

낙동강 홍수로 인한 낙동강하구의 지형변화 예측

김효섭¹⁾, 정영복²⁾

요지

본 논문은 홍수시 낙동강하구 인근해역(Fig. 1.)의 해수흐름을 예측하여 해수흐름변화를 분석하였으며, 낙동강의 홍수로 인하여 인근해역 지형변화에 어떠한 영향을 미칠지를 예측하였다. 200년 빈도의 계획홍수량을 사용하여 해수의 흐름변화와 저면전단응력을 계산하여 예측하였다.

1. 서론

최근 연안해역의 활용도를 극대화하여가는 과정에서 자연재해에 인한 피해가 속출하고 있으며 이러한 피해는 순간적으로 오는 피해 뿐 아니라 조금씩 주변환경을 변화시키는 장기적인 피해도 심각하다. 이러한 자연재해를 방지하기 위해서 원인과 규모를 예측하여 사전에 그에 대한 방지책을 세우는 것이 가장 합리적이라고 판단된다.

본 논문은 홍수시 낙동강하구 인근해역(그림 1)의 해수흐름을 예측하여 해수흐름변화를 분석하였으며, 낙동강의 홍수로 인하여 인근해역 지형변화에 어떠한 영향을 미칠지를 예측하였다.

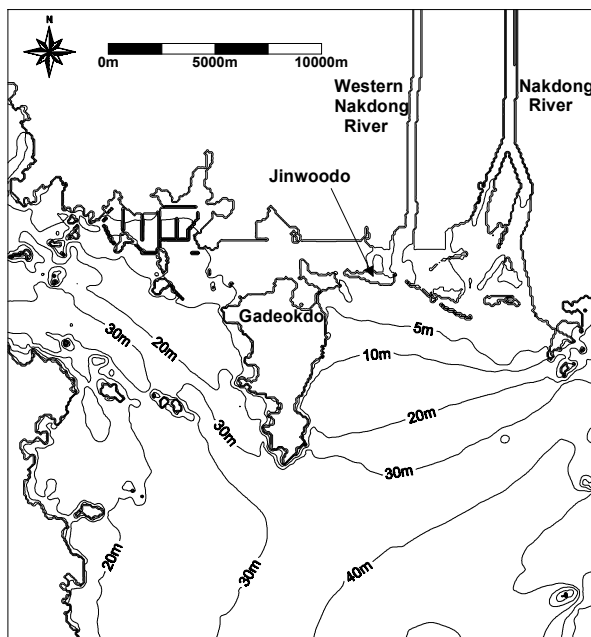


그림 1 대상해역도

2. 수치모형실험

2.1 적용조건

1) 국민대학교 건설시스템공학부 부교수, 공학박사, 02-910-4698(E-mail:hkim@kookmin.ac.kr)

2) (주) 건일엔지니어링 향만부 사원 02-3420-8937 (E-mail:jybzang@hotmail.com)

본 논문에 사용된 수치모형은 Delft3D-FLOW이며, 유입홍수량은 200년 빈도의 계획홍수량을 서낙동강과 낙동강에 각각 적용하였으며, 이때의 홍수시 유입량은 전형적인 홍수파의 특성을 반영할 수 있도록 평수량에서 시작하여 8시간 경과 후 계획홍수량인 서낙동강 1,914 m³/sec, 낙동강 19,370 m³/sec에 도달하도록 하였고 이후에는 다시 점차 줄어들어 다시 평수량에 도달하도록 하였다.

표 1 수치모형의 격자와 범위

모형범위	27.63km × 29.7km
격자수	307 × 330 (101310 개)
격자소 크기	90m × 90m

2.2 기본방정식

기본방정식은 3차원 연속방정식과 운동 방정식에서 유도된다(Delft-3D, WL | Delft Hydraulics, 1999). 질량보존법칙으로부터 유도된 3차원 비압축성 유체의 연속방정식과 난류 유체의 운동량 보존방정식인 3차원 Reynolds 방정식 중 수평 방향 유속에 관한 두 식을 수심에 관하여 적분하면 식(2.1)과 식(2.3)이 되며, 수심평균 연속방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial [(d+\zeta)U\sqrt{G_{\eta\eta}}]}{\partial \xi} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial [(d+\zeta)V\sqrt{G_{\xi\xi}}]}{\partial \eta} = Q \quad (2.1)$$

$$Q = H \int_{-1}^0 (q_{in} - q_{out}) d\omega + P - E \quad (2.2)$$

여기서, Q 는 증발하거나 생성되는 단위면적당 대표유량(m³/sec), ζ 는 기본수준면 위의 수심, $\sqrt{G_{\xi\xi}}$ 와 $\sqrt{G_{\eta\eta}}$ 는 각 방향의 격자의 수심들을 선형 곡선으로 바꾸는 계수, d 는 기본수준면 아래의 수심, U 와 V 는 ξ 와 η 방향의 평균속도, H 는 전 수심(= $d+\zeta$), q_{in} 과 q_{out} 는 각각 단위부피당 국부적인 생성량(source)과 소멸량(sink)이며, 연직방향으로는 σ 좌표를 이용하였다.

τ_{max} (최대 저면전단응력)은 τ_m (시간평균 저면전단응력)에 의해서 유속과 난류확산이 결정되며, Soulsby et al.(1993)의 저면전단응력의 개념을 적용하였다. Soulsby et al.(1993)는 모든 모델들은 하나의 기본방정식에 기본을 두고 있다고 하였으며, 각각의 모델들은 고유의 계수를 가지고 있다고 하였다. 시간평균 저면 전단응력에 대한 Soulsby 상수의 유형은

$$\tau_m = y(\tau_c + \tau_w) \quad (2.3)$$

$$y = x(1 + bx^p(1-x)^q) \quad (2.4)$$

와 같으며, 최대 저면전단응력은

$$\tau_{max} = z(\tau_c + \tau_w) \quad (2.5)$$

$$z = 1 + ax^m(1-x)^n \quad (2.6)$$

여기서, a , b , p , q , m 와 n 는 마찰에 의해서 결정되는 상수이다.

3. 적용결과

수치모형실험결과 4시간, 8시간, 12시간 경과후의 흐름의 변화와 저면전단응력의 변화를 그림 2~7에 나타내었다. 시간에 따른 흐름의 변화를 나타낸 그림 2~4를 보면 8시간 후에 침투홍수량이 유입되는 특성이 잘 나타나있으며, 홍수의 유입으로 인해 낙동강하구 사주인근의 유속이 증가하였다. 그리고, 침투홍수량이 유입되는 시간인 8시간이 경과된 후에는 삼각주 인근과 낙동강하구의 유속은 감소하지만 홍수류의 영향을 받는 해역은 증가하는 것으로 나타났다. 저면전단응력의 변화는 그림 5~7에 나타냈으며, 수심이 얇고 유속이 증가하는 삼각주 인근에서 저면전단응력이 증가하는 것으로 나타났다.

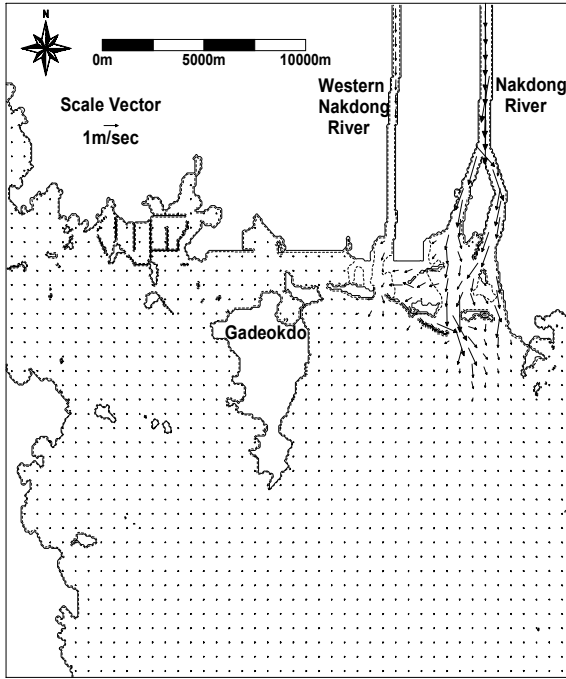


그림 2 홍수시 흐름도(4시간 경과)

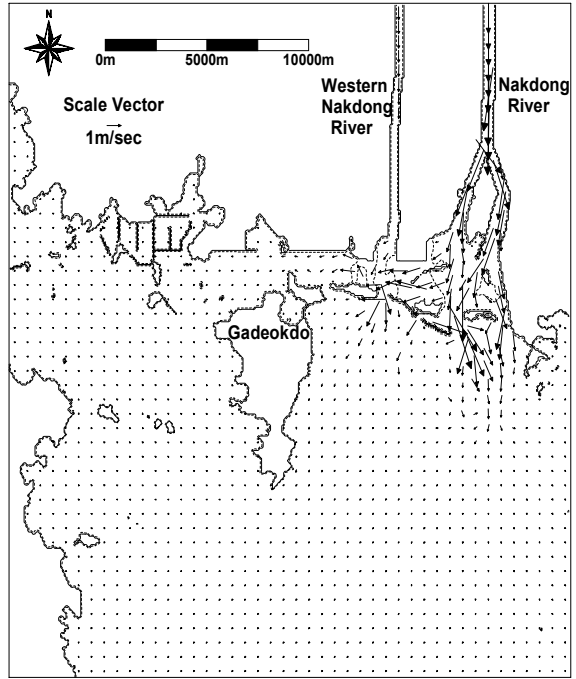


그림 3 홍수시 흐름도(8시간 경과)

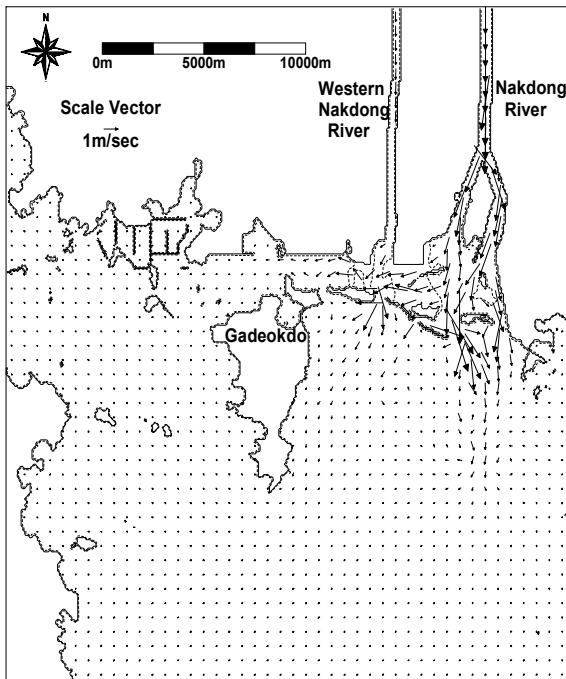


그림 4 홍수시 흐름도(12시간 경과)

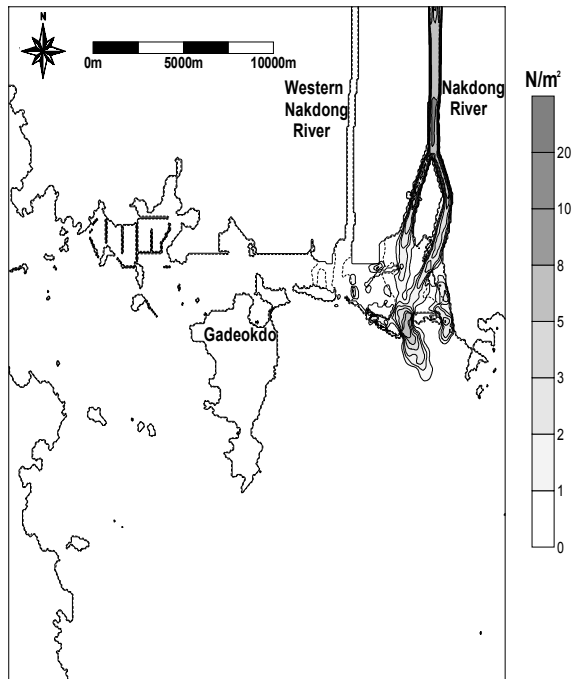


그림 5 홍수시 저면전단응력도(4시간 경과)

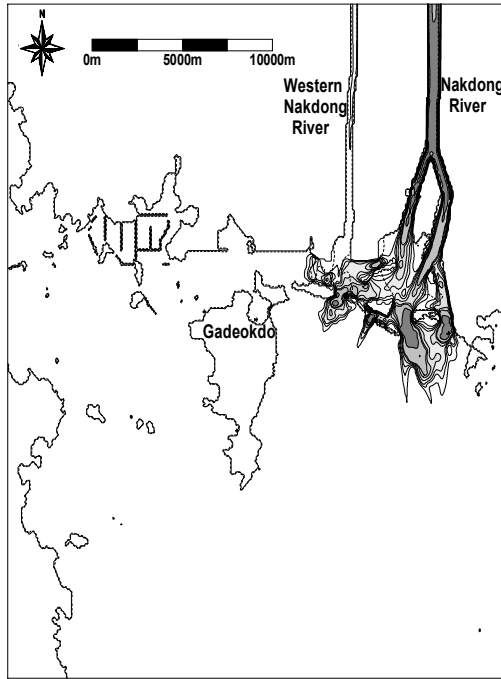


그림 6 홍수시 저면전단응력도(8시간 경과)

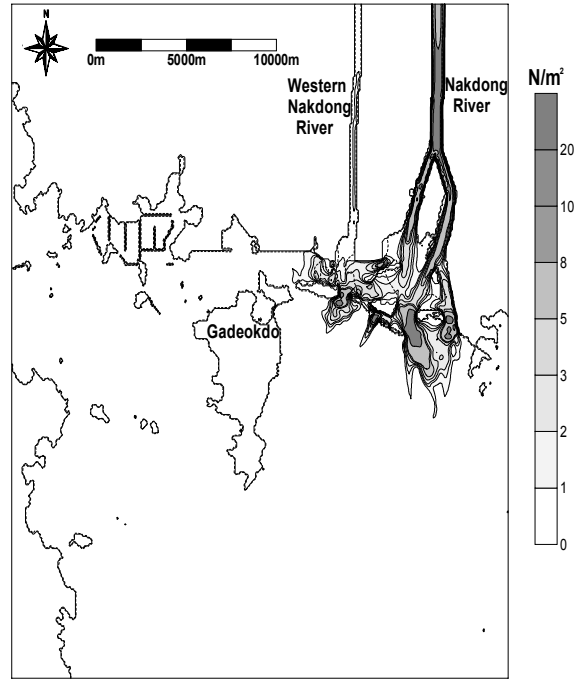


그림 7 홍수시 저면전단응력도(12시간 경과)

4. 결론

낙동강 하구언 건설전과 건설후의 홍수 흐름장은 하구언 구조물 전후의 국소적 와류이외에는 차이가 없다. 하구언이 건설된 이후에는 갈수기에는 소류 이동량이 하구언 상류측에 퇴적될 것이며, 퇴적량이 과도할 경우에는 인공적인 유지 준설을 하여야 할 것이다. 홍수 시에는 하구언 구조물로 인하여 국소 와류가 발생하여 하구언에 건설되기 전보다도 토사 이동량이 커질 것으로 예상된다. 하구언 상류 측 에서 인위적인 유지 준설을 실시할 경우에는 하구언 건설전과 비교하면 하천에서 해안으로의 공급량이 줄어드는 셈이다. 이 경우에는 하구의 삼각주들이 점차 축소하는 효과를 가져 올 것이다. 또 유지준설을 하지 않을 경우에는 총 해안으로의 토사유입량은 하구언 건설전과 동일하나, 하구언 건설 후에는 갈수기에 토사 유입량이 거의 없다가 홍수 시에 추가하여 해안으로 유입되므로, 홍수시의 흐름장의 특성에 맞추어 삼각주를 변형 시키는 효과가 있을 것이다. 즉, 삼각주의 위치가 하구언 건설 전에 비하여 약간 외해 쪽으로 이동하는 결과가 나타날 수 있다.

5. 참고문헌

1. Delft Hydraulics, 1999, Delft3D-Flow User Manual
2. Soulsby, R.L., Hamm, L., Klopman, G., Myrhaug, D., Simons, R.R. and Thomas, G.P., 1993. Wave-current interaction within and outside the bottom boundary layer, Coastal engineering, 21 (1993) 41-69, Elsevier science Publishers B.V., Amsterdam.
3. Soulsby, R.L., Davies, A.G., Fredsoe, J., Huntly, D.A., Jonsson, I.G., Myrhaug, D., Simons, R.R., Temperville, A. and Zitman, T.J., 1993. Bed shear stresses due to combined waves and currents. Abstracts-in-depth of the Marine Science and Technology G8-M overall workshop, Grenoble.