

〈特輯 都市水害〉

大都市에 있어서의 下水道와 浸水

趙 炳 聲*

1. 머릿말

下水道라 함은 各家庭과 빌딩, 工場等으로 부터 버리는 各種 汚水를 衛生的으로 處理하여 放流하고 地表面에 내린 雨水를 迅速히 排除하는 役割을 말한다.

따라서 下水道가 잘 整備된 排水區域에서는 豪雨時에도 流出量을 바로 下水管渠에 流入 放流先으로 運搬하여 주므로 道路, 宅地 등의 排水狀態를 良好하게 維持시켜 주었으나 産業의 發達과 人口의 都市集中으로 耕作地, 低地帶, 綠地 등이 宅地로 開發되고 道路鋪裝率 提高로 流出係수가 增加되고 下水道施設이 管理不實로 近來 大都市의 下水道施設이 整備된 地域에서도 浸水, 山沙汰, 石築崩壞等 水災의 發生으로 많은 財産과 人命의 被害가 되풀이 되고 있어 都市型浸水라는 새로운 課題로 提起되고 있는 實情이다.

都市型 浸水와 下水道 施設에 대하여 國內外的 大都市에서 나타난 問題點과 對策等을 檢討하여 우리 都市에 있어서 未備點, 또는 修正 補完하여 할 점과 繼續研究發展시켜야 할 事項을 提示코자 한다.

2. 下水管渠의 設計

下水管渠는 오랜 期間에 걸쳐 施設되며 設置後에도 排水量 增加에 따른 斷面의 擴大가 困難하므로 設計時에는 將來의 人口增加 및, 都市計劃, 地域綜合開發計劃等 上位計劃을 考慮하여 決定

하여야한다.

即, 目標年度의 計劃下水量을 算出하여야 한다.

下水量은 發生源에 따라 雨水(storm sewerage), 汚水(Domestic Wastewater), 工場排水(Industrial Wastewater) 및 地下水(Ground Water)로 構成되며 計劃下水量은 이들 各各에 대하여 算出하여야 한다.

그러나 이들 下水中 管渠 斷面決定과 水害에 絶對的 影響을 주는 雨水流出量의 算出에 對하여 概略說明코자 한다.

2.1 雨水流出量의 算出

降雨強度, 流出係數 및 排水面積에 의해 구하며 合理式의 境遇 그 節次는 다음과 같다.

2.1.1 降雨強度 公式

單位時間當 내리는 降雨量은 時間의 經過와 管路의 길이에 따라 다르므로 過去의 降雨記錄에 의해 確率年度別로 降雨強度의 變化를 正確히 나타낼수 있도록 誘導한 公式으로 合理式에 있어서의 降雨強度 公式의 形態는 다음의 것들이 있다.

① Talbot 形

$$I = \frac{a}{t + b}$$

② Sherman 形

$$I = \frac{a}{t^m}$$

③ 久野·石黑形

* 永登浦 水源地事務所所長

② Empirical Formula(Brix 公式)

$$Q = CRA \sqrt[6]{S/A}$$

단, R: 1시간의 降雨强度(m³/sec, ha)

S: 地表의 平均拘配(%)

2.2 断面크기의 決定

計劃 雨水流出量이 決定되면 分流式의 境遇 雨水管渠, 合流式의 경우 計劃時間最大汚水量을 加算하여 Manning 및 Kutter의 流量公式에 의해 圓形管은 滿流, 矩形管은 水深의 9割, 말굽形管은 水深의 8割을 通水斷面으로 하고 流速은 下流로 갈수록 점차로 빠르게 하되 그 범위는 0.8~3m/sec로 하여 土砂의 堆積과 管内壁의 마모를 防止토록 하여야 한다.

① Manning 公式

$$Q = A \cdot V$$

$$V = (1/n) R^{2/3} I^{1/2}$$

단, Q=流量(m³/sec)

A=通水斷面積(m²)

V=平均流速(m/sec)

n=粗度係數

R=徑深

I=動水勾配

② Kutter 公式

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{I}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{R \cdot I}$$

3. 下水道와 水害

일찍부터 大都市에서는 下水道 基本計劃을 樹立, 下水管渠를 整備하고 있었으나 60年代 以後 産業의 發達과 人口의 都市集中으로 市勢가 急成長되는 過程에 下水道 施設은 無計劃의이고 一時的, 散發的으로 設置되어 雨期中 水害가 反復되고, 都市下水量的 增加는 生活環境 및 公共水域의 汚染을 날로 惡化시킴에 따라 1982年에 下水道法을 改正, 市長 郡守로 하여금 管割都市의 下水道 管網整備 基本計劃樹立을 義務化하여 每年 整備하고 있으나 豪雨時 下水道가 整備된 區域에서

浸水가 發生되는 경우가 增加되고 있다. 이러한 現象은 外國의 大都市에서 經驗한 都市型 浸水와 맥을 같이 하고 있다고 사료된다. 都市에서 下水道와 浸水의 關係를 類型別로 紹介하여 앞으로 計劃樹立, 改善, 研究發展에 參考토록 하고자 한다.

3.1 雨水流出量 增加로 인한 內水浸水

近來 大都市에서 發生되는 水害의 主要原因은 雨水流出量 增加로 인한 內水 浸水이다.

內水의 典型的 浸水는 豪雨時 排水區域 上流地域으로 부터 流出되는 雨水를 排除하지 못하여 堤內地末端의 相當한 面積, 때로는 堤內地 全體 平坦地에서 發生된다.

이러한 現象은 都市의 擴張으로 排水區域內 耕作地, 綠地 및 空地의 減小와 道路鋪裝의 普及擴大로 自然條件이 變하여 流出係數가 커지고 流達時間이 短縮되었기 때문이라고 分析하고 있다.

流出量의 變化는 都市와 排水區域의 狀態에 따라 差異는 있겠으나 近代 大都市가 안고 있는 共通事項이다.

日本 大阪市에서 降雨時 排水펌프 運轉實積, 降雨記錄, 水位, 日誌를 基礎로 雨水流出量 實態 調査를 分析한 結果에 依하면 流出係數는 設計基準值 C=0.5에 比하여 0.33이 더 많은 C=0.83으로 推定되어 長期浸水對策으로 修正 使用하고 있다.

87年 7月 26~27日 서울 地域에 내린 集中豪雨時 發生된 水害도 流出係數의 增大에 依한 影響이 매우 큰 것으로 思慮된다.

가. 大阪市 雨水流出量 實態調査

1) 地形

大阪市는 淀川 河口에 形成된 Delta 地域으로 全區域이 平坦한 平原을 이루고 支川에 依하여 수계의 扇形태로 개발되었으며 市街地의 90%가 河川보다 낮아 雨汚水를 70余個所의 排水펌프場에서 強制排水토록 下水道가 施設되어 있다.

2) 1980年까지 流出量 算定基準

$$\text{Brix 公式: } Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A \sqrt[6]{\frac{S}{A}}$$

降雨強度 : $I=60\text{mm} / \text{h}$ (12年 確率年度)

流出係數 : $C=0.5$ (各排水口마다 조금의 차이가 있음)

地表面句配 : $S=1\%$

3) 浸水被害

浸水被害가 周期的으로 發生되었으며 特히 1979年과 1982年度の 水害는 下水道 整備가 完了된 地域이 대부분이었다.

1966年 이후 豪雨로 인한 浸水被害는 다음과 같다.

4) 流出量 實態調査

市內에 散在된 70個所의 排水펌프場中 排水地域境界가 比較的 確實한 것中 小面積부터 大面積의 펌프場 16個의 蒙利區域 12,506ha를 選定하여 各排水地域의 最近 大降雨 5個를 Sample로 降雨記錄, 펌프 運轉記錄, 水立記錄, 日報등을 基準으로 調査區域을 12m~33m mesh로 分할하여 水文學的 分析을 實施한 바 流出係數가 設計基準 $C=0.5$ 보다 많은 $C=0.83$ 으로 增加되어 浸水의 主要原因이 되고 있다는 結論을 얻고 設計基準을 變更, 根本的인 浸水對策을 樹立 施行 中이다.

3.2 管渠句配 不良 및 老朽

管渠의 敷設年度가 오래되고 地下水使用量 增加, 車輛의 大型化等으로 地盤沈下 및 振動에 의하여 下水道 施設이 部分的으로 破損되거나 沈下로 句配가 不良하여 豪雨時 散發的으로 小規模

浸水가 發生되는 原因이 되고 있다.

各 都市에서는 老朽管의 交替를 위하여 많은 事業費를 投資하고 있으나 對象地域이 廣範圍하고, 道路下에 敷設되어 있으며 斷面이 적어 調査가 매우 어려운 實情이다.

外國에서는 調査가 確實하고 能率的으로 施行할 수 있는 走行式 TV카메라를 管內에 投入하여 管의 狀態를 調査, 撮影하여 이를 基礎로 管交替, 再生, 部分補修, 改善의 緩急等を 判斷, 效率的으로 事業을 推進하고 있다.

下水道 整備 基本計劃 樹立 課程에서 管渠現況 調査는 가장 重要한 業務로 우리도 現代의 調査 裝備에 依한 細部調査를 實施할 수 있는 體制를 確立하으로서 下水道 整備事業 確實하고 能率的으로 推進되어야 할 것이다.

3.3 維持管理 疎忽

合流式 管渠의 境遇, 晴天時는 汚水만 흐르게 되므로 流速이 적어 無意識的으로 排水施設物에 버리는 土砂, 비닐류, 막대기등 固形物이 管內에 堆積되게 되며, 特히 建築工事場에서 마무리 물 갈기후 버리는 sludge는 下水管內에서 固結되므로 이들은 各各 管渠斷面을 縮小하게 되고 豪雨時 流入되는 종이류, 낙엽, 쓰레기와 함께 管渠를 막아 排水不良으로 浸水を 誘發하게 된다.

또 地下施設物이 增加하면서 地下空間이 狹少하게 되자 上水道, 遞信, 電氣, 가스等の 工事

〈表 2〉 豪雨로 인한 浸水被害現況

年 月 日	總降雨量	持續時間	10分間 最大降雨量	時 間 最大降雨量	浸水面的	浸水家屋
1966. 7. 8	123.3	22	11.7	47.0	1,132	52,148
1966. 9. 18 ~9. 19	112.3	20	22.0	45.1	1,250	42,835
1972. 10. 16	150.4	16	29.5	74.0	360	17,173
1975. 9. 7	73.0	4	34.0	53.0	259	10,340
1979. 6. 29	117.0	14	12.5	31.0	246	6,248
1979. 10. 26	90.0	3	15.0	69.5	327	8,436
1979. 10. 30	129.5	6.5	22.0	85.5	810	25,144
1982. 8. 2 ~8. 3	135.0	11.2	15.5	43.0	690	30,840

下水道를 貫通, 敷設하여 流水障礙 및 斷面減小로 水害를 誘發하는 事例 또한 많았다.

이러한 것은 下水道 施設에 對한 認識不足에도 있겠지만 管理廳의 施設物 維持管理業務의 疎忽에도 큰 원인이 있다.

따라서 下水施設의 增加와 함께 維持管理를 위한 制度的 改善이 必要하다.

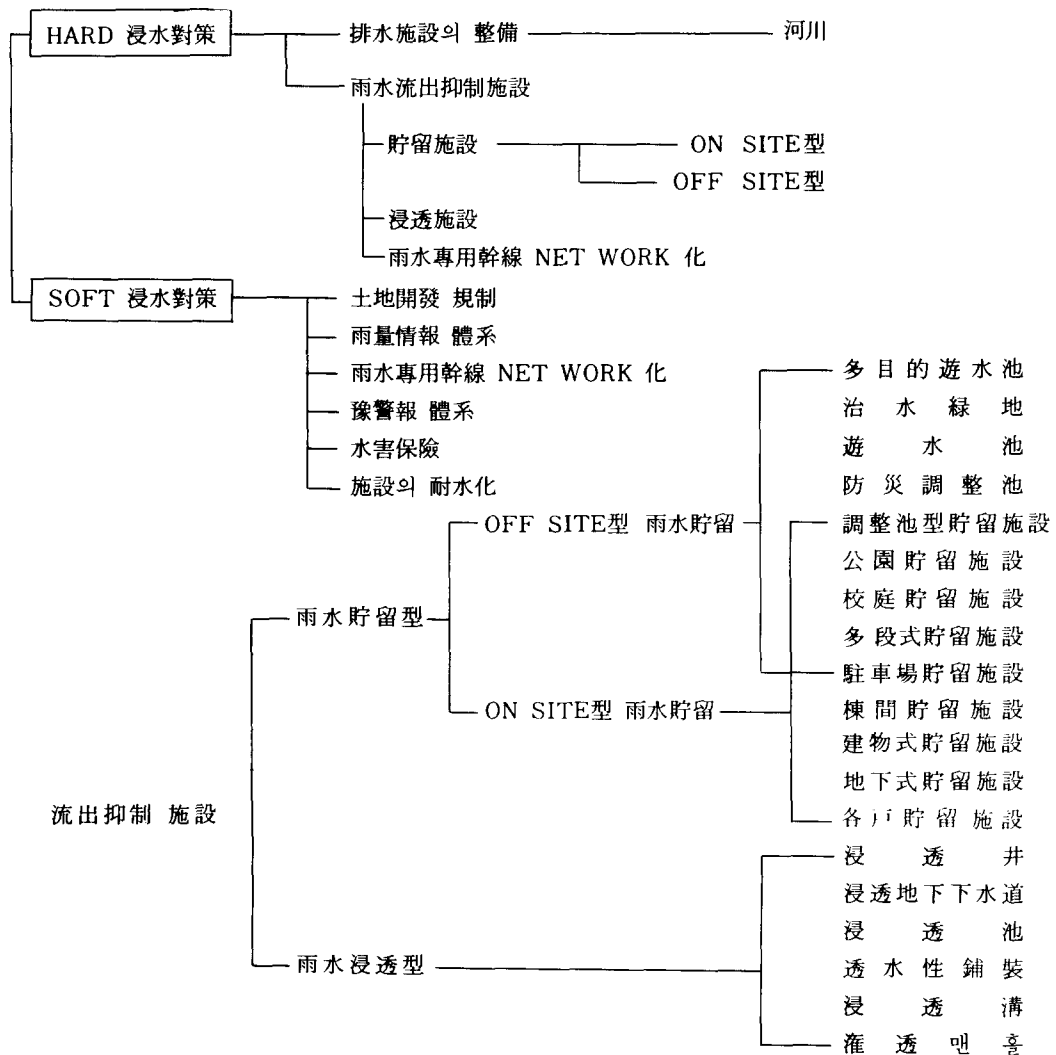
3.4 構造的 缺陷

都市에서 家屋浸水の 많은 比重을 占하는 것이 地下室이나 半地下住宅이다.

一般的으로 排水를 圓滑하게 하기 위하여 宅地는 道路보다 30cm程度 높게 造成토록 建築法에서 規定하고 있으며 地下室에서 發生되는 使用水는 펌프등에 의하여 強制排水施設을 設置하도록 定하고 있다.

그러나 이러한 諸條件을 遵守하지 않고 地下室 出入口를 道路面과 비슷하게 設치하고, 半地下家屋에서는 排水設備를 直接公共 下水道에 直結 使用하므로 集中豪雨時 道路를 따라 흐르는 表流水가 一時 集中될 때 地下室로 流入되거나 公共 下水道로 부터 屋內로 逆流되어 浸水되는 事例가

〈表 3〉 浸水對策의 方法



急增하고 있는 것이다.

外國에서는 地下室로 부터 公共 下水道에 直結은 어떤 경우에도 엄격히 規制되고 있으며 浸水防止에 對한 責任 또한 開發者에게 있으므로 地下室 出入口는 道路面보다 보통 60cm 정도 높게 差를 두고 있으며 地下商街, 地下鐵道, 地下駐車場等에는 遮水門扉를 設置하여 有事時에 對備하고 있는 實情이다. 따라서 公共 下水道의 施設概念을 充分히 理解하여 構造的으로 不合理한 施設에 對하여는 下水道 管理廳과 所有者相互間에 긴밀한 協助로서 早速한 是正되어야 할 課題이다.

4. 對 策

都市에서의 水害는 施設이 密集되어 있으므로 經濟的 被害가 클 뿐만 아니라 都市 機能 障礙로 生活에 큰 不便을 超來하게 된다.

따라서 浸水予防을 위하여는 下水道의 機能이 充分히 發揮되도록 維持管理를 위한 組織人員및 施設이 適正하게 整備되고 下水道의 設計나 改良은 排水區域別로 將來開發計劃을 予想하여 流出

係數와 流達 實測하여 流出量을 算定하고 流出量 抑制를 위하여 排水區域內的 公園, 學校 運動場, 道路等을 利用한 財留方法도 研究 檢討되어야 할 것이다.

특히 都市의 再開發, 宅地開發等과 관련, 下流側 下水管渠에 미치는 影響을 檢討하여 流出量 抑制 施設을 設置토록 하는 制度的 裝置가 이루어져야 할 것이다.

水害予防을 위하여 外國에서 施行하고 있는 工法은 다음과 같다.

5. 結 論

本文에서는 下水道의 役割中 雨水流出量의 排除를 위한 管渠의 決定과 下水管渠의 各種要因에 依한 浸水の 解消에 대하여 言及하였으나 우리나라의 大部分都市가 合流式 排除 方式을 擇하고 있으므로 실질적 下水道 整備 計劃 樹立에 있어서는 都市 下水量 發生을 고려한 環境保全, 下水處理場의 維持管理, 公衆衛生 事項을 同時에 만족할 수 있는 綜合的 檢討와 研究가 있어야 할 것이다.

→ 313페이지 “水路...會議”에서 계속

Deadline for abstract (150-500 words, no more than two pages, two copies): October 31, 1988

Deadline for submission of full paper: January 10, 1989

Conference language: English

登錄費 IAHR IWRA ASCE AGU會員 / \$220
그외 \$250 (期限 1989.3.1. 이후 + \$40)

CORRESPONDENCE:

All correspondence relating to the conference should be addressed to:

Dr. Ben C. Yen, General Chairman Int'l Conference on Channel Flow and Catchment Runoff c/o Department of Civil Engineering University of Virginia Thornton Hall Charlottesville, Virginia 22901 USA
Telephone: (804) 924-7464

TRAVEL:

Charlottesville is located 110 miles (175 km) southwest of Washington, DC and 80 miles (130 km) west of Richmond, Virginia with good highway connections. Charlottesville airport is served by Piedmont, United (United Express), US Air (Allegheny), American (American Eagle) and Continental (Colgan) airlines with direct flights from New York, Baltimore, Washington DC, Pittsburgh, and Charlotte, North Carolina. Charlottesville and surroundings form a major tourist area in Virginia with historical and scenic attractions such as the homes of Thomas Jefferson at Monticello and James Monroe at Ash Lawn, and Sky Line Drive in Shenandoah National Park.