

# 확률강우강도 산정을 위한 우량기록지의 지속기간별 강우량 독취방법의 효율화

○ 허재영\*, 채성진\*\*

## 1. 서 론

급격한 도시화, 토지이용상태의 변화에 따른 유출률의 변화 등에 의해 인간행위의 영향이 가장 적은 수문량인 강우량이 유량보다 신뢰도가 높은 계획대상량으로서 사용되고 있다. 극히 특별한 경우를 제외하고, 강수는 앞으로도 인위적인 영향을 받는 일은 없을 것이므로 자료로서의 항상성은 거의 완전히 보증된다고 할 수 있다.

본 연구에서는 확률강우강도식의 유도가 강우자료에 전적으로 의존할 수 밖에 없으며, 확률분포형의 검정, 빈도해석 등의 일련의 과정에서 강우자료의 정확성이 가장 중요하다는 인식으로부터, 자기우량기록지로부터 지속기간별 강우량을 독취하는 과정에서 발생할 수 있는 기계적·개인적 오차를 줄여서 자료의 신뢰도를 향상시킴과 동시에, 작업의 효율을 대폭적으로 증가시킬 수 있는 방법을 개발하고, 정도가 향상된 대전지방의 확률강우강도식을 제안하고자 한다.

본 연구는 정확한 확률강우강도를 산정하기 위한 우량기록지의 독취방법을 개선하는 것이 그 목적이므로, 설계강우강도의 산정방법으로서는 가장 일반적으로 사용되고 있는 방법만을 사용하고, 강우자료로서는 대전지방기상청의 전도형 자기기록지를 사용하였다.

확률분포형으로서는 대수정규분포를 사용하고, 모수추정방법은 모멘트법, 최우도법을 사용하였다. 적합도 검정은  $\chi^2$  검정과 Kolmogorov-Smirnov검정을 사용하였으며 확률강우강도식의 계수산정에는 최소자승법을 사용하였다.

## 2. 연구의 배경

강우자료로부터 확률분포함수를 사용하여 최적의 분포함수를 선정하고, 빈도별 확률강우량을 구하기 위해서는 기초자료인 강우량에 대한 분석이 가장 중요하다. 현재 우리나라 강우자료는 대부분 자기우량계를 이용하여 획득하고 있으며, 근래에 들어와서는 자동기록을 통하여 최소 10분 단위로 관리하고 있으나 이 자료는 최근 몇년간의 자료에 지나지 않고, 또한 기상악화로 인한 장비의 오작동 등으로 인하여 자료의 신빙성이 떨어질 수도 있다.

따라서, 이런 정보를 쉽고, 빠르고, 정확하게 파악하기는 매우 어려운데, 본 연구에서는 수공설계에 있어서 가장 기초자료라 할 수 있는 강우량자료를 얻기 위하여, 강우량 자기기록지를 수치적으로 독취·분석할 수 있는 프로그램을 개발하고자 한다.

---

\* 대전대학교 토목공학과 교수

\*\* 한국토지공사 시험연구실 대리

본 연구에서 제안된 프로그램을 활용하면 빈도별 확률강우강도식을 적용함에 있어서 각 지역의 실정에 맞는 강우강도식을 사용할 수 있게 될 것이므로, 실질적인 설계에 적용될 수 있을 것이며, 수자원 자료분석에 있어서 빠르고 쉽게 접근할 수 있는 방법을 제공하게 될 것이다. 그리고 각 지역별로 자료분석이 용이하므로 설계단계에서부터 검토가 가능하며, 따라서 각 지역의 실정에 맞는 강우강도식을 산정하여 실용적으로 사용하는데 일조할 것으로 판단된다.

### 3. 우량기록지 독취 프로그램

#### 1) 프로그램의 개요

프로그램은 먼저 시작 프로그램(rainfall.exe)을 활성화한 후, 우량기록지를 스캐닝하여 저장한 그림파일을 불러온 다음, 우량기록지의 시점, 종점 및 좌우·상하의 4꼭지점을 정하여 그림파일의 전체 작도면적을 고정시킨 후, 강우량 기록용지가 곡선인지 직선인지를 선택하고, 「날짜입력」, 「계산하기」를 선택하면 지속시간 5분, 10분, 15분, 30분, 45분, 60분, 90분, 120분, 240분에 대해 자동으로 강우량이 계산된다. 임의의 지속시간에 대해서도 제한없이 확장할 수 있다.

독취된 강우자료는 데이터 파일(rainfall.dat)로 자동으로 저장되며, 구하고자 하는 지속기간별 년최대 강우량은 표 계산 소프트웨어(MS excel 등)를 사용하여 구할 수 있다

#### 2) 프로그램 화면 구성

프로그램을 실행하면 그림 1과 같은 화면구성을 볼 수 있다. 상단으로부터 차례로 제목막대, 메뉴막대, 기본도구막대, 문서편집창으로 구성되어 있다.

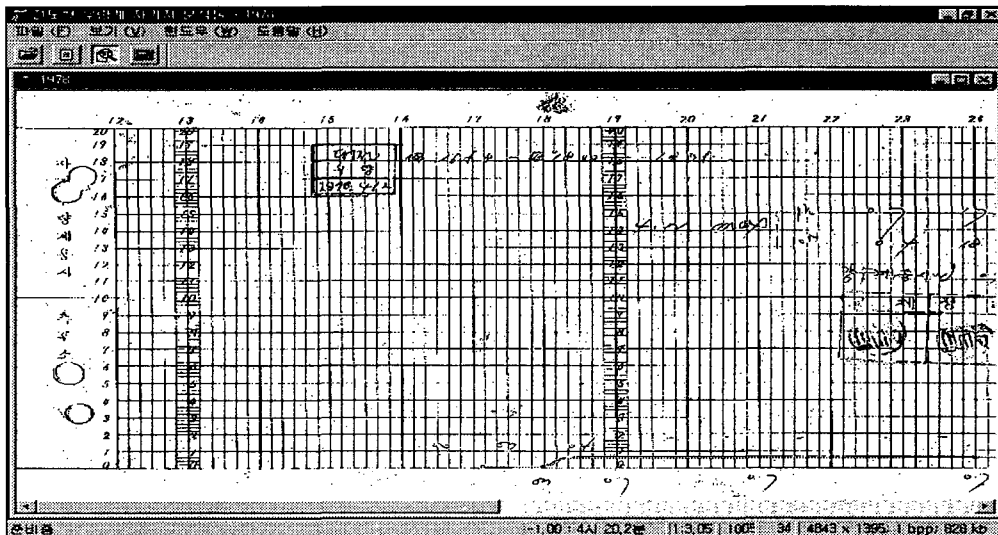


그림 1

#### ① 메뉴막대 사용하기

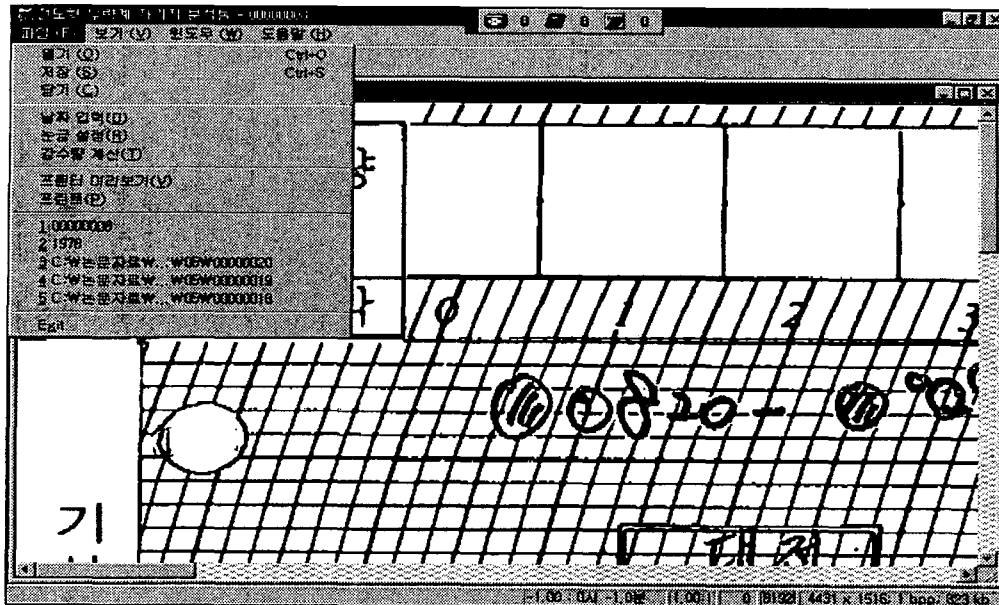


그림 2

- 파일 - 열기 : 다른 그림파일을 열어서 편집을 할 수 있다.
  - 저장 : 저장하면 그림파일을 저장하는게 아니라 현재 새롭게 편집하는 환경 파일이 확장자 ini로 저장된다
  - 닫기 : 현재 실행하고 있는 프로그램을 닫는다.
  - 날짜입력 : 우량계 자기기록지 작성 날짜를 입력한다.
  - 눈금설정 : 우량계 자기기록지의 형태에 따라 눈금의 형식을 선정할 수 있다.
- 이 외에, 보기, 윈도우, 도움말로 구성되어 있다

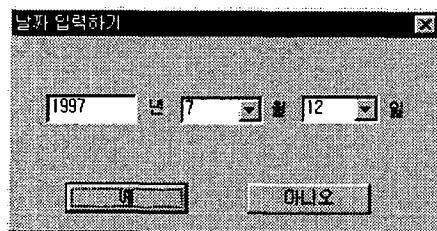


그림 3

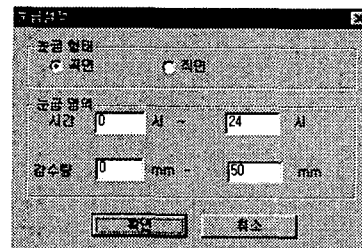


그림 4

② 기본도구막대

기본도구막대는 자주 사용하는 명령을 아이콘으로 만들어 놓은 것으로 다음과 같다.

파일을 열어서 편집 (파일-열기와 동일)	기준점과 강수량 기록 편집 아이콘	작업할 창을 확대 및 축소하는 아이콘	작도한 그래프로부터 시간별 강우강도 산정

3) 프로그램 사용

① 먼저 스캐너를 이용하여 자기우량 기록지를 그림파일로 만든다음, 강우량 독취 프로그램에서 「읽어오기」를 선택한다.

② 「파일」에서 「측정눈금편집」을 클릭하거나, 측정눈금편집 아이콘을 클릭한다(측정 눈금편집). 툴바 그림중 두 번째 버튼을 클릭하면 모드가 토글되며, 버튼이 들어가 있으면 측정 눈금 편집모드이고, 카우스 커서는 +로 변한다. 위치를 바꾸고 싶은 녹색점을 마우스로 클릭하면 빨간색으로 바뀌고 다시 한번 누르면 위치를 바꿀 수 있다.

또한, 강수량은 왼쪽 버튼으로 가장 최초에 강수량이 나타난 곳을 클릭한다음 나타난 선을 따라 계속 왼쪽버튼을 클릭하면 된다. 때로 50을 넘어서 다시 0부터 시작하게 되는 부분이 있는데 그때는 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭을 하게 되면 다시 밀부분에서 시작할 수 있다.

위와 같이 편집한 다음 반드시 메뉴의 「파일-저장」을 실행해야 한다. 여기서 우량계 자기기록지의 형태에 따라 직선으로 된 것인지 곡선으로 된 것인지를 반드시 구분하여야 하며, 또한 기록지의 한계점도 「눈금설정」에서 선택하여야 한다

③ 곡선 형성완료후 파일에서 「계산하기」를 클릭하고 날짜입력등 순서대로 진행하면 다음과 같은 결과치가 자동으로 계산된다.

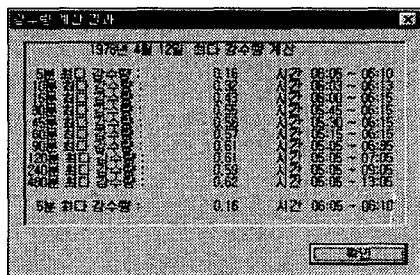


그림 5

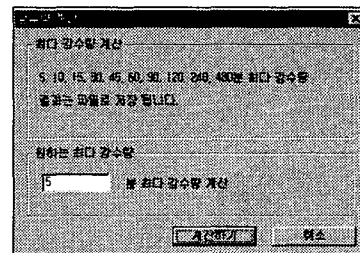


그림 6

④ 계산된 자료는 rainfall.dat로 자동 저장된다. 이 파일을 표 계산 소프트웨어로 불러들여서 지속기간별 년최대 강우량을 구할 수 있다.

4) 확률강우강도의 산정

강우자료는 매년 지속기간별로 최대치를 수집하고, 최소 30년 이상의 자료를 수집하는 것이 바람직하다. 본 연구에서 제안하는 프로그램을 활용하고, 표 계산소프트웨어(excel 등)와 연동하면 빠르고, 정확하게 강우강도식을 산정할 수 있다.

본 연구에서는 지속기간별 확률강우강도식의 한 예를 제시하기 위하여, 확률분포함수로서는 일반적으로 사용되고 있는 Gumbel분포, 정규분포, 대수정규분포 중에서 대수정규분포를 사용하여 빈도별 확률강우량을 산출하였다.

대상 관측점은 대전으로 하고, 20년빈도의 강우강도-지속기간 관계를 구하고자 한다. 그 절차는 다음과 같다.

① 1단계

본 프로그램에 의해 30년간의 자료로부터 년도별, 지속기간별 최대값을 독취한다(그림 7). 이 자료로부터 지속기간 5분, 10분, ..., 480분에 대한 강우량을 년도별로 구할 수 있다.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
년도	5분	10분	15분	30분	45분	60분	90분	120분	240분	480분
1969	13.86	19.31	23.84	40.72	53.05	70.22	86.67	98.14	136.53	141.81
1990	11.45	18.91	25.02	40.02	49.43	49.98	50.07	50.33	56.32	70.35
1991	8.4	14.29	17.77	25.48	31.27	38.02	42.99	48.06	49.42	52.75
1992	7.46	14.36	18.96	22.56	29.74	36.25	43.46	46.14	56.57	74.64
1993	8.24	15.78	17.8	22.5	28.91	34.85	49.23	56.73	83.29	91.87
1994	8.25	12.1	16.42	27.57	28.45	29.54	31.82	33.33	41.79	48.93
1995	51.8	53.29	55.2	56.69	61.53	61.53	61.53	64.53	97.34	119.8

그림 7

② 2단계

재현기간 20년에 대해 대수정규분포함수로 확률강우량을 계산한다(그림 8참조). 이러한 계산을 각 지속기간에 대해 반복하면, 재현기간 20년에 대한 시간대별 확률강우량을 표 1과 같이 구할 수 있다.

표 1. 20년 빈도의 지속기간별 확률강우량

시간 (min)	5	10	15	30	45	60	90	120	240	480
확률강우량 (mm/hr)	23.20	23.53	25.23	31.46	37.34	42.49	51.96	57.95	78.55	100.04

③ 3단계

위의 강우지속시간-강우강도의 관계로부터 강우강도-지속기간의 관계를 구할 수 있는데, 여기에서는 한 예로 Tabolt형의 공식을 유도한다(그림 9). 유도절차는 그림 9에서 나타낸 바와 같이, 최소자승법을 이용하여 지역계수를 산정하였는데, 이러한 계산과정은 표 계산 소프트웨어를 활용하면 쉽게 실행할 수 있다. 이러한 과정을 거쳐 산정된 대전지역의 20년 빈도의 Talbot형 확률강우량공식은 다음과 같다.

$$I_{20} = \frac{8.342}{(t+335)} \quad (\text{mm/hr})$$

동일한 절차를 통하여 다양한 지속기간별, 재현기간별 확률강우강도 공식을 구할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 정확한 확률강우강도를 산정하기 위한 우량기록지의 독취방법을 개선하기 위하여 수행되었으며, 그 한 예로서 대전지방기상청의 30년간의 전도형 자기기록지로부터 지속기간별 최대강우량을 독취하고, 가장 일반적으로 사용되고 있는 설계강우강도의 산정절차를 사용하여 20년 빈도의 Talbot형의 확률강우강도식을 유도하였다. 여기서 제안된 방법 및 절차는 택지개발, 하천공사, 기타 건설공사에서 사용되는 강우강도식의 유도에 실용적으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 室田 明編著, 河川工學, 技報堂出版, 1989
2. 이재준 외 2인, 계획강우량 설정을 위한 권역별 확률강우강도식의 유도, 대한토목학회논문집, 2001

5분 강우강도에 대한 확률강우강도 산정			
			$\ln X = z \sigma_s + \ln$
1953	2.5	0.9182907	평균 = 1.53642
1959	5.3	1.6877068	분산 = 0.02585
1970	5.1	1.6292405	
1971	4.9	1.5892352	
1972	4.8	1.5686159	
1973	4.7	1.5475625	표준정규분포에 있어서 z와 W(z)의 관계
1974	4.9	1.5892352	재현기간별 10분강우강도
1975	4.8	1.5686159	
1976	4.5	1.5040774	
1977	4.2	1.4350845	
1978	4.6	1.5250563	
1979	5.1	1.6292405	
1980	5.3	1.6877068	
1981	5.8	1.7578579	
1982	3.8	1.3350011	
1983	5.9	1.7749524	
1984	4.2	1.4350845	
1985	4.1	1.410987	
1986	4.1	1.410987	
1987	4.8	1.5686159	
1988	4.7	1.5475625	
1989	4.9	1.5892352	
1990	4.8	1.5686159	
1991	4.5	1.5040774	
1992	4.2	1.4350845	
1993	4.6	1.5250563	
1994	5.1	1.6292405	
1995	5.3	1.6877068	
1996	5.8	1.7578579	
1997	3.8	1.3350011	

그림 8. 지속기간별 확률강우량 산정의 예

Talbot형		20년비도 강우강도식	
		$I = a / (t + b)$	식을 변환하면
5	232	$1/I = 1/a + b/a$	$1/I = v, t = x, 1/a = \beta, b/a = \alpha$
10	2353		
15	2523	$y = \alpha + \beta x$	최소자승법에 의해 $\alpha, \beta$ 는?
30	31	$\alpha = 0.0402$	$\alpha = 8,342.0304$
45	37		
60	42	$\beta = 0.0001$	$b = 335,1012$
90	52		
120	58		
240	79		
480	100		

NO	t	v	x	xy	x <sup>2</sup>
1	23,2000	0.0431	5,0000	25,0000	0.2155
2	23,5300	0.0425	10,0000	100,0000	0.4250
3	25,2300	0.0396	15,0000	225,0000	0.5945
4	31,4600	0.0318	30,0000	900,0000	0.9536
5	37,3400	0.0268	45,0000	2,025,0000	1.2051
6	42,4900	0.0235	60,0000	3,600,0000	1.4121
7	51,9800	0.0192	90,0000	8,100,0000	1.7321
8	57,9500	0.0173	120,0000	14,400,0000	2.0708
9	78,5500	0.0127	240,0000	57,600,0000	3.0554
10	100,0400	0.0100	480,0000	230,400,0000	4.7981
합계		0.2666	1,095,0000	317,375,0000	16.4622

$I =$	$8,342.0304$	$/ (t + 335,1012$	$)$
-------	--------------	-------------------	-----

그림 9. Talbot형 강우강도식 유도 예