



# 경인아라뱃길의 역할 - 굴포천 유역의 홍수조절



**황재총** |  
한국수자원공사 아라뱃길운영처 과장  
vante96@kwater.or.kr



**장홍배** |  
한국수자원공사 아라뱃길운영처 차장  
hbjang@kwater.or.kr



**김용명** |  
한국수자원공사 아라뱃길운영처 팀장  
kimym@kwater.or.kr

## 1. 경인아라뱃길의 개통

아라뱃길은 굴포천 유역의 홍수피해방지와 내륙주운을 통해 수도권 물류수송체계를 개선 및 국민 레저공간 확보를 위해 추진되었다.

1988년 굴포천 치수종합 대책을 시작으로 굴포천방수로 사업이 시작되었으며, 홍수시를 제외한 기간에 하천의 건전화, 수질오염 등이 예상되어 평상시에는 주운기능을 발휘할 수 있도록 아라뱃길로 전환하여 추진되어 2012년 5월 정식 개통하였다.

또한, 아라뱃길의 아라천은 2011년 1월 7일에 국토보전 및 국민경제에 미치는 영향을 고려하여 국가하천으로 지정·고시(국토해양부 고시 제 2011-3호)되었다.

## 2. 굴포천 개요

굴포천은 한강 하류부 좌안에 위치한 하천으로서 인천광역시 부평구에 위치한 철마산(EL. 201m)에서 발원하여 인천광역시 계양구의 도심지와 산업단지 및 부천시를 거쳐 김포시 고촌면 신곡리의 신곡 양·배수장에 이르는 총 유역면적 134km<sup>2</sup>, 유로연장 21km의 지방하천이다.

굴포천은 행주대교에서 하류 방향으로 2.3km 떨어진 한강 하류 좌안에 합류되는 지천이기 때문에 한강 본류 수위의 영향을 직접 받고 있다.

굴포천 유역은 홍수시 굴포천 수위가 한강 수위보다 낮아 자연배수가 되지않아 상승적인 침수 피해가 발생하였다.

하천 대부분이 저지대로 경사가 아주 완만하여 한강본류의 수위가 조금만 높아져도 자연배수가 되지 않고 오히려 역류가 발생한다. 따라서 이때에는 펌프에 의한 강제배수량에만 의존하게 되어 침

표 1. 굴포천 현황

<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>굴포천 개요</b></li> <li>- (시점) 인천시 부평구 철마산</li> <li>- (종점) 경기도 김포시 고촌면 태리</li> <li>- (유역면적) 134km<sup>2</sup></li> <li>- (유로연장) 21km</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>유역인구 150만명</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>굴포천 유역특성</b></li> <li>- 굴포천 유역의 약 40%는 한강 홍수위 (EL. 10.6m)보다 낮은 해발 10m 이하의 저지대로 <b>상승 홍수피해 발생</b></li> </ul>

수기간도 늘어나게 된다.

굴포천유역의 경우 49%가 시가화로 되어있으며, 유역에서 발생한 홍수는 대부분 도시내 우수관망을 통해 굴포천으로 방류되고 있는 실정이다.

### 3. 굴포천 홍수피해

굴포천 유역은 1987년도 집중호우를 시작하여 1990, 1998~2002년에 대규모 홍수가 발생하여 많은 피해가 발생하였다.

특히, 1987년 경인지역 집중호우시 16명 사망, 5,427명 이재민 발생 및 농경지 침수 등 약 420억원의 피해를 입었다.



그림 1. 1987년 홍수피해 침수지역



그림 2. 1987년 침수 전경(인천시 계양구)

산업발달과 함께 도시화, 농업화가 급속도로 진행되어 생활수준이 향상되고, 토지이용의 고도화로 인하여 과거와 동일규모의 홍수에도 그 피해양상은 대형화, 다양화되어 가는 경향을 보이고 있다. 굴포천 유역에서 발생한 최근의 주요 홍수피해는 다음과 같다.

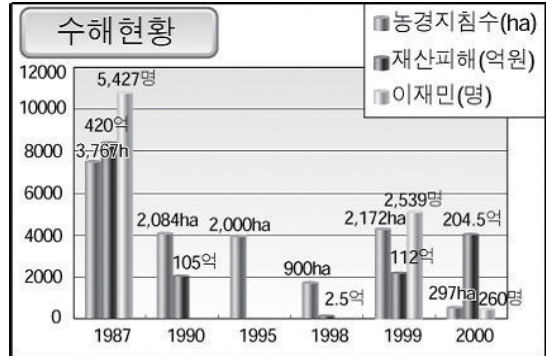


그림 3. 굴포천 홍수피해 현황

표 2. 굴포천 홍수피해 현황

구 분	1987년	1990년	1998년	1999년
• 기간	7.26~27 (2일간)	9.9~13 (5일간)	8.3~15 (13일간)	8.1~6 (6일간)
• 누계강우	343mm	369mm	566mm	534mm
• 24h최대강우	343mm	255mm	156mm	239mm
- 강우빈도	약40년	약10년	약3년	약8년
• 홍수피해	420억원	105억원	2.5억원	112억원
- 이 재 민	5,427명	567명	2,539명	2,539명
- 농지침수	3,767ha	2,804ha	890ha	2,172ha
- 공장침수	500업체	142업체		167업체
- 주택침수			563가구	631가구

침수피해원인
① 외수에 의한 내수배제 불량
② 급격한 도시화에 의한 유출율, 도달시간 증가
③ 기상이변
④ 유역 40%가 저지대
⑤ 피해잠재능 증가

굴포천 유역의 대홍수로 큰 인명과 재산피해가 발생하자 방수로를 신설하여 홍수량 일부를 서해로 방류하는 내용의 굴포천 치수대책을 수립하게 된다.

굴포천 유역(인천 계양·부평, 경기 부천·김포 등)은 40%가 한강 홍수위 이하의 저지대로 평상시

에는 하천이 한강으로 흐르나, 홍수시에는 한강수위가 굴포천 수위 보다 4m이상 높아 자연배수 불가능해지기 때문에 홍수피해 방지를 위해서는 굴포천 유역의 물을 서해로 직접 방류하는 방수로 건설이 필수적이었다.

#### 4. 홍수조절 체계

아라뱃길은 평상시와 홍수시의 배수체계를 달리 하는 이원화 체계로 구축되었다. 굴포천은 평상시에는 아라뱃길 사업 이전과 동일하게 한강으로 흘러가고, 홍수시에는 굴포천 하류부의 일부유역만 제외하고 전량 주운수로 통해 서해로 배제토록 되어있다.

강우로 인해 굴현보 지점의 수위가 상승하여 일정 수위(EL.4.7m) 이상이 되면 굴현보를 도복하여 주운수를 거쳐 서해배수문을 통해 방류된다.

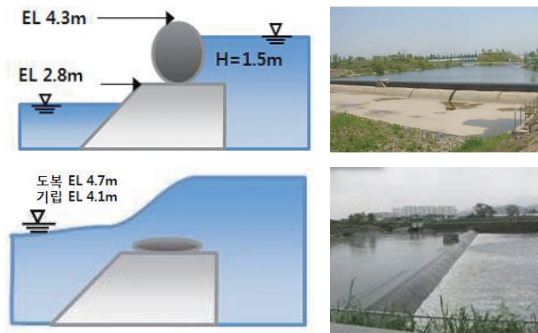


그림 4. 굴현보 모식도

굴현보는 일정수위에서 자동운영하도록 설정하였고, 서해배수문은 뱃길의 수위, 서해 조위 및 유입량에 따라 수문개도를 조정하여 방류한다.

굴포천 하류의 침수방지를 위해서는 하류의 수위가 상승하면 굴포천 잠관 수문을 폐쇄하고 주운수로 유입암거의 고무보를 도복시켜 아라뱃길로 굴포천 하류부(남측)의 유량을 유입시킨다.



그림 5. 주운수로 유입암거(좌), 굴포천 잠관(우)



- 총 문 수 : 4문
- 규 모 : B12.5 × H 9.5
- 계획방류량 : 1,480 m<sup>3</sup>/s

그림 6. 서해배수문



그림 7. 홍수처리 모식도

표 3. 홍수조절 체계

□ 평상시	□ 홍수시
<p>① 굴포천 상류부</p> <p>▶굴포천 → 굴현보 우안 배수문 → 굴포천 하류 → 잠관 → 굴포천 하류(북측) → 신곡양배수장 → 한강</p> <p>② 굴포천 하류부</p> <p>▶굴포천 하류(남측) → 잠관 → 굴포천 하류(북측) → 신곡양배수장 → 한강</p> <p>▶굴포천 하류(북측) → 신곡양배수장 → 한강</p> <p>▶아라김포여객터미널 유역 → 배수시설물 → 주운수로 → 서해</p> <p>③ 굴포천 유역외</p> <p>▶유역외 → 배수시설물 → 주운수로 → 서해</p>	<p>① 굴포천 상류부</p> <p>▶굴포천 상류 → 연결수로(굴현보 도복) → 주운수로 → 서해</p> <p>② 굴포천 하류부</p> <p>▶굴포천 하류(남측) → 유입암거(잠관 폐쇄) → 주운수로 → 서해</p> <p>▶굴포천 하류(북측) → 서부용배수문 → 주운수로 → 서해</p> <p>▶아라김포여객터미널 유역 → 배수시설물 → 주운수로 → 서해</p> <p>③ 굴포천 유역외</p> <p>▶굴포천 유역외 → 배수시설물 → 주운수로 → 서해</p>

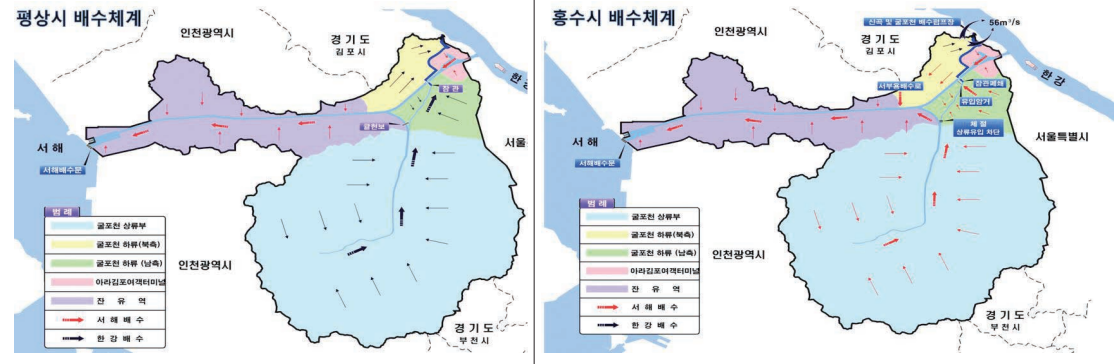


그림 8. 아라물관리상황실 전경

### 5. 홍수분석시스템

경인 아라뱃길 홍수기 주운수로 운영에 필요한 의사결정을 지원하기 위해 강우, 수위, 선박 통항 상황 및 시설물 운영을 감시하고 제어할 수 있는 실시간 감시·제어시스템인 아라천 물관리시스템을 개발하였으며, 이와 연동해 홍수시 주운수로 수위변동을 예측할 수 있는 홍수분석시스템을 개발하였다.

주운수로의 효율적인 운영을 위해서는 주운수로 내 홍수관리를 비롯해 유수소통, 수질, 결빙대책, 유사관리 등 다양한 물관리기법이 필수적이다.

아라천 물관리시스템은 유역 내에서 치수관리, 이수관리, 하천환경관리 등 물관리에 필요한 제반 현황을 실시간으로 예측하여 안전한 선박운항 및 수자원의 효율적인 이용에 관한 결정을 내릴 수 있도록 지원해 주는 의사결정 지원 시스템이다.



그림 9. 아라천 물관리시스템 구성도

K-water는 홍수기 아라천운영 의사결정을 위해 강우 DB, HEC-HMS 및 HEC-RAS를 순차적으로 자동화 계산이 가능한 통합홍수분석시스템을 자체 개발하였다.

홍수분석시스템은 실시간 홍수분석을 위한 모형 및 GUI를 개발하였으며, 미공병단수리연구소 HEC와의 공동연구를 통해 아라뱃길 내 다양한 수리구조물인 보, 수문, 암거 등을 완벽히 재현해 내었다. 이를 통해 홍수기 고유속 및 고수위 발생이

예상되는 경우에는 관제시스템과 실시간으로 연계하여 Port-MIS 등의 선박통항관리를 지원할 수 있다.

홍수분석시스템은 주운수로를 포함한 굴포천 유역에 강우로 인해 발생한 홍수량을 산정하고 주운수로 수위변동을 예측, 기상예보와 연계하여 실시간 주운수로 홍수관리를 지원토록 하였다.

홍수분석시스템은 유출모형인 HEC-HMS, 수리모형인 HEC-RAS, 자료관리모형인 HEC-DSS로 구성된다.

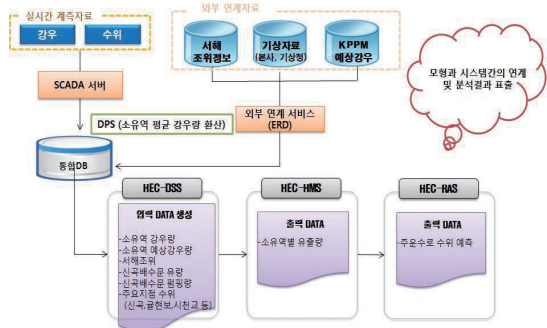


그림 10. 홍수분석 모형 입출력 연계도

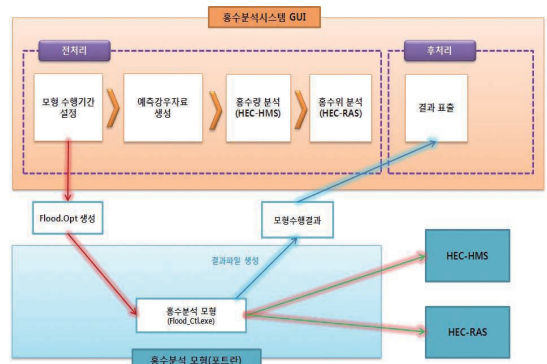


그림 11. 홍수분석 모형 시스템 구성도

굴포천 상류 및 서해조위를 종합적으로 고려하여 운영자가 강우 예보 자료를 이용하여 아라천 유역의 홍수정보 및 각 지점별 수위를 모의예측 할 수 있어 과학적인 분석이 가능하다.

### 6. 홍수조절 사례

최근 몇 해 중 2010년 9월에 굴포천 유역에 가장 많은 비가 내렸으며, 1987년 7월 대홍수와 유사한 호우사상이었다. 총 강우량에는 다소 차이가 있지만 시간최대 및 6시간 최대 강우량은 비슷하였다. 아라뱃길 공사가 한창 진행되던 시기였지만 방수로는 대부분 완료되어 방수로 역할을 할 수 있는 상황이었다.

표 4. 1987년 및 2010년 강우량

구 분	1987년 대홍수	2010년 9월 강우	비고
강우량 (mm)	시간최대	67	66
	6시간 최대	258	209
	총강우량	392	222

1987년 대홍수로 인해 굴포천이 범람하여 유역 전체에서 많은 인명과 재산피해가 발생하였으나, 2010년 집중호우에는 유역 상류부 부평구 및 부천시 일부에서만 홍수피해 발생하였고, 중하류부 홍수피해는 경인 아라뱃길(굴포천방수로)로 대부분 해소되었다.

표 5. 1987년 및 2010년 피해현황

구 분	1987년 대홍수	2010년 9월 강우	비고
이재민(명)	5,427	146	
농경지침수(ha)	3,767	109	

2010년 홍수피해 주요원인은 우수배제시설의 계획기준(5~20년빈도) 이상으로 집중호우가 발생되어, 우수배제능력 부족으로 침수가 발생한 것이 대부분이었다. 아라뱃길은 굴포천의 홍수량 중 87%에 해당하는 1,437만<sup>3</sup>을 적기에 서해로 배제하여, 굴포천 하류부 홍수위를 위험수위(EL. 6.05m)보다 1.1m 낮은 최대 EL. 4.95m로 저감시켜 인근지역 침수피해 방지에 크게 기여하였다. 아라뱃길이 없었다면 굴포천 수위가 최대 EL. 6.23m(1.28m 상승)까지 상승하여, 19.9km<sup>2</sup>의 침수

표 6. 홍수조절 효과

구 분	아라뱃길 없는 경우	아라뱃길 있는 경우	비고
최고수위(EL.m)	6.23	4.95	
침수면적(km <sup>2</sup> )	19.9	-	

가 발생하는 등 홍수피해가 가중되었을 것이다.

### 7. 아라뱃길의 수량관리

아라뱃길은 굴포천 유역의 홍수조절 이외에도 안정된 선박운항을 위해 수위조절, 동절기 결빙관리, 부유물관리, 퇴적토관리 등 뱃길여건을 조성하는 것이 필요하다.

또한, 일반 하천과는 달리 기수역(감조하천)의 특성을 가지고 있는 아라뱃길에서 쾌적한 친수공간 유지를 위해 최적의 수질관리도 이루어져야 한다. 아라뱃길은 한강수와 해수의 유입을 위해 우수소통하며 선박운항 수심을 고려해 일정한 수위(EL. 2.7m 내외)를 유지하고 있다.

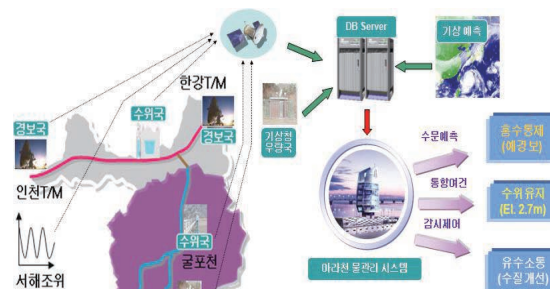


그림 12. 경인 아라뱃길 물관리 흐름

표 7. 수량관리 분야

홍수저리	퇴사저감	유수소통	결빙대책
<ul style="list-style-type: none"> <li>홍수저리계획검토</li> <li>운영제약사항조사</li> <li>수문해석(modelling)</li> <li>방재시스템 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>퇴사대책 설계검토</li> <li>측정계획 및 방안</li> <li>1, 3차원 modeling</li> <li>저감 및 준설방안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유지용수 확보방안</li> <li>유수소통 운영방안</li> <li>수문자료 취득/관리</li> <li>물관리시스템 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내외 결빙대책 사례</li> <li>실계 반영계획 검토</li> <li>비구조적 결빙대책</li> <li>항후 추진계획</li> </ul>

## 8. 해외사업 진출의 발판 마련

금년 6월 K-water는 태국 물관리사업 중 방수로 및 임시저류지 건설 등 2개 부분의 사업자로 선정되었다. 이는 전체 사업의 56%에 해당되며, 금액으로는 1,630억 바트 한화로는 6조 2천억원이다. 태국정부는 초대형 국책사업을 효율적으로 시행하기 위해 별도의 PMC(Project Management Consultant)를 선정하여 우선협상대상자와 세부 계약조건을 마련할 예정이며, 오는 9월경에 최종 계약을 체결할 것으로 전망하고 있다.

태국물관리 사업자로 K-water가 선정되기전 태국 실사단은 아라뱃길 및 4대강 등 국내 주요 현장을 시찰하였고, 그 중 아라뱃길의 방수로 기능 및 홍수조절체계에 대해 많은 관심을 보였다.

또한, 금년 5월 태국 치앙마이에서 개최된 제2회 Asia-Pacific Water Summit에서 아라뱃길 홍보부스를 운영하며 방수로사업 경험을 적극 홍보하였으며, 굴포천방수로 경험을 토대로 태국 물관리사업 중 방수로 부분에 대한 경쟁력을 키울 수 있었다. 🌊



그림 13. 태국 실사단 아라 물관리상황 실 방문



그림 14. Asia-Pacific Water Summit 아라뱃길부스

### 참고문헌

1. 아라천 하천기본계획보고서(2011), 서울지방국토관리청
2. 굴포천방수로 건설공사 공사지(2013), 한국수자원공사
3. 경인아라뱃길 건설공사 공사지(2013), 한국수자원공사
4. 경인아라뱃길 건설공사 5공구 실시설계보고서(2009), 한국수자원공사