

慶州地區水門調查에 대하여

A study on the Kyong Ju Area-hydrological Work.

嚴 泰 營
徐 承 德

<目 次>

- I. 序 論
- II. 普門池 事業概要
- III. 調查目的
- III. 調查實施內容
- V. 降雨量分析
- VI. Unit hydrograph의 作成
- VII. 貯水池 洪水豫報
- VIII. 下流部 洪水豫報
- VIII. 結 論
- XI. 本調查事業을 마치면서

I. 序 論

우리나라에서는 年中 50~60%의 降雨가 雨期인 7·8월에 集中的으로 降下하는 特殊한 氣象地域으로서 洪水로 말미암은 河川沿岸의 人命과 財產의 被害는 하나의 年中行事化하여 每年莫大한 數에 達하고있다.

先進國家에서는 特히 以上과 같은 地域에서는 洪水豫報網을 設定하여 洪水로 인한 激甚한 被害를 事前에 防止하는 對策을 講究하고 있다.

이러한 洪水豫報는 勿論 우리나라에 있어서도 緊急한 일이며 特히 河川沿岸地帶와 貯水池 流域에서는 切實히 그의 必要性을 느끼고있다.

以上の 趣旨에 立脚하여 土地改良 組合聯合會, 農業土木研究所에서는 1963年度부터 向後 三年을 研究期間으로 하여 하나의 洪水豫報調查 示範地區로 慶州 普門池流域을 策定하고 調查研究에 必要한 器具를 施設하여 實測에 依한 資料蒐集과

有關한 既存觀測資料를 關係機關의 協助를 얻어 蒐集하여 研究分析을 거쳐 目標年度인 1965年末로써 慶州普門地 및 下流部地方(경주시)을 위한 洪水豫報에 對한 指針을 作成한바 있다.

水文學을 土台로하여 降雨로부터 洪水豫報에 이르기까지, 本稿는 洪水의 源泉인 降雨가 어떠한 氣象學的인 條件(氣溫, 氣壓의 現象, 氣象學的인 地形의 影響, 風向, 風速, 지역적인 濕潤現象 및 蒸發現象등) 下에서 降下하여 一旦 地上에 落水한 後에 그 流域의 被覆狀態, 前日의 降雨狀態 및 地形의 形狀에 따라 얼마나 많은 地表流出量이 河川에 流入하고 또 地下에 滲入하며 伏流 아니면 滲透現象으로 흐르는가의 與否등은 勿論 地表流出量이 貯水池에 流入되어 洪水位를 上昇시키게 되며 또 계속적인 降雨와 강우의 斷續에 따른 貯水池 水位의 變動狀態, 그에 뒤이어 貯水池 下流部地域이나 流域周邊의 人命과 財產에 對한 어느 程度의 事前安全對策을 樹立해 줄수 있느냐 하는 問題等を 概略的인 簡易方法이나, 口頭上의 不安全하고 根據가 分明치 않은 方法을 떠나 實際觀測值로써의 價値있는 分析에 臨하였음이 本稿의 特色이라 하겠다.

한편 우리가 늘 水文設計時에 基本資料로써 使用하는 單位流量圖의 解釋에도 有用한 根據를 들 수 있으리만큼 새로운 分析에 心血을 기울여 보았다.

끝으로 本稿를 作成하는데 있어서 새로운 여러 가지의 水文學的인 見解를 窺발침하여 研究分析을 하였지만 既存資料의 不足, 社會的, 地理的 및 經濟的인 窺발침이 如意치 못하여 窺내 不足

한 感을 禁치 못함이 遺憾된 일이라 하겠다

II. 普門池 事業概要

本地區 事業施行은 1955年 9月의 施行認可에 依하여 1953年 6月에 着工, 1962年에 竣工을 보게 된 約 10個年間に 걸쳐 總事業費 132,000,000원을 投入한 事業이다. 이에 依하여 蒙利面積 1,704町步를 灌溉하게 되고 年間 15,166石을 增收하게 되는 比較的 效率이 큰 事業地區라 볼수 있다. 한편 貯水池의 流域面積은 7,558町步, 貯水量 985町米, 堤塘高 21.000m 延長 308m, 餘水吐延長 161.8m 洪水量 678m³/sec가 된다.

III. 調查 目的

- 流域內의 降雨頻度 및 平均雨量計算
- 流域內의 Unit hydrograph 作成
- 計劃洪水量算出 및 貯水池 洪水調節能力 分析
- 洪水豫報에 따른 災害防止對策樹立等

VI. 調查實施內容

a. 調查期間

自 1963年. 至 1965年 3個年間

b. 調查者人員

本示範調查事業施行에 있어 主管者인 研究所職員外에 現地觀測 即 雨量 및 水位測定에 地方民 7名이 3個年間 動員되었다.

c. 調查範圍 및 活動

本地區 調查事業을 施行키 爲하여 Fig 4-1과 같이 普門池流域內에 3個의 雨量觀測所 및 4個의 水位觀測所를 設置하여 本調査에 臨하였다.

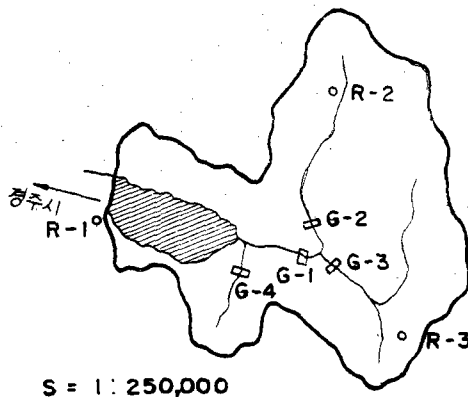


Fig 4-1 水文觀測所 位置圖

1. 使用裝備

레벨測量器外 12種 20餘點의 器具가 使用되었다.

2. 水文資料의 調查 및 蒐集

ㄱ) 溫度 및 濕度

ㄴ) 風向 및 風速

ㄷ) 蒸發量

ㄹ) 水蒸氣張力

ㅁ) 降水量

ㅂ) 水位 및 流量

V. 降雨量分析

普門池流域에 新設한 3個 簡易雨量計의 短期間의 雨量觀測만으로 모든 降雨分析을 行할수 없으므로 隣近에 있는 既存雨量觀測所가 과연 同性流域內에 있는가의 與否를 檢定하여본 結果 同性流域內에 存在함을 알수있었다.

故로 同性流域內에 있는 諸降雨記錄值를 使用하여 降雨頻度 및 雨量分布率(Rainfall frequency & Rainfall distribution rate)을 求하고 아울러 代表觀測所와 流域平均雨量과의 關係等을 誘導한 結果 大略 다음과 같다.

a. 降雨頻度計算

本地區의 降雨頻度を 算定하기 爲하여 同性流域內에 있는 諸測候所의 記錄值를 Station year method에 依據 長期間 一個觀測所의 記錄值로 看做하고 Hazen 및 Foster氏의 方法을 適用하여 降雨頻度を 計算한 結果는 表 5-1과 같으며 이의 값을 對數方眼紙(log-log paper)上에 點畫(plot)하며 Fig 5-1과 같은 各 時間別頻度雨量曲線圖를 얻었다.

表 5-1 降雨頻度表 (單位 mm)

區分頻度	降 雨 量							
	1時間	2時間	3時間	4時間	1日	2日	3日	連續
1.01	13.5	20.2	31.0	38.0	41.0	52.0	65.0	128.6
1.25	29.5	42.0	68.0	77.0	83.0	105.0	115.0	154.5
2	41.4	61.0	100.0	115.0	125.0	140.0	160.0	193.7
5	56.0	85.0	140.0	150.0	160.0	185.0	215.0	281.5
20	74.0	115.0	180.0	195.0	210.0	255.0	300.0	555.8
100	100.0	147.0	240.0	255.0	256.0	320.0	405.0	780.7
1000	120.0	218.0	320.0	330.0	350.0	440.0	590.0	1490.0

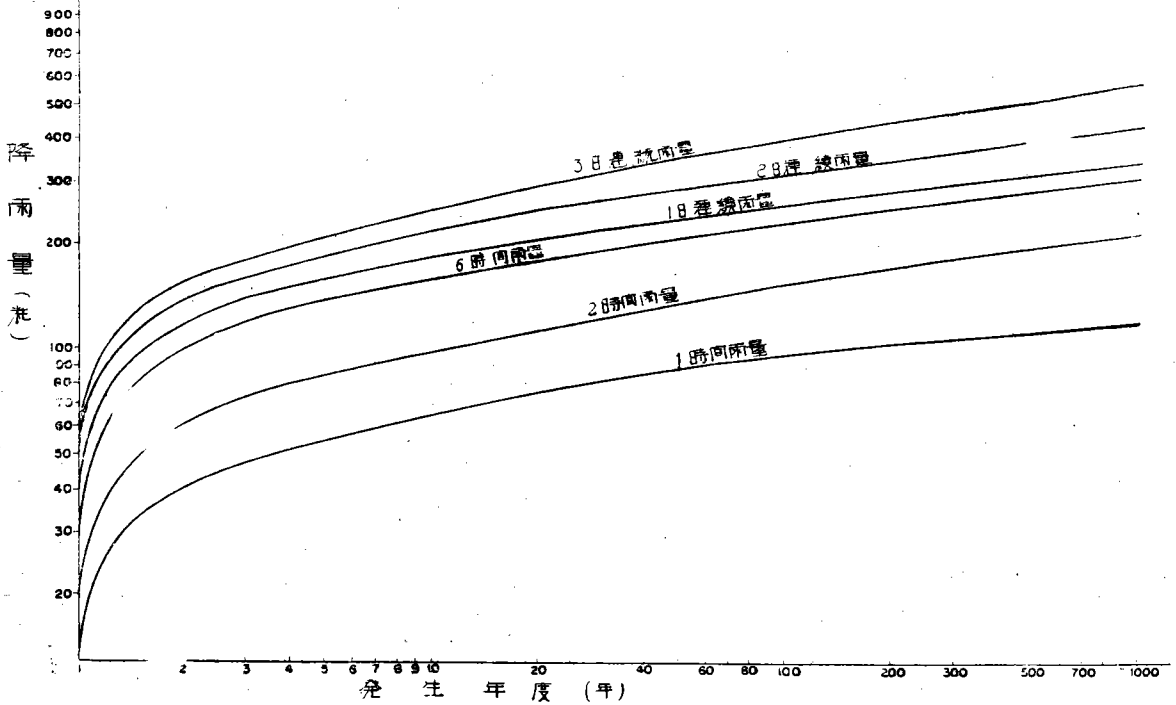


Fig 5-1 各時間別 頻度雨量曲線

b. 各降雨期間內的雨量分布率計算

普門池流域의 관측소 R-1, R-2, R-3와 同性流域內的 浦項, 蔚山, 測候所의 觀測記錄值中 44個의 降雨量을 選定하여 5種의 降雨量(2, 5, 8, 16, 24時間)에 對한 各時間別 降雨分布量을 百分比로 表示하고 級間隔을 5로하는 度數分布表를 作成하여 各時間別 分布率을 MODE 平均하여 該當 分布率로 定하고 이를 直角座標上에 點畫하여 2, 5, 8, 16, 24時間의 分布率曲線 Fig 5-2와 表 5-2를 얻었다.

表 5-2 降雨期間內的 降雨分布率表

時間別	分 布 率					備 考
	2時間	5時間	8時間	16時間	24時間	
1	69.0	36.1	25.3	22.0	20.3	
2	31.0	22.6	19.9	17.8	16.7	
3		18.0	15.4	13.7	13.1	
4		12.8	11.2	10.1	9.9	
5		10.5	9.4	8.4	7.8	
6			8.0	6.7	5.4	
7			6.1	5.3	4.4	
計	100	100	100	100	100	

8			4.7	4.0	4.4
9				2.5	2.6
10				2.1	1.9
11				1.7	1.9
12				1.5	1.6
13				1.2	1.3
14				1.2	1.2
15				1.0	1.3
16				0.8	1.2
17					0.7
18					0.9
18					0.7
19					0.7
20					0.7
21					0.7
22					0.6
23					0.4
24					0.3
計	100	100	100	100	100

c. 代表觀測所와 流域平均雨量과의 關係

普門池 流域의 雨量觀測所 3個所中 流域平均 雨量의 代表地點으로 R-1(貯水池 堤塘左端)을 定 하고 C-1 觀測所의 觀測記錄值와 流域平均雨量 과의 相關關係를 直角座標上에 plot하고 이를 最 少自乘法(The liner regression method)에 依하 여 關係曲線을 誘導한 結果 다음式

$$y = -0.8647 + 0.9689x \text{의 方程式을 얻었다.}$$

上式에서 y: 流域平均雨量

x: R₁의 降雨量 記錄值 이며 相關

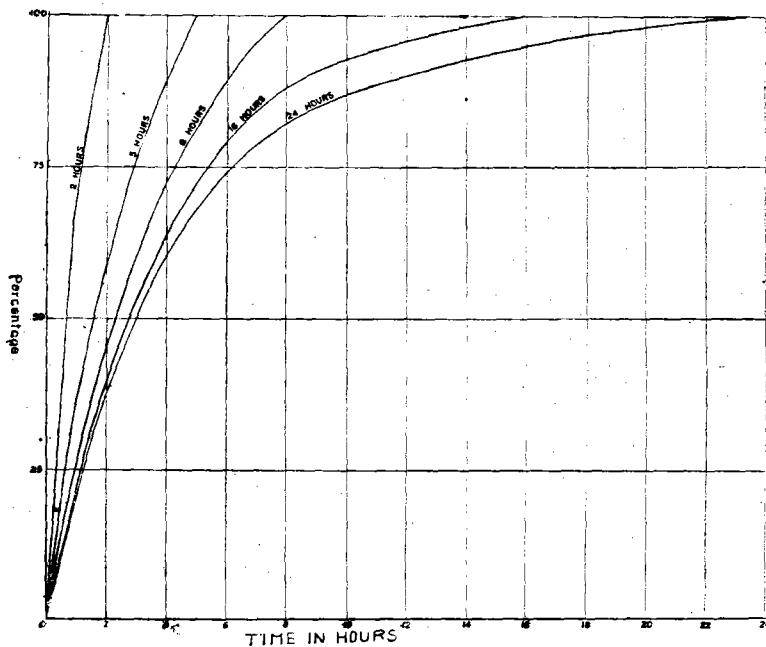


Fig 5-2 各時間內 降雨分布率 曲線

係數로는 $r=0.97$ 이 算出되었다. 그리고 여기에 使用된 面積雨量은 Thiessen method에 依하여 求한 3個年間の 降雨資料를 使用하였다.

VI. 單位流量圖의 作成

流域의 土質, 傾斜, 林相, 河川延長等の 諸流 域特性에 따라 流域으로 부터 流出되는 流出樣 相 卽 hydrograph(流量圖)는 降雨의 形態와 強 度에 따라 相異하나 特定한 流域에서 降雨의 時 間單位가 一定하면 即時 降雨量을 標準으로 했거 나 日降雨量을 標準으로 했다면 其의 基準에 따 라서 降雨多少에도 不拘하고 hydrograph의 形體 는 近似하다. 故로 우리는 이러한 解釋을 通해

서 그 流域의 特性을 認定할수 있으며 어느 特 定流域에서 單位 時間에 對하여 單位降雨深(10 mm)의 地表流出로서 發生하는 hydrograph를 그 流域의 單位流量圖(Unit hydrograph)라 하 는데 이를 分析하기 위하여 下記와 같은 順序를 採었다.

a. 水位對 流量曲線

示範研究事業으로 實施한 4個所의 3個年間の 流量觀測值를 直角座標上에 plot 하고 그의 分布 傾向을 考慮하여 曲線型을 定하고 最少自乘法에 依據하여 水位對流量曲線 方程式을 求하여 流量曲線(Discharge Rating Curve)을 決定한 結果 Fig 6-1과 같다.

b. 計器設置流域(Gaged watershed)에對한 單位流量圖의 算定

四個水位觀測所에서 測定한 暴 雨時의 洪水流量圖를 勾配急變法 및 水平分離法에 依據하여 直接流 出과 基底流量(Direct runoff & Base flow)을 區分하였다.

이 경우 各流域(G-1, G-2, G-3, G-4)으로 부터 流出을 이끄는 該當過剩降雨量算은 Thiessen method에 依據 該當地域에 面積 雨量을 算出하고 初期損失雨量 (Initial loss)을 減하였다.

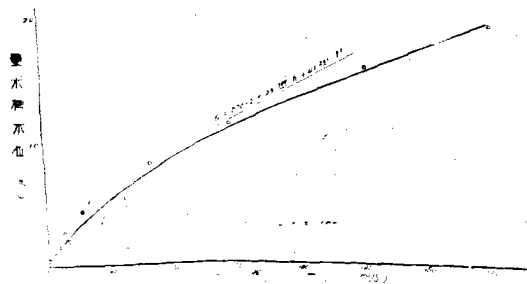


Fig 6-1-1 G-1 圖水位對流量 曲線圖

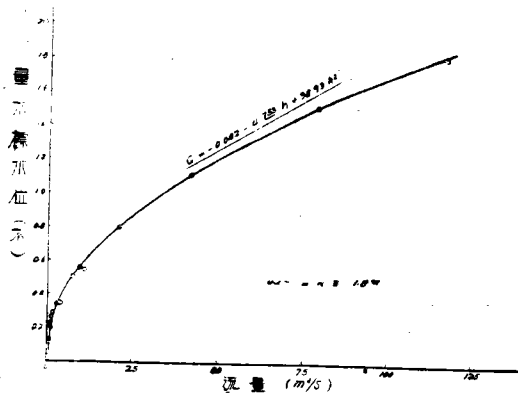


Fig 6-1-2 G-2 水位對流量 曲線

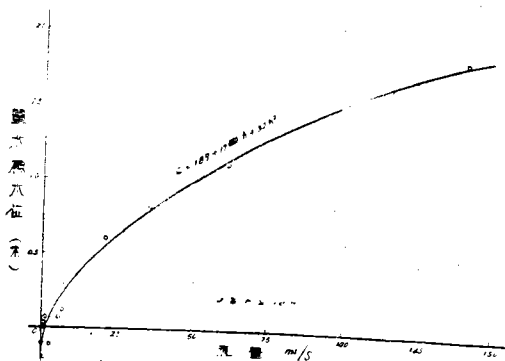


Fig 6-1-3 G-3 水位對流量 曲線

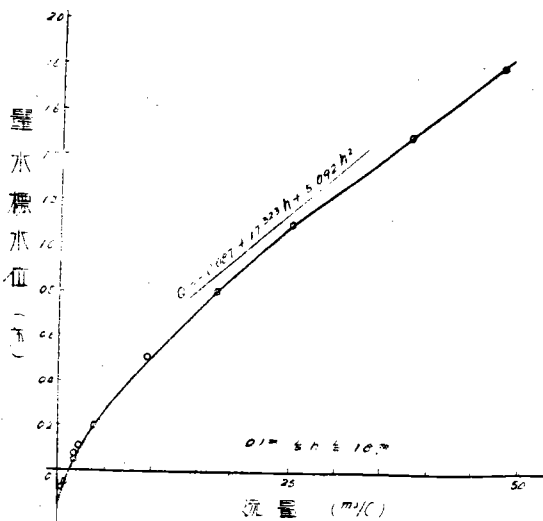


Fig 6-1-4 G-4 水位對流量 曲線

法을 適用하여 求하였다.

上記에 求한 過剩降雨와 直接流出量을 流量分配法을 適用하여 流量分配率을 求하고 過剩降雨 10mm/時의 單位流量圖를 作成 하였다.

한편 各 水位觀測所(4個所)別로 數個의 單位流量圖를 求한것을 同一座標上에 plot하여 平均單位流量圖(average Unit hydrograph)를 誘導하였다. (表 6-1, 및 表 6-2 참조)

表 6-1 各觀測所別 單位流量表

時間	Unit hydrograph				備考
	G-1 m³/s	G-2 m³/s	G/3 m³/s	G-4 m³/s	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	R=10mm /1時間
0.5	4.2	2.4	2.5	1.3	
1	10.8	8.5	6.3	4.1	
1.5	17.8	12.1	17.1	7.6	
2	26.1	14.4	14.2	7.9	
2.5	30.0	14.2	12.3	5.7	
3	26.8	12.6	10.5	4.3	
3.5	23.2	10.9	9.2	3.2	
4	20.3	9.5	8.3	2.4	
4.5	17.8	8.4	7.7	1.9	
5	15.9	7.6	7.1	1.6	
5.5	14.2	6.6	6.5	1.3	
6	12.7	5.8	6.1	1.1	
6.5	11.4	5.1	5.6	0.9	
7	10.4	4.4	5.1	0.7	
7.5	9.5	3.8	4.6	0.6	
8	8.6	3.2	4.2	0.4	
8.5	7.7	2.6	3.8	0.3	
9	6.8	2.2	3.4	0.25	
9.5	6.2	1.7	2.9	0.25	
10	5.4	1.3	2.5	0.1	
10.5	4.5	1.0	2.1	0.05	
11	3.7	0.7	1.7	0.0	
11.5	2.8	0.5	1.3		
12	2.0	0.3	0.8		
12.5	1.0	0.1	0.4		
13	0.0	0.0	0.0		

① 初期損失雨量은 一定量損失法, 一定比損失

과 Lag와의 關係曲線誘導

慶州 普門池流域中 G-1, G-2, G-3, G-4의 4 個流域에 對하여 Lag에 關한 典型的인 關係曲線을 얻기 爲하여 流域 諸補助變數 L.Lca/s^{1/2}와 이에 該當된 Lag를 求하여 對數方眼紙(log-log paper) 上에 plot하고 그分布傾向을 考慮하여 方程式形態를 定하고 最少自乘法에 依據 曲線方程式, $y=0.90141X^{0.27801}$ 을 얻었으며 이를 圖表化한 結果 Fig 6-3과 같다.

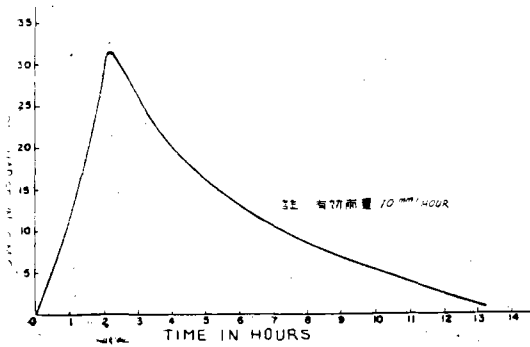


Fig 6-2-1 G-1 單位流量圖

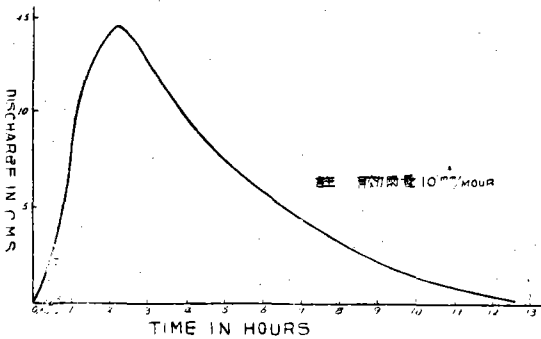


Fig 6-2-2 G-2 單位流量圖

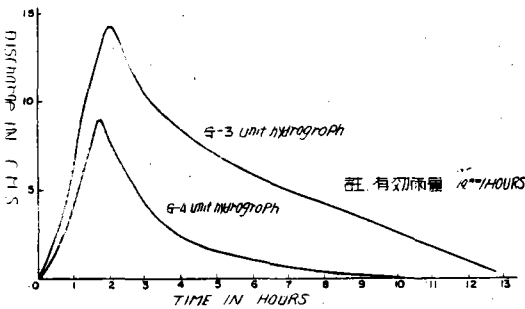


Fig 6-2-3 G-3 單位流量圖

c. 無計器流域(Ungaged watershed)의 單位流量圖의 作成

Ungaged watershed에서의 單位流量圖를 求하기 爲하여 그 流域에 對해서 算出한 Lag에 關한 典型的인 關係曲線을 應用하여 다음 順序에 依據 單位流量圖를 求하였다.

1. 이 地區에 適合한 無寸法單位圖의 time ratio對 Discharge表를 作成
2. 이 地區에 適合한 最大 流出量方程式의 誘導
3. 隣近 gaged watershed에서 求한 L.Lca/s^{1/2}

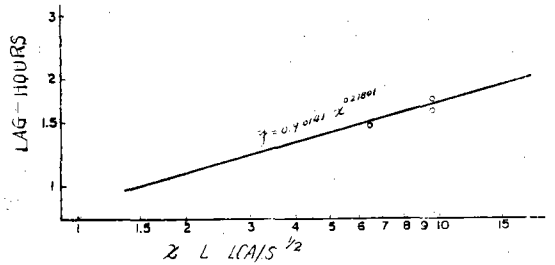


Fig 6-3 TYPICAL LAG CURVE

4. Ungaged watershed의 單位圖의 誘導

普門池流域中 G-1, G-4, 流域을 除外한 流域의 單位流量圖를 無次元流量圖 解釋法 (Dimensionless hydrograph method)을 利用하여 Unit hydrograph를 誘導하였다.

7. Ungaged watershed에 對한 Lag의 計算
Ungaged watershed의 Lag을 計算하기 爲하여 流域의 諸補助變數 L.Lca,s를 使用하여 L.Lca/s^{1/2}을 求하고 Fig6-3의 Typical Lag Curve에서 Lag를 求한 結果 0.978時間을 얻었다.

ㄴ. Tp의 計算

有效雨量 100mm/時 때의 Tp를 求한 結果 다음과 같다.

$$Tp = \frac{D}{2} + \text{Lag time} = \frac{1}{2} + 0.978 = 1.478 \text{時間}$$

ㄷ. 最大流出量計算

Ungaged watershed 1,291町步에 有效雨量 10 mm/1H가 있을 때 最大流出量을 求하기 爲하여 慶州地區 各流域의 單位圖에서 誘導한 最大流出量方程式을 使用하면,

$$q_p = \frac{KAQ}{T_p}$$

上式에서 A : 流域面積

K : 常數 0.00138(慶州地區에 限함)

Q : 10mm/時

Tp : 1.478 H

임으로 qp=12.05 m³/sec 가 計算된다.

2) 單位圖의 作成

本地區中 Ungaged watershed 1,291町步의 單位圖를 Dimension less hydrograph method를 利用하여 座標計算을 行하여 直角座標上에 plot한 結果 Fig 6-4와 같다.

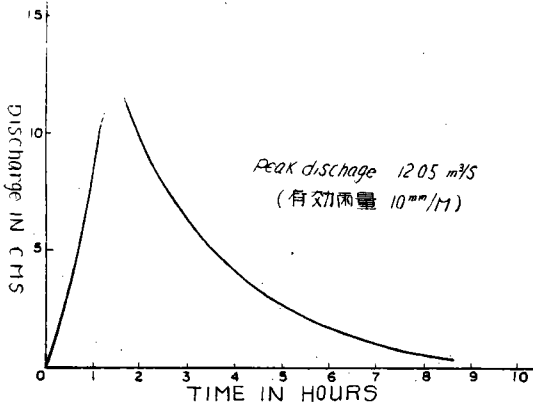


Fig 6-4 ungaged watershed의 單位流量圖

d. 普門池 全體 流域에 對한 單位圖의 誘導

普門池流域中 G-1, G-4의 gaged station에서 實測하여 誘導한 單位圖와 그外 Ungaged watershed에서 誘導한 單位圖를 總合하여 全體流域에 對한 單位圖를 算出코져 한다.

1. 諸計算值

單位流量圖 合成에 必要한 諸計算値는 다음과 같다.

表 6-2 單位圖合成에 必要한 諸計算値

ITEM	unit	Entired Watershed	Sub Watershed			Re-remarks
			I	II	III	
A	町步	7,558	5,429	838	1,291	有效雨量
T	時間	—	1.472	0.868	1.288	
p	mm	10.0	10.0	10.0	10.0	
Tp	時間	—	2.25	1.75	1.478	
qp	m/sec	—	31.55	8.91	12.05	
T _{t(2)}	時間	—	0.61	0.318	—	
T _{s(2)}	"	—	0.305	0.109	—	

但 (2) 流達時間, (3) Set back time으로 流達時間의 1/2

2. 全體流域의 單位圖 算出

全體流域을 3個 流域으로 區分 算出한 單位流量圖를 綜合함에 있어서는 Set back time을 應用하였다. 于先 Sub watershed I (G-1流域)과 Subwatershed III (Ungaged Watershed)을 合成하고 다음은 上記 合成한 單位流量圖와 Subwatershed II (G-4流域)의 單位圖를 合成하여 全體流域의 單位圖를 誘導한 結果 다음 Fig 6-5와 같다.

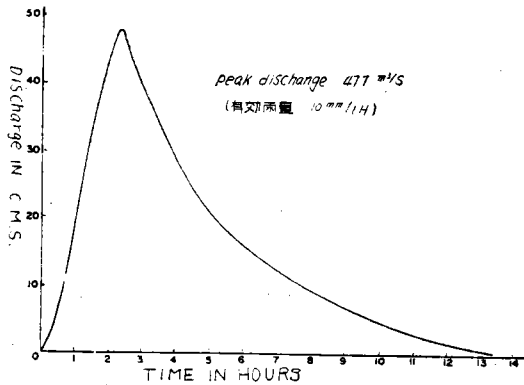


Fig 6-5 全體流域의 unit hydrograph

VII 貯水池 洪水豫報

各降雨量으로 因하여 普門池에 流入되는 流入量과 이로 因한 貯水池의 水位上昇 및 餘水吐 排除量等의 洪水調節 能力分析 洪水豫報의 諸計算을 行하기 爲하여 大略 다음과 같은 計算을 行하였다.

a. 普門池 內容積

普門池 調查測量 設計當時의 貯水池 標高別 內容積(1952. 9月 認可)을 利用하였다.

b. 餘水吐 各水位別(隘流水深別)排除量

普門池 餘水吐의 各標高別 排除量 計算은 Fy 63. 慶州地區 施設物 性能調查時 餘水吐 各溢流水深別 排除量을 引用하였다.

c. 貯溜量 指示曲線計算

貯水池標高別 內容積 및 標高別 餘水吐 排除量의 資料를 利用하여 修正 puls의 洪水 調節方法으로 貯溜量指示曲線을 算出하였으며 (表7-1) 이를 圖表化 시킨 結果 Fig 7-1과 같다. 此計算中 時間 增加量을 1 時間으로 取하였으므로 貯溜量 計算은 內容積에 2,755의 換算比를 乘하여 計算하였다.

表 7-1 貯溜量 指示曲線計解

標高m	溢流水深(m)	内容積(町米)	貯溜量 hr-m ³ /s	餘水吐排除量m ³ /s	貯溜量+半排除量	備考
92.50	0.0	985.509	2,715.07	0.002	2,715.07	
92.70	0.2	1,014.002	2,793.57	22.933	2,805.04	
92.90	0.4	1,043.202	2,874.01	67.122	2,907.57	
93.10	0.6	1,073.502	2,957.49	126.228	3,020.60	
93.30	0.8	1,103.503	3,040.14	198.472	3,139.38	
93.50	1.0	1,133.603	3,123.06	281.737	3,263.93	
93.70	1.2	1,165.103	3,209.85	377.099	3,398.40	
93.90	1.4	1,195.003	3,292.22	484.150	3,534.30	
94.00	1.5	1,212.006	3,339.62	540.275	3,609.76	
94.10	1.6	1,226.503	3,377.00	597.657	3,677.83	
94.30	1.8	1,258.003	3,465.79	723.376	3,827.47	
94.50	2.0	1,290.003	3,553.95	858.255	3,983.08	

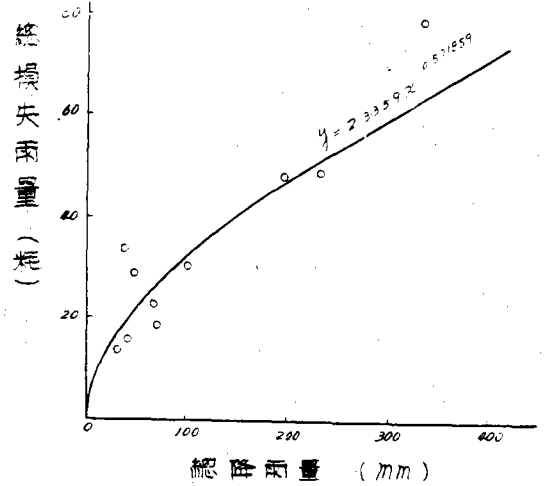


Fig 7-1 文池貯溜量指示曲線

e. 計雨量 및 过剩降雨量計算

洪水豫報圖를 作成하기 위하여 普門池流域에 降下할 수 있는 假想的 降雨量이 各 降雨期別(6 個降雨期)로 얼마만한 分布量과 过剩 降雨量을 發生시킬 것인지를 計算하기 爲하여 다음과 같은 過程을 거쳤다.

1. 各時間別 設計雨量의 決定

各 時間別 設計雨量은 本 地區의 降雨 頻度를 고려하여 그 量을 下記 表 7-1과 같이 6個 降雨期에 對하여 取하였다.

表 7-1 設計雨量表

No.	降雨期	設 計 雨 量	備考
1	1時間	20 40 60 80 100	5種
2	2 "	40 60 80 100 120 140 160 180 200	9種
3	5 "	60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260	11種
4	8 "	60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300	13種
5	16 "	80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340	14種
6	24 "	80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400	17種

2. 各設計雨量의 時間別分布量計算

各設計雨量의 時間別 分布量은 Fig 5-2의 各 時間內 降雨分布率 曲線을 利用하여 上記 各 時

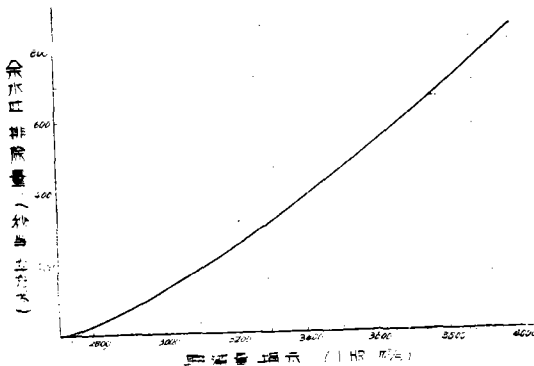


Fig 6-5 全體流域의 unit hydrograph

d. 降雨量別 損失雨量計算

示範事業 地區內에 設置되어 있는 觀測所에서 觀測한 雨量 및 水位觀測 記錄值를 分析하여 그 中 數種을 選擇하여 雨量에 對한 流出量을 算出하여 이를 全體 流出量(降雨 全部가 流出했다고 假定할 時)에서 減하여 降雨量別 損失量을 求하고 이를 水深으로 換算하였다.

이 數值를 直角座標上에 plot하여 그 分布傾向을 考慮하여 曲線의 形態를 定하고 最少 自乘法에 依據 曲線方程式을 誘導한바 그 式은 다음과 같으며 圖表는 Fig 7-2와 같다.

$$y = 2.3359 x = 0.57186$$

式中 y : 損雨量降(mm)

x : 降雨量(mm)

間別 分布量을 計算하였다. 此時間別 分布量中 크기順 第6位까지의 順序를 6, 4, 3, 1, 2, 5의 順으로 바꾸어, 最大流出을 誘發시킬 수 있는 條件으로 하였다.

3. 各設計雨量의 有効雨量計算

上記項에서 求한 各時間別 設計 雨量에서 Fig 7-2(慶州地區 損失 雨量曲線)에서 求한 損失 雨量을 減하여 有効雨量(過剩降雨量)을 算出 하였

다.

f. 貯水池 流入量計算

貯水池 全體 流域에 대해서 誘導한 有効雨量 10mm/時의 Unit hydrograph를 使用하여 各降雨量의 時間別 過剩 降雨에 該當된 流出量을 算出하고 此를 終座標上으로 累加하여 當該降雨量의 貯水池 流入量을 算出하였다.

g. 貯水池 洪水調節

表 7-2

各降雨量別 貯水池 流入量表

時間	流 域 平 均 雨 量																備考	
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380		400
0-1	—	—	0.2	0.3	0.6	0.9	0.9	1.2	1.6	1.8	2.0	2.3	2.8	3.0	3.3	3.8	4.1	
1-2	1.4	2.1	3.9	5.8	8	11.1	12.2	14.6	17.7	20.4	22.4	24.6	28.9	31.4	34.3	37.9	40.9	
2-3	11.9	17.5	24.9	33.2	40.8	50.8	58.2	64.4	76	85.8	94.3	98.8	112.9	122.0	131.3	141.3	150.9	
3-4	36.7	52.6	69.5	87.1	103.4	122.1	138.9	156.6	176.4	195.5	215.1	229	250.4	269.9	288.7	308.1	327.3	
4-5	77.0	105.	133.5	161.8	191.	218.9	249.	283.6	309.8	340.9	371.2	403.6	431.9	463.2	494.4	524.9	556.1	
5-6	111.1	147.2	185.3	221.4	260.3	297.5	336.4	375.5	413.1	453.2	491.9	534.2	572.3	611.3	652.3	691.5	731.8	
6-7	117.7	154.5	195.9	230.4	268.5	307.7	346.9	386.7	426.1	465.4	504.7	546.7	586	625.1	666.8	707.3	747.4	
7-8	106.5	138.9	176.2	205.7	240.2	274.9	309.5	345.6	380.4	414.9	449.6	486.5	521.2	556.7	593.7	631.6	666.5	
8-9	93.9	122.6	152.2	180.8	210.9	240.0	271.6	302.3	331.6	362.5	392.9	424.5	455.8	487.0	518.5	548.9	580.5	
9-10	81.8	106.9	131.9	157.2	184.1	208.2	235.3	262.0	286.4	314.1	339.6	367.2	394.1	410.2	448.3	477.7	501.4	
10-11	68.9	90.6	111.8	133.2	156.1	177.1	199.0	221.5	241.7	264.7	286.9	310.5	333.4	356.2	378.5	400.8	423.7	
11-12	58.6	77.3	95.0	112.8	131.4	149.8	168.7	187.7	206.0	221.5	242.4	265.3	281.8	300.4	319.9	338.8	358.2	
12-13	50.2	65.8	80.8	95.6	111.8	126.8	142.7	158.1	174.7	189.4	204.7	221.3	237.5	253.0	269.4	288.0	300.9	
13-14	41.3	54.6	67.3	79.0	91.3	104.4	118.0	130.4	143.3	155.6	168.6	182.7	195.8	208.4	222.1	237.1	247.6	
14-15	33.7	44.3	54.8	64.0	75.3	85.1	95.0	105.0	115.2	126.1	136.4	147.4	158.4	168.3	221.8	231.6	203.3	
15-16	27.5	35.3	44.1	51.7	60.4	71.3	76.6	84.2	93.3	101.4	109.3	118	127.0	134.9	143.7	151.2	163.1	
16-17	22.9	28.8	35.8	42.3	48.9	55.6	63.3	71.5	75.9	82.4	88.7	95.6	102.2	109.2	115.6	122.8	129.8	
17-18	19.5	24.2	29.7	35.3	40.1	46.5	51.6	60.2	63.9	68.4	74.0	79.6	84.9	89.7	96.1	101.9	107.2	
18-19	16.8	20.8	25.0	30.3	33.4	39.5	43.1	48.5	53.8	57.4	62.4	67.1	71.4	76.9	81.1	86.3	90.2	
19-20	14.8	18.1	21.5	26.0	28.3	34.0	37.1	41.6	46.5	49.3	54.1	58.0	61.5	66.2	69.9	74.3	77.6	
20-21	13.1	16.2	19.2	23.9	25.6	32.5	33.1	36.8	41.4	43.5	48.5	54.9	55.0	59.3	62.2	66.5	69.3	
21-22	12.4	15.2	17.6	22.1	23.9	27.9	30.7	33.8	38.3	39.8	45	47.7	50.7	55.1	57.2	64.4	67.0	
22-23	11.2	13.9	16.1	20.3	22.5	25.7	28.1	30.7	34.8	36.6	41.2	43.8	46.4	50.0	52.6	59.4	58.8	
23-24	9.8	12.1	14.4	17.7	19.7	22.7	25.0	27.2	30.4	32.4	35.9	38.4	41.4	43.9	46.1	52.8	51.8	
24-25	7.7	10.0	12.3	14.8	16.3	18.9	21.0	23.0	26.1	27.3	29.8	31.9	35.2	37.0	38.5	41.2	43.4	
25-26	5.9	7.7	9.3	11.4	12.8	14.5	16.2	18.2	20.5	21.2	22.1	24.5	25.2	28.6	29.6	31.8	33.3	
26-27	4.4	5.6	6.7	8.2	9.2	10.4	11.7	13.8	14.9	15.4	16.7	17.6	19.7	20.7	21.6	23.0	24.2	
27-28	3.3	4.0	4.9	5.9	6.7	7.4	8.4	9.3	10.7	11.1	12.0	12.7	14.1	14.9	15.4	16.6	17.3	

28-29	2.4	2.9	3.6	4.2	4.7	5.3	6	6.5	7.5	7.9	8.7	9.0	10.2	10.6	10.9	11.9	12.4
29-30	1.6	2.1	2.4	3.0	3.6	3.8	4.2	4.7	5.3	5.5	6.1	6.4	7.1	7.4	7.7	8.3	8.8
30-31	1.2	1.5	1.6	2.1	2.4	2.5	2.9	3.3	3.7	3.9	4.2	4.4	4.9	5.1	5.3	5.7	5.9
31-32	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.9	2.1	2.4	2.6	2.6	2.9	3.3	3.4	3.5	3.6	3.9
32-33	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.0	1.1	3.3	1.4	1.5	1.5	1.7	1.9	2.0	2.1	2.1	2.3
33-34	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.1	1.2
34-35	—	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
35-36	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
36-37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

前項에서 求한 各種貯水池流入量에 對해서 修正법一法에 依據 洪水調節을 行한바 그 結果 値는 表 7-2와 같다.

h. 貯水池 洪水豫報

上記資料에서 얻은 各種數値中 貯水池 洪水豫報에 必要한 關係圖를 얻고져 R-1 地點雨量對面積平均雨量曲線을 誘導하고 此平均雨量對貯水池 最高流入量, 排除量 및 貯水位等에 대한 關係曲線을 誘導한 結果 Fig 7-3과 같다.

이 Fig 7-3에 依하여 連續降雨別에 따르는

貯水池 最大流入量, 排除量, 및 貯水位等을 알 수 있어 貯水池 安全與否에 關해서 豫報할 수 있다.

VII 下流部 洪水豫報

普門池流域과 下流部를 合成시켜서 그로 부터 誘發되는 流出量에 對한 洪水 豫報를 實施하기 爲해서 下流部流域 1,150 町步의 面積에 對하여 無次元(又は 無寸法)單位 流量圖를 作成하고 다시 이 下流部の 流出量과 普門池 流域에서 流出되는 流出量을 Set back time을 利用하여 綜合的인 洪水量을 算出하고 이를 利用하여 綜合洪水豫報圖를 作成하였다.

a. 下流部 流入量計算

下流部 1,150 町步에 對하여 誘導한 有效雨量10mm/1H의 Dimension less Unitgraph를 利用하여(降雨分布率은 貯水池流域의 경우와 同一하게 하였음)各 降雨量의 時間別 過剩降雨에 該當한 流出量을 計算하고 이를 縱座標上으로 累加하여 該當降雨量에 對한 下流部에서의 流入量을 算出하였다.

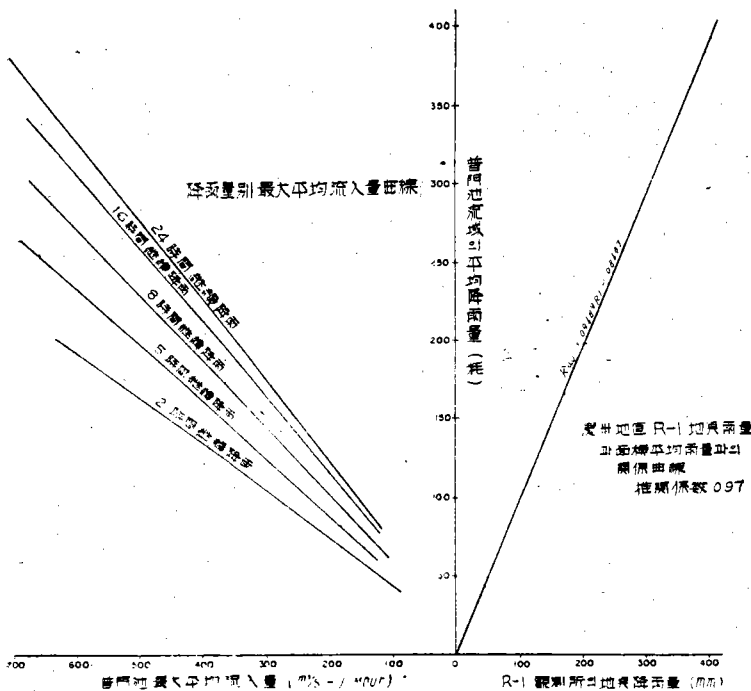


Fig 7-2 慶州地區 損失量曲線

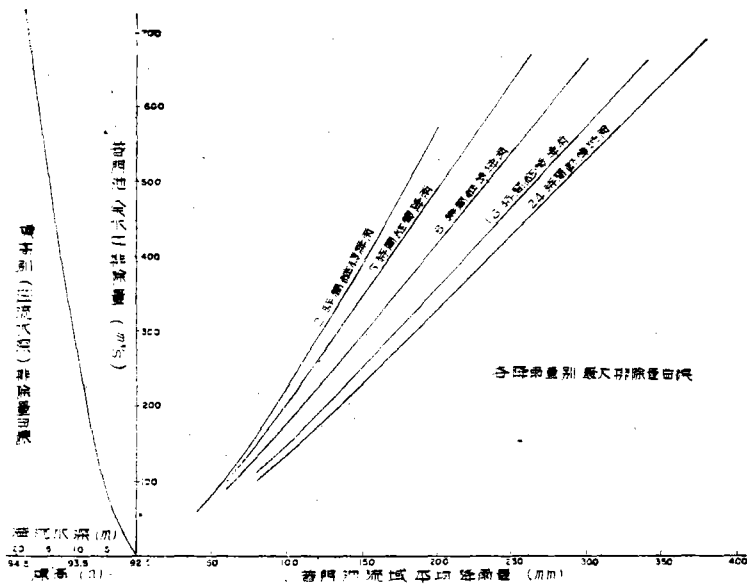


Fig 7-3 普文池 洪水豫報(其2)

b. 下流部 鐵橋地點에서의 最大 流出量 및 最高水位計算

普門池流域에서 誘發되는 最大 流出量(貯水池 洪水調節加味)과 下流部에서 誘發하는 流出量을 set back time 을 利用해서 이들을 合成시켜 그 流量圖를 plot 하고 그것으로부터 강우량 별로 下流部鐵橋地點에서의 最大流出量, 最高水位 및 最大流出量發生 時間表를 作成하여 洪水 豫報에 使用할 수 있게 만들었다.

各 降雨期의 降雨量別 最高流出量, 水位 및 發生時間表는 表 8-1과 같다.

表 8-1 各降雨期의 降雨量別 最高流出量, 水位 및 發生 時間表

降雨期	降雨量	下流部 鐵橋地點			備考	
		最大流出量	發生時間	最高水位		
		m ³ /stc	時間	m		
1時間	20	17.0	2.5	0.23		
	40	66.5	3.0	0.54		
	60	127.0	2.5	0.78		
	80	195.0	2.5	1.00		
	100	273.0	2.5	1.16		
2時間	40	66.0	4.0	0.54		
	60	126.0	3.5	0.78		
	80	194.0	3.5	1.00		
	100	272.0	3.5	1.15		
	120	351.0	3.5	1.28		
	5時間	60	109.4	5.5	0.52	140 428.0 3.5 1.40
		80	180.0	5.5	0.95	160 511.0 3.5 1.51
100		241.0	5.5	1.09	180 597.0 3.5 1.63	
120		313.0	5.5	1.22	200 682.0 3.5 1.73	
140		376.0	5.5	1.32		
160		441.0	5.5	1.42		
180		514.0	5.5	1.52		
200		578.0	5.5	1.60		
220		644.0	5.5	1.68		
240		715.0	5.5	1.77		
260		783.0	5.5	1.85		
8時間		60	103.0	7.0	0.70	
	80	153.0	7.0	0.87		
	100	209.0	7.0	1.03		
	120	264.0	7.0	1.14		
	140	328.0	6.5	1.25		
	160	382.0	6.5	1.34		
180	434.0	6.5	1.41			
200	494.0	6.5	1.49			
220	554.0	6.5	1.57			

	240	608.0	6.5	1.64
	260	670.0	6.5	1.72
	280	720.0	6.5	1.77
	300	785.0	6.5	1.85
16時間	80	126.0	7.0	0.78
	100	175.0	7.0	0.94
	120	224.0	7.0	1.06
	140	268.0	7.0	1.14
	160	323.0	6.5	1.24
	180	374.0	6.5	1.32
	200	422.0	6.5	1.39
	220	476.0	6.5	1.47
	240	521.0	6.5	1.52
	260	579.0	6.5	1.60
	280	628.0	6.5	1.66
	300	671.0	6.5	1.72
	320	732.0	6.5	1.78
	340	784.0	6.5	1.85
24時間	80	115.0	7.0	0.74
	100	158.0	6.5	0.89
	120	206.0	6.5	1.02
	140	248.0	6.5	1.11
	160	295.0	6.5	1.19
	180	338.0	6.0	1.26
	200	391.0	6.5	1.35
	220	438.0	6.5	1.42
	240	483.0	6.5	1.48
	260	533.0	6.5	1.54
	280	578.0	6.5	1.60
	300	527.0	6.5	1.66
	320	675.0	6.5	1.72
	340	724.0	6.5	1.78
	360	773.0	6.5	1.84
	380	824.0	6.5	1.89
	400	767.0	6.5	1.94

c. 下流部 鐵橋地點에서의 綜合的인 洪水豫報
 慶州市 北端의 鐵橋地點에서 洪水豫報를 實施
 하기에 앞서 이 地點에는 實際로 實測한 流量圖

나 또는 水位標가 없이 普門池 餘水吐로부터 鐵
 橋地點까지 河川 縱橫斷測量을 實施하여 河床勾
 配粗度係數등을 考慮하여 Manning 公式을 利用
 하여 이 鐵橋의 通水斷面에서 水位別로 通水量
 을 計算하여 水位와 流量과의 相關關係를 作成
 하고 여기에 降雨量 및 강우기별의 流出量과를
 聯關시켜서 綜合的인 洪水量의 豫報에 臨할 수
 있게 作成하였다. 그 流量相關圖와 下流部에서
 의 綜合的인 洪水豫報圖는 다음 Fig 8-1 과 같
 다.

IX. 結 論

本慶州地區 普門地의 災害防止調查事業의 目
 的은 序論에서 言及한바와 같이 韓國의 氣象現
 象에서 늘 發生하는 雨期中의 洪水로부터 받게
 되는 莫大한 被害를 事前에서 豫報함으로써 貯水
 池 周邊住民들의 生命과 財産을 保護하는 同時
 에 既存記錄值와 研究所에 實施한 實測值를 다
 루어 分析함으로써 얻은 結果를 檢討하여 水利
 施設物의 設置時의 하나의 實測值資料로써 資料
 할 수 있도록 하는데 까지 努力해 보았다. 따라
 서 災害防止 示範事業을 통해서 遂行한 일을 要
 約하면 大略 다음과 같다.

a. 降雨分析

1. 降雨量에 대하여

本 普門池流域의 既存觀測值와 實際測定한 記
 錄值를 綜合分析해볼때 大體의 年平均降雨量은
 980~1150mm, 1日最大降雨量은 200~230mm,
 2日連續最大는 230~340mm 등이 統計值에 나
 타나있어 이러한 기록值에 依據, 設計와 洪水의
 規模를 認識하고 目的하는바의 일에 資할 수 있
 게 하였다.

2. 降雨頻度에 대하여

慶州地區 同性流域內의 觀測所에서 記錄한 記
 錄值를 가지고 Station year method Hazen 및
 Foster 씨의 方法을 適用하여 降雨頻度を 調査한
 結果 이 地區의 降雨量 1000年 頻度值를 열거하
 여 보면 1時間에 120mm 6時間에 320mm 12時
 間에 330mm 1日에 350mm 2日에 440mm 등이
 計算할 수 있어 이 地方의 設計雨量에 資할수 있
 다고 본다.

3. 各時間別 降雨分布率 計算

流域內의 觀測所 및 同性流域內에 있는 蔚山

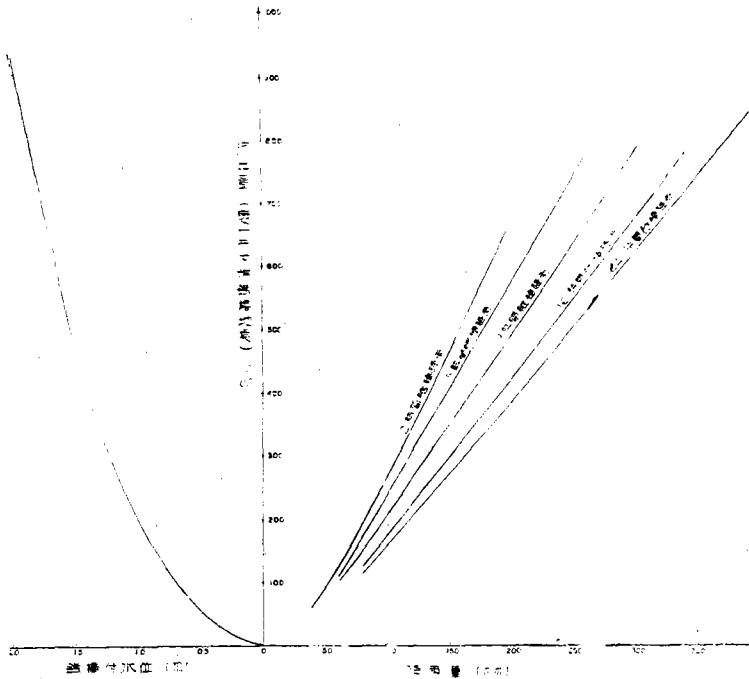


Fig 8-1 下流部鐵橋地點의 洪水豫報圖

浦項測候所의 觀測記錄值中 44 個를 擇하여 5 種 (2.5.8.16.24 時間) 降雨에 對한 各時間別 降雨 分布量을 該當時間 降雨의 百分比로 表示하고 級 間隔 5 로하는 度數分布表를 作成하여 各時間別 分布率을 mode 平均하여 該當分布率을 定하고 이를 直角座標上에 plot 하여 各時間別 降雨分布 率曲線을 얻었다.

此分布率은 慶州地區 卽 慶州, 蔚山, 浦項의 同性流域內에 있는 地區의 降雨分布樣相을 表示 한것으로 他設計에 使用할 수 있는 值로써 設計 를 擔當하고 있는 技術者들에게 勸獎하고 싶다.

d. 流域의 單位流量圖 作成에 對하여

1. 水位對 流量曲線에 對하여

普門池 流域에 3 個年間の 示範事業 目的으로 設置한 量水標 地點에서 水位別 流量을 測定하여 水位對 流量曲線을 이루는 流量換率曲線을 만 들어 洪水時 水位에 따르는 流量을 손쉽게 알아 보게 되어있다.

2. 單位流量圖作成에 對하여

現地觀測所에서 實測한 暴雨時의 洪水流量圖 와 該當 過剩降雨量에서 過剩降雨 10mm/時의 Unit hydrograph 를 作成하였으며 上記에서 求한 單位 流量圖를 分析하여 無寸法 單位圖의 q/q_p , T/T_p 의 ratio 와 peak discharge Equation 을

誘導하였고 또 流域諸補助 變 數와 Lag 와의 典型的인 關係 曲線을 誘導하였다. 따라서 同 普門池流域과 類似한 Ungaged Watershed 에서도 Dimension less hydrograph method 로써 流量圖를 誘導할 수 있어 此方 法의 使用을 권장하고 싶다.

c. 各有效雨量算定에 對하여 洪水豫報圖를 作成하기 爲하 여 普門池 流域에 降下할 수 있는 假想的 降雨量을 各降雨 期別로 (1.2.5.8.16 24時間別) 그 分布量 및 過剩降雨量을 計 算할 目的으로 다음과 같은 過 程을 밟았다.

1. 各時間別 設計雨量의 決 定

2. 各設計雨量의 時間別 分布量計算

3. 各設計雨量의 有效雨量計算

d. 貯水池 流入量 計算

貯水池 全體流域에 對하여 誘導해 놓은 有效 雨量 10mm/1H 의 單位流量圖를 使用하여 各降 雨量의 時間別 過剩降雨에 該當된 流出量을 計 算하고 此를 縱座標上으로 累加하여 該當 降雨 量의 貯水池 流入量으로 算定하여 使用에 便利 하도록 하였다.

e. 洪水豫報에 따른 災害防止 對策樹立에 對 하여

降雨로부터 損失 過程을 거쳐 有效流出로서 貯水池에 流入되는 流入量까지 計算을 이끔음으로 爲하여 다음의 洪水調節에 對한 明細와 그에 따르는 豫報의 指針에 이르게 되었다.

1. 貯水池 洪水調節에 對하여

計算된 各種貯水池 流入量에 對하여 修正 필 스법을 使用하여 洪水調節을 施行하였다. 이는 降雨의 繼續時間 降雨量의 貯水池 最大流入量, 餘水吐의 最高水位 및 이에따르는 排除量을 計算 하여 洪水調節에 자할 수 있게 하였다.

2. 洪水豫報에 對하여

各降雨量으로 因하여 流域으로부터 普門池에 流入되는 洪水量과 이로 因한 貯水池의 水位上

류 및 餘水吐의 排除量等의 洪水調節 能力分析과 洪水豫報의 모-든 活動을 爲한 諸計算 過程을 거쳐 貯水池 洪水豫報에 對한 關係圖를 얻고 저 R-1 地點雨量對 面積平均 雨量曲線을 誘導하고 이 平均雨量對 貯水池 最高流入量, 排除量 및 貯水位等에 關係되는 曲線을 誘導하여 하나의 圖表(Fig 7-4)를 作成하여 洪水時의 豫報와 그에 對한 對策講究에 이바지 하고져 하였다.

3. 下流部 鐵橋地點에서의 綜合的인 洪水豫報에 對하여

먼저 貯水池 流域과 下流部 地點에 對한 單位 流量圖는 Set back time 을 利用하여 求하였으며 前項(2項)에서 實行한 것과 같은 洪水豫報方法을 適用하여 下流部 鐵橋地點에서의 綜合的인 法水豫報圖를 作成하였다.

X. 本調査事業을 마치면서

以上 慶州地區 災害防止 示範事業에서 行한 測定 調査 活動事項 및 調査結果에 對해서는 上記 說明한바와 같이 우리나라에서 最初로 實施한 研究事業이기 때문에 調査方法 自體가 未備한 點이 많을 것으로 思料된다.

示範事業地 및 同性流域內的 降雨量 觀測 河川의 長期間 水位 및 流量測定值等이 比較檢定 材料로써는 不足하고 實際示範事業用으로 設置한 調査器具도 經濟的인 與件때문에 自己雨量計와 自己水位計를 設置치 못하여 時間에 따르는 예민한 記錄值를 얻지 못하여 調査 研究分析에 애로가 많았다. 한편 얻어진 諸資料를 最大限의 努力을 경주하여 研究 및 分析하여 洪水豫報 講究對策을 樹立해 놓았으나 못내 아쉬운感 면치 못함을 유감스럽게 생각하는 바이다.

앞으로의 洪水豫報 對策을 爲한 災害防止 示範事業으로는 좀더 資料分析에 유용한 기계의 使用과 本地區에서 얻은 經驗으로 좀더 착실하고 忠實한 分析資料를 얻을수 있을것으로 자부한다.

이번 示範調査를 통해서 얻은 實際記錄值로써의 分析結果가 多少不足하다는 아쉬움이 들기는 하지만 洪水의 被害를 받기 쉬운 우리나라에서는 絶對로 必要한 일이라 생각되며 實測資料로써 同性流域內的 水利施設物 設計에도 크게 도움이 되리라고 생각된다.

한편 이번사업을 최초로 창안해주신 威俊鎬 部

長과 그뒤에 調査業務를 맡아주신 忠北大學 金哲基先生, 盧構課長, 재료정리 및 分析에 뒷받침해주시던 연구과내 여러분과 財政 및 技術協助를 아낌없이 베풀어 주신 농림부관계관에게 심심한 사의를 表하면서 이 分析資料를 내놓는다.

References.

水文學	朴成宇 外共譯
河川水文學 水理	崔榮博 著
河川工學	元泰常 著
韓國氣候圖	中央觀象台 編
氣象月報	"
韓國의 洪水	建設部 編
韓國水文學調查書	"
水理學	椿東一郎 外共著
河川工學	山本三郎 編
水文氣象學	川畑幸夫 編著
流量測定法	安藝皎一 著
河床論	安藝皎一 著
水理學	本間 仁, 安藝皎一 編
確率統計	野中敏雄 外共著
農業氣象ハンドブック	日本農林省振興局研究部 監修
洪水特論	矢野勝正 著
氣象の事典	和達清失 監修
Lesign hydrograph에 對한 少考	農土木學會誌 4卷 1號 (1961)嚴泰營
洪水調節의 理論 및 計算例	" 6卷 1號 (1964)金東萬
慶州地區施設物性能調査報告	" 5卷 1號 (1963)研究所
慶州地區事業計劃書	土地改良組合聯合會
Hydroeogy for Engineers(1958)	Linsley 共著
Applied Hydrology (1949)	" "
Design of small dams	U.S.B.R.
Unit hydrogr aph	U.S.B.R.
Hydroeogy hand book	A.S.C.E. Engineering manuals practice No.28
降雨強度公式算定에 對한 小考	土聯 技術覽書 38號
小域의 洪水量推定法	" " 35號
降雨量觀測方法	" " 20號
流量測定法	" " 6號

(筆者 土聯 農業土木研究所)