

## 파 · 흐름 공존장 수치모델의 적용성

이창호 · 김헌태 · 류청로 · 이인철  
부경대학교

## 서론

파랑 · 흐름의 공존장에서 그 간섭작용은 Tidal inlet 와 하구부근과 같은 천해영역에서 중요한 물리적 현상이다. 이러한 파 · 흐름간섭현상은 파랑의 파고, 스펙트럼과 파향등을 현저하게 변화시키고, 하구와 inlet 부근에 출현하는 사주(砂洲)등의 발생기 구 및 해빈 안정화에 관계하는 중요한 요인이기 때문에 이에 대한 적절한 해석이 필요하다. 본 보고에서는 확장형 부시네스크방정식을 토대로 한 수치모델을 통하여 파 · 흐름 공존장에서의 적용성을 검토하고자 한다.

## 수치해석

수심적분하여 구한 부시네스크 방정식에 분산보정계수  $B(=1/15)$ 를 도입하여, 천해영역에서 심해까지 계산영역을 확장한 1차원 Madsen 타입의 확장형 부시네스크방정식(1991)은 다음과 같다.

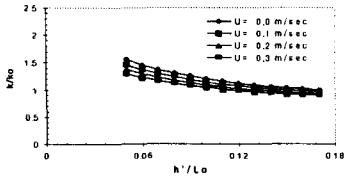
$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{P^2}{d} \right) + gd \frac{\partial S}{\partial x} - h^2 \left( B + \frac{1}{3} \right) \frac{\partial^3 P}{\partial x^2 \partial t} - Bgh^3 \frac{\partial^3 S}{\partial x^3} \\ = \frac{\partial h}{\partial x} \left( \frac{1}{3} h \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial t} + 2Bgh \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

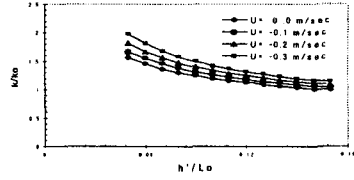
여기서,  $P$ 는 선유량,  $S$ 는 수면변동,  $h$ 는 수심,  $B(=1/15)$ 는 분산보정계수이다.

그림 1과 2는 파수  $k$ 에 대한 흐름의 효과를 나타낸 것으로,  $k_0$ 는 입사경계에서 흐름이 없는 경우의  $k$ 이다. 순류(following current)의 경우에는  $k$ 가  $k_0$ 보다 감소하며, 역류(adverse current)의 경우는  $k$ 가  $k_0$ 보다 증가하는 것을 명확하게 알 수 있다. 이러한 현상은 흐름의 세기와 상대수심이 커짐에 비례해서 나타난다.

그림 3은 상대수심이 0.1( $n=0.98$ )인 천해영역에서 진폭 1cm, 주기 6.48sec, 5.52sec의 두 개의 성분파를 사용한 수면변동의 수치결과를 나타낸 것이며, 각각의

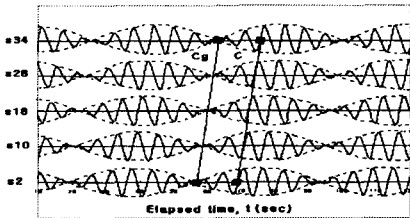


<그림 1> 상대수심에 따른 k/ko의 변화(순류)

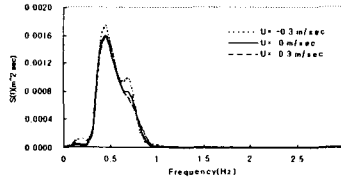


<그림 2> 상대수심에 따른 k/ko의 변화(역류)

파군은 포락선을 이루면서  $C_g \approx C(C_g = 0.98C)$  관계로 에너지 전파하는 것을 보여준다. 그림 4는 불규칙파를 대상으로, 수심 0.4m 유의파고가 9cm, 유의파주기가 2 sec 일 때 Bretschneider · Mitsuyasu형 주파수스펙트럼을 입력값으로 하여 입사경계에



<그림 3> 군파의 에너지전파



<그림 4> 흐름의 영향에 의한 주파수 스펙트럼의 변동

서 10m 떨어진 곳의 수면변동 데이터를 주파수스펙트럼으로 나타낸 것이다.  $U = -0.3\text{m/sec}$ 의 경우, 흐름이 없는 경우보다 Peak 주파수부근의 에너지증가와 함께, 고주파영역 에너지의 증가가 나타남을 알 수 있다.

## 결론

확장형 부스네스크방정식과 파·흐름분산관계식을 사용한 수치모델은 흐름의 영향으로 인한 파수k의 변화특성과 에너지전파에서 양호한 결과를 나타내었으며, 이를 다수의 성분파를 선형중첩하여 수치계산한 결과, 흐름이 존재하는 불규칙파랑장에서의 에너지 변화특성을 양호하게 나타낼 수 있음을 알 수 있다.

## 참고문헌

- 1) Okey Nwogu, Tomotsuka Takayama and Naota Ikeda. 1992. Numerical Simulation of the Shoaling of Irregular Waves Using a New Boussineq Model. Report of Port and Harbour Research Institute, Vol.31. No.2. pp. 3-19.