

컨테이너 부두건설에 따른 광양만의 유황변동

The Flow Variation due to Pier Construction at Kwangyang Bay

최성열* · 조원철** · 이원환***

Choi, Song Yeol · Cho, Won Cheol · Lee, Won Hwan

Abstract

The variation of flow pattern caused by the topographical change of Kwangyang bay, is analyzed using the numerical tidal model for the depth-integrated two-dimensional long wave equation. The results of study are as follows.

Due to pier construction, the area of water surface is decreased and the water inflow into the Kwangyang bay is reduced. For this result, at the outer bay of Myo island, the tidal range is slightly increased. And at the inner bay, water level is dropped generally, and especially at the time of low water tide, the phenomena of water level drop obviously appears. According to the variation pattern, flow velocities is lower than those of non-construction condition over the Kwangyang bay. But at the channel(from Kwangyang east stream) flowing into the east Kwangyang bay, for the contraction of channel profile, flow velocity is increased. The study based on the 100 year frequency design flood discharge from Sueocheon(river) and Dongcheon(river) which are flowing into the bay and Seomjin River flowing along the boundary of the bay is also performed. During the spring tide condition, the results showed the rise of water level about 1.2 m at Seomjin River Estuary and 0.3 m at inner bay is occurred.

요 지

광양만의 지형변화에 따른 유황변화를 수심방향으로 적분된 2 차원 조석방정식을 사용하여 검토하였다.

연구결과 부두건설에 따른 해수면적의 감소로 인해 광양만으로 유입하는 조석량이 작아졌으며, 이로 인해 모도를 중심으로한 만 외측에서는 조위차가 약간 커졌으며, 만내측에서는 전반적으로 수위가 하강한 것으로 나타났고, 특히 간조시의 수위 하강현상이 뚜렷하게 나타났다. 유속의 변화양상은 광양만 전체에 걸쳐 건설전 보다 작아졌으나, 광양동천에서 만으로 유입되는 수로에서는 수로 단면의 축소로 유속이 증가한 것으로 나타났다. 또한 대조기 시에 광양만으로 유입하는 수어천, 광양동천, 그리고 만의 외부경계인 섬진강으로 부터의 홍수량을 100년 빈도로 한 결과, 섬진강하구에서는 약 1.2 m 그리고 광양만 내측에서는 약 0.3 m 의 수면상승을 초래하는 것으로 나타났다.

* 정회원 · 연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정
** 정회원 · 연세대학교 공과대학 토목공학과 부교수
*** 정회원 · 연세대학교 공과대학 토목공학과 교수

1. 서 론

최근 산업의 발달과 국제교류의 증대에 따라 수출입 물동량이 크게 늘어나고 있는 실정이며, 이에 대비하기 위한 일환으로서 호남권의 광양만에 대규모 컨테이너 부두시설이 계획되고 있다. 컨테이너 부두건설 예정지의 지형특성은 광양만 내측에 위치하고 있어서, 수위가 기본수준면 이하로 내려가면 간사지로 노출되는 곳이 대부분을 차지하고 있으며, 대략 37 Km² 정도의 규모를 가진 지역으로 예상된다. 그러나 이러한 대규모적인 매립에 의한 공사는 광양만의 환경에 여러가지 변화를 가져올 수 있으며, 이러한 변화 중에서도 특히 지형의 변화로 인해 일차적으로 만내 유황(수위, 유량, 유속 등)에 적지 않은 영향을 미치게 될 것으로 사료된다. 따라서 건설공사 후에 발생하게 될지도 모르는 악영향을 미리 예측해 봄으로써, 건설공사의 적정성을 파악하고, 완공 후에 발생할지도 모르는 재해를 미연에 방지하고자 하는 의미에서 건설에 따른 유황변동을 파악하는 것이 시급한 문제라 할 수 있겠다.

조석 현상이 해수의 수리학적 거동의 주된 원인이 되는 해안 및 항만에서, 인위적인 건설행위에 뒤따르는 환경변화를 예측하기 위해서는, 대별하여 수리모형(Hydraulic Model)과 수치조석모형(Numerical Tidal Model)이 사용되고 있으며, 고성능 컴퓨터의 보급에 따라, 수치조석모형에 의해 현상황을 재현시키고, 앞으로의 건설에 따른 변화상태를 검토하는 수치모형에 의한 방법이 현재 많이 이용되고 있는 실정이다^(1,2,3,4,5).

국내에서 지형변화에 따른 조석현상의 거동특성을 다루었던 연구로서, 최병호(1983)⁽⁶⁾는 아산만 접근 수로의 준설에 따른 M₂ 분조의 영향에 대해 연구한 바 있으며, 최병호(1984)⁽⁷⁾는 영산강 하구방조제 건설에 따른 조위변화를 해면통계분석을 통해 밝혀냈다. 또한 오윤근, 최병호(1987)⁽⁸⁾는 금강하구둑의 건설에 의한 조석체계의 변화를 1 차원 수치모형을 이용하여 구명하였다. 또한 낙동강 하구언의 건설에 따른 태풍피해를 이원환, 이종태 등⁽⁹⁾이 연구하였으며, 진소범(1990)⁽¹⁰⁾은 금강하구에서의 도류제 건설에 따른 조석변화를 2 차원 천해조석모형을 사용하여 검토한바 있다.

현재까지 광양만을 대상으로하고 있는 연구로서, 1982년에 포항제철 제 2 제철소 건설을 위한 타당성 조사평가^(11,12,13)가 프랑스 전력회사와 SOGREAH 용역회사에 의해 이루어 졌다.

본 연구에서 사용한 지배방정식으로는 수심방향으로 적분된 2 차원 장파방정식으로 유도되는 운동량방정식과 부정류에 대한 연속방정식을 사용하였다. 이를 유한차분법을 사용하여 차분화하고, 적절한 외해경계조건에 따른 1982년 4월의 실측치와 SOGREAH 조석모형의 계산치를 이용하여, 컨테이너부두 건설에 따른 광양만의 유황변동의 추정을 실시하였다.

2. 수치모형의 구성

조석에 의해 흐름이 지배되는 곳에서의 흐름현상의 역학적 해석에는 유체의 운동에 관한 2 차원 장파방정식과 부정류에 대한 연속방정식의 해를 사용하는 것이 적당하며, 이러한 방정식의 이론적 기초는 1964년에 Dronkers에 의해 연구되었다⁽¹⁴⁾. 본 연구에 채택한 2 차원 비선형 운동방정식과 연속방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{Q_x}{d} \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{Q_y}{d} \frac{\partial Q_x}{\partial y} - \Omega Q_y = -gd \frac{\partial h}{\partial x} - gdS_{rx} + K V_w^2 \cos \phi \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{Q_x}{d} \frac{\partial Q_y}{\partial x} + \frac{Q_y}{d} \frac{\partial Q_y}{\partial y} - \Omega Q_x = -gd \frac{\partial h}{\partial y} - gdS_{ry} + K V_w^2 \sin \phi \quad (2)$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + \frac{\partial h}{\partial t} = r - e \quad (3)$$

여기서 Q_x와 Q_y는 시간 t에서 x,y 방향의 단위 길이당 연직적분한 유량, h는 평균해수면에 대한 수표면 높이, d는 임의의 위치(x,y,t)에서의 수심, z는 평균해수면에 대한 음방향의 바닥높이, V_w는 수표면위 특정 높이에서의 풍속, φ는 풍속벡터와 x축 방향과의 각, K는 무차원 평균바람응력, 또한 해저의 저항과 난류에 의한 운동량의 소산은 Masch

(1977)⁽¹⁵⁾에 의해 제시된 Manning 계수공식에 의해 나타냈으며, 즉 $S_{ex}=(n^2/2.21/d^{10/3})Q \cdot Q_x$ 와 $S_{ey}=(n^2/2.21/d^{10/3})Q \cdot Q_y$ 로 표현되며, Coriolis 매개변수(Ω)는 $2\omega \sin\phi$, ω 는 지구의 각속도, ϕ 는 위도이다. 그리고 r 은 강우량이고, e 는 증발량이다.

위의 비선형 편미분방정식에는 3 개의 미지수 Q_x , Q_y , 그리고 h 가 포함되어 서로 엮물려 있으며, 복잡한 지형특성, 경계조건의 다양성, 그리고 천해 간 사지의 유무 등으로 인해 이론적 함수해를 얻기가 불가능하다. 따라서 위의 식의 해를 얻기 위해서는 근사적 방법으로 해를 얻을 수 밖에 없으며, 이를 위해서 실제유역의 이산화가 가능하고 동수역학적 거동을 기술하는데 필요한 입력자료를 더욱 정확한 방법으로 나타낼 수 있는 차분기법이 널리 사용된다. 본 연구에서도 조석모형의 수치해에 가장 많이 사용되는 유한차분법을 적용하고 양해법(Explicit Method)을 사용하여 수치모형을 구성하였으며, 격자의 구성은 다음 그림 1과 같다.

본 연구에서 사용된 양적차분법은 진⁽¹⁰⁾이 균산항에 적용한 것으로서 흐름과 수위를 계산하기 위해 "leap frog" 형식의 시간연산자를 갖는 중앙차분형식을 기본으로 하였다. 예로서 $t-1=(k-1/2)\Delta t$, $t=k\Delta t$, $t+1=(k+1/2)\Delta t$, $t+2=(k+1)\Delta t$ 과 같은 시간기호가 반복관계를 나타내기 위해 사용된다.

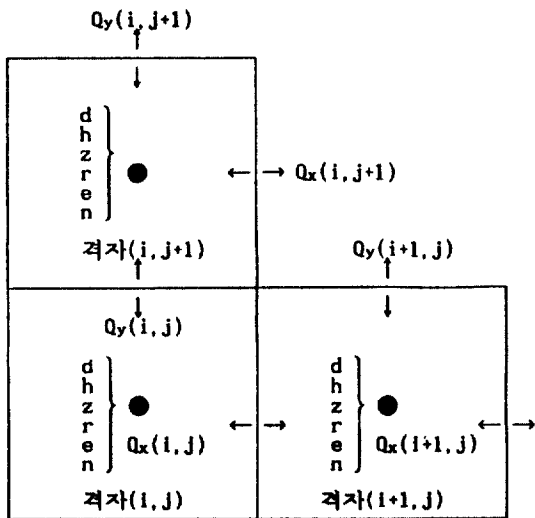


그림 1. 모형의 격자구성도

시간에 대한 적분시 홀수 시간($k \pm 1/2$)에서는 Q_x , Q_y 를 계산하고, 짝수 시간 ($k, k+1$)에서는 h 를 계산하게 된다. 이러한 형식을 사용하여 식(1), 식(2), 식(3)을 차별화하면 각각 식(4), 식(5) 식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_x^{t+1}(i, j) = [Q_x^{t-1}(i, j) - \Delta t \frac{\bar{Q}_y}{dx} \frac{Q_x^{t-1}(i, j+1) - Q_x^{t-1}(i, j-1)}{2\Delta y} + \Delta t \Omega \bar{Q}_y - \Delta t g d_x \frac{h^t(i+1, j) - h^t(i, j)}{\Delta x} + \Delta t K W^2 \cos\theta] / C_{fx} \quad (4)$$

여기서 $C_{fx} = 1 + \frac{\Delta t}{dx} \frac{Q_x^{t-1}(i+1, j) - Q_x^{t-1}(i-1, j)}{2\Delta x} + \frac{g n_x^2 \Delta t}{2.21 d_x^{4/3}} [\bar{Q}/d$

$$\bar{Q}_y = \frac{1}{4} [Q_y^{t-1}(i, j) + Q_y^{t-1}(i+1, j) + Q_y^{t-1}(i, j-1) + Q_y^{t-1}(i+1, j-1)]$$

$$d_x = \frac{d^t(i, j) + d^t(i+1, j)}{2}$$

$$n_x = \frac{n_{i, j} + n_{i-1, j}}{2}$$

$$\bar{Q}d = \frac{(Q_x^{t-1}(i, j)^2 + \bar{Q}_y^2)^{1/2}}{d_x}$$

$$\Omega Q_y = \Omega \bar{Q}_y$$

마찬가지로 $Q_y^{t+1}(i, j) = [Q_y^{t-1}(i, j) - \Delta t \frac{\bar{Q}_x}{dy} \frac{Q_y^{t-1}(i, j+1) - Q_y^{t-1}(i, j-1)}{2\Delta x} + \Delta t \Omega \bar{Q}_x - \Delta t g d_y \frac{h^t(i+1, j) - h^t(i, j)}{\Delta y} + \Delta t K W^2 \cos\theta] / C_{fy} \quad (5)$

$$h^{t+2}(i, j) = h^t(i, j) - \Delta t \frac{Q_x^{t+1}(i, j) - Q_x^{t+1}(i-1, j)}{\Delta x} + \Delta t \frac{Q_y^{t+1}(i, j) - Q_y^{t+1}(i, j-1)}{\Delta y} + (r-e)\Delta t \quad (6)$$

유한차분법의 양해법에서는 격자망 크기와 계산 시간 간격에 따라 차분식의 안정성과 수렴성에 상

당한 차이를 일으킨다. 따라서 차분방정식의 해를 양해법으로 풀기 위해서는 격자망 크기와 계산시간 간격에 따른 다음 조건을 만족하도록 모형을 구성해야 한다. 또한 외해의 경계조건은 실측된 조위기록이나 조화상수를 사용하여 얻어진 조위치를 사용하도록 구성되어 있다.

$$\Delta t \leq \frac{\Delta s}{\sqrt{2g d_{\max}}} \quad (7)$$

여기서 Δt 는 시간간격, Δs 는 격자망 크기, d_{\max} 는 모형에서 사용된 최고 수심이다. 실제로 Δs (Δx 또는 Δy)는 최대의 공간해상도를 제공하기 위해 가능한 한 작아야 한다. 그러나 이것은 컴퓨터의 저장능력과 계산시간이 많이 필요로 하므로 격자망 크기는 식(7)에서 부과된 수학적 제약에 덧붙여 이용하는 실제 자료, 필요한 모형의 세부조건, 원하는 결과의 해상도 및 계산시간과 저장능력에 근거하여 선택되어야 한다.

3. 모형의 검정 및 적용

본 모형이 적용될 광양만의 지형 및 격자망은

그림 2 와 같이 2 개소의 외해경계조건(노랑해협, 여수해만)과 3 개소의 하천유입 경계(섬진강, 수어천, 광양동천)로 구성된다. 본 연구에서 사용한 수치모형의 검정은 앞서, 진⁽¹⁰⁾에 의해 금강하구역에서 이루어졌으며, 본 연구에서는 포항제철의 제 2 제철소의 건설에 앞서 관측된 1982년 4월 25일의 대조기의 실측조위치(T2, T3, T4, T7 지점)를 사용하여 모형의 검정을 행하였으며, 모형검정 결과는 대체로 양호한 것으로 나타났다(그림 3 및 그림 4).

그림 3은 T2 및 T7 지점에서 수위의 계산치와 실측치를 비교한 것이며, 그림 4는 지점 D 및 F에서 주흐름방향의 유속을 비교한 것으로서, 비교적 양호한 일치율을 보이고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 위에서 검정된 수치모형을 사용하여, 외해조석의 크기에 따른 다음과 같은 3 가지 경우에서의 부두건설 전후의 유행변동과 하천유입 경계로서 설계홍수량을 사용한 경우 등, 총 4 가지 경우에 대한 유행변동을 분석하였다.

- 경우 1 ▷ 외해경계조건: 대조기(1982년 4월 25일 15시~4월 26일 3시)
- ▷ 하천유입조건: 평균유출량(섬진강: 120 CMS, 수어천, 광양동천:

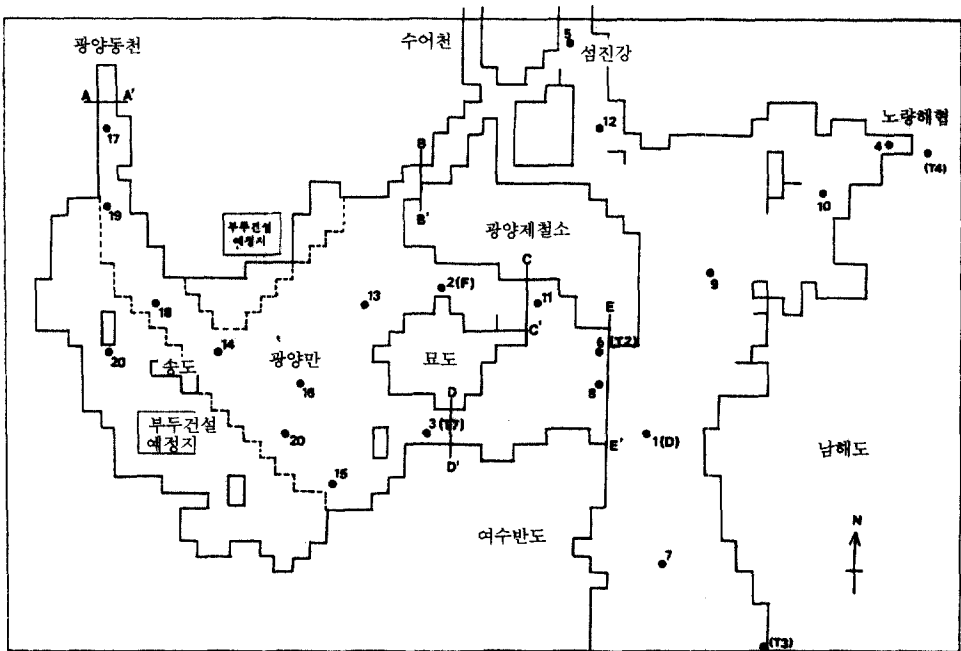


그림 2. 광양만의 지형 및 격자망도

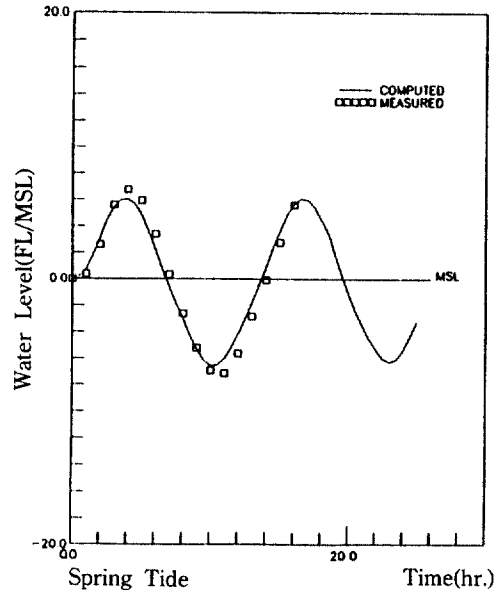
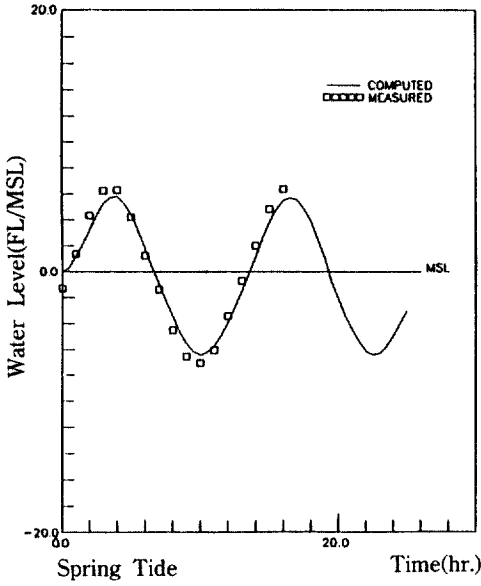


그림 3. 광양만 수위의 실측치와 계산치의 비교 (좌:T2지점, 우:T7지점)

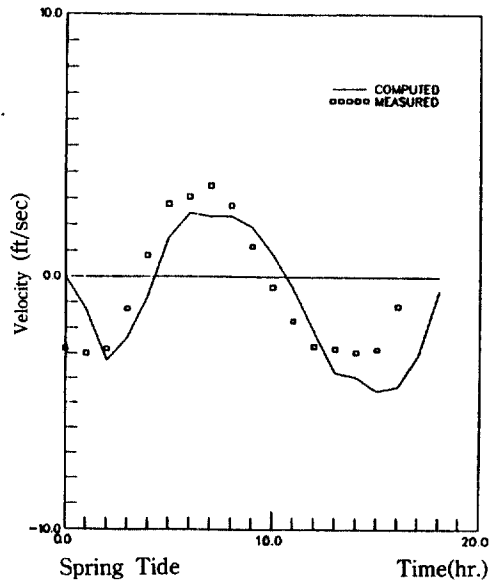
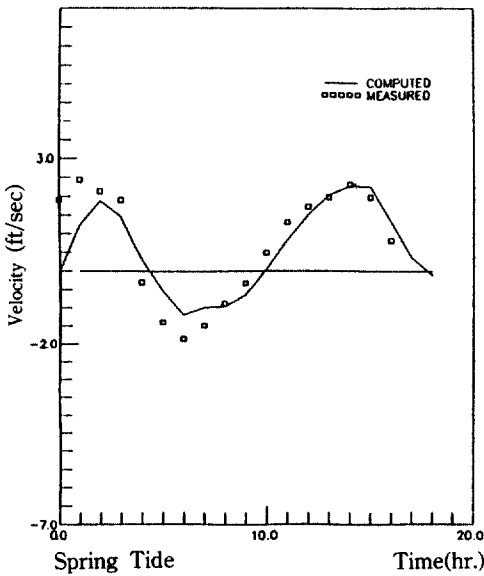


그림 4. 광양만 유속의 실측치와 계산치의 비교 (좌:D지점, 우:F지점)

12 CMS)

• 경우 2 ▷ 외해경계조건: 중조기(1982년 4월 20일 13시~4월 21일 1시)

▷ 하천유입조건: 평균유출량(섬진강: 120 CMS, 수어천, 광양동천:

12 CMS)

• 경우 3 ▷ 외해경계조건: 소조기(1982년 4월 17일 9시~4월 17일 21시)

▷ 하천유입조건: 평균유출량(섬진강: 120 CMS, 수어천, 광양동천:

12 CMS)

- 경우 4 > 외해경계조건: 대조기(1982년 4월 25일 15시~4월 26일 3시)
- ▷ 하천유입조건: 100년 빈도의 설계홍수량(섬진강: 12000 CMS, 수어천, 광양동천: 1200 CMS)

$$V_{ave}(i,j) = V_{ave}(i,j) + ABS[V(i,j)] \quad (1 \text{ 조석 주기 동안}) \quad (9)$$

즉, 순유량이라 함은 한주기 동안 임의 (i,j) 격자점에 유출입된 물의 잔차성분을 나타내고, 평균유속이라 함은 한주기 동안 임의 (i,j) 격자점에 유출입된 물유동의 많고, 적음의 정도를 나타낸다.

표 1 은 그림 2 에서의 5 개 단면에 대한 각 경우에서의 순유량의 값을 정리한 것이며, 표에서 알 수 있듯이 단면 E-E' 로 유입되는 순유량은 건설후의 값이 건설전의 값 보다 모두 적다. 또한 단면 C-C' 및 D-D' 에서 소조기인 경우에는 건설후의 순유량이 모두 적고, 중조기 및 대조기에서는 차이가 있으나 만으로의 유입량이 이 두 단면으로 나뉘어져서 흐른다고 할때, 두단면을 더한 순유량은 건설후가 역시 적다. 이는 부두건설로 인한 수면적의 감소로 만으로 들어오는 유량이 작아짐을 나타낸다고 할 수 있다.

4. 비교분석

부두건설에 따른 일차적인 유황변화를 비교하기 위해 수위, 유속, 순유입량(Net Quantity) 그리고 평균유속(Average Velocity) 등의 항목을 사용하여 비교 검토하기로 한다. 여기서 순유입량 및 평균유속은 각각 다음과 같이 정의된다.

$$Q_{net}(i,j) = Q_{net}(i,j) + Q(i,j) \quad (1 \text{ 조석 주기 동안}) \quad (8)$$

표 1. 각 단면에서의 순유입량

(단위:CFS)

구 분			단면 A-A'	단면 B-B'	단면 C-C'	단면 D-D'	단면 E-E'
M	A		-431.0	280.8	-6890.0	-10659.9	-22424.0
M	B		-440.0	807.4	-30358.0	-1369.0	-36649.7
N	A		-312.0	-140.1	4457.0	-5410.8	-1200.0
N	B		-305.0	47.0	1548.0	-6565.9	-5656.1
S	A		-421.0	-771.0	-13680.0	16175.0	2450.0
S	B		-416.0	1317.0	-103300.0	99630.0	-4700.0
S	A	F	-42380.0	-41160.0	62060.0	17356.0	78273.0

비 고	M : 중조기	A : 건설 후				
	N : 소조기	B : 건설 전	- : 유입	+	: 유출	
	S : 대조기	F : 설계홍수량				←(i,j)→

표 2. 건설전후의 각 지점에서의 최대·최소 수위치

(단위: FEET, MSL 기준)

구 분	지점	16		14		18		19		2		3		7		9	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
NE	MAX	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.0	-.1	-.1	.0	-.1
	MIN	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.2	-1.3	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.4	-1.3
ME	MAX	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.7	2.9	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.5	2.7	2.5
	MIN	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.1	-4.1	-1.3	-1.5	-3.9	-3.8	-4.0	-3.9	-3.8	-3.7	-3.9	-3.8
SP	MAX	6.2	6.3	6.2	6.3	6.2	6.3	6.2	6.4	6.0	5.9	6.1	6.0	5.8	5.5	6.1	5.8
	MIN	-6.9	-6.2	-7.1	-6.3	-6.7	-6.3	-1.2	-1.3	-6.7	-6.1	-6.7	-6.3	-6.4	-6.2	-6.5	-6.3

NE:소조기 ME:중조기 SP:대조기 A:건설후 B:건설전 MAX:최대치 MIN:최소치

표 2은 두 주기에 걸친 각 경우의 수치모의에 있어서의 수위의 최고 및 최저치를 도시한 것으로, 소조기에서는 건설에 따른 수위의 변동이 거의 없는 것으로 나타났다. 중조기에서는 뚜렷한 특징은 잘 나타나지 않으나, 대체적으로 요도를 중심으로한 만외측에서는 건설에 따른 수심변화폭이 전보다 커졌으며, 만내측의 수로에서는 그와는 반대로 건설 전의 수심변화폭이 더 컸다. 대조기에서는 요도를 중심으로한 만외측에서는 중조기 때의 변화양상과

동일하나 만내측의 수로 부근에서는 전반적인 수면의 하강현상이 일어난다는 것을 알 수 있으며, 특히 썰물시의 수면차가 많이 발생한다. 그림 5 는 이와 같은 대표적인 예로서 대조기 일때의 지점 7과 14에서의 수위곡선이다. 그림의 2 번째 주기의 밀물시에 수위가 매끄럽지 않은 현상이 보이나, 이는 매 30 분 마다 출력된 계산결과치를 사용하여 그림을 그린 결과로 사료된다.

표 3은 각 경우에서의 평균유속값을 정리한 것

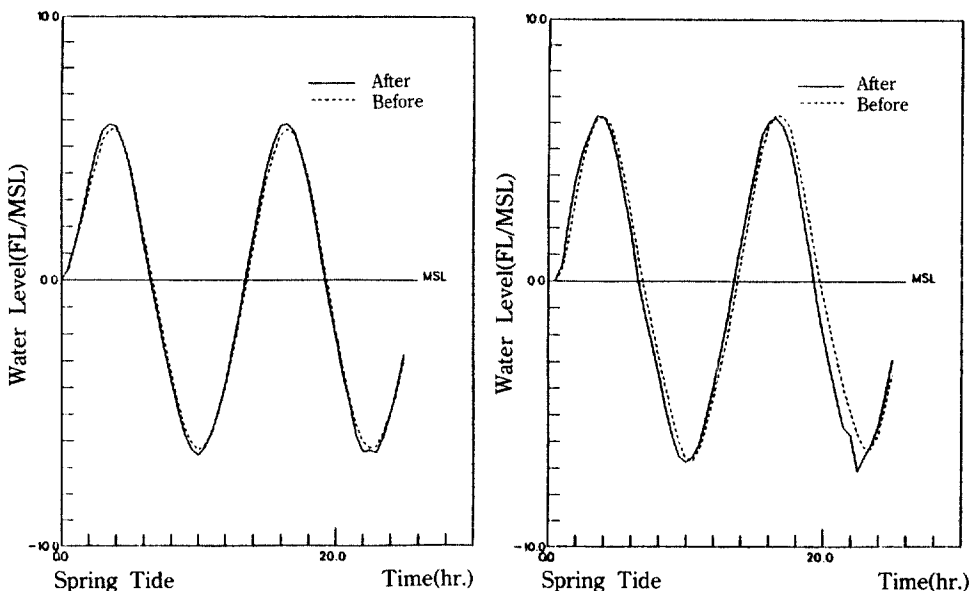


그림 5. 부두건설 전 후의 수위비교 (좌:7지점, 우:14지점, 대조기)

표 3 각 단면에서의 평균유속

(단위:FEET/sec)

구 분			단면 A-A'	단면 B-B'	단면 C-C'	단면 D-D'	단면 E-E'
M	A		0.30	.81	1.18	1.62	2.93
M	B		0.31	.77	2.24	2.53	5.25
N	A		0.15	.22	.28	.43	.70
N	B		0.15	.20	.50	.76	1.02
S	A		0.40	1.00	2.34	2.61	7.24
S	B		0.41	.88	14.16	5.13	9.11
S	A	F	2.63	2.74	2.55	2.62	5.69

비 고	M : 중조기	A : 건설 후	F : 설계홍수량
	N : 소조기	B : 건설 전	
	S : 대조기		

이며, 표에서 알 수 있듯이 C-C', D-D', E-E' 단면에 걸쳐 공통적으로 건설후의 값이 건설전의 값보다 적음을 알 수 있다. 즉, 광양만으로 유입되는 물의 유동이 건설로 인하여 작아질 것을 알 수 있으며, 따라서 유속분포도 대체로 작아짐을 예측할 수 있다.

건설 전후의 유속비교는 앞서 지적된 이유로 인해서 모든 경우에 있어 전반적으로 유속이 작아진 것으로 나타났으나, 예외적으로 만내측의 직선수로에서는 유속이 약간 커진 것으로 나타났다. 그림 6은 지점 3과 지점 18에서 밀물시의 유속의 비교를 나타낸 것으로서, 이와 같은 모습을 잘 나타내고 있다.

그림 7은 대조기 밀물시의 유향과 크기를 벡터도로 나타낸 것으로서 건설에 따른 특징적인 변화는 위에서 언급한 바와 같이 건설에 따라 대체로 유속이 작아졌으며, 그 중에서도 특히 묘도 북방 수로의 유속과 북방수로에서 만내측으로 돌아들어가는 유속이 현저하게 줄어들었다는 것을 확인할 수 있다.

또한 홍수에 의한 영향을 고려할 경우의 주환심사는 설계홍수위에 따른 건설후의 만의 수위변화이므로, 외해경계조건으로 가장 위험한 상태인 대조기를 고려하고, 각 하천경계에서 설계홍수량을 적용하여 건설후 홍수의 영향을 살펴보았으며, 그 결과 표 4와 같이, 섬진강 하구의 5, 12번 지점에서 약

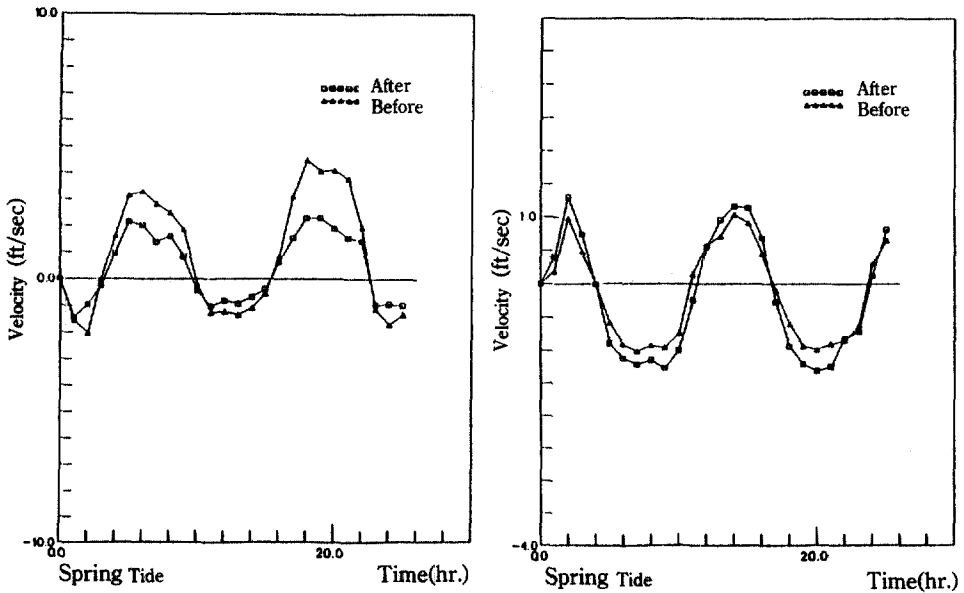


그림 6. 부두건설 전 후의 유속비교 (좌: 3지점, 우: 18지점, 대조기)

표 4. 홍수유무에 따른 수위비교

(단위: FEET, MSL 기준)

구분	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	
최대치	SAN	5.9	6.0	6.1	6.3	5.9	5.8	5.9	6.1	6.1	6.0	6.2	6.2	6.2	6.2	6.6	6.2	6.2
	SAF	6.5	6.8	6.8	10.1	6.5	6.5	6.5	6.6	7.0	6.8	8.3	6.8	6.9	6.9	8.3	7.0	7.3
차이	Δ	.6	.7	.8	3.7	.6	.7	.6	.5	.9	.8	2.0	.6	.7	.7	1.7	.8	.9
최소치	SAN	-6.5	-6.7	-6.7	-6.1	-6.6	-6.4	-6.6	-6.5	-6.6	-6.6	-6.2	-6.8	-7.1	-6.9	-7	-6.7	-1.2
	SAF	-6.0	-6.2	-6.2	.0	-6.1	-5.9	-6.0	-6.0	-6.1	-6.1	.0	-6.3	-6.3	-6.3	.0	-4.8	.0
차이	Δ	.5	.5	.4	6.1	.5	.5	.5	.5	.5	.5	6.2	.5	.8	.6	.7	1.9	1.2

SAN : 대조기, 건설후, 홍수무 SAF : 대조기, 건설후, 홍수유 Δ : SAF-SAN

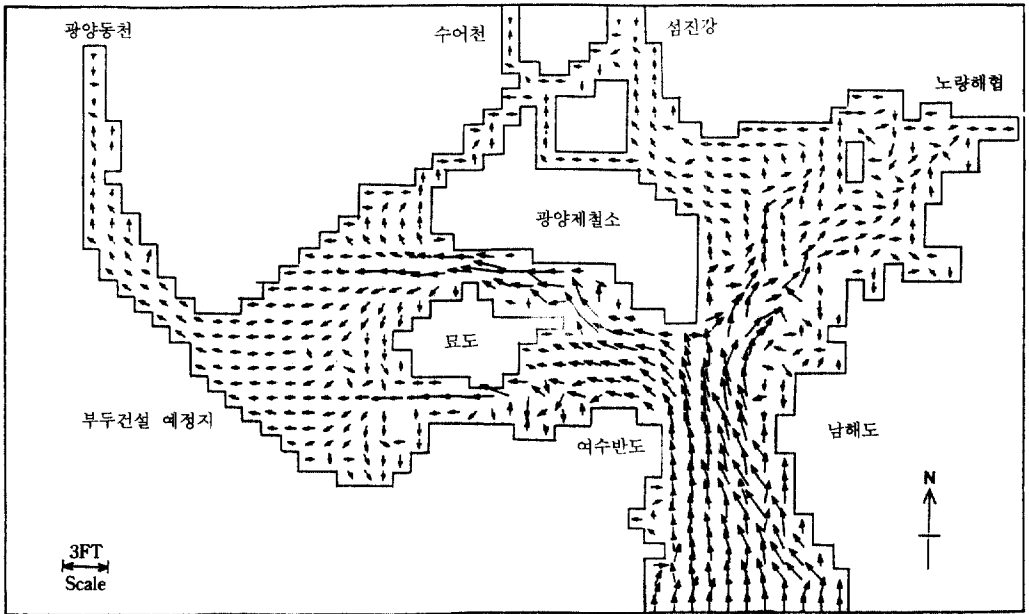
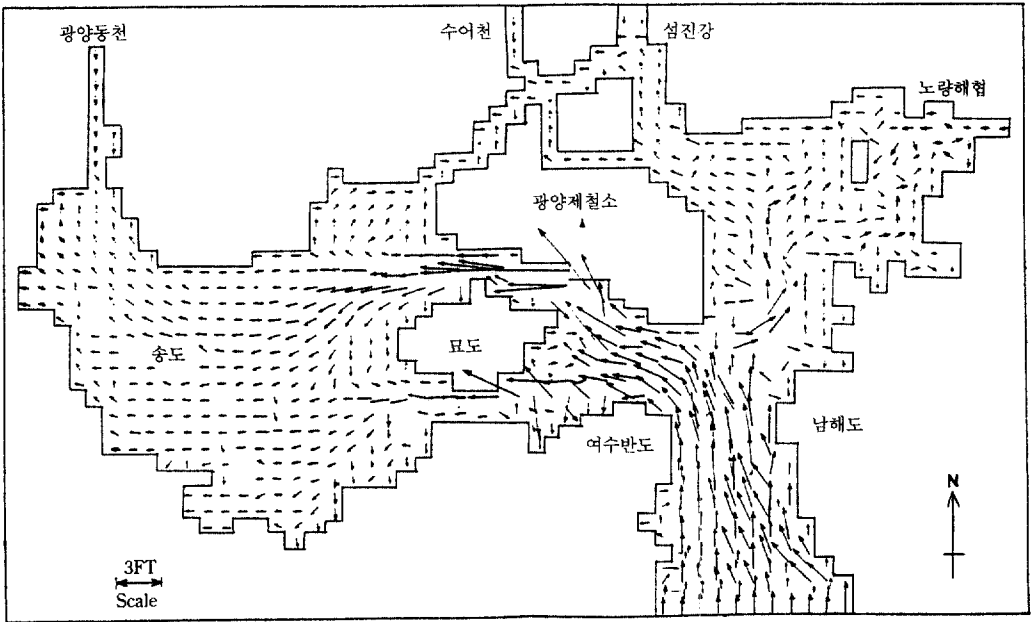


그림 7. 부두건설 전 후의 유행비교 (상: 건설전, 하: 건설후, 대조기)

1.2 M의 수위상승이 예측되며, 광양동천 하구에서는 약 0.5 M의 수위 상승을 초래하는 것으로 나타났다. 기타 만내측에서는 0.3 M 내외의 수위상승이 예상된다. 그림 8은 12번 지점에서의 설계홍수량에 따른 수위변화 및 19번 지점의 유속변화를

나타낸 것으로서, 설계홍수의 유입에 의해 강어귀에서의 수위는 고조시 보다는 저조시에 더욱 많은 상승을 나타내며, 유속은 조석의 유출입에 상관없이 항상 (-) 방향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

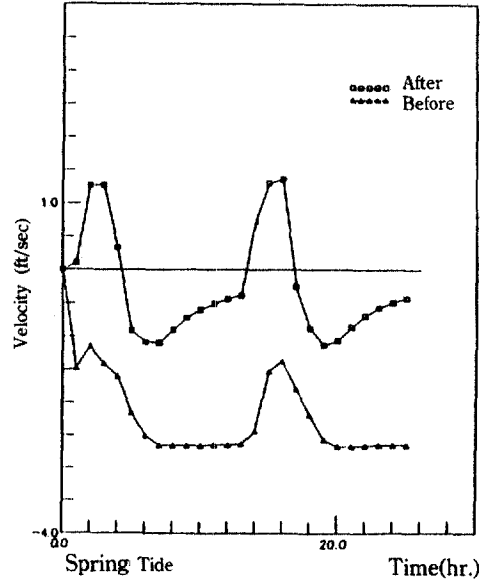
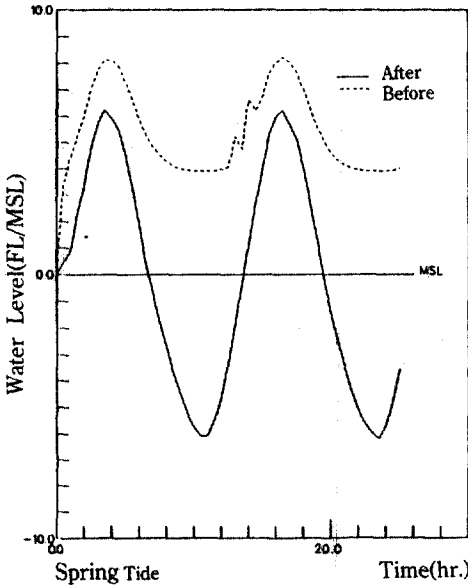


그림 8. 설계홍수량에 의한 수위 및 유속 비교도(좌:수위, 우:유속, 대조기, 건설후)

5. 결 론

본 연구는 광양만의 지형변화에 따른 유황변화를 예측하는 것으로서, 이를 위해 수심적분된 2 차원 장파방정식에 대한 수치모형을 사용하여 검토하였으며, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 부두건설에 따른 해수면적의 감소로 인해 광양만으로 유입하는 조석량이 작아지는 현상을 확인할 수 있었다.

2) 이로인해 모도를 중심으로한 만 외측에서는 수위의 변화폭인 조차가 약간 커졌으며, 만내측에서는 전반적으로 수위가 하강한 것으로 나타났고, 특히 간조시의 수위 하강현상이 뚜렷이 나타났다.

3) 유속의 변화양상은 광양만 전체에 걸쳐 건설전 보다 작아졌으나, 광양동천에서 만으로 유입되는 수로에서는 수로 단면의 축소로 유속이 증가한 것으로 나타났다.

4) 또한, 100년 빈도의 설계홍수량에 의한 검토도 병행하였으며, 약 0.3 m~1.2 m의 수면상승을 초래하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Benque, J.P., etc., "New Method of Tidal Current Computation", *Journal of the Waterway, Port, Coastal and Ocean Division*, ASCE, Vol.108, No.WW3, 1982, pp.396~417.
2. Choi, B., "Effect on the M2 Tide of Tidal Barriers in the West Coastal of Korea", Korea Ocean Research and Development Institute Report No.81-01, 1981, p.33.
3. Falconer, R.A., "Numerical Modeling of Tidal Circulation in Harbours", *Journal of the Waterway, Port, Coastal and Ocean Division*, ASCE, Vol.106, No. WW1, 1980, pp.31~48.
4. Garret, C. and D.A.Greenberg, "Predicting Changes in the Tidal Regime : The Open Boundary Problem", *Journal of Physical Oceanography*, Vol.7, 1977, pp.171~181.
5. Heaps, N.S., "Estimated Effect of a Barrage on Tides in the Bristol Channel", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Vol.40, 1968, pp. 495~509.
6. 최병호, "경기만 남부해역의 M2 조석 영향", *대한토목학회논문집*, 제 3권, 제 2호, 1983, pp.97~107.

7. 최병호, "영산강 하구의 방조제건설에 따른 조위 변화", **대한토목학회논문집**, 제 4권, 제 2호, 1987, pp.113~124.
8. 오윤근, 최병호, "금강하구둑에 의한 조석변화의 초기추정", **한국수문학회지**, 제 20권, 제 2호, 1987, pp.161~168.
9. 이원환, 이종태 외, 낙동강 하구둑 저지대의 태풍 피해 원인조사분석 최종결과 보고서, 한국수문학회, 1987.
10. 진소범, 수치모형을 이용한 금강하구의 조석현상 분석, 연세대학교 대학원, 석사학위 논문, 1990.
11. PAH SOGREA, 해양과학기술(주), 광양만 광양제철소 부지조성에 대한 영향, 중간보고서 제 2권, -조류 및 조위에 미치는 제철소부지의 영향-, 1982.
12. PAH SOGREA, 해양과학기술(주), 광양만 광양제철소 부지조성에 대한 영향, 중간보고서 제 5권, -조류 및 조위에 미치는 제철소부지의 영향-, 1983.
13. PAH SOGREA, 해양과학기술(주), *Kwang Yang Bay, Effects of Reclamation of Land for Kwang Yang Steel Works*, Interim Report No. 2, Mathematical Model of Tidal Currents, Figures, 1982.
14. Dronkers, J.J., *Tidal Computations in Rives and Coastal Waters*, North Holland Publishing Co., Amsterdam, 1964.
15. Masch, F.D., etc., *Comparison of Numerical and Physical Hydraulic Models*, Masonboro Inlet, North Carolina, Appendix 2, Vol.1, p.52, 1977.

(接受 : 1992. 3. 11)