

항내정온도 모형의 현장 적용

Field Application of Harbor Tranquility Model

정원무* · 채장원* · 이동영* · 김상의*

1. 서론

현재 국내에서는 단주기파의 항내에서의 다중반사를 고려할 수 있는 항내정온도 모형으로 Copeland(1985)의 모형을 개선한 한국해양연구소의 수치모형(한국해양연구소, 1987)과 Maruyama와 Kajima(1985)의 수치모형이 사용되고 있다. 이 수치모형들은 반무한방파제 후면의 회절이나 이안제 후면의 회절 등에 대해서는 수리실험이나 이론해와 비교되었으나 항만과 같이 다중반사가 발생하는 경우에 대해서는 비교·검증이 부족하였다. 본 연구에서는 포항신항 내외에서 동시관측된 파랑자료를 수치실험에 의한 결과와 비교함으로써 항내파고비 산정에 대한 수치모형의 적용성을 검토하였다.

2. 현장관측 및 자료분석

수치모형의 검증자료를 확보하기 위하여 포항신항 내외의 3개소에 관측기기를 설치하여 현장관측을 실시하였다. 포항신항 입구에서 북동쪽으로 약 2.5 km 떨어진 지점인 정점 W에는 파고·파향계를, 그리고 항내의 제7 부두 부근인 정점 P2와 제2 파제제 부근인 정점 P3에는 수압식 파고계를 설치하였다(Fig. 1 참조). 약 1.5개월 동안의 현장관측중 3개 정점에서 동시관측자료가 취득된 기간은 3월 20일에서 3월 30일까지의 약 11일간이었다. 관측자료에 파별분석법, 스펙트럼 분석법, LHM(Longuet-Higgins Method) 및 MEM(Maximum Entropy Method) 등을 적용하여 여러 가지 파랑 특성계수들을 산출하였다. 11일간의 자료중 항외정점에서의 유의파고가 0.5 m를 초과하는 3월 20일 이후의 파랑 특성계수를 Fig. 2~5에 제시하였다. 3개 정점에서의 유의파고의 변화를 Fig. 2에, 첨두주기의 변화를 Fig. 3에 각각 제시하였다. 이를 살펴보면, 3월 20일경보다 27일경의 폭풍시 첨두주기가 훨씬 길다. Fig. 4에 도시된 정점 W에서의 평균파향 및 분산도는 시기에 따른 변화가 거의 없다. 항내정점에서의 파고를 항외정점에서의 파고로 무차원화한 파고비를 Fig. 5에 도시하였는데 첨두주기가 10초 이하인 경우에는 정점 P2 및 P3에서의 파고비가 비슷하나 첨두주기가 12초를 초과하는 26~28일의 폭풍시에는 P3에서 훨씬 크게 나타났다. 한편, 이들중 유의파고, 첨두주기, 평균파향, 분산도 등을 감안하여 10 개의 수치실험과 비교할 자료들을 선정하여 Table 1에 정리하였다.

3. 관측자료와 수치계산 결과의 비교

항내 및 해안에서의 규칙파의 천수·굴절·회절 현상을 동시에 고려할 수 있는 환경사방정식은 타원형 편미분방정식이므로 이를 2개의 1차 선형방정식계로 분리시켜서 파랑 변형을 계산할 수 있는 쌍곡형 수치모형(Copeland, 1985; 한국해양연구소, 1987)을 사용하였다. 본 수치모형에 대한 상세한 내용은 전술한 논문이나 보고서를 참조하면 된다.

* 정희원 · 한국해양연구소 연안공학연구부

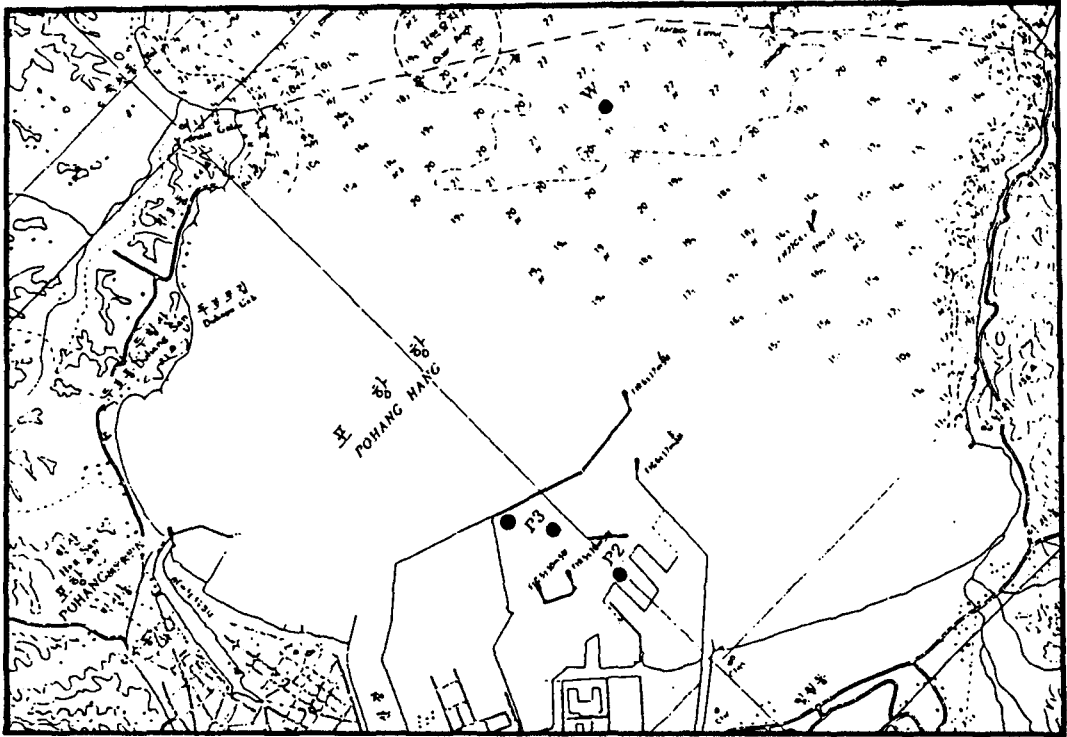


Fig. 1 Location map of field measurement.

Table 1. Selected wave data for comparisons with numerical calculation.

No.	Time	정점 W				정점 W2 (제7 부두 전면)			정점 W3 (제2 파체제)		
		H_s (m)	T_p (sec)	Dir_{mean} (deg.)	Spr (deg.)	H_s (m)	T_p (sec)	Ratio (W2/W)	H_s (m)	T_p (sec)	Ratio (W3/W)
1	3/21 06:00	0.90	9.18	N32° E	13.3	0.17	8.5	0.189	0.20	9.1	0.222
2	3/21 11:00	1.00	9.17	N34° E	14.9	0.18	8.0	0.180	0.23	9.1	0.230
3	3/22 00:00	0.61	8.16	N34° E	15.1	0.13	8.5	0.213	0.14	8.5	0.230
4	3/26 04:00	0.81	11.04	N40° E	14.5	0.15	9.1	0.185	0.18	9.1	0.222
5	3/26 15:00	1.52	12.80	N37° E	15.1	0.25	12.8	0.164	0.46	12.8	0.303
6	3/26 21:00	1.56	13.72	N36° E	14.8	0.32	14.2	0.205	0.47	14.2	0.301
7	3/27 03:00	1.87	13.94	N45° E	15.4	0.35	14.2	0.187	0.49	14.2	0.262
8	3/27 10:00	1.34	12.82	N46° E	15.3	0.27	11.6	0.201	0.44	14.2	0.328
9	3/27 16:00	0.80	12.69	N41° E	25.6	0.18	12.8	0.225	0.25	12.8	0.313
10	3/28 00:00	0.55	10.38	N40° E	23.6	0.13	11.6	0.236	0.16	12.8	0.291

수치모형에 사용된 격자망은 700×650 ($\Delta x = \Delta y = 10$ m)로 구성되었는데 항외 관측정점인 W가 입사 경계에 위치하도록 하였다. 전술한 10개 자료에 대하여 규칙파와 3방향 합성에 의한 불규칙파를 가정한 경우에 대해 각각 수치계산을 실시하였다. 후자의 입력조건은 습田(1990)의 전체 파에너지의 분산도에 근거한 불규칙파 개념중 16방위 분할시 방향별 에너지비를 이용하여 구하였는데

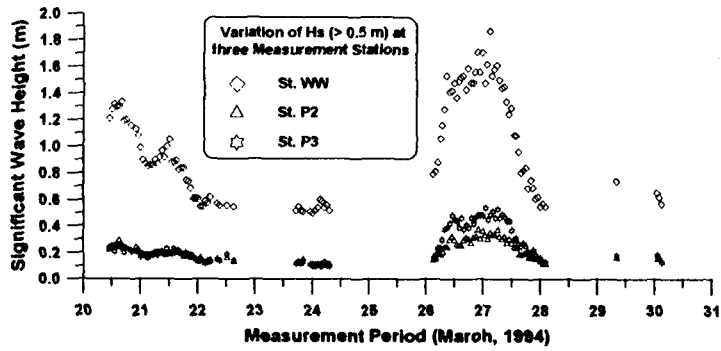


Fig. 2 Variation of significant wave heights at three stations.

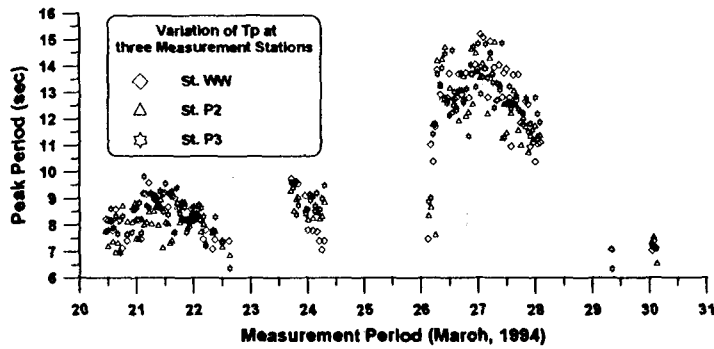


Fig. 3 Variation of peak periods at three stations.

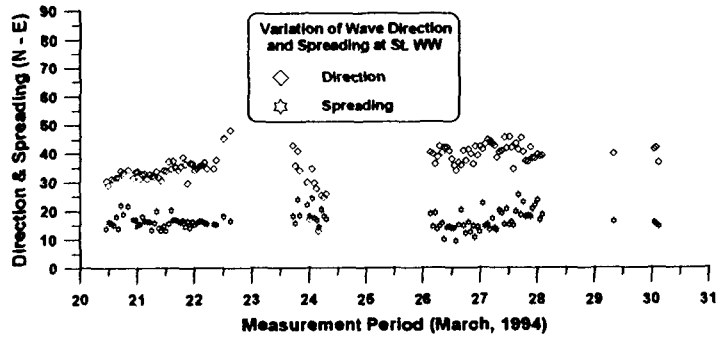


Fig. 4 Variation of mean wave directions and spreadings at three stations.

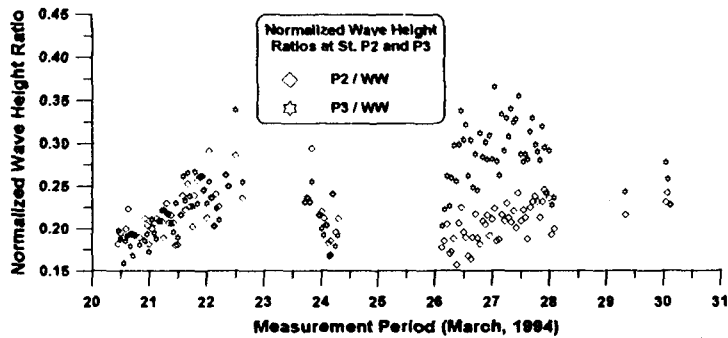


Fig. 5 Variation of normalized wave height ratios at two stations.

입사파가 영일만을 통과하여 상당한 거리를 전파하였으므로 $S_{max} = 75$ 로 가정하였다.

현장관측에 의한 파고비와 규칙파를 적용하여 수치계산된 결과의 비교를 Fig. 6에 제시하였다. 이를 살펴보면 전반적으로 수용할 만하나 Data set no. 4와 10의 경우 정점 P3에서 계산치가 상당히 크게 나타난다. 이러한 점은 규칙파의 가정, 접근수로를 횡단 및 종단하며 전파되는 점 등 여러 가지를 생각할 수 있으나 상세한 내용은 3방향 합성에 의한 불규칙파 적용 결과와 함께 추후에 제시할 예정이다.

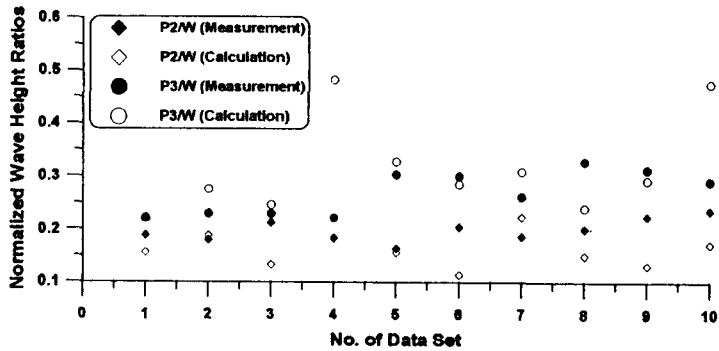


Fig. 6 Comparison of normalized wave height ratios between measurement and calculation.

참고 문헌

한국해양연구소, 1987. 해안구조물 적정설계조건 결정기법의 체계화 연구, BSPE00043-157-2.

Copeland, G.J.M., 1985, A practical alternative to the mild-slope wave equation, Coastal Eng., 9, 125~149.

Maruyama, K. and Kajima, R., 1985, Two-dimensional wave calculation method based on unsteady mild slope equations, Central Research institute of Electric Power Industry, Rep. No. 384041.

合田良實, 1990, 港灣構造物の耐波設計(波浪工學への序説), 鹿島出版會.