
都市化로 인하여 增加하는 洪水災害危險의 輕減方案

Reduction Measures for the Flood Disaster Risk Accelerated Due to Urbanization

尹 龍 男

(高麗大學校 土木環境工學科 教授)

〈目 次〉

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| I. 序 言 | IV. 都市 洪水災害危險의 輕減方案 |
| II. 都市化에 따른 都市洪水의 量的 問題 | V. 結 論 |
| III. 都市 洪水災害의 類型 | |

〈ABSTRACT〉

Urbanization of a natural watershed brings with it changes in land use, at times severely disrupting the natural landscape, replacing it with impervious surfaces, which causes a reduction in infiltration, and redistributing the land surface flows. Stormwater runs off these modified surfaces more rapidly, and in many cases drainage is facilitated by sewerage. The results may be demonstrated by decreases in the rise time and fall time of a flood hydrograph, and by multiplication of their flood peaks and volumes by a factor of two or more.

In the present study, the various impacts of urbanization on the flood risks are first reviewed on a descriptive basis, and then the types of urban flood losses are classified into four categories. A detailed review of the state of the art on the comprehensive flood reduction measures in urbanized areas is made focusing on both the structural and nonstructural measures commonly employed in urban flood loss mitigation practices.

I. 序 言

인구의 증가와 산업의 발달에 부응하기 위해 인간은 자연상태로 있는 하천유역을 개발하여 주거지역이나 상업지역 혹은 산업기지지역 등으로 이용해 왔으며 이들 지역에 내리는 降水로 인한 流出을 배제하기 위한 각종 公共施設物을 설치하게 되었다. 이와같이 자연하천유역이 개발에 의해 都市化되면 유역의 유출특성이 크게 변하여 洪水規模가 커지게 되고 洪水排除施設이 설치된 경우에도 도시지역에 집적되는 인명과 재산의 피해는 漸增하게 된다.

本稿에서는 이와같은 都市化에 따른 유역의 流出特性 변화와 이로인해 발생하는 홍수재해 위험의 漸增性向 및 도시지역에서의 홍수재해의 유형을 살펴본 후 이들 도시홍수재해위험의 輕減方案을 고찰함으로써 都市水防對策 수립의 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 都市化에 따른 都市洪水의 量的 問題

자연상태의 하천유역이 점진적으로 都市化됨에 따라 유역의 氣候와 水文特性은 영향을 받게 되며 Lowry(1967)와 ASCE(1974)는 그 영향을 <표 1> 및 <표 2>와 같이 정리·발표한 바 있다.

<표 1> 都市化에 따른 氣候變化

氣 候 因 子	自然狀態 對比 百分率(%)
地表面 到達 日射量	85
年平均 氣溫上昇量(1° ~ 1.3°F)	—
年平均 相對濕度	94
年平均 風速	75
雲量 및 頻度	110
안개의 發生頻度(여름)	130
(겨울)	200
年降水量	110

<표 1>로 부터 알 수 있는 바와 같이 都市化되는 流域의 日射量과 相對濕度, 風速 등은 상

대적으로 감소성향을 보이거나 平均氣溫은 상승하고 구름의 量이나 안개일수 및 年降水量 등은 증가하는 것으로 알려져 있다.

〈표 2〉 都市化에 따른 水文特性變化

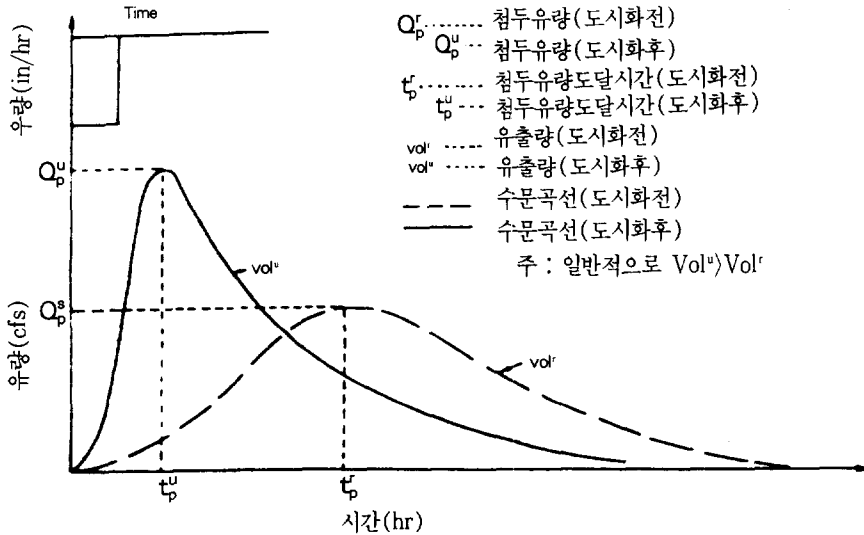
都市化 內容	水文特性 變化 內容
草木의 除去	蒸發散量, 浸透量의 감소 및 土砂 流出量의 증가
住宅, 道路, 排水施設 등의 初期建設	浸透量의 감소 및 地下水位 低下, 流出量의 증가 및 渴水期 基底 流量의 감소
住居地域, 商業地域 및 工業地域의 大單位 建設	不透水地域의 증가로 尖頭洪水量의 증가 및 발생시간의 단축과 流出 容積의 증가로 洪水災害 위험 급증
雨排水施設의 건설 및 都市河川整備	局地別 洪水방어 가능하나 洪水 소통 속도 의 증가로 下流 洪水 被害 加速 可能性

〈표 2〉로 부터 알 수 있는 바와 같이 都市化가 진행되는 流域에 있어서의 流出特性 變化는 크게 두가지로 나누어 설명될 수 있다. 첫째로, 都市化는 건물의 지붕, 도로, 보도, 주차장 등의 건설로 유역의 상당한 부분을 浸透能이 거의 없는 不透水性 表面으로 만들게 되며 地面 貯留能力도 크게 감소시킨다. 따라서 浸透量과 地面 貯留量의 감소로 流出容積은 자연상태에서 보다 상대적으로 증가하게 된다.

둘째로, 都市化는 도시하천의 수리학적 通水能(hydraulic conveyance)을 증가시킨다는 것이다. 都市化가 되면 도시계획 및 河川整備計劃에 의해 자연 상태의 하천의 直江化, 河道 단면의 확대, 被覆(lining) 뿐 아니라 도로 側渠라든지 雨水管渠 등의 배수시설이 설치되어 洪水의 소통능력이 증대된다.

이와 같이 都市化에 따른 不透水地域의 증가와 하천의 수리학적 통수능 증가로 인하여 都市 洪水의 容積과 尖頭洪水量이 커지게 될 뿐 아니라 地表面과 雨水管渠 및 河道에서의 홍수 흐름의 유속이 빨라지게 되어 〈그림 1〉에서와 같이 尖頭洪水量의 발생시간도 빨라지게 된다 (Riodan, et al : 1978, Kibler : 1982).

〈그림 1〉 都市化에 따른 流出 特性的 變化



이상에서 설명한 바와 같은 都市化로 인한 홍수유출의 증가는 都市 低地帶에 홍수를 발생시켜 도로 및 지하도의 침수로 교통장애를 일으킬 뿐만 아니라 住宅 및 財産피해를 주게 되고 都市民의 각종 활동에 큰 장애를 초래하게 된다. 뿐만 아니라, 침투능의 감소로 인하여 地下水 注入부족으로 지하수위가 떨어지고 渴水時에는 하천유량이 격감되어 水質이 크게 저하하게 된다.

III. 都市 洪水災害의 類型

都市地域의 洪水로 인한 水害는 종래에는 도시하천 하류부의 低地帶에서 주로 발생하였으나 都市化가 진전됨에 따라 都市水害는 여러가지 類型의 피해를 주게 되는데, 이를 分類하면 河川氾濫被害, 內水被害, 海邊都市의 海溢被害, 土砂로 인한 被害의 4가지가 있다(韓國土地開發公社:1989).

1. 河川氾濫被害

도시유역내의 하천이나 도시를 관통하는 대하천의 越流나 堤防붕괴에 의한 범람으로 피해를 주는 외수피해로서 우리나라 재래의 가장 고전적인 水害이다. 河川氾濫水害는 하천변에 밀

집해 있는 人命 및 財産과 公共施設에 대규모 피해를 발생시킬 수 있으므로 하천제방의 정비 및 관리를 철저히 함으로서 홍수를 河道內에서 소통시킬 수 있도록 대처해야 한다.

2. 內水被害

홍수로 인한 도시수해의 또다른 형태는 유역의 상당부분이 都市化된 都市河川이 도시유역으로부터 유출되는 홍수를 유역하류로 배제하지 못한채 內水로 인해 입게 되는 피해이다. 이러한 內水被害는 도시유역의 雨水管渠 및 빗물펌프장의 용량부족으로 排水不能상태가 발생하여 생길 수도 있고, 도시하천이 放流하는 大河川의 外水位가 높아져서 도시하천으로 역류함에 따라 수위상승에 따른 河川水가 雨水管渠網으로 逆流할 경우에도 발생할 수 있다.

內水被害는 人命의 손실이나 家屋의 파괴를 초래하지는 않지만 浸水로 인한 각종 財産의 質 훼손과 각종 市民活動을 저해하고 상당기간동안 생활의 질을 나쁘게 하는 등 많은 경제적, 사회적 손실을 초래하게 된다.

3. 海邊都市의 海溢被害

河口部나 海岸地方에 발달한 低地帶의 都市지역에서 高潮에 의해 발생하는 海溢로 인한 水害로서 海邊가옥의 침수나 선박의 유실, 파괴 및 방파제, 도로 등의 公共施設 피해가 이에 속한다.

4. 土砂로 인한 被害

洪水時 토사로 인한 被害는 土石流, 山沙汰 및 축대붕괴 등의 세가지 종류의 土砂移動으로 인한 피해로서 지형적으로 급사면의 붕괴로 인한 피해이다.

이들 세가지 종류의 土砂移動형태는 土砂의 移動 혹은 流下거리로 구분되는데 土石流의 경우는 시속 20~40km까지의 속도로 유하하는 경우도 있으나 山沙汰는 하루에 數cm정도, 축대붕괴는 數m정도로 土砂가 이동한다. 土石流나 산사태는 짧은 기간내에 많은 인명과 재산을 앗아가는 특성을 가지며 축대붕괴는 규모는 작으나 발생회수가 많아 큰 피해를 주게 된다. 土砂로 인한 피해는 강우강도가 크고 총강우량이 많아질 때 크게 발생하는 것이 보통이나, 총강우량이 많을 때는 강우강도가 작더라도 토석류, 산사태 및 축대붕괴로 인한 피해가 발생할 수 있다.

강우가 원인이 되는 土砂被害는 地形的으로 雨水가 집중하기 쉬운 급경사면 지역에서 발생

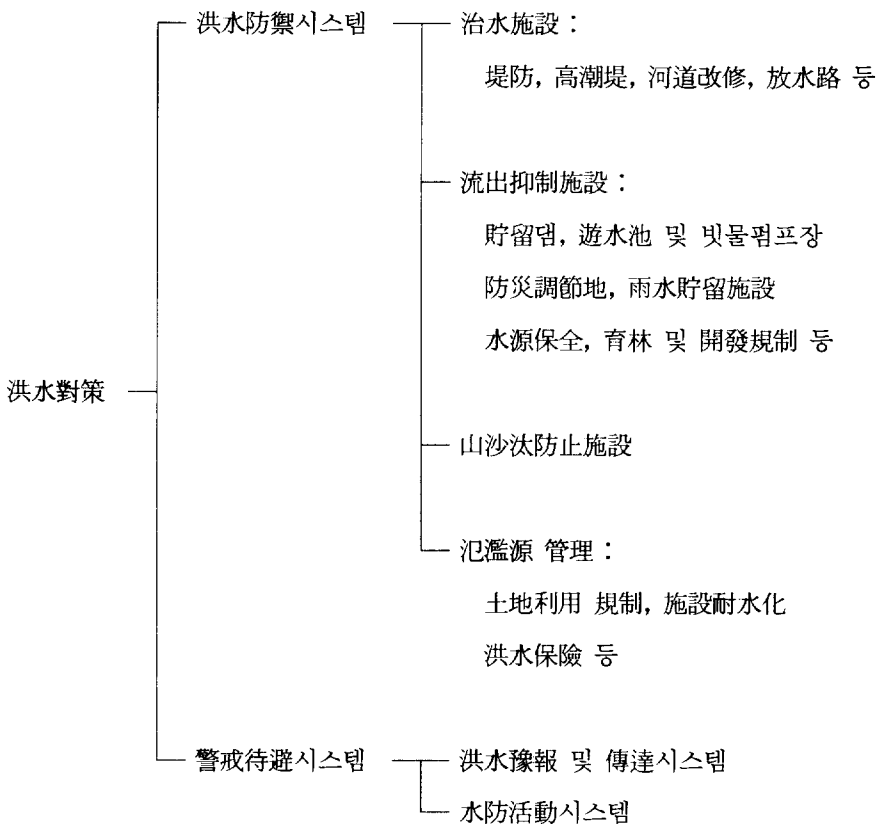
하기 쉬우며 대체로 南向 傾斜面의 축대나 사면이 태양열을 많이 받게 되어 풍화되기 쉽고 식물의 성장 또한 좋아 토양의 두께도 두꺼워 붕괴될 위험이 많다. 우리나라의 경우 여름철 태풍은 대체로 南風을 형성하므로 南向斜면의 붕괴 위험성이 크며 여러 都市에서 급사면의 개발이 많아진 오늘날 土砂로 인한 水害의 관리는 유의하지 않으면 안 될 都市水害라 할 수 있다.

IV. 都市 洪水災害危險의 輕減方案

도시홍수재해의 위험을 경감시키기 위한 洪水對策은 <그림 2>에 표시한 바와 같이 洪水防禦시스템과 警戒待避시스템으로 크게 분류할 수 있다(건설부:1988).

<그림 2>

綜合 洪水對策 시스템



〈그림 2〉의 홍수방어시스템은 홍수재해위험을 경감시키기 위한 構造的 方法(Structural Measures)에 속하는 治水施設 및 流出抑制施設의 設置운영과 非構造的 方法(Nonstructural Measures)에 속하는 氾濫源管理에 의해 洪水被害를 경감시키거나 방지하고자 하는 것이며, 홍수경계 대피시스템은 홍수의 예보와 조기경보에 의한 사전대비와 적극적인 水防活動으로 홍수가 발생한 상태에서 被害를 극소화시키려는 것이다.

이들 두 시스템의 구축과 운영은 상호보완적이고 종합적인 치수대책시스템으로 계획되고 구축 운영되어야 한다.

〈그림 2〉의 주요 洪水對策 중 중요한 對策에 관해 좀 더 상세하게 살펴보면 다음과 같다.

1. 治水施設

治水施設은 주로 外水에 의한 하천범람피해를 방지하기 위한 수단으로서 옛날부터 河川의 堤防, 海岸의 高潮堤 등의 형태로 축조되어 왔다. 都市地域의 경우는 都市河川의 범람피해를 막기 위해 도시하천정비사업을 통해 적절한 높이의 堤防을 축조하여 유지·관리하게 된다 (Thampapillai & Musgrave : 1985).

都市河川에 있어서 洪水量의 과다한 증가로 인해 기존 河道의 소통능력이 한계에 도달할 경우에는 신설되는 放水路나 터널하천에 의해 洪水를 分流시킴으로서 홍수피해를 경감시키는 경우도 있다.

종래의 河川水路 관리는 하천을 直線化하거나 자연하천을 콘크리트 혹은 石築으로 피복하여 通水能力을 증가시키는 방향으로 改修하여 왔으나, 이러한 改修사업은 洪水의 유속을 증가시키고 河床洗掘을 가속시킴으로서 河川環境의 파괴는 물론이고 下流部로 홍수를 短時間內에 집중시키게 되어 하류의 홍수터지역에 상당한 재해를 유발시키는 결과를 초래하는 경우도 많았다. 따라서, 河道의 直線化나 피복은 그로 인한 下流部에서의 영향을 고려하여 시행여부가 결정되어야 할 것이다.

2. 流出抑制施設

유출억제시설은 홍수시 각종 貯留空間에 홍수를 貯留시켜 下流로 洪水流下量을 감소시킴으로서 홍수피해를 경감시키기 위한 것이다. 外水의 貯留를 위해서는 홍수조절용 貯留댐이라든지 防災調節地 등을 河川의 上流 혹은 中流部에 설치함으로써 下流의 尖頭洪水量을 감소시키게 되나 都市하천의 경우에는 경제성이 없어서 특수한 경우를 제외하고는 댐에 의한 유출억

제방법은 드물게 사용된다.

1) 遊水池 및 빗물 펌프장

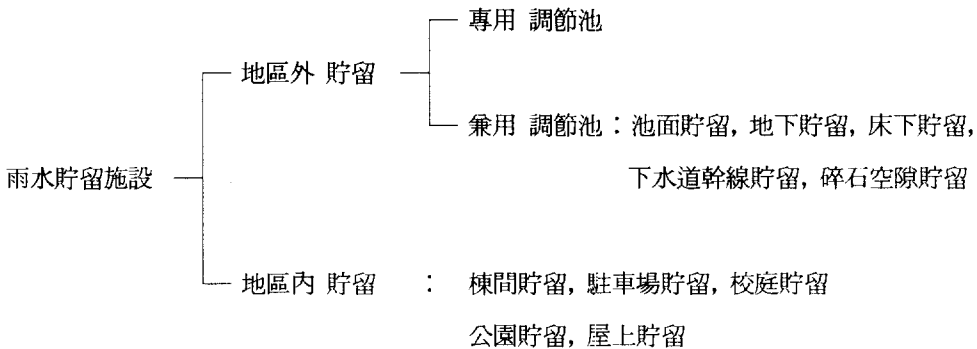
遊水池 및 빗물 펌프장은 홍수시 都市河川의 수위가 급격히 상승함에 따라 低地帶의 雨水管渠網을 통해 방출되는 洪水가 하천으로 자연방류될 수 없게 되므로 洪水의 일시적인 저류공간인 遊水池로 유도 貯留하면서 排水펌프에 의해 遊水池의 홍수를 하천으로 강제배수하는 것이다. 이때 河川水가 遊水池로 역류되지 않도록 하기 위하여 水門을 폐쇄한 상태에서 펌핑을 하게 된다. 遊水池 및 빗물 펌프장의 신설 및 확장시에는 유수지의 용량과 빗물펌프장의 균형적인 분담을 고려하여야만 경제적이며 운영관리 측면에서 유수지 수문 및 펌프의 운영조작기준의 설정과 이에 따른 철저한 운영조작이 필수적이다(Poertner : 1974).

2) 雨水貯留施設

도시유역내에 내린 강우가 雨水管渠나 하천으로 유입하기 전에 물을 일시적으로 저류시켜 유출을 억제하는 시설을 雨水貯留施設이라 하며 시설물의 형태별로 분류하면 <그림 3>에서와 같이 地區外 貯留와 地區內 貯留로 크게 나눌 수 있다(이상태 : 1988).

<그림 3>

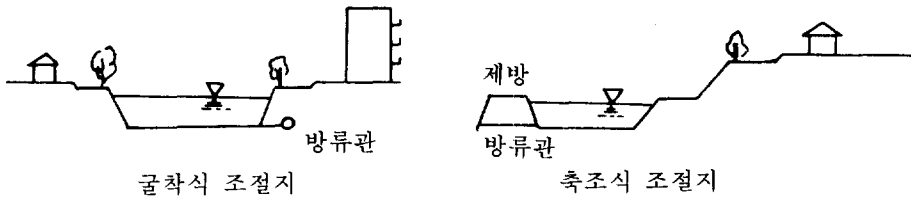
雨水貯留施設의 分類



<그림 3>의 地區外 貯留는 雨水를 雨水管渠 등을 통해 소규모 調節池로 集水하여 임시 저류시키는 방법으로 調節池는 雨水의 集水 專用일 경우 專用 調節池라 부르고 他 目的과 병행하여 사용될 경우는 兼用 調節池라 한다. 전용 조절지는 그 축조 방법에 따라 <그림 4>에서와 같이 굴착식과 축조식으로 구분된다(한국토지개발공사 : 1989). 굴착식은 통상 평탄한 지

형에 설치되는 반면 축조식은 구릉지의 계곡부에 설치하는 것이 보통이다. 일반적으로 도시지역의 단지 계획시 전용조절지는 다른 저류시설과 조합하여 운영함으로써 전용 저류공간을 가급적 작게 차지함으로써 토지 이용도를 높이도록 하는 것이 바람직하다.

〈그림 4〉 專用 調節池



兼用 調節池는 雨水의 貯留空間 중 전부 혹은 일부를 他 用途에 제공할 수 있도록 계획함으로써 土地利用度를 높이자는데 목적이 있으며 池面貯留, 地下貯留, 碎石空隙貯留 등이 있다 (한국토지개발공사 : 1989).

池面貯留는 비교적 큰 용량의 연못 調節池로서 장시간에 걸쳐 저수하여 위락시설로 이용할 수도 있으며, 貯留水의 水質을 양호하게 유지하기 위해 貯留施設의 평면형태는 부유쓰레기 등의 체류를 발생시키지 않도록 가능한 단순한 형태로 하는 것이 좋으며 퇴적토사의 준설과 수질처리를 고려하여 대부분의 물을 排水시킬 수 있는 구조로 할 필요가 있다. 常時 浸水部의 바닥면에는 누수가 되지 않도록 防水를 할 필요도 있으며 면적과 수심이 적절하게 설정되지 않을 경우 水草와 藻類의 성장과 부패에 의하여 수질악화를 초래하여 수질환경을 손상시킬 수도 있으므로 주의를 요한다.

地下貯留는 우수저류시설을 지하에 만들어 평상시에는 주차장, 공원 등 다른 용도로 사용할 수 있도록 한 것으로서 저류용량당 건설비가 싸고 땅값이 비싼 시가지 주택지역에 적합한 방법이다. 貯留水深은 경제성 뿐만 아니라 堆砂 준설의 용이성을 감안하여 2m이상으로 할 것을 추천하고 있다. 지하저류시설의 설계에 있어서 가장 중요한 요소는 시설의 관리문제로서 유입 토사의 확산을 방지하는 동시에 준설을 쉽게 하기 위해 토사의 퇴적장소를 정하여 施設底面의 경사를 1/100 정도로 하고 排砂口를 설치할 필요가 있다.

床下貯留나 下水道幹線貯留는 地下空間貯留方法으로 고밀도 주택지역에 적당한 방법이다. 이 저류방법은 고층빌딩의 地中 Beam의 높이가 큰 건물의 지하공간을 이용해서 만드는 것이 유리하며 설계상 유의해야 할 점은 地下貯留의 경우와 대동소이하다.

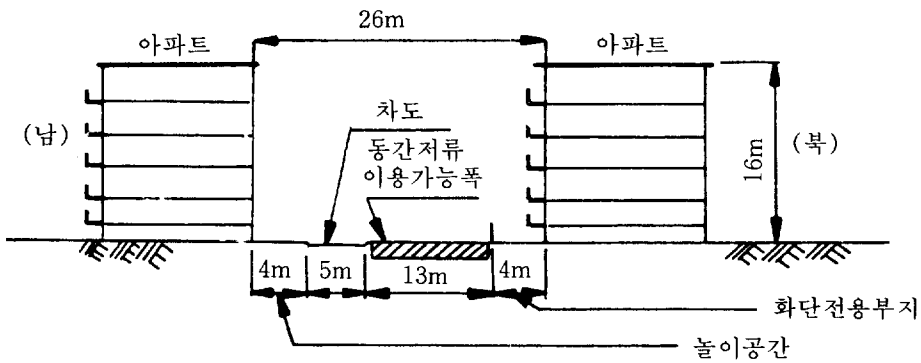
碎石空隙貯留는 碎石間의 공극을 우수의 저류공간으로 이용하는 방법이다. 地中에 碎石溝나

쇄석저류지를 만들고 쇄석간의 공극에 우수를 저류하고 그 상부를 녹지나 운동장으로 이용하는 것이다. 시설비용은 다른 저류시설과 비교할 때 염가이며 시설의 계획규모상 신축성이 많고 다른 방법의 시설과 함께 사용함으로써 유기적인 우수유출억제기구로 계획하기 쉬운 장점이 있다.

〈그림 3〉의 地區內 貯留方法은 雨水를 管渠를 통해 他 地域으로 이동시키지 않고 現地에서 저류하는 방법으로 아파트의 棟間貯留이라든지, 주차장, 공원, 학교운동장 혹은 건물의 옥상 등에 간단한 貯留用 부대설비에 의해 雨水를 저류하게 된다.

아파트 棟間貯留는 아파트의 棟과 棟 사이에 雨水 貯留池를 만드는 것이다. 〈그림 5〉에 표시된 전형적인 棟間 貯留池는 5층규모의 아파트 단지에 대한 例로서 棟間 최소간격 26m 중 車道 5m, 전용 정원 공간 4m, 높이 공간 4m 등을 제외한 13m정도가 이용 가능폭으로 대부분의 경우 棟間간격의 50% 정도는 저류시설을 위한 空間으로 활용할 수 있다(한국토지개발공사 : 1989).

〈그림 5〉 아파트 團地內 棟間 貯留의 基本 概念圖



駐車場貯留를 설계하는 경우에는 雨水貯留에 의해 자동차의 주행에 지장을 받지 않도록 배려해야 한다. 주차장은 일정한 중횡단 경사가 필요하고 면적당 可用貯留容量이 별로 크지 못한 면이 있으며 쇼펜센터 등의 넓은 주차장에 저류시설을 계획할 때에는 비교적 사용빈도가 작은 부분으로 우수를 저류해 통행에 지장을 주지 않도록 계획하는 것이 좋다. 한편, 校庭貯留는 옥외 운동장이 대상이 되며 체육수업 등에 지장이 없도록 강우 종료 후 빠른 기능 회복이 가능하도록 유의해야 한다.

屋上貯留는 건물지붕에 떨어진 雨水를 가능한한 빨리 우수관거로 배출시키기 위한 방법이다. 아파트나 건물 등의 옥상 傾斜는 대체로 평탄하여 우수저류지의 역할을 할 수 있으므로

특수한 지붕저류함통(rooftop ponding ring)을 시설하여 우수를 저류하게 된다. 일본의 경우는 사무실과 빌딩 등에서 부분적으로 실시되고 있으며 미국의 경우는 건물 밀집지역에서는 대단히 효율적인 貯留方式으로 평가 받고 있어 지역에 따라서는 이 시설물의 설치를 의무화하고 있다. 옥상저류의 기본적 구조는 옥상에 지붕저류함통을 설치하여 함통을 통해 배수되는 우수의 유출을 조절하는 것이며 貯留時間은 일반적으로 24시간을 넘지 못하도록 한다. 또한, 옥상저류시설을 사용할 경우에는 누수에 의한 건물의 피해가 없도록 防水에 세심한 주의를 기울여야 한다(Yen : 1978).

3. 山沙汰 防止施設

대부분의 산사태는 지질적 및 지형적 악조건하에서 지각운동으로 인한 파쇄대가 많은 지역에 폭우나 폭설이 반복 발생함에 따라 생기게 된다. 따라서 산사태는 地質, 土質, 地形 등의 잠재적 원인과 강우, 용설, 지하수, 하천 및 해안의 침식, 지진 등과 같은 자연적 원인 및 切土, 盛土工事 혹은 댐 건설과 같은 인위적인 원인 등으로 인하여 발생한다고 할 수 있다.

따라서 산사태를 방지하려면 자연적인 산사태 원인으로부터 斜面을 보호해 주어야 하며 이는 비탈면을 자연의 흠상태로 노출시키지 말고 여러가지 방법으로 피복시켜 줄 필요가 있다. 또한, 흠속에 침투한 물은 즉시 排水될 수 있도록 함으로서 斜面의 滑動力 증가 혹은 抵抗力 감소에 물이 영향을 미치지 못하도록 하여야 한다.

현장조사 등에 의해 불안정한 상태에 있는 斜面은 安全率을 증가시키기 위해 통상 두가지 방법이 이용된다(건설부 : 1988). 그 첫째는 斜面의 滑動을 방지할 수 있도록 抵抗力을 증가시켜주는 方法으로 말뚝, 앵커, 옹벽, 흠 등을 사용하여 이들 재료의 剪斷應力, 휨, 引張力, 壓縮力 등의 역학적 저항특성을 이용하는 것이며, 둘째는 사면이 안전한 상태에 있도록 斜面의 滑動力을 감소시켜 주는 方法으로 地盤安定藥液을 사용하여 지반의 강도를 직접 증가시켜 줌으로서 斜面滑動에 저항하도록 하는 化學的 方法과 사면의 정상부 흠을 제거시키는 切土工 및 斜面의 경사를 완만하게 변경시키는 斜面勾配變更方法 등이 있다.

4. 氾濫源 管理

도시지역에서는 한정된 土地의 高度利用側面에서 低濕地나 急斜面을 개발하여 이용하는 경우가 많으며 이들 지역 중 상습적인 水害를 입는 곳이 많은데 이들 지역을 범람원이라 한다.

이들 범람원 지역은 홍수발생시 水害를 입게 되므로 사전에 土地利用 規制를 할 필요가 있

다. 즉, 상습침수예상지역은 도시로 개발하지 않고 田畓이나 公園, 운동장, 광장 등으로 남겨둠으로서 洪水時 遊水池나 洪水調節池의 역할을 하게 함으로서 下流地域의 홍수피해를 경감시킬 수 있다.

이와 같은 관점에서 범람원 관리를 위해서는 홍수범람위험지역의 區域制(zoning)를 설정하고 그 구역 내에서의 開發行爲의 금지, 제한 및 施設의 耐水化 등을 의무화하는 등의 조치를 취할 필요가 있다(ESCAP : 1991).

또한, 이와 같은 범람원 관리가 실시되고 있는 지역에만 정부자금의 충분한 보조가 이루어지도록 하고 洪水保險制度 등의 적용을 고려하는 등의 조치를 취할 필요가 있다. 洪水氾濫 위험지역의 區域制는 확률홍수를 토대로하여 洪水流下區域과 洪水綠地周邊地域으로 구분하는 것이 가능하며, 홍수유하구역에는 성토나 건축을 금지시키는 대신 홍수녹지주변지역에는 성토나 주택건축은 허용하되 施設耐水化를 의무화하는 방안이 검토될 수 있다. 耐水化방법으로는 건물을 범람수로부터 차단하는 방법과 더튼기공법에 의해 건물을 높은 盛土위치에 건립하거나 혹은 침수를 당하더라도 피해를 최소화시킬 수 있는 등의 방법이 고려되어야 한다. 洪水保險의 목적은 水害를 입은 住民을 구제하는 동시에 범람원 관리와 연계시켜서 피해가능성의 증대를 억제하는데 있다. 홍수위험도는 洪水頻度와 浸水深의 크기에 따라 장소별로 세분화하여 각각 보험요율을 차등적용토록 하며, 또한 새로 축조된 건축물에 대해서는 높은 보험료를 책정함으로써 범람원내의 건축물 증가를 억제토록 하여야 한다.

5. 洪水警戒 및 待避 시스템

도시지역의 수해 상습지역에 대한 조사는 기왕의 홍수피해조사에서 이루어질 수 있으며, 보다 체계적이고 과학적인 연구조사에 의하면 도시지역 주변의 環境變化와 都市化에 따른 水害豫想 지역을 예견할 수 있다. 물론 이러한 水害豫想地域은 그 원인을 해소시켜 피해가 없도록 조치해야 하겠으나 그러하지 못할 경우에는 水害위험지역을 주민 개개인에게 정확하게 인식시키도록 해야 하며 이를 위해서는 水害危險地域公示 등의 방법을 강구하는 것이 바람직하다(Walesh : 1989).

현대화된 洪水豫報와 警報 시스템은 홍수가 도달하기 전 혹은 침수되기 전에 적절한 비상대책을 취하게 함으로서 막대한 洪水被害를 경감시키자는 것이다.

洪水被害를 유발할 수 있는 降雨가 氣象觀測에 의해 예보되면 洪水流출計算 시스템에 의해 시간별 홍수량의 크기를 대상지점별로 계산하여 홍수발생전에 충분한 시간을 두고 경보를 전달함으로써 수해가 예상되는 지역의 주민들을 조직적으로 소개시키거나 기타 적절한 대책을

강구토록 하여야 한다. 이를 위해서는 氣象豫報의 질을 높혀야 할 뿐 아니라 科學的인 洪水豫報가 가능하도록 각종 水文資料의 수집과 水文分析技法의 開發이 進行되어야 할 것이다. 특히, 우리나라의 경우 서울을 위시한 大都市地域에도 아직 洪水豫警報 시스템이 구축되어 있지 못한 점은 지적하지 않을 수 없다(서울특별시:1993).

종합적이고 체계적인 洪水對策을 수립하고 각종 대응시스템이 구축된다 하더라도 그 기능에는 한계가 있으므로 재해에 대비한 水防組織을 잘 운용하여 사전예방에 힘쓰고 일단 水害가 발생하면 긴급히 대처할 수 있도록 각종 水防活動을 전개함으로써 가능한 피해를 경감시키고 복구에 만전을 기하도록 하여야 한다.

V. 結 論

자연하천유역의 都市化로 인한 都市地域의 洪水被害는 外水와 內水로 인해 발생하게 되며 이들 피해를 최대한으로 경감시키기 위해서는 과학적이고 체계적인 都市 綜合洪水對策의 수립 시행이 필요하다. 이러한 대책은 構造物的 方法과 非構造物的 方法을 복합시켜 병행시킴으로서 각 方法의 효율성을 상승시킬 수 있다.

구조물적인 대책인 댐, 제방, 홍수방벽, 우수지 및 배수 펌프장, 우수저류시설 등의 건설이 홍수피해를 경감시킬 수 있는 직접적인 방법이라면 土地利用의 적절한 규제라든지 건물의 耐洪水化, 범람원 관리, 그리고 洪水 발생시의 豫警報 및 신속한 水防活動 등을 통한 비구조물적 대책은 구조물적 대책을 보완함으로써 장기적이고 종합적으로 洪水管理를 꾀할 수 있는 필요불가결한 대책이라 할 수 있다.

따라서, 항구적인 都市 治水 防災를 위해서는 종합적인 대책의 수립이 필요하며 각종 治水 施設의 건설을 위한 투자를 늘리고 시설물의 유지 관리를 科學化할 수 있는 시스템의 구축이 필요할 뿐 아니라 각종 비구조물적 대책의 수립 및 시행을 위한 技術的 分析 基準과 行政的 制度의 개발을 위한 노력이 가속화되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

- 건설부(1988), 「방재 종합 대책 증장기 계획」, 제4권.
- 서울특별시(1993), 「수방시설 자동화 설비 기본 및 안양천 수계 실시설계 보고서」.
- 이상태(1988), “우수저류 및 유출 억제 방안”, 「대한토목학회지」, 36(2).
- 韓國土地開發公社(1989), 「도시 소규모 단지의 우수유출량 산정기법에 관한 연구」.
- American Society of Civil Engineers, *Urban Water Resources Research Program*(1974),
Management of Urban Storm Runoff, Tech. Memorandum 24, New York.
- ESCAP(1991), *Manual and Guidelines for Comprehensive Flood Loss Prevention and Management*, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, UNDP.
- Kibler, D.F.(1982), *Urban Stormwater Hydrology*, AGU Monograph 7.
- Lowry, W.P.(1967), “The Climate of Cities”, *Sci. Am.*, 217(2).
- Poertner, H.G.(1974), *Practices in Detention of Urban Stormwater Runoff*, American Public Works Association.
- Riodan, E.J., N.S. Grigg, and R.L. Hiller(1978), “Measuring the Effects of Urbanization on the Hydrologic Regimen”, *Proc., International Symposium on Urban Storm Drainage Conference*, University of South Hampton, U.K.
- Thampapillai, D.J. and W.F. Musgrave(1985), “Flood Mitigation : A Review of Structural and Nonstructural Measures and Alternative Decision Frameworks”, *Water Resources Research*, 21(4), A.G.U.
- Walesh, S.G.(1989), *Urban Surface Water Management*, John Wiley & Sons, Inc.
- Yen, B.C.(1978), *Storm Sewer System Design*, Workshop Notes, Water Resources Center, University of Illinois, Urbana, Illinois.