

東海港의 長週期波 現場觀測 및 數值解析 Analysis of Long-period Waves in Donghae Harbor

鄭遠武*, 鄭信澤*, 蔡璋源*, 李相龍**

1. 緒論

大型船舶이 接岸하여 荷役作業을 수행하는 東海岸의 産業港中 浦項新港에서는 과거의 研究나 韓國海洋研究所의 現場觀測(建設部, 1987; 姜等, 1989)을 통하여 다양한 週期의 副振動이 존재함이 밝혀졌으며, 檢潮所가 없는 東海港의 인근에 위치한 목호항의 檢조기록을 검토한 결과 10분대의 長週期 副振動이 존재하는 것으로 나타났다. 따라서, 東海港에서도 長週期 副振動이 존재할 것으로 추측되어 이를 대상으로 長·短週期波에 의한 港內靜穩度 維持對策 樹立에 관한 研究를 수행중이다. 同 研究事業의 일환으로 동해항에서 水壓式 波高計의 일종인 ISTG(Intelligent Seiche and Tide Gauge)를 사용하여 港外 1個 定點과 港內 3個 定點에서 약 1개월간 長週期波를 관측하고 결과를 분석하였다.

鄭等(1991)은 Chen과 Mei(1974)가 사용한 방법에 海底面 摩擦을 고려한 基本方程式을 사용하고 境界面에서의 에너지 吸收를 고려한 數值模型을 수립한 바 있다. 그러나, 港內靜穩度를 평가하는 기준중에서 가장 결정적인 요소인 繫留 船體運動의 관점에서 살펴보면 週期 10 - 30초 정도의 短週期波도 繫留 시스템의 특성에 따라서는 船體運動에 큰 영향을 미친다(上田, 1984). 따라서, 本 研究에서는 緩傾斜方程式을 基本方程式으로 사용하여 短週期波도 고려할 수 있도록 개선된 數值模型(科學技術處, 1991; 鄭, 1991)을 東海港에 적용, 관측결과와 比較·分析하여 수치모형을 檢證하고 장래의 擴張案에 적용하여 港灣 開發에 따른 長週期 副振動의 변화를 예측하였다.

2. 現場觀測 및 分析

東海港의 長週期波를 파악하기 위하여 1992년 2월 20일부터 3월 18일까지 약 1개월간 4대의 長週期波 觀測機器를 이용하여 現場觀測을 실시하였다. 觀測地點의 위치는 Fig. 1에 제시된 바와 같이 수치모형의 外海境界에 해당되는 港外에 1개 정점(S1), 港入口 부근에서 1개 정점(S2), 그리고 港의 가장 내측의 2개 정점(S3, S4)을 選定하였다. 5초 간격으로 취득된 時系列 資料(Fig. 2 참조)를 Band-width filter를 이용하여 低周波數帶(潮汐 成分) 및 高周波數帶(短週期波)의 에너지를 Filtering한 후(Fig. 3 참조) 이 자료를 다시 1분 간격으로 Sampling하여 4,096개의 時系列 資料를 작성하였다. 同 資料는 FFT(Fast Fourier Transformation) 기법을 이용하여 時系列 資料의 Spectra 및 Cross spectra를 분석하는 프로그램 SPECTRAD(海洋開發研究所, 1979)로 분석되었다.

Fig. 4에는 定點 S1 - S4에서 68.3시간(4,096분) 동안 관측된 資料를 SPECTRAD로 스펙트럼을 分析한 결과를 제시하였다. 그림에 제시된 Power density를 살펴보면 4個 定點에서 모두 16.5분 근처에서 첫번째 尖頭值(First peak)가 나타나고 있으며, 이를 제외하면 그다지 주목할 만한 尖頭值는 존재하지 않는다. 그림중에서 水位(Elevation)의 단위로는 미터(m)를 사용하였다. 本 觀測을 통하여 東海港에서도 副振動이 존재함이 확인되었으나 浦項新港에 비해서는 그 크기가 비교적 작은 것으로 나타났다. 그러나, 浦項新港의 경우를 살펴보면 季節에 따라 에너지 分布가 상당히 변화하므로 東海港에서도 추가로 夏季觀測을 실시하여 이를 확인할 計劃이다.

3. 數值模型 適用 結果

本 研究에 사용된 數值模型에 대해서는 鄭(1991)에 상세히 제시되어 있으므로 여기서는 생략하였다. Fig. 5에는 現狀態에 대해 固體境界面에서의 反射率을 1.0으로 하여 數值模型을 적용한 增幅比의 計算 結果를 入射境界에서의 增幅比를 1.0으로 하여 圖示하였는데 數值計算은 120 - 1,400초까지 매 20초 간격으로 수행되었다. 이를 살펴보면 S1 - S3의 3개 定點에서 모두 週期

* 韓國海洋研究所 沿岸工學研究室(Coastal Engineering Laboratory, KORDI, Ansan P.O. Box 29, 425-600, Korea)

** 釜山大學校 海洋科學科(Department of Marine Science, Pusan University, Pusan 609-735, Korea)

990초 부근에서 첫번째 尖頭值가 나타났으며, 週期 320초 부근에서는 觀測結果에서 확인되지 않은 두번째 尖頭值가 存在하는 것으로 나타났다. 스펙트럼 分析에 의해 제시된 3個의 周波數(尖頭周波數 및 隣近 周波數)에서의 增幅比와 동일한 周波數에 대해 數值模型을 적용한 結果의 比較를 Table 1에 제시하였다. 이 增幅比들은 定點 S1에서의 增幅比에 대한 상대적인 增幅比이다. 이를 살펴보면 固體境界面에서의 完全 反射를 假定할 경우 실제보다 약간 과장된 結果를 예측할 可能性이 있음을 알 수 있다. 鄭(1991)에 따르면 水理模型實驗 結果와의 비교시 反射率을 0.99로 했을 경우 가장 兩者가 近接하였으며 이는 Table 1에서 알 수 있듯이 本 研究에도 동일한 것으로 나타났다. 本 數值模型을 使用(反射率은 1.0)하여 동해항의 장래 擴張案에 대한 適用 結果를 Fig. 6에 제시하였다. 이를 살펴보면 첫번째 및 두번째 尖頭周波數가 각각 90초 및 80초 정도씩 길어지며 增幅比도 상당히 커진다.

Table 1. Comparisons of seiche amplitude ratios from measurement with computed results.

Station	Seiche Period(sec)	Measured Data (m)	Calcula. Seiche Amplitude Ratio			
			$K_r=1.00$	$K_r=0.99$	$K_r=0.98$	$K_r=0.96$
S2	809.0	2.00	0.74	0.74	0.73	0.70
	992.0	5.70	5.94	5.42	4.10	2.43
	1336.0	2.40	0.94	0.94	0.93	0.92
S3	809.0	4.60	2.46	2.45	2.41	2.25
	992.0	10.10	11.51	10.49	7.92	4.65
	1336.0	3.10	1.30	1.29	1.29	1.26
S4	809.0	4.90	2.39	2.38	2.34	2.18
	992.0	10.40	11.28	10.29	7.77	4.56
	1336.0	3.20	1.28	1.28	1.27	1.25

4. 討 議

東海港에서의 長週期波 冬季觀測 및 數值實驗 結果에서 구해진 結論은 다음과 같다.

- 東海港에서는 16.5分 週期の 長週期 副振動이 存在.
- 副振動의 季節別 變化 特性을 파악하기 위한 夏季觀測이 필요.
- 數值模型에 의한 計算 結果가 觀測 結果와 양호한 一致를 보임.
- 反射率에 따라 數值計算 結果가 상당히 변화하나 完全 反射時에도 觀測值와 큰 차이가 없음.

參 考 文 獻

- 姜錫求, 李相龍, 蘇在貴. 1989. 迎日灣과 浦項新港의 副振動現象, Ocean Research, Vol. 11, No. 2, pp. 31-41.
- 建設部. 1987. 浦項新港 波浪調査 및 모델實驗 用役(第2卷, 波浪調査 및 모델 實驗 編), 440 pp.
- 科學技術處. 1991. 港灣靜穩度 유지대책 樹立에 관한 研究(I), BSPG 00135-373-2, 194 pp.
- 鄭遠武. 1991. 複合要素法에 의한 港內 波浪 侵入·變形 研究, 工學碩士學位論文, 明知大學校 土木工學科, 169 pp.
- 鄭遠武, 片宗根, 鄭信澤, 蔡璋源. 1991. 港灣內의 長週期波 應答에 관한 數值解析. 1991년도 정기학술강연회 발표논문 초록집, 韓國 海岸·海洋工學會, pp. 11-17.
- 海洋開發研究所, 1979. 朝汐資料의 處理 및 分析의 體系化를 위한 研究(I), 186 pp.
- Chen, H.S and C.C. Mei. 1974. Oscillations and wave forces on an offshore harbor. Rep. 190. Ralph M. Parsons Lab. MIT.
- 上田 茂. 1984. 係岸船舶의 動搖解析手法とその應用に關する研究. 港灣技研資料, No. 504. 372 pp.

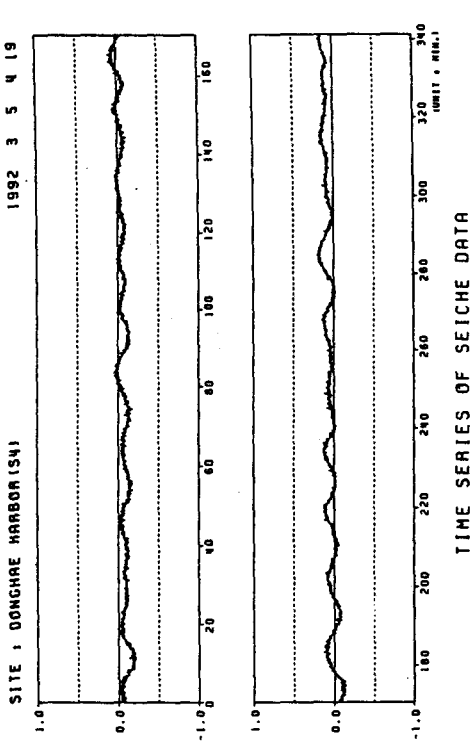


Fig. 2 Time series of raw seiche data measured at station S4.

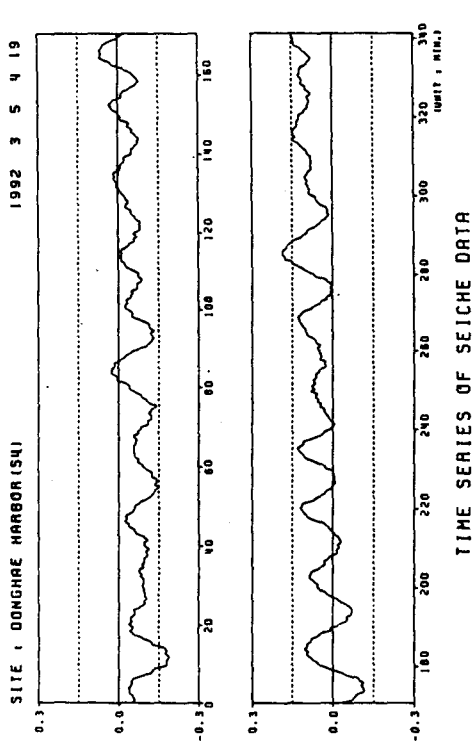


Fig. 3 Time series of filtered seiche data measured at station S4.

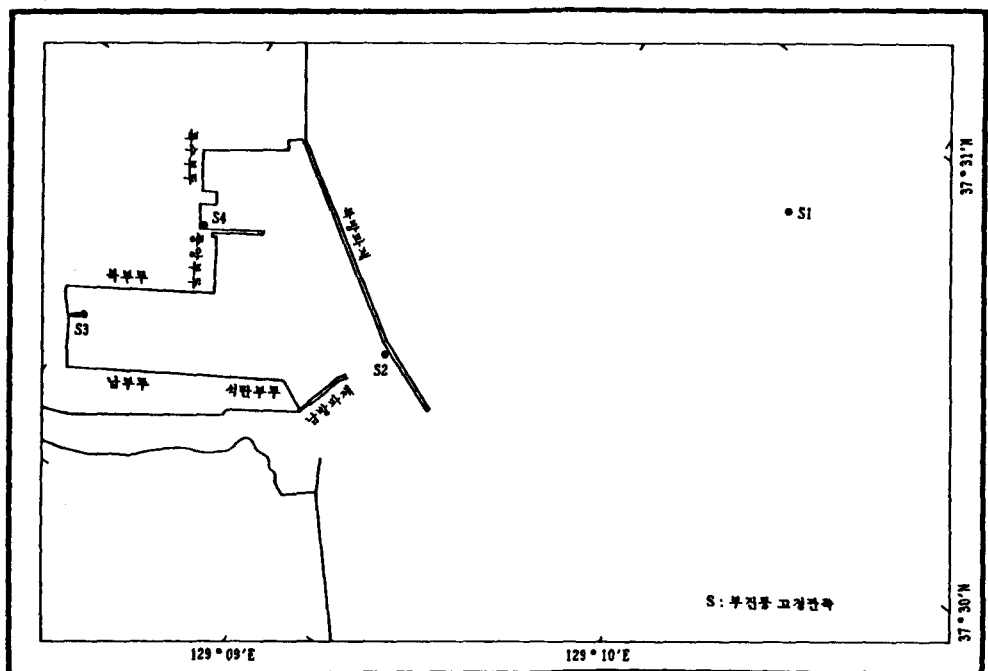
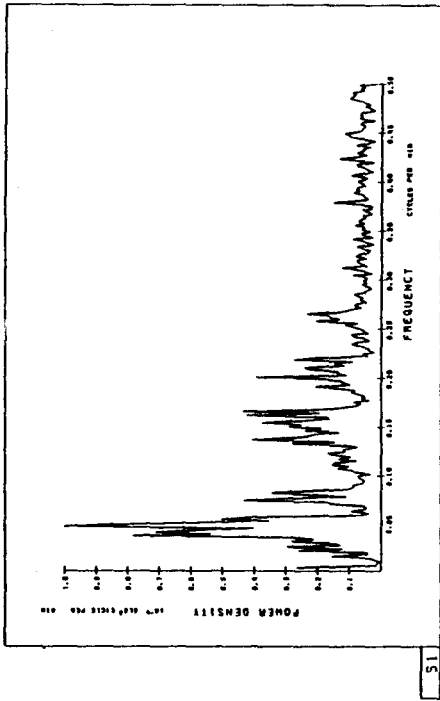
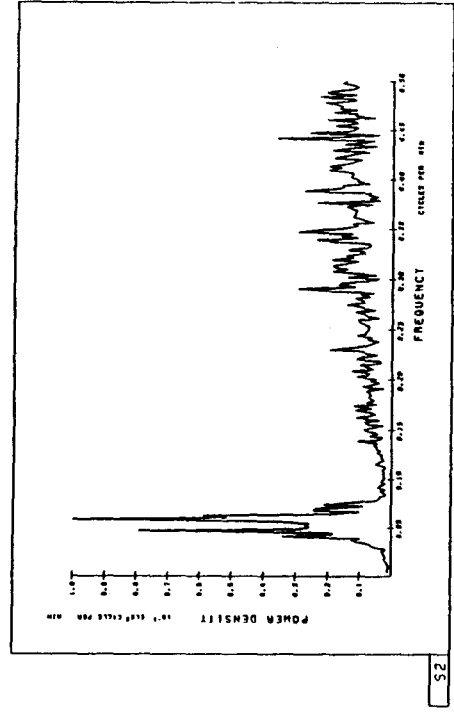


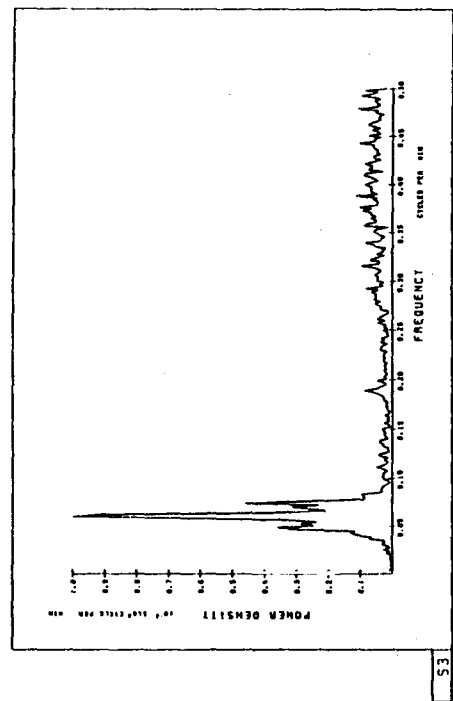
Fig. 1 Location map of measurements around Donghae Harbor.



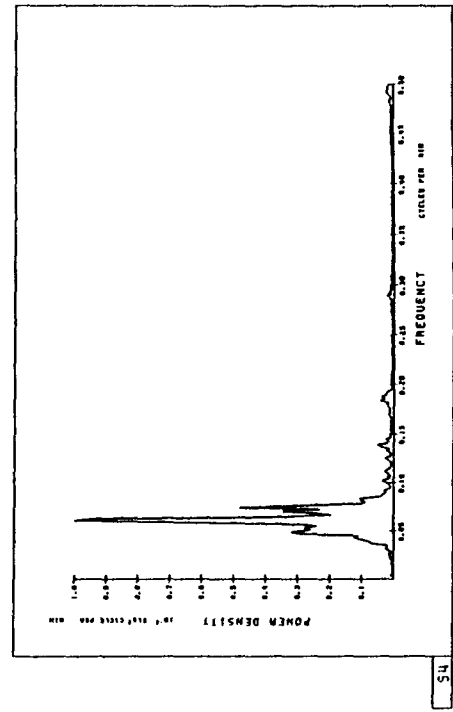
31



32



33



34

Fig. 4 Spectral densities of water level variations measured at Donghae Harbor.

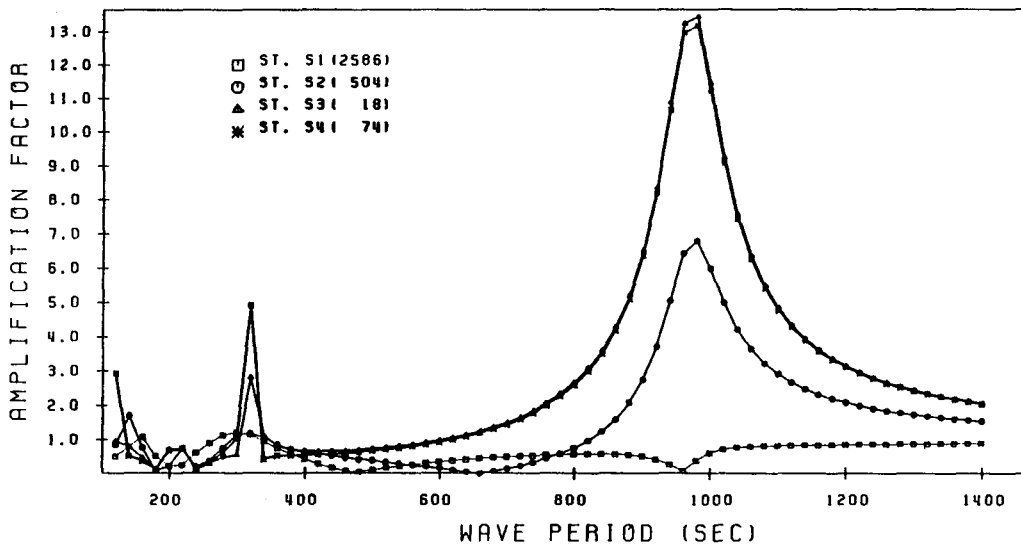


Fig. 5 Computed response curves for various periods in the present state.

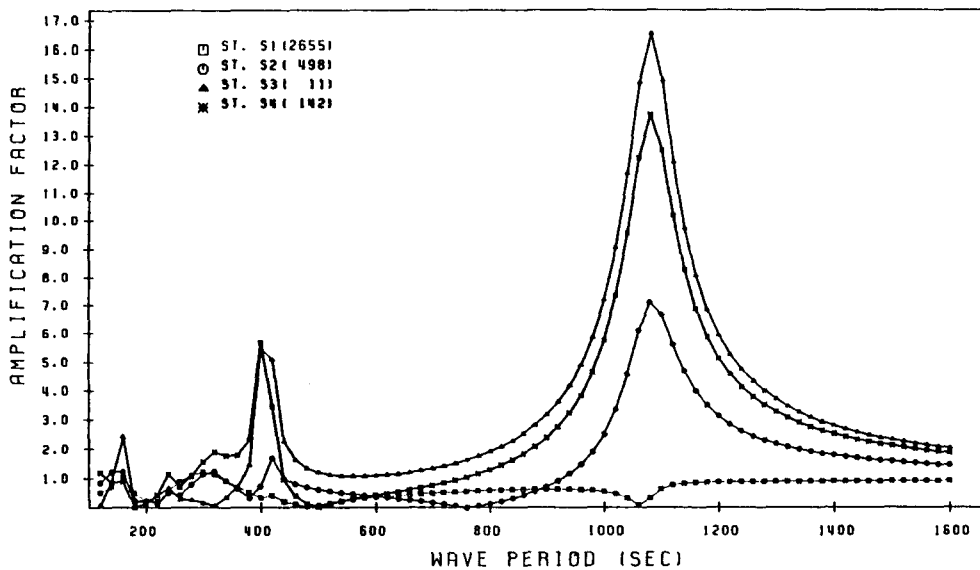


Fig. 6 Computed response curves for various periods in the future plan.