

확률강우량의 적정분포형 결정에 관한 연구

○박상우¹⁾, 전병호²⁾, 오경두²⁾, 장석환³⁾, 이신재⁴⁾

1. 서론

수공구조물의 설계시 설계기준으로 널리 이용되는 것은 확률강우량으로서, 실제 구조물의 설계에 필요한 것은 설계홍수량이지만 이는 국내의 여건상 유량의 미계측유역이 많고 계속되었다 하더라도 지배 유역계의 변화, 자료기록기간 또는 계측의 신뢰성 등과 같은 문제로 적용상 많은 문제점을 지니고 있기 때문에 구조물의 설계기준으로 확률강우량이 많이 이용되고 있다.

확률강우량은 강우의 발생확률 개념에 입각한 빈도 즉, 확률통계이론에서 초과확률량으로 나타내며, 이의 분석을 위한 빈도해석에 있어서 관측자료에 적합한 확률분포형을 선정하는 것은 매우 중요한 과제이다. 그러나 대부분의 설계실무에서는 적합도 검정결과를 만족하는 여러가지의 확률분포형으로부터 어떤 분포형을 채택할 것인가에 대한 많은 고심을 하게 되며, 대개는 관행적으로 많이 쓰이는 분포형을 채택하거나 주관적으로 최대치 또는 평균치를 나타내는 분포형을 채택하고 있는 실정이다. 더우기 최근에 새로운 확률분포형의 제안, 매개변수 추정방법 및 적합도 검정방법의 다양한 이론 대두 등은 수문기술자들이 확률강우량의 적정분포형을 채택하는데 있어서 이러한 혼란을 가중시키고 있다.

본 연구에서는 경기도 및 인근의 강우관측지점에서 수집한 지속기간별 연최대 강우량 자료들에 대하여 최근에 많이 이용되고 있는 확률분포형의 이론 및 매개변수 추정방법을 적용하고, 각 분포형별 및 매개변수 추정방법별로 다양한 적합도 검정을 실시한 후 최적의 확률분포형을 결정할 수 있는 방법을 모색하고자 하였다.

2. 적정 확률분포형의 결정

2.1 적정분포형의 설정

수문자료의 해석에 사용되는 확률분포형은 일반적으로 Gamma 분포형, GEV(General Extreme Value) 분포형, Gumbel 분포형, log-Gumbel 분포형, log-Normal 분포형, log-Pearson TypeⅢ 분포형, Weibull 분포형, Wakeby 분포형 등이 있다. 본 연구에서는 이들 분포형의 매개변수의 갯수에 따른 13개의 확률분포형을 이용하여 적정분포형을 결정하기로 하였으며, 이런 분포형에 대한 빈도해석은 대상자료가 추출된 모집단의 특성을 나타내기 위하여 기지의 매개변수를 갖는 확률분포형을 가정하여 분석하게 된다.

2.2 매개변수의 추정방법

확률분포형의 매개변수를 추정하는 방법은 여러가지가 있으나 본 연구에서는 일반적으로 빈도 해석시 널리 사용되는 모멘트법(Method of Moments : MOM), 최우도법(Method of Maximum Likelihood : ML), 확률가중모멘트법(Method of Probability Weighted Momemt : PWM)을 적용하기로 하였다.

2.3 적합도 검정방법

임의의 확률분포에 대한 적합도 검정은 그 확률분포의 상대도수함수(relative frequency function)와 누가도수함수(cumulative frequency function)의 이론값과 표본값을 비교하여 그 정도를 판별하게 된다. 이에 대한 검정방법으로는 χ^2 -검정, Kolmogorov-Smirnov(K-S)검정, Cramer

1) 서남대학교 토목공학과 부교수
3) 대전대학교 토목공학과 부교수

2) 육군사관학교 토목공학과 교수
4) 서남대학교 토목공학과 석사과정

Von Mises(CVM) 검정 등이 있다. 본 연구에서는 전구간에 대한 적합도를 나타내는 χ^2 -검정과 각각의 소구간별 적합도 분석을 위한 K-S검정 및 CVM검정을 함께 적용함으로써 적정 확률분포형을 선정하는데 신뢰성을 높일수 있도록 하였다

2.4 적정분포형의 결정방법

일반적으로 확률강우량의 분석에서는 어떤 매개변수의 추정방법으로 적정분포형을 어떻게 선정할 것이지의 문제와 각 지속기간별 적정분포형을 동일하게 선정할 것인지 아니면 각기 다르게 선정할 것인지를 문제가 발생한다.

본 연구에서는 첫번째 문제에 있어서 먼저, 각 확률분포형의 매개변수의 적합성 조건에 대한 각 매개변수 추정방법별 산정결과와 적정여부를 판별하고, 이를 만족하는 확률분포형에 대하여 각 적합도 검정방법별 검정통계량의 순위를 매겨 적정분포형을 결정하고자 하였다. 그리고 두번째 문제에 대해서는 각 지속기간별 적정분포형을 각기 다르게 설정했을 경우와 동일하게 선정했을 경우의 확률강우량을 지속기간별 및 재현기간별로 비교하여 그 크기 및 변동성의 안정성 여부로 판단하기로 하였다.

3. 분석결과

3.1 기본자료 및 분석

강우량과 같은 수문량을 수문학적으로 해석하는 경우에는 자료의 수집이 가장 중요한 문제이다. 본 연구에서는 한국건설기술연구원의 수문자료 데이터베이스와 건설교통부의 한국수문조사서(1979) 및 한국수문조사연보(1982~1999)로부터 경기도 및 인근에 대한 기상청과 건설교통부 T/M 관측소의 지속기간(1시간, 2시간, 3시간, 4시간, 6시간, 8시간, 12시간, 18시간, 24시간)별 연최대 강우량 자료를 추출하였다. 수문분석을 위한 자료의 기록년수는 일반적으로 30년 이상이어야 하나 본 연구에서는 국내의 수문관측 실정을 감안하여 표 1과 같이 최소 16년 이상의 기록년수를 갖는 28개 강우관측지점에 대하여 분석을 실시하였다

표 1 강우분석지점 및 기록년수

지점명	분석기간	기록년수	비고	지점명	분석기간	기록년수	비고
춘 천	66~99	34년	기상청	청 평	75~99	24년	건교부 T/M
서 울	61~99	39년	기상청	서 년	75~99	25년	건교부 T/M
인 천	61~99	39년	기상청	청 운	80~99	19년	건교부 T/M
수 원	64~99	36년	기상청	여 주	75~99	26년	건교부 T/M
강 화	73~99	27년	기상청	생 극	75~99	25년	건교부 T/M
양 평	73~99	27년	기상청	문 막	84~99	16년	건교부 T/M
이 천	73~99	27년	기상청	간 현	75~99	26년	건교부 T/M
구 로	84~99	16년	건교부 T/M	횡 성	75~99	26년	건교부 T/M
의 정 부	75~99	25년	건교부 T/M	부 론	75~99	26년	건교부 T/M
성 남	84~99	16년	건교부 T/M	성 환	80~99	16년	건교부 T/M
낙 생	75~99	25년	건교부 T/M	모 현	79~99	17년	건교부 T/M
퇴 계 원	84~99	16년	건교부 T/M	운 학	79~99	20년	건교부 T/M
내 춘 2	84~99	16년	건교부 T/M	반 월 1	79~99	19년	건교부 T/M
용 인	75~99	24년	건교부 T/M	반 월 2	79~99	18년	건교부 T/M

또한 본 연구에서는 지속기간별 및 재현기간별 확률강우량을 분석하기 위하여 국립방재연구소에서 개발한 FARD98 프로그램을 이용하였다. 이 프로그램은 앞에서 설명한 13가지의 분포형에 대하여 3가지의 매개변수 추정방법(MOM, ML, PWM)과 4가지 적합도 검정방법(χ^2 -검정, K-S검정, CVM검정, PPCC검정)을 동시에 수행하고 있으며, 특히 각 방법별 매개변수가 적정하고 각 분

포형이 주어진 유의수준 범위내에서 적합한 경우에만 확률강우량을 계산한다.

3.2 매개변수의 적정성 검토

FARD98 프로그램으로부터 각 확률분포형에 대한 매개변수의 적정성을 검토하기 위해 모멘트법, 최우도법, 확률가중모멘트법에 의한 매개변수를 추정하였으며, 대표적으로 서울 지점의 지속기간 1시간에 대한 매개변수의 추정결과와 그에 대한 적정성 검토결과를 수록하면 표 2와 같다.

표 2 서울지점의 지속기간 1시간에 대한 매개변수 추정 및 적정성 검토

확률 분포형	MOM				ML				PWM				
	XLO	XSC	XSH	VCH	XLO	XSC	XSH	VCH	XLO	XSC	XSH	VCH	
GAM2	0.000	7.120	6.221	O.K	0.000	6.440	6.878	O.K	0.000	6.167	7.182	O.K	
GAM3	26.478	17.704	1.006	N.G	-2.305	6.050	7.702	O.K	0.000	0.000	0.000	N.G	
GEV	36.141	12.514	-0.070	O.K	36.833	14.061	0.032	O.K	36.742	13.710	0.028	O.K	
GUM	36.299	13.846	0.000	O.K	36.581	13.987	0.000	O.K	36.659	13.221	0.000	O.K	
LGU2	0.000	36.530	4.166	O.K	0.000	33.397	2.192	O.K	0.000	35.295	3.686	O.K	
LGU3	-141.2	36.141	14.187	O.K	0.000	0.000	-	N.G	0.000	0.000	-	N.G	
LN2	0.000	3.716	0.386	O.K	0.000	3.716	0.395	O.K	0.000	3.736	0.374	O.K	
LN3	9.003	3.451	0.0475	N.G	-18.31	4.101	0.264	O.K	-11.27	3.974	0.294	O.K	
LP3	0.363	0.040	84.187	O.K	6.965	-0.048	68.293	O.K	4.990	-0.119	10.744	O.K	
WBU2	0.000	49.811	2.689	O.K	0.000	49.731	2.569	O.K	0.000	49.605	2.990	O.K	
WBU3	24.042	21.237	1.143	N.G	10.097	38.470	2.011	O.K	15.817	32.004	1.785	N.G	
WKB4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	(a) 31.771	(b) 15.282	(c) 250.28	(d) 0.05
WKB5	-	-	-	-	-	-	-	-	10.006	(a) 25.866	(b) 6.676	(c) 45.412	(d) 0.221

주)GAM2: 2변수 Gamma분포, GAM3: 3변수 Gamma분포, GEV: GEV분포, GUM: Gumbel분포, LGU2: 2변수 log-Gumbel 분포, LGU3: 3변수 log-Gumbel분포, LN2: 2변수 log-Normal분포, LN3: 3변수 log-Normal분포, LP3: log-PearsonⅢ분포, WBU2: 2변수 Weibull분포, WBU3: 3변수 Weibull분포, WKB4: 4변수 Wakeby분포, WKB5: 5변수 Wakeby분포

여기서 XLO, XSC, XSH는 각각 위치, 축척, 모양을 나타내는 매개변수이며, VCH는 매개변수의 적정성 판정결과로서 O.K이면 적정함을 나타내고, N.G이면 매개변수가 적정치 않음을 나타낸다. 표 2에서 보면 대부분의 분포형은 추정된 매개변수가 적정성을 보여주고 있으나, 각 매개변수의 추정방법별로 GAM3, LN3, 및 WBU3 분포형에서는 매개변수의 적합성 조건을 만족하지 못하고, LGU3 분포형은 매개변수의 발산으로 매개변수의 추정이 불가능하였다. 그리고 모든 지점에 대한 9개 지속기간 전체를 볼때 대부분의 분포형은 매개변수의 적합성을 보였지만 GAM3, LGU3, LP3 및 WBU3 분포형에서는 매개변수의 적정성을 만족하지 못하거나 발산하는 경우가 많이 발생하였다.

3.3 확률분포형의 적합도 검정 및 결정

본 연구에서는 각 확률분포형중 매개변수 추정방법에 적합한 분포형에 대하여 적합도 검정을 유의수준 5%내에서 χ^2 -검정, K-S검정, CVM검정방법으로 실시하였다.

통계학적으로 설립된 가설의 기각 여부를 검정하기 위한 통계량의 계산치가 주어진 유의수준에서 통계량의 표 값보다 작으면 가설은 옳다고 할 수 있으며, 검정통계량의 계산치가 작으면 작을수록 기대값(이론값)과 관측값(표본값)의 차가 작은 것이므로 가설은 참에 더 접근한다고 할 수 있다. 본 연구에서는 적정분포형을 결정하기 위하여 위의 이론을 χ^2 -검정, K-S검정, CVM검정에 동일하게 적용하고, 유의수준($\alpha=0.05$)에 대한 3가지 적합도 검정방법을 모두 통과한 분포형에 대하여 각 검정방법별로 통계량의 계산치가 작은 것부터 순위를 매기고, 이를 3가지 방법에 대하여 합한 값이 가장 작은 순위의 분포형을 가장 적정한 분포형으로 간주하였다. 즉, 이러한 방법을 매개변수 추정방법인 모멘트법, 최우도법, 확률가중모멘트법에 각각 적용하여 각 매개변수 추정방법별로 가장 작은 순위의 분포형을 선택한 후, 선택된 매개변수 추정방법별 분포형끼리 다시 각 검정방법별로 순위를 매겨 그 합이 가장 작은 순위의 분포형을 최적 확률분포형으로 선택하였다. 이때 각 지속기간 및 분포형에 따라, 그리고 적합도 검정방법에 따라 검정통계량의 계산

치와 표 값이 각기 다르므로 통계량의 표 값에 대한 계산치 평균의 비를 구하여 순위를 매겼다. 또한 이렇게 선정된 최적 확률분포형도 표본의 수에 따라 그 정도가 다를 것이므로 인근 지점의 확률분포형과 지속기간별 확률강우량을 상호 비교하여 최종적으로 최적 확률분포형을 선정하였다.

본 연구의 분석결과중 수원지점의 지속기간 24시간 및 지속기간 전체에 대한 적합도 검정과정을 나타내면 표 3 및 4와 같고, 또한 28개 지점에 대한 적정분포형의 결정결과는 표 5와 같다.

표 3. 수원지점의 지속기간 24시간에 대한 적합도 검정과정

검정범 분포형	MOM				ML				PWM			
	χ^2	K-S	CVM	순위	χ^2	K-S	CVM	순위	χ^2	K-S	CVM	순위
GAM2	N.G	0.120 / 0.200 (0.600) ㉓	0.150 / 0.460 (0.326) ㉓		5.390 / 7.810 (0.690) ㉓	0.130 / 0.200 (0.650) ㉓	0.130 / 0.460 (0.283) ㉓	13	4.280 / 7.810 (0.548) ㉓	0.130 / 0.200 (0.650) ㉓	0.130 / 0.460 (0.283) ㉓	19
GAM3	-	-	-		-	-	-		-	-	-	
GEV	5.330 / 5.990 (0.890) ㉓	0.090 / 0.200 (0.450) ㉓	0.080 / 0.460 (0.174) ㉓	5	N.G	0.120 / 0.200 (0.600) ㉓	0.110 / 0.460 (0.239) ㉓		5.330 / 5.990 (0.890) ㉓	0.110 / 0.200 (0.550) ㉓	0.070 / 0.460 (0.152) ㉓	8
GUM	N.G	0.120 / 0.200 (0.600) ㉓	0.130 / 0.460 (0.304) ㉓		7.000 / 7.810 (0.896) ㉓	0.130 / 0.200 (0.650) ㉓	0.090 / 0.460 (0.196) ㉓	10	3.670 / 7.810 (0.470) ㉓	0.120 / 0.200 (0.600) ㉓	0.110 / 0.460 (0.239) ㉓	11
LGU2	-	-	-		N.G	0.120 / 0.200 (0.600) ㉓	0.100 / 0.460 (0.217) ㉓		NG	0.120 / 0.200 (0.800) ㉓	0.110 / 0.460 (0.239) ㉓	
LGU3	5.330 / 5.990 (0.890) ㉓	0.090 / 0.200 (0.450) ㉓	0.080 / 0.460 (0.174) ㉓	5	-	-	-		-	-	-	
LN2	N.G	0.100 / 0.200 (0.500) ㉓	0.090 / 0.460 (0.196) ㉓		3.670 / 7.810 (0.470) ㉓	0.110 / 0.200 (0.550) ㉓	0.080 / 0.460 (0.174) ㉓	4	NG	0.080 / 0.200 (0.400) ㉓	0.090 / 0.460 (0.196) ㉓	
LN3	-	-	-		N.G	0.100 / 0.200 (0.500) ㉓	0.100 / 0.460 (0.217) ㉓		NG	0.100 / 0.200 (0.500) ㉓	0.080 / 0.460 (0.174) ㉓	
LP3	3.170 / 5.990 (0.529) ㉓	0.090 / 0.200 (0.450) ㉓	0.070 / 0.460 (0.132) ㉓	5	-	-	-		3.170 / 5.990 (0.529) ㉓	0.110 / 0.200 (0.550) ㉓	0.080 / 0.460 (0.174) ㉓	7
WBU2	N.G	0.150 / 0.200 (0.750) ㉓	0.230 / 0.460 (0.500) ㉓		N.G	0.160 / 0.200 (0.800) ㉓	0.230 / 0.460 (0.500) ㉓		NG	0.160 / 0.200 (0.800) ㉓	0.210 / 0.460 (0.457) ㉓	
WBU3	-	-	-		-	-	-		-	-	-	
WKB4	-	-	-		-	-	-		NG	0.130 / 0.200 (0.650) ㉓	0.110 / 0.460 (0.239) ㉓	
WKB5	-	-	-		-	-	-		NG	0.130 / 0.200 (0.650) ㉓	0.110 / 0.460 (0.239) ㉓	

표 4. 수원지점의 지속기간 전체에 대한 적합도 검정과정

검정범 분포형	MOM				ML				PWM			
	χ^2	K-S	CVM	순위	χ^2	K-S	CVM	순위	χ^2	K-S	CVM	순위
GAM2	N.G	0.133 / 0.200 (0.667) ㉓	0.127 / 0.460 (0.275) ㉓		4.155 / 7.810 (0.532) ㉓	0.141 / 0.200 (0.706) ㉓	0.130 / 0.460 (0.283) ㉓	14	NG	0.134 / 0.200 (0.672) ㉓	0.120 / 0.460 (0.261) ㉓	
GAM3	-	-	-		-	-	-		-	-	-	
GEV	N.G	0.108 / 0.200 (0.539) ㉓	0.072 / 0.460 (0.157) ㉓		N.G	0.082 / 0.200 (0.411) ㉓	0.083 / 0.460 (0.181) ㉓		3.295 / 5.990 (0.550) ㉓	0.080 / 0.200 (0.400) ㉓	0.041 / 0.460 (0.089) ㉓	5
GUM	N.G	0.122 / 0.200 (0.611) ㉓	0.100 / 0.460 (0.217) ㉓		4.553 / 7.810 (0.583) ㉓	0.116 / 0.200 (0.578) ㉓	0.083 / 0.460 (0.181) ㉓	11	3.850 / 7.810 (0.493) ㉓	0.120 / 0.200 (0.600) ㉓	0.089 / 0.460 (0.193) ㉓	13
LGU2	-	-	-		N.G	0.082 / 0.200 (0.411) ㉓	0.048 / 0.460 (0.104) ㉓		NG	0.084 / 0.200 (0.422) ㉓	0.059 / 0.460 (0.128) ㉓	
LGU3	-	-	-		-	-	-		-	-	-	
LN2	N.G	0.113 / 0.200 (0.567) ㉓	0.080 / 0.460 (0.174) ㉓		3.850 / 7.810 (0.493) ㉓	0.120 / 0.200 (0.600) ㉓	0.081 / 0.460 (0.176) ㉓	9	NG	0.081 / 0.200 (0.406) ㉓	0.068 / 0.460 (0.147) ㉓	
LN3	-	-	-		N.G	0.081 / 0.200 (0.406) ㉓	0.046 / 0.460 (0.099) ㉓		NG	0.080 / 0.200 (0.400) ㉓	0.040 / 0.460 (0.087) ㉓	
LP3	-	-	-		-	-	-		-	-	-	
WBU2	N.G	N.G	0.213 / 0.460 (0.464) ㉓		N.G	NG	0.190 / 0.460 (0.413) ㉓		NG	NG	0.214 / 0.460 (0.466) ㉓	
WBU3	-	-	-		-	-	-		NG	NG	NG	
WKB4	-	-	-		-	-	-		NG	0.091 / 0.200 (0.456) ㉓	0.060 / 0.460 (0.130) ㉓	
WKB5	-	-	-		-	-	-		NG	NG	NG	

그리고 적정분포형을 지속기간별로 서로 다르게 선정할 것인지 아니면 동일한 분포형을 선정할 것인지를 판단하기 위해 그림 1 및 2와 같이 양평지점에 대한 각각의 확률강우량을 지속기간 및 재현기간별로 도시하여 보았다. 그 결과 지속기간별로 서로 다른 분포형을 적정분포형으로 선

정할 경우 동일한 재현기간에 대하여 짧은 지속기간의 확률강우량이 상대적으로 긴 지속기간의 강우량보다 커지는 역전현상이 나타났으며, 재현기간별 확률강우량의 변동양상도 일괄성을 보이지 못하고 있었다. 반면에 지속기간별로 동일한 분포형을 선정했을 경우에는 지속기간별 확률강우량의 역전현상을 보이지 않았고 재현기간별 변동양상도 비교적 안정성을 보이고 있는데, 이러한 현상은 거의 모든 지점에서 유사하게 나타나고 있으므로 수공구조물의 설계시 확률강우량의 산정을 위한 적정분포형은 각 지속기간에 대하여 동일한 분포형으로 하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

표 5. 각 지점의 적정분포형 결정결과

지 점	1시간	2시간	3시간	4시간	6시간	8시간	12시간	18시간	24시간	전기간	지 점	1시간	2시간	3시간	4시간	6시간	8시간	12시간	18시간	24시간	전기간	
춘천	PWM LN3	MOM GAM2	PWM LN3	PWM LN2	PWM LN3	PWM LN3	PWM LN3	MOM GAM2	PWM LN2	PWM LN3	경평	PWM GUM	PWM GUM	PWM GUM	PWM LN2	PWM GUM	ML GUM	PWM GUM	PWM GUM	PWM GUM	PWM LN2	PWM GUM
여주	PWM LN2	MOM GAM2	ML LN2	PWM GUM	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	ML GEV	PWM LN2	서안	MOM GAM2	ML GAM2	ML GAM2	PWM GAM2	MOM GAM2	MOM GAM2	MOM GAM2	MOM GAM2	PWM GAM2	MOM GAM2	MOM GAM2
원천	ML GEV	ML GUM	ML GEV	ML GUM	PWM GEV	ML GEV	ML GEV	ML GEV	PWM LGC2	ML GEV	경환	ML LGC2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LGC2	ML LGC2	PWM GAM2	MOM GAM2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2
수원	ML GUM	ML LN2	ML LN2	PWM GEV	ML LN2	PWM GEV	ML LN2	PWM GEV	ML LN2	ML LN2	여주	PWM GEV	PWM GEV	ML LN2	PWM LN2	ML GUM	PWM GEV	ML GUM	PWM GUM	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2
양화	PWM LGC2	PWM LGC2	ML GEV	PWM LGC2	ML LGC2	ML LGC2	ML LGC2	PWM LGC2	PWM LN3	PWM LGC2	생각	PWM LN2	PWM LN2	PWM GAM2	PWM LN2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2
양평	PWM LGC2	ML LGC2	PWM LGC2	PWM LGC2	PWM LN2	PWM LN2	GAM2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	운마	PWM WRC2	PWM LN2	PWM GEV	PWM GEV	PWM GAM2	PWM WKIB4	PWM GEV	PWM LGC2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2
이천	ML GAM2	PWM LGC2	PWM LGC2	PWM LN2	PWM LN3	ML LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	간현	PWM GAM2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM WKIB4	PWM LN2	MOM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2
구름	MOM GAM2	MOM GAM2	PWM GAM2	MOM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	MOM GAM2	MOM GAM2	PWM GAM2	MOM GAM2	청성	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN3	PWM GUM	PWM LN2	PWM GAM2	ML LN3	ML LN2	PWM LN2	PWM LN2
외평부	ML LN2	ML LN2	ML GAM2	ML GAM2	ML GEV	ML LN2	ML LN2	PWM LN2	PWM LN2	ML LN2	부운	PWM GUM	PWM GAM2	ML GUM	PWM WKIB4	PWM GUM	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GUM	PWM GUM	PWM GUM	PWM GUM
성남	MOM GUM	PWM GAM2	ML GUM	ML GUM	ML GAM2	ML LN2	ML GAM2	ML GAM2	ML GAM2	ML GAM2	상화	PWM LGC2	PWM LN2	PWM LN2	PWM GAM2	PWM LN2	PWM GAM2	PWM LN2	PWM LN2	PWM GAM2	PWM LN2	PWM LN2
나성	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	ML LGC2	ML LGC2	PWM LN2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM LN2	묘원	PWM LN2	PWM LN2	MOM LN2	MOM LN2	PWM LGC2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2
외계원	ML GUM	PWM GAM2	MOM WRC2	PWM GAM2	ML GUM	ML GUM	ML GUM	PWM WRC2	PWM WRC2	ML GUM	운화	ML GUM	PWM LN3	PWM LN3	ML LN2	PWM LN2	PWM LN3	PWM LN2	PWM GAM2	ML LN3	PWM LN3	PWM LN3
대주2	PWM GUM	PWM GAM2	ML GUM	MOM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	만원1	PWM LN2	ML GAM2	ML GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2	PWM LN2
용이	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM LGC2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	만원2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM GAM2	PWM LN2	PWM LGC2	PWM LN2	PWM LGC2	PWM LN2	PWM GAM2

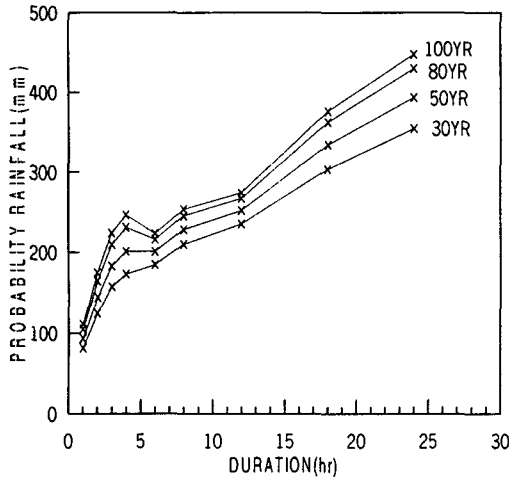


그림 1. 각 지속기간의 개별 분포형에 의한 확률강우량(양평지점)

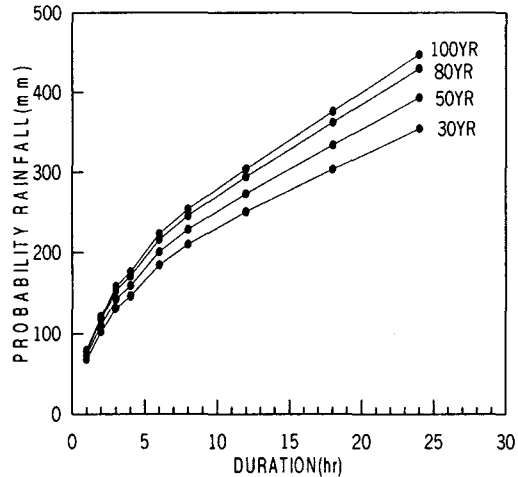


그림 2. 전 지속기간의 동일 분포형에 의한 확률강우량(양평지점)

3.4 비교고찰

본 연구에서 분석된 적정분포형의 확률강우량과 한국건설기술연구원(건기원)의 연구보고서(2000)에서 기 분석된 확률강우량을 경기도의 주요 강우지점에 대하여 표 6과 같이 비교 검토하였다. 그 결과 강우의 지속기간이 1시간 및 2시간인 경우를 제외한 나머지 지속기간에서는 본 연구

의 분석결과와 건기원의 분석결과가 채택된 적정분포형이 다름에도 불구하고 비교적 근사한 양을 보이고 있으며, 지속기간 1시간 및 2시간의 확률강우량이 차이를 보이는 이유는 강우자료의 추출 시 본 연구에서는 고정시간의 지속기간을 이용한 반면에 건기원의 연구에서는 임의의 지속기간을 이용하였기 때문인 것으로 판단된다.

표 6. 지속기간별 확률강우량의 비교검토

관측소	빈도별	지속기간별 확률강우량(mm)						분포형	관측소	빈도별	지속기간별 확률강우량(mm)						분포형	
		1시간	2시간	6시간	12시간	18시간	24시간				1시간	2시간	6시간	12시간	18시간	24시간		
서울	50년	건기원	102.8	140.4	206.5	255.1	304.6	337.5	건기원: GEV 분연구: LN2	50년	건기원	92.6	136.0	194.3	267.7	343.5	412.3	건기원: GUM 분연구: LN2
		급 회	90.3	138.7	218.8	271.0	318.4	351.0			급 회	72.6	110.2	200.5	273.0	333.7	393.0	
	80년	건기원	110.8	151.1	221.7	273.8	327.9	363.9		80년	건기원	99.4	146.3	208.5	287.7	370.9	446.3	
		급 회	96.9	148.0	233.7	289.7	343.1	380.3			급 회	77.1	117.6	215.8	294.0	362.0	429.5	
	100년	건기원	114.6	156.1	228.9	282.8	338.9	376.4		100년	건기원	102.6	151.2	215.2	297.1	383.8	462.4	
		급 회	100.0	152.4	240.8	298.5	354.9	394.4			급 회	79.3	121.1	223.1	304.0	375.6	447.1	
수원	50년	건기원	81.1	128.8	213.7	281.2	321.8	376.9	건기원: GUM 분연구: LN2	50년	건기원	73.4	93.4	176.9	265.1	306.0	349.9	건기원: GUM 분연구: LN2
		급 회	71.2	116.5	204.2	271.0	315.2	363.4			급 회	76.2	90.1	150.5	230.6	285.7	341.7	
	80년	건기원	86.3	138.1	229.5	301.9	345.7	405.8		80년	건기원	78.4	99.4	189.4	284.6	328.7	376.5	
		급 회	75.3	124.3	218.7	290.7	339.2	392.9			급 회	81.2	95.0	159.0	245.7	306.4	369.0	
	100년	건기원	88.8	142.5	237.0	311.8	357.1	419.5		100년	건기원	80.8	102.2	195.3	293.9	339.5	389.1	
		급 회	77.3	128.0	225.6	300.1	350.6	407.0			급 회	83.5	97.2	163.0	252.9	316.3	382.0	

4. 결론

본 연구에서는 수공구조물의 설계기준으로 널리 이용되고 있는 확률강우량을 분석하는데 있어서 보다 합리적이고 효율적으로 최적 확률분포형을 결정할 수 있는 방법을 모색하고자 하였다. 이를 위하여 경기도 및 인근의 28개 지점에 대한 9개 지속기간의 연최대 강우량 자료에 13가지 확률분포형을 적용하여 모멘트법, 최우도법, 확률가중모멘트법으로 매개변수를 추정하고, χ^2 -검정, K-S검정, CVM검정방법으로 적합도 검정을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 13개 확률분포형의 대부분이 3가지 매개변수 추정방법에 대하여 매개변수의 적합성을 보이고 있으나, 일부 지점에서는 GAM3, LGU3, LP3 및 WBU3분포형은 적정성을 만족하지 못하였다.
- 2) 매개변수의 적정성을 만족하는 확률분포형에 대하여 통계학적 이론에 의한 3가지의 적합도 검정방법별 검정통계량의 순위를 매겨 적정분포형을 결정하는 방법은 합리적이고 효율적인 방법인 것으로 판단되었다.
- 3) 각 지속기간별 적정분포형을 동일한 분포형으로 결정하는 것이 여러가지의 분포형으로 결정하는 것보다 지속기간 및 재현기간별 확률강우량의 산정에 있어서 보다 안정적인 방법인 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- 1) 건설교통부(2000). 수자원관리기법개발연구조사 보고서 1권(한국 확률강우량도 작성).
- 2) 김경덕, 허준행, 조원철(1996). "연최대 강우자료의 적정확률분포형 선정에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, Vol.16, No.Ⅱ-4, pp.335~344.
- 3) 이재준, 이정식, 김병일(1999). "모수추정 방법에 따른 강우의 적정확률분포형의 변화", 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp.46~51.
- 4) 최계운, 안태진, 권영식(2000). "인천지방 확률강우강도식의 유도", 한국수자원학회 논문집, Vol.33, No.2, pp.263~276.
- 5) Sevruk. B. and Geiger. H. (1981). "Selection of distribution types for extremes of precipitation", WMO, Operational Hydrology Report, No.15.