

항만구조물 반사특성에 미치는 Slit 형상의 영향

김규한* · 김민수** · 이강철** · 류무은***

*관동대학교 토목공학과

**대림산업(주)

***관동대학교 대학원

The Influence of Slit Shape on the Reflective Characteristic of Caissons in Harbor

KYU-HAN KIM*, MIN-SOO KIM** AND KANG-CHUL LEE**, MOO-EUN RYU***

*Dept. of Civil Engineering, Kwandong University, Gangwon, Korea

**Dealim Heavy Industry Co. Ltd., Seoul, Korea

***Graduated School, Kwandong University, Gangwon, Korea

KEY WORDS: Slit Caisson 슬리트 케이슨, Periodogram 페리오도그램, Spectrum 스펙트럼, Reflective Coefficient 반사계수

ABSTRACT: The caisson of the inner wall type has a weak point that reflecting wave is big. Therefore it has been studied that the research of the decreasing reflecting wave using installation the perforated wall in front of caisson to decrease of that weak point.

In this study, we analyzed the characteristic of reflection horizontal and diamond style vertical slit caisson using hydraulic model test. According to the results of experiments, we could confirm that diamond style vertical caisson has a reflection coefficient which has lower than horizontal caisson of the reflection coefficient of 5~10%.

1. 서 론

케이슨 형식의 안벽은 직립부로부터 파의 반사가 심하기 때문에 이러한 단점을 보완하기 위하여 케이슨 전면에 유공벽과 유수실을 설치하여 반사파를 저감시키는 연구가 많이 이루어져 왔다. 유공케이슨은 유공벽의 형상 및 유수실의 배치에 따라 다양한 구조 형식이 존재하는데, 기존의 연구결과로는 종 슬리트 케이슨보다 횡 슬리트 케이슨 형식이 반사파저감에 효과가 좋은 것으로 알려져 있다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 종, 횡의 슬리트 형상 뿐만 아니라 슬리트의 유공 형태도 반사파를 저감에 영향을 미치는지 검토하기 위하여 횡 슬리트 케이슨과 다이아몬드형 종 슬리트 케이슨의 반사특성을 수리모형실험을 통하여 분석하였다.

으로 되돌아온다. 그러므로 구조물 전면에서의 반사계수가 작으면 그만큼 소파효과가 양호하다는 것을 의미한다.

안벽구조물에 도달한 입사파는 안벽으로부터 반사하게 되므로 안벽에서 유의파장 이상 떨어진 지점에 적절한 간격을 두고 2개의 파고계를 설치하여 이들의 측정결과인 파형기록에 의해서 FFT법을 사용하여 성분파의 진폭을 구하고, 이러한 성분파로부터 입·반사파의 진폭을 구한 후, 이들의 페리오도그램(periodogram)을 평활화 함으로써 입·반사파의 스펙트럼을 추정 할 수 있다. 그리고 스펙트럼의 분리 추정치는 발산하지 않는 다음식과 같은 주파수 범위에서만 유효하다.

$$\text{상한치 } (f_{\max}) : \Delta l / L_{\min} \approx 0.45 \quad (1)$$

$$\text{하한치 } (f_{\min}) : \Delta l / L_{\max} \approx 0.05 \quad (2)$$

2. 이론적 배경

2.1 반사계수

소파 안벽구조물에 도달한 파의 에너지 일부는 유공부내에서 감쇠되어 소멸하지만 일부는 반사파로 되어 구조물의 전면해역

여기서, f_{\max}, L_{\max} = 유효한 주파수 범위의 상한치 및 그에 대응하는 파장, f_{\min}, L_{\min} = 유효한 주파수 범위의 하한치 및 그에 대응하는 파장, Δl = 파고계 간격(유효 주파수 범위 내에 포함된 에너지가 전 에너지의 90% 이상 되도록 결정함)

김규한 : 강원도 강릉시 내곡동 522 관동대학교 토목공학과
033-671-3436 kkhkim@kd.ac.kr

$$E_I = \int_{f_{\min}}^{f_{\max}} S_I(f) df \quad (3)$$

$$E_R = \int_{f_{\min}}^{f_{\max}} S_R(f) df \quad (4)$$

여기서, E_I 및 E_R 은 입사파 및 반사파의 에너지이고 $S_I(f)$ 및 $S_R(f)$ 는 입사파 및 반사파의 스펙트럼 밀도함수이다. 윗식을 이용하면 반사계수는 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$K_R = \sqrt{E_R/E_I} \quad (5)$$

3. 수리모형실험

3.1 실험개요

본 실험에 사용된 2차원 단면 조파 수조는 폭(B) 0.7m, 높이(H) 1.5m, 길이(L) 40m로 조파부 3m를 제외한 37m구역의 양면이 강화유리로 제작되어 있어 실험단면 뿐만 아니라 입사파랑의 전반적인 경향을 볼 수 있도록 설계되어 있으며, 본 설비는 Goda의 입반사 분리법에 기초한 반사파 제어기능이 내장되어, 반사파를 수조자체에서 제어하면서 실험수행이 가능하며, 조파기 형태는 피스톤형이며, 구동 방식은 전기식이고, 발생 최대주기는 0.1~3.0sec, 발생 최대파고는 30cm이다.

3.2 실험조건 및 방법

3.2.1 실험조건

실험에서 사용된 파랑제원은 다음과 같다.

Table 1 Experimental Wave

파고(m)	주기(sec)	전면수위(m)
1.0	7	12.00
	9	
	11	
	13.01	
1.5	7	
	9	
	11	
	13.01	

3.2.2 실험방법

본 실험에서는 불규칙파를 사용하였으며, 다음과 같이 Goda(1987)에 의해 수정된 Bretschneider-Mitsuyasu 스펙트럼을 사용하였다.

$$S(f) = 0.205 H^2_{1/3} T^{-4}_{1/3} f^{-5} \exp[-0.75 (T_{1/3} f)^{-4}] \quad (6)$$

다음과 같이 불규칙 조파시스템의 흐름도(Fig. 2)에 의해 실험을

수행하였으며, 단면에서 유의파장 이상 떨어진 지점에 적절한 간격을 두고 2개의 파고계를 설치하여 입·반사 분리에 의한 반사계수를 측정하였다.

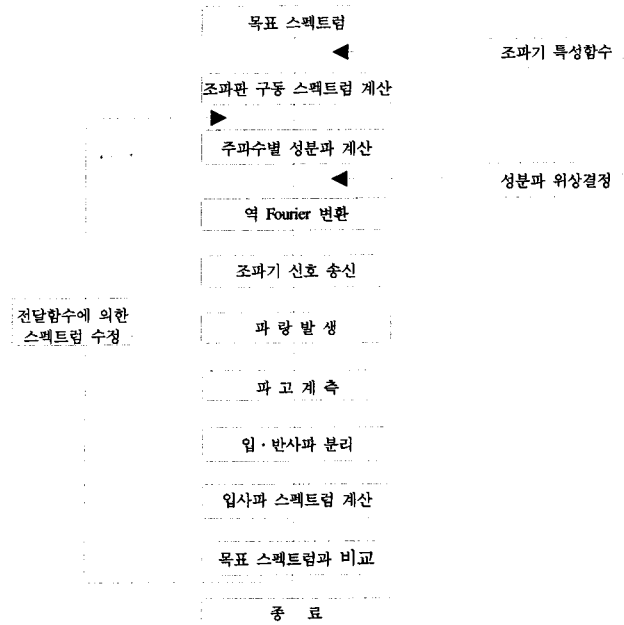


Fig. 1 Irregular Wave System Flowchart

3.3 단면의 형상

본 실험에서 사용된 안벽단면의 형상은 다이아몬드형으로 이루어진 중 슬리트케이슨과 사각형으로 이루어진 횡 슬리트케이슨단면으로서 슬리트형상에 따른 수리특성을 비교하였다.

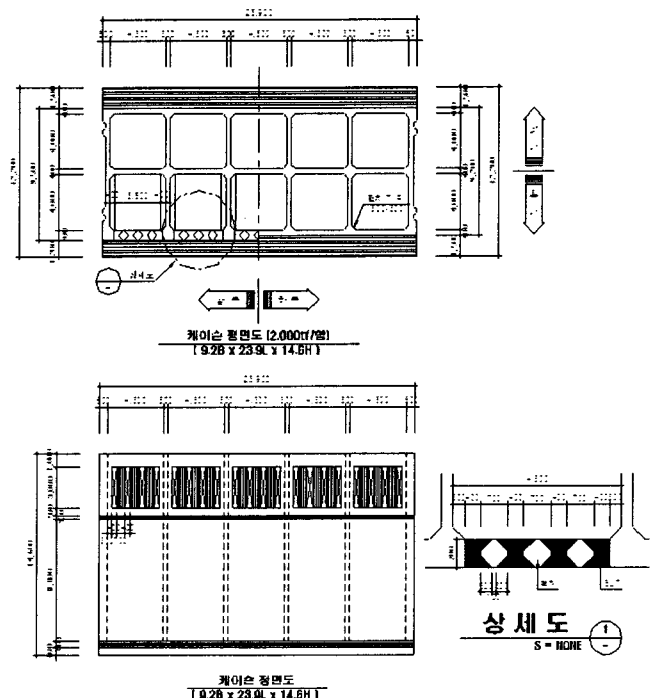


Fig. 2 Diamond type Vertical Slit Caisson

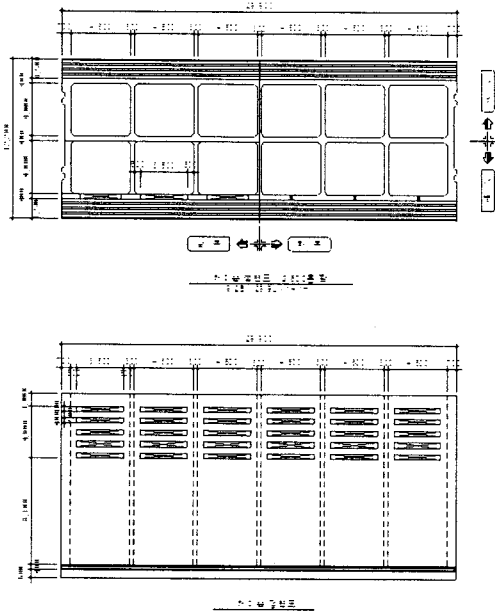


Fig. 3 Horizontal Slit Caisson

3.4 다이아몬드형 중 슬리트 케이슨실험

본 실험에서 사용된 단면의 형상은 다이아몬드형 중 슬리트케이슨으로 직립식 케이슨 단면이며, 단면하단은 제체사석 및 피복석으로 이루어진 단면으로 Fig. 4와 같으며, 전면수심 12m에서 파랑에 대한 반사율을 측정하였고, 실험장면 및 반사계수 측정결과를 Fig. 5와 Table 2에 나타내었다.

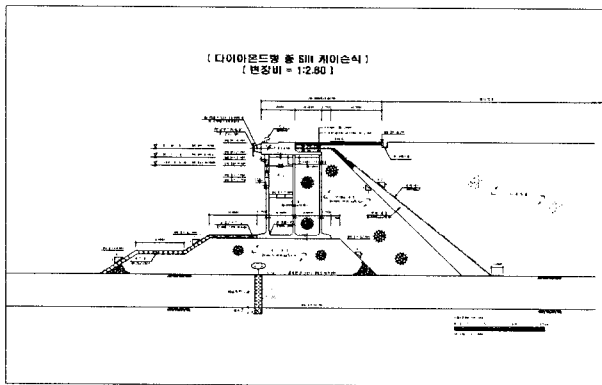


Fig. 4 Experimental Section of Diamond type Vertical Slit Caisson



Fig. 5 Experimental Setup of Diamond type Vertical Slit Caisson

Table 2 Results of Reflective Coefficient

파고(m)	주기(sec)	전면수심(m)	반사계수
1.0	7	12.0	0.440
	9		0.434
	11		0.437
	13.01		0.457
1.5	7	12.0	0.420
	9		0.409
	11		0.425
	13.01		0.474

3.5 횡 슬리트 케이슨 실험

본 실험에서 사용된 단면의 형상은 횡 슬리트케이슨으로 직립식 케이슨 단면이며, 단면하단은 제체사석 및 피복석으로 이루어진 단면으로 Fig. 6과 같으며, 전면수심 12m에서 파랑에 대한 반사율을 측정하였고, 실험장면 및 반사계수 측정결과를 Fig. 7과 Table 3에 나타내었다.

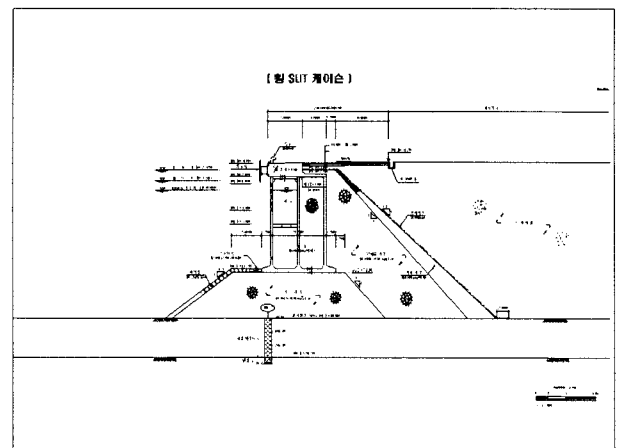


Fig. 6 Experimental Section of Horizontal Slit Caisson



Fig. 7 Experimental Setup of Horizontal Slit Caisson

Table 3 Results of Reflective Coefficient

파고(m)	주기(sec)	전면수심(m)	반사계수
1.0	7	12.0	0.472
	9		0.512
	11		0.512
	13.01		0.673
1.5	7		0.470
	9		0.473
	11		0.503
	13.01		0.568

3.6 실험결과

본 실험에서 사용된 다이아몬드형 슬리트 케이슨과 횡 슬리트 케이슨의 반사율을 주기에 의한 반사율과 파형경사에 의한 반사율로 나타내었으며, 다이아몬드형 중 슬리트 케이슨이 횡 슬리트 케이슨보다 반사율이 낮은 것으로 측정되었다.

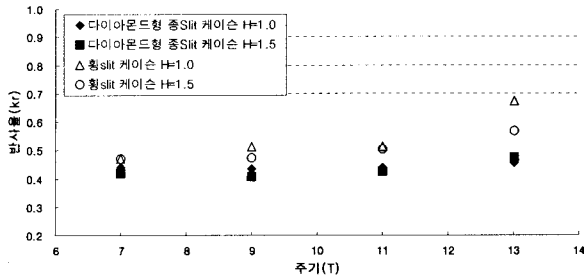


Fig. 8 Results of Reflective Coefficient

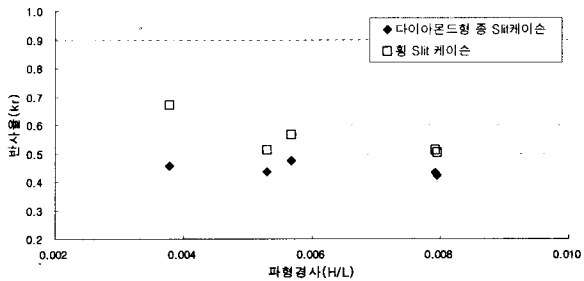


Fig. 9 Relation Between Wave Steepness and Reflective Coefficient

4. 결 론

본 실험에서 2차원 단면 수조를 이용하여 슬리트 케이슨의 반사특성을 측정하였으며, 그 실험 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

다이아몬드형 중 슬리트 케이슨과 횡 슬리트 케이슨의 반사계수를 비교 분석한 결과 다이아몬드형 중 슬리트 케이슨이 횡 슬리트 케이슨보다 반사계수가 5~10% 낮은 것이 확인되었다. 슬리트 케이슨은 안벽단면으로 선박이 정박하는 곳으로서 반사율이 높을수록 선박에 영향을 주기 때문에 횡 슬리트 케이슨보다 중 슬리트 케이슨이 적합한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

박우선, 오영민, 전인식(1992) "최소자승법에 의한 입·반사파의 분리기법", 한국해양해양공학회지, 한국해양해양공학회지, 4권, 3호, pp. 139-145
 서경덕, 오영민, 전인식, 이달수(1992) "혼성방파제의 무공 및 유공 케이슨의 수리특성에 관한 실험", 한국해양해양공학회지, 4권, 4호, pp. 243-249
 주제욱(1987). "안벽용소파블록의 수리모형실험", 대한토목학회지