

# 항주파 파고 감쇄의 부소파제에 대한 실패상 실험 연구

오우준\* · 신정훈\*\* · 박태건\*\* · 함연재\*\* · 정우철\*\*\* · 박제웅\*\*\*\* · † 김도정\*

\*한국조선해양기자재연구원, \*\*(주)동현씨스텍, \*\*\*인하공업전문대 교수, \*\*\*\*조선대학교 교수

**요 약** : 마리나 시설 내 계류된 선박 및 레저장비를 약친 후 해상상태와 선박 운항에 의해 발생된 파로부터 장비 및 인명의 안전을 위한 파 제거 장치가 필요하다. 본 연구에서는 국내 각 지자체의 수요에 부응하고 시설 및 인명의 안전을 위한 소파 시스템개발을 목적으로 시제품 제작(설계, 해석, 수조시험 등 수행완료)하였다. 실패상 성능시험에서 항주파의 발생을 위해 시험선박 선정하였으며, 소파장치 전후의 파고계측 등을 위해 부가물을 계측하여 파고를 촬영 및 계측하였다. 개발된 소파장치의 실패상 시험임을 감안해 해상 주위의 조류, 풍속, 인근 해역에서 오는 파랑변형 등에 따른 파랑요소를 고려하여 시험하였다. 부소파제는 약 40~80%의 에너지 감소율을 보였으며, 유의파고 조건에서 42%의 에너지 감소율을 보였다.

**핵심용어** : 파랑안정화, 부유식 소파제, 항주파, 파랑제어, 소파효율, 실패상 시험

## 1. 서 론

연안에서 통항하는 선박에 의해 발생된 항주파가 해안 측으로 전파되면, 파도가 굴절, 친수변형 및 반사, 회절 등의 변형을 일으켜 파고가 증폭되는 현상이 발생하기도 한다(신, 2003). 이러한 항주파에 의한 피해로는 정박되어 있는 선박의 피로파손, 해안설비 및 양식장 설비파손, 제방의 결괴 및 해안선의 침식 등이 있고, 항행 중 혹은 정박 중인 소형선박이나 해수욕객 등에 있어서는 항주파 특유의 돌발성으로 인해 더욱 위험이 가중되고 있다고 보고하고 있다(강, 2007).

비록 국내에서는 항내의 안전을 도모하기 위해서 통항선속을 10knot 이하로 정하고 있으나, 해안설비 안전 확보에는 여전히 문제를 안고 있다. 따라서 실패상 항내에서 발생하는 항주파 조건에서 연안시설 등을 보호할 수 있는 부소파제를 제작하였으며, 이에 대한 소파성능 시험분석을 수행하였다.

본 연구에서는 항주파에 대한 부소파제의 실패상 성능시험을 수행하고 소파성능 시험결과를 분석하였다. 입사파 대비 통과파의 파고 및 파랑에너지 변화에 대해 고찰하였다.

## 2. 실패상 시험조건

본 실패상 시험에서 제작된 부소파제는 개념설계부터 파랑중 유동해석, 유체동역학해석, 수조시험을 통하여 최적 형상을 도출하였다. 실패상 시험에서 항주파의 발생을 위해 시험선박 선정하였으며, 소파장치 전후의 파고계측 등을 위해 고정자를 설치하여 파고를 촬영 및 계측하였다. 실패상 시험임을 감안해 해상 주위의 조류, 풍속, 인근 해역에서 오는 파랑변형 등에 따른 파랑요소를 고려하여 시험에 임하였다.

\* 대표저자 (정희원), woojunoh@komeri.re.kr, 061)460-5273  
† 교신저자 (정희원), djkim@komeri.re.kr, 061)460-5270

## 2.1 소파장치 설치의 실패상

원활한 시험을 위해 타 선박에 의한 영향, 반사파, 기타 외력에 의한 파랑 등에 의한 잡음을 최소화 할 수 있는 시험장소로 선정하였다. 본 시험에서는 항주파의 생성, 전파 및 변형이 이루어진 이후의 파랑을 구현하기 위해 항로 중 직선구간으로 시험선박의 운항이 원활한 구역을 선정하였다.

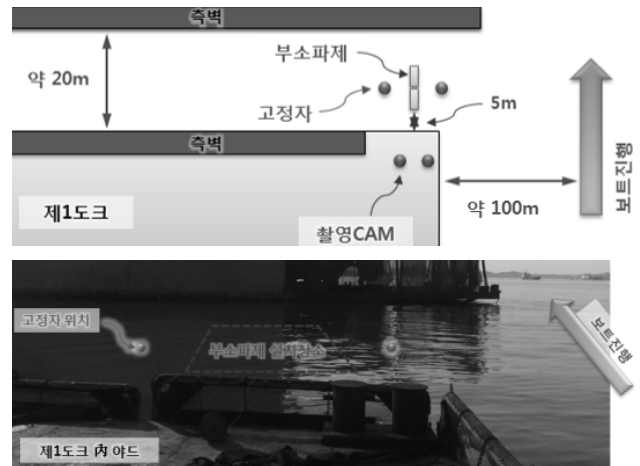


Fig. 1 부소파제 실패상 시험 개념도(국내 D사 해상)

## 2.2 부소파제의 실패상 설치

Fig. 2와 같이 부소파제를 연결하고 흘수 및 무게중심을 맞췄다. 부소파제 계류는 파에 의한 동요 시 수직운동을 갖게 해주는 방식을 적용하였다.

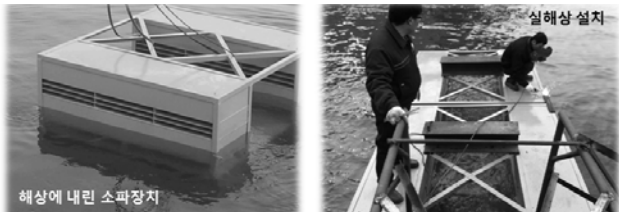


Fig. 2 부소파제 실험상 설치 및 계류

### 2.3 파고계측 고정자 및 파고발생 시험선박

실험상의 파고계측을 위하여 눈금(간격=0.05m)을 기록한 고정자를 사용하였으며, 실험상에서 항주파에 의한 요구 파도를 구현하기 위해 시험선박을 운항하였다.

### 2.4 파랑조건

본 시험에서 적용된 항주파는 정 등(2008)에 수행된 항주파 연구에 근거하며, 해양파 및 항주파 이론과 비교하여 그 신뢰성을 확보하려 하였다.

Table 1 실험상 성능시험 파랑조건(항주파 분석자료)

항주파 시험조건	대표 평균선속	발산파	
		파장 $\lambda_d$ (m)	파주기 $T_d$ (sec)
유의파고 $H_{1/3}$	11.08 knot	13.96	2.99
Case_1	5.54 knot	3.46	1.49
Case_2	7.05 knot	5.63	1.89
Case_3	9.46 knot	10.14	2.54
Case_4	11.84 knot	15.97	3.19
Case_5	14.07 knot	23.12	3.84

## 3. 시험결과 및 고찰

유의파고 조건의 경우, 약 23.4%의 소파성능을 보였다. 이는 불규칙 해상조건에서 수행한 성능시험에서 오차범위를 최소화한 결과이다. 저속항주에서 약 72-76%의 우수한 소파성능을 보였으며, 고속항주에서는 약 23-54%의 소파성능을 보였다.

Table 2 소파장지 성능시험 파고 비교 데이터

시험조건	파주기 (sec)	입사파 파고 (m)	전달파 파고 (m)	Ht/Hi	소파성능 (파고감소율)
	T	Hi	Ht		
유의파고	2.85	0.184	0.141	0.766	23.40%
Case_1	1.82	0.025	0.007	0.280	72.00%
Case_2	1.57	0.070	0.017	0.243	75.70%
Case_3	1.69	0.122	0.055	0.451	54.90%
Case_4	2.61	0.216	0.141	0.653	34.70%
Case_5	2.89	0.192	0.139	0.724	27.60%

부소파제의 에너지 감소율을 살펴보면 약 40~80%의 에너지 감소율을 보였으며, 유의파고 조건에서 42%의 에너지 감소율을 보였다.

Table 3 입사파와 전달파의 파고 및 에너지 감쇠

시험조건	파면단위에너지 ( $kgf/m$ )		에너지 감소율 (%)
	입사파	전달파	
유의파고	270.217	158.677	42
Case_1	1.241	0.097	92
Case_2	15.767	0.930	94
Case_3	86.243	17.528	80
Case_4	425.743	181.417	57
Case_5	486.977	255.232	48

## 5. 결 론

본 연구에서는 항주파로부터 파랑 안정화를 위한 부소파제를 제작하여 실험상에서 시험선박을 통한 성능시험을 수행하여 각 선속에 따른 소파성능을 파악하였다.

실험상에서 제작된 부소파제는 유의파고에서 약 23.4%의 파고감소와 42%의 에너지 감소를 보였다. 선박의 운항속도가 증가함에 따라 파고감소율 및 에너지 감소율이 낮아졌다. 불규칙 해상조건에서 시험신뢰확보를 위해 반복적 시험을 수행하였으나, 장기적 부소파제 설치에 따른 실 계측 데이터 분석이 요구되었다.

## 후 기

본 연구는 지식경제부, 한국산업기술진흥원에서 지원하는 지역산업기술개발사업에 의해 이루어졌으며, 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 정대득(2007), 항주파 관측에 관한 연구, 해양환경안전학회 추계학술대회, pp.29-33
- [2] 강성진 외 5인(2007), 항주파고의 특성에 관한 연구, 한국항해항만학회지, 제31권, 제5호, pp.339-344.
- [3] 김도삼, 이광호, 최낙훈, 윤희면(2004), 신형식부방파제의 파랑제어에 관한 연구, 한국해양·해양공학학회지, 16-1, pp.1-9
- [4] Rameswar Bhattacharyya(1978), Dynamics of marine vehicles, Director of Naval Architecture, U.S. Naval Academy