

통선문(通船門) 설치기준의 개선 필요성

The Necessity of Improving Design Guidelines for Lock Gate



조용래

1. 서론

2010년 4월 27일 개통된 새만금 방조제는 길이가 33.9km로 영국의 기네스 월드리코드사로부터 8월 2일 세계 최장의 방조제로 인증을 받은 바 있다. 새만금 방조제가 개통된 지 2개월이 지난 6월 말에 새만금 북쪽의 산업단지와 국제업무단지, 남쪽의 레저복합 명품도시 조성을 위한 매립토를 확보하기 위해 바지선 통행이 가능한 폭 29m, 길이 163m의 통선문을 7,900억 원을 들여 설치한다는 보도가 있었다(내일신문 6월 29일). 19년 동안 3조 8천억 원을 들여 완공한 방조제를 2개월 만에 통선문 설치를 위해 허문다는 소식에 대해 언론 및 각계에서 비판의 소리가 나오자 국토해양부는 여러 가지 대안을 놓고 검토 중이라고 해명자료를 내놓았다.

새만금은 1991년 착공 당시 간척사업을 통한 농지 개발이 주목적이었으나, 2008년 명품복합도시 개발 방안이 제시되면서 농지와 비농지의 비율

이 기존의 30:70에서 70:30의 수준으로 변경되었다. 이러한 명품도시 조성사업을 진행하려면 호수 상당 부분을 매립하여야 하는데, 국토해양부에 따르면 매립토는 우선 새만금 내부 호소에서 준설하여 매립(약 1.1억 m^3)하고, 호소내 매립토가 부족할 경우에는 방조제 외해(10~20km) 또는 군산항 수역, 육상토, 석탄재 등 다양한 자원을 활용하는 방안을 검토하고 있는 것으로 알려졌다. 또한 국토해양부는 장래 새만금 지역에 크루즈 등을 활성화하기 위해 통선문을 확대·설치할 필요가 있는 경우에는 이를 이용하여 매립토를 운송하는 방안도 검토하고 있다고 밝혔다.

새만금 방조제에는 신시, 가력 2개의 배수갑문 및 통선문이 설치되어 있다. 새만금사업단에서는 배수갑문 1개의 크기가 폭 30m, 높이 15m로 5층 아파트 규모라고 얘기하고 있는데, 가력 통선문의 경우는 폭 4m, 길이 30m로 10톤급 소형 어선만 통과할 수 있는 수준이다. 가력통선문의 크기가 신시통선문(폭 16m, 길이 56m) 수준만 되었어

도 새만금 방조제에 또 다른 통선문을 만들어야 한다는 이야기가 이렇게 금방 나오지는 않았을 것이다. 1991년 착공 당시만 하더라도 새만금 내부 땅은 100% 농업용으로 계획되었기 때문에 큰 규모의 통선문이 필요 없었을 수도 있다. 그러나 같은 새만금방조제에 만들어진 신시 통선문의 규모와 비교했을 때 명확한 설계기준이 있었다면 가력 통선문도 기능을 제대로 발휘할 수 있는 규모로 만들어졌을 것이라 판단된다.

현재 우리나라의 경우 ‘하천설계기준’ 및 ‘항만 및 어항설계기준’에 따라 통선문을 설치하고 있으나, 통선문 설치기준이 명확하지 않은 문제가 있다. 이에 따라 본 글에서는 기존의 통선문 설치기준에 대해 살펴 보고, 통선문 설치기준의 개선이 필요한 사항에 대해 알아 보고자 한다.

II. 통선문 설치현황

현재 가동되고 있는 통선문으로는 시화 방조제와 화성 방조제, 영암 방조제 통선문 등이 있는데 방조제를 건설하면서 설치된 통선문이 대부분이다. 시화 방조제의 경우 길이는 12.7km로 1987년 4월에 공사가 시작되어 1994년 1월에 완공되었다. 시화호는 당초 간척지에 조성될 농지와 산업단지의 용수공급을 위한 담수호로 계획되었으나, 시

화호 지역의 공장 오폐수와 생활하수 유입으로 수질이 악화되어 1997년부터 일부 해수유통이 이루어진 결과, 수질이 개선되었다. 시화호의 경우 시화, 탄도 두 곳의 배수갑문 중 시화 배수갑문에만 통선문이 설치되어 있는데 통선문 주변에 두 개의 차량통행을 위한 다리가 3m 정도로 설치되어 있어 실제로는 10톤 미만의 어선만 통과가 가능한 수준이다.

화성방조제는 안산시와 화성시 서신면을 연결하는 길이 9.81km의 방조제이다. 화성방조제는 하구둑 설치를 통해 농지와 수자원을 확보하려는 목적으로 만들어졌다. 통선문 규모는 시화 통선문 보다 약간 작은 수준이다.

영암 금호방조제는 영암군 삼호면과 해남 산이면과 화원면의 해안을 막아 바다를 육지로 만든 독이다. 이 방조제의 완공으로 목포에서 해남을 거쳐 진도로 가는 길이 직선화됨에 따라 교통 이용 면에서 매우 편리하게 되었다. 4대강 사업을 추진하면서 영산강의 경우 기존의 통선문을 확장하는 계획이 검토 중에 있다.

최근에 완공된 새만금 방조제의 경우 신시, 가력 두 곳에 통선문이 설치되어 있다. 신시 통선문은 폭 16m, 길이 56m 규모로 400톤급 배가 출입할 수 있으며, 가력 통선문은 폭 4m, 길이 30m 규모로 10톤급 소형 선박 정도만 출입할 수 있는 수준이다.

〈표 1〉 통선문 설치사례

구분	시화 방조제	화성 방조제	영암 방조제
위치	경기도 안산시, 시흥시	경기도 화성시	전라남도 영암군
개념도			
구조형식	철근콘크리트 구조	철근콘크리트 구조	철근콘크리트 구조
규모	W 6.6m × H 14m	W 6.0m × H 12.5m	W 6.6m × H 14m
수문형식	Roller Gate	Roller Gate Radial Gate	Roller Gate

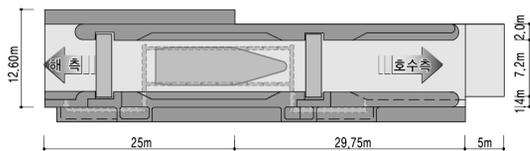
〈표 2〉 새만금 방조제에 설치된 배수갑문 및 통선문 제원

구분		신시 갑문	가력 갑문
배수갑문	규모	가로 30m × 세로 15m × 10짝	가로 30m × 세로 15m × 8짝
	길이	368.5m	287.5m
	갑문형식	유압식 선형갑문	유압식 선형갑문
	홍수배제 능력	8,812m ³ /s	7,050m ³ /s
통선문	폭 16m × 길이 56m × 1개소	폭 4m × 길이 30m × 1개소	
전경			

Ⅲ. 기존의 통선문 설치기준¹⁾

1. 통선문의 정의와 종류

통선문(갑문)이란 수위가 서로 다른 두 수면사이를 선박이 통행할 수 있도록 설치한 구조물로서 하천 등의 운하에 설치하는 통선문과 항만지대에 설치하는 통선문으로 구분된다. 우리나라의 경우 통선문(갑문) 설치와 관련하여 규정된 내용으로는 ‘하천설계기준’과 ‘항만 및 어항설계기준’ 등이 있다. 통선문은 일반적으로 상류 및 하류 두 개의 문비실과 그中间的의 갑실 및 록게이트로 이루어지는데, 그 각부의 배치의 조합에 따라 다음과 같이 분류된다.



〈그림 1〉 시화호 통선문의 구조

1) 본 장은 ‘하천설계기준·해설(한국수자원학회, 2009)’과 ‘항만 및 어항설계기준(한국항만협회, 2005)’에 수록되어 있는 통선문(갑문) 내용을 토대로 작성됨

1) 단비실(單扉室) 갑문

해항 또는 하구항에 있는 갑문으로서 내측 수면적이 좁고 내부가 항만이 되어 있는 경우에 쓰인다. 갑문이 하나이기 때문에 만조시에는 갑문을 열어 배를 출입시키고, 간조시에는 갑문을 닫아 하역작업을 하는 형태로 이용된다.

2) 복식(複式) 갑문

수위의 고저가 한 방향으로 제한되어 있지 않고 역방향으로도 되는 경우에는 갑문을 2개 설치하여 그 사이에 갑실을 만들고, 갑실의 수면을 조절하여 선박을 통행시키는 방식이다. 대부분 운하에서 활용하는 방식은 복식갑문 형태이다.

3) 병렬(並列) 갑문

두 개의 갑문이 병렬되어 있는 것으로 하천 또는 운하에서 통행하는 배가 많을 경우에 쓰인다. 병렬 갑문은 규격을 달리하여 선박의 대소에 따라 따로 사용하는 경우와 같은 규격으로 하도 상행과 하행의 교통을 분리하는 경우가 있다.

2. 통선문의 위치와 규모

‘하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)’에서는 통선문(갑문) 설치 및 규모에 대한 기준을 다음과 같이 제시하고 있다.

갑문은 수위가 서로 다른 두 수면 사이를 선박이 안전하게 통행하기 위해서 설치한다. 갑문의 규모 결정은 ‘항만 및 어항설계기준 제7편 외곽시설 제4장 갑문(한국항만협회, 2000)’에 준한다.

1) 통선문의 위치

‘항만 및 어항설계기준(한국항만협회, 2005)’에 따르면 통선문은 자연 상황, 통항선박의 주요 치수

및 척수에 따라서 선박의 출입이 안전하고 원활하게 이루어질 수 있도록 적절한 위치에 설치하도록 되어 있다. 통선문 설치위치의 적정성에 따라 주변의 항만기능에 제한을 주거나 다른 항행선박에 위험을 끼칠 수 있으며, 설치위치의 자연조건에 따라 공사비도 크게 달라지므로 위치선정이 매우 중요하다.

하천 주운에서 통선문은 보통 댐 끝단의 제방근처에 위치하도록 한다. 이렇게 함으로써 여수로 길이는 최대로 되고, 선박운항에 장애를 초래하는 여수로 방류량에 의한 역효과는 최소화 되도록 한다. 한 하천구간에서 갑문과 댐의 정확한 위치는 하천구간의 제원, 단면형상, 제방고, 안정성, 기초상태 등 여러 인자에 따라 결정된다. 만일 통선문이 천수화(淺水化)된 적이 있었던 구간에 위치하고 있으면 주운수심을 유지하는데 비용이 많이 들고, 통행에 지장을 주므로 위치선정시 반드시 고려해야 한다.

2) 통선문의 규모

통행대상 선박의 크기, 척수 등은 통선문의 설치위치 선정에 영향을 미칠 뿐만 아니라 규모결정에도 영향을 미치는데, 우리나라의 경우 통선문의 규모에 대해서 명확한 기준이 없다. 이에 따라 갑실의 크기는 표준척수의 산정식에 따라서 적절히 설정하는 방식을 따르고 있는데, 여유수심, 여유폭 및 여유장은 통행선박의 동요를 감안하여 설정하도록 되어 있다.

$\text{유효수심} = \text{통행선박의 흘수(선체가 물속에 잠긴 깊이)} + \text{여유수심}$ $\text{유효 폭} = \text{통행선박의 폭} \times \text{병렬척수} + \text{여유폭}$ $\text{유효 장} = \text{통행선박의 길이} \times \text{1종렬의 척수} + \text{여유장}$

통선문의 여유는 선박의 크기에 따라 서로 다른데 우리나라의 경우 명확한 기준은 없으며, 일본은 유효수심에 대한 여유는 0.2~1.0m, 유효 폭에 대한 여유는 0.2~1.2m, 유효장에 대한 여유는 3~10m 정도를 제안하고 있다.

(1) 갑실의 크기

갑실은 지반의 특성, 갑실 내외의 수위차, 통행선박의 제원 및 척수, 주수량, 배수량 등에 따라 적절한 구조가 되도록 해야 한다. 갑문 각부의 제원을 결정하는 경우에는 조위, 통행대상선박의 크기, 배후의 이용 상황, 공사비 등을 고려하여 결정하게 된다.

(2) 갑문의 크기

주운수로에 의한 예상 교통량과 형태에 대한 경제적인 분석, 예인장비의 형식, 수로의 수송밀도 및 선단규모에 따라서 갑문규모를 결정한다. 표준갑문의 규모와 관련하여 여러 가지 제안이 있으나 미국 공병단에서 발간한 'Waterway Science and Technology(1981)'에서는 상업용 갑문의 규격으로 폭 25m일 때 갑문의 길이는 120m, 180m, 240m, 360m, 폭 33m일 때 갑문의 길이는 180m, 240m, 360m를 제안하고 있다.

〈표 3〉 갑문의 제원

구분	갑거	
통과최대선박	50,000톤	10,000톤
갑거 ²⁾ 총연장	436.4m	326.2m
내측	280m	183m
외측	375.2m	260.2m
갑거유효폭	36m	22.5m
갑실높이	19m	19m
갑문수	4조	4조
갑문길이	38m	24.5m
갑문폭	8.3m	6.4m
갑문높이	18.5m	18.5m
무게(갑문당)	1,250톤	680톤
갑문개폐개요시간	5분	4분
갑실취수시간	15분 20초	

자료 : 한국항만협회(2005), 항만 및 여항설계기준, p.793

3) 유도제

통선문 전후의 수역을 정온하게 하고 선박이 안전하게 출입할 수 있도록 하기 위해서 통선문 전후에 유도제를 설치하고 필요한 설비를 해야 한다.

2) 갑거(開渠) : 해수의 저장과 수심유지를 위한 이중갑문으로서 선박이 통항할 수 있게 한 시설

유도제에는 야간의 선박출입을 고려하여 조명시설을 할 필요가 있으며, 선박이 계류할 수 있도록 계선주를 설치하고 동시에 충격력을 흡수하기 위하여 방충재를 설치하는 것이 바람직하다.

Ⅳ. 통선문 설치기준의 개선사항

1. 통선문 설치기준의 정립

통선문 규모가 너무 작으면 선박통행에 제약이 될 뿐만 아니라 선박의 대기행렬이 발생할 수 있으므로 이용수요를 고려하여 규모를 결정할 필요가 있다. 통선문을 통과하는 선박은 300톤급 유람선과 요트, 보트 등 수상레포츠 선박이 2열로 동시에 통과할 수 있는 규모로 선정하는 것이 바람직하다.

통선문 운영방식에 따라 갑실 규모의 산정이 가능한데 선박별로 운영하는 방식의 경우 최대 선박을 기준으로 하고, 혼재 운영방식의 경우는 최대선박 + 소형선 혼재 기준을 적용하는 것이 바람직하다.

〈표 4〉 통선문 설치시 고려대상 선박의 기준

선박	선장 (m)	선폭 (m)	선심 (m)	돛대 (Mast) 높이(m)	비고
300톤급 유람선	37.63	9.0	2.0	5.3	갑실제한 결정 기준
Dinghy 요트	6.06	1.70	1.10	5~6	상부 Clearance 검토 기준
Cruiser 요트	10.61	2.50	2.40	2~3	하부 Clearance 검토 기준

〈표 5〉 조위변화에 관계없이 상시 운영이 가능한 규모

운영 방식	대상 선박	갑실 연장	갑실 폭	갑실 바닥고	비고
선박별 운영	300톤 유람선	50m	11m	EL -8.0m	여유 적용 - 길이 : 6m - 폭 : 1m - 수심 : 1.5m
혼재 운영	300톤 유람선 + Cruiser 요트	50m	15m	EL -8.0m	

자료 : 한국수자원공사(2003), 시화호 조력발전소 건설공사 기본설계보고서

다. 통선문은 조위에 영향을 받지 않고 상시출입이 가능하도록 계획할 필요가 있는데 혼재운영 방식의 경우 갑실 폭 15m, 갑실연장 50m 규모가 적절한 것으로 판단된다. 갑실연장 및 폭의 여유길이 등에 대한 국내 기준은 아직 마련되어 있지 않기 때문에 향후 구체적인 연구를 통해 설치기준을 마련할 필요가 있다.

통선문 설치위치와 관련해서는 3장에서 언급한 바와 같이 하천 혹은 항만, 어항의 제원, 단면형상, 제방고, 안정성, 기초상태 등 여러 인자에 따라 결정하여야 하므로 기존의 사례를 면밀히 분석한 후, 별도의 기준을 마련하여야 한다.

2. 통선문 이용 패턴을 고려한 규모결정

앞에서 언급한 바와 같이 통선문의 규모는 이용수요를 고려하여 결정하여야 하는데 현재는 이용수요에 대한 별다른 고려없이 결정되고 있다. 정부에서는 마리나 산업을 신성장 동력산업으로 선정하고 육성전략을 마련한 바 있다. 2010년 1월에 수립된 '제1차(2011~2019) 마리나 항만 기본계획'에서는 전국 10개 권역, 43개소 항만에 5,601척 규모의 마리나를 설치하는 계획을 마련하였다. 그러나 이 계획에서도 권역별, 항만별 구체적인 수요분석이 이루어지기 보다는 개략적인 추정에 의해 수요가 예측된 한계를 갖고 있다. 따라서 향후에는 우리나라 전체의 수요분석을 토대로 개별 항만별 수요를 도출하고, 이를 토대로 통선문 설치에 필요한 항만에서는 통선문 규모도 결정하는 과정이 마련될 필요가 있다. 해양관광산업이 활성화될 경우 보트와 요트를 이용하는 수요 뿐만 아니라, 내해에서 배를 타고 외해로 나가려는 이용 수요도 발생할 것으로 예상되므로 이러한 수요를 처리하기 위한 통선문 설치계획이 필요한 것이다.

401km²(서울의 2/3) 면적의 새만금 개발사업의 주요 핵심사업인 해양레저 산업이 활성화되기 위해서는 보트, 요트 이용수요 증가 및 내해와 외해의 연결이 원활해야 하는데, 새만금의 가력, 신시

