

## '87 서울 홍수의 강우특성

(Rainfall Characteristics of the Heavy Storm

occurred in 1987, in the area of Seoul)

인하대 공대 교수                      강 관 원

인하대 공대 부교수                  심 명 필

인하대 대학원 석사과정          김 경 탁

### 1. 서론

1987년에는 전국적으로 빈번한 저기압 통과와 전선의 발달로 여러차례 태풍의 직접 혹은 간접적인 영향을 받아 집중호우가 발생하였다.

서울지역은 7월-8월에 걸쳐 최저 64mm를 넘는 8차례의 호우가 발생하였으며, 이중 대표적인 호우는 7월 26일부터 이틀간에 걸쳐 352.1mm의 강우량을 발생시킨 홍수로서, 설계강우량 이상의 장시간 지속된 집중호우와 급격한 도시화에 따른 유수의 유출계수 증대 및 하수도, 우수지, 펌프장 등 배수시설의 미비 등으로, 침수면적은 64.1km<sup>2</sup>에 이르고 침수깊이는 최고 1.5m, 침수시간은 최고 30시간에 이르는 막대한 재산상의 손실을 초래했다.

이러한 홍수에 대한 원인분석과 침수방지를 위한 대책수립을 위해서, 집중호우의 강우특성을 분석하면 다음과 같다.

## 2. 강우현황

서울지방의 강우기록을 분석한 결과, 1941년부터 1987년에 걸친 연평균 강우량은 1314.8mm로서 전국 연평균 1169mm보다는 비교적 높은 강우량을 보이며, Table 1 에서 보인바와 같이 7월 26일부터 발생한 대홍수와 도합 8차례에 걸친 집중호우에 의해 예년의 연평균 강우량보다 약 33%가 많은 연강우량 1751.4mm를 기록했으며, 지속기간에 따른 기왕최대와 1984년 기록 및 1987년의 강우량은 Table 2 와 같다.

TABLE 1 STORMS AT SEOUL STATION IN 1987

ORDER	DATE	DURATION(hrs)	C.DEPTH
1	7/10 12:00 - 7/11 09:00	21	95.0
2	7/15 10:00 - 7/16 11:00	25	70.9
3	7/21 06:00 - 7/22 07:00	25	94.7
4	7/26 03:00 - 7/27 23:00	44	352.1
5	8/03 11:00 - 8/04 17:00	30	64.1
6	8/07 04:00 - 8/08 06:00	26	78.8
7	8/15 11:00 - 8/16 09:00	22	113.0
8	8/29 10:00 - 8/31 09:00	47	150.3

TABLE 2 MAXIMUM RAINFALLS IN 1987 AND COMPARISON WITH HISTORICAL RECORDS

	HISTORICAL MAX.		1984		1987		REMARKS
	DATE	DEPTH(mm)	DATE	DEPTH(mm)	DATE	DEPTH(mm)	
1. ANNUAL MAX. RAINFALL	1940	2,136.1	1984	1,249.5	1987	1,751.4	
2. MONTHLY MAX. RAINFALL	1940.7	1,345.2	1984.8	330.9	1987.7	651.2	
3. DAILY MAX. RAINFALL	1920.8.2	354.7	1984.9.1	268.2	1987.7.27	294.6	326.4
4. HOURLY MAX. RAINFALL	1942.8.5	118.6	1984.9.1	59.5	1987.7.27	70.5	(7/26 21:00 - 7/27 21:00)
5. CONTINUOUS MAX. RAINFALL			1984.8.31	333.4	1987.7.26	341.8	
			- 9.2		- 7.27		

## 2.1 강우의 시간적 분포

서울지역의 월별 강수량 분포에 의하면, 7월에는 4차례의 집중호우로 651.2mm로 가장 크고, 그다음이 8월의 강수량으로 521.8mm이며, 그다음은 5월, 6월이 약 130mm내외의 값을 나타내고 있다. 7월-8월 2개월간에 내린 강수량의 합은 1173mm로서 1987년 연 강수량 1751.4mm의 67%에 해당한다. 7월에는 장마전선이 남북으로 오르내리는 가운데 전국적으로도 예년보다 100 - 400mm정도 더 많은 강우가 있었으며, 중순에 접어들면서 장마전선의 활성화와 태풍의 영향으로 전국에서 호우가 발생하였다. 특히 26-27일에는 장마전선이 중부지방에 걸쳐있는 가운데 8호 태풍 엘릭스가 중국 동해안을 따라 북상하면서 많은 습기가 공급되어 서울, 경기, 강원지방에 집중호우가 내렸다. 7월 21일부터 7월 22일까지 서울지역에 94.7mm의 강우가 내린지 불과 5일후로서, 일우량으로는 금세기 두번째 호우인 총 352.1mm의 강우가 내려 대홍수를 초래하였다.

Fig.1 STORM RAINFALL AT SEOUL STATION  
(During 7/21 0:00 - 7/22 0:00 in 1987)

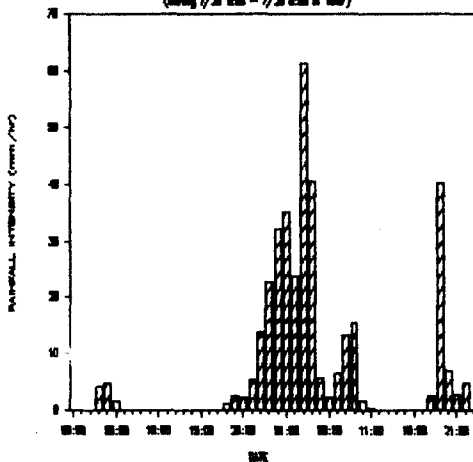


Fig.2 CUMULATIVE STORM RAINFALL IN SEOUL  
During 7/21 0:00 - 7/22 0:00, 1987

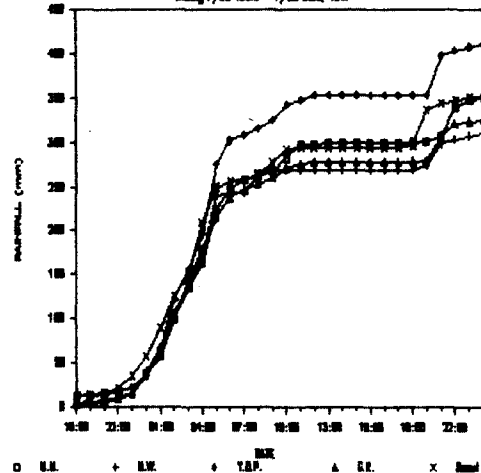


Fig.1 은 7월 26일부터 이틀간에 걸친 서울 측후소에서 관측된 집중호우의 시간별 강우분포를 나타낸다.

Fig.1 에서 나타난 바와 같이 대홍수의 원인이 되는 연속강우는 7월28일 0시까지 30시간에 걸친 341.8mm이며 두단계로 나누어 보면, 첫 강우는 7월 26일 18시부터 7월 27일 12시까지 18시간에 걸쳐서 284.5mm가 내렸으며, 그후 6시간의 무강우후에 18시부터 7월 28일 0시까지 6시간동안 추가적으로 57.3mm가 내렸다.

## 2.2 강우의 지역적 분포

7월 26일부터 이틀간에 걸쳐 전국적으로 약 20-350mm의 강우가 있었으며, 서울지역이 강우의 중심으로 수개 관측점의 누가강우량의 분포를 나타낸 것이 Fig.2 이다. 이들 강우자료는 면목, 망원, 영등포, 구로지구의 각 구청및 서울 측후소에서 관측한 자료이다. 지역별로 강우량의 차이가 있으며 7월 26일 18시부터 30시간에 걸친 연속강우의 경우 310mm-410mm의 범위에 있으며, 특히 영등포 지역은 많은 강우량을 나타내고 있으며(409mm) 망원 지역(309.5mm)보다 100mm정도 많은 강우량을 보인다. 강우의 지역적 이동방향및 속도는 유출량의 첨두유량에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있으나 아직까지는 이들의 관계에 관해 많은 연구가 필요로하며, 일반적으로 설계홍수산정을 위한 설계강우는 지역적인 이동은 고려하지 않고 있다.

서울 전 지역의 강우분포와 면적평균유량및 이동방향을 산정하기 위하여 여러지점의 관측자료가 필요하나, 지역자료의 부족과, 5개지역의 산

서울평균치(344.5mm)와 서울측후소의 강우량(341.8mm)은 차이가 거의 없으므로 서울측후소의 값들은 서울지역의 대표값으로 이용하도록 한다.

### 3. 강우 특성

#### 3.1 지속기간별 강우분포

서울측후소의 7월 26일- 28일 자기기록지를 분석하여 단기간 지속기간에 따른 최대강우량과 강우강도를 나타낸 것이 Table.3 이다. Table.4는 서울측후소를 포함한 5개 관측 지점의 시간별 강우자료로부터 비교적 장기간 지속기간에 따른 최대강우량및 강우강도를 구한 것이다.

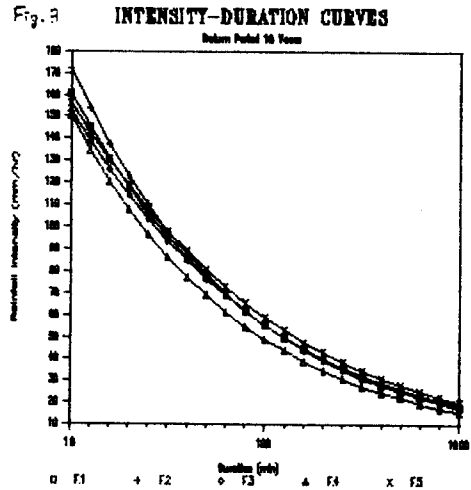
Table.3 과 Table.4 에서 나타낸 바와 같이 서울측후소의 경우 지속기간 60분, 120분에 대한 최대강우량은 각각 9.1mm, 5.4mm의 차이를 보이므로 두시간을 초과하는 지속기간에 대한 연속최대강우량및 강우강도는 Table.4 의 시간별 강우기록으로부터 구해도 충분하나, 지속기간 두시간 이내의 단기 강우량을 분석할때에는 Table.3 의 10분간격 자기기록지로부터 구한 자료를 이용하는 것이 도시수공구조물의 설계시 설계우량의

TABLE 3          MAXIMUM DEPTH OF CONTINUOUS RAINFALL FOR SHORT PERIOD  
AT SEOUL STATION  
(During 7/26 18:00 - 7/28 0:00, 1987)

DURATION (min)	DEPTH (mm)	INTENSITY (mm/hr)	OCCURRED TIME
10	22.2	133.2	7/27 19:28 - 19:38
20	31.5	94.5	7/27 19:23 - 19:43
30	42.0	84.0	7/27 03:42 - 04:12
40	55.5	83.3	7/27 03:42 - 04:22
60	69.5	70.5	7/27 03:22 - 04:22
120	106.5	53.3	7/27 02:40 - 04:40

TABLE 4 MAXIMUM DEPTH OF CONTINUOUS RAINFALL FOR LONG PERIOD  
(During 7/26 0:00 - 7/28 0:00)

DURATION (hrs)	STATION : MYUNMOK	HANGWON	YOUNG D.P	GURO	SEOUL
1	60.0	70.0	80.0	41.0	61.4
2	90.0	105.0	120.0	79.0	101.9
3	125.0	135.0	154.0	115.0	124.5
4	167.0	175.0	210.0	147.0	160.6
5	191.0	205.0	240.0	175.0	192.7
6	211.0	224.5	266.0	200.0	215.2
12	277.0	263.5	333.0	263.0	271.5
18	286.5	267.5	351.0	277.0	284.5
24	327.0	295.0	395.0	313.0	328.4
30	338.0	309.5	409.0	324.0	341.8
36	338.0	309.5	409.0	324.0	341.8
42	344.5	311.0	409.0	324.0	343.4
48	350.5	311.0	411.5	325.0	352.1



산정등에 비교적 높은 정도를 준다.

### 3.2 강우강도, 지속기간, 빈도 ( IDF ) 분석

서울지역의 IDF를 나타내는 공식은 10개 이상 제안되어 있으며 Table. 5 는 재현기간 10년인 경우 5개공식을 이용하여 구한 값과 실제호우와 비교한 것이며, 이들 공식을 이용하여 강우강도를 구한 것이 Fig.3 으로서 공식에 따라서 다소의 다른 값을 나타내며, 특히 단기간의 지속기간에 대해서는 많은 편차를 나타내므로 서울지역의 만족할만한 IDF공식을 정하기 위해 최근까지의 강우자료를 포함하여 유도한 만족한 식의 결정이 필요하다.

7월 26일- 28일의 실제호우에 대해 지속기간에 따른 빈도를 구하기 위해 한국건설기술연구원에서 제안한 IDF Curve를 이용하여 실제호우의 강우강도와 비교하였다. 실제호우의 각 지속기간별 재현기간을 구한 결과를 Table.6 에 나타냈으며 재현기간에 +, -는 그 재현기간을 다소넘겨

나, 작은 경우를 뜻한다. 어떤 공식을 선택하는가에 따라서 다소 재현기간의 차이가 있을 것이며, Table.6 에 의하면 7월 26일 호우는, 2시간이 내의 단기강우경우는 재현기간 5 - 10년 정도 빈도를 나타내고 6시간 경우는 최고 50년 빈도, 일강우량은 50년보다 조금 작은 재현기간을 보여준다.

TABLE 5 COMPARISON OF RAINFALL INTENSITY WITH SUGGESTED FORMULA IN SEOUL  
(Return Period 10 Years)

DURATION (min)	INTENSITY BY FORMULA (mm/hr)					OBSERVATION(7/26 - 7/28)	
	FORMULA 1	FORMULA 2	FORMULA 3	FORMULA 4	FORMULA 5	TOTAL DEPTH (mm)	INTENSITY (mm/hr)
10	160.4	172.2	152.3	150.0	155.9	22.2	133.2
20	117.8	122.7	114.3	107.5	118.7	31.5	94.5
30	97.8	100.6	95.9	88.3	100.3	42.0	84.0
40	85.6	87.3	84.4	76.8	88.7	55.5	83.3
60	70.7	71.5	70.3	62.9	74.3	70.5	70.5
120	50.8	50.7	51.1	44.8	54.4	106.5	53.3
180	41.8	41.5	42.2	36.6	45.1	124.5	41.5
240	36.4	35.9	36.8	31.8	39.4	160.6	40.2
300	32.6	32.2	33.1	28.4	35.5	192.7	38.5
360	29.8	29.4	30.3	26.0	32.6	215.2	35.9
720	21.2	20.8	21.7	18.4	23.4	271.5	22.6
1080	17.4	17.0	17.8	15.1	19.2	284.5	15.8
1440	15.1	14.7	15.5	13.0	16.7	328.4	13.7
1800	13.5	13.2	13.9	11.7	15.0	341.8	11.4
2160	12.4	12.0	12.7	10.7	13.7	341.8	9.5
2520	11.4	11.1	11.8	9.9	12.7	343.4	8.2
2880	10.7	10.4	11.0	9.2	11.9	352.1	7.3

- FORMULA 1  $I=579.7/(t + 0.451)$  suggested by Dept.of Construction  
 FORMULA 2  $I=560/(t + 0.09)$  suggested by Seoul City (1964),Data based on 1915-1964  
 FORMULA 3  $I=599/(t + 0.77)$  suggested by Seoul City (1978), Data based on 1915-1978  
 FORMULA 4  $I=497/(t + 0.15)$  suggested by Prof.W.H.Lee (1980)  
 FORMULA 5  $I=651.1/(t + 1.014)$  suggested by KICT (1988),Data based on 1954-1987

TABLE 6 RETURN PERIODS OF OBSERVED STORM FOR EATH DURATION WITH RESPECT TO IDF FORMULA

DURATION(min)	RETURN PERIOD(years)	
	BY KICT	BY W.H.LEE
10	5(+)	5
20	5(-)	5
30	5	10
40	5(+)	10
60	5(+)	20
120	10	20
180	10	20
240	20	30
300	30(+)	50
360	50	70
720	50	30
1080	20	10
1440	50(-)	10

3.3 기왕최대 강우량

서울지역의 최대일우량은 1920년의 354.7mm이며, 1987년 7월 27일의 일우량 328.4mm는 제 2위에 이르며 1984년 대홍수때의 일우량 268.2mm보다 더 많은 값을 나타낸다. 1987년의 최대일우량은 연 최고계열로 보면 재현기간 약 40년 미만의 빈도에 해당하며, IDF에 의한 빈도해석 결과와는 비교적 같은 재현기간을 나타낸다.

3.4 강우의 시간적 분포 형상

재현기간에 따른 설계강우의 시간적 분포는 첨두유량 결정및 총유출량 산정에 무척 중요하다. 강우의 시간적 분포를 추정하는 방법으로는 일반적으로 IDF강우강도식의 적분에 의한 방법, 각 호우의 시간적 분포의 통



계적 분석, 기하학적인 시간분포곡선의 형상 결정으로 들 수 있으며, 강우강도식에 의한 강우의 시간적 분포 형상의 결정은 동일한 강우라도 지속기간이 다른 경우에는 IDF곡선 보다는 낮은 확률을 나타내므로 적용하는데 문제가 있는 것으로 알려져 있다.

7월 26일의 집중호우 기간중 서울측후소의 최대시간우량은 70.5mm로써 강우의 시간적 분포를 알기위해, 강우지속기간의 무차원 값과 최대시간우량에 대한 강우의 무차원 분포를 5개 관측소별로 나타낸 것이 Fig.4이다.

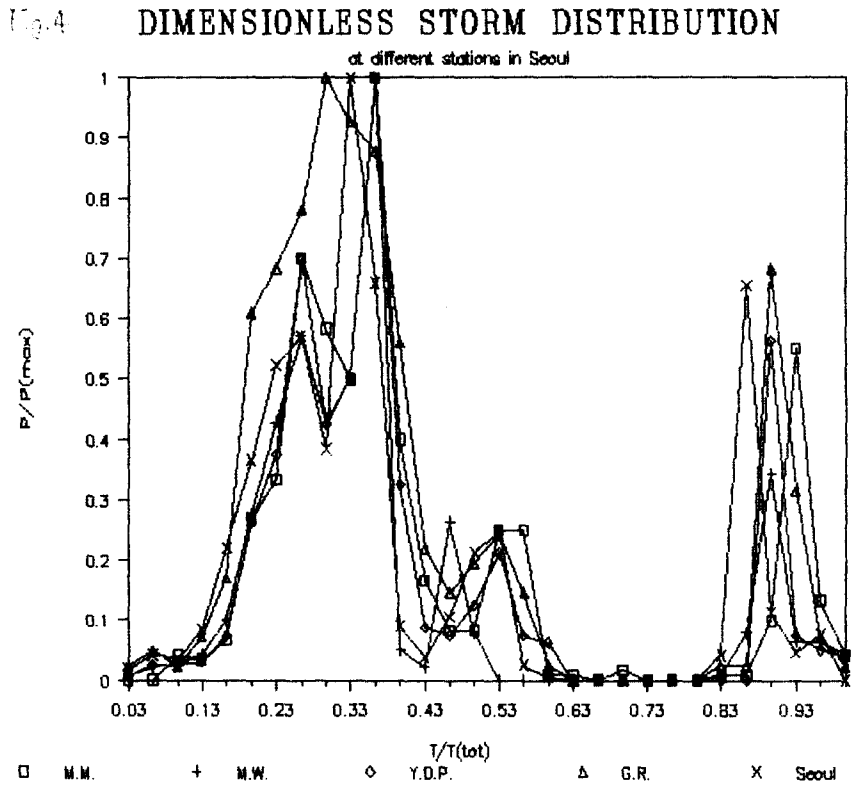


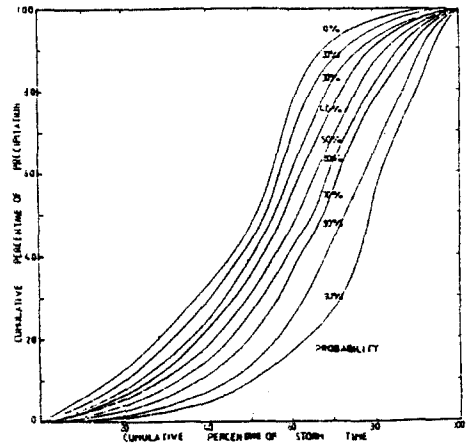
Fig.4 에서 최대시간강우는 전체강우시간 30시간에 대해서는, 서울측 후소의 경우 전체강우시간의 1/3시점에서 최대시간강우가 발생하였으며, 5개 관측소의 경우 무차원 시간 30% - 37%에 분포한다. Fig.4 에서 보면 최대시간우량은 구로-서울-면목-망원-영등포로 한시간 간격으로 옮겨간 것을 알 수 있으나, 서울지역내 여러 관측소의 충분한 자료를 분석하지 않고는 강우의 지역적인 이동방향에 대한 결론은 내릴수가 없다. 후반부의 6시간 무강우를 제외한 7월 26일 18:00 - 7월 27일 12:00까지 서울측 후소의 경우 18시간 동안의 284.5mm에 대해서 최대강우는 강우시작후 약 55%시점에서 발생하여 중앙집중형을 나타내고 있다.

서울측후소에서 관측한 31년간 (1947-1950, 1954-1980)의 6월 - 9월에 발생한 강우중 총강우량이 20mm이상되는 강우 400개를 Huff에 의한 4분위법에 형상분석을 한 결과와 1987년 서울 호우를 비교하였다. 서울지역의 기왕의 강우 400개를 분석한 결과( 박찬영, 1981 )에 따르면 Table.7 과 같으며 Fig.5 는 제 3구간 강우의 시간분포에 따른 확률곡선을 나타낸다. 1987년 8개 호우는, 제 1구간, 제 2구간에 각각 2개 호우가 해당되며, 4개 호우는 제 3구간에 해당한다. 7월 26일 대홍수를 초래한 집중호우는 제 3구간에 속하며 7월 26일의 호우는 Fig.5 의 제 3구간 강우 (Third Quartile Storm)의 10% 확률곡선과 유사하다.

TABLE 7 PERCENTAGE DISTRIBUTION OF QUARTILE TYPES

QUARTILE	PERCENTAGE FOR GIVEN DURATION(hours)				QUARTILE (%)
	( 6	6 - 12	12 - 24	) 24	
1	26	36	32	6	28
2	21	31	39	9	39
3	14	35	33	18	27
4	12	56	24	8	6
ALL STORMS:	22	35	33	10	100

Fig. 5 TIME DISTRIBUTION OF THIRD-QUARTILE STORM



#### 4. 결론

1987년 7월에 서울지역에 발생한 집중호우는 금세기 두번째 크기의 일우량을 보이며, 서울지역내 관측점수의 부족으로 지역적 이동상황은 결론을 얻을수 없으나, 서울측후소에서 관측한 강우자료는 면적평균우량으로 이용하는데 큰 무리는 없다. 서울지역의 IDF공식은 많이 제안되어 있으나 공식에 따라서, 특히 단기지속기간에 대해서는 많은 차이를 나타내므로 만족할만한 강우강도식의 결정이 요구되며, 비교적 최근에 제안된 한국건설기술연구원의 강우강도식에 따르면 7월 호우는 단기지속기간은 재현기간 5 - 10년, 장기경우는 10년에서 최고 50년을 보여준다.

강우의 시간분포형상에 따르면 Huff의 제 3구간 강우에 해당하며, 특히 18시간동안 내린 284.5mm에 대해서는 중앙집중형을 나타내며 10%확률곡선과 유사하다.