

공주지역의 강우강도-지속기간-빈도곡선 개발 Development of the Intensity-Duration-Frequency Curve at Kong-Ju Area

정 상 만* / 박 석 재** / 유 찬 종***
SangMan Jeong* / SeokChae Park** / ChanJong Yoo***

Abstract

This paper is to derive the Intensity-Duration-Frequency Curve at Kong-Ju area after estimating probable rainfall depths using Rainfall Frequency Atlas of Korea.

It has been suggested that the probable rainfall intensity formulas should be classified by short and long term basis in this area. The coefficients of determination of the probable rainfall intensity formulas are calculated as high as 0.9924 through 0.9971. Four types of rainfall intensity formulas such as Talbot type, Sherman type, Japanese type, General type are considered to determine the best type for the Kong-Ju area. Sherman type applied in this study can be determined as the representative probable rainfall intensity formula in the area.

Therefore the rainfall intensity formulas for the selected return period in this study provide valuable insight into the estimation of the rainfall intensity. The developed Intensity-Duration-Frequency Curve can be used to provide a better hydraulic design at Kong-Ju area.

Key words : rainfall intensity, coefficients of determination, Intensity-Duration-Frequency Curve

요 지

본 연구는 공주지역의 한국확률강우량도를 이용하여 확률강우량을 산정한 후 강우강도-지속기간-빈도곡선식을 개발하는데 목적이 있다.

공주지역의 재현기간별 확률강우강도식의 산정결과 강우강도식은 장·단기간으로 구분하는 것이 타당하였고, 강우강도식의 신뢰성을 설명하는 장기간의 결정계수(R^2)는 0.9924~0.9971로써 매우 높게 나타나고 있기 때문에 본 연구에서 제시한 재현기간별 확률강우강도식이 상당히 의미 있는 것으로 사려된다. 공주지역의 확률강우강도식은 최소자승법을 사용하여 Talbot형, Sherman형, Japanese형, 일반형의 4가지로 분석한 결과 본 연구에서 적용한 Sherman형이 가장 적합한 것으로 나타났다. 따라서 공주지역의 수공구조물 설계시 본 연구에서 산정된 재현기간별 확률강우강도식을 이용함으로써 보다 정도가 높은 설계를 할 수 있으리라 판단된다

핵심용어 : 강우강도, 결정계수, 강우강도-지속기간-빈도곡선

* 정회원 · 공주대학교 토목환경공학과 교수

** 홍익기술단 수자원부 대리

*** 공주대학교 토목공학과 석사과정

1. 서 론

매년 되풀이되고 있는 충청지역의 홍수피해를 분석해보면 중소하천들의 홍수범람과 호우가 발생하였을 때, 종합적인 방재대책의 미비로 인해 호우피해를 증폭시켜 피해를 가중시키는 것으로 판단된다. 이러한 원인을 방지하기 위한 방법으로는 여러 가지가 있겠으나, 가장 직접적이고 근원적인 대책은 이·치수를 위한 수공구조물 및 하천개수계획의 설계를 올바르게 하는 것이고, 이를 위해서는 설계대상지역의 강우-유출관계를 위한 자료를 충분히 확보하고 합리적인 방법으로 강우-유출관계를 규명하여 이를 설계대상지역의 중요자료로 이용하는 것이다.

소유역 특히 도시우수배수설계와 같은 수문설계에서는 계획홍수량 산정을 위하여 강우강도-지속기간-빈도곡선에 기초를 두게 된다. 전국적으로 일관성 있는 계획설계와 실용적인 면에서 편리를 도모하기 위한 목적으로 개발된 확률강우량도(건설교통부, 2000)가 발간되고 있으나, 이것은 강우자료가 충분히 계속·정리된 관측소 지점만을 제시하고 있다. 이로 인해, 강우자료가 불충분한 지역에서는 유역의 근접관측소로부터 확률강우량을 산정한 후, Sherman형, Talbot형 및 Japanese형, 일반형 등의 공식에 지역계수를 최소자승법으로 계산하여, 이 중 정도가 높은 식을 적절히 선택하여 사용해야 한다.

본 연구대상인 공주지역은 강우의 합성을 통해 면적우량을 산정하기 위한 10분단위 강우를 관측하는 강우관측소가 존재하지 않기 때문에, 확률강우량 산정시 인근의 대전관측소나 부여관측소의 강우자료를 이용하고 있다.

공주지역의 강우사상이 인근의 관측소와 상이하며, 거리상 멀리 떨어져 있기 때문에 합성된 면적강우의 신뢰도가 낮아지게 되므로 확률강우량도를 사용하였다.

공주지역의 하천들은 대부분 규모가 작고 하상경사가 급하여 홍수도달시간이 짧은 특징이 있다. 이러한 중소하천들의 침투홍수량은 단위시간의 강우에 크게 좌우되고 있으며, 일 강우량 등의 분석보다는 단시간 강우의 분석이 필요하기 때문에 한국확률강우량도(건설교통부, 2000)를 이용하여 면적확률강우량을 산정하였다. 이 값을 이용하여 Sherman

형, Talbot형, Japanese형, 일반형(Wenzel, 1982)에 대한 강우강도식의 지역계수를 SAS(Statistical Analysis System, Version 8.01)을 이용하여 회귀분석을 통해 산정하였고, 이것들을 상호 비교하여 공주지역의 강우강도식을 채택하였다.

강우강도-지속기간-빈도 곡선을 도시하여 공주지역의 수공구조물 및 하천설계에 적합한 지속기간별 빈도별 확률강우량을 산정하는 과정을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 한국확률강우량도로부터 공주지역의 확률강우량을 등우선의 지배면적을 고려하여 대표확률강우량을 빈도별(2년, 5년, 10년, 20년, 50년, 100년, 200년)로 산정하였다.
- 2) 산정된 대표확률강우량 중 수공구조물 설계시 많이 사용되고 있는 30년, 80년빈도의 대표확률강우량을 상용대수방정식을 사용하여 도출하였다.
- 3) 대표확률강우량을 지속기간별 강우강도로 변환하여 이를 각 빈도와의 관계를 SAS(Version 8.01)를 사용하여 회귀분석(Regression)을 수행하였다.
- 4) 회귀분석을 통해 나타난 결과를 토대로 Sherman형 지속기간-강우강도-빈도곡선식을 개발하였다.
- 5) Talbot형, Japanese형 및 일반형으로 강우강도식을 산정하여 4)의 결과와 비교하였다.

2. 공주지역의 대표확률강우량

2.1 공주지역의 빈도별 면적확률강우량

확률강우량 표시 방법 중에서 가장 광범위한 확률강우량도는 미계측 유역이나 지점, 또는 해당유역에 적합한 확률강우량을 산정할 수 있다. 확률강우량을 산정하기 위해서는 확률강우량도에서 계획대상지점을 찾아 지속기간(30분에서 24시간) 및 재현기간(2년에서 200년)에 따른 확률강우량을 직접 읽는다. 확률강우량이 결정되면 확률강우량도상에서 대상유역의 위치를 확인하여 대상유역을 지나가는 등우선을 찾는다. 이때 등우선 간격이 크거나 그 지점을 지나가는 등우선이 없으면 인접한 두 개의 등우선에서 읽은 값을 선형 보간한다. 특히 등우선이 하나이면 유역의 중심을 지나가는 경우 등우선값을 그대로 유역의 대표값으로 보아도 되나, 대상 유역내 여러개의 등우선이 지나가거나 유역의 한 부분만 걸쳐서 지나갈 때에는 각 등우선의 지배

표 1. 강우지속기간별 재현기간별 강우량

| 빈도 | 지속 기간 (분) | 총면적 (km ²) | 총강우량 (mm) | 대표 강우량 (mm) |
|------|--------------|---------------------------|--------------|----------------|
| 2년 | 30 | 940.63 | 25820.29 | 27.45 |
| | 60 | 940.63 | 38532.72 | 40.96 |
| | 120 | 940.63 | 58808.18 | 62.52 |
| | 180 | 940.63 | 63707.65 | 67.73 |
| | 360 | 940.63 | 83535.48 | 88.81 |
| | 720 | 940.63 | 104908.94 | 111.53 |
| | 1440 | 940.63 | 125828.07 | 133.77 |
| 5년 | 30 | 940.63 | 35326.30 | 37.56 |
| | 60 | 940.63 | 52623.92 | 55.95 |
| | 120 | 940.63 | 71756.80 | 76.29 |
| | 180 | 940.63 | 85443.26 | 90.84 |
| | 360 | 940.63 | 113901.83 | 121.09 |
| | 720 | 940.63 | 144354.82 | 153.47 |
| | 1440 | 940.63 | 173226.42 | 184.16 |
| 10년 | 30 | 940.63 | 41741.40 | 44.38 |
| | 60 | 940.63 | 62395.65 | 66.33 |
| | 120 | 940.63 | 83151.69 | 88.40 |
| | 180 | 940.63 | 99791.43 | 106.09 |
| | 360 | 940.63 | 133955.12 | 142.41 |
| | 720 | 940.63 | 171806.07 | 182.65 |
| | 1440 | 940.63 | 203952.11 | 216.83 |
| 20년 | 30 | 940.63 | 47535.68 | 50.54 |
| | 60 | 940.63 | 73297.99 | 77.92 |
| | 120 | 940.63 | 94881.36 | 100.87 |
| | 180 | 940.63 | 114560.27 | 121.79 |
| | 360 | 940.63 | 154479.67 | 164.23 |
| | 720 | 940.63 | 196492.91 | 208.90 |
| | 1440 | 940.63 | 233596.06 | 248.34 |
| 50년 | 30 | 940.63 | 55327.86 | 58.82 |
| | 60 | 940.63 | 84904.12 | 90.26 |
| | 120 | 940.63 | 110085.61 | 117.03 |
| | 180 | 940.63 | 132849.88 | 141.24 |
| | 360 | 940.63 | 178752.62 | 190.03 |
| | 720 | 940.63 | 227782.96 | 242.16 |
| | 1440 | 940.63 | 268079.55 | 285.00 |
| 100년 | 30 | 940.63 | 60460.87 | 64.28 |
| | 60 | 940.63 | 103870.56 | 110.43 |
| | 120 | 940.63 | 120912.35 | 128.54 |
| | 180 | 940.63 | 144278.32 | 153.38 |
| | 360 | 940.63 | 205330.01 | 218.29 |
| | 720 | 940.63 | 269245.92 | 286.24 |
| | 1440 | 940.63 | 300509.64 | 319.48 |
| 200년 | 30 | 940.63 | 66867.50 | 71.09 |
| | 60 | 940.63 | 115372.17 | 122.65 |
| | 120 | 940.63 | 134395.48 | 142.88 |
| | 180 | 940.63 | 162613.51 | 172.88 |
| | 360 | 940.63 | 219154.58 | 232.99 |
| | 720 | 940.63 | 280089.04 | 297.77 |
| | 1440 | 940.63 | 330460.25 | 351.32 |

면적을 고려하여 등우선법이나 격자를 이용한 평균치 산정법으로 대표값을 결정할 수 있다(건설교통부, 2000).

본 연구대상인 공주지역의 확률강우량도에서 등우선의 지배면적을 고려하여 강우지속기간별 재현기간별 대표확률강우량을 산정하였으며, 그 값은 표 1과 같다.

2.2 설계에 유용한 30년 80년빈도 강우강도

건설교통부의 확률강우량도는 실제 하천설계시 유용하게 사용되는 빈도인 30년(소하천)빈도와 80

년(지방 1급하천)빈도의 확률강우량이 확률강우량도에는 제시되어 있지 않기 때문에 이미 계산된 빈도에서 보간하여 산출하였다.

확률강우량도에 의하면 확률강우량도에 나타난 지속기간과 재현기간 이외의 확률강우량을 구하고자 할 때는 지속기간과 재현기간 관계를 나타내는 다이어그램을 이용하는 것을 권장하고 있다.

본 연구에서는 재현기간을 추가하여 확률강우량을 산정하는 것이기 때문에 확률강우량과 재현기간의 관계를 반대수지에 도시하고, 여기서 30년과 80년빈도의 확률강우량을 산정하였다. 그리고, 확

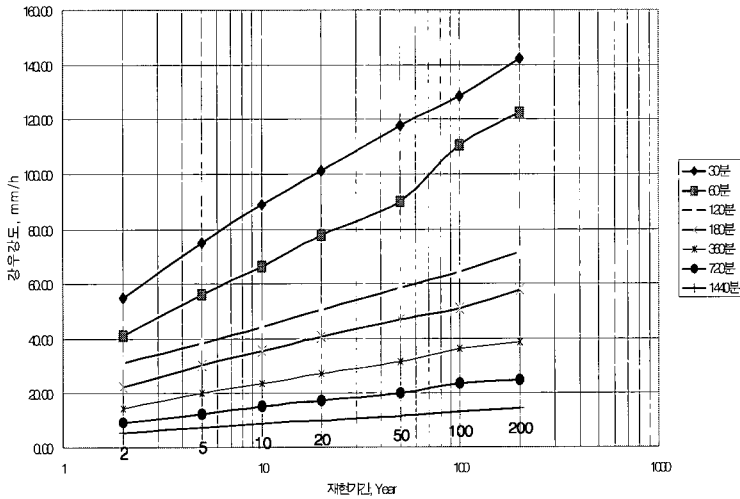


그림 1. 강우강도-재현기간 다이어그램

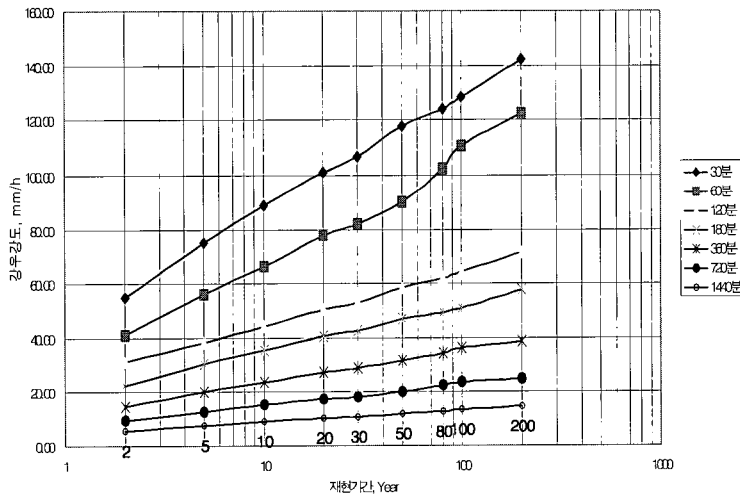


그림 2. 강우강도-재현기간 다이어그램(30년, 80년)

률강우량도와 동일한 방법인 확률강우량을 강우강도로 변환하여 Y축에 재현기간을 X축에 도시하였으며, 그 결과는 그림 1과 같다.

또한, 20년과 50년빈도를 지수함수로 보간하여 30년빈도 확률강우강도를 결정하였으며, 50년과 100년빈도를 지수함수로 보간하여 80년 빈도를 나타냈으며, 그 결과는 그림 2와 같다.

3. 강우강도-지속기간-빈도 곡선

3.1 전기간 Sherman형 강우강도식 산정

2.2절에서 결정된 확률강우강도를 지속기간별로 재현기간과 회귀분석하였다.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon \quad (1)$$

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x \quad (2)$$

회귀식 (1), (2)는 대수상 직선을 나타내고 있으나, 강우의 경우 지속기간 또는 재현기간이 길어질수록 강우깊이가 상대적으로 발생하지 않고, 다만 강우깊이(또는 강우강도)와 지속기간 또는 재현기

간을 전대수지에 도시하였을 때 그래프는 직선적으로 나타나게 된다.

본 연구에서는 이를 감안하여 회귀분석 전에 강우강도와 지속기간별 재현기간 값을 상용대수값으로 변환하였다.

한국 확률강우강도를 통해 얻어진 확률강우량에 30년, 80년빈도를 보간하여 이를 확률강우강도로 변환한 값은 표 2와 같다.

일반적으로 강우-유출은 지수함수적으로 이루어지기 때문에 회귀분석을 하기 전에 지속기간별 재현기간별 확률강우강도값에 상용대수값을 취하였으며, 그 결과는 표 3과 같다.

3.2 공주지역의 전기간 강우강도식 산정

강우강도와 재현기간별 지속기간과의 관계를 분석하기 위하여 SAS(Version 8.01)를 사용하여 강우강도가 재현기간별 지속기간의 변화와의 관계를 분석하였다.

이와같이 분석된 회귀식은 이미 상용대수값으로 변환된 값을 사용하여 분석된 값이므로, 회귀식은

표 2. 지속기간별 재현기간별 확률강우강도(mm/hr)

| | 2년 | 5년 | 10년 | 20년 | 30년 | 50년 | 80년 | 100년 | 200년 |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 30분 | 54.90 | 75.11 | 88.75 | 101.07 | 106.59 | 117.64 | 124.19 | 128.55 | 142.18 |
| 60분 | 40.96 | 55.95 | 66.33 | 77.92 | 82.04 | 90.26 | 102.36 | 110.43 | 122.65 |
| 120분 | 31.26 | 38.14 | 44.20 | 50.44 | 53.13 | 58.52 | 61.97 | 64.27 | 71.44 |
| 180분 | 22.58 | 30.28 | 35.36 | 40.60 | 42.76 | 47.08 | 49.51 | 51.13 | 57.63 |
| 360분 | 14.80 | 20.18 | 23.73 | 27.37 | 28.81 | 31.67 | 34.50 | 36.38 | 38.83 |
| 720분 | 9.29 | 12.79 | 15.22 | 17.41 | 18.33 | 20.18 | 22.38 | 23.85 | 24.81 |
| 1440분 | 5.57 | 7.67 | 9.03 | 10.35 | 10.86 | 11.88 | 12.74 | 13.31 | 14.64 |

표 3. 지속기간별 재현기간별 확률강우강도(상용대수, mm/hr)

| 재현기간 | 2년 | 5년 | 10년 | 20년 | 30년 | 50년 | 80년 | 100년 | 200년 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1.47712 | 1.73957 | 1.87571 | 1.94818 | 2.00463 | 2.02774 | 2.07056 | 2.09408 | 2.10909 | 2.15283 |
| 1.77815 | 1.61241 | 1.74776 | 1.82174 | 1.89167 | 1.91401 | 1.95551 | 2.01014 | 2.04307 | 2.08868 |
| 2.07918 | 1.49499 | 1.58141 | 1.64542 | 1.70273 | 1.72533 | 1.76728 | 1.79218 | 1.80802 | 1.85394 |
| 2.25527 | 1.35365 | 1.48114 | 1.54855 | 1.60849 | 1.63101 | 1.67282 | 1.69468 | 1.70866 | 1.76062 |
| 2.55630 | 1.17030 | 1.30496 | 1.37539 | 1.43730 | 1.45947 | 1.50068 | 1.53779 | 1.56088 | 1.58918 |
| 2.85733 | 0.96821 | 1.10683 | 1.18244 | 1.24075 | 1.26321 | 1.30492 | 1.34994 | 1.37755 | 1.39470 |
| 3.15836 | 0.74615 | 0.88498 | 0.95590 | 1.01484 | 1.03570 | 1.07463 | 1.10506 | 1.12423 | 1.16549 |

표 4. 전기간의 재현기간별 공주시 강우강도식

| 재현기간 | 강우강도식(I, mm/hr, 지속기간(t, min)) | 결정계수 (R ²) |
|------|----------------------------------|------------------------|
| 2년 | $I_2 = 477.2951t^{-0.59810}$ | 0.9875 |
| 5년 | $I_5 = 616.56381t^{-0.59072}$ | 0.9934 |
| 10년 | $I_{10} = 477.2951t^{-0.59810}$ | 0.9939 |
| 20년 | $I_{20} = 837.4637t^{-0.59154}$ | 0.9930 |
| 30년 | $I_{30} = 885.8986t^{-0.59246}$ | 0.9929 |
| 50년 | $I_{50} = 982.8155t^{-0.59405}$ | 0.9928 |
| 80년 | $I_{80} = 1051.255t^{-0.59202}$ | 0.9893 |
| 100년 | $I_{100} = 1095.817t^{-0.59070}$ | 0.9861 |
| 200년 | $I_{200} = 1268.823t^{-0.60132}$ | 0.9882 |

다음의 과정을 거쳐 식 (3)과 같은 강우강도식으로 변환된다.

$$Y=B+AX \quad (Y=\log y, X=\log x)$$

$$\log y = B + A \log x$$

$$= \log 10^B + \log x^A = \log (10^B \cdot x^A)$$

$$\text{그러므로, } y = 10^B \cdot x^A = a \cdot x^b \quad (3)$$

회귀식을 변환하고 정리하여 강우강도식으로 나타내면 표 4와 같이 나타낼 수 있다. 강우강도식의

산정결과 결정계수(R²)는 0.9861~0.9939로 높게 나타났다. 이는 강우강도식이 의미가 있음을 뜻한다.

3.3 타방법의 강우강도식과 비교

공주시역의 면적확률강우량을 Sherman형 외의 방법인 Talbot형, Japanese형, 일반형 공식으로 식 (4)와 같이 강우강도식을 산정하였으며, 그 결과는 표 5과 같다.

그림 3은 본 연구에서 산정한 각 산정방법별 100년빈도 강우강도그래프이다.

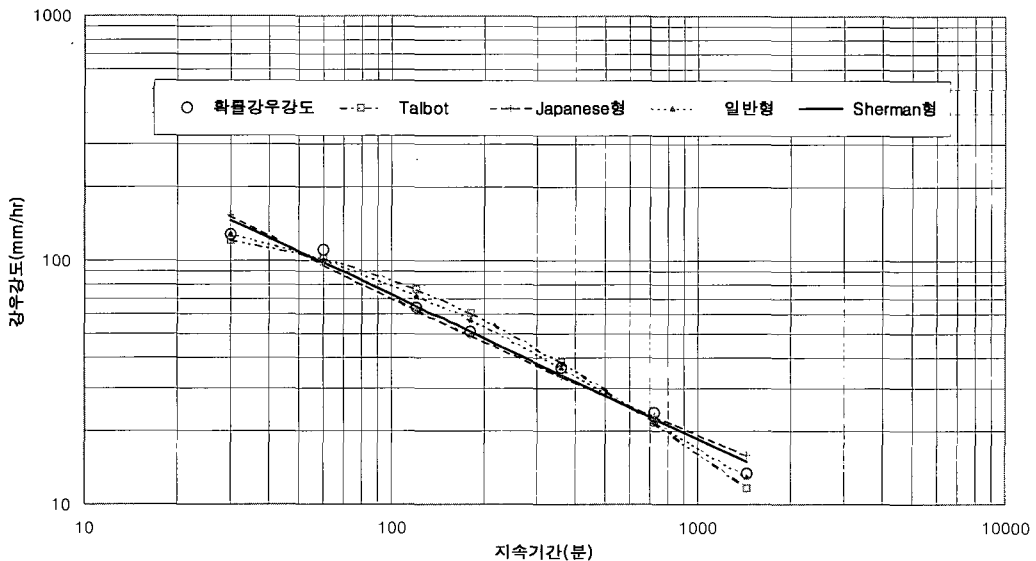


그림 3. 산정방법별 강우강도-지속기간-빈도곡선(100년빈도)

$$\text{강우강도 } I(\text{mm/hr}) = \frac{a}{(t^n + b)} \quad (4)$$

t : 지속기간

a,b,n : 회귀계수

각각의 강우강도식을 산정하여 도시한 결과 결

정계수는 일반형이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 Talbot형, 본 연구에서 산정한 Sherman형, 그리고 Japanese형의 순이었다.

그러나, 100년빈도 강우강도-지속기간-빈도곡선을 도시하면, 지속기간이 2시간~6시간 사이에서

표 5. 전기간의 재현기간별 강우강도식

| 빈도 | IDF type | a | b | n | 결정계수(R ²) |
|------|-----------|-----------|---------|-------|-----------------------|
| 2년 | Talbot형 | 7680.205 | 121.513 | 1.000 | 0.9906 |
| | Sherman형 | 477.260 | 0.000 | 0.598 | 0.9763 |
| | Japanese형 | 242.057 | -1.732 | 0.500 | 0.9599 |
| | 일반형 | 2011.740 | 21.334 | 0.803 | 0.9987 |
| 5년 | Talbot형 | 10382.622 | 122.915 | 1.000 | 0.9841 |
| | Sherman형 | 616.681 | 0.000 | 0.591 | 0.9888 |
| | Japanese형 | 329.474 | -1.582 | 0.500 | 0.9804 |
| | 일반형 | 1741.175 | 10.927 | 0.737 | 0.9999 |
| 10년 | Talbot형 | 12201.030 | 122.351 | 1.000 | 0.9825 |
| | Sherman형 | 723.180 | 0.000 | 0.590 | 0.9901 |
| | Japanese형 | 387.682 | -1.579 | 0.500 | 0.9821 |
| | 일반형 | 2277.226 | 12.994 | 0.753 | 0.9994 |
| 20년 | Talbot형 | 13993.077 | 121.775 | 1.000 | 0.9839 |
| | Sherman형 | 837.507 | 0.000 | 0.592 | 0.9870 |
| | Japanese형 | 443.742 | -1.622 | 0.500 | 0.9768 |
| | 일반형 | 2573.781 | 12.542 | 0.751 | 0.9988 |
| 30년 | Talbot형 | 14702.611 | 121.231 | 1.000 | 0.9840 |
| | Sherman형 | 885.977 | 0.000 | 0.593 | 0.9871 |
| | Japanese형 | 466.549 | -1.634 | 0.500 | 0.9768 |
| | 일반형 | 2804.373 | 13.213 | 0.756 | 0.9988 |
| 50년 | Talbot형 | 16122.588 | 120.316 | 1.000 | 0.9841 |
| | Sherman형 | 982.769 | 0.000 | 0.594 | 0.9872 |
| | Japanese형 | 512.196 | -1.654 | 0.500 | 0.9768 |
| | 일반형 | 3277.656 | 14.464 | 0.765 | 0.9988 |
| 80년 | Talbot형 | 17451.059 | 120.366 | 1.000 | 0.9828 |
| | Sherman형 | 1051.137 | 0.000 | 0.592 | 0.9790 |
| | Japanese형 | 551.641 | -1.700 | 0.500 | 0.9628 |
| | 일반형 | 4929.823 | 23.692 | 0.813 | 0.9942 |
| 100년 | Talbot형 | 18298.102 | 119.758 | 1.000 | 0.9804 |
| | Sherman형 | 1095.868 | 0.000 | 0.591 | 0.9725 |
| | Japanese형 | 576.700 | -1.748 | 0.500 | 0.9510 |
| | 일반형 | 6252.422 | 30.715 | 0.842 | 0.9898 |
| 200년 | Talbot형 | 19630.727 | 114.194 | 1.000 | 0.9836 |
| | Sherman형 | 1268.822 | 0.000 | 0.601 | 0.9699 |
| | Japanese형 | 618.829 | -1.929 | 0.500 | 0.9416 |
| | 일반형 | 4402.174 | 15.364 | 0.780 | 0.9904 |

표 6. 장·단기간의 재현기간별 공주시 강우강도식

| 재현 기간 | | 강우강도식(I, mm/hr, 지속시간(t, min)) | 결정계수 (R ²) |
|-------|----|-----------------------------------|------------------------|
| 2년 | 단기 | $I_2 = 230.9564t^{-0.42242}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_2 = 615.8713t^{-0.63953}$ | 0.9931 |
| 5년 | 단기 | $I_5 = 318.8233t^{-0.42504}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_5 = 746.0535t^{-0.62171}$ | 0.9967 |
| 10년 | 단기 | $I_{10} = 370.3480t^{-0.42002}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_{10} = 865.9045t^{-0.6138}$ | 0.9968 |
| 20년 | 단기 | $I_{20} = 362.1679t^{-0.37524}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_{20} = 1026.6443t^{-0.62465}$ | 0.9971 |
| 30년 | 단기 | $I_{30} = 385.3009t^{-0.37780}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_{30} = 1085.7754t^{-0.62553}$ | 0.9970 |
| 50년 | 단기 | $I_{50} = 368.9759t^{-0.34104}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_{50} = 1204.1206t^{-0.62706}$ | 0.9968 |
| 80년 | 단기 | $I_{80} = 325.0206t^{-0.28270}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_{80} = 1340.3246t^{-0.63151}$ | 0.9948 |
| 100년 | 단기 | $I_{100} = 301.9316t^{-0.24804}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_{100} = 1429.2888t^{-0.63388}$ | 0.9924 |
| 200년 | 단기 | $I_{200} = 293.5013t^{-0.21310}$ | 1.0000 |
| | 장기 | $I_{200} = 1687.2910t^{-0.64765}$ | 0.9967 |

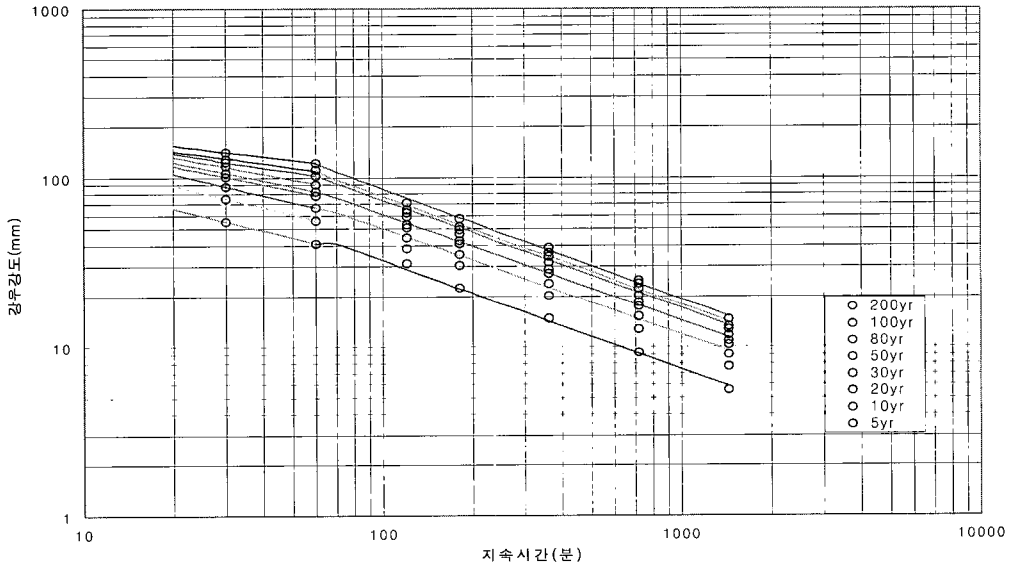


그림 4. 공주지역의 장·단기 강우강도-지속시간-빈도 곡선

확률강우량값보다 일반형과 Talbot형에 의해서 산정되는 강우강도값이 지속기간이 길어질수록 더 큰 값을 가지는 역전현상이 나타난다. 일반적으로 지속기간이 긴 것 보다 짧은 때의 강우강도값이 커야 하는데, 본 연구결과에서는 일반형과 Talbot형의 강우강도값이 확률강우량값보다 크기 때문에 공주지역의 강우강도식으로 적합하지 않는 것으로 판단된다.

표 5에 제시한 결정계수를 비교해 보면, Sherman형이 Japanese형보다 높게 나타남으로써 Sherman형이 가장 적합한 것으로 보인다. 공주지역의 재현기간별 지속기간별 강우강도는 1시간을 기준으로 강우패턴이 상이하게 나타남을 알 수 있다. 따라서, 공주지역의 강우강도식은 1시간을 기준으로 장·단기간 강우강도를 산정하는 것이 가정 적절하다고 판단되며, 이 식을 본 연구의 방법으로 선택하였다.

3.4 장·단기간의 강우강도식 산정

공주지역의 강우강도를 3.1절과 동일한 방법으로 1시간을 기준으로 1시간 이전인 단기간 강우강도식과 1시간 초과인 장기간 강우강도식을 산정하였다.

산정결과 단기간강우강도식은 30분과 60분의 확률강우량값을 가지고 산정하였기 때문에 통계적인 결정계수의 의미가 없으나, 장기간 강우강도는 결정계수가 0.9924~0.9971로 높은 값으로 나타났으며 이는 전기간으로 산정한 강우강도식인 일반형이나 Talbot형의 결정계수 보다 높은 값을 나타냈다. 강우강도식은 표 6과 같으며, 강우강도 그래프의 사용자 편의를 위해 60분과 70분사이의 단절된 그래프를 연결하였으며 공주지역의 전기간의 강우강도 그래프는 그림 4와 같다.

4. 결 론

본 연구는 공주지역의 재현기간별 확률강우강도식을 개발함으로써 강우강도-지속기간-빈도곡선으로 공주지역의 수공구조물 설계시 보다 정도가 높은 설계가 가능하리라 판단된다.

1. 재현기간별 확률강우강도식(I , mm/hr)은 다음 공식과 같다.

다음의 강우강도식을 설명하는 장기간의 결정계수(R^2)가 0.9924~0.9971로 매우 높은 정도를 나타내고 있으며, 이는 강우강도-지속기간-빈도식이 상

당히 의미 있는 것으로 판단된다.

| | | |
|------|----|-----------------------------------|
| 2년 | 단기 | $I_2 = 230.9564t^{-0.42242}$ |
| | 장기 | $I_2 = 615.8713t^{-0.63953}$ |
| 5년 | 단기 | $I_5 = 318.8233t^{-0.42504}$ |
| | 장기 | $I_5 = 746.0535t^{-0.62171}$ |
| 10년 | 단기 | $I_{10} = 370.3480t^{-0.42002}$ |
| | 장기 | $I_{10} = 865.9045t^{-0.61938}$ |
| 20년 | 단기 | $I_{20} = 362.1679t^{-0.37524}$ |
| | 장기 | $I_{20} = 1026.6443t^{-0.62465}$ |
| 30년 | 단기 | $I_{30} = 385.3009t^{-0.37780}$ |
| | 장기 | $I_{30} = 1085.7754t^{-0.62553}$ |
| 50년 | 단기 | $I_{50} = 368.9759t^{-0.34104}$ |
| | 장기 | $I_{50} = 1204.1206t^{-0.62706}$ |
| 80년 | 단기 | $I_{80} = 325.0206t^{-0.28270}$ |
| | 장기 | $I_{80} = 1340.3246t^{-0.63151}$ |
| 100년 | 단기 | $I_{100} = 301.9316t^{-0.24804}$ |
| | 장기 | $I_{100} = 1429.2888t^{-0.63388}$ |
| 200년 | 단기 | $I_{200} = 293.5013t^{-0.21310}$ |
| | 장기 | $I_{200} = 1687.2910t^{-0.64765}$ |

2. 일반적으로 사용하고 있는 공식들 중 공주지역 확률강우량에 대한 적절한 강우강도식은 Sherman형으로 나타났다.
3. 공주지역의 수공구조물 설계시 본 연구에서 개발한 강우강도-지속기간-빈도곡선을 사용하면 강우-유출량 산정의 정확도 향상에 기여하리라 판단된다.

참고문헌

- 건설교통부(1988) 한국 확률강우량도의 작성
 건설교통부(2000) 한국 확률강우량도의 작성
 건설교통부(2000) 한국 확률강우량도
 윤용남(1985) 공업수문학. 청문각, pp.67-71
 윤태훈(1997) 응용수문학. 청문각, pp.773-777
 Chow, V. T.(1998) Applied Hydrology. McGraw-Hill. N.Y., pp.454-459
 Wenzel, H. G.(1982) "Rainfall for urban storm-water design" in Urban Stormwater Hydrology edited by D. F. Kiber, Water Resource Monograph 7, American Geophysical Union, Washington, D. C.