원
- 사고 원인 : 제3호 태풍 예위니아
- 재산 피해 : 일부 건물 철골조, 지붕, 벽체, 창호 및 산업폐기물과 고철수집소의 천막이 파손되었으며, 자바라텐트 2동이 전파되었다. 제조달 가액 기준으로 약 1억 7천만원 추정
- 태풍 특성 : 2006년 7월 10일 10시 50분경 예위니아는 전남 진도 부근으로 상륙 한 후 39km/h의 빠른 속도로 북북동진하였으며, 남부지방에서는 강풍을 동반한 시간당 20~50mm의 강한 비가 내렸다. 태풍 중심 부근 최대풍속은 76km/h로 측정되었다.

(2) 사고 상황

강풍과 함께 호우가 내렸으며, 철골 구조물, 샌드위치 패널 지붕이나 외벽 등의 일부 건축부자재가 날아가거나 파손되었다. 특히, 바람에 약한 천막 구조의 자바라 텐트 2동이 전파되었다. 호우로 인해 경사지가 붕괴되었으며, 건물 내에 있던 공기구가 비에 젖어 수손피해가 있었다.

나. B공업 태풍 피해

(1) 일반사항

미국 역대 재앙 중에 최대 규모의 피해를 기록한 허리케인 카트리나로 인한 총 피해액은 2천억 달러가 넘는 것으로 추산되는데 이것은 911 테러 피해액보다 10배 이상 많은 금액이다.

(3) 문제점

- ① 건축부자재의 노후 및 관리상태가 부실한 면에서 상기 A 사업장의 사고사례에서 나타난 문제점과 유사하였다. 사업장에서는 건물 지붕이나 외벽의 건축부자재로 사용하고 있는 컬러강판, FRP, 슬레이트가 노후화되어 파손되는 경우가 많으며, 건축부자재의 죄임 상태가 부실하여 피해가 커지는 경향이 있다.
- ② 운동장을 만들면서 주변 산을 절토하였는데 호우로 인하여 사면이 붕괴되었다. 현장 모습에 따르면 아래의 흩이 꺼지면서 상부의 토양이 주저앉는 형태를 보이고 있다. 시간당 강우량이 30mm 이상이 되면 산사태 경보 수준이 된다.



● 사진 5 ● 지붕 가장자리 탈락



● 사진 6 ● 지붕 Flashing 파손



● 사진 7 ● 천막구조 붕괴



● 사진 8 ● 천막 지붕 파손



● 사진 9 ● 산 중턱 경사지 붕괴



● 사진 10 ● 도로 주변 경사지 붕괴

다. 카트리나 피해

(1) 일반사항

- 사고 일시 : 2005. 8. 28
- 사고 위치 : 미국 뉴올리언스
- 사고 원인 : 허리케인 카트리나
- 태풍 특성 : 카트리나는 8월 24일 1등급 규모로 플로리다에 상륙한 다음 멕시코만 서쪽으로 진출하여 8월 27일 시속 177km의 3등급이 되었으며, 8월 28일 꼬박 하룻동안 그곳에 머무르며 허리케인 최대 규모인 5등급에 도달하였다. 2005년 8월 29일 시속 225km의 강풍과 함께 4등급 허리케인으로 약화되어 뉴올리언스 인근 육지에 2차 상륙했다. 미국 동부 시간으로 8월 31일 오후 11시, 캐나다와의 국경지역에서 소멸하였다.

(2) 피해 내용

가장 큰 영향을 받은 지역은 뉴올리언스와 미시시피주이며, 플로리다, 루이지애나, 미시시피, 앨라배마, 조지아주 등 약 235,500km² 지역이 피해를 입었다. 최저 중심기압을 기준으로 판단하면 북대서양에서 발생한 허리케인 중 역대 4위에 해당되는 카트리나로 인한 사망자 수는 대략 1,000여 명 정도에 이른다. 미국 역대 재앙 중에 최대 규모의 피해를 기록한 이번 카트리나로 인한 총 피해액은 2천억 달러가 넘는 것으로 추산되는데 이것은 911 테러 피해액보다 10배 이상 많은 금액이다.

(3) 피해 원인

뉴올리언스로 카트리나가 접근함에 따라 해일이 서쪽 바다와 내륙수로의 연결부인 급속소부로 진행되



어 해일의 파고 및 수로상의 유속을 증가시켰다. 카트리나가 진행함에 따라 뉴올리언스의 북쪽 폰차트레인호의 해일이 도심으로 진행, 운하로 역류하여 운하의 수위를 상승시켰다. 다음으로는 해일로 인한 뉴올리언스 지역의 제방붕괴를 원인으로 할 수 있다. 미 육군 공병단은 제방붕괴의 원인을 호수가 월류하면서 홍수벽 이면의 제방기초가 세굴되어 붕괴된 것으로 판단하고 있다.

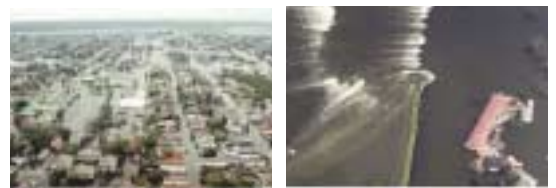
뉴올리언스에는 1700년대 초반 미시시피 하구 삼각주 저지대에 도심이 형성되었으며, 도시화에 따른 대형 건물 및 시설물에 의한 하중 증가와 지하수 및 석유채굴로 인해 지속적인 지반침하를 초래하여 100년 동안 도심 지반이 1m 이상 침하되었다. 허리케인의 위력을 완화시킬 수 있는 제1방어선 역할을 해야 하는 습지가 감소한 것도 큰 피해를 유발할 수 있는 가능성을 더욱 높였다.

허리케인 카트리나가 미시시피 남부해안으로 상륙 당시 6~9m 고조가 발생하였다. 이런 상황에서 미시시피주는 폭풍해일 방어시설이 부족하였다. 주거 지역은 해안선으로부터 모래해변, 해안도로를 지나

불과 50~100m 떨어진 약간의 고지대 지역에 위치해 있었다. 또한 미시시피주 남부해안은 해일에 대비한 방파제, 방조제 등 해일 방어시설이 거의 없어 이상 고조시 피해가 발생하기 쉬운 지역이다.



● 그림 1 ● 저지대에 위한 뉴올리언스 지형



● 사진 11 ● 침수된 뉴올리언스 ● 사진 12 ● 붕괴된 방파제 모습



● 사진 13 ● 유수에 의해 차량이 이동됨

3. 안전대책

한국화재보험협회에서 실시한 풍수재해점검(2006년 4월~7월) 결과 다음과 같은 사항을 보완하는 것이 시급한 과제로 나타났다.

가. 종합대책

- (1) 풍수재해 예방대책 및 비상체제 수립, 철저한 비상 훈련 실시
- (2) 상습침수지역 및 침수예상지역에 대한 방호대책 강구
- (3) 관계기관 등과의 상호지원 협력체제 구축
- (4) 풍수재해 사고이력의 작성 및 관리

나. 주변상황에 대한 대책

- (1) 풍수재해에 영향을 미치는 하천, 저수지 및 해안 등에 대한 경계 강화
- (2) 저지대에 위치한 경우, 충분한 방호장비 확보와 침수방호대책 강화
- (3) 인근 야산의 산사태, 축대나 담장 등의 붕괴 대비책 마련

다. 강풍 방호대책

- (1) 최대순간풍속을 고려한 건축물이나 구조물의 풍하중 설계기준 강화
- (2) 지붕부재, 냉각탑이나 변전탑 등 기타 구조물의 부적합 사항의 개선
- (3) 풍속세기에 따른 작업기준 마련 및 크레인이나 탱크 등의 방호 조치 강화

라. 침수 등 방호대책

- (1) 하수도, 배수펌프 등 구내 배수설비의 처리용량의 확충 및 유지 관리 철저
- (2) 침수 위험성이 있는 출입구 위치와 높이 보완, 충분한

자연재해의 경우 발생 요인을 근원적으로 제거하는 것이 현실적으로 곤란하므로 피해를 감소시키려는 노력이 필요하며, 재해발생시 신속하게 대처하여 피해를 줄이고 수습단계에서 불필요한 비용을 감소시켜야 한다.

한 수량의 물막이 장비 확보

- (3) 금속성 물질 등 위험물의 저장·취급 및 제조시설의 방호 대책 강화
- (4) 건축물 옥상의 배수설비의 설치 및 유지 관리 철저
- (5) 낙뢰 대비 피뢰설비의 설치 및 유지 관리 강화
- (6) 누전위험 대비 수·배전설비의 방호 대책 강구

마. 구조 및 복구활동

- (1) 비상연락체계의 확립 및 가동상태 강화
- (2) 침수 후, 붕괴위험 등에 대한 구조적인 안전진단 철저
- (3) 풍수재해 후, 질병의 발생 대비 방역활동계획의 수립
- (4) 전기·가스·용수 및 소방시설 등 비상설비의 복구계획 수립
- (5) 재해복구 후, 재해결과의 평가 및 그에 따른 방호 대책 수립

4. 맺음말

자연재해가 자주 발생하는 곳에서는 대책 수립과 대응이 비교적 잘 이루어질 수 있으나 발생 빈도가 낮은 곳에서는 대책이 미흡하여 같은 규모의 재해가 발생하더라도 몇 배의 피해가 발생하게 된다.

태풍으로 인한 주된 손실을 예방할 수 있는 최선의 방법은 적절한 설계와 시공이며, 피해를 저감할 수 있는 방법으로는 비상사태에 대비한 계획 작성과 성실한 이행을 들 수 있다. 또한 빠른 복구 능력을 갖춰 간접 손실을 줄이는 것이 중요하다.

효과적인 계획은 예방, 대응, 복구와 같은 일련의 과정

을 준비함에 있어서 불필요한 요소를 제거하고, 누락된 부분을 최소화할 수 있어야 하며, 대응훈련은 어떤 절차로 어떻게 개선해야 할 것인가를 결정해야 한다. 이러한 훈련 계획과 절차는 개인의 업무, 목록 작성 등 비상시 필요한 자료를 개선하는 기회를 제공하게 된다. 위험요인을 제거하여 피해를 최소화하는 예방활동이 우선하여야 하나, 자연재해의 경우 발생 요인을 근원적으로 제거하는 것이 현실적으로 곤란하므로 피해를 감소시키려는 노력이 필요하며, 재해 발생시 신속하게 대처하여 피해를 줄이고 수습단계에서 불필요한 비용을 감소시켜야 한다.

또한 복구 차원에서 분쟁조정과 피해배상을 원활하게 할 수 있는 시스템을 구축하여 피해 당사자인 국민들로부터 신뢰를 얻어야 할 것이다.

관련 기관 및 전문가들은 효율적인 예방대책 강구, 평가기술의 개발, 보험상품의 개발 등을 통하여 안전 대책 기반을 마련하여 국민의 부담을 줄여야 하며, 국민들 역시 재해에 대처할 수 있는 능력을 갖기 위한 자구 노력이 필요하다. ☹

