

배수갑문 최적 규모 결정 검토

Evaluation for Determination of Optimum Size in Drainage Lock Gate

오지은*, 이태우**, 정태화***, 이종석****
Ji Eun Oh, Tae Woo Lee, Tae Hwa Jung, Jong Seok Lee

요 지

우리나라는 국토면적이 작고 인구밀도가 높기 때문에 간척지를 조성해 농경지 및 대규모 공단으로 개발하여 사용하고 있다. 특히 서해안 지역은 조수간만의 차가 크지만 지형학적으로 간척지 개발의 적지가 많아 현재까지 방조제 설치가 가장 많이 이루어지고 있다. 그러나 방조제 설치 후, 호내 매립은 홍수위 및 홍수유출량의 급변으로 인해 외수위 변화에 따른 유출 배제 가능량을 재산정하여야 한다. 본 연구에서는 설계 홍수량, 시간별 외조위조건 그리고 유수지용량 등의 분석을 통하여 유역에서 홍수 발생 시 즉각적으로 대처할 수 있는 홍수배제용 배수갑문의 최적 규모를 결정하는 것이 목적이다.

핵심용어 : 배수갑문, 홍수배제, 최적 규모 결정

1. 서 론

간척사업에 있어 가장 중요한 것은 외곽시설인 방조제와 배수갑문이다. 이 중 배수갑문은 외해로부터 조수를 차단하고 유역에서 발생하는 홍수를 배제시켜 침수피해 방지를 통하여 토지를 효율성 있게 사용할 수 있게 하는 역할을 한다. 배수갑문의 규모결정에 있어서 설계홍수를 안전하게 처리할 수 있는 단면이 되어야 함은 물론이고, 사회적·경제적 여건, 타 관련계획 또는 법령 등에 합치되어야 하고, 배수갑문의 중요성을 감안하여 안정성이 확보되어야 한다. 또한, 설치위치는 기초지반, 풍향, 유속, 파랑 및 표사 등의 영향검토와 유지관리 편의 등에 대한 사항도 고려되어야 하고 구조적 안정성이 확보되어야 한다.

본 연구에서는 외조위시간 및 빈도별 지속시간별 홍수유입량을 적용하여 배수갑문의 최적 규모를 산정하는 것이 목적이다.

2. 연구대상 지역

2.1 유역의 선정 및 현황

연구대상 지역은 비교적 설계자료 보존 상태가 양호하고, 최근에 설계된 지구를 대상으로 선정하였다. 선정된 유역은 석문국가산업단지(구 석문간척지구)로 한반도 서측에 위치하며(북위 37°0

* 한밭대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : anyesje@naver.com
** 정회원 · 상지엔지니어링(주) 대표이사 · E-mail : ltw640@naver.com
*** 정회원 · 한밭대학교 토목공학과 교수 · E-mail : thjung@hanbat.ac.kr
**** 정회원 · 한밭대학교 토목공학과 교수 · E-mail : ljs96@hanbat.ac.kr

1' 25" 동경 126°34' 36"), 행정구역상으로는 충남 당진군 석문면 장고항리 일원으로 유역면적은 15.75km², 유로연장은 1.60km이다(한국토지공사, 2008).

대상유역의 위치와 기존 석문방조제의 제원 및 배수갑문 규격은 그림 1에 나타냈다.

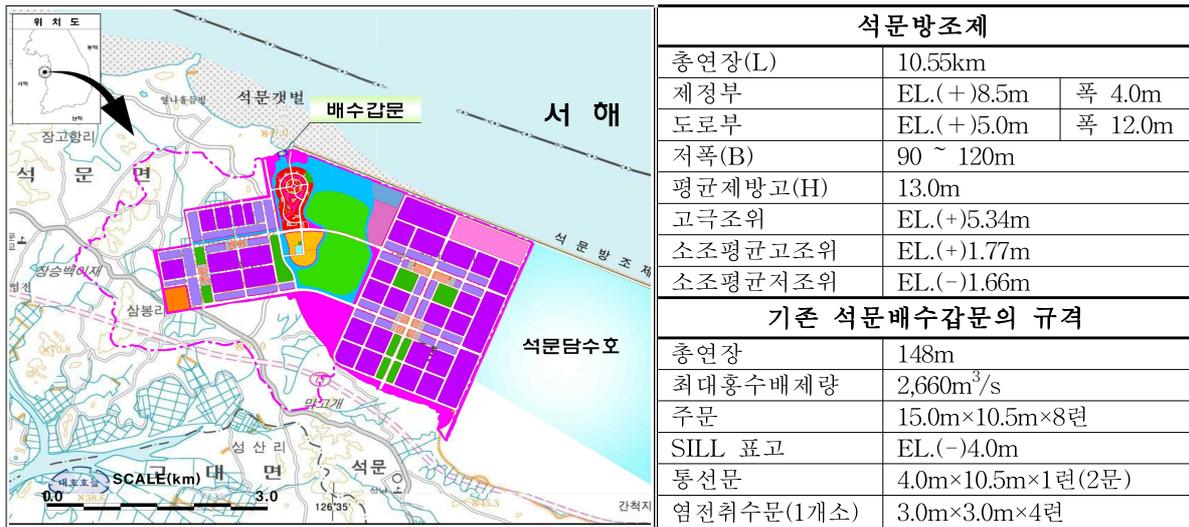


그림 1. 대상유역의 위치 및 석문방조제 제원

2.2 확률 강우량 산정

석문간척지구내에는 우량관측소가 없기 때문에 인근 관측소 중 연구대상지역과 유사할 것으로 판단되는 기상청 서산측후소(1968~2008년 자료)의 시간강우자료와 일강우자료를 이용하여 지속기간별 확률강우량을 산정하였다.

본 연구에서는 수문자료 해석에 일반적으로 사용하는 Gamma-II, Gamma-III, Gumbel, GEV(General Extreme Value), Log Normal-II, Log Normal-III, Log Gumbel-II, Log Gumbel-III, Log Pearson Type-III, Weibull-II, Weibull-III, Wakeby IV, Wakeby V 등 13가지 확률분포형을 적용하여 검토하였으며, 매개변수 추정은 모멘트법, 최우도법 및 확률 가중모멘트법(Anderson 등, 1952)을 사용하였다.

표 1. 지속시간별 확률강우량

구분	지속시간별 확률강우량 (mm)											
	10min	1hr	2hr	3hr	4hr	5hr	6hr	9hr	12hr	18hr	24hr	
20년	①	23.7	60.8	81.4	104.2	122.7	-	147.9	188.5	226.8	261.2	282.8
	②	22.3	67.2	90.5	110.1	128.2	139.9	152.4	186.7	219.3	252.7	276.5
50년	①	27.4	70.0	93.3	120.0	142.0	-	171.2	220.3	267.6	309.5	335.8
	②	25.0	77.3	103.8	126.4	147.4	160.6	175.2	215.9	255.6	295.8	324.8
100년	①	30.1	76.9	102.3	131.8	156.4	-	188.7	244.2	298.2	345.6	375.5
	②	27.0	84.9	113.8	138.5	161.8	176.1	192.2	237.7	282.7	328.0	361.0
200년	①	32.8	83.8	111.2	143.7	170.8	-	206.1	267.9	328.7	381.6	415.1
	②	29.0	92.4	123.8	150.7	176.2	191.6	209.3	259.5	309.8	360.1	397.1
비고	① = 기연구(건교부, 1999), ② = 본연구											

또한, 확률분포의 적합도 검정은 K-S(Kolmogorov-Smirnov)검정, χ^2 검정, PPCC(Probability Plot Correlation Coefficient) 검정 그리고 CVM(Cramer Von Mises) 검정 방법을 이용하였다.

그 결과, 확률가중모멘트법에 의해 매개변수를 추정하고, 전구간에 대한 적합도를 나타내는 χ^2 검정과 각각의 소구간별 적합도 분석을 위한 K-S 검정 및 Cramer Von Mises 검정에 의해 적정 확률 분포형을 선정하였으며, 각 분포형에 대한 적합도 검정결과 Gumbel분포가 적합한 것으로 판단되었다.

표 1은 지속시간별 확률강우량을 나타낸 것이다.

2.3 강우분포

설계강우의 시간적 분포 산정은 설계지역의 과거 강우자료를 통계학적으로 분석하여 그 지역에 적합한 시간분포 모형을 만들어 수공구조물의 설계조건에 따라 결정할 수 있으며, 설계강우의 시간분포를 산정할 수 있는 Huff 방법(Huff, 1967)을 채택하였다. Huff 방법의 무차원 누가분포의 분위는 강우계급별 평균 강우 이상 발생빈도가 가장 높은 2분위를 채택하였다.

2.4 유효우량분석

유효우량분석을 위해 유역의 토양상태, 토지이용상태 등을 고려한 NRCS(SCS방법)법을 사용해서 최근의 국지성 집중호우, 치수안전 측면을 고려하여 AMC-III를 적용하였다. 또한 GIS 프로그램을 이용하여 유출곡선지수를 산정하였고, 토양의 배수상태 및 침투율에 따라 토양형을 A, B, C, D TYPE으로 구분하였다.

2.5 홍수량 산정

본 연구에서는 기왕의 홍수규모 등을 종합적으로 검토하고 하천의 유역특성, 저류 및 강우로 인한 유수의 전이효과가 고려된 유역추적법을 채택하였다. HEC-HMS 모형을 구성한 후 위 표 2와 같이 홍수량을 산정하였다(USACE, 2000).

표 2. 빈도별 홍수수문량

지속시간 (분)	하구지점 빈도별 홍수 수문곡선(m ³ /s)			
	20yr	50yr	100yr	200yr
0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00
50	8.57	11.32	13.59	15.95
90	116.07	138.28	155.27	172.19
130	199.73	232.92	257.98	282.90
170	142.59	165.40	182.60	199.74
200	92.49	107.14	118.16	129.18

3. 배수갑문 규모결정

내수배수시설 중 배수갑문의 규모결정을 위해 시간별 홍수유입량과 외조수위, sill 표고를 비교 검토하여 갑문폭과 높이를 가정하고 수리조건에 따른 배수갑문능력에 대한 반복적인 계산을 수행하였다.

3.1 배수갑문 규모검토

배수갑문은 대조평균 고조시 100년빈도 홍수유입량에 의해 산업단지가 침수되지 않는 규모로 결정한다. 본 연구에서 검토한 배수갑문의 요소는 표 3과 같다.

표 3. 배수갑문 검토 요소

요 소	내 용	
배수펌프용량(기계배제)	없음	
계획홍수량(100년빈도)	지속시간별 홍수수문곡선	
계획홍수위(H.W.L)	내수위 변화	
관리수위(N.W.L)	EL.(-)1.50m(고정)	
외수위(조위)	대조평균고조위	조차8.136m
	약최고조위	조차5.792m
	소조평균조위	조차3.448m
Sill 표고	EL.(-)3.0m 로 기준으로 $\pm 0.5m$ 변화로 분석 (EL.(-)2.50m, EL.(-)3.00m, EL.(-)3.50m)	
배수갑문 규모	(B)7.0m \times (H)5.0m @ 2련 ~ 5련으로 점진 변화검토	

3.2 배수갑문 련수에 따른 내수위 변화 분석

결정된 유량계수와 최초 외조위시간(대조평균고조위, 소조평균고조위, 약최고 고조위 적용) 및 빈도별 지속시간별 홍수유입량을 적용하여 배수갑문의 규모가 적절한 가를 검토하였다.

표 4와 같이 배수갑문 규모가 크다고 배제량이 갑문규모에 비례하여 많아지지 않았다. 또한 배수갑문의 규모를 폭 7m, 높이 5m로 고정하고 련수를 2련에서 5련까지 증가시키면서 분석을 실시한 결과, 배수갑문을 1련씩 추가할 때마다 내수위가 0.08, 0.07, 0.02m씩 하강하였다.

따라서 본 구역에서의 배수갑문 규모는 폭7m \times 높이5m \times 3련이 가장 최적으로 판단되나, 배수갑문 규모가 크다고 배제량이 갑문 규모에 비례하여 많아지는 것은 아니므로 구역의 크기, 홍수량의 규모, 갑문 주변의 지형여건, 시공성, 경제성 등을 종합 고려하여 배수갑문의 규모를 최종 결정하는 것이 바람직 할 것이다.

표 4. 배수갑문 규모에 따른 내수위 변화 특성

구 분	배수갑문 규모(7Bm \times 5Hm)			
	2련	3련	4련	5련
내수위(EL.m)	2.91	2.83	2.76	2.74
발생시간(hr)	7.0	7.0	7.0	8.0
비 고	설계홍수량 : 100년빈도, 외조위 대조평균고조위 기준			

4. 결 론

본 연구에서는 연구대상 유역의 물리적인 특성과 강우의 시·공간적 변동에 따른 설계 수문량을 산정하여 배수갑문 규모에 따른 유수지 내수위 변화를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 확률강우량은 1999년도 수자원관리기법연구조사 보고서에서 산정한 값보다 약 2%~5% 상회하는 것으로 분석되었으며, 설계홍수량은 $257.98\text{m}^3/\text{s}$ 으로 산정되었다.
2. 배수갑문 규모는 2련에서 5련으로 1련씩 증가시켜 분석하였을 경우, 2cm~8cm의 내수위 하강 효과가 나타나 배제량이 갑문규모에 비례하여 내수위가 내려가지는 않는 것으로 분석되었다.
3. 따라서, 유역의 크기, 홍수량의 규모, 갑문 주변의 지형여건, 시공성, 경제성 등을 종합 고려하여 배수갑문의 최적 규모를 결정하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 한국토지공사(2008). 석문국가산업단지 조성사업 실시설계보고서.
2. 건설교통부(1999). 1999년도 수자원관리기법개발연구조사보고서.
3. Anderson, T. W. and Darling, D. A.(1952). Asymptotic Theory of Certain Goodness of Fit Criteria Based on stochastic Process, Annals of Mathematical Statistics, Vol. 23, pp. 193-212
4. Huff, F. A.(1967). Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms., Water Resources Research, Vol. 3, No. 4, pp. 1007-1019.
5. USACE-HEC(2000). Hydrologic Modeling HEC-HMS user's Manual.