

# 해양파도 스펙트럼의 형상에 관한 분석

김정석\* · † 신승호

\*,† 선박해양플랜트연구소 해양플랜트·에너지연구부

## A study on Shape of Ocean Wave Spectrum

Jeong-Seok Kim\* · † Seung-Ho Shin

\*Offshore Plant and Marine Renewable Energy Research Department, Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, Daejeon 34103, Korea

† Department of Convergence Study on Ocean Science and Technology, Korea Maritime and Ocean University, Pusan 49112, Korea

**요 약** : 종래에는 해양 및 해안 구조물에 작용하는 주된 외력요소인 파도는 안전성의 측면에 중점하여 다뤄져왔다. 최근 해양 에너지의 개발 및 해양 레저스포츠 등의 다변화된 해양 활동의 수요 증가에 대응하기 위해 특정 해역의 파도의 특징을 정의하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다. 파도의 특징은 장소에 따라 특수하지만, 선행 연구들에서 제안된 활용가능한 스펙트럼 모델은 제한적이다.

**핵심용어** : 파랑관측데이터, 해양파, 파랑스펙트럼

**Abstract** : In the past, waves, which are the main external forces acting on marine and coastal structures, have been dealt with only in terms of safety. Recently, various studies have been conducted to define the characteristics of waves in a specific area in order to respond to the increasing demand for diversified marine activities such as ocean energy development and marine leisure sports. Although the characteristics of waves are specific to the site, the available spectrum model proposed in previous studies are limited. In this study, we analyzed the shape of the ocean wave spectrum by comparing it with the standard spectrum model.

**Key words** : Wave Records, Ocean Waves, Wave Spectrum

## 1. 서 론

최근 해양에서는 연안역의 개발뿐만 아니라 해양에너지의 개발 및 해양레저스포츠 등의 다변화된 수요가 증가하고 있다. 해양활용의 패러다임은 안전성뿐만 아니라 해양에서 지속적인 활동이 요구되는데, 이를 위해 대상해역의 전반적인 파랑특성을 파악할 필요가 있다.

해양파의 스펙트럼은 관측된 수면 변위의 시계열 자료의 분석을 통해 산정할 수 있으며, 스펙트럼의 형상은 주파수에 따른 파도 에너지의 밀도의 분포 특성을 바탕으로 논한다. 해안 및 해양 공학 분야에서 일반적으로 널리 쓰이는 파도스펙트럼의 모델은 Pierson-Moskowitz 스펙트럼, 이를 파도 변수로 변환한 형태인 Bretschneider 스펙트럼 그리고 피크 주파수에 에너지가 더욱 밀집되어 첨두도가 증대된 형상인 JONSWAP 스펙트럼 등이 있다.

해양파는 지형 및 기후 등에 영향으로 취송시간 및 거리 그리고 풍속의 영향을 받는다. 따라서 해양파는 관측 지점의 시공간에 따른 특수성을 갖는다. 이러한 이유로 대상해역의 파도를 일반적인 스펙트럼 모델로 표현하기 위해서는 주의가 요구된다. 본 연구에서는 제주 연안에서 관측된 파랑스펙트럼과

표준 파랑스펙트럼 모델간의 비교를 통해 스펙트럼 형상의 차이를 확인하는 것을 목적으로 한다.

## 2. 파랑자료의 분석

본 연구에서는 무지향성 파도 스펙트럼의 형상에 관해 논하고자 한다. 관측된 불규칙한 시계열 수면 변위는 각각의 진폭과 위상을 갖는 다수의 정현파의 선형 중첩으로 나타낼 수 있다. 이때에 각 주파수 성분별 진폭에 해당하는 에너지 밀도를 산정하면, 이를 파랑 스펙트럼으로서 나타낼 수 있으며 (그림 1), 이를 위해 고속푸리에변환 (FFT) 알고리즘을 활용하였다 (Cooley and Tuckey, 1965).

스펙트럼 형상의 특징만을 논하기 위해서 단위 면적을 갖는 파도스펙트럼을 다음의 무차원화를 통해 나타낼 수 있다.

$$E' = \frac{16E}{H_{m0}^2 f_e} \quad (1)$$

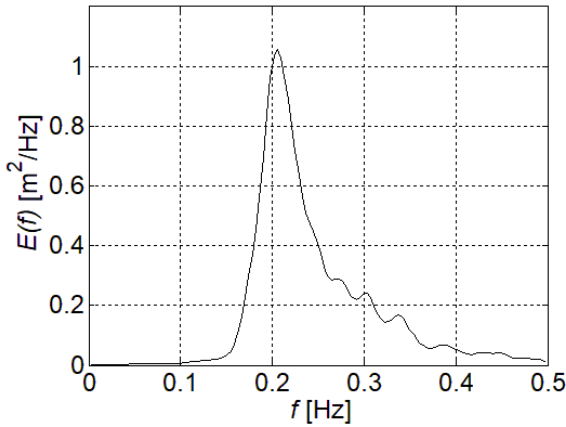


Fig. 1 Sample of wave spectrum

$$f' = \frac{f}{f_e} \quad (2)$$

여기서,  $E$ 는 에너지 밀도,  $f$ 는 파주파수이다. 상첨자 '는 정규화된 변수를 나타낸다.  $H_{m0}$ 는 유의파고,  $f_e (=1/T_e)$ 는 에너지 주파수이다. 식(1)과 (2)를 통해 정규화 된 파도스펙트럼은 다음과 같다 (그림 2).

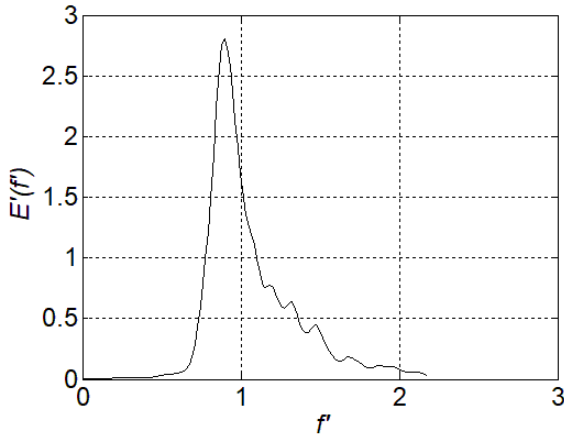


Fig. 2 Sample of normalized wave spectrum

$$(H_{m0} = 1.17m, f_e = 0.23Hz)$$

2010년 12월에 한 달간 관측된 파랑 관측 자료로부터 산정한 정규화 된 스펙트럼들을 함께 나타내었다 (그림 3). 관측된 스펙트럼의 평균 형상과 두 스펙트럼 모델 (model 1: Pierson-Moskowitz, model 2: JONSWAP)을 함께 도시하였다(Veritas, D. N., 2011). 평균 스펙트럼의 첨두도는 모델 1과 유사하였지만 피크 주파수는 저주파수로 치우친 것으로 나타났다.

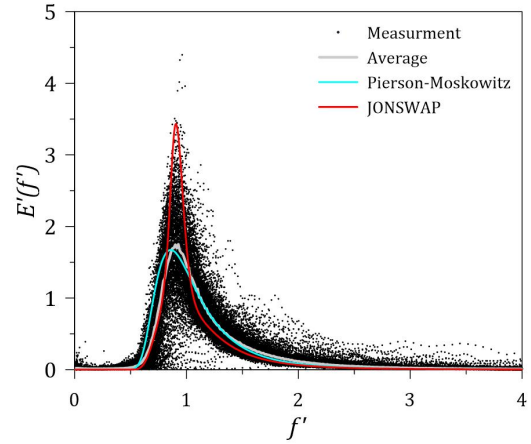


Fig. 3 Normalized wave spectrum with theoretical spectrum models (December, 2010)

### 3. 결 론

해양에서 관측된 파랑스펙트럼은 관측지점의 특수성과 시간에 따른 해상상태의 발달 및 쇠퇴로 인해 일반적으로 사용되는 스펙트럼 모델과 다를 수 있다. 제주 연안에서 2010년 12월 한 달간 관측된 파랑스펙트럼의 평균적인 형상은 Pierson-Moskowitz 스펙트럼과 유사하였지만, 주요한 특징인 첨두도와 피크 주파수에 차이를 보였다. 특정 해역의 파도 조건을 스펙트럼으로서 정의할 경우에는 해역의 특성에 적합한 스펙트럼 모델의 선정이 필요할 필요가 있다.

### 참 고 문 헌

- [1] Cooley, J. W. and Tukey, J. W. (1965). An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. *Mathematics of computation*, 19(90), 297-301.
- [2] Veritas, D. N. (2011). DNV-RP-H103 modelling and analysis of marine operations. *Det Norske Veritas*.

### 사 사

본 연구는 해양수산부의 국가R&D사업 “파력발전 실험역 시험장 구축”에 의해 수행되었습니다(PMS4040).