

GIS를 이용한 인위적 홍수방재구역의 설정

Establishment of Artificial a Flood Prevention Area using GIS

안창환*, 최 현*, 남광우**, 강인준***

Chang-Whan Ahn*, Hyun Choi, Kwang-Woo Nam**, In-Joon Kang***

경남대학교 토목공학과*, 경성대학교 도시공학과**, 부산대학교 토목공학과***

survey21c@nate.com, hchoi@kyungnam.ac.kr, kwnam@ks.ac.kr, ij kang@pusan.ac.kr

요약

본 연구는 화포천의 경우와 마찬가지로 하천 본류의 외수위가 하천의 내수위보다 높아 홍수 시 외수위의 범람을 방지하기 위해 본류와의 합류지점을 차단하여 유역 내 모든 홍수유출량을 하도가 부담해야하는 상황일 때, 하도가 부담할 수 있는 홍수유출량을 계산하고 GIS를 이용하여 유역내의 보다 공간적인 접근을 통하여 극한의 상황에서 초과되는 홍수유출량을 인위적으로 저류할 수 있는 홍수터를 사전에 설정함으로써 피해가 최소화 될 수 있는 방안을 마련하는데 대한 연구이며, 개발행위를 억제할 수 있는 홍수방재구역의 법적 제도를 마련하는데 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 연구목적이 있다.

1. 서론

최근 들어 하천의 제내지에 대한 개발 계획이 가속화 되면서 하천 제내·외지의 습지 및 홍수터의 토지이용도가 증가하여 홍수범람에 따른 수리학적, 지형학적 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 홍수 피해를 줄이기 위해서는 대상 유역의 홍수 유출 특성과 이에 따른 하천의 수위변화를 예측하는 수리학적 분석뿐만 아니라 하천 제내지에 대한 지형학적 분석과 연계하여 위험지역에 대한 정확한 분석을 통한 재해예방대책을 마련해야만 한다.

본 연구의 대상지역인 주천강 유역은 하천 본류의 외수위가 하천의 내수위보다 높아 폭우시 외수위의 범람을 방지하기 위해 본류와의 합류지점을 차단하여 유역 내 모든 홍수유출량을 하도가 부담해야하는 상황이다. 이를 위하여 한국농촌공사에서는 「동읍지구 배수개선사업 2003,10」

을 실시하여 유역내 유출홍수량에 대한 하도의 부담을 줄이기 위해 주천강 하구부의 배수장 증설 등의 계획을 진행 중에 있다. 따라서 본 연구에서는 먼저 한국농촌공사에서 진행 중인 배수개선사업의 이전단계를 현 상태로 보고, 배수개선사업의 이후상태를 개수후 상태로 설정하여 유역내 홍수유출량 중 하도가 부담할 수 있는 홍수량과 홍수위를 GIS를 이용한 수문학적 분석을 통하여 계산하였다. 그리고 극한의 상황에서 초과되는 홍수유출량을 인위적으로 저류할 수 있는 홍수방재구역을 GIS를 이용한 정확한 지형분석을 실시하여 적합한 위치를 사전에 설정함으로써 피해가 최소화 될 수 있도록 하였으며, 또한 홍수방재구역내의 개발행위를 억제할 수 있는 법적 제도를 마련하는데 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 연구목적이 있다.

2. 본 론

2.1 연구대상지역 수문분석

2.1.1 홍수량 산정

홍수방재계획은 일반적으로 다음과 같이 나누어진다. 먼저 1단계는 어떠한 재해가 발생하면 그에 따른 복구 및 구호대책을 세우는 것이 재해대책의 주요 수단이 되는 단계이다. 그리고 2단계는 법의 제정, 제방구축, 하천개수, 댐 건설 등의 구조적인 방재대책이 수립되는 단계로 많은 노력과 자본이 투입되는 단계이다. 마지막으로 3단계는 구조적 대책이 수립되었음에도 불구하고 구조적 대책만으로는 재해피해를 경감한다는 것이 비효율적임으로 토지이용규제 및 개발규제를 통한 홍수터관리와 홍수보험제도 등 비구조적 대책이 마련되는 단계이다.[1]

이러한 홍수 피해를 줄이기 위해서는 대상 지역의 홍수 유출 특성과 이에 따른 하천의 수위변화를 예측하는 수리학적 분석뿐만 아니라 하천 제내지에 대한 지형학적 분석과 연계하여 위험지역에 대한 정확한 분석을 통한 재해방지대책을 마련해야만 한다. 아래 그림은 연구대상지역인 주천강 유역의 지형특성인자 추출을 통한 홍수량 산정을 나타낸 것이다.

그림 1. 지형특성분석

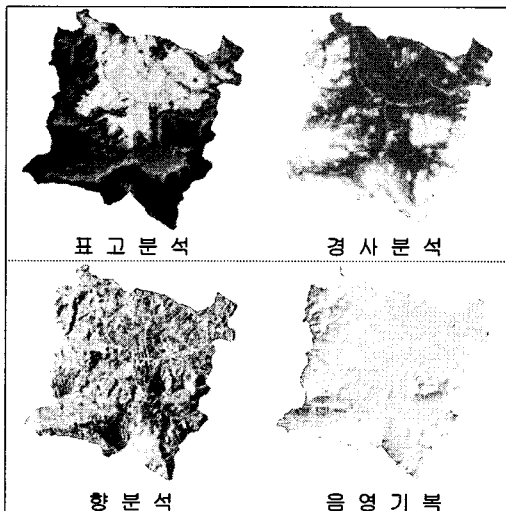


표 1. 지형특성분석 결과

지형특성	주천강 유역
유역면적 (Km ²)	6.64 km ²
유로연장 (Km)	5.04 km
유역평균폭 (A/L)	1.317
형상계수 (A/L ²)	0.261
평균고도 (m)	55.199 m
평균경사 (%)	10.3551 %
평균향(°)	158.1122°

그림 2. 토지특성분석

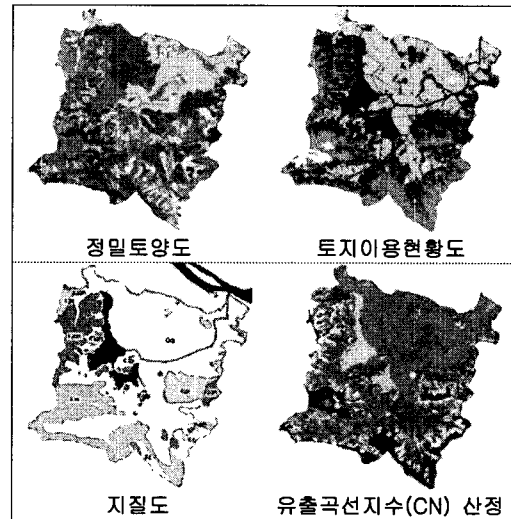


표 2. 기본 및 계획홍수량 산정

산정지점	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	홍수량 (m ³ /sec)				
			기본	현상상태		개수후	
				A	B	A	B
JC-0	93.26	17.74	2,399	186	140	151	66
JC-1	93.26	16.23	2,399	186	140	151	66
JC-2	89.89	15.38	2,297	185	139	150	65
JC-3	88.39	13.83	2,252	184	139	149	64
JC-4	88.00	13.47	2,240	183	137	149	64
JC-5	80.70	13.28	2,007	180	134	146	61
JC-6	74.31	11.74	1,829	174	128	140	55
JC-7	72.45	10.42	1,772	167	121	133	48
JC-8	69.65	9.82	1,676	164	118	128	43
JC-9	31.32	9.08	947	23	-	23	-
JC-10	30.62	8.42	923	21	-	21	-

주1) A = 유등배수장 배수능력 고려 안함.

B = 유등배수장 배수능력 고려함.

주2) 현 상태 유등배수장의 배수능력은 46.5m³/sec 배제

주3) 개수 후 유등배수장의 배수능력은 85.0m³/sec

본 연구의 대상지역인 주천강 유역은 일반적인 하천과 달리 유역 내에 한국농촌공사에서 관리하고 있는 큰 규모의 저수지(동판(가월)저수지, 주남저수지)가 존재하고 있다. 또한 홍수 시 낙동강의 외수위가 주천강의 내수위보다 높고 장시간 유지되므로 외수위의 범람을 방지하기 위해 수문을 차단함으로 실제 하천내 유입홍수량의 흐름은 초기에 상류에서 하류로 이동하다 다시 하류에서 상류로 역류하여 주남저수지로 흘러가는 특이한 현상이 나타난다. 그래서 개념적 흐름을 도입함으로써 수문분석을 실시하였다.

그림 3. 유출 모식도(외수위를 고려 안함)

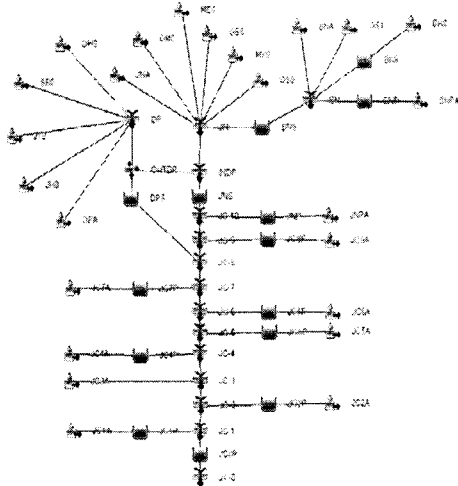
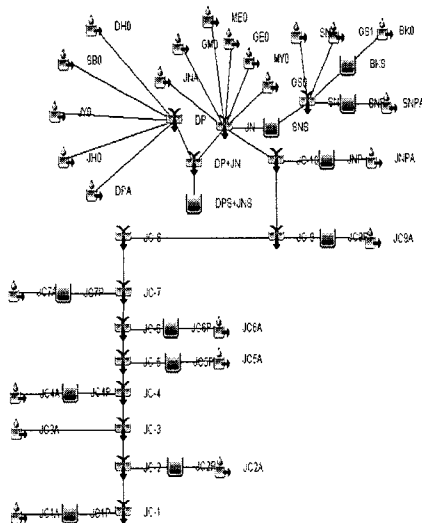


그림 4. 개념적 유출 모식도(외수위 고려)



앞에서 언급한 바와 같이 개념적 흐름에 대한 홍수량을 검토하기 위하여 현 상태, 개수후 상태에 대한 가정을 다음과 같이 설정하였다.

• 현 상태 홍수량 검토가정

- 1) 낙동강 외수위는 주천강 내수위보다 높다.
- 2) 동판(가월)저수지와 주남저수지의 내용적량이 통합되었다고 가정하고 유역내 모든 수리시설물은 유기적으로 운영되고 있다.
- 3) 동판(가월)저수지 및 주남저수지의 하류부에서 발생하는 홍수량을 전량 개념적 통합저수지에 유입되는 것으로 가정한다.
- 4) 통합저수지의 사수위는 EL.4.32m이고 홍수위는 EL.7.00m로 규정한다.
- 5) 낙동강 합류점에 위치하고 있는 유등배수장의 배재능력 46.5m³/sec이 개념적 통합저수지에서 직접 배제되는 것으로 가정한다.

• 개수후 상태 홍수량 검토가정

- 1) 낙동강 외수위는 주천강 내수위보다 높다.
- 2) 동판(가월)저수지와 주남저수지의 내용적량이 통합되었다고 가정하고 유역내 모든 수리시설물은 유기적으로 운영되고 있다.
- 3) 창원시 한국농촌공사에서 2003년 동음지구 배수개선사업계획을 수립하여 홍수 조절 시설물 계획을 반영한다.
- 4) 동판(가월)저수지 및 주남저수지의 하류부에서 발생하는 홍수량을 전량 개념적 통합저수지에 유입되는 것으로 가정한다.
- 5) 개념적 통합저수지의 사수위는 EL.3.00m이고 홍수위는 EL.7.00m로 규정한다.
- 6) 낙동강 합류점에 위치하고 있는 유등배수장의 배재능력 85.0m³/sec이 개념적 통합저수지에서 직접 배제되는 것으로 가정한다.

위와 같은 가정을 통하여 통합저수지의 빈도별 홍수량을 현 상태 및 개수후 상태로 나누어 재해발생 예상시간을 계산하였다.

그림 5. 현 상태 통합저수지 수위상승곡선

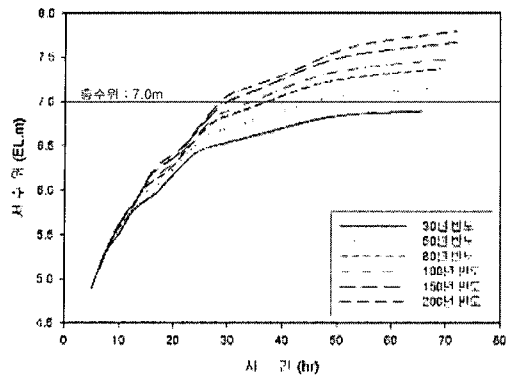


표 3. 현 상태 통합저수지 재해예상시간

구 분	빈도별 재해발생 예상시간				
	50년	80년	100년	150년	200년
사수위 (EL.m)	4.32	4.32	4.32	4.32	4.32
홍수위 (EL.m)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
재해발생 예상시간 (hr)	46.70	36.59	33.63	30.07	29.15

그림 6. 개수후 통합저수지 수위상승곡선

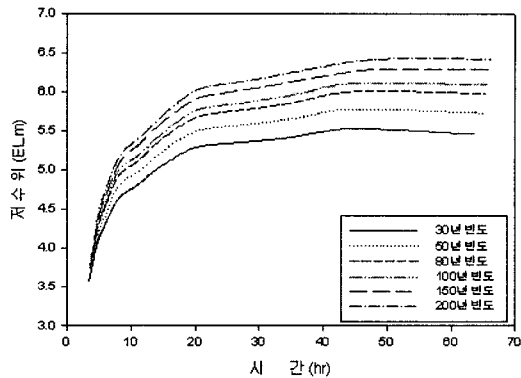


표 4. 개수후 통합저수지 재해예상시간

구 분	빈도별 재해발생 예상시간				
	50년	80년	100년	150년	200년
사수위 (EL.m)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
홍수위 (EL.m)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Peak 저수위 (EL.m)	5.78	6.01	6.11	6.29	6.42
Peak 시간 (hr)	44.83	45.17	45.17	48.67	48.83

위의 표에서 보는바와 같이 현 상태에서의 통합저수지 재해예상시간은 1일9시간 38분에 발생한다. 따라서 홍수 예·경보시스템을 구축하여 폭우시 재해발생예상시간 이전에 홍수 예·경보를 발령하는 것이 바람직 할 것으로 보인다.

그리고 개수후 상태에서는 위 표의 통합저수지 Peak시간 이후부터 저수위가 지속적으로 하강함으로써 폭우시 유역내 유입홍수량의 통제가 가능할 것으로 판단된다.

2.1.2 연구대상지역 홍수위 분석

연구대상지역의 홍수위를 분석하기 위해서 미육군공병단에서 개발된 Hec-RAS Model을 사용하여 1차원 수면형을 계산하였다. 그리고 현 상태 홍수위의 조건은 낙동강의 외수위가 주천강의 내수위보다 낮은 일반적인 흐름일 때이고, 개수후 상태 홍수위는 낙동강의 외수위가 주천강의 내수위보다 높은 경우일 때를 가정한 것이다.

그림 7. 현 상태 홍수위

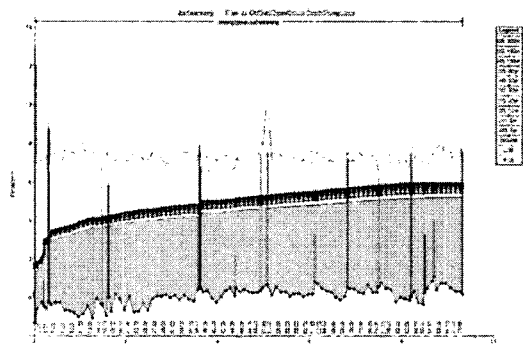
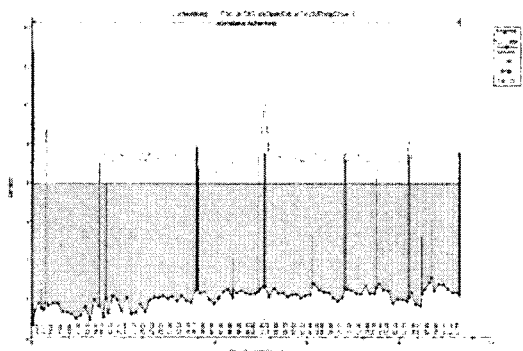


그림 8. 개수후 상태 홍수위



2.2 극한상황에서의 방재대책

본 연구에서 가정한 여러 상황에서의 수문분석에 따르면 창원시와 한국농촌공사에서 진행 중인 「동읍지구 배수개선사업 2003,10」이 완료되면 유역내 홍수유출량에 대한 하천의 홍수분담은 안전할 것으로 예상된다. 그러나 폭우나 태풍시 하천 하구부에 설치되어 있는 배수장이 정전 등에 의하여 가동이 불가능할 경우에는 연구대상지역내 모든 재해조건 중 가장 위험한 상태가 된다.

물론 이러한 상황을 방지하기 위하여 전력선의 인입(복선) 및 기타시설에 대한 안전에 만전을 기하여야 하나, 극한의 상황이 고려되어진 방재대책이 필요함으로 배수장의 가동이 불가능한 상황을 가정하였다. 배수장의 가동이 불가능해지면 이를 위하여 배수장의 유출홍수량의 강제배제 능력 크기만큼의 용적량을 확보하기 위해 주남, 동판저수지를 준설하여 용적량을 확보하여야 하나 2008 람사총회의 개최지역으로 우포늪과 함께 주남, 동판저수지는 우리나라 철새 도래지로써의 환경적 가치가 매우 크므로 단순히 용적량 확보를 위한 준설보다는 수질개선을 고려한 점진적인 준설이 필요하다. 이를 위해서는 상당한 시간이 필요함으로 준설이 완료되는 시점까지 부족 용적량을 일시에 가둘 수 있는 홍수방재구역을 설정하는 방안을 연구하였다.

그림 9. 김해 한림배수장 침수 전경



그림 10. 배수장 On, Off시 저수량 곡선도

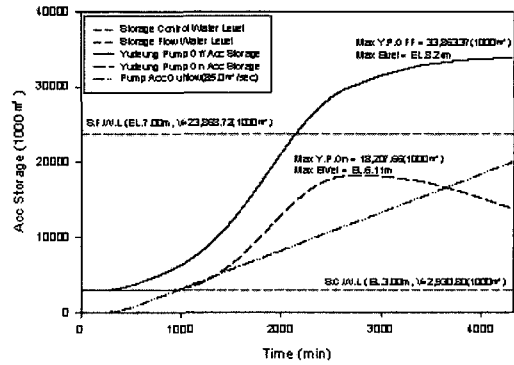


표 5. 통합저수지의 부족용적량

구 분	유입량 (1000 m ³)	비 고
유등배수장 가동불가	33,863.77	Pick저수위를 기록한 2일 지속강우(계획빈도)
통합저수지 용적량	23,868.73	
통합저수지 부족용적량	9,995.04	

그림 11. 홍수방재구역의 설정

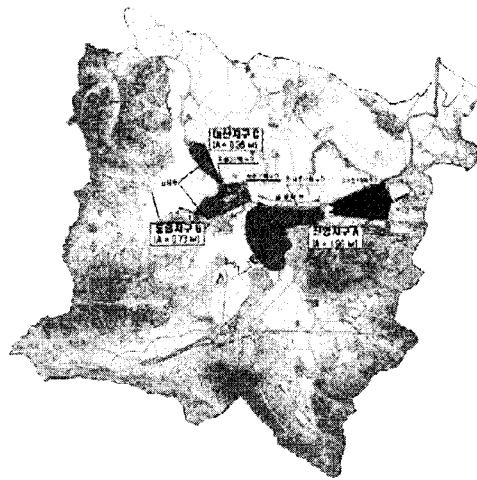


표 6. 홍수방재구역의 설정

지구명	부족 용적량 (1000 m ³)	홍수방재지역 가정		
		침수심 (m)	면적 (km ²)	용적량 (1000 m ³)
진영지구A	-	3.3	1.96	6,468.0
동읍지구B	-	3.2	0.73	2,336.0
대산지구C	-	3.3	0.38	1,254.0
계	9,995.04		3.07	10,058.0

3. 결론

본 연구는 하천의 외수위의 범람을 막기 위해 본류와의 합류점을 차단했을 때 하도가 부담할 수 있는 홍수유출량을 계산하고 GIS를 이용하여 유역내의 보다 공간적인 접근을 통하여 극한의 상황에서 초과되는 홍수유출량을 인위적으로 저류할 수 있는 홍수방재구역을 사전에 설정함으로써 피해가 최소화 될 수 있는 방안을 마련하는데 대한 연구로서 그 연구결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 현 상태에서의 재해예상시간은 1일9시간38분에 발생한다. 따라서 홍수 예·경보 시스템을 구축하여 폭우시 재해발생예상 시간 이전에 홍수 예·경보를 발령하는 것이 바람직할 것으로 보인다.
- 2) 개수후 상태에서는 유역내 모든 수리시설물은 유기적으로 운영되고 있다는 가정 하에서 통합저수지 Peak시간 이후부터 저수위가 지속적으로 하강함으로써 폭우시 유역내 유입홍수량의 통제가 가능할 것으로 판단된다.
- 3) 폭우시 가장 중요한 수리시설물인 유등배수장의 가동이 불가능하다는 가정 하에서 이를 방재할 수 있는 홍수방재구역을 설정함으로써 극한의 재해 상황을 대비하였다.
- 4) 유출홍수량이 하천의 상류에서 하류로 흐르다 본류와의 합류부의 차단으로 다시 상류로 흘러 주남, 동판저수지로 흘러갈 때 특정지점에서의 수위가 일시에 상승할 수도 있으므로 2차원 유한요소모형인 RMA를 이용하여 보다 면밀한 시뮬레이션이 필요할 것으로 판단된다.
- 5) 주남, 동판저수지는 유역내 유출홍수량을 부담하는 아주 중요한 수리시설로써 현재까지 퇴사량에 관한 연구가 전무했다. 따라서 퇴사량에 대한 정확한 검토를 통하여 수질정화를 검할 수 있는 준설을 주기적으로 실시하여야 할 것으로 판단된다.

참고로 본 연구에서 사용한 용어의 정의는 (1) 창원시와 한국농촌공사에서 진행 중인 「동읍지구 배수개선사업 2003,10」의 이전단계를 현 상태로 보고, 배수개선사업의 이후상태를 개수후 상태로 설정하였다.

(2) 본 연구에서 사용한 홍수방재구역이라는 용어는 월류제방, 즉 제방의 일부를 낮게 해서, 일정 수위 이상의 홍수를 월류하게 만든 후 이때 월류한 홍수량을 일시적으로 가둘 수 있는 하천구역에 포함되지 않는 농경지등에 인위적으로 설정한 지역으로써 홍수터라는 용어의 정의와는 다르다.

참고문헌

- [1] 고영찬, 김양수(1998), 홍수보험제도 도입방안 연구, 국립방재연구소
- [2] 경상남도(2006), 주천강 하천정비 기본계획
- [3] 경상남도(2006), 화포천 하천정비 기본계획(보완)
- [4] 창원시, 한국농촌공사(2003), 동읍지구 배수개선사업
- [5] 건설교통부(2005), 하천설계기준해설