

가동보 설치에 따른 홍수조절효과 분석

Study on Flood Control Effect with Movable Weir

박종표* / 김태원** / 황태하*** / 박현구****

Jong Pyo Park, Tae Won Kim, Tae Ha Hwang, Gu Hyeon Park

요 지

인천청라 경제자유구역내의 중앙호수공원을 대상으로 100년빈도 홍수시 Off-Line저류지로서 횡월류부에 가동보 설치에 따른 공촌천 홍수조절효과를 분석하였다. 서해조위 및 배수갑문 운영 등의 다양한 변수를 고려해야 하는 본 하천의 특성상 흐름상태의 시·공간적 변화를 고려하고 Off-Line 저류지 해석에 있어 실제 지형을 충분히 반영할수 있는 HEC-RAS 부정류 해석을 수행하였다. 부정류 모의 시 가동보의 도복을 합리적으로 검토 하기 위해 도복발생 시간을 기준으로 2 단계에 걸쳐 부정류 모의를 수행하였다. 즉, 1단계에서 호수공원 횡월류 Weir높이를 가동보 높이로 고정하고 부정류 모의를 수행하여 공촌천의 호수공원 횡월류부 지점의 수위가 가동보 높이와 같아지는 시간을 찾고, 2단계에서 그 시간을 기준으로 호수공원 횡월류 Weir높이를 가동보가 없을 때의 높이로 부정류 모의를 수행하여 공촌천의 내수위를 검토하였으며, 가동보가 설치되지 않았을 때의 결과와 비교하여 가동보 설치에 따른 홍수조절효과를 분석하였다. 본 연구방법에서 검토된 공촌천 내수위의 적정성을 검토하기 위하여 배수갑문 운영에 따른 수위 변화를 모의 할 수 있는 Gate 모형으로 공촌천 하류의 배수갑문 지점에 대한 내수위를 산정하였으며, 하천 상류구간의 배수영향을 HEC-RAS를 이용한 부정류 모의를 추가적으로 수행하여 본 연구방법의 결과와 비교·검토하였다. 공촌천의 내수위 비교를 통한 홍수조절효과 분석결과 2~3cm 정도의 홍수조절 효과가 있는 것으로 분석되었으며, 본 연구에서 제안한 방법이 가동보 설치에 따른 홍수조절효과 분석 시 적용이 가능하리라 판단된다.

핵심용어 : 가동보, 홍수조절, HEC-RAS, GATE, Off-Line 저류지

1. 서 론

인천광역시 서구 경서동, 원창동, 연희동 일원에 위치한 사업예정지인 인천청라경제자유구역내에는 서해로 직접 유입되는 지방2급 하천인 공촌천과 심곡천이 관통하고 있으며, 사업구역내 개발 예정인 중앙호수공원이 Off-Line 저류지로서 공촌천 횡월류부에 가동보를 설치하여 연결을 계획 중이다. 본 연구는 중앙호수공원을 대상으로 가동보 설치에 따른 공촌천 홍수조절효과를 분석할 때 가동보의 도복을 합리적으로 검토하기 위한 방법을 제안하고자 한다.

서해조위 및 배수갑문 운영 등 다양한 변화를 고려해야 하는 본 하천의 수공학적 문제를 합리적으로 해결하기 위해 흐름상태의 시·공간적 변화를 고려하고 Off-Line 저류지 해석에 있어 실제 지형을 충분히 반영하기 위해 HEC-RAS모형의 부정류 해석을 수행하였다. 부정류 모의 시 가동

* 한국수자원컨설팅센터 이사, 부경대학교 토목공학과 박사과정, E-mail : jppark@hecocore.com
** (주)웹솔루스 수자원사업부 이사, 공학박사 E-mail : ktw@websolus.com
*** (주)웹솔루스 수자원사업부 대리 E-mail : thhwang@websolus.com
**** (주)삼안 도시계획 2부 대리 E-mail : hkpark@samaneng.com

보의 도복을 합리적으로 검토하기 위해 도복발생 시간을 기준으로 2단계에 걸쳐 HEC-RAS 부정류 모의를 수행하였다. 즉, 1단계에서 호수공원 횡월류 Weir높이를 가동보 높이로 고정하고 부정류 모의를 수행하여 공촌천의 호수공원 횡월류부 지점의 수위가 가동보 높이와 같아지는 시간을 찾고, 2단계에서 그 시간을 기준으로 호수공원 횡월류 Weir높이를 가동보가 없을 때의 높이로 부정류 모의를 수행하여 공촌천의 내수위를 검토하였으며, 가동보가 설치되지 않고 단순 월류 때의 결과와 비교하여 가동보 설치에 따른 홍수조절효과를 분석하였다. 또한, 본 연구방법에서 검토된 중앙호수공원의 홍수조절효과로 인한 공촌천 내수위의 적정성을 검토하기 위해 배수갑문 운영에 따른 수위 변화를 모의할 수 있는 GATE 모형으로 배수갑문 지점의 내수위를 산정하여 배수영향 검토를 위해 HEC-RAS를 이용한 부정류 모의를 추가적으로 수행하여 본 연구방법의 결과와 비교·검토하였다.

2. 대상지점 특성

2.1 하천현황

인천청라지구 경제자유구역내의 하천은 서해로 직접 유입되는 지방 2급 하천인 심곡천과 공촌천이 있으며, 심곡천은 유역면적이 약 18.2km², 유로연장 9.2km 이며 공촌천은 유역면적이 약 18.5 km², 유로연장 11.1km인 하천이다. 대상지점위치 및 유역현황은 그림1과 같다.

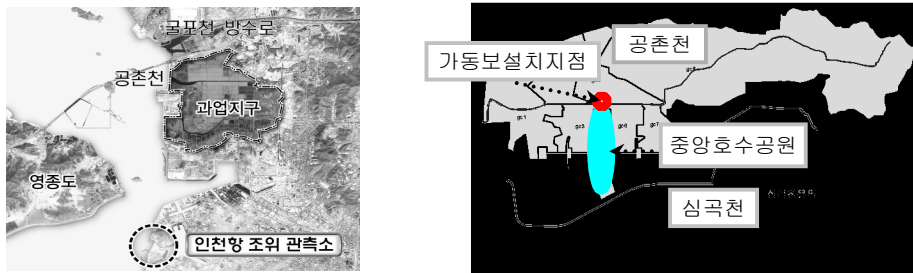


그림 1. 대상지점위치 및 유역현황

2.2 배수갑문제원

본 연구대상지인 공촌천 하구지점에서 운영중인 배수갑문에 대한 주요 제원은 표 1과 같다.

표 1. 공촌천 하구지점 배수갑문 제원

구 분	단 위	공촌천 김포 제2호	비 고
최대만조위	EL.m	4.17	
여유고	m	0.242	
방조제	상 폭	m	4.0
	하 폭	m	125.0
	높 이	m	19.77
	길 이	m	1,140
배수갑문	구 조	철재, 목재	철재
	크 기	너비(m)×높이(m)	5×3
	조 작	기계, 수동	기계
	련 수	련	4
유역면적	ha	930	
바닥고(Sill 표고)	EL.m	-3.00	

3. 모형의 적용

3.1 적용모형

조위의 영향을 받는 본 하천의 수공학적 문제를 합리적으로 해결하기 위해서 흐름상태의 시·공간적 변화를 고려하고 Off-Line 저류지 해석에 있어 실제 지형을 충분히 반영하기 위하여 미공병단의 HEC-RAS모형을 통한 부정류 해석을 수행하였으며, 배수갑문 운영에 따른 수위 변화를 모의 할 수 있는 GATE 모형으로 배수갑문 지점에 대한 내수위를 산정하였다. GATE모형의 산정 결과를 HEC-RAS를 이용한 부등류 모의시 경계조건으로 하천 상류구간의 배수영향을 검토하여 본 연구결과와 비교·검토하였다.

3.2 경계조건

본 연구의 HEC-RAS 부정류 및 GATE 모형의 상·하류 경계조건으로 인천항의 약최고 만조위와 공촌천 100년빈도 홍수수문곡선을 적용하였으며, 적용된 조위 및 홍수수문곡선은 그림 2와 같다.

표 2. 모형경계조건

상류단 경계조건	• 공촌천 하구의 강우 지속시간별 100년빈도 홍수수문곡선
하류단 경계조건	• 조위곡선을 지체시키며 내수위를 최고로 하는 임계조위 산정

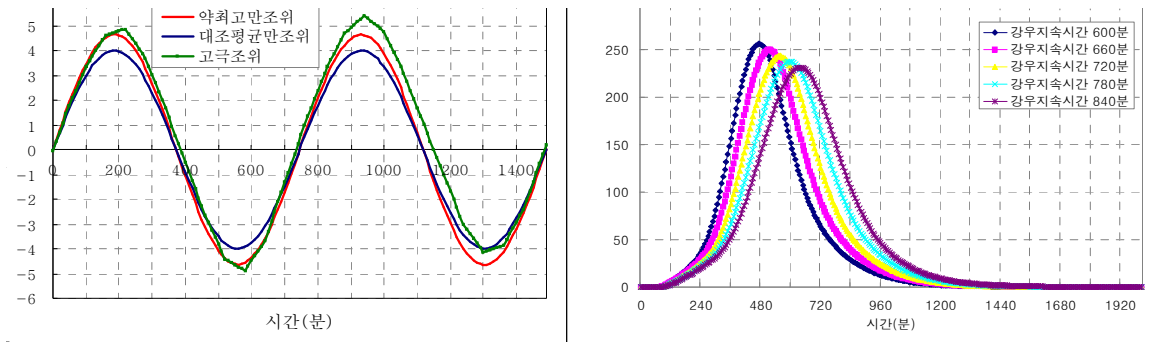


그림 2. 조위 및 홍수수문곡선

3.3 모형적용 CASE

가동보 설치에 따른 홍수조절효과 분석을 위해 적용한 모형적용 CASE별 적용방법을 정리하면 아래의 표 3과 같다.

표 3. 모형적용 CASE

CASE	산정방법	내용
(1)	부정류	<ul style="list-style-type: none"> • 1단계 : 호수공원 월류 Weir 높이를 가동보 기립높이인 EL3.54m 고정하여 모형수행 및 시간 검토 • 2단계 : 공촌천 수위가 EL3.54m되는 시간부터 Weir 높이 EL.1m고정 검토
(2)	부정류	<ul style="list-style-type: none"> • 호수공원 월류 Weir 높이를 가동보 도복높이인 EL.1로 고정 검토
(3)	GATE + 부등류	<ul style="list-style-type: none"> • GATE 모형을 통한 공촌천 최고 내수위 산정 • GATE 모형에서 최고 내수위 발생때의 결과를 경계조건으로 부등류 모의

3.4 적용결과

조위의 영향을 받는 본 하천의 특성상 조위곡선을 지체시키며 공촌천의 최고내수위를 발생시키는 강우지속시간을 찾았으며, 최고내수위를 발생시키는 임계홍수량은 강우지속시간 780분의 홍수수문곡선으로 나타났다. HEC-RAS 부정류 해석시 가동보의 도복을 합리적으로 해석하기 위해 1단계로 임계지속시간 홍수량 유입시 공촌천의 호수공원 월류 Weir 높이를 가동보 기립높이인 EL.3.54m로 고정하여 공촌천의 호수공원 월류지점의 수위가 EL.3.54m가 되는 시간을 검토하였으며, 그 시간을 기준으로 2단계로 호수공원 월류 Weir지점의 가동보의 완전도복 높이인 EL.1m로 고정하여 홍수수문곡선과 조위곡선을 입력하여 공촌천 내수위를 검토함으로써 가동보의 도복효과를 검토하였다. 배수갑문 지점의 수위-방류 곡선 및 검토결과는 아래의 표 4, 5와 같다.

표 4. HEC-RAS 부정류 해석결과(CASE 1)

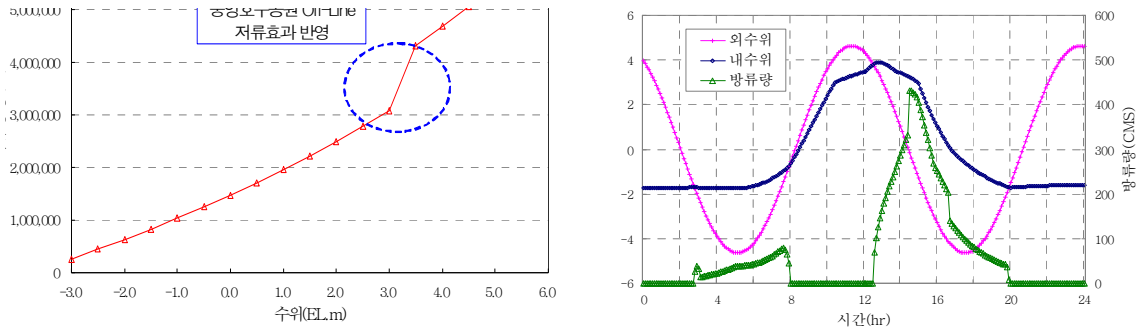
구분	내용	
산정방법	가동보 도복효과 고려	
적용조위	인천항 약최고만조위	
수문곡선	100년빈도 강우지속시간 780분	
최고 내수위	배수갑문지점	EL. 3.85m
	가동보지점	EL. 3.90m

표 5. HEC-RAS 부정류 해석결과(CASE 2)

구분	내용	
산정방법	가동보 도복효과 미고려	
적용조위	인천항 약최고만조위	
수문곡선	100년빈도 강우지속시간 780분	
최고 내수위	배수갑문지점	EL. 3.88m
	가동보지점	EL. 3.92m

본 연구방법에 의한 결과의 적정성을 검토하기 위해 배수갑문 운영에 따른 수위 변화를 모의할 수 있는 한국농촌공사의 GATE 모형을 적용하였다. GATE모형을 이용한 배수갑문 지점의 최고내수위 및 최고내수위 발생시의 홍수량을 HEC-RAS 부정류 해석의 경계조건으로 적용하여 배수영향을 검토하였다. Off-Line 저류지로의 중앙호수공원을 반영하기 위해 GIS기법을 이용하여 표고별 내용적을 산정·적용하였으며, GATE모형에 적용된 표고별 내용적곡선 및 배수갑문지점의 수위-방류량 결과는 그림 3과 같다. GATE 모형 적용결과 배수갑문지점의 최고내수위는

EL.3.886m로 나타났으며, 최고내수위 발생시 홍수량은 123.76CMS였다. 배수영향 검토를 위해 GATE모형 결과를 경계조건으로 HEC-RAS 부등류 해석결과는 아래의 표 6과 같다.



<공촌천 표고별 내용적 곡선>

<배수갑문지점 수위-방류량 곡선>

그림 3. 표고별 내용적 및 수위-방류량 곡선

표 6. GATE + 부등류 해석결과(CASE 3)

구 분	적용조위	최고내수위(EL.m)		최고내수위 발생시 홍수량
		배수갑문지점	가동보지점	
GATE + 부등류	약최고만조위	3.89	3.92	123.76CMS

4. 결론

본 연구에서는 가동보의 도복효과에 의한 수위저감효과를 분석하기 위해 인천청라 경제자유구역내 계획중인 중앙호수공원을 대상으로 100년빈도 홍수시 Off-Line저류지로서 횡월류부에 가동보 설치에 따른 공촌천의 홍수조절효과를 분석하였다. 가동보의 도복효과를 반영하기 위해 HEC-RAS부정류 모의시 가동보 도복시간을 경계로 2단계에 걸쳐 모의를 수행하였으며, 도복효과가 고려되지 않았을 때의 결과와 비교·검토하였다. 또한 본 연구에서 검토된 공촌천 내수위의 적정성을 검토하기 위하여 배수갑문 운영에 따른 수위 변화를 모의 할 수 있는 GATE 모형으로 공촌천 하류의 배수갑문 지점에 대한 내수위를 산정하였으며, 하천 상류구간의 배수영향을 HEC-RAS를 이용한 부정류 모의를 추가적으로 수행하여 본 연구방법의 결과와 비교·검토하였다. 검토결과 도복효과가 고려되지 않은 부정류 모의 결과와 GATE모형의 결과는 비슷한 결과를 나타내었으며, 본 연구에서 제안한 도복효과를 고려한 부정류 해석시 2~3cm정도의 공촌천 홍수조절 효과가 있는 것으로 분석되었고, 본 연구에서 제안한 방법이 가동보 설치에 따른 홍수조절효과 분석 시 적용이 가능하리라 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 (주)현대건설의 인천청라지구 경제자유구역 개발(4공구) 대안 설계의 수리·수문 분석시 적용된 연구성과입니다.

참 고 문 헌

1. US Army Corps of Engineers, 2001, HEC-RAS River Analysis System