

홍수 차단

Flood Proofing

최진용*
Choi, Jin-yong

1. 홍수차단의 정의

홍수에 의한 재난을 대처하는 방법 중 하나라고 할 수 있는 홍수차단(Flood proofing)은 침수를 저지하기 위한 적극적이면서 최소한의 대책을 강구하는 것으로서 홍수의 경험, 지역 환경에 대한 적응, 침수의 높이와 범위의 예측을 바탕으로 현지에서 가장 보편적으로 적용될 수 있는 개인, 또는 공공단체와 같은 소규모 집단, 또는 민간차원에서 이루어지는 물리적인 대처 방법이라 할 수 있다. 따라서 본 소강좌에서는 한국관개배수위원회에서 발간한 「비구조적 홍수관리 편람」에서의 홍수차단을 중심으로 살펴봄으로써 혹 생소하게 느껴질 지 모르는 홍수차단의 정의와 내용을 살펴보고자 한다.

한국관개배수위원회에서 발행된 「비구조적 홍수관리 편람」에서의 정의를 살펴보면 “침수의 피해를 줄이기 위한 건물과 구조물, 그리고 그들에 인접한 환경의 변경”이라고 되어 있으며, 이러한 정의는 홍수에 대한 노출을 피하거나 줄이도록 하기 위해서 홍수차단을 물리적 대책에 한정한다는 의미에서 명확하다고 할 수 있다. 또한 일반적인 정의는 “개인이나 소규모 집단이 그들 자신의 재산에 대한 홍수피해를 줄이기 위해 범람원(Flood plain)에서 취하는 모든 행동”을 의미한다. 홍수차단과 유사한 의미로

사용되거나 혼용되는 것으로서 홍수방지(Flood protection), 홍수대응계획(Flood response planning)과 같은 것들이 있으며, 이를 홍수차단과 비교하여 살펴 보면 다음과 같다.

- 홍수차단은 홍수의 영향을 줄이기 위한 장기 간의 비구조적 또는 소규모 구조물을 수단으로 하는 대책을 말한다.
- 홍수방지는 특정 지역이나 시가지로 유입되는 모든 홍수를 물리적으로 방지할 수 있는 영구적인 주요 구조물에 의한 대책을 말한다.



〈그림-1〉 Disaster life cycle

자료원 : 미연방재난관리국 (FEMA : Federal Emergency Management Agency)

* 서울대학교 농업개발연구소

- 홍수대응계획은 홍수가 일어났을 때(예를 들면 철거) 어떤 집단이 조직적인 대책들을 실행함으로써, 야기될 수 있는 피해나 파괴를 최소한으로 줄일 수 있도록 대비책을 마련하는 것을 말한다.

즉, 홍수차단이 홍수방지나 홍수대응계획과 구별되는 가장 큰 차이는 규모와 범위에 있다. 홍수차단은 홍수의 피해가 우려되는 지역에서 행해지는 과거의 경험이나 지역의 특성에 따른 개인 또는 소규모 집단의 대응 방안의 수립이나 대책을 말하지만 홍수방지나 홍수 대응계획은 정부나 공공기관 차원에서 행해지는 광범위한 지역의 홍수 대응방안이나 대책을 의미하며 이에 따라 대규모의 사업도 행해지는 것을 의미한다고 할 수 있다.

그러면 홍수를 포함하는 재해의 Life Cycle이 어떻게 되는가를 살펴보는 것이 홍수차단 및 재해대책을 세우고 이해하는데 중요한 의미가 될 것이다. 미국 연방재난구조국에서는 재난순환과정을 <그림-1>과 같이 정의하고 있다. 재난의 순환(Disaster cycle)을 살펴 보면 <그림-1>에서 보는 바와 같이 재난의 발생과 대응, 복구, 경감, 위험요소의 축소, 방지, 준비의 과정으로 정의할 수 있으며, 이 중 홍수차단은 대응(Response), 재해의 경감(Mitigation)과 같은 과정에서 그 역할을 찾을 수 있을 것이다.

2. 홍수차단의 종류

본 소강좌에서의 홍수차단은 기반시설의 보호 대책, 건물의 보호 대책, 긴급상황에 대비한 대책, 농업에서의 대책으로 구분하여 소개한다.

가. 기반시설의 보호 대책

1) 제방, 도로, 철도에 대한 대책

주기적으로 홍수가 일어나는 대부분의 지역에서는 도로와 철도가 제방위에 세워지며 이에 대한 홍수피해는 월류와 세굴, 파이핑 등에 의한 손상이다. 이와 같은 홍수피해에 대한 제방

등에서의 홍수차단을 위해서는 설계시에 홍수 추적(Flood routing)과 같은 수리 및 수문분석이 선행되어 홍수시의 수위변화와 유속, 배수량에 대한 자료를 확보해야 한다. 사실 설계 단계에서 홍수 발생 상황에 대한 고려가 이루어지면 붕괴, 손상, 하부 파쇄 등을 피하기 위한 홍수차단은 그리 어렵지 않을 것이다. 제방에서의 홍수차단 대책은 제방이 월류 예방을 위해 높이 쌓여졌다면 이에 인접한 다리 또는 암거들은 홍수량을 충분히 배수할 수 있어야 하며, 암거에서의 문비를 이용한 배수량 조절, 암거에서 세굴을 방지하기 위한 에이프런과 같은 시설, 제방 주위와 교량 교대에서 우수흐름에 의한 침식 방지시설 등이 갖추어져야 한다. 홍수차단을 위한 측면에서는 월류가 가능하도록 비상 물넘이를 갖춘 제방을 설계하여 사용할 수 있다. 이는 홍수시 월류 장소, 월류 지속시간, 월류 수심 정도는 파악되어야 하고 부분적인 제체 저하점에서 적당한 수단을 강구할 수 있으며, 큰 비용을 들이지 않고 해결할 수 있다. 따라서 많은 경우 다져진 점토층과 잘 조성된 잔디층, 완만한 제방경사, 적당한 월류 높이는 월류로 인한 제방의 파괴를 방지할 수 있으며, 월류 장소는 홍수 범람에 의한 피해가 적고, 시설물과 작물에 대한 영향이 크지 않은 곳이어야 한다.

2) 수리구조물

유량 조절 문비, 수문, 양수장 등의 수리구조물들은 당연히 홍수 발생을 고려하여 설계될 수 있을 것이다. 대부분의 경우 이러한 수리구조물은 짧은 시간에, 평상시보다 높은 수리적인 부하를 갖는다. 이러한 수리구조물은 특수한 구조와 입지의 상태에 따라 홍수 차단 수단을 강구할 수 있을 것이며, 그 대책을 살펴보면,

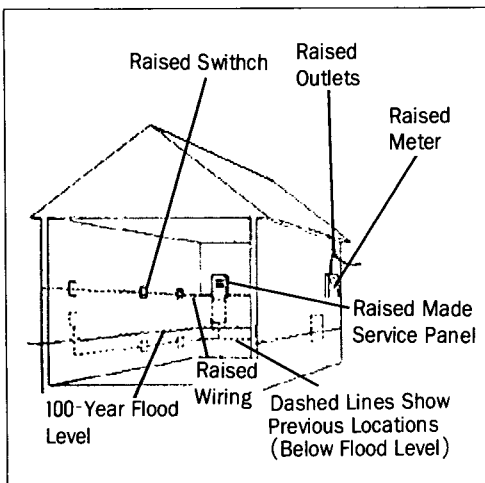
- 세굴을 방지하기 위한 유입구와 유출구에서의 에이프런 설치
- 제체의 문비와 유량조절 문비의 모서리를 따라 발생하는 누수와 파이핑을 방지할 수 있는 접합부(Collar) 설치
- 구조물의 수직, 수평 안정성을 증진하고 부압

으로 인한 부동을 방지하기 위한 구조물 기초의 말뚝기초 사용

- 홍수자유 수면보다 높게 엔진과 펌프를 설치
- 전기 모터 대신 디젤 엔진의 사용
- 구조물과 주위 환경사이의 변이 지대에 대한 세심한 주의
- 홍수기간 동안 작동하는 기기(수문, 펌프)와 구조물로의 확실한 접근로 확보 등이다.

3) 서비스 시설물

지역에 따라 상수도, 가스, 하수도, 전기, 고품 쓰레기 처리와 같은 다양한 서비스 시설물이 설치되어 있을 것이다. 많은 경우에 있어서 홍수는 양질의 상수 공급량 부족을 초래하여 질병의 발생과 다른 건강상의 문제를 야기한다. 이는 인간이나 동물의 분노로 인하여 오염되어 홍수에 의하여 발생하는 것으로 볼 수 있다. 농촌 지역에서의 자가펌프에 의한 상수도 시스템은 예상 홍수 수위보다 높아야 하며, 물탱크도 가능한 장소가 있다면 높은 곳에 설치한다. 양수장에서도 동력에 의한 펌프시설은 홍수수위 위에 설치되어야 한다. 발전소와 통신시설도 <그림-2>와 같이 홍수와 관계가 있으면 스위치 기어, 변압기, 전기, 전화선은 항상 홍수위보다 위



<그림-2> 홍수차단을 위한 전기배선 예

자료원: FEMA

에 설치되어야 한다. 주요 발전소는 주위에 제방을 하거나 기초를 높여 홍수로부터 안전하게 해야 한다.

4) 국지배수시설

일시적으로 또는 부분적으로 홍수를 일정 지역으로 유입시키는 것은 모든 것이 잠기는 것을 방지할 수 있으며, 최대 홍수위를 낮출 수 있고, 홍수의 지속기간과 범위를 줄일 수 있다면 이는 중요한 홍수차단 대책이 될 수 있다. 배수로 망이 잘 설계되어 설치되어 있고, 여러가지 크기의 홍수에 대처할 수 있다면, 나머지 해야 할 중요한 일은 지속적으로 유지하고 관리해 나가는 것이다.

나. 건물의 보호 대책

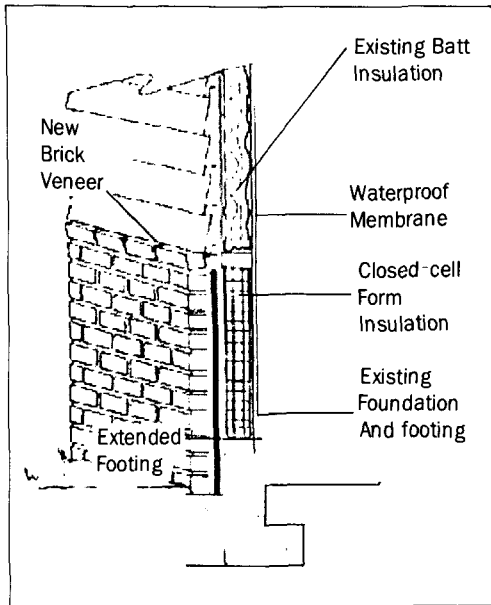
1) 공공 또는 산업용 건물

일반적으로 공공건물과 산업용으로 사용되는 다양한 형태의 건물은 대부분의 개인주택보다 홍수조건에 안정성을 갖도록 하기 위해 더 많은 자금을 사용하여 보다 튼튼한 재료로 지어진다. 먼저, 기초는 높은 지하수위를 가진 침수 상황을 견딜 수 있어야 한다는 것이다. 두 번째로 건물의 상부구조는 유수, 파도의 흐름, 고수위의 압력에 견딜 수 있어야 한다. 건물의 재료를 콘크리트나 강구조물로 하여 지주위에 건물을 시공함으로써 홍수상황을 쉽게 견딜 수 있도록 해야 한다. 1층은 주차장이나 차량 대기실 등으로 사용함으로써 많은 피해를 방지할 수 있다. 특히 고가의 공장을 절대로 범람원에 설치하여서는 안되며 병원과 같은 건물은 홍수동안에 접근로 확보가 무엇보다 중요하다.

2) 개인 주택

개인주택에서의 홍수차단에 대한 접근은 다음과 같다.

- 최근에 알려진 홍수시 최고 수위보다 약간 높게(0.3m 정도) 집의 주초를 놓거나 마을 전체를 이와 같은 언덕 위에 설치한다.



〈그림-3〉 주택의 홍수차단용 벽

자료원 : FEMA

- 빠른 유수와 강한 바람에 대한 저항성을 높이기 위해 콘크리트 기둥, 혹은 아연도금 강과 이프와 철사로 벽을 열기설기 매어 두는 것을 사용한다.
- 벽돌과 값싼 블록을 벽의 높이 보다 1m 정도 낮게 쌓되 문, 창문과 같은 최소한의 공간만 남기고 벽을 쌓는다. 문과 창은 홍수시 방수 패널 혹은 모래주머니로 막을 수 있다.

〈그림-3〉 참조

- 집의 지붕을 단단히 고정하고, 농산물을 저장하거나, 적어도 24시간 동안 가족들의 피난처를 제공하기 위해 플랫폼이나 높은 지대를 만들어 놓는다.
- 지하수위가 오랫동안 높게 지속될 경우 집의 기초를 튼튼히 해야 한다.
- 집주위에 흘러들어오는 물을 막기 위해 난장이 벽(0.5m 정도 작은 벽돌 혹은 콘크리트)을 만든다.
- 집을 기둥 위에 짓는다.
- 경제적으로 가능하다면 물에 저항성이 큰 재료로 집을 짓는다 : 벽돌보다는 콘크리트 블

록, 대나무보다는 벽돌, 모래보다는 진흙과 같은 재료를 사용하는 것을 말한다.

다. 긴급상황(Emergency Situation) 대책

홍수차단이라는 주제의 목적에 비추어 긴급 상황이란 “홍수에 의한 높은 수위로 인하여 사람들이 그들의 집을 떠나는 동안의 상황”으로 정의 할 수 있다. 이러한 경우 사람들은 고지대로 이동하고 특별히 만들어 놓은 대피소로 이동한다. 대피소는 보호시설, 우물과 같은 물공급원, 위생시설, 음식저장고 등이 마련되어 있어야 한다. 또한 홍수 발생 지역에서 피난지역까지 어느 정도의 거리에 있는 경우에 충분한 규모의 탈출로는 필수적이다. 이러한 긴급상황시의 피난 계획은 (a) 일정시간내에 예상되는 홍수위 상승과 이에 따른 유속의 증가 (b) 주의보 발령 확대 시기의 예측 (c) 철수할 물량(개인적인 소유물과 가족을 포함)한의 크기와 속도 (d) 이동해야할 거리 등에 기초하여 수립 할 수 있다.

라. 농업에서의 홍수차단

전세계 농촌지역의 농부들은 그 지역 홍수의 특성에 맞게 작부체계, 작물 종류, 재배 방법과 경작 방법을 적응시킨 경험들을 전수받고 있다. 그러한 경험들 속에는 그들을 홍수에 대한 취약점 분석과 위기 상황의 평가에 대한 것이 포함되어 있으며, 이것들은 농촌 문화에서 빠뜨릴 수 없는 부분이다. 홍수에 대한 적용의 전형적인 예는 동남아시아에서의 소위 부유벼(Floating rice)이다. 이것은 우기 전에 파종되는 것으로서 수확량은 적지만 깊은 물에 자라는 변종이다. 우기 동안 벼의 줄기는 수위의 상승과 맞추어 자라게 된다. 우기 동안 수위가 급속히, 벼보다 높게 또는 늦게 올라가면 피해를 입게 된다.

최근의 새로운 농업기술(높은 수확을 올리는 벼 작물과 소규모의 관개)은 농부들이 작물의 주생산 기간을 홍수가 우려되는 우기에서 건기에 재배가 가능하도록 하게 하였다.

그러므로 농업에서의 홍수차단은 나라마다 문화마다 다르며, 그 예를 들면 다음과 같다.

- 홍수가 늦게 발생하여 성장장애가 있는 벼의 피해를 줄이기 위해 늦은 시기에 이앙이 적합하고 긴 줄기를 가진 벼 품종의 도입: 또한 앞에서 언급한 부유벼 품종의 개선에 대한 지원
- 새로이 도입된 홍수 보호 대책이 완전하지 못한 상황에서 이를 대처할 수 있는 다양한 경작형태에 대한 조언
- 월류가능한 제방의 설치와 수문조작에 의하여 물리지역에서 홍수 전에 수확을 완료할 수 있도록 하기 위한 홍수도달을 지연시키는 물 관리
- 홍수로부터 안전하고 동물의 침입을 막을 수 있으며, 여러 지역에서 공통적으로 사용할 수 있는 신기술 또는 재료로 제작되는 식품저장고와 보관 용기의 도입
- 염수에 의해 침수된 지역에 대한 제염 재료(예: 석고)의 공급과 폭 넓은 제염 작업의 지원

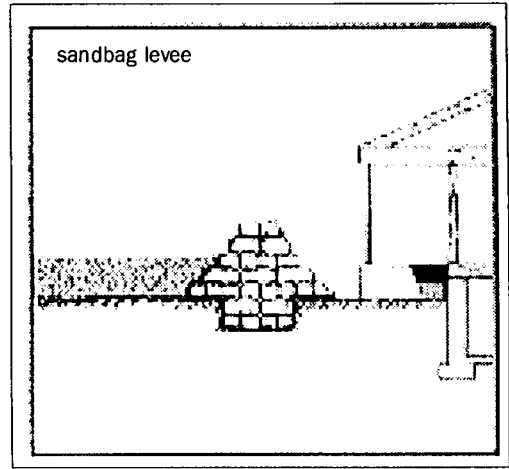
3. 홍수 차단의 예

가. Nijmegen, The Netherlands

Waal강가(Rhine강의 본류)의 고도시인 Nijmegen에서는 낮게 위치한 강가의 길들이 출입문에 의해 5년에 한번 정도 홍수로부터 보호되고 있는데, 이 출입문은 두개가 세트인 문비사이에 밀봉된 스톱로그(Stop-logs)를 끼워 고수위가 닫혀진다.

나. Song Phi Nong, Thailand

태국의 송피농은 매년 홍수가 발생하는 도시이다. 시장상가들은 홍수시에 1층이 잠기면 배



〈그림-4〉 홍수차단을 위한 임시방벽의 설치 예

자료원 : EMA(Emergency Management Australia)

로 오는 고객들을 위해 장사를 계속할 수 있도록 2층까지 높혀 놓았다. 시 외곽의 집과 건초창고는 원두막을 사용하여 홍수를 피한다.

다. Zierikzee, The Netherlands

이 지역은 과거에 대조 때와 바람 불 때의 하천수위는 오래된 내항을 따라 형성된 시 중심부의 주택들의 문턱까지 수위가 다다랐다. 그 때 계속적인 수위 상승시에도 물이 집안에 들어오는 것을 방지하기 위해 문앞에 판자를 놓게 되었다.

약 력	
 <p>최 진 용</p>	1989. 서울대학교 농과대학 농공학과 졸업
	1991. 서울대학교 대학원 농공학과 농학석사
	1996. 서울대학교 대학원 농공학과 농학박사
	현재 서울대학교 농업개발연구소 특별연구원
	KCID 비구조홍수관리분과 위원 / YPF 위원