

<제35회 한·일기술사 합동심포지엄 주제발표>

자연재해 및 인위재난 저감(低減)기술개발 방향 Direction for Technology Development to mitigate Natural and Man-made Disaster



글 / 朴 慶 夫

(Park, Kyung Boo)

도로및공항기술사, 토목시공기술사,
한국기술사회 한일공동위원회 부위원장,
일본토목학회 한국분회 회장,
한일터널연구회 고문,
특수법인 한국방재협회 회장,
(주)삼보기술단 회장.

E-mail : sambo3028@hanmail.net

Emphasized in this paper are past experiences of disasters by 1 kinds in Korea and various problems facing the country compared to those of Japan, together with definition of disasters both natural as well as man-made.

In chapter 3, R&D subjects performed or to be performed by various research organizations in Korea are briefly introduced, and necessity of active investment to prevent those disasters are strongly suggested on the part of government.

본 원고는 10월 24일 전주시에서 개최한 제35회 한·일기술사 합동심포지엄에서 발표한 한국 측 주제발표 내용을 요약 정리한 것입니다.

1. 서 론

한국은 1960년대 이후 고도의 급속한 경제성장과 더불어 사회 전체의 도시화·산업화로 인해 동일한 강도의 재난 발생에도 그 피해 규모가 커지고 복원이 어려워지고 있다. 이런 점으로 인해 최근 재해가 중요한 사회적 쟁점으로 자리 잡아 오고 있고, 이에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다.

최근의 피해 사례들을 살펴보면 2002년과 2003년의 태풍 루사(RUSA)와 매미(MAEMI)에 의한 홍수로 인해 한국의 국가 예산 약 10%에 도달하는 피해를 동반하였다. 그리고 1994년 성수대교 붕괴사고와 1995년 삼풍백화점 붕괴사고는 우리들에게 큰 충격을 안겨준 인위적 재난의 대표적인 사례로 꼽히고 있고 이로 인해 시설물의안전관리에관한특별법(시특법)이 제정되었다. 2003년 대구 지하철 화재 사고 또한 인위재난으로 인해 심리적이고 사회적인 불안감이 확산될 수 있음을 보여준 큰 사건으로 기록되고 있다.

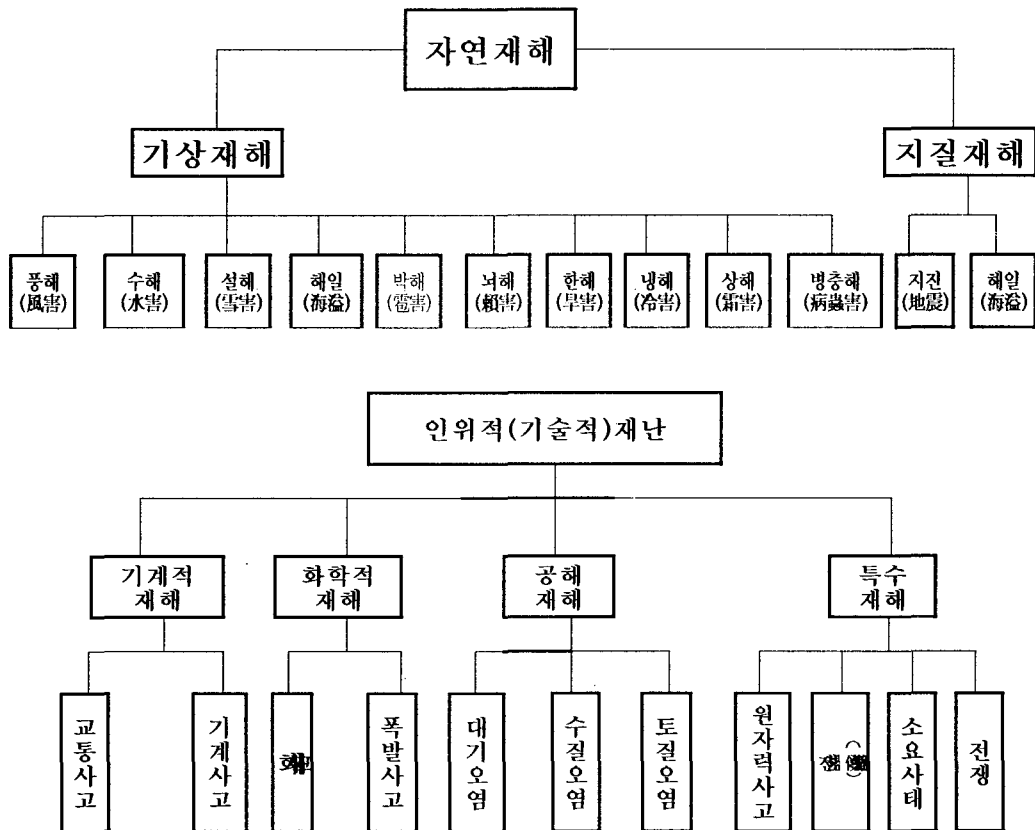
일련의 큰 자연재해와 인위재난의 사례들을 살펴보면 우리의 힘으로 어쩔 수 없는 부분도 있었지만 이들에 대처하기 위한 노력과 투자가 매우 미흡했음을 항상 실감하여 오고 있다. 따라서 자연재해와 인위재난에 대하여 피해를 저감하기 위해서는 우선적으로 많은 투자가 이루어져서 사전 예방적 측면에서의 대책들과 방안들을 마련하여야 할 것이다. 본 논고에서는 재해와 재난 등의 정의, 재해발생요인과 피해사례, 저감대책 및 기술현황을 살펴보고 이러한 대책과 방안들 중에서 피해저감을 위한 기술적 측면의 방향을 논하고자 한다.

2 용어의 정의와 피해사례

현재 한국에서는 재해와 재난이라는 용어를 혼용하여 사용하고 있는데 이들에 대한 정의를 자연재해 대책법과 재난및안전관리기본법을 통해 살펴보면 다음과 같다. 자연재해대책법 제2조에 의하면 재해란 태풍, 홍수, 호우, 폭풍, 폭설, 가뭄 또는 지진, 기타 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 피해로 정의되어 있고, 재난관리법 제2조에는 재난이란 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화재방사, 환경오염사고 등 국민의 생명과 재산에 피해를 줄 수 있는 사고로 정의되어 있다.

미국 연방재난관리청(FEMA)에서는 통상적으로 사망과 상해, 재산피해를 가져오고 일상적인 절차나 정부의 지원으로는 관리할 수 없는 심각하고 규모가 큰 사건을 재난으로 정의하고 있다. 즉, 이러한 사건은 보통 돌발적으로 일어나기 때문에 정부와 민간조직이 인간의 기본적 수요를 충족시키고 복구를 신속하게 하고자 할 때 즉각적, 체계적, 효과적인 대처를 하여야 하는 사건을 의미하고 있다.

따라서 자연재해대책법에서 정의하고 있는 내용을 토대로 하여 자연현상에 의해 발생하는 부분은 재해로 정의하고 재난관리법을 근거로 하여 인위적인 현상에 의해 발생하는 피해부분은 인위재난으로 정의하는 것이 타당할 것으로 판단된다.



<그림 1> 자연재해와 인위적 재난의 분류

한국은 매년 여름철에 심한 호우로 인한 수위상승으로 저지대가 범람하여 인명과 재산에 막대한 피해를 주고 있다. 이와 같은 수해는 거의 매년 지역적으로 발생하여 몇 년에 한번은 극심한 홍수를 일으키는데 그 원인은 화북지방, 양자강, 동지나해 방면에서 빈번히 발생하여 이동해 오는 저기압, 장마전선, 그리고 남태평양군도 부근에서 발생하여 북쪽으로 이동해 오는 태풍 등이 주요원인이다. 실제로 한국에서 수해와 풍해가 개별적으로 나타나는 경우는 드물고 보통 호우가 내릴 때는 바람을 동반하기 마련이다. 또한 강한 태풍은 폭풍해일 현상을 일으키기도 하고 심한 파도를 일으켜 조업 중이거나 항해 중인 선박을 파손, 침몰시키는 등 육지뿐만 아니라 해상에도 막대한 피해를 일으킨다.

한국에서 자연재해의 대부분을 차지하는 풍수해 및 한발이 연중 반복되어 인명과 재산상의 막대한 손실을 가져오고 있는데 기후, 지형 및 지질 등과 같은 수문 기상학적 및 지형학적 요인과는 달리 우리나라의 사회 경제적인 발전과 변화로 인한 또 다른 재해를 무시할 수 없다.

1960년대 이후 한국의 고도 경제성장 및 인구증가에 따른 도시화와 공업화로 인하여 도시 근교의 구릉이나 계곡이 개발되고 전답이 매립되어 택지 또는 상공업지역이 되는 등 도시화가 급진전되었다. 최근에 들어 미개수(未開修) 하천 주변 저지대에 주택, 공장 등 시설물이 집중되고 무질서하게 산지가 개발되는 등 인위적인 현상에 의한 홍수의 피해가 점차 대형화되고 있다. 도시화된 유역은 농촌지역이나 임야지역과 같은 자연녹지에 비교하면 인구가 조밀하고 주택, 상가 또는 공공시설물이 밀집되어 있으며 배수시설이 잘 정비되어 있을 뿐만 아니라 도로가 포장되어 있는 지역이 많다. 즉, 도시화는 인구의 증가와 불투수(不透水) 표면으로 생활용수 및 공업용수를 비롯한 각종 소비수량을 증대시킴과 아울러 기후의 변화, 불투수성 지역의 증대, 표면 조도계수의 감소, 자연의 수분 함유 능력의 감소 등과 같은 수문현상의 변화를 초래한다. 이러한 현상에 의해 호우시 유출량과 유출속도를 증가시켜 피해를 가속화시킨다. 자연재해로 인한 피해 중에서는 수재(水災)가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 특히, 2002년 태풍 라마순(RAMMASUN)과 루사(RUSA)로 인하여 246명의 인명피해와 1조원이 넘는 재산피해가 발생하였고, 2003년에도 태풍 매미(MAEMI)로 인해 인명피해 132명, 재산피해 역시 6조원에 육박하는 피해가 발생하였고 특히 매미(MAEMI)는 해일까지 동반하여 남해안 지방에 큰 피해를 입혔다.

2002년 8월, 4일간 전국적으로 집중호우를 뿌리면서 곳곳에 많은 피해를 발생시켰다. 경기북부 지역에서 시작하여 남쪽으로 구름대가 이동하여 천둥, 번개와 돌풍을 동반한 시간당 50mm 이상의 매우 강한 비가 내려 강원, 충남, 경남북 등의 지역에 집중적으로 피해가 발생하였다. 2003년 7월 25일에는 충남 금산지역에 1시간 최대강우량이 94mm에 이르는 집중호우가 발생하여 주변 산악지대 소하천이 범람하고 산사태, 교량파괴 등 많은 피해가 발생하였다. 2005년 8월 전북지역에서는 집중호우로 인하여 공공시설과 사유시설에 3,000억 원에 육박하는 피해가 발생하였다. 파손되거나 물에 잠긴 주택은 2,200여 채이고, 이재민은 6,500여 명이며, 논과 밭 2만7000여ha가 유실 또는 매몰됐다. 2005년 8월말 미국에서는 남부 멕시코 만 연안을 강타한 허리케인(Hurricane) 카트리나로 인해 막대한 인명 및 재산 피해가 발생했다. 이로 인해 1,200여명이 사망하고 피해액은 700억불에서 1300억불에 이르는 것으로 추산되고 있다.

인위재난은 사고의 종류와 관계없이 재난에 대비하는 정도에 따라 그 피해가 결정되기 때문에 한국에서는 대규모 피해가 발생한 사고도 많이 발생하였다. 특별 재난지역 선포사례를 보면 1995년 삼풍백화점 붕괴 사고, 2000년 4월 동해안 산불 사고, 2003년 2월 대구 지하철 화재 사고, 2005년 4월 강원 양

양 산불 사고, 2003년 대구 지하철 화재 참사는 192명의 인명피해를 가져오며 한국의 열악한 재난관리 체계의 치부를 드러냈다. 2005년 4월 5일 식목일에는 강원도 양양군에서 원인을 알 수 없는 산불이 나 관동팔경의 하나인 천년 고찰 낙산사가 거의 전소되고 귀중한 문화재가 소실되었다. 4월 6일 새벽에는 산불이 강풍을 타고 설악산과 4, 5km 떨어진 양양군 강현면, 둔전리, 물갑리 방면으로 확산되면서 큰 피해가 발생하였다.

전세계적으로 이상기후로 인한 자연재해, 국제화에 의한 자국민의 해외에서의 사고, 국내 산업구조가 복잡하고 다양해짐과 동시에 도시의 밀집화로 인한 복합적 재난, 산업재해, 대형사고에 대한 재난관리의 중요성에 대한 인식이 국제적으로 확산되어, 선진국에서는 이미 종합적이고 총괄적인 위기관리 대책을 수립하고 있다. 과거 한국은 재난에 대한 이해가 부족하고 위기관리에 대한 인식도 낮아 재난, 재해사고 발생 시 상황처리에만 주력하여, 효율적이고 체계적인 안전관리가 이루어지지 않았으나, 재해, 재난사고에서의 대응, 수습 시 재난관리체계에 대한 문제의식이 확산되면서 최근에는 재해 및 재난관리에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.

한국의 재해 및 재난의 대표적인 특성은 발생건수에 비해 초대형 재해 사례가 여러 분야에 걸쳐 지속적으로 발생한다는 것이다. 이제는 사고 자체의 발생 방지 노력과 더불어 피해의 확대를 방지하기 위한 노력에 큰 비중을 두어야 한다. 우리가 겪은 백화점 붕괴사고와 폭발사고, 산불, 화재, 태풍이나 홍수, 해일 등으로 인한 피해 등에 대비하기 위하여 이제는 위험에 대한 합리적인 규제, 제도적 감시, 피해확대를 미연에 방지하기 위한 기술의 발전과 신속한 보급이 매우 중요하다. 재해 및 재난 저감기술이나 피해확대의 방지 즉, 사고의 대형화를 막는 것은 정책적, 전략적 합리성이나 정교함뿐 아니라 물리적으로 적절한 수준의 방재 역량을 필요로 한다. 우리의 경제능력이 아직 선진국에 비해 취약하다는 점을 감안하더라도, 한국의 방재 역량은 비교할만한 OECD 어느 나라보다도 낙후되어 있다. <표 1>은 한국, 일본의 풍수해를 비교한 것으로 발생건수당 피해가 크다는 것이 피해방지 구조가 취약하다는 것을 의미하며, 한국이 일본에 비해 풍수해 피해가 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.

<표 1> 풍수해로 인한 사망자수 한일 비교

年度 國家	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
韓國	40	69	72	158	77	38	384	89	49	82
日本	19	49	39	6481 고베(神戸) 地震	84	71	109	141	78	90

3 재해 및 재난 저감기술 개발 현황

최근 한국은 범지구적인 이상기후에 의한 집중호우와 1960년대 제1차 경제개발 5개년 계획 이후 산업화에 따른 도시화가 빠른 속도로 진행되면서 콘크리트나 아스팔트로 포장된 면적이 증가하여 전형적인 도시 유출 특성을 나타내고 있다. 이와 같은 특성으로 인하여 저지대와 하천 인근지역 또는 하수배제가 원활하지 못한 지역에 빈번한 침수피해가 발생하고 있으며, 태풍에 의한 해일 피해도 해안지역 도

시들을 중심으로 점차 늘어나고 있으며 산사태 등도 빈번하게 발생하고 있다. 특히 한국은 안전한 지역으로 판단되었던 지진까지 최근에는 발생빈도가 증가하고 있다. 이에 따라 국내에서는 여러 분야에 걸친 자연재해에 대한 저감기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 또한 화재나 폭발사고, 건물붕괴 등으로 인한 인위재난이 빈번하게 발생하면서, 한국에서도 인위재난의 피해를 줄이는데 관심을 가지게 되었다. 우리의 재해 저감기술은 선진국에 비해 많이 뒤쳐져 있고 재해의 범위가 매우 광범위하기 때문에 국내에서는 자연재해나 인위재난의 피해를 줄이기 위한 다방면의 기술개발이 이루어지고 있다. 그러나 과거의 재해나 재난의 저감대책은 발생한 피해사례를 조사하여 그에 대한 대책만을 분석하는 형태에 지나지 않았다. 이는 결국 재해나 재난에 대한 종합적이고 효율적인 방안이 되기보다는 일관적인 문제점을 대략적으로 제시하거나, 지역적인 대책이 제시되기 쉬웠다. 또한 국내에서는 재해나 재난을 예방하고, 발생 시에는 그 피해를 줄이기 위하여 국가와 지방정부가 협력하여 대처하는 정책적 기술도 마련되어 있지 않았기 때문에 과거 한국의 재해나 재난의 피해는 당연한 결과일 수도 있다.

최근 들어 한국의 경제수준이 향상되면서 국민의 피해예방에 대한 요구수준도 같이 높아지게 되었고, 이에 따라 한국도 체계적이고 종합적인 재난 및 재해 대책이 필요하게 되었다. 그러나 이런 정책적인 재해, 재난의 피해 저감대책을 마련하기 위해서는 먼저 재해, 재난의 저감기술이 필요하게 되었고 따라서 현재 이와 같은 기술연구가 다수 수행 중이다. 한국은 IT분야에서 세계 수위를 차지하고 있으며, 인터넷(Internet) 보급률 또한 매우 높으며 거의 대부분의 국민들은 인터넷을 통하여 정보를 제공받는 것이 매우 용이하므로 인터넷을 통한 정보의 제공은 정보를 제공하는 측이나 제공받는 측이 모두 편리한 방식이 될 수 있다. 따라서 현재 진행되고 있는 재해 예측분야의 기술개발은 인터넷을 통한 실시간 예보를 제공하는 연구가 다수 진행 중이다. 이미 호우나 태풍, 장마 등의 예보는 인터넷을 통하여 실시간 예보가 이루어지고 있으며, 최근에는 산사태나 산불 위험정보까지도 인터넷을 통하여 실시간으로 제공하는 연구가 진행되고 있다.

자연재해 방재기술 개발사업단에서 추진하고 있는 자연재해 방재기술 개발사업은 1998년 11월 기상청에서 진행하던 사업과 한국지질자원연구원이 진행하던 사업을 통합하여 1998년부터 2007년까지의 연구기간동안 총 458억여 원의 연구비로 수재해, 지진재해, 환경재해, 자연재해 예측기술의 고도화 및 피해 저감기술개발을 목표로 자연재해의 전 분야에 걸쳐 방재기술을 개발하고 있다. 자연재해 방재기술 개발 사업에서는 자연재해뿐만 아니라 인위재난에 속하는 환경재해나 산불재해까지 포함되어 있다는 것을 알 수 있다. 1단계 사업으로 자연재해 관측, 평가기술 개발 및 기반구축을 수행하였고, 2단계 사업으로는 자연재해 예측기술 개발을 수행하였으며, 3단계 사업으로는 자연재해 피해 저감기술 개발 및 방재시스템화 단계를 수행 중에 있다. 이 외에도 자연재해 저감기술에 관한 연구는 국립방재연구소, 한국지질자원연구원, 여러 학회나 연구기관을 통해 진행되고 있다.

인위재난에 대한 연구는 국내에서는 자연재해 방재기술 개발 사업과 같이 광범위하고 체계적인 사업은 없고, 재해가 발생하였을 경우 그에 대한 조사와 함께 향후 대책을 제시하는 연구가 대부분을 차지하고 있다. 이와 같은 인위재난에 대한 연구는 국립방재연구소, 건설교통부, 한국수자원공사, 한국지질자원연구소, 한국건설기술연구원 등에서 활발하게 이루어지고 있으며 이런 기관에서는 인위재난뿐만 아니라 자연재해에 관한 조사나 대책에 대해서도 함께 연구하고 있다.

4 결 론

최근에 발생한 미국의 허리케인(Hurricane) 카트리나의 피해와 파키스탄(Pakistan)의 지진피해 등으로 자연재해 및 인위재난의 저감대책을 위한 정부기능 강화에 대한 사회적 요구가 계속적으로 증가되고 있으며 방재당국에서는 자연재해 및 인위재난의 유형에 대해 중장기적으로 균형 있는 방재기술개발, 기획 및 실천이 필요하게 되었다.

자연재해 및 인위재난의 피해에 대한 경감대책은 인류가 평화롭게 살 수 있는데 절대적으로 필요하므로 지속적인 연구개발을 해야 자연재해 및 인재를 저감할 수 있다.

이러한 기술방향은 기존 방재과학과 방재공학을 융합한 기획사업 수행이 필요하며 향후 선진국 대비 80% 이상의 기술수준 달성과 자연재해로 인한 피해 10% 저감을 목표로, 인위재난으로 발생된 피해는 기존의 발생건에 대한 분석연구에 그쳤지만 피해경감에 대하여 체계적이고 종합적인 대책을 수립하여야 한다.

2005년 한국의 정부투자계획과 일본 정부의 예산 발표현황에 의하면 한국과 일본의 재해예방을 위한 투자액을 비교하여 보면, 일본은 한국의 230.5배에 해당하는 금액을 투자하고 있다. 따라서 한국이 방재에 대하여 최선의 노력을 다하고 있다고는 하나 실제적인 투자액을 살펴보아도 일본과 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 그러므로 한국도 행정이나 홍보 등을 이용한 방재노력보다는 실질적으로 재해예방을 위하여 노력할 수 있도록 충분한 투자를 하여야 할 것으로 사료된다.