

대재해 모델

불과 몇 년 전까지만 하더라도 대재해 위험을 정확하게 수치화하고 평가하는 일은 불가능하였다. 위험관리자들이 할 수 있는 일이라고는 그저 예상최대 손실이나 최대예상손실과 같은 최악의 시나리오를 가정하는 것뿐, 그러한 손실이 어떻게 전개될 것인가에 대한 실질적인 예측은 하지 못했다. 이 모든 것들을 바꾸어 놓은 것이 바로 대재해 모델이다.

수많은 자연재해를 시뮬레이션화한 컴퓨터 모델은 특정 지역의 대재해 위험을 보다 정확하게 평가할 수 있도록 해주었다. 대재해 모델은 실제 태풍과 지진을 통해 축적된 자료를 기초로 하여 매개변수를 평가함으로써 시뮬레이션화한 사건의 패턴이 실제 사건의 패턴과 거의 일치하도록 할 수 있었다.

이러한 도구가 필수적인 이유는 실제 발생한 재해 건수만 가지고서는 구체적인 위험과 관련한 대응책을 마련하기 위해 필요한 모든 자료를 충분히 얻을 수 없기 때문이다. 5년 내지 10년간의 사건 기록이 일반 보험료를 책정하기에는 충분한 자료가 될 수 있을지 모르지만 자연재해와 같은 대재해 관련 보험료 책정에는 충분하지 못하다. 위의 기간 동안 어떤 보험자의 경우 대재해를 단 한 번도 경험하지 않을 수 있다. 그러므로, 실제 손실 기록에 기초해 미래의 가능 손실을 평가하는 표준적인 보험 통계 기법으로는 잠재적인 대재해 손실을 적절하게 평가할 수 없다.

대재해 손실 모델을 사용함으로써 위험관리자들은 노출 위험을 평가하고 필요한 보험을 선택하며 사전 손실 경감 대책을 수립함과 동시에 위험 회피 전략 수립에 필요한 자료를 얻는 데 큰 도움을 받을 수 있다.

재해 모델의 작업 방법

1980년대 중반에 개발된 대재해 모델은 자연재해를 우선 그 발생 장소, 규모 및 빈도로 구분하여 처리한다. 수많은 자연재해를 확률론적(매개변수에 근거한 임의적 방법)으로 정리한 다음, 정리된 자료를 재해 발생 가능 지역의 시뮬레이션에 대입한다. 재해 발생 지역의 노출 위험을 계산할 때에는 허리케인의 경우 풍속을, 지진의 경우 진도와 같은 그 지역 고유의 측정치 또한 계산에 넣는다. 그리고, 자산의 가치, 건축적 특성 등 특정 자산에 관한 세부적인 정보를 활용하여 손실을 평가한 다음, 전손 평가액에 담보 조건을 적용하여 최종 보험금액을 평가한다.

예를 들어, 허리케인으로 인한 자산의 잠재 손실을 계산하기 위해 재해 모델이 하는 일은 우선, 기상 폭풍의 영향권 아래에 있는 각 지역에서의 시간별 풍속 변화 추이를 완벽하게 시뮬레이션화하는 일이다. 그런 다음, 폭풍의 상륙 지점, 중심 압력,

가장 센 바람의 반경, 진행 속도 및 방향 등 주요 변수를 사용하여 폭풍의 영향권을 계산해 낸다. 풍속을 계산할 때에는 각 지역의 특성 또한 고려해야 하며, 동일한 풍속이라 하더라도 각 구조물의 건축 양식에 따라 평가 손실은 다르게 나타난다.

자연재해 시뮬레이션 모델은 재해 시뮬레이션 과정을 수 천번 반복함으로써 불과 몇 건의 이재 자료만 가지고도 손실의 개연성 분포를 완벽하게 평가할 수 있도록 해 준다. 한 예로, 대서양과 걸프 연안의 경우 허리케인 모델은 18,000건 이상의 재해를 시뮬레이션화할 수 있으며, 지진 모델의 경우에는 미국의 전 지역을 커버할 수 있는 100,000여건의 재해를 역시 시뮬레이션화할 수 있다.

이렇게 함으로써, 재해 시뮬레이션 모델은 모든 자연재해에 대해 그 규모 및 발생 지역을 초월하여 우리가 필요로 하는 정보를 제공해 준다. 재해 시뮬레이션 모델에 따르면, 플로리다의 경우 손실 총액이 70억\$에 달하는 보험 사고는 5년에 한 번 정도 발생할 가능성이 있는 반면, 손실 총액이 360억\$에 육박하는 사고는 100년에 한 번 정도 발생 가능하다는 것이다. 또한 로스앤젤레스 카운티의 경우에는 손실 총액 14억\$ 가량의 보험 사고가 매 10년마다 발생할 수 있지만, 130억\$ 가량의 손실을 초래할 수 있는 사고는 매 100년마다 발생할 것이라는 예측을 내놓기도 한다.(현재 달러 가치 기준)

재해 시뮬레이션 모델은 포괄적인 비교 검토, 사고 현장 조사, 그리고 실제 사고 및 실험 등을 통해 세부적인 자료들을 끊임없이 축적함으로써 그 효용성과 정확성을 개선해 나가고 있다.

많은 원수보험자들은 보험 종목, 보험료, 계약 인수 지침 등을 수립할 때 재해 시뮬레이션 모델을 통해 얻은 정보를 활용하고 있으며, 보험 약관을 변경함으로써 발생할 수 있는 충격을 측정할 때에도 이를 사용하고 있다. 또한, 이 모델을 통해 담보하는 손해와 담보하지 않는 손해, 공제액, 손해

의 원인 등을 서로 비교해 볼 수도 있다. 보험 회사들뿐만 아니라 재해에 대비한 기금을 적립하는 기관들도 이 재해 시뮬레이션 모델의 결과를 사용하고 있는데, “플로리다 허리케인 재해 기금”은 플로리다 주의 보험자들이 허리케인으로 인한 대재해 발생을 대비하여 기금에 출연하여야 할 금액을 결정하는 데에 허리케인 모델을 사용하고 있다.

위험관리실무

위험관리자 입장에서, 발생 가능한 대재해 위험을 가능한 정확하게 평가해내는 일은 매우 중요한 일이다. 어떤 사업장이 최근 매우 운이 좋아 한 번도 재해를 경험하지 못했다고 하면 그 경영진은 안전불감증에 빠질 우려가 있다. 역으로, 대재해 위험을 지나치게 과장할 경우에는, 비용 측면에서 매우 비효율적인 손실 경감 대책에 자금을 낭비할 수도 있다.

재해위험 분석을 통해 위험관리자들은 그들이 보유하고 있는 노출 위험을 보다 효율적으로 구성해 낼 수 있다. 대단히 중요한 플랜트를 소유하고 있는 한 회사를 가정해 보자. 이 회사에서 플랜트를 폐쇄한다면 회사 전체의 생산 작업 또한 연쇄적으로 정지될 것이다. 대재해 모델을 이용하여 이 플랜트가 허리케인이나 지진으로 인해 심각한 타격을 입을 가능성이 매 20년마다 1회 정도라는 것을 파악한 위험관리자는 제2 플랜트 건설 등의 조치를 통해 회사의 존립에 치명적일 수 있는 재해 위험을 줄여 나가고자 할 것이다.

대재해 모델은 손실 경감 대책의 안내서가 될 수 있고, 또 비용면에서도 효율적인 위험 분석을 가능케 해준다. 예를 들어, 해안에 위치한 고층 건물은 바람에 날아온 파편들로 인해 피해를 당할 우려가 있다. 이 건물의 위험을 분석한 재해 모델은 보다 강화된 창문을 설치하는 것이 비용 면에서 효

울적이라는 것을 제시할 수 있다. 또 허리케인이 빈번하게 발생하는 지역에 위치한 건물의 경우에는, 강력한 바람에 의해 창문의 셔터가 약해져 결국 창문까지 부서질 우려가 있으므로 창문의 셔터를 교체해야 할 필요가 있음을 제시할 수도 있다.

실제 사례들을 보면, 손실 경감 대책이 비용 면에서 대단히 효율적인 대책이 될 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 허리케인 클립을 사용하여 지붕, 창고 및 다른 건물들을 단단히 연결할 경우 바람에 대한 저항력이 현저히 증가될 것이다. 또한, 건물과 건물의 기초 사이에 보조 앵커를 설치함으로써 목조 건물의 내진력을 증대시켜 지진이 발생했을 때 건물이 분리되는 것을 예방할 수 있다.

그러나, 이러한 투자를 단행하기에 앞서 선행되어야 할 것은 당면한 위험이 무엇인가를 파악하는 일이다. 그리고 그 답은 대재해 모델을 통해서만

구할 수 있다.

대재해 모델을 통해 위험관리자들은 최고경영진, 시설관리자 등과 함께 신규 건물의 설계를 확정하는 문제에도 참여할 수 있게 된다. 최종 선택에 앞서 제안된 설계나 부지에 대한 분석 작업이 선행될 것이며, 이 때 재해 모델은 그 부지에 잠재되어 있는 위험이 감당할 수 없을 만큼 거대한 것임을 보여줄 수도 있고, 그러한 건물 설계로는 지진이나 폭풍과 같은 자연재해에 취약한 건물이 될 수 있으니 자연재해에 더욱 강한 건물이 되도록 재설계하여야 함을 제시할 수도 있다.

개별 구조물용 대재해 모델 기술은 대단히 빠른 속도로 발전하고 있다. 이제 보험 계리 및 보험 인수 업무에 있어 재해 모델은 원보험자 및 재보험자들에게 가장 중요한 기술 중의 하나가 되었으며, 위험관리자들에게도 점차 필수적인 도구가 되어가고 있다.

재해 손실 전개 과정

허리케인과 토네이도

건물에 다다른 바람은 벽 모서리, 처마, 지붕 마룻대, 지붕 모서리 등 건물의 각진 모서리에서 흩어진다. 모서리에 부딪혀 흩어지면서 바람은 공기의 흐름을 진탕시켜 건물 표면에 격심한 동하중을 가한다. 바람의 진행 방향 압력은 건물의 모서리와 처마에서 가장 크게 작용하므로 모서리와 처마의 손실 가능성이 가장 높다.

바람에 의한 파괴 과정에서 날아다니는 파편은 가장 큰 위협 요인이다. 파편은 건물의 외면을 파괴할 뿐만 아니라 그 파괴 과정에서 건물의 내부에 압력을 축적시켜 건물 자체를 위태롭게 만든다. 건물 내부에 축적된 압력은 바람에 의한 외부의 압력과 결합하여 건물의 지붕을 날려버릴 수도 있다.

폭풍이 건물에 미치는 영향을 평가하기 위해 다

음과 같은 몇 개의 그룹으로 건물을 분류해 보았다.

'강화 고층 건물'(6층 이상)의 바람 피해는 주로 유리 및 외벽에 집중되고, 간혹 지붕에서도 피해가 발생한다. 그러므로 이들 부위에 사용할 건축 재료는 신중히 선택하여야 한다. 내부 간막이벽의 특성 또한 중요한 요소이다. 건물 외벽이 심하게 손상되더라도 간막이벽이 튼튼하다면 건물 내부의 손실을 상당 부분 경감시킬 수 있다. 간막이벽이 튼튼한 구조물은 완전 붕괴되는 경우가 거의 없다.

'강화 저층 건물'(5층 이하)에는 사무용, 창고, 공장, 상점 등이 있고, 간혹 주거용 건물도 있다. 이 그룹의 건물 구조는 철근콘크리트구조, 철골구조, 철근벽돌조, 경량철골구조, 중목구조, 무근벽돌조 등으로 그 용도만큼이나 다양하다. 주요 구조부의 바람 피해는 건물 구조에 따라 사소한 것으로 그칠 수 있지만, 건물이 완전 붕괴될

가능성은 있다. 바람 피해를 최소화하기 위해 고려해야 할 주요 사항으로는 수직 및 수평 내 하중 설비, 지붕 및 외장재의 유형, 건물에 사용된 유리의 유형 및 유리가 차지하는 면적, 지붕 및 벽의 정착 설비 등이 있다.

'비강화 건물'에는 단독 주택 및 소규모 상점들이 포함된다. 이들 건물은 통상 빌딩 코드에 규정되어 있는 기준에 따라 설계 및 건축되는데, 수평 및 용기 하중에 매우 취약하고 손상의 정도 또한 다양하다.

지진

지진은 지구 내부에서 발생하는 물리적 움직임의 일종인 파열로 인해 에너지가 급격히 방출됨으로써 발생한다. 그 자체가 일종의 복잡한 파장이며 에너지는 전 방향으로 뻗어나가면서 지층을 뒤 흔들게 된다. 여러 가지 형태의 움직임으로 구성되어 있는 지진의 파장은 파열 메커니즘, 지질, 지질학적 구성 등에 의해 크게 좌우된다.

지진으로 인한 구조물 피해는 다음의 두 유형으로 분류할 수 있다.

'간접 피해'는 구조물의 지반이 심하게 흔들리는 현상인 지반 붕괴에 의한 것이 대부분이다. 지반 붕괴의 가장 보편적인 두 가지 형태는 용해와 사태(沙汰)이다. 지진으로 인해 물과 흙이 결합하여 진흙탕을 이루며 흘러가는 현상을 용해라 하고, 경사진 지면이 붕괴되는 현상을 사태라 한다.

'직접 피해'는 대지진으로 인해 구조물이 완전 붕괴하는 것을 의미한다. 구조물의 구조적 특성은 그 구조물이 특정 위험으로 인해 입을 수 있는 피해의 정도를 결정하는 데 있어 매우 중요한 요소이다. 구조적 특성 가운데 가장 중요한 것들로는 구조물의 형태, 높이, 모양, 기타 구조적 결합 등을 꼽을 수 있다.

모든 구조물은 고유한 주파수를 갖고 있는데, 이 주파수는 구조물 자체의 중량과 탄력성에 의해 결정된다.

지반 흔들림의 강도가 동일할 때 구조물에 가해지는 힘의 크기는 그 구조물의 탄력성에 따라 크게 달라진다. 구조물의 탄력성은 구조물의 높이, 연면적, 건축재료, 구조 등에 의해 결정된다. 예를 들어, 20층 높이의 철근 건물은 2층 높이의 벽돌 건물보다 더 뛰어난 탄력성을 갖고 있다. 한편, 목조 건물은 무근조적조 건물에 비해 탄력성이 더 뛰어나다. 일반적으로, 구조적 일체성을 상실하지 않은 채 외부의 힘에 의한 구조적 변형을 견딜 수 있는 능력이 큰 구조물일수록 지진 피해 가능성은 더 적다.

지진으로 인한 지반의 흔들림을 견딜 수 있는 구조물의 능력은 그 구조물의 횡단면의 형태(정방형, L자형 또는 다른 형태)에 의해서도 영향을 받는다. 사각형이나 직각형의 단순한 정방형 구조가 흔들림에 강할 것이라는 것은 쉽게 생각해봐도 알 수 있는 일이다. 따라서, 높이 솟은 L자형 건물은 불안한 구조이며, 특히 급격한 휨 현상에 매우 취약하다. 이와 같이 구조적 형태의 비정형성은 치명적이라 할 수 있다. 예를 들어, 상업용 건물 중에는 간혹 외형미를 강조하기 위해 1층의 높이를 특별히 높게 하는 경우가 있다. 이러한 건물은 설계 시 구조적 안전성에 각별한 주의를 기울이지 않는 한 지진에 취약하다는 것이 여러 번 증명되었다. 이들 건물은 그 구조적 취약성으로 인해 1층에서부터 붕괴되기 시작한다.

결론적으로, 구조물의 주요 특성들을 빠짐없이 집합적으로 평가하여 그 구조물의 위험도를 평가해내는 일은 대단히 중요한 것이다.

"Risk Management (98. 5)"에서 발췌