

京仁運河開門의 開度와 開閉速度에 관한 水理模型實驗

김규한*, 박창근*, 편종근**

1. 서론

우리나라 인천항의 적체현상은 그 한계를 초과한 상태여서 체선율이 약 40%에 이르고 있다. 아울러, 수도권 대량화물의 대부분이 인천항을 경유하여 내륙수송방법을 통해 운송되므로 수도권의 심각한 교통체증을 가중시키며, 물류가격경쟁력의 저하현상을 초래하고 있다. 따라서, 운하를 건설하여 연안해송, 내륙수운 등의 수송수단을 통해 대량화물 운송을 원활히 하여 내륙교통량을 완하시키고 수송비를 절감시킬 필요성이 있다. 인천과 서울의 한강을 연결하는 경인운하는 서해안의 매우 큰 조석간만차 때문에 조석의 영향을 제어할 수 있는 갑문의 설치가 필요하다. 이와같은 갑문설치시 갑문설계의 적정성여부와 갑문 및 갑실의 기능성과 문제점, 운용특성을 예측검토하여야 한다. 본고에서는 경인운하의 갑문(sector gate)에 대한 작용력 실험 및 갑문과 갑실을 이용한 총배수시스템에 대한 수리모형실험을 실시하는데 앞서, optimal gate opening과 optimal opening speed실험에 대해 살펴보기로 한다.

2. 모형의 설치

경인운하의 인천측 갑문 및 갑실의 실제도는 그림 1과 같으며, 바다측의 두 개의 sector gate와 갑실 그리고, 운하측의 두 개의 sector gate로 구성되어 있다. 그림 2는 수리모형 실험을 위해 구성된 모형의 전체도를 나타내고 있으며, 갑문 및 갑실의 모형은 1/30로 축소하였으며, 양측에 바다 및 운하를 가상한 모형 pool을 설정해 두었다. 또한 유량공급은 양측 pool을 통해 공급되도록 하였으며, 수위조절을 위해 양측모두 배수조절 장치를 설치하였다. 배수로 및 양측 pool은 블록구조물로 제작하였으며, 갑문주위는 목재, 갑실은 아크릴로 제작하였다. sector gate모형은 철재로 제작하였으며, 그림 3(a),(b)에 나타내는 바와 같다.

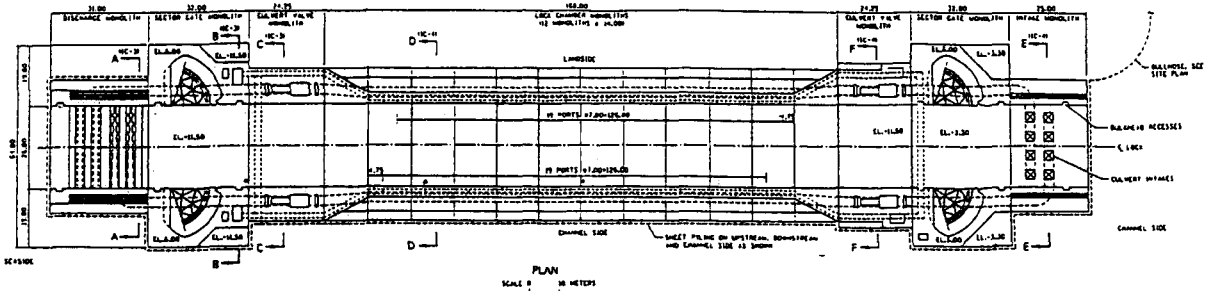


그림 1 갑문 및 갑실의 실제도

* 관동대학교 건설환경시스템공학부 (Kwandong Univ. Division of Civil & Environmental Eng. System)
 ** 명지대학교 토목·환경공학과 (Myungji Univ. Dept. of Civil & Environmental Eng.)

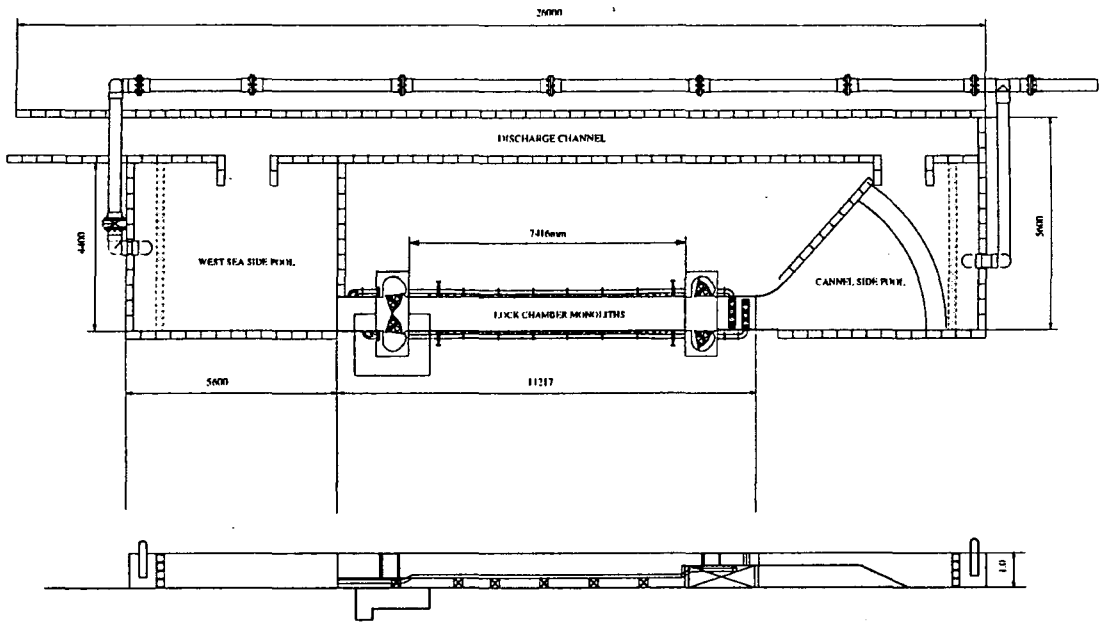


그림 2 모형의 전체도

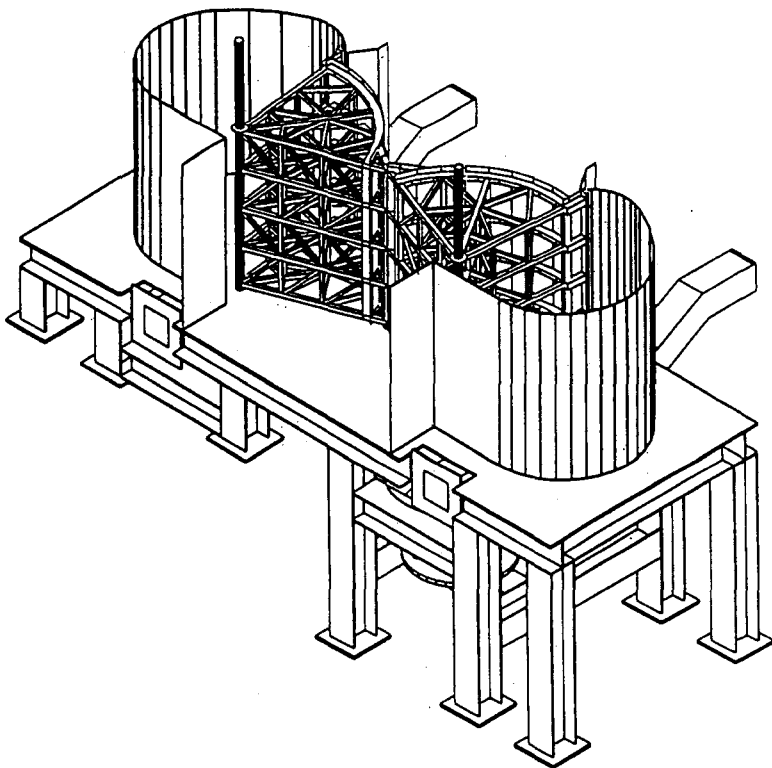


그림 3(a) sector gate의 입체도

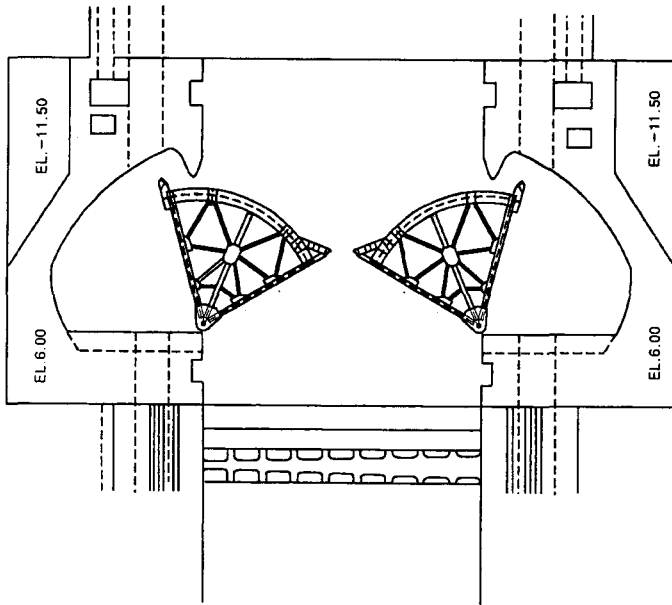


그림 3(b) sector gate의 평면도

3. 실험방법

Optimal gate opening과 Optimal gate speed를 구하기 위한 실험에 있어서 사용된 실험조건은 표.1 및 표.2와 같다.

표.1에서 표시된 실험case마다 일정수위를 유지시킨 뒤 gate를 각 case의 속도 및 간격으로 열고 그때의 흐름상황과 gate에 작용하는 수평력 및 연직력, gate축에 작용하는 토크 등을 계측하였다. 표.2는 각 opening간격에 따른 흐름의 변화 양상을 보다 구체적으로 살펴보기 위해 수위차를 유지한 정상상태로 설정하여 관심구간의 유속상황을 계측하였다.

흐름의 상황은 화상해석용 염료를 투입하여 조사하였으며, 관심지역의 유속은 수평 12지점에 대해 각각 연직 4지점을 측정하여, 총 48지점의 유속을 측정하였다. 측정에는 2방향 프로펠라 유속계를 사용하였으며 계측치는 10초 평균으로 하였다. 시간에 따른 유속변동상황을 살펴보기 위해 고정 2지점에는 전자유속계를 이용하여 유속변동시계열을 구하였다. 또한 수위변화는 서보식 수위계를 양측에 6대 사용하였고, gate 전후의 차압을 구하기 위해 연직으로 5개지점의 차압계를 설치하여 측정하였다. 토크는 gate축에 설치한 토크계를 이용하고, 수평 및 연직력은 load cell을 연직으로 2구간 설치하였다. 계측에 의해 얻어지는 Data는 변형량 측정 Amp.를 거쳐 A.D변환하고 순간기록 방식을 취하였다. 데이터의 sampling time은 10Hz(0.1sec)로 하였다.

⊕1 Test case (unsteady flow ; static condition → gate opening)

CASE	Openings		Opening speed		flow direction	water level	
						chamber	sea
1	2.7°	0.5m(P)	14.73°/min	1min(P)	Reguler flow (chamber→sea)	+3.0m (10cm)	0.0m (0.0cm)
		1.67cm(M)		11sec(M)			
2	2.7°	0.5m(P)	6°/min	2.5min(P)	"	"	"
		1.67cm(M)		27sec(M)			
3	2.7°	0.5m(P)	3.68°/min	4min(P)	"	"	"
		1.67cm(M)		44sec(M)			
4	5.1°	1m(P)	27.82°/min	1min(P)	"	"	"
		3.33cm(M)		11sec(M)			
5	5.1°	1m(P)	11.33°/min	2.5min(P)	"	"	"
		3.33cm(M)		27sec(M)			
6	5.1°	1m(P)	6.95°/min	4min(P)	"	"	"
		3.33cm(M)		44sec(M)			
7	9.4°	2m(P)	51.27°/min	1min(P)	"	"	"
		6.67cm(M)		11sec(M)			
8	9.4°	2m(P)	20.89°/min	2.5min(P)	"	"	"
		6.67cm(M)		27sec(M)			
9	9.4°	2m(P)	12.82°/min	4min(P)	"	"	"
		6.67cm(M)		44sec(M)			
10	2.7°	0.5m(P)	3.68°/min	4min(P)	Reverse flow (sea→chamber)	+3.0m (10cm)	+6.0m (20cm)
		1.67cm(M)		44sec(M)			
11	9.4°	2m(P)	51.27°/min	1min(P)	"	"	"
		6.67cm(M)		11sec(M)			

⊕2 Test case(steady flow)

CASE	Openings		flow direction	water level	
				chamber	sea
1	2.7°	0.5m(P)	Reguler flow (chamber→sea)	+3.0m (10cm)	0.0m (0.0cm)
		1.67cm(M)			
2	5.1°	1m(P)	"	"	"
		3.33cm(M)			
3	9.4°	2m(P)	"	"	"
		6.67cm(M)			