

경인아라뱃길 주변해역의 해수유동에 관한 연구

백승화¹, 신범식^{2*}

¹인천대학교 도시건설공학전공, ²관동대학교 미래융합학과

Study of the Tidal Currents in Sea Areas around Gyeong-In Waterway

Seung Hwa Baek¹, Bum-Shick Shin^{2*}

¹Division of urban and Environmental Engineering, Incheon University

²Department of Future Convergence Technology, Kwandong University

요약 본 연구는 인천 북항과 염하수로 사이의 해역을 대상으로 인천 영종도 준설토투기장건설과 향후 인천만조력발전소 동측방조제 건설시 흐름차폐로 인한 이 해역의 해수유동변화에 대해 연구를 하였다. 이 해역의 해수유동에 대한 예측은 인천 북항 영종도 준설토투기장 건설전, 후 상태와 인천만조력발전소 동측방조제를 건설한 경우를 예상하여 3가지 경우에 대해서 수리모형실험을 수행하고, 현장관측치와 비교하여 흐름을 분석하였다. 수치실험결과 영종도 준설토투기장건설전, 후 상태에서는 유향과 유속이 비슷한 양상으로 나타나고 있으며, 인천만조력발전소 건설시 동측방조제를 건설한 경우에는 경기만과 흐름차폐로 인하여 흐름 양상이 크게 변화되고 있음을 알았다. 즉, 흐름은 남북방향이 되고, 하류인 경인아라뱃길 주 항로가 되는 호도 하류부인 A, B, C지점에서는 유속이 다소 증가되고 있고, 염하수로 하류부(D)에서는 오히려 유속이 감소되고 있다. 그리고, 세어도 서쪽해역과 방조제 동측해역에서는 유속이 완만한 순회류가 발생하고 있음을 알았다. 본 연구는 인천만조력발전소 건설계획과 향후 경인아라뱃길 운영을 위한 기초자료로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

Abstract This paper examined the changes in flow patterns due to a blockage of tidal currents in the sea areas between Incheon North Port and Yeomha Channel when it would be influenced by the construction of the Incheon North Port Yeongjongdo dredged soil dumping ground and Incheon Bay tidal power plant. The numerical simulation was performed for three cases: before and after constructing the Incheon North Port Yeongjongdo dredged soil dumping ground and after the construction of the sea-dyke on the east side of the Incheon Bay tidal power plant. The simulation results showed that the tidal directions and currents velocity were similar before and after the construction of the Yeongjongdo dredged soil dumping ground. After the construction of the East Sea-dyke of Incheon tide power plant, however, the tidal currents patterns changed significantly due to flow blockage toward Gyeonggi Bay. The main flow was formed in the north-south direction, and the tidal currents velocity increased slightly on the downstream areas (A,B,C) of Hodo, which is the entrance of the Ara Waterway. The tidal currents at the mouth(D) of Yeomha Channel decreased significantly. The tidal currents of the west side of Se-eodo and the east side of the sea- dyke were rotary currents. The results of this study will provide basic data for the environmental impact assessment and the operation of the Gyeongin Ara Waterway.

Key Words : Tidal current, Tidal power plant, Sea-dyke Gyeongin Ara Waterway

1. 서론

서해안은 조석간만차가 크므로 조력발전소로 가장 적

합한 장소로 주목 받고 있다. 지구온난화 현상으로 지구 곳곳에서 홍수, 한발, 태풍, 폭설 등 이상기후로 몸살을 앓고 있는 이때에 태양에너지, 풍력, 조력발전소, 수소에

이 논문은 인천대학교 2010년도 자체연구비지원에 의하여 연구되었음.

*Corresponding Author : Bum-Shick Shin(Kwandong Univ.)

Tel: +82-33-643-3436 email: sbs114@kd.ac.kr

Received June 26, 2014

Revised (1st September 1, 2014, 2nd September 10, 2014)

Accepted September 11, 2014

너지 등 이산화 탄산가스를 배출하지 않는 무공해 에너지가 각 국가마다 최우선 과제로 중요시 되고 있다. 향후 화석재료 고갈과 이산화 탄산가스 억제책으로 우리나라로서도 자연을 이용한 에너지개발이 더욱 가속화 되리라 생각 된다. 이런점을 감안하여 인천만조력발전소와 인천북항 영종도 준설토 투기장 개발에 무게를 두고 연구를 시작하였다. 본 연구는 인천북항 영종도 준설토 투기장 건설과 향후 인천만 조력발전소 동측방조제건설에 따른 경인아라뱃길 주 항로인 인천북항과 호도사이 해수유동 변화가 예상되므로 이 해역 흐름영향을 예측하기 위해 수치모형실험을 수행하였다.

해수유동에 대한 연구는 70년 이후 2차원 수치모형을 도입하여 많은 연구를 수행 하였으며, 광의적으로는 최병호(1993)가 동해 및 황해 동중국해에 대한 해수교환을 연구[1]를 하였고, 이호진(1999)은 3차원 유한차분 함수를 전개모형을 황해 및 동중국해에 적용하여 해수순환을 연구[2]하였으며, 정. 김. 강(2002) 3차원 모델시스템을 이용하여 아산만 조류모의를 하였다[3]. 김철호(1998)은 황해의 해수순환[4]을, 정. 조는 3차원 모델시스템을 이용하여 해수순환(1997)을 모의하였다. 그러나, 인천만 조력발전소 저류지 건설에 의한 흐름차폐로 예상되는 해수유동 변화는 본 연구가 처음이라고 판단되며, 본 연구는 향후 인천만조력발전소 건설에 따른 경인아라뱃길 주변해역 해수유동을 예측하므로 경인아라뱃길 주항로와 경인항 운영관리에 필요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

모형의 재현성을 검토하기 위해 실험해역에서 수행된 관측자료와의 수치모형실험결과를 비교하였으며, 수치모형은 자연상태(CASE 1)와 북항준설토 투기장 건설된 상태(CASE 2), 그리고, 조력발전소 동측방조제건설로 인한 흐름 차폐가 된 경우(CASE 3), 이들 3가지 실험안으로 선정하여 수치모형실험을 수행하였다.

2. 이론분석

2.1 이론특성

해수유동은 일반적으로 지형변동이나 방조제, 방파제, 매립, 항만구조물 등으로 영향을 미치고 환경변화에 주요 요인이 되기도 한다. 따라서, 연안에서 흐름은 일반적

으로 수평성분 흐름과 연직방향의 흐름이 모두 중요하게 작용하고 있어 3차원 흐름으로 해석함이 타당하나, 수심이 낮은 해역에서는 평면적인 2차원 흐름으로 해석하여 흐름특성을 유사하게 재현하여 자료를 얻는다. 해수유동에 대한 예측은 조류가 탁월한 해역에서 기본검토항목이며, 오염물질 확산, 퇴적물이동의 외력조건으로 매우 중요한 항목이다. 급회 적용된 2차원 단층모델은 다른 다층 모델이나 3차원모델이론에 비해 Parameter가 적어 수치 모델 취급이 용이하다[6].

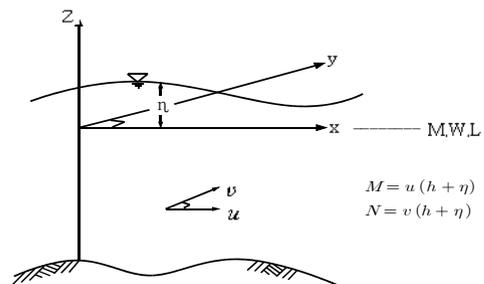
2.2 수치모형

2.2.1 해수유동모형

본 연구에 사용한 siltation 모형은 해수유동, 퇴적물의 침강, 퇴적, 재부유 이동, 해저지형변동량 등을 직접 모의할 수 있으며, 특히, 우리나라의 조석간만차가 심한 서해안지역에 해수유동, 퇴적물 이동, 지형변동량 모의에 적합하다고 판단된다. Siltation 모형은 연속방정식과 운동량방정식을 기초로 하여 지배방정식을 만들고 격자 및 변수를 정의하여 차분법으로 차분하여 사용한다. 여기서는 이산화 Semi-implicit 차분법으로 하였다[7].

2.2.2 기초방정식

기초 지배방정식을 유도함에 있어서 유체밀도는 일정하며, 편향력과, 저면부분이외의 부유농도, 염분농도는 작고, 연직방향의 유체운동과 파랑과의 상호 간섭 영향 등은 미소한 것으로 간주하고 유도하였다[3].



[Fig. 1] Definition sketch of coordinate system

Fig. 1과 같이 평균수면상의 1점을 원점으로하고, 수평방향으로 x 축, x 축에 직각으로 y 축을, 그리고 연직방향으로 z 축을 잡으면 유체의 연속방정식 및 운동방정

식은 식 (1)~식 (4)와 같다.

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \quad (2)$$

$$= f v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + K_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \quad (3)$$

$$= -f u - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + K_x \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$$

$$0 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} - g \quad (4)$$

식 (2.4)에서, 수면 $z = \eta$ 이고, 압력 $P = P_0$ (대기압)으로 하면

$$P = \rho g(\eta - z) + P_0 \quad (5)$$

다음은 식 (1)과 (2), (4)을 수심방향에 대하여 적분하여 수심평균한 질량 및 운동량 방정식이다.

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{H} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{H} \right) + gH \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2 N \sqrt{M^2 + N^2}}{H^{7/3}} \quad (7)$$

$$- \frac{\partial}{\partial x} \left(K_H \frac{\partial M}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(K_H \frac{\partial M}{\partial y} \right) = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{H} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{H} \right) + gH \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2 N \sqrt{M^2 + N^2}}{H^{7/3}} \quad (8)$$

$$- \frac{\partial}{\partial x} \left(K_H \frac{\partial M}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(K_H \frac{\partial M}{\partial y} \right) = 0$$

여기에서, x, y, t 는 [Fig. 1]에서 나타내는 공간좌표와 시간에 해당하며, η 는 수위, M, N 은 수평 선유량성분이고, g 는 중력가속도, $H(=h+\eta)$ 는 실제의 수심, h 는 정수시의 수심이며, n 은 Manning조도계수, K_H 는 수평혼합계수이다.

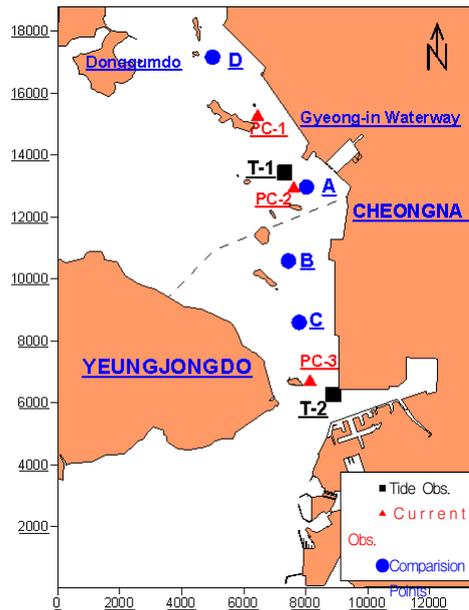
관측한 조위값을 가지고 조화분해를 하고 4분조(M2, S2, O1, K1)의 조화상수와 비조화상수를 산출한다. 그리고, 국립해양조사원 수치해도상에서 수심값을 추출하여 조사된 해상자료를 기초로 하여 흐름계산을 한다.

3. 대상지역 및 연구방법

3.1 대상지역현황

3.1.1 조석

경인운하 건설해역의 조석현상을 파악하기 위하여 Fig. 2에 나타내는 바와 같이 인천측 고침도(T-1, 37° 33' 41"N과 126° 35' 08"E와 북항(T-2, 37° 29' 39"N과 126° 36' 28" E)에서 30일간 연속으로 1시간간격으로 조석을 관측하였다.



[Fig. 2] Location map of observed station of tide and tidal currents

3.1.2 조류

유향특성을 규명하기 위하여 자기유속계 RCM-7(노르웨이제)을 사용하여, 수치모형실험자료와의 검증이 용이하며, 선박운항 등으로 인한 장비훼손에 문제가 되지 않는 3개 관측점 PC-1(37° 34' 23" N 과 126° 34' 26" E), PC-2(37° 33' 18" N 와 126° 35' 27" E), PC-3(37° 29' 43" N과 126° 35' 51" E)위치에서 15일 동안 수심 층층에 계류시켜 수치실험에 용이한 위치를 선정하고 15일 동안 매 10분 간격의 유향 유속을 관측하였으며, 층별조류는 DCM-2를 사용하여 3개소를 선정하여 대조기 일조석주기(13hr)동안 유속과 유향을 각각 관측하였다. 관측수심은 표층, 중층, 저층의 3층으로 하여 매시별 관측기록을 단기 조류 조화분석하여 M2, M4분조의 조화상수를 산출하고, 층별 전류시, 최강류시 유속을 측정된 자료와 성과로부터 조류의 시공간적 분포특성을 파악하여 얻은 자료이다.

3.1.3 조사결과 분석

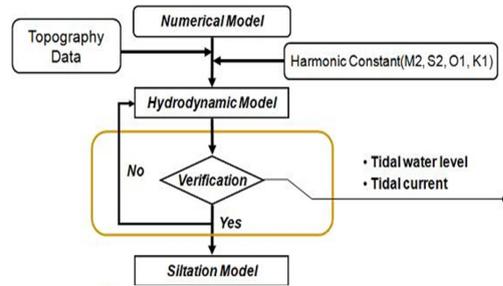
고침도 조위가 938.8cm, 북향이 915.0cm로서 동기간 인천항의 899.6cm보다 39.2cm 및 15.4cm 높고 인천항의 기준조석의 927.0cm보다는 11.8cm 크고, 12cm 작다. 관측 기간중 고침도 및 북향의 대조평균 고조위는 872.9cm 및 850.8cm로서 동기간 인천항의 836.4cm 보다 각각 36.5cm 및 14.4cm 높고 인천항 기준조석의 862.4cm 보다 10.5cm 크고, 11.6cm 작다.

평균 해수면은 고침도와 북향에서 4개 주요분조의 합인 469.4 cm 및 457.5cm로서 같은 기간 인천항의 449.8cm 보다 크게 나타나고 있다. 그리고, 고침도와 북향의 조석형태수가 0.16인 반일주조형으로 매일 2회 고조, 저조가 나타난다. 여기서 얻은 조위와 조류 관측자료를 이용하여 수치모형의 검증자료로 사용하였다.

3.2 연구방법

본 연구에서는 인천해역변화에 따른 해수유동과 조위, 해저지형변동이 예상되므로 매립전, 후상태에 대한 수치모형실험을 통해 해수유동의 변화를 검토하였다. 인천북향 영종도 준설토 투기장 건설과 향후 인천만 조력발전소 동측방조제건설에 따른 경인아라뱃길 주 항로인 인천북향과 호도사이 해수유동과 조위, 변화가 예상되므로 이 해역 흐름영향을 예측하기 위해 수치모형실험을 수행하였으며, 모형의 재현성을 검토하기 위해 Fig. 3과 같이

실험해역에서 수행된 관측자료와의 수치모형실험결과를 비교하였다.



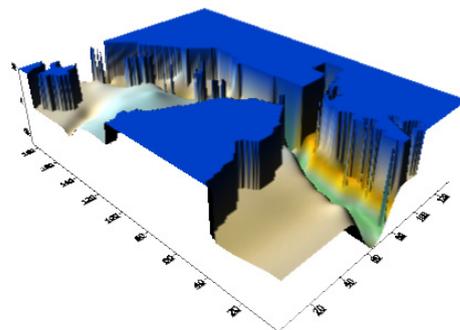
[Fig. 3] Flow of Numerical Simulation

수치모형은 자연상태(CASE 1)와 북향준설토 및 영종도 준설토투기장이 건설된 상태(CASE 2), 그리고, 조력발전소 동측방조제건설로 인한 흐름 차폐가 된 경우(CASE 3), 이들 3가지 실험안으로 선정하여 수치모형실험을 수행하였다.

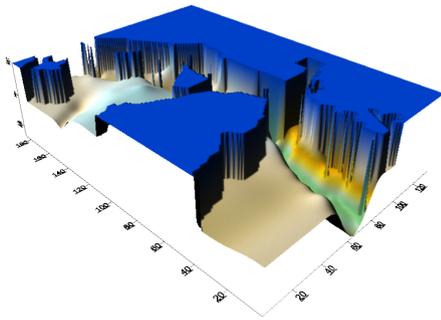
3.3 수치모형구축

3.3.1 격자구성

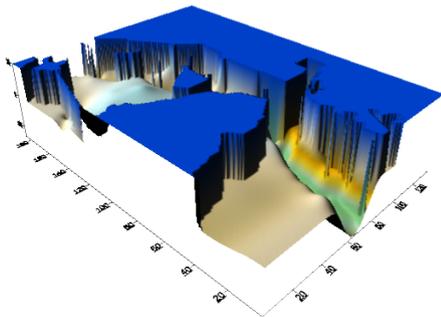
격자구성은 경인운하 주 항로인 북향상류와 강화도 염하수로 하류해역을 대상으로 하여 계산영역은 남북 15.4km(X방향 136격자), 동서 11.6km(Y방향 186격자)로 하여, 총 25,296개의 격자점으로 구성하여 수치모의 하였으며, 계산격자간격 및 결과출력은 100m로 하였다[Fig. 4 - Fig. 6]



[Fig. 4] 3-D Topography(CASE 1)



[Fig. 5] 3-D Topography(CASE 2)



[Fig. 6] 3-D Topography(CASE 3)

3.3.2 경계조건

해수유동계산에 있어서는 조류장의 기본방정식을 사용하여 조류유동을 해석하기 위한 필수조건으로 대상 해역을 둘러싸는 경계면에서의 적절한 경계조건이 필요하다. 조사대상해역의 해상개방경계(Open Boundary)에서의 수위는 식 (9)와 같은 조화상수 형태를 이용하여 정의하였다.

$$\eta = A \cos(\omega t - k) \quad (9)$$

여기서, A ; 조석과의 진폭

ω ; 위상속도(phase velocity)

k ; 처짐각

개방경계는 분조와 분조의 합에 대해 반일주조를 택하였다. 또한, 조사대상해역에 대한 조류유동 수치계산에 있어서 사용된 계산상의 주요 입력조건은 다음과 같다.

- (1) 계산상의 시간 Step ; $\Delta t = 5 \text{sec}$
- (2) Manning 조도계수 ; 0.025

(3) 수평확산계수 = $100,000 \text{ cm}^2/\text{sec}$ (X, Y방향)

(4) Corioli factor = 0.0

수치모형실험은 남쪽 경계조건으로 인천항 조위값을 북쪽 경계조건은 세어도 조위값을 사용하여 36시간을 계산하였다. 이것은 초기 12시간의 결과는 안정성이 비교적 결여된 것으로 판단하고 안정이 확보된 12시간~36시간의 1일의 데이터를 사용하여 계산하였다.

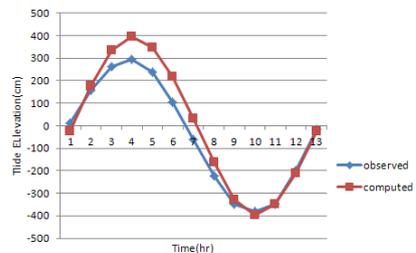
4. 연구결과

4.1 모형의 검증

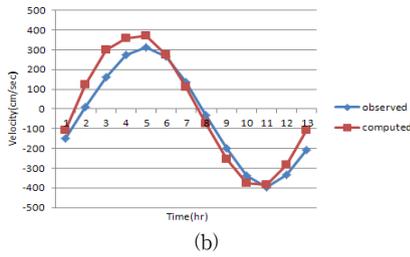
해수유동을 검증하기 위하여“경인운하건설사업에 따른 수치 및 수리실험(2000.6)”에서 조사된 관측자료(2000.1.1.-1.15)를 이용하여 검증을 수행하였다. 검증은 대조시 최대유속이 되는 2000. 1. 8일을 기준으로 하여 조위과 조류를 검증하였으며, 조위관측은 2개 지점 고침도(T-1)과 북항(T-2)에 수압식 검조기 TG-205를 사용하여 관측한 자료이다. 조류는 3개 지점 세어도(PC-1), 호도(PC-2), 작약도(PC-3)에 노르웨이제 자기유속계 RCM-7를 사용하여 관측한 자료를 사용하였으며, 관측값과 계산치를 비교하여 조석은 Fig. 7(a,b), 조류는 Fig. 8(a,b,c)에서 나타내었다.

4.2 조위검증

관측점 고침도(T-1)는 경위도(37°33'41"N와 126°35'08"E) 위치에서 그리고 북항(T-2)은 경위도(37° 29'39" N 와 126°36'28" E)위치에서 관측된 값(2000.1.8)을 가지고 계산치와 비교하여 Fig.7(a,b)에 나타내었다. 여러가지 환경적인 요인에 의해 다소 오차는 발생하였으나 거의 비슷한 양상으로 변하고 있음을 알 수 있다.



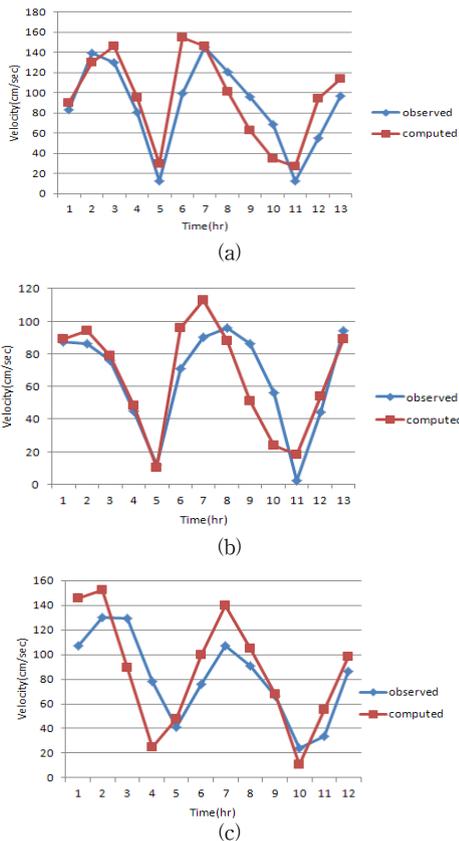
(a)



[Fig. 7] Comparison between observed and computed tidal level (a) (T-1) (b) (T-2)

4.3 조류검증

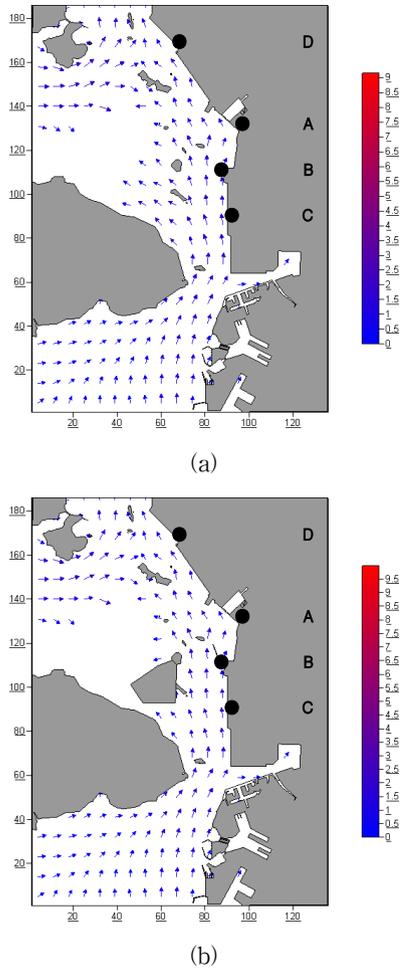
조류검증은 대조시 기준으로 하여 세어도(PC-1), 호도(PC-2) 북항(PC-3) 3개 관측점을 대조시 최대값을 기준으로 하여 본 연구에서 수행한 계산치를 비교하여 Fig. 8에 나타내었다. 다소 환경적인 요인(수심, 시차, 측량시간, 기압 등)등을 감안하면 관측값과 계산값이 상당히 근접되고 있음을 Fig. 8(a,b,c)에 확인 할 수 있다.

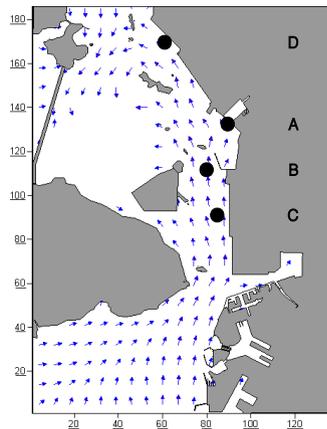


[Fig. 8] Comparison between observed and computed tidal current (a) (PC-1) (b) (PC-2) (c) (PC-3)

4.4 모형적용결과 및 고찰

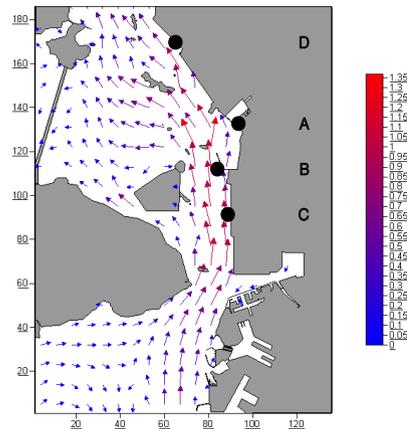
지형조건이 다른 3개의 조건으로 흐름계산을 시작하여 충분히 안정상태에 도달했다고 판단되어지는 24시간 이후의 최강 창조 및 낙조시 유속벡터도 및 계산결과를 Fig. 9 - Fig. 11에 나타내었고. 경인아라뱃길 주 항로가 되는 Fig. 2의 A, B, C, 지점과 염하수로 하구가 되는 D 지점, 4개 지점을 대하여 유속값을 비교하여 Table 1, Table 2에 각각 나타내었다.





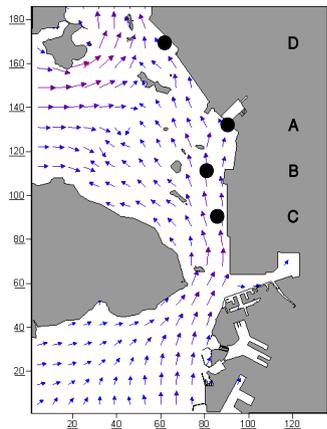
(c)

[Fig. 9] Flood tidal current pattern(24h)
(a) CASE 1 (b) CASE 2 (c) CASE 3

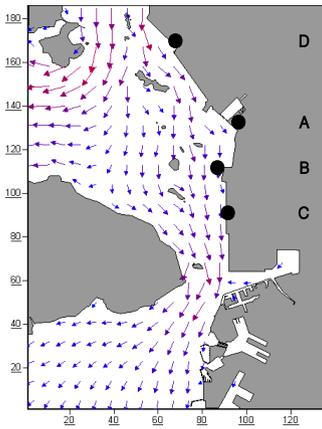


(c)

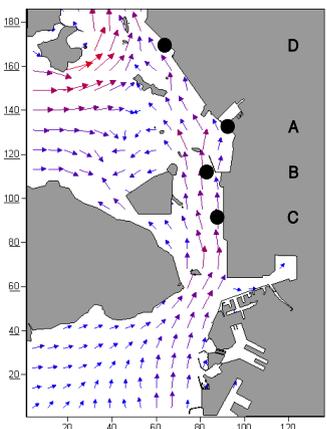
[Fig. 10] Flood tidal current pattern(26h)
(a) CASE 1 (b) CASE 2 (c) CASE 3



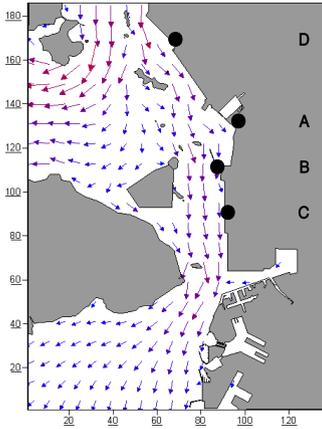
(a)



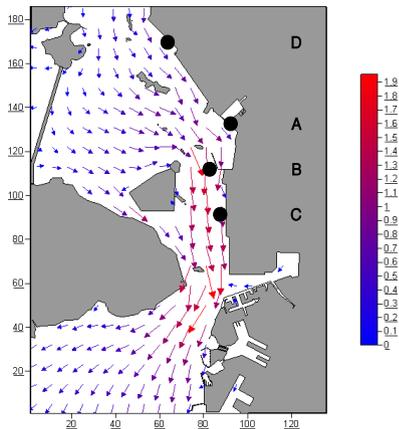
(a)



(b)



(b)



(c)

[Fig. 11] Ebb tidal current pattern(29hr)
 (a) CASE 1 (b) CASE 2 (c) CASE 3

수치실험결과 인천북항 영종도 준설토 투기장이나 인천만조력발전소 건설을 하지 않은 상태(CASE 1)와 영종도 준설토투기장건설을 경우(CASE 2)에서는 유속차는 Table 1에서 비교값과 같이 미소하게 나타나고 있으며 인천만조력발전소 건설로 인한 동측방조제를 축소한 경우(CASE 3)는 전 해역에서 유속이 다소 증가현상을 보이고 있다. 특히, 연구대상이 되고 있는 경인아라뱃길 주항로 부근인 A, B, C지점에서는 동측방조제 이전 상태인 CASE 1 보다 평균 0.5m/sec-1m/sec 정도 유속이 증가되고 있음을 알았다. 그리고, 상류쪽인 염하수로 하구인 D지점 부근해역에서는 크게 유속이 감소되고 있으며, 세어도 동쪽과 조지 동측방조제 사이의 해역에서는 유속감속과 함께 회전류가 발생되고 있음을 알 수 있었다. 중요 지점 A, B, C, D(Fig. 2)에 대해 각각 실험안의 유속을 비교하여 Table 1, Table 2에 나타내었다.

[Table 1] Comparison of tidal current at A, B(m/s)

Time	A			B		
	CASE1	CASE2	CASE3	CASE1	CASE2	CASE3
1	1.215	1.302	1.379	1.395	1.377	1.418
2	1.108	1.317	1.635	1.332	1.416	1.667
3	0.842	0.978	1.598	0.916	0.990	1.622
4	0.468	0.510	1.068	0.458	0.454	1.023
5	0.092	0.154	0.144	0.178	0.266	0.060
6	0.766	0.934	1.105	1.053	1.282	1.533
7	0.100	1.216	1.319	1.399	1.646	1.827
8	0.965	1.096	1.125	1.486	1.572	1.619
9	0.838	0.871	0.888	1.277	1.246	1.265
10	0.600	0.601	0.614	0.582	0.582	0.603
11	0.448	0.448	0.452	0.450	0.448	0.450
12	1.076	1.085	1.082	1.041	1.038	1.034
13	1.215	1.302	1.379	1.395	1.377	1.419

[Table 2] Comparison of tidal current at C, D(m/s)

Time	C			D		
	CASE1	CASE2	CASE3	CASE1	CASE2	CASE3
1	1.606	1.432	1.452	0.871	0.936	0.415
2	1.730	1.525	1.684	1.330	1.331	0.5800
3	1.199	1.122	1.682	1.467	1.458	0.464
4	0.552	0.516	1.072	1.010	1.008	0.555
5	0.233	0.222	0.019	0.252	0.252	0.105
6	1.253	1.194	1.417	2.004	1.959	0.601
7	1.677	1.580	1.758	1.639	1.575	0.264
8	1.666	1.541	1.591	0.723	0.727	0.238
9	1.212	1.129	1.145	0.041	0.092	0.300
10	0.418	0.413	0.431	0.130	0.133	0.230
11	0.444	0.453	0.453	0.097	0.102	0.097
12	1.036	1.019	1.017	0.269	0.277	0.296
13	1.606	1.432	1.452	0.871	0.936	0.415

5. 결론

본 연구에서는 해수유동, 퇴적물의 침강, 퇴적, 재부유 이동, 해저지형변동량 등을 직접 모의 할 수 있는 수치모델을 이용하여 인천만 조력발전소와 인천북항 영종도 준설토 투기장 개발로 인한 인천해역의 해수유동변화를 예측하였다. 수치모델의 적용성을 검토하기 위해 현장관측 자료와 비교하였으며, 실험결과, 인천만조력발전소와 인천북항 영종도 준설토 투기장 개발로 인해 경인아라뱃길 주 항로 주변의 유속은 다소 증가할 것으로 예상되었으며, 염하수로 하구에서는 조랑과 유속이 감소되는 것으로 재현되었다.

아울러, 경기만의 흐름차폐로 인하여 염하수로 하구에서 낙조시 유속이 크게 감소되고 있으며, 세어도 서쪽인 조력발전소 동측방조제 주변에서는 유속정체와 회류현상이 국부적으로 재현되었다. 그러나, 인천만 조력발전소 조지건설로 인한 유속변화가 경인아라뱃길 항로에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었으며, 이러한 실험결과는 향후 경인항 주변 해저지형변화량과 경인항 항로관리를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

References

[1] Tae Sung Jung, Sung Gon Kim and See Hwan Kagn(2002). Numerical Simulation of Tidal Currents of Asan Bay Using Three-Dimensional Flow Modeling System(FEMOS), *Journal of Korean society of coastal and ocean engineers*
 [2] Shin Taek Jeong and Hong Yeon Cho(1997). Prediction of Tidal Changes and Contaminant Transport due to the

Development of Incheon Coastal Zone. *Journal of Korean society of coastal and ocean engineers*, Vol. 9, No. 1, pp. 1~8

- [3] Ki Seong Bae, Kyu Han Kim and Seung Hwa Baek(1995). Reduction Method of Shoaling of Navigation Channel Using Composite Channel Slope, *Journal of Korean society of coastal and ocean engineers*. Vol.7 No.3, pp. 23 3~240,
- [4] An. HS(1977). A numerical experiment of the M2 tide in the Yellow Sea. *J.Ocean. Soc. Japen.* 33, 102-110.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02110016>
- [5] Flather, R.A(1975) and Heaps, N.S, Tidal computations for Morecambe Bay, *Geophys. J.R. Astro. Soc* 42, pp. 489-517.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246X.1975.tb05874.x>
- [6] Bum Shick Shin and Kyu Han Kim(2010), Prediction of Environmental Change and Mitigation plan for large scale reclamation, *Journal of Korean society of coastal and ocean engineers*. Vol. 22, No. 2, pp. 95~100
- [7] Seung Hwa Baek(2010), A Study on Silt Transport of Seabed Around Incheon Harbor, *Journal of Korean society of coastal and ocean engineers*. Vol. 22, No. 3, pp. 133~142

신 범 식(Bum-Shick Shin)

[정회원]



- 2002년 2월 : 관동대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2007년 2월 : 관동대학교 토목공학과 (공학박사)
- 2007년 3월 ~ 2012년 2월 : 첨단해양공간개발연구소 선임연구원
- 2012년 3월 ~ 현재 : 관동대학교 미래융합학과 조교수

<관심분야>
토목공학, 해안공학

백 승 화(Seung-Hwa Baek)

[정회원]



- 1980년 2월 : 연세대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 명지대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2010년 3월 ~ 2014년 2월 : 인천대학교 도시환경공학부 건설공학(전공) 교수
- 2014년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 명예교수

<관심분야>
토목공학, 수공학