

섬진강 다목적댐 방류조건별 홍수추적

정상만*, 김재한**, 권오현***, 정동국****, ○김주철*****

1. 서론

다목적댐의 방류량에 따른 하도의 홍수소통능력은 하도의 홍수추적을 통하여 분석할 수 있다. 본 연구에서는 섬진강 다목적댐으로부터 하류의 적성댐 예정지까지의 구간에 대하여 댐의 방류조건별, 즉 50년, 100년, 200년 빈도 및 최적방류시의 하류주요지점에 대하여 홍수량 및 홍수위를 산정하였다. 확률홍수량 산정지점으로 섬진강댐, 오수천 합류전, 오수천 합류후 지점을 선정하고 각 지점에 대한 확률 강수량 분석을 통하여 유역 평균 강수량을 산정하고 단위도법에 의한 지점별 확률홍수량을 산정하여 섬진강댐의 빈도별 유입량에 따른 방류곡선을 작성하였다. 섬진강댐 방류량의 하도추적과 이에 따른 빈도별 홍수량을 산정하고 홍수량에 따른 섬진강 다목적댐과 적성수위표지점 구간의 홍수위를 계산하였다.

2. 댐하류 주요 지점별 강우분석

섬진강 유역내 섬진강댐에서 적성지점까지의 수위관측소는 덕치, 제2섬진, 적성지점으로 대부분 1982년 이후부터 신뢰성 있는 유량관측이 이루어졌고 그 이전에는 홍수량산정을 위한 수위-유량곡선이 없다. 따라서 장기간의 자료를 보유하고 있는 강수량 자료로부터 빈도별 강수량을 산정하고 이를 토대로 확률홍수량을 산정하여 빈도별 홍수위를 산정하였다. 확률홍수량 및 홍수위 산정과정은 다음과 같다. 확률홍수량 산정지점으로 섬진강댐, 오수천 합류전, 오수천 합류후 지점을 선정하고, 이들 유역에 영향을 주는 우량관측소 및 티센망을 구성하였고 1994년까지 각 지점의 1일 최대강수량 자료 수집을 하였으며 우량 관측 지점별 확률 강수량을 구하고 유역 평균 강수량을 산정, 분석 하였다. 확률홍수량은 Nakayasu 단위도법에 의해 지점별로 산정하였으며 섬진강댐 빈도별 유입량에 따른 방류곡선 작성을 하고 섬진강댐 방류량의 하도추적과 이에 따른 하류 빈도별 홍수량을 결정하여 선정된 홍수량에 따른 적성~섬진강댐의 홍수위 계산을 하는 순서로 확률 강수량에 따른 홍수량 및 홍수위를 산정하였다. 이 때 분석지점은 적성수위표 상류의 우량관측소 11개 지점으로 섬진강댐(SD), 오수천 합류전(S1) 및 합류후(S2; 적성수위표 3 km 상류) 지점을 선정하였다. 확률강수량을 산정 그리고 우량관측소의 연속 1일 최대강수량을 이용하여 Normal, Two Parameter Log-Normal, Three Parameter Log-Normal, Gamma II, Pearson Type III, Log Pearson Type III, Extremal Type I, Extremal Type III의 8개 분포형에 대하여 분석하였으며, 각 방법에 대한 최적분포형을 결정하기 위한 적합도 검정은 Chi-Square검정과 K-S검정을 수행하여 최적분포형으로 Pearson Type III를 채택하였다.

* 공주대학교 건설환경공학부 교수
** 충남대학교 토목공학과 교수
*** 前충남대학교 토목공학과 교수
**** 한남대학교 토목공학과 교수
***** 충남대학교 대학원 석사과정

3. 빈도별 홍수량 산정

홍수량 산정 지점은 섬진강댐지점(SD), 오수천 합류전(S1), 오수천 합류후(S2)를 대상으로 하였다. 홍수량 산정시 섬진강댐에 의한 홍수조절의 영향을 받으므로 섬진강댐의 홍수조절량을 고려하여 하류로 수문학적인 추적을 하여 홍수량을 산정하였다. 홍수량을 산정하기 위하여 유역평균 강우량을 Mononobe의 강우강도식을 이용하여 시간강우를 계산한 후 강우의 크기 순으로 중앙에 집중하는 것으로 가정하였다. Nakayasu 단위도법을 이용하여 각 지점별 홍수량은 50년, 100년, 200년을 대상으로 하였으며 섬진강댐 지점(SD)은 Nakayasu 단위도법에 의해 빈도별 홍수량을 산정한 후 섬진강댐 지점의 홍수조절량을 Rigid ROM에 의해 산정하여 섬진강댐 지점(SD)의 홍수량을 산정하고 오수천 합류전(S1)은 빈도별 댐방류곡선을 S1지점까지 수문학적 홍수추적방법인 Muskingum방법에 의한 하도추적을 한 결과와 SD~S1유역의 빈도별 홍수량을 합하여 산정하였다. 단, SD~S1유역의 빈도별 홍수량은 S1지점의 빈도별 홍수량을 위와 같은 방법으로 하도추적을 하여 얻은 수문곡선을 Nakayasu 단위도법에 의해 산정된 S1지점의 빈도별 홍수량 곡선에서 감하여 산정하였으며 오수천 합류후(S2)는 S1 지점의 홍수량과 오수천 지류 유역의 홍수량을 합하여 산정하였다. 그 결과는 표 1과 같다.

표 1. 빈도별 각 지점의 홍수량 (단위 : m^3/s)

지 점	50년	100년	200년	비 고
섬진강댐(SD)	1,030	1,180	1,530	섬진강댐 방류일정율 = 60%
오수천합류전(S1)	1,560	1,590	1,750	
오수천합류후(S2)	2,415	2,560	2,830	

4. 방류 조건별 홍수 추적

하도추적에는 저류방정식을 이용하여 추적구간의 상류단으로부터 하류단까지 축차적으로 계산하는 Muskingum방법 및 저류함수법(Storage function method)에 의한 하도추적이 있다. 여기서는 Muskingum방법에 의한 하도 홍수추적을 수행하였다. 한편 50년 빈도에서 섬진강댐의 일정율이 20%, 15%일 때의 하류의 홍수량은 표 2와 같이 산정되었다. 또한 표 2에는 100년빈도의 홍수량이 유입할 때 댐상류의 용수공급 조건과 상류 및 하류의 홍수피해를 고려하여 산정한 최적방류량 $437 m^3/sec$ 일 때의 홍수량에 따른 지점별 홍수량을 제시하였다.

표 2. 섬진강댐 홍수량 방류조건에 따른 지점별 홍수량 (단위 : m^3/sec)

지 점	50년 빈도 일정율(R)=20%	50년 빈도 일정율(R)=10%	100년 빈도 최적방류량 (Rigid ROM)
섬진강댐(SD)	360	270	437
오수천합류전(S1)	1,067	934	1,100
오수천합류후(S2)	1,920	1,780	2,065

빈도별 홍수위를 산정하기 위한 기점수위는 섬진강유역유량측정조사보고서(1993)에서 제시한 적성지점의 수위-유량곡선에서 표 1의 S2지점의 빈도별 확률홍수량을 적용하여 선정하였다. 표 3은 적성지점의 빈도별 기점홍수위이다.

한편 표 2에 제시한 섬진강댐 최적방류량에 의한 S2지점의 기점홍수위는 79.22 m로 나타났다.

표 3. 적성지점 빈도별 기점 홍수위 (단위 : EL. m)

지 점	50년	100년	200년
기점 홍수위	79.65	79.85	80.38
수위-유량곡선	$Q=97.64(H-0.75)^{1.8919}$ 여기서, H = 환산수위, h = 실제수위, $H = h + 1$		
적성수위표 영점표고	74.45		

본 연구에서 적용한 하천단면과 조도계수는 섬진강수계종합정비계획보고서(1989)에 제시된 자료를 이용하였다. 섬진강 본류구간인 적성수위표지점을 기점으로 상류 30.63 km까지 총 168개 하천단면을 대상으로 하였다. 또한 수면곡선의 계산에서 적용한 조도계수는 표 4와 같다.

표 4. 조도계수

구 간	조도계수
기점 - 20.17 km	0.036
20.17 - 24.56 km	0.035
24.56 - 30.63 km	0.037

빈도별 홍수위는 표준축차계산법(Standard Step Method)을 이용하고 있는 HEC-2 프로그램을 이용하였다.

5. 홍수 소통 능력 평가 및 분석

본 연구 구간인 적성지점을 기점으로 상류 섬진강댐까지 30.63 km의 구간에서 섬진강댐의 방류 조건에 50년, 100년, 200년 빈도의 홍수량을 주요지점에 대하여 결정하고, 168개 단면에 대한 홍수위를 산정하였다. 현 제방고와 산정된 홍수위의 검토에서 현 제방고가 홍수위보다 낮은 지점을 표 5에 제시하였다. 표 5에서 알 수 있듯이 섬진강댐에서 유입홍수량의 60%를 방류하면 적성수위표 지점의 상류 6.59 km, 19.92 km, 23.96 km에서 월류가 발생하고, 50년 빈도의 15%, 즉 270 m³/s를 방류하여도 19.92 km 지점에서 월류가 발생한다.

표 5. 홍수위보다 낮은 제방고 지점(적성수위표기준)

50년		100년				200년		50년			
R = 60 %		R = 60 %		최적방류량		R = 60 %		R = 20%		R =15%	
좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)
6.59	19.92	6.59	19.92	-	19.92	6.59	19.92	-	19.92	-	19.92
-	23.96	-	23.96	-	-	6.98	23.96	-	-	-	-

한편, 우리나라의 하천시설기준에서 제시하고 있는 제방의 여유고를 고려하면 본 연구 구간은 1.2 m가 되는데 현 제방고가 홍수위와 제방의 여유고의 합보다 낮은 지점은 표 6에서 보는 바와 같이 많은 구간이 포함된다. 따라서 이들 지점에 대한 제방의 축조가 필요하다. 1989년 수행된 섬진강수계 종합정비계획은 100년 빈도로 계획되었으며, 홍수량에 의한 월류를 방지하고 하도의 통수능을 높이기 위하여 하천제방 축조계획을 제시하였다. 본 연구에서 산정된 홍수위와 현 하도의 제방고를 검토한 결과 계획된 제방이 축조될 경우 섬진강댐의 방류량이 표 1의 1,530 m³/sec를 방류하여도 제방의 월류는 발생하지 않는 것으로 나타났다. 한편, 1989년에 수행된 하천정비기본계

획에서 선정된 홍수량은 표 7에서 알 수 있듯이 본 연구에서 산정한 홍수량보다 크게 제시되어 있다. 이는 적용된 강수량의 기간에 따른 편차로 1988년 이후 1994년까지 본 연구의 강수량이 적은 결과이다. 이로 인해 계획된 하도의 통수능은 본 연구에서 계산된 100년 빈도 홍수량을 충분히 소통시킬 수 있다.

표 6. 현 제방고가 홍수위와 제방의 여유고의 합보다 낮은 지점

50년		100년				200년		50년			
R = 60 %		R = 60 %		최적방류량		R = 60%		R = 20%		R = 15%	
좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)	좌안 (km)	우안 (km)
2.19	0.21	2.00	0.21	6.59	13.90	0.49	0.21	6.59	13.90	6.59	19.92
6.19	5.98	2.19	2.62	20.32	19.73	0.74	2.62	20.32	19.73	-	23.96
6.36	13.90	6.19	5.98	21.73	19.92	0.91	2.98	-	19.92	-	-
6.59	14.10	6.36	13.90	-	23.96	1.00	5.98	-	23.96	-	-
6.98	15.31	6.59	14.10	-	-	1.07	7.90	-	-	-	-
12.09	15.52	6.98	15.31	-	-	1.28	9.92	-	-	-	-
12.49	15.71	12.09	15.52	-	-	2.00	15.52	-	-	-	-
14.10	18.11	12.49	15.71	-	-	2.19	13.51	-	-	-	-
19.73	18.51	14.10	18.11	-	-	6.19	13.90	-	-	-	-
20.32	19.73	19.73	18.51	-	-	6.36	14.10	-	-	-	-
20.48	19.92	20.32	19.73	-	-	6.59	15.07	-	-	-	-
20.72	23.96	20.48	19.92	-	-	6.98	15.31	-	-	-	-
21.73	26.38	20.72	23.96	-	-	7.15	15.52	-	-	-	-
22.13	-	21.73	26.38	-	-	12.09	15.71	-	-	-	-
22.73	-	22.13	-	-	-	12.29	18.11	-	-	-	-
24.56	-	22.73	-	-	-	12.49	18.51	-	-	-	-
-	-	24.56	-	-	-	14.10	19.52	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	16.11	19.73	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	19.73	19.92	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	20.32	22.13	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	20.48	23.96	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	20.72	24.36	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	21.32	26.38	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	21.93	28.50	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	22.13	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	22.73	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	24.56	-	-	-	-	-

표 7. 본 연구와 하천정비기본계획의 홍수량비교

지 점	50년		100년		200년		비 고	
	본연구 (R = 60%)	하천정 비기본 계획 (1989)	본연구		하천정 비기본 계획 (1989)	본연구 (R = 60%)		하천정 비기본 계획 (1989)
			R=60%	최 적 방류량				
삼진강댐 (SD)	1,030	1,590	1,180	437	1,810	1,530	2,040	삼진강댐 방류일정율 = 60%
오수천합류전 (S1)	1,560	2,020	1,590	1,100	2,220	1,750	2,420	
오수천합류후 (S2)	2,415	3,500	2,560	2,065	3,930	2,830	4,350	

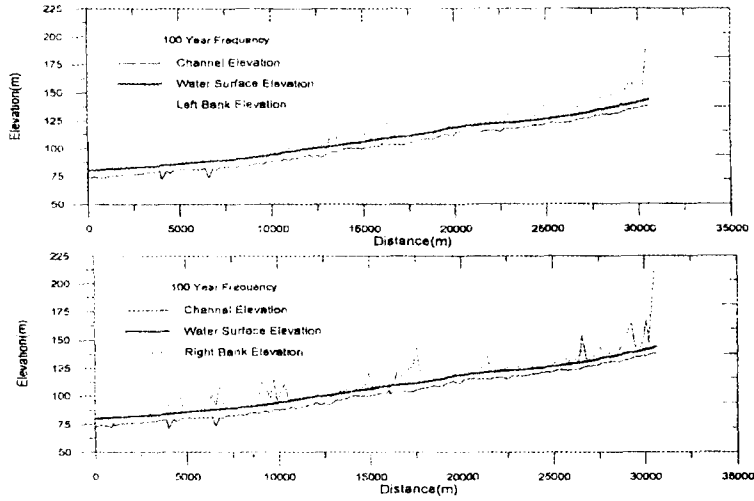


그림 1. 100년 빈도의 홍수량에 따른 홍수위, 좌안 및 우안 제방고 (R=60%)

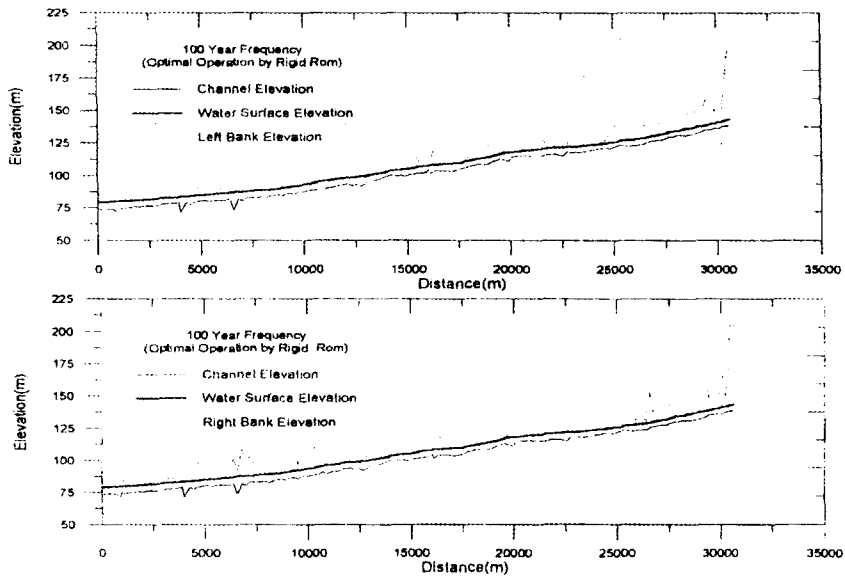


그림 2. 100년 빈도의 홍수량에 따른 홍수위, 좌안 및 우안 제방고(최적방류량)

6. 결론

본 연구에서 빈도별 홍수량에 따른 섬진강댐 하류의 유출을 분석한 결과 및 결론은 다음과 같다.

1) 섬진강 유역의 주요지점으로 섬진강댐 지점, 오수천 합류전 및 합류후 지점을 선정하고 관측 소별 강우량에 대하여 분포검정을 한 결과 Pearson Type III가 적합성을 가지므로 이를 적용하여 빈도별(50년, 80년, 100년, 150년, 200년) 지점별 확률강우량을 구하고 티센 가중치를 적용하여 유역 평균 확률 강우량을 구하였다. 그리고, 계산된 확률 강우량을 Mononobe 강우강도식에 의하여 중앙집중형으로 시간별 강우를 분포시켜 본 유역에 적합한 Nakayasu 단위도와 회선적분(convolution)함으로서 확률홍수량을 산정하였다.

2) 섬진강댐 하류에 홍수영향을 분석하기 위해서 방류조건으로 일정률 20%, 15% 방류 홍수량과 100년 빈도 홍수량(Rigid ROM)을 선택하였고, 이때 기점수위는 적성 수위표에서 빈도별 홍수량으로부터 수위-유량곡선으로부터 구하였다. 이때 기점수위는 79.22 m로 나타났다. 이런 조건으로 적성수위표지점을 기점으로 상류 30.63 km의 총 168개 하천단면에 대하여 HEC-2에 의한 표준축차계산법을 적용하였다.

3) 섬진강댐 방류조건에 대하여 50년, 100년, 200년 홍수량에 대하여 하류영향을 분석한 결과 섬진강댐에서 유입홍수의 60%를 방류하면 적성수위표 지점의 상류 6.59 km, 19.92 km, 23.96 km에서 월류가 발생하였다. 그리고 50년 빈도의 15%를 방류하여도 19.92 km지점은 월류가 발생하는 취약지구임을 밝혀낼 수 있었다. 그러나, 1989년 수행된 섬진강수계 종합정비계획에서 하도 통수능을 증가시키기 위해서 하천제방 축조를 계획대로 제방이 축조될 경우 섬진강댐 방류량 1,530 m³/s에도 월류는 발생하지 않을 것으로 나타났고 본 연구에서 계산된 100년 빈도 홍수량도 충분히 소통시킬 수 있는 것으로 나타났다.

참고 문헌

1. 한국수자원공사, 섬진강 다목적댐 집단취락지역 건축물조사 측량보고서, 1985.
2. 건설부/산업기지개발공사, '82년 섬진강 저수지 퇴사량조사 및 수몰지표석 조사보고서, 1983.
3. 건설부/섬진강 홍수통제소, 섬진강 유역 유량측정 보고서, 1993.
4. 건설부, 섬진강수계 종합정비계획보고서, 1989.
5. HEC-2, US Army Corps of Engineers.
6. 한국수자원공사/한국수자원학회, 섬진강다목적댐 홍수배제능력조사, 1996.10.