

# 이상파랑하에서의 해빈변화특성 해석

김희재\* · 안효재\* · 김강민\*\* · † 이종우

\*한국해양대학교 대학원, \*\*(주)항도엔지니어링, † 한국해양대학교 건설공학과 교수

**요 약** : 최근, 해안 침식 현상은 사회적, 경제적 측면에서 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에, 각 지자체마다 각종 방지대책이 실시되고 있다. 그러나, 방지시설을 설치하기 전에 표사이동특성 등의 변화를 면밀히 검토하고, 이를 토대로 장기모니터링을 통한 지속적인 변화검토가 필수적이다. 본 연구에서는 현재 백사장 침식이 문제가 되고 있는 서해 중부 연안의 임의의 해빈(사빈)을 대상으로 장기 파랑특성 분석을 통한 이상파랑, 계절별 탁월 파향, 파고, 주기 등을 고려한 정상파랑을 산정하고 이를 근거하여 수치모형실험을 통하여 파랑변형 및 표사이동에 대한 경향을 파악하였다.

**핵심용어** : 해안침식, 표사이동, 모니터링, 이상파랑

**Abstract** : Recently, as the coastal erosion impacts greatly to both social and economical aspects, each local government is trying to setup its countermeasures. However, it is necessary to survey the change of sediment movement characteristics and investigate the continuous environment change by long-term monitoring after building prevention constructions. In this study, predictions on wave deformation and sediment movement deduced through the numerical modeling are made, based on the ordinary and extraordinary wave through seasonal superiority wave direction, height, period and long-term wave characteristics on the eroded beach of central West sea.

**Key words** : coastal erosion, littoral drift, monitoring, extraordinary

## 1. 서 론

근래에 우리나라 연안에서 문제가 되고 있는 해안 침식은 급속한 산업화로 인한 무분별한 개발로 인해 전국 연안에서 침식, 퇴적현상이 두드러지고 있다. 이러한 해안 침식과 같은 해빈변형은 대부분 토사 수지의 불균형에 의한 것이며, 수지의 불균형은 해안 구조물로 인한 연안의 표사의 차단 및 변화, 토사 공급 감소 등에 의해 야기된다. 이로 인해 전국 각 지자체에서는 해안선의 변화를 막기 위한 방지대책들이 실시되고 있다. 하지만 방지시설을 설치하기 전에 표사이동에 대한 정확한 예측, 관리가 필요하다. 본 연구에서는 국토해양부(2012) '2012년도 연안 침식 모니터링' 종합평가에서 침식의 증가로 B등급에서 C등급으로 분류된 대천 해수욕장의 해빈에 대한 이상파랑을 분석하고 이를 바탕으로 수치모형실험을 통해 표사이동의 경향과 해저면의 변화를 파악하고자 한다. 수치해석결과를 분석하여 향후 이들 해역에서 침식현상을 저감할 수 있는 방안을 수립하기 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## 2. 대상해역의 특성

### 2.1 대상지역의 위치

대천해수욕장이 위치한 보령시는 충청남도의 서부중앙에 위치하고 1읍, 10면, 5동으로 형성된 도시로 동경 125°32' 21" 부터 127°38' 31" 까지, 북위 36°10' 15" 부터 36°31' 20" 에 위치하여 동으로는 청양군, 북으로는 홍성군, 남으로는 서천군, 부여군에 접하고 있으며, 서편에는 114.9 km의 해안선이 접하고 있다.

### 2.2 대상해역특성

대상해역의 이상파랑은 해양수산부(1997) '장기 파랑 산출 자료집(1979~1996)'을 바탕으로 계산한 결과 SW방향으로 파고 4.9m, 주기는 10s로 나타났다. 또한 이 해역은 만일주조가 우세하고 평균조차는 445.4cm, 평균고조위는 590.5cm, 평균저조위는 145.1cm, 약최고고조위는 514.2cm를 나타낸다. 조류의 형태는 Kelvin파의 영향으로 연안에서는 조차가 매우 크고 조류도 매우 강하게 흐르며 1일 2회의 창·낙조류가 규칙적으로 나타나며 일조부등은 작은 편이다.

## 3. 기본방정식

### 3.1 해빈류 해석

연안류 모형은 해빈류를 계산하는 것인데, 기본방정식은 파랑에 의한 잉여응력을 계산한 후 이것을 외력으로 하는 천수 방

† 교신저자 (중신회원), jwlee@kmou.ac.kr 051)410-4461

\* 정회원, jumpu119@naver.com, anhjih6720@naver.com 051)410-4981

\*\* 중신회원, kikami72@gmail.com 010-2866-5636

정식을 적용하기로 한다(변, 2008 ; Lee & Shin, 2002).

$$\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [U(h + \bar{\eta})] + \frac{\partial}{\partial y} [V(h + \bar{\eta})] = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{1}{\rho(h + \bar{\eta})} \left( \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) + g \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} + \frac{1}{\rho(h + \bar{\eta})} \left[ \tau_{bx} - \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left( L_x \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( L_y \frac{\partial U}{\partial y} \right) \right\} \right] = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{1}{\rho(h + \bar{\eta})} \left( \frac{\partial S_{yy}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial y} \right) + g \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial y} + \frac{1}{\rho(h + \bar{\eta})} \left[ \tau_{by} - \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left( L_x \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( L_y \frac{\partial V}{\partial y} \right) \right\} \right] = 0 \quad (3)$$

여기서  $h$  는 수심,  $U, V$ 는 해빈류의 각 방향 성분 유속,  $\bar{\eta}$ 는 평균 수위의 상승량,  $L_x, L_y$  는 수평확산계수,  $\rho$ 는 해수밀도,  $\tau_{i,j}$ 는 해저면 응력,  $S_{i,j}$  는 파랑의 잉여응력을 나타낸다.

### 3.2 지형변동 해석

해저지형변동 모형은 해빈류 계산결과를 이용하여 소류사 및 부유사 이동에 의한 해저지형 변동을 계산하는 것이다. 기본 방정식은 표사 보존식으로 다음과 같다(Li and Amos, 2001).

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{1 - \lambda} \left[ \gamma \left( \frac{\partial q_{sx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{sy}}{\partial y} \right) + \left( \frac{\partial q'_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial q'_{by}}{\partial y} \right) \right] \quad (4)$$

여기서,  $\lambda$ 는 공극률,  $\gamma$  부유사가 지형변동에 미치는 기여율,  $q_s, q_b$  는 각각 부유사와 소류사를 나타낸다.

## 4. 모델의 구성

본 연구의 대상해역인 대천해수욕장은 서해안 중부에 위치한 우리나라 최대의 해수욕장이지만 점차 해수욕장 남측의 해빈이 점점 유실되고 있기에 해빈유실에 대한 대책이 시급한 상황이다. 해석을 위해 수치실험의 높은 해상도와 정확도를 위해 광역 및 세역(Nested model)으로 나누어 모형을 구성하였다. 광역모델 영역은 가로 방향 50.3km, 세로 방향 67.2km 이고 가로·세로 200m 격자를 사용하였고, 구성한 격자망은 254개×316개이다. 세역모델은 가로 26.8km, 세로 방향 45.6km 이고, 격자간격은 50~200m의 가변격자를 사용하였고, 구성한 격자망은 207개×283개이다. 수치해석을 위해 이용한 심해설계파 및 장기파랑산출자료의 위치는 Fig.1과 같다. Fig.2는 장기파랑산출자료에서 도출한 입력조건으로 계산한 대상해역에서의 파고분포도를 나타낸다. 한편, 해빈류의 크기와 해저면의 변화는 대상해수욕장의 길이를 5개 구간으로 분할하여 각 단면에 대해 정리한 것을 Fig.3과 Fig.4에 각각 나타내었다.

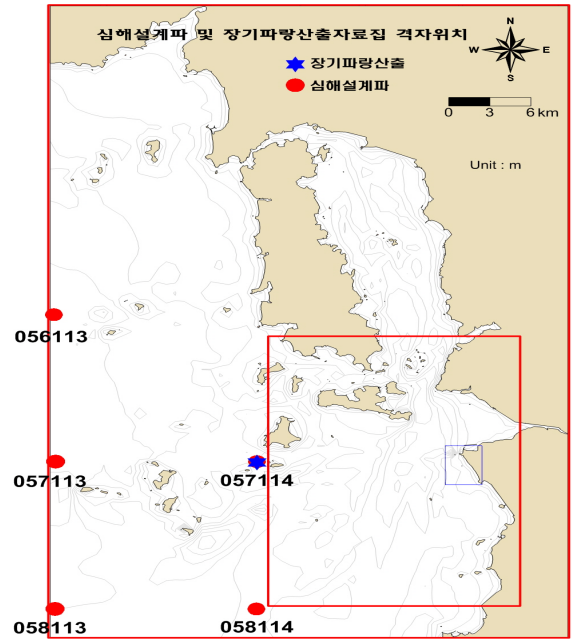


Fig. 1 Location of study area

## 5. 수치해석 및 결과

대상해역의 수치해석을 위해 앞서 산정한 이상파랑을 바탕으로 약최고고조위인 경우에 모델의 적용한 결과는 다음과 그림과 같다. 해빈류와 지형변동의 그래프를 비교해보면 해빈류의 크기에 따라 침식과 퇴적의 그래프가 비슷한 경향을 보이는 것을 볼 수가 있다. 지형변동의 범위는 대상 해역 남측에서 북측에 2km, 해수욕장 전방 약 480m까지 침식이 나타나며 퇴적은 이 영역의 외해측에 이루어지는 것으로 나타났다.

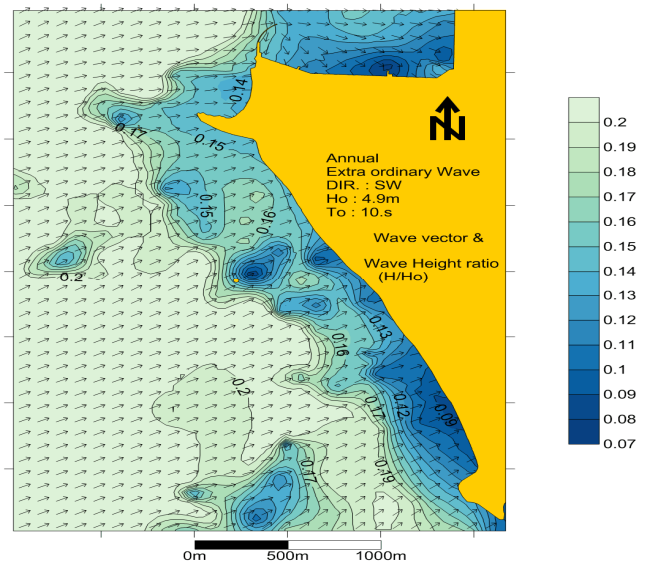


Fig. 2 Simulation results for Wave Height & Vector

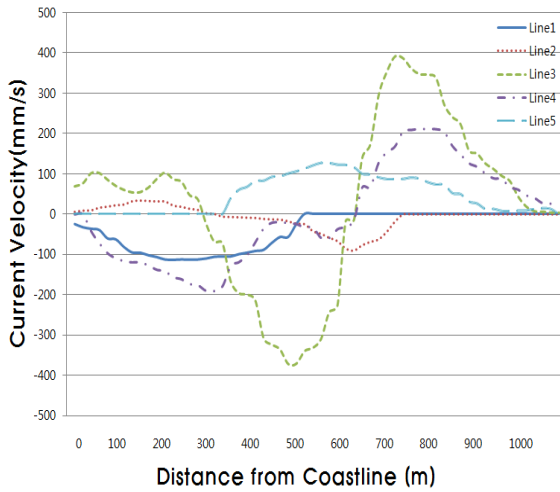
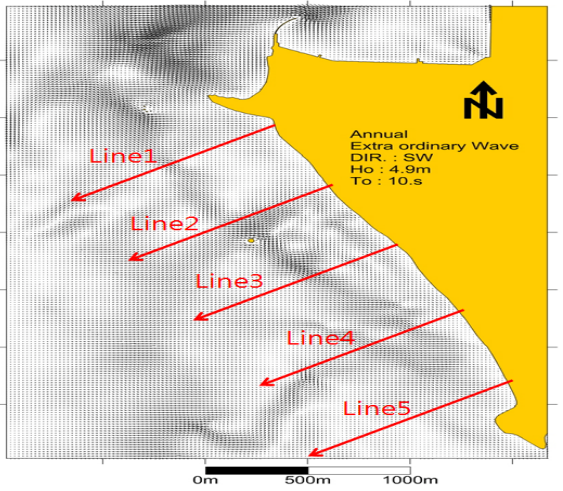


Fig. 3 Distribution of coastal currents

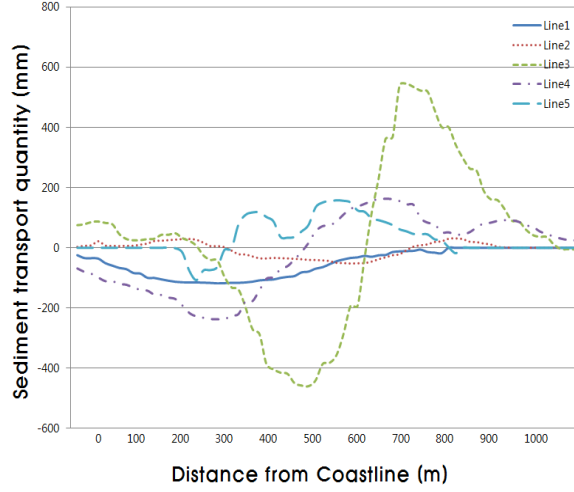
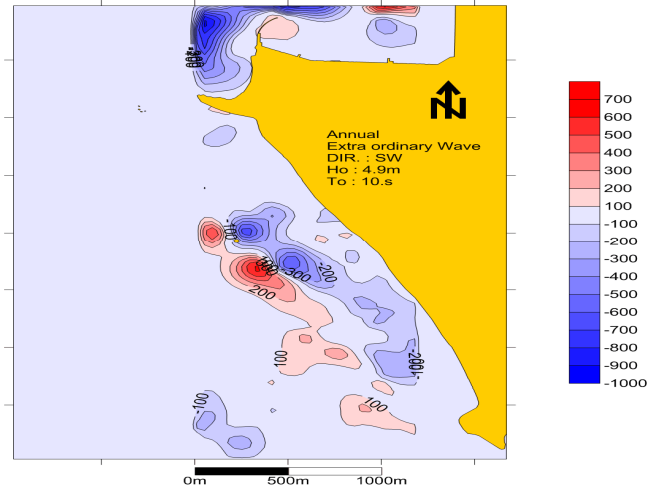


Fig. 4 Bottom changes due to sediment transport

## 6. 결 론

근래에 우리나라 연안에서 문제가 되고 있는 해안 침식 현상에 대해 본 논문에서는 이상과랑을 산정하여, 해빈류를 해석한 결과를 바탕으로 지형변동을 해석하였다. 그 결과 대상해역의 해안선 전면에서는 전반적으로 침식 현상이 발생하였고, 외해에 퇴적되는 것으로 나타났다. 추후 명확한 표사이동경로를 파악하기 위해서는 과랑과 조류 등에 대한 관측이 지속적으로 이루어져야 할 것이고, 장기적인 관측자료를 바탕으로 수치모형 실험에 의한 비교가 이루어져야 할 것이다.

### 감사의 글

본 과제는 해양수산부의 지원으로 수행한 해양에너지 전문인력 양성사업의 연구결과입니다.

### 참 고 문 헌

[1] 국토해양부(2012), 2012년도 연안침식 모니터링

[2] 김권수, 유하상, 박형수, 김강민(2013), 해운대 해변에서 특정 외력하의 표사이동 특성, 한국해양학회지 제37권 제6호

[3] 변상술(2008), 강원동해안의 해안선변화에 대한 연구, 공학석사 학위 논문

[4] 이종섭, 탁대호, 윤은찬, 김석윤(2007), 표층퇴적물 및 표사수지에 의한 해운대 해수욕장의 계절별 표사 이동특성, 한국해양·해양공학학회지 제19권 제6호

[5] 해양수산부(1997), 장기 과랑 산출 자료집

[6] Lee, J.W. and Shin, S. H.(2002), Variation of Beach Processes and Harbor Sedimentation in an Area of Large Tide, ISOPE-2002 Conference, Vol.III, pp.572-581.

[7] Li, M.Z. and C.L Amos(2001), SEDTRANS96: the upgraded and better calibrated sediment-transport model for continental shelves, Computers & Geosciences, 27:619-645