

# 하류수위를 고려한 조정지댐 방류량 산정방안 검토

Evaluation of Regulation Dam's Discharge considering Downstream Stage

이을래\*, 박진혁\*\*, 박명기\*\*\*, 황필선\*\*\*

Eul Rae Lee, Jin Hyeog Park, Myung Gi Park, Phyll Sun Hwang

## 요    지

낙동강상류에 위치한 제1지류인 반변천 유역에는 대규모 홍수조절을 위한 임하조적댐이 위치해있다. 임하댐의 발전 또는 수문방류시 방류수의 원활한 흐름을 위해서 본댐하류에 조정지댐이 존재하게 되는 데 본댐 및 조정지댐에서는 운영자의 원활한 운영을 위해서 수위에 대한 조견표가 작성되어 있다. 대규모 홍수가 발생하는 경우 조정지댐에서는 수문을 완전개도하기 때문에 본댐의 방류량과 조정지댐의 방류량은 실시간으로 유사한 값을 나타내지만, 평수기의 경우는 발전방류가 특정시간에 이루어지는 관계로 이를 조절하면서 발생하는 조정지댐의 방류량은 본댐의 방류량과 다른 형태를 나타내게 된다. 따라서 조정지댐의 시간대별 방류량의 정확한 산정법은 하류 하천의 흐름분석에 중요한 인자가 될 수 있다. 본댐의 경우는 여수로를 통한 흐름이 대부분 자유흐름의 형태로 유하하기 때문에 상류수위의 영향에 따른 문비개도별 조견표가 작성되어 있지만, 조정지댐의 흐름은 특성에 따라서 자유흐름 또는 잠수흐름 그리고 완전개도의 흐름이 존재하게 된다. 따라서 잠수된 흐름이 발생하는 경우 합리적인 조정지댐의 방류량산정을 위해서 하류의 수위를 고려한 산정법을 고려할 필요가 있다. 임하조정지댐에서는 2004년 11월부터 댐하류 방수로의 계측이 시스템에 입력되고 있어서 현재 방수로의 수위를 실시간으로 취득할 수 있는 바, 이를 이용한 방류량의 산정방법을 검토하게 되었다.

핵심용어 : 조정지댐방류량, 저수위, 수문개도, 반복계산

## 1. 서 론

임하조정지댐은 폭 13m의 Sluice Gate 11문을 갖추고 있으며, 수문은 Weir Crest가 EL.96.00m인 Service Gate(7,8번)와 Weir Crest가 EL.97.00m인 Flood Gate(나머지 9개)로 구성되어 있으며 조정지댐의 저수위에 따른 수문개도별 따른 방류량은 Service Gate에 대한 산정값을 공통으로 적용하고 있다. 조정지댐의 방류량산정은 현재 저수위와 개도높이에 따른 상관관계를 이용하여 산정이 되고 있으나, 하류단의 수위를 고려한 산정을 위해서 반복기법에 의한 계산과 과거 연구사례에 의한 단면수축계수 또는 유량계수를 적용한 산정방법 등 다양한 산정법을 검토함으로서 조정지댐에서 적용할 수 있는 합리적인 계산절차를 산정하였다. 산정된 조정지댐의 방류량의 정확성을 검토하기 위해서는 현장의 유량측정을 수행하는 것이 가장 정확한 방법이 될 수가 있지만, 댐직하류의 유량측정은 실질적으로 곤란하기 때문에 임하본댐의 발전방류량이 조정지댐에 유입하는 것을 근거하여 조정지댐방류량의 정확성을 검토하였다. 특정시간동안 조정지댐의 저수위의 변화가 발생하지 않는 경우는 임하본댐에서 방류된 양과 조정지댐을 통해서 유하한 양이 같다고 판단할 수

\* 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 선임연구원 · E-mail : erlee@kwater.or.kr

\*\* 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 선임연구원 · E-mail : park5103@kwater.or.kr

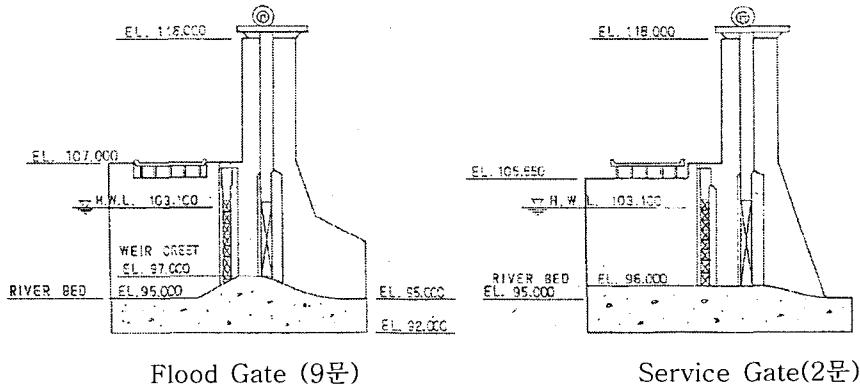
\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 한강수계차장 · E-mail : mkpark@kwater.or.kr

\*\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 물관리센터 물관리팀장 · E-mail : jesus@kwater.or.kr

있으므로 홍수사상동안 수위의 변화가 발생하지 않는 시간대를 찾아서 검토하였다. 검토결과 조정지댐 저수위만 고려한 방류량 산정방법보다 방수로의 수위를 연계하여 산정한 방류량의 값이 오차가 경감하는 것을 확인할 수 있었다. 임하조정지댐에서의 다양한 홍수사상을 지속적으로 검토하여 본댐방류량과 비교한 오차를 경감할 수 있는 절차를 보정하여 조정지댐이 존재하는 댐에서의 개선된 계산방법과 조견표작성을 확장함으로서 댐관리의 효율적인 운영이 가능할것으로 판단된다.

## 2. 임하역조정지댐의 특성

역조정지댐은 임하본댐 하류 약 5km지점에 위치하며 안동시로부터는 반면천을 따라 약 13km 상류에 위치하고 있다. 역조정지댐은 본댐 발전소에서 1일 첨두유량은 4시간으로 운영할 때 방류되는  $122\text{m}^3/\text{s}$ ( $1.8 \times 10^6 \text{m}^3$ )를 저류하여 24시간 균일하게 하류로 조절방류함으로서 담 하류 낙동강 연안 전지역에 각종용수공급을 원활하게 할 분 아니라 일정량의 하천 유지용수보장하여 하천의 생태계를 보호하는데 그 목적을 두고 있다. 역조정지댐에서는 홍수조절은 이루어지지 않으며, 유입홍수량이 조절됨이 없이 댐을 통하여 하류로 방류하여야 한다. 여수로는 폭13m의 Sluice gate 11개문을 갖추고 있으며, 수문은 좌안으로부터 No.1, No.2, …, No.11으로 명칭된다. No.7, No.8의 2개 수문은 빈번한 방류조절용으로 Service gate라고 하며 나머지 9개의 수문은 홍수용으로 Flood gate라고 한다. 그림 1은 역조정지댐의 제원을 나타낸 것이다.



댐정상고	EL. 107.00m	PMF	EL. 106.20m
NHWL	EL. 103.10m	문 비	13.00m × 6.60m(9문) 13.00m × 7.50m(2문)

그림 1. 역조정지댐의 제원

## 3. 역조정지댐 방류량 산정방법

조정지댐의 방류량 산정방법은 여러 가지로 검토할 필요가 있다. 조정지댐의 방류형태는 Sluice gate에 의한 수문개도와 관련하여 상하류의 흐름을 형성하고 있다. 따라서 개도의 높이와 상하류의 수위차에 의해서 각각의 흐름은 자유유출과 잠수유출로 구분되어지며, 각 방법에 따른 방류량산정기법을 다르게 적용하게 된다.

### 3.1 자유유출식

자유유출식은 그림 2와 같은 형태로 흐름이 형성되는 형태로서 하류의 영향을 받지 않는 경우에 나타나게 된다. 이 과정에서 단면수축계수와 유량계수를 적용하게 된다. 산정방법으로서는 Dr. Henry가 제안한 유량계수 산정법과 댐설계기준에 제시된 산정법을 고려할 수 있다. 두 기법이 모두 적절한 유량계수를 도입하였을 때 합리적인 유량값을 산정하게 되는데, 이를 위해서 각 방법에서 제시한 유량계수를 찾는 것이 가장 중요한 관건이 될 수 있다. 또한 각각의 방법에서는 위어흐름단면에서 발생하는 흐름단면의 유효폭을 적용하여 산정하였다.

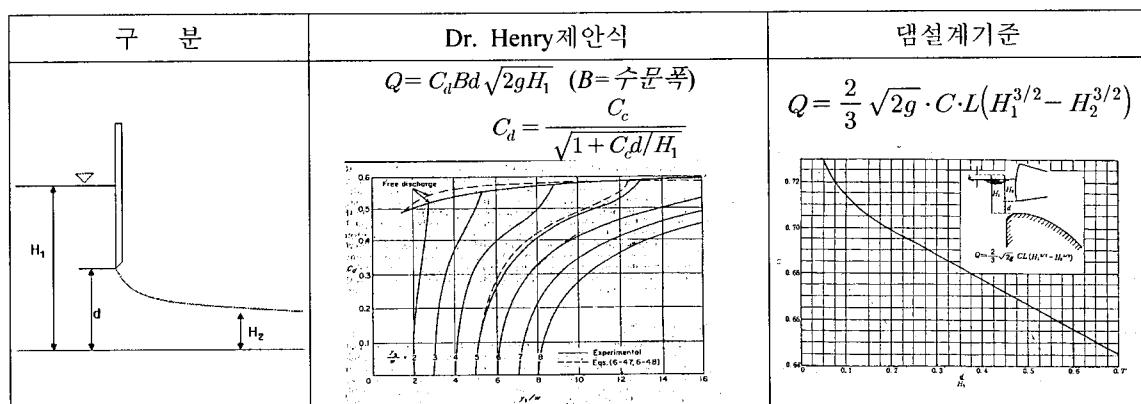


그림 2. 자유유출시 방류량산정방법

### 3.2 잠수유출식

잠수유출식은 그림 3과 같은 형태로 흐름이 형성되며, 수문개도의 위치가 상하류수위보다 낮은 곳에 위치하여 gate를 통해 방류하게 되면 잠수유출흐름이 된다. 이 경우에 있어서는 gate의 직하류에서 에너지의 손실이 발생하기 때문에 에너지방정식을 적용하는 것이 부분적으로 고려될 수가 있다. 이를 위해 운동량방정식이 도입되기도 하고, 이를 고려한 유량계수가 보정되기도 한다. 본 연구에서는 이러한 형태의 계산방법을 적용하여 최적의 유량산정법을 결정하였다.

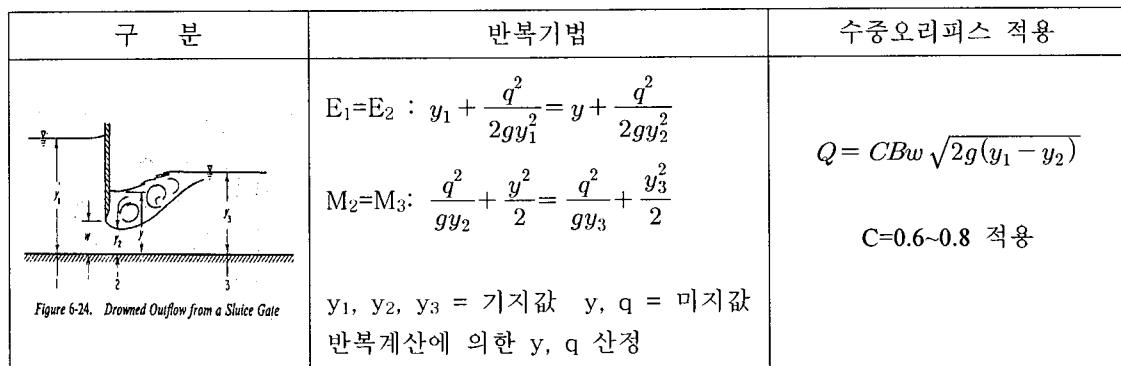


그림 3. 잠수유출시 방류량산정방법

#### 4. 역조정지댐 방류량 산정방법

본 연구에서는 일정기간동안 임하댐에서 방류한 유량이 조정지댐에 유입되고, 유입유량이 조정지댐을 경유하여 하류로 방류되는 경우 본댐과 조정지댐의 방류량의 차이를 저감하고자 하는 것이 주된 목적이 된다. 만약 하도추적이 수행될 때 실질적으로 시간별 방류수문곡선은 조정지댐에서의 값들이 입력되는것이 좀더 현실적인 계산방법이 될 수가 있다.

산정된 방법의 적용을 위해서 홍수기 비홍수기의 사상을 선정하였는데, 2006년 7월 및 11월의 홍수사상을 적용하였다. 전술한 바와 같이 조정지댐에서는 24시간 동안 본댐의 유입량을 조절하여 방류하기 때문에 각 시간별 점방류량으로 비교하는 것은 현황만 나타낼 뿐 합리적이지 않으며, 24시간동안의 전체 방류량을 비교하여 오차가 적은 방법을 산정하여야 한다. 또한 이때 조정지댐의 저수위의 변화가 없는 구간도 고려가 되어야 한다. 따라서 2006년 7월의 경우, 7월 19 ~ 7월 27일 구간동안 저수위의 변화가 없는 경우이므로 이때의 총방류량을 비교하여 검토하였다. 7월 19일 이전에도 저수위의 변화가 없는 것으로 나타났으나, 이 기간동안은 gate에 의한 방류량이 아니라, 발전방류를 유지하였으므로 산정방법의 비교는 곤란한 기간이다.

대상기간동안 관측된 조정지댐의 저수위와 gate 하류의 방수로 수위 그리고 당시의 개도높이를 조사한 다음 상하류수위 및 개도높이를 고려한 방류량을 산정하였다. 적용대상구간에서는 현재 잠수흐름이 지배적이었다. 잠수흐름의 경우 적용가능한 산정법은 반복기법에 의한 산정과 수중오리피스흐름을 적용한 경우의 산정법, 그리고 Henry가 제안한 잠수흐름의 경우를 적용한 유량산정법이 있다. 반복계산에 의한 방법을 적용하였을 때 계산과정중 직하류단 수위를 결정하기 위해 gate의 형상에 따른 단면수축계수를 지정하게 되는데, 이때 제안값은 선행연구자들에 의해 0.61를 제시하고 있으나, 본 연구에서는 관측치의 본댐방류량과 비교하여 최적의 수축계수로서 0.5가 적합하였다. 또한 수중오리피스에 의한 방법을 적용한 결과 실측치와 비교하여 과소산정이 되는 것으로 판단되었으며, Henry의식을 적용하였을 때 수중오리피스의 경우 상하류단 수위를 고려한 유량계수 산정그래프가 제시되어 있으나, 일반화되어 있는 식이 아니기 때문에 시스템에 탑재하는 것이 상당히 곤란한 설정이다. 그러나 적용결과 상류단 수위를 고려한 자유유출흐름을 적용하더라도 실측치와 큰 오차를 발생하지는 않았다. 그러나 향후 시스템 탑재 및 여러 가지 현황들을 고려하였을 때 반복계산에 의해 제시된 유량계수를 산정하는것이 합리적인 방법이라 판단된다.

비홍수기인 2006년 7월의 경우도 홍수기의 경우와 유사한 결과를 나타내었다. 산정식의 최종적인 방법을 산정하기 위해서는 좀 더 많은 홍수기/비홍수기 사상을 적용하여 내부에 적용되는 많은 계수들의 적절한 값을 산정할 필요가 있다.

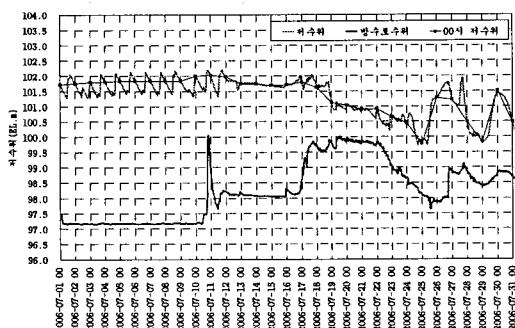


그림 4. 저수위 및 방수로 변화(2006.07)

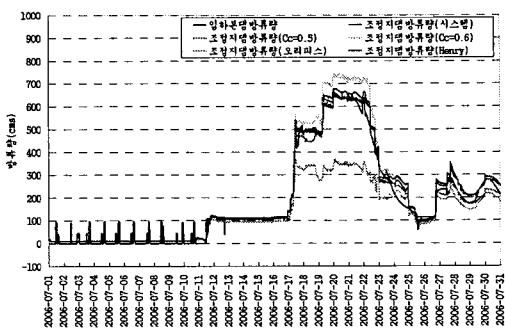


그림 5. 30분단위 점방류량(2006.07)

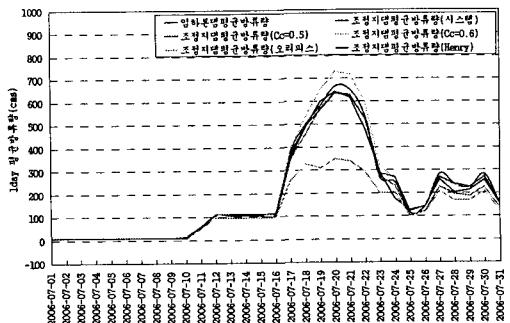


그림 6. 1일 평균 방류량(2006.07)

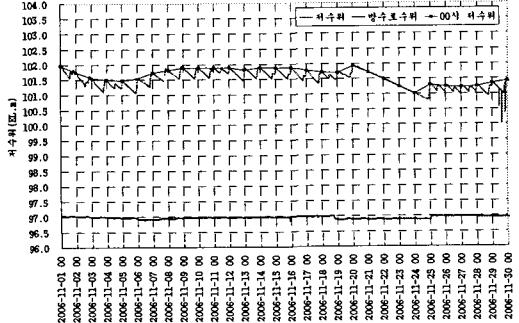


그림 7. 저수위 및 방수로 변화(2006.11)

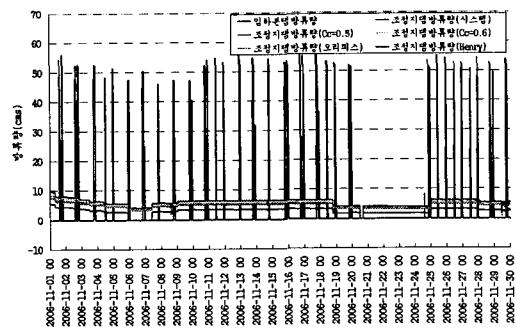


그림 8. 30분단위 점방류량(2006.11)

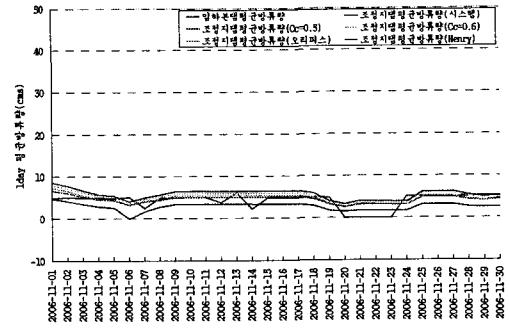


그림 9. 1일 평균 방류량(2006.11)

## 5. 결론 및 향후계획

본 연구에서는 조정지댐에서 방류되는 양을 상, 하류의 수위차를 고려하여 산정하는 방법을 제시하였다. 산정방법 중에서 가장 어려운 과정이 이론적인 산정식을 보완할 수 있는 매개변수인 수축계수와 유량계수를 산정하는 것이다. 이를 위해 다양한 산정식을 검토한 결과 잠수흐름의 경우 반복식에 의한 방법으로 나타났으며, 단면수축계수는 0.5를 적용하는 것이 가장 합리적으로 나타났다. 제시된 산정식의 향후 적용을 위해서는 다양한 흥수사상을 적용하여 본댐방류량과의 비교를 수행할 필요가 있다. 또한 자유흐름의 경우에도 수문사상을 조사한 후 최종적인 조정지댐에서의 상,하류수위를 고려한 조건표를 작성하여야 한다. 다양한 흐름조건의 경우에 따른 방류량산정표가 확립이 되면 댐운영자의 즉각적인 판단과 향후 하류흐름의 변화에 대해서 향상된 방법으로 적용하는 것이 가능할것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

1. 한국수자원공사 (2004). 낙동강수계 다목적댐 운영유지 지침서
2. 한국수자원공사 (1992). 임하다목적댐 공사지
3. V.T. Chow (1986). Open Channel Hydraulics
4. F.M. Henderson (1966). Open Channel Flow

# 태풍의 확률 강우량 산정에 관한 연구

## A Study on the Calculation of Probability Precipitation of Typhoon

오 태 석\* / 문 영 일\*\* / 전 시 영\*\*\*

Oh, Tae-suk / Moon, Young-il

### 요    지

본 연구에서는 우리나라를 주기적으로 내습하여 많은 강수를 유발시키는 태풍의 특성에 대해 고찰하고, Nonparametric Bootstrap Simulation 기법에 적용하여 확률 강우량을 산정하였다. 우리나라에 영향을 준 것으로 나타난 139개 태풍에 대하여, 중심 위치와 중심 기압 자료와 우리나라 강우관측소의 시간강수량 자료를 이용하여 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법에 적용하였다. 우리나라에 영향을 준 태풍은 연평균 3.09회 발생하고, 약 107시간 영향을 주는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 서울과 부산 지점을 대상으로 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법을 적용하여 태풍에 의해 발생할 수 있는 확률강우량을 산정하여, 빈도해석에 의한 확률강우량과 비교를 수행하였다. 그 결과, 서울 지점은 태풍에 의한 강수량이 그리 크지 않았으나, 부산 지점은 태풍에 의해서 발생할 수 있는 강수량이 매우 큰 것으로 분석 되었다.

**Keyword :** 태풍, Nonparametric Bootstrap Simulation 기법, 강우, 빈도해석, 확률강우량

### 1. 서 론

우리나라에서 발생하는 호우는 대륙과 해양에서 발달하는 기류여건과 지형적 영향에 의해 전선을 형성하며 발생시키는 집중호우와 태풍/저기압의 발달로 인한 경우로 크게 나눌 수 있다. 우리나라에 영향을 주는 태평양 적도 지방에서 연평균 27개 정도가 발생하며, 우리나라에 영향을 많이 주는 6월부터 9월 사이에 16개 정도가 발생하게 된다. 6월의 태풍은 계속 서진하여 남지나해상 쪽으로 향하는 경우가 많고, 7월의 태풍은 대만 부근에서 중국 연안을 따라 북상하여 서해를 거쳐 우리나라 쪽으로 진행한다. 8월의 태풍은 동지나해로부터 우리나라를 가로질러 동해로 진행하며, 9월의 태풍은 남쪽 해상으로부터 오끼나와 동쪽 해상을 지나 일본 열도 쪽으로 진행한다. 10월의 태풍은 일본 남쪽 해상 멀리 지나간다. 따라서 8월 중순부터 9월 초까지의 태풍 경로에는 북태평양고기압의 확장 상태와 깊은 관계가 있다. 이 고기압이 확장하고 있으면 태풍은 중국 대륙 쪽으로 진행하지만, 8월 중순 이후부터 9월초가 되면 북태평양 고기압의 세력이 조금씩 약화되어 일본 열도 부근까지 움츠려 들게 되므로 우리나라 쪽으로 진행해 오는 일이 많다(태풍백서, 1996). 기존의 연구 사례를 살펴보면, Scheffner 등(1996)은 Empirical simulation technique(EST)에 대한 이론과 적용을 설명하였으며, 시계열의 통계적 모의와 수문사상과 발생빈도의 관계를 비확정적 다중 매개변수를 통해 설명하는 과정으로 Delaware 해안에 태풍 해일의 위험성을 평가하였다. 이순철(2002)과 이순철 등(2005)은 우리나라에 주기적으로 내습하여 막대한 인명 및 재산피해를 발생시키고 있는 태풍의 재해위험도를 EST 기법을 적용하여 평가하였다. 서울, 부산, 목포, 제주, 인천, 대구의 6개 도시를 대상으로 기존의 태풍 자료를 Training Set으로 사용하여 100년간의 태풍 모의 기간을 100회 반복모의를 수행하여 재현기간별 최대풍속과 일최대 강우량의 평균값, 표준편차, 최소값 및 최대값을 추정하였다.

\* 서울시립대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 수료 waterboy@uos.ac.kr

\*\* 서울시립대학교 공과대학 토목공학과 교수 ymoon@uos.ac.kr

\*\*\* 원광대학교 공과대학 토목환경·도시공학부 교수 chunsy@wonkwang.ac.kr

따라서 본 연구에서는 우리나라를 주기적으로 내습하여 큰 피해를 유발시키는 태풍에 대한 관측 자료와 대상 지점의 시간최대 강수량 자료를 정리하여 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법에 적용하여 각 빈도에 해당하는 태풍에 의한 재현기간별 확률강우량을 산정하였다.

## 2. 본 론

Nonparametric Bootstrap Simulation을 적용하여 대상 지점별로 태풍에 의해 발생하는 시간강수량을 추출하여 확률 강우량을 산정하였다. 산정된 확률 강우량은 현재의 수공구조물 설계에 반영하고 있는 확률분포형을 이용한 매개변수적 빈도해석 기법에 의해 산정된 확률강우량과 비교하였다.

### 2.1 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법의 개요

Nonparametric Bootstrap Simulation 기법은 위험도 해석(Risk Analysis)과 연계하여 빈도해석(Frequency Analysis)과 오차해석(Error Analysis)을 다중 수명-주기 모의를 수행하는 기법이다.

Nonparametric Bootstrap Simulation 기법에 의한 빈도해석은 고정된 매개변수들의 상호 관계에 의존하지 않으며 매개변수의 독립성을 가정하지 않는 비매개변수적인 'Distribution free' 기법이라고 할 수 있다. Nonparametric Bootstrap Simulation 기법은 한정된 크기의 데이터베이스(database)를 활용하여 보다 큰 데이터베이스를 생성시키는 무작위 추출 방법인 'Bootstrap' 기법에 기초하고 있다. Nonparametric Bootstrap Simulation 기법에 의한 모의는 입력벡터와 응답벡터들 간의 상호 관계에 의해 추정되는 값으로, 본 논문에서는 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법의 실행절차에 대하여 간단히 언급하였다.

Nonparametric Bootstrap Simulation 기법의 절차를 요약하면 다음과 같다.

- ① 과거 자료로부터 'Training Set'의 구성 및 응답벡터의 산정
- ② 입력벡터와 응답벡터에 대한 T-년에 대한 N회의 모의 발생

### 2.2 분석 대상 자료의 선정

본 연구에서는 태풍백서(1996)과 기상연보(1997~2005)를 참고하여 우리나라에 상륙한 태풍의 빈도를 도시별로 분석하였다. 우리나라에 영향을 준 태풍의 정의는 기상청에서 제시하고 있는 기준인 북위  $32^{\circ}\sim 40^{\circ}$ , 동경  $120^{\circ}\sim 138^{\circ}$ 의 범위 내에 든 태풍을 의미하며, 북위  $40^{\circ}$ , 동경  $110^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 밖으로 벗어난 경우에는 사멸한 것으로 간주하였다. 본 연구에서는 시간강수량의 관측연수가 긴 강우관측지점인 서울, 부산지점을 선정하였다.

표 1. 강우 관측소의 위치

관측 지점	북위Lat.(N)	동경Long.(E)	고도(m)	우량계의 지상높이(m)
1 서울	$37^{\circ}34'$	$126^{\circ}58'$	86.0	0.5
2 부산	$35^{\circ}06'$	$129^{\circ}02'$	69.2	0.6

본 연구에서는 1961년부터 2005년까지 우리나라에 영향을 준 총 139개의 태풍관측기록과 서울, 부산지점에서 관측한 시간강수량 자료를 분석에 이용하였다. Nonparametric Bootstrap Simulation 기법에 적용하기 위해서 각각의 태풍 사상의 시간별 중심 위치와 중심기압 자료를 확보하였다. 분석 대상 자료는 다음과 같은 방법으로 추출하였다.

- ① 우리나라에 영향을 주는 태풍 자료의 수집과 대상 강우 관측 지점의 선정
- ② 각 태풍별로 우리나라에 영향을 주는 지속시간의 산정
- ③ 태풍의 지속시간 내에서 우리나라의 강우 관측소에서 관측된 시간 강우 자료의 추출
- ④ 추출된 시간 강우자료를 이용하여 태풍별로 지속시간 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24시간 최대 강수량 자료의 구성
- ⑤ 각 태풍별로 강우관측소별 지속시간별 최대 강수량이 발생했을 때의 태풍의 특성 자료 구축

위와 같은 방법으로 우리나라에 영향을 준 태풍 특성 자료는 지속시간별로 가장 큰 강수량이 발생한 시간에 태풍의 중심 위치와 대상 지점간의 거리를 계산하고, 북쪽을 기준으로 방위를 계산하였다. 따라서 관측된

태풍의 특성인 위치와 중심기압을 활용하여, 가장 큰 강수량이 발생하였을 때의 대상 지점과의 거리, 방위, 중심기압, 발생 시기를 입력벡터로 설정하고, 이 때 발생한 지점별 시간 강우량을 응답벡터로 설정하였다.

### 2.3 Nonparametric Bootstrap Simulation의 확률강우량 산정 및 분석 결과의 비교

우리나라를 내습하여 막대한 피해를 유발시키는 태풍에 대한 분석을 수행하였다. 앞에서 밝힌 바와 같이, 본 연구에서는 시간별 태풍의 중심위치를 이용하여 대상 지점과 태풍 중심과의 거리 및 방위와 중심 기압을 입력벡터로 설정하고 동 시간에 발생한 지속시간별 강우량을 응답벡터로 설정해 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법을 적용해 지속시간별로 태풍에 의해 발생할 수 있는 확률강우량을 산정하였다. 확률 강우량 산정을 위해서 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법을 적용하여 각 대상 지점의 지속시간별로 200년간 500회를 모의하였다. 다음 그림 1과 그림2는 대상 지점별로 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법을 적용한 결과를 지속시간별로 도시한 결과이다.

그림 1과 그림 2에서 제시된 그림은 굵은 실선으로 재현기간별 확률 강우량의 평균을 나타냈으며, 점선으로 중앙값을 표시하였다. 또한, 모의 된 자료의 표준편차를 산정하여 평균에서 표준편차를 빼거나 더한 값을 짧은 일점쇄선으로 표시하였으며 모의된 자료의 5%와 95%에 해당하는 값을 긴 일점쇄선으로 표시하였다. 마지막으로 연최대치 계열을 이용한 매개변수적 빈도해석의 확률 강우량은 원형 점으로 도시하여 Nonparametric Bootstrap Simulation 분석 결과와 비교할 수 있게 하였다.

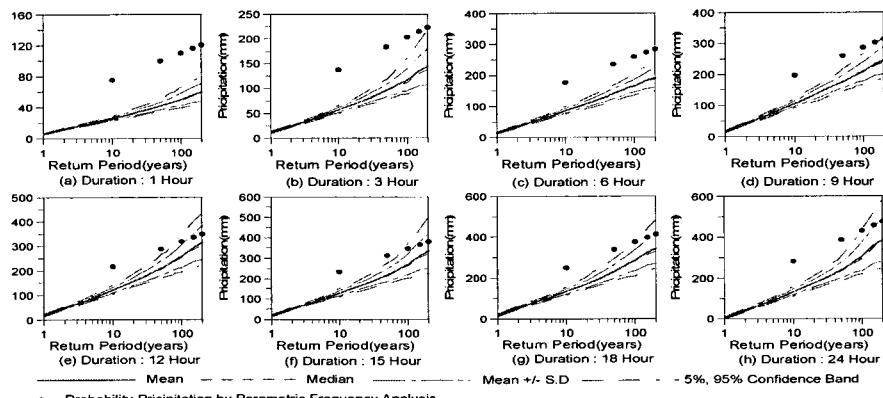


그림 1. 서울 지점의 분석 결과

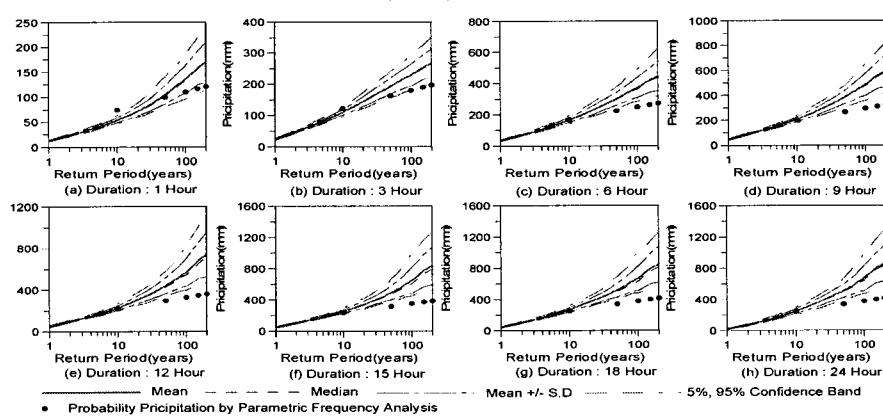


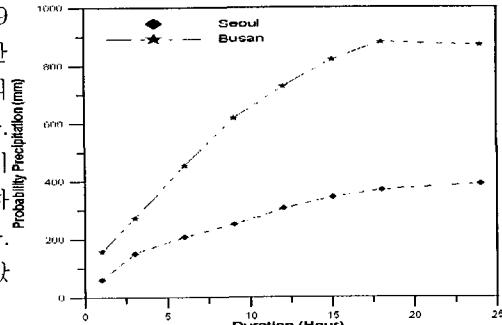
그림 2. 부산 지점의 분석 결과

그림 1, 그림 2와 같이 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법을 이용한 확률 강우량이 기존의 매개변수적 빈도해석에 의한 확률 강우량보다 부산지점에서는 더 큰 것으로 산정되었으며, 서울지점은 반대의 결과를 보여주었다. 다음 3은 Nonparametric Bootstrap Simulation 기법으로 산정한 재현기간 200년을 갖는 확률 강우량의 평균을 지속시간별로 모든 대상 지점을 같이 도시하여 비교한 결과이다. 비교 결과에서 우리나라에서 태풍에 의해 발생하는 강수량은 부산, 서울지점 순으로 많이 발생할 가능성이 큰 것으로 나타났다.

### 3. 결 론

우리나라를 내습한 태풍은 1961년부터 2005년까지 총 139개가 영향을 끼쳤으며, 이는 연간 3.09개이고 연간 107시간 동안 우리나라에 영향을 준 것으로 나타났다. 태풍 1개가 우리나라에 영향을 끼친 시간은 약 34.6시간인 것으로 분석되었다. 태풍으로 인해 발생하는 강수 특성은 태풍발생별로 매우 상이한 특성을 갖는 것으로 나타났으며, 이는 태풍에 의해 발생하는 강수량의 변동계수가 대부분 1을 상회하는데서 알 수 있다. 또한 지점별로 태풍에 의해 발생하는 강수량의 평균과 최대값에서 많은 차이를 보이는 것으로 나타났다.

Nonparametric Bootstrap Simulation 기법을 이용한 확률 그림 3 NBS 기법에 의한 200년 빈도 확률강우량의 비교  
강우량이 기준의 매개변수적 빈도해석에 의한 확률 강우량보다 부산 지점에서는 더 큰 것으로 산정되었으며, 서울지점은 반대의 결과를 보여주었다. Nonparametric Bootstrap Simulation 기법으로 산정한 재현기간 200년을 갖는 확률 강우량의 평균을 지속시간별로 모든 대상 지점을 같이 도시하여 비교한 결과에서 우리나라에서 태풍에 의해 발생하는 강수량은 부산, 서울 지점 순으로 많이 발생할 가능성이 큰 것으로 나타났다.



### 감 사 의 글

본 연구는 건설교통부 한국건설교통기술평가원의 이상기후대비시설기준강화 연구단에 의해 수행되는 2005 건설기술기반구축사업(05-기반구축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

### 참 고 문 헌

1. 기상청 (1996). 태풍백서.
2. 기상청 (1997~2005). 기상연보.
3. 이재수 (2000). 자연재해의 이해, 구미서판.
4. 김남원, 원유승 (2004). “최근의 기상변동과 PMP의 변화”, 한국수자원학회 학술발표회 초록집, 한국수자원학회, pp. 211.
5. 백희정, 권원태, 오재호 (1999). “북서태평양에서 발생한 강력한 태풍의 기후학적 특성”, 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회, pp. 177-182.
6. 임기석, 최은호, 전무갑, 지홍기, 이순탁 (2002). “우리나라 태풍/전선의 이동과 호우 특성”, 한국수자원학회 학술대회지 논문집(II), 한국수자원학회, pp. 1161-1166.
7. Borgman, L.E., Miller, M.C., Butler, H. L., and Reingard, R. D. (1992), "Empirical simulation of future hurricane storm histories as a tool in engineering and economic analysis." Proc., Civ. Engrg. in the Oceans V, ASCE, New York, N. Y., 42-45.
8. Norman W. Scheffner, Leon E. Borgman, and David J. Mark, (1993). "Applications of large domain hydrodynamic models to generate frequency of occurrence relationships", Proc., Estuarine and Coast. Modeling Conf., ASCE, New York, N. Y., 264-278.
9. Norman W. Scheffner, Leon E. Borgman, David J. Mark, (1996). "Empirical simulation technique based on storm surge frequency analysis", Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, pp. 93-101.
10. Norman W. Scheffner., Clausner, J.E., Militello, Borgman, L.E., Edge, B.L., and Grace, P.J. (1999). Use and Application of the Empirical Simulation Technique: User's Guide, Technical Report CHL-99-10 Final Report, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C.