

2011년 7월 홍수 시 경인아라뱃길의
홍수량 산정 및 홍수위 분석
Flood Discharge and Stage Analysis of GyeongIn ARA Waterway
for the July, 2011 Flood

권태영*, 이동훈**, 이재응***
Taeyoung Kwon, Donghoon Lee, Jaeung Yi

요 지

경인아라뱃길은 인천 서구 오류동과 서울 강서구 개화동을 연결하는 뱃길로 선박의 항해를 위한 주운수로와 두 개의 갑문으로 이루어져 있다. 홍수시 굴포천 상류유역의 홍수량이 열결 수로를 통하여 서해로 배제되며, 굴포천 하류유역의 경우 연결 암거를 통해 홍수량 일부를 서해로 방류한다.

본 연구에서는 2011년 발생한 7월 호우사상에 대하여 경인아라뱃길 유역의 홍수량 및 홍수위의 변화를 검토하였다. 강우-유출 모의는 Clark 유역추적법을 적용하여 14개의 소유역별 홍수량을 산정하였으며, Muskingum-Cunge 방법을 적용하여 하도추적을 수행하였다. 소유역에 대한 홍수도달시간과 저류상수는 각각 Kirpich 방법과 Russel 공식을 이용하였고, 유출곡선지수값은 AMC-III를 적용하였다. 강우자료는 서울기상청과 인천기상대의 2011년 7월 호우사상을 사용하였으며, 하도의 홍수위 분석은 부정류 해석방법을 이용하였다. 분석 결과, 경인아라뱃길의 각 지점 홍수위는 제방고보다 전체적으로 낮았다. 100년 빈도 홍수량에 대해서 홍수방어가 가능한 경인아라뱃길은 2011년 7월말 호우사상에 대하여 안전한 것으로 판단된다.

핵심용어 : 소유역별 홍수량, 강우-유출모형, 홍수위 분석

1. 서 론

굴포천은 홍수 시 한강의 수위가 높아지면 하천의 흐름이 정체되어 중, 상류에서 상습침수구간이 발생하는 하천이다. 1987년에는 굴포천유역의 대홍수로 큰 인명과 재산피해가 발생하였다. 이에 홍수량 일부를 서해로 방류하는 굴포천 방수로 건설을 시행하였다. 방수로는 호우기 일부 기간을 제외하면 연중 이용성이 떨어지기 때문에 서해와 한강을 연결하는 경인아라뱃길을 만들었다. 본 논문의 목적은 2011년 7월말 서울을 포함한 수도권 일대에 침수피해가 발생하였는데, 이 때 경인아라뱃길의 홍수위를 분석하는데 있다.

* 정회원 · 아주대학교 건설교통공학과 석사과정 · E-mail : mila1350@ajou.ac.kr

** 정회원 · 아주대학교 건설교통공학과 석사과정 · E-mail : otation@ajou.ac.kr

*** 정회원 · 아주대학교 환경건설교통공학부 교수 · E-mail : jeyi@ajou.ac.kr

2. 경인 아라뱃길에의 적용

2.1 2011년 7월 호우사상

지난 2011년 7월 24일 시작으로 29일까지 내린 우리나라 중부지방의 집중호우로 인하여 산사태, 하천범람, 하수구 역류 등 서울 도심과 수도권 일대가 침수되어 막대한 피해가 발생하였다. 유역면적을 고려하여 서울기상청과 인천기상대의 Theissen 가중치를 적용하여 다음 <표 1>에 나타내었으며, 서울기상청과 인천기상대의 강우 및 Theissen 가중치를 적용한 강우를 다음 <그림 1>에 나타내었다. 서울기상청 및 인천기상대의 48개년(1961~2008년) 강우자료를 기반으로 확률 강우량을 산정하였으며, <표 2>에 나타내었다. 2011년 7월 호우사상을 분석한 결과 확률 강우량(mm)은 재현기간 5~10년에 해당한다.

표 1. 인천 기상대, 서울 기상청 Theissen 가중치 적용

구 분	지배면적(m)	Theissen 가중치(%)
인천 기상대	147.9	92.4 %
서울 기상청	12.10	7.6 %
계	159.19	100.0 %

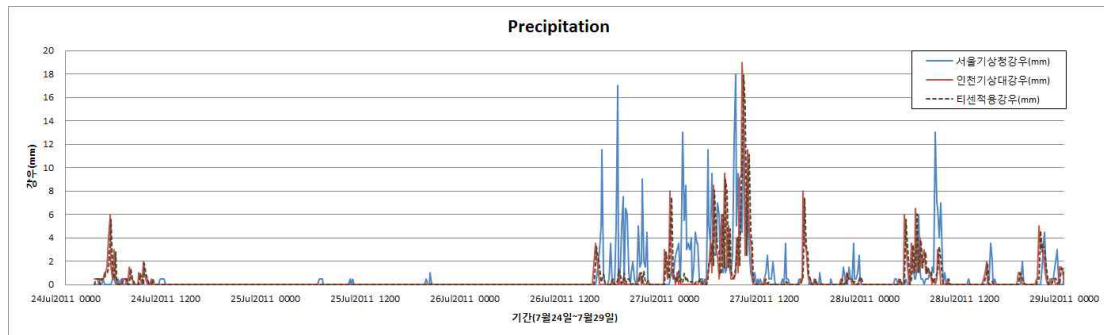


그림 2. 서울기상청 강우(mm)와 인천기상대 강우(mm)의 강우 분포도

표 2. 2011년 7월 호우사상 확률강우량 및 설계강우량

구 분	강우지속시간별 확률강우량(mm)							
	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	18시간	24시간	
급 회	64.9	88.2	106.5	152.4	178.1	196.5	209.3	
재 현 기 간 (년)	2	43.1	62.2	74.0	96.7	121.7	134.5	143.6
	5	58.1	84.5	100.8	133.3	174.5	194.4	211.4
	10	68.0	99.3	118.5	157.6	209.5	234.1	256.2
	20	77.5	113.5	135.5	180.8	243.1	272.2	299.3
	30	83.0	121.5	145.3	194.2	262.4	294.0	324.0
	50	89.8	131.8	157.5	210.9	286.6	321.5	355.0
	80	96.1	141.1	168.7	226.2	308.6	346.5	383.3
	100	99.1	145.5	174.0	233.5	319.1	358.4	396.8
	200	108.3	159.2	190.4	255.9	351.5	395.2	438.4
500	120.4	177.3	212.1	285.6	394.3	443.7	493.2	

2.2 경인아라뱃길 홍수량 산정

홍수량산정은 HEC-HMS모델을 사용하였으며 Clark 유역추적법을 이용하여 소유역별 홍수량을 산정하였고, 하도추적에는 Muskingum-Cunge방법을 사용하였다. 도달시간 및 저류상수의 경우 Kirpich 공식과 Russel 공식을 사용하였으며 유효우량산정으로는 NRCS 방법을 사용하였다. 홍수량 산정에 사용된 굴포천 상·하류와 경인아라뱃길의 모식도 및 산정된 홍수량을 <그림 2>, <표 3>을 통해 제시하였다.

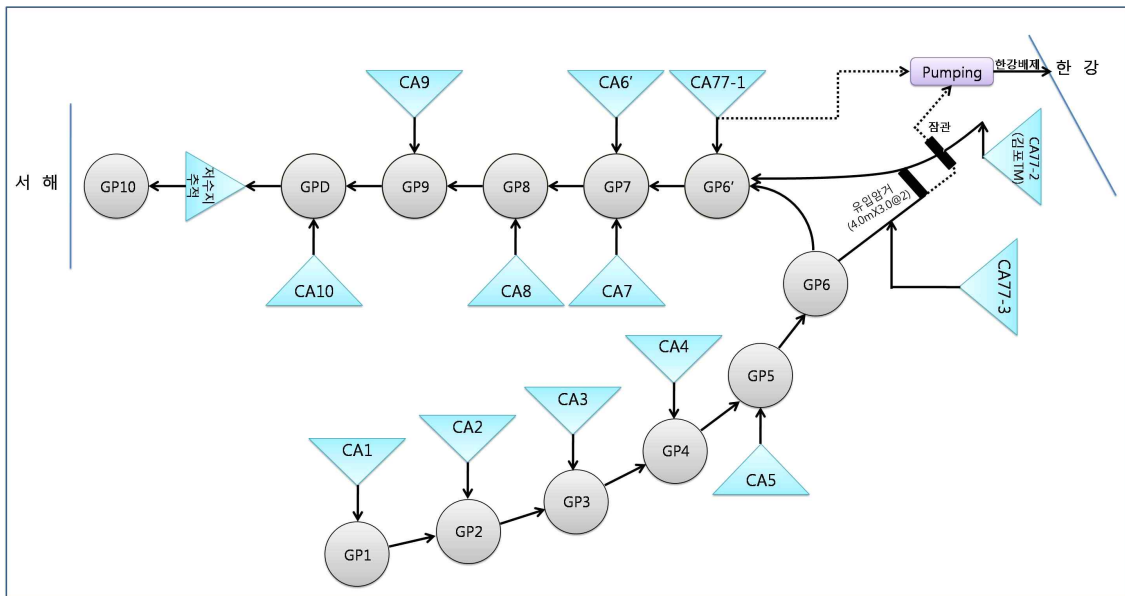


그림 3 굴포천 상·하류 및 경인아라뱃길 모식도

표 3 2011년 7월말 호우사상 홍수량(m^3/sec)

소유역	100년빈도 홍수량(/sec)	금회검토 홍수량(2011년)(m^3/sec)	홍수량 비교(m^3/sec)
CA1	135.95	90.4	45.55
CA2	212.98	140.7	72.28
CA3	208.85	137.9	70.95
CA4	216.87	144.4	72.47
CA5	197.27	131.4	65.87
CA6	272.21	182.7	89.51
CA6'	91.44	61.5	29.94
CA7	28.72	21.8	6.92
CA8	70.29	49.6	20.69
CA9	151.9	104.5	47.4
CA10	51.85	32.9	18.95
CA77-1	96.62	63.8	32.82
CA77-2	39.03	24.1	14.93
CA77-3	142.98	93.3	49.68

2.3 경인아라뱃길 홍수위 산정

홍수위산정은 HEC-RAS모형을 사용하였으며, 부정류 흐름(unsteady flow)방법을 적용하여 제방고 월류를 기준(EL. 2.7m)으로 홍수위를 분석하였다. 주요지점을 기준으로 홍수위에 대한 측점을 설정하여 주요지점 기준 측점과 주요지점별 홍수위를 <그림 3>, <표 4>로 제시하였다. 각 지점 최대홍수위는 제방고보다 전반적으로 낮은 것으로 확인하였다.



그림 4. 주요지점 기준 측점

표 4. 주요지점별 홍수위

구분	측점 (No.)	홍수위 (EL.m)		제방고(EL.m)		여유고(m)		제방여유고 기준(m)	비고
		금회검토	좌안	우안	좌안	우안			
굴포천 방수로구간	-70	4.74	6.00	6.00	1.26	1.26	1.00	① 서해배수문	
	0	4.70	6.00	6.00	1.3	1.3	1.00		
	70	4.81	6.00	6.00	1.19	1.19	1.00		
	140	4.90	6.00	6.00	1.1	1.1	1.00		
	265	5.01	6.50	6.50	1.49	1.49	1.00	② 시천교	
	375	5.16	6.50	6.50	1.34	1.34	1.00		
	410	5.21	7.35	7.35	2.14	2.14	1.00		
	505	5.33	7.35	7.35	2.02	2.02	1.00	③ 다남교	
	540	5.36	7.35	7.35	1.99	1.99	1.00	굴현교	
	635	5.42	7.35	7.35	1.93	1.93	1.00	굴포천1교	
	636.07	5.42	7.35	7.35	1.93	1.93	1.00	④ 연결수로중점	
1005	5.42	7.35	7.35	1.93	1.93	1.00	굴포천집합부		
1143	5.42	7.35	7.35	1.93	1.93	1.00	⑤ 김포터미널		
연결수로 구간	660	5.47	7.50	7.50	2.03	2.03	1.00	제1낙차공	
	680	5.56	7.50	7.50	1.94	1.94	1.00	⑥ 연결수로시점	
	700	5.60	7.50	7.50	1.9	1.9	1.00	본류분기점	
	770	5.99	8.10	8.10	2.11	2.11	1.00	⑦ 당미교상류	
굴포천 하류구간	0	5.63	6.34	6.34	0.71	0.71	0.60		
	12	5.62	7.38	6.25	1.76	0.63	0.60		
굴포천하류 방류수로구간	21	5.60	7.84	7.56	2.24	1.96	0.60		
	-3.1	5.64	6.95	7.35	1.31	1.71	0.60	⑧ 신곡양배수장	
	5	5.63	6.94	6.40	1.31	0.77	0.60	잠관통과후	

3. 결 론

2011년 7월말의 호우사상은 서울과 경기도 지역의 집중호우를 발생시켜 산사태 및 재산피해를 입혔다. 이번 논문의 목적은 상습침수구간이 발생하는 굴포천유역과 2011년도에 준공한 경인아라뱃길 유역에 2011년 7월말 호우사상으로 발생하는 홍수위를 분석하는 것이 이번 논문의 목적이었다.

홍수량산정은 HEC-HMS모형을 사용하였으며 Clark 유역추적법을 이용하여 소유역별 홍수량을 사정하였다. 분석한 결과 100년빈도 홍수량에 전체적으로 작게 산정되었다. 홍수위분석은 제방고 월류를 기준으로 HEC-RAS 부정류 모형을 사용하였다. 분석한 결과 서해배수문(No. -70)의 홍수위는 제방고(EL. 6.00m)에 EL. 1.26m나 못 미치는 것으로 확인하였다. 홍수 시에 굴포천 연결수로 구간을 통하여 굴포천 상류유역의 홍수량이 서해로 배제되는데, 굴포천 연결수로시점(NO. 680)의 홍수위는 제방고(EL. 7.50)에 EL. 1.94m나 못 미치고, 연결수로중점(NO.636.07)의 홍수위는 제방고(EL. 7.35)에 EL. 1.93m나 못 미친다. 전체적으로 제방여유고는 제방여유고기준보다 높은 것을 확인하였다. 경인아라뱃길은 100년 빈도 홍수에 대해 홍수방어가 가능하도록 설계하였다. 2011년 7월말 호우사상은 5~10년빈도에 해당하는 강우이며, 홍수위 분석으로 통하여 안전하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 한국수자원공사, (2009), 경인아라뱃길 사업 홍수처리계획 검토보고서
2. 한국수자원공사, (2011), 경인아라뱃길 사업 홍수처리계획 보완보고서