

방수로를 이용한 치수효과 분석(굴포천방수로를 중심으로)

The Analysis of Flood Control effect by Tailrace

정의택*, 안제식**, 황재충***, 정보해****

Eui Taek Jung, Je Sik Ahn, Jae Choong Hwang, Bo Hae Jeong

요 지

최근 여름철 기상이변과 계절라성 집중호우로 인해 대도시 유역의 첨두홍수량은 급격히 증가하고 있으나, 대도시 지역은 비도심 지역에 비해 하천 확폭이나 제방 증고에 많은 제약이 있다. 이에 대한 도심지역의 홍수 예방대책으로 유역을 전환시키는 방수로는 하천통수능력을 초과하는 홍수량을 유역상류부에서 호수나 바다로 방류할 수 있어 하류지역 홍수부하량을 감소시켜 침수피해를 막을 수 있는 매우 효과적인 방안이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 현재 사업 진행중인 굴포천방수로를 통한 굴포천 유역의 치수효과를 수치해석 및 실제 홍수처리 사례를 통해 분석하고자 한다.

핵심용어 : 방수로

1. 서 론

홍수조절 방법에는 다목적 조절지, 하천정비, 우수유출 억제시설, 기타 구조물 등 여러 방법이 있는데, 그 중 가장 대표적인 방법은 댐과 우수지의 건설 및 하천정비이다. 그러나 대도시 지역은 비도심 지역에 비해 하천 확폭이나 제방 증고에 많은 제약이 있어 도심지역의 홍수 예방대책으로 유역을 전환시키는 방수로는 하천통수능력을 초과하는 홍수량을 유역상류부에서 호수나 바다로 방류할 수 있어 하류지역 홍수부하량을 감소시켜 침수피해를 막을 수 있는 매우 효과적인 방안이라고 할 수 있다.

방수로(放水路)는 하도의 홍수소통능력보다 더 큰 홍수로가 필요할 때 기존의 홍수소통능력을 초과하는 홍수량을 방류하기 위한 시설로서, 강의 흐름의 일부를 분류(分流)하여 호수나 바다로 방출하기 위해 굴착하여 하천의 유량을 조절하는 인공적인 치수목적의 수로(水路)를 의미한다.

방수로는 홍수 피해의 가능성을 줄일 수 있고, 시행방법에 따라 친수환경의 조성 등 도시미관을 증진시킬 수 있으므로 최근의 상황을 개선시킬 수 있는 실용적인 방안이라고 할 수 있다. 또한 최근에는 도시지역에서 용지확보의 어려움과, 하류측 방류조건의 제한 등으로 근본적인 치수대책 수립을 위하여 유역전환 방식 및 지하방수로의 활용이 증가하고 있다.

본 연구는 현재 진행중인 국내 도심하천에서 방수로를 이용한 대표적인 치수대책인 굴포천 방수로사업을 중심으로 치수효과를 분석코자 한다.

2. 굴포천 방수로 개요

굴포천은 한강 하류부 좌안에 위치한 하천으로, 인천광역시 남동구 간석동에 위치한 철마산(EL.201m)에서 발원하여 인천광역시 계양구의 도심지와 산업단지를 거쳐 부천시를 통과, 김포시 고촌면 신곡리에 이르는 지방2급 하천이다. 유역의 지형학적 특성으로는 방수로부를 포함한 총유역면적 159.19km², 유로연장 34.62km,

* 한국수자원공사 수자원개발처 · E-mail : jet@kwater.or.kr
** 한국수자원공사 수자원개발처 · E-mail : ajs1@kwater.or.kr
*** 한국수자원공사 수자원개발처 · E-mail : vante96@kwater.or.kr
**** 한국수자원공사 수자원개발처 · E-mail : pantera80@kwater.or.kr

평균표고 EL.28.45m, 평균경사 5.00%이고, 전체유역의 40%가 EL.10.0m 이하로 한강측 계획홍수위 EL.10.6m 보다 낮은 지역으로 구성되어 있다. 하상경사가 매우 완만하며 하폭이 좁아 한강본류의 외수위가 상승하면 자연배수가 불가능하여 중·하류 저지대는 적은 강우에도 상습적인 침수피해를 입고 있다.



그림 1. 굴포천 유역도

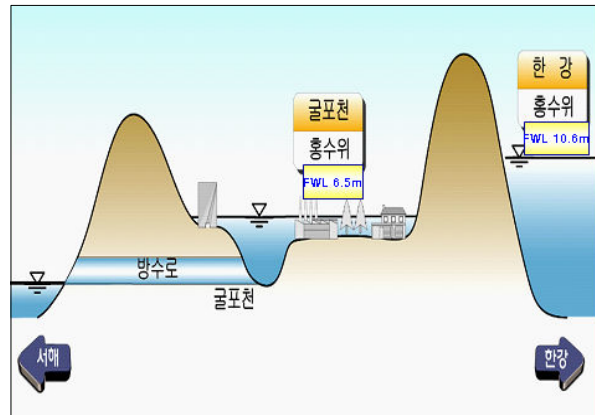


그림 2. 굴포천방수로 개요도

1987년 대홍수를 계기로 1988년에 굴포천 유역의 치수대책 수립을 위하여 종합적인 조사를 실시하였으며, 이를 근간으로 1991년 12월에 반복적인 침수피해를 겪고 있는 굴포천 유역의 만성적 홍수피해를 근본적으로 해소하기 위해 굴포천유역 종합치수사업 기본계획이 수립되었다. 이는 굴포천 상류에서 발생하는 홍수량(100년빈도, 1,030m³/s)을 한강으로 흐르는 기존의 굴포천 개수 및 한강측에 유수지(350만m²) 건설과, 서해측으로 저폭 40m, 길이 15.2km의 인공 굴착수로인 방수로 및 유수지(410만m²)를 신설하여 한강으로 530m³/s, 서해로 500m³/s로 나누어 분담하는 계획이다. 이를 토대로 하여 1992년 10월에 굴포천종합치수사업(방수로) 설계를 완료하여 1992년 12월에 방수로 건설공사를 착수하였다. 1994년 4월에 치수적 안정성 및 신공항고속도로 토석제공 등 타사업간 연계의 효율성 등을 감안하여 저폭 80m의 방수로를 통하여 홍수전량을 서해로 일괄배제하는 방식으로 치수계획을 변경하여 2000년까지 연장 약 8.5km(하폭 35~110m)의 굴포천 본류 개수와 방수로 연결수로(1.3km, 하폭 80m) 및 서해배수문(B12.5×L9.5m×4문)의 건설을 완료하였다.

서해로의 홍수배제를 위한 방수로의 건설은 1996년 10월에 저폭 80m의 방수로를 선박운항을 위하여 100m로 확장하는 경인운하사업에 포함되어 추진되었으나, 경인운하사업이 지연되면서 굴포천 유역의 시급한 홍수처리를 위하여 2001년 7월에서 2003년 6월까지 저폭 20m(연장14.2km)의 임시방수로를 굴착하였다. 이후 경인운하사업은 재검토 후 추진토록 하고, 방수로는 당초 계획대로 저폭 80m로 우선 시행하는 정부의 정책결정으로 2005년 방수로 추가 확장공사에 착수하여 2007년까지 저폭 60m의 굴착을 완료한 상태이며, 2008년까지 저폭 80m 확장 완료를 목표로 추진 중에 있다.

3. 치수효과 분석

3.1 수치해석에 의한 치수효과 분석

방수로 규모별 치수효과 분석을 위한 침수면적 산정방법의 기본 원리는 굴포천 상, 하류부 제방 월류에 따른 가상의 저류지(횡월류 구조물)에 저류되는 양을 침수량으로 산정하였으며, 홍수범람 해석시의 매개변수 및 경계조건은 다음과 같다.

매개변수	경계조건
·하도 조도계수 ⇒ 1차원 수치모형의 매개변수 적용	·서해 및 장도배수문 ⇒ 1차원 수치모형과 동일 입력조건 ·신곡 및 굴포천 임시 펌프장 ⇒ 총 56m ³ /s 배제용량 적용 ·최적 홍수처리(조절) 계획에 의한 굴포천 연결수로 지점 체절 계획 고려

표 1. 모형의 매개변수 및 경계조건

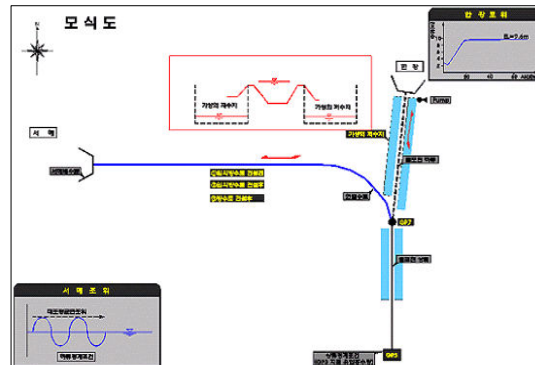


그림 3. 침수면적 산정 모식도

홍수범람 해석은 Hec-Ras 모형을 이용하여 100년빈도 설계홍수량(1,188cms)을 기준으로 방수로의 규모별(저폭 20, 40, 60, 80m) 침수량-침수위-침수면적을 산정하여 분석한 결과 방수로의 저폭이 80m일 때 굴포천 유역의 침수피해가 완전히 해소됨을 알 수 있었다. 방수로 규모별 침수현황은 다음과 같다.

표 2. 방수로 규모별 침수현황

방수로 규모	침수량 (10 ³ m ³)	침수위 (EL.m)	침수면적 (km ²)	침수피해해소율 (%)	비고
건설전	34,443	7.30	24.21	-	100년빈도
저폭 20m	19,476	6.65	21.40	12	“
저폭 40m	7,681	6.08	19.19	21	“
저폭 60m	4,091	5.79	9.10	62	“
저폭 80m	-	-	-	100	“

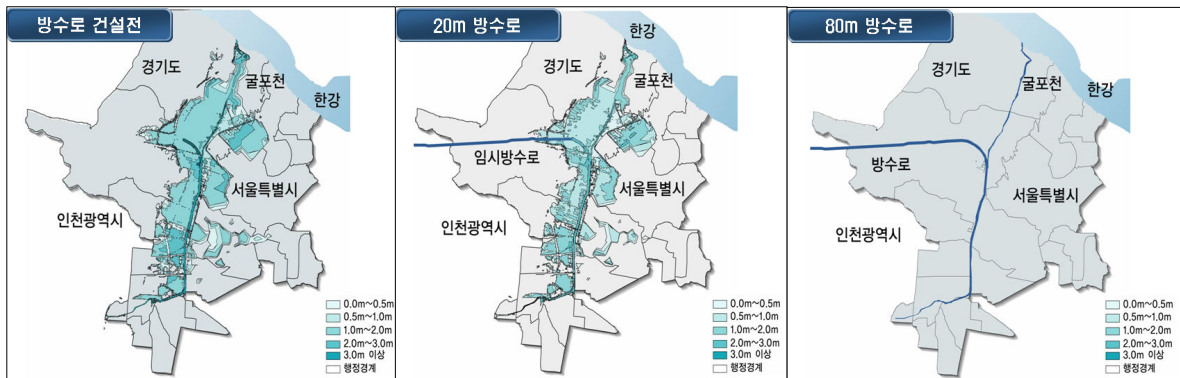


그림 4. 방수로 규모별 침수현황도

3.2 운영과정에서 실제 홍수처리에 의한 치수효과 분석

굴포천 유역의 100년빈도 홍수처리를 저폭 80m 굴착을 목표로 사업을 추진중으로, 공사기간중 굴포천 유역의 홍수처리를 위하여 단계별 방수로 확장방안을 수립하여 '02년도에 저폭 20m, '06년도에 저폭 40m, '07년도에 저폭 60m, 최종 80m 방수로 확장은 '08년도를 목표로 추진중에 있다. '02년 굴포천 저폭 20m 방수로가

개통된 이후 현재까지 굴포천 유역의 홍수를 수십차례 방수로로 통하여 서해로 방류하였으며, 이중 가장 큰 강우가 발생한 '06년 7월을 기준으로 운영과정에서 실제 홍수처리에 의한 치수효과를 분석하였다.

'07.7.12일, 7.16일 경기 북부지역을 중심으로 극심한 호우가 발생하였으며, 굴포천 유역에도 약 10년빈도에 해당하는 219mm/day의 집중호우가 내렸다. '06.7.12일 강우에 대한 유출해석결과 첨두홍수량은 795m³/s로 약 15년 빈도에 해당하는 홍수량으로 이중 굴포천 방수로(저폭 40m)를 통해 약 86%인 684m³/s를 서해로 방류하였다.

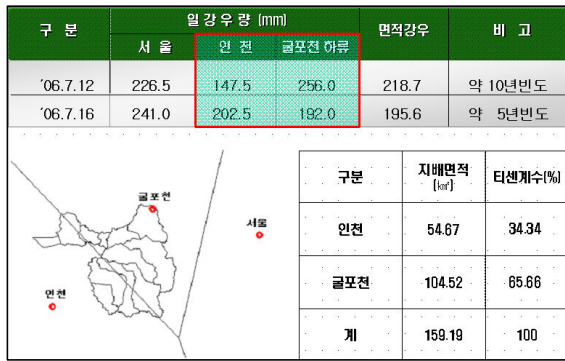


그림 5. 수문현황

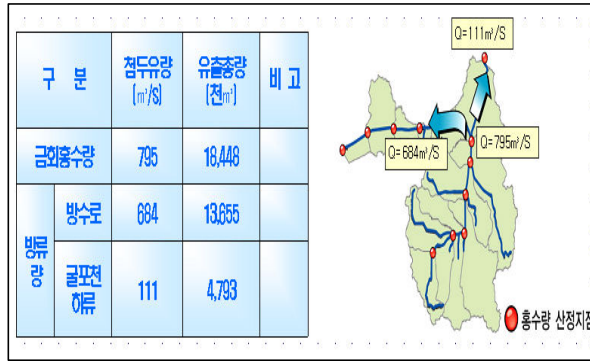


그림 6. 유출량

굴포천 방수로의 치수효과는 4.2.1항의 방법으로 방수로가 없을 경우 굴포천 상, 하류부 제방 월류에 따른 가상의 저류지(횡월류 구조물)에 저류되는 침수량과 이에 따른 침수면적을 산정하여, 방수로가 있을 경우를 대비하여 치수효과를 분석하였으며, '07.7.12일 집중호우시 굴포천 방수로(저폭 40m)를 통한 홍수 처리로 굴포천 유역 침수면적 약17km, 침수심 약 1m 경감효과가 발생한 것으로 검토되었다.

표 3. 굴포천유역 집중호우시 방수로 건설에 따른 치수효과 분석('06. 7월)

구 분	방수로 건설전	방수로 건설후	건설효과	비 고
유역면적(km ²)	169.8	169.8	-	
침수위(EL.m)	6.13	5.12	Δ1.01	실측수위
침수면적(km ²)	19.5	2.8	Δ16.7	
침수구역도			방수로 방류전경 	

4. 맺음말

최근 이상기후와 유역의 도시화 등에 따라 홍수량이 증가하고 있는 추세로 댐의 건설, 우수지 건설 등은 도시개발에 따른 시설물 설치의 한계성과 과도한 부지의 소모로 치수대책으로 추진하기는 어려운 실정이며, 홍수처리능력의 향상을 위한 하천폭의 확대는 주변 개발에 따라 매우 제한적으로 이루어 질수 밖에 없는 반면, 유역전환방식의 방수로는 상류측 홍수를 신속하게 배출하게 할 수 있으며, 하류측 홍수 부하량을 줄일 수 있어 유역의 도시화가 진행되거나 도심 유역에서의 치수대책으로 그 효과가 매우 크다 할 수 있다. 또한, 하류측 조위의 영향을 받아 홍수 소통에 제한이 있는 감조하천에 있어서도 치수대책으로서 대규모 저류지 건설보다는 유역의 홍수에너지를 신속하게 방류할 수 있는 근본적인 치수대책인 방수로 건설이 유리하다 할 수 있다. 이러한 관점에서 굴포천 유역은 도시화가 진행되어온 전형적인 지역으로 유역의 치수대책으로 방수로 건설은 매우 효과적이며, 근본적인 치수대책이 될 수 있다.

참고문헌

1. 건설교통부, 한국수자원공사. (2004) 굴포천방수로 II 단계 건설사업 기본설계보고서
2. 건설교통부, 한국수자원공사. (2004) 굴포천방수로 II 단계 건설사업 방수로 활용방안
3. 건설교통부, 한국수자원공사. (2004) 굴포천방수로 건설사업 실시계획변경 승인신청서
4. 건설교통부, 한국건설교통기술평가원. (2004) 방수로(지하)·분수로 설계기술 현황 조사 및 개발방향 수립
5. 김규호. (2004) 도시홍수 재해경감 기술. 한국수자원학회