

파랑에 의한 항내진동의 제어에 관한 실험적 연구

최 한 규* · 이 선 용**

Experimental Study on the Control of Harbor Oscillation due to Water Wave

Choi han kuy* · Lee Seon Yong**

ABSTRACT

This study is to investigate harbor oscillation phenomenon according to combination of the wall structures by model experiment in a three dimensional wave basin.

Six different types of wall combination were chosen through combination of erect wall, erect dissipation block, and sand beach, wave height at selected points in the harbor were measured by electronic wave gage.

Test results show that the wall structure composed solely of erect walls showed generally highest harbor oscillation.

Since natural beach shows lower reflection than erect dissipation block do, we thought it would be more efficient to use natural beach for improved harbor oscillation.

The result showed, however, that the erect dissipation block are more efficient than natural beach to attain less harbor oscillation.

The reason seems that the erect dissipation blocks have better capability to control breaking wave on the surface of the structure.

1. 서 론

항내 선박들이 안전하게 정박하여 하역작업을 효율적으로 수행할 수 있도록 하기 위

해서는 항내가 정온하여야 한다.

항내 정온을 향상시키는 일반적인 방법은 방파제등의 외곽시설로서 내습파를 차폐시키는 것, 항내로 진입된 파의 에너지를 효과적으로 분산시킬 항내 정온을 향상시키는 일반적인 방법은 방파제등의 외곽시설로서 내습파를 차폐시키는 것, 항내로 진입된 파의

* 강원대학교 공과대학 토목공학과 교수

** 삼우기술단 항만부 대리

에너지를 효과적으로 분산시킬 수 있는 소파 구조물을 설치함이 필요하다.

그러나 항내의 파랑은 항구로부터의 진입 파, 항내전달파, 항내반사파, 항주파, 항내 발생파 등 복잡한 원인에 의하여 형성되며 이들 파와 항만구조물에 의하여 진동이 일어나는 경우도 있다. 따라서 항내에는 이러한 파랑의 에너지를 흡수시켜서 중복파와 부진동을 억제할 차선책으로 소파구조물로서 항내파와 진동을 제어하려고 하는 연구가 많이 수행되었다. 그러므로 본 연구에서는 항내 안벽구조물의 소파기능에 다른 항내파의 변형특성을 실험적으로 규명함으로써 항만설계에 있어서의 박지의 평면형태와 구조양식이 항내파에 미치는 영향에 의한 기초적인 연구를 목적으로 하였다.

2. 이론적 배경

소파구조물에 의한 파변형 이론에는 먼저 투수층을 진생하는 파의 해석이 필요하며, 직립소파제에 의한 파의 변형에 대하여는 천수파를 대상으로한 Ijima나 Sollitt에 의하여 제시되고 있으며 Madson나 Gindo등은 장파이론으로써 간편한 이론을 전개하고 있다.

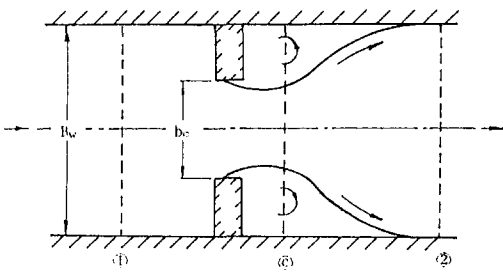


Fig 2.1. 단일 Slit의 흐름

2.1 소파구조물에 의한 파변형 이론

구조물에 의한 소파의 작용은 물입자가 투수벽을 통과할때 급축, 급확에 의한 에너지

손실과 불투수벽을 포함하는 복수벽체로 부터의 위상차를 이용한 것이다.

따라서 장파근사를 써서 Fig 2.1과 같은 Slit를 대상으로 한 Mei등의 방법을 검토한다.

연속식은 미소진폭파를 대상으로

$$U_1 S = U_c S_c = U_2 S_2$$

$$\text{여기서 } S = B_w H, S_c = B_c H$$

우선 ①과 ③구간에 대해서

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + g \frac{\partial \eta}{\partial x} = 0 \text{ 이 되는 운동방정식을 적분}$$

$$\int_{x_1}^{x_c} \rho \frac{\partial U}{\partial t} dx + \frac{1}{2} (U_c^2 - U_1^2) = g(\eta_1 - \eta_c) \quad (2.1)$$

③와 ②사이에는 에너지 손실이 생기고 있으므로 운동량 보존식을 세우면

$$\int_{x_c}^{x_2} \rho \frac{\partial U}{\partial t} dx + \rho Q (U_2 - U_c) = \int_c \rho ds - \int_2 P ds + P_{Cj2}$$

여기서 $S_j(X_0 t)$ 분류의 유효단면적 η_2, η_c : 수위 P_{Cj2} : 압력 ③와 ②사이의 평균수위 η_c 에 근사시키면

$$\int_{x_c}^{x_2} S_j \frac{\partial U}{\partial t} dx + (S_2 U_2^2 - S_c U_c^2) = g \left[b_c \frac{(h + \eta_c)^2}{2} - B_2 \frac{(h + \eta)^2}{2} + (B_2 - b_2) \frac{(h + \eta_c)^2}{2} \right] = g S_c (\eta_c - \eta_2) \quad (2.2)$$

(2.1) 식에 S_2 를 곱해서 (2.2) 식을 빼면 $S_1 = S_2 = S_3$ 이므로

$$\eta_1 - \eta_2 = \frac{U_2^2}{2g} \left(\frac{S}{S_c} - 1 \right)^2 + \frac{1}{g} \left[\int_{x_1}^{x_c} \rho \frac{\partial U}{\partial t} dx + \int_{x_c}^{x_2} \rho \frac{\partial U}{\partial t} \frac{S_j}{S} dx \right] \quad (2.3)$$

여기서

$$\alpha_a \frac{\partial U_2}{\partial t} = \int_{x_1}^{x_c} \frac{\partial U}{\partial t} dx + \int_{x_c}^{x_2} \frac{\partial U}{\partial t} \frac{S_j}{S} dx \quad (2.4)$$

$$C_e = \left(\frac{S}{S_c} - 1\right)^2 = \left(\frac{S}{C_0 S_0} - 1\right)^2 \quad (2.5)$$

단 $S_c = C_c S_0$ $S_0 = b_c h$ C_c : 유량 계수

오리피스로 보면 $C_c = 0.6 + 0.4 \left(\frac{S_0}{S}\right)^2$

$$\therefore \eta_1 - \eta_2 = \frac{C_e U_2 |U_2|}{2g} + \frac{\alpha_a}{g} \frac{\partial U_2}{\partial t} \quad (2.3a)$$

2.2 실험방법 및 장치

실험은 길이 36m, 폭 1~0.6m, 깊이 1.2m의 2차원조파수조(Fig 2.2)와 길이 15m, 폭

4m, 깊이 1m의 장방형 수평상수조(Fig 2.3)에서 각각 실시하였다.

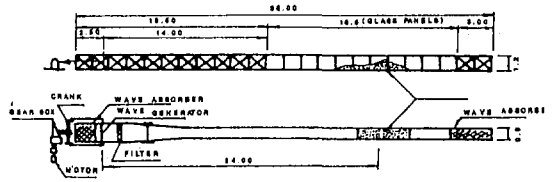


Fig 2.2 2차원조파조

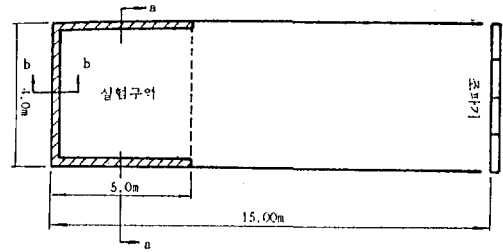


Fig 2.3 장방형 수평상수조

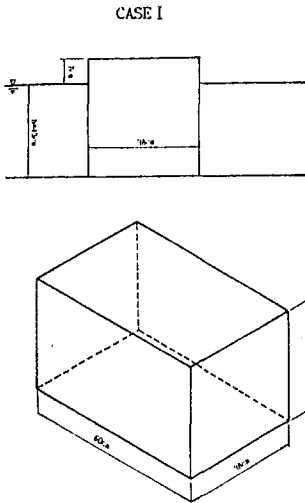


Fig 2.4 직립벽

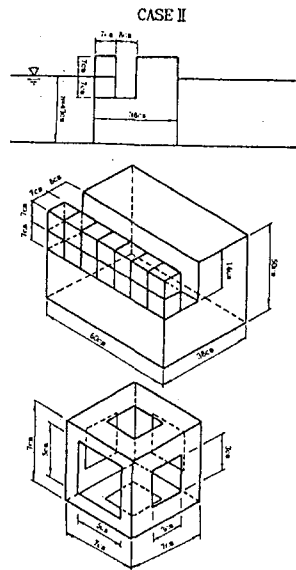


Fig 2.5 Slit벽

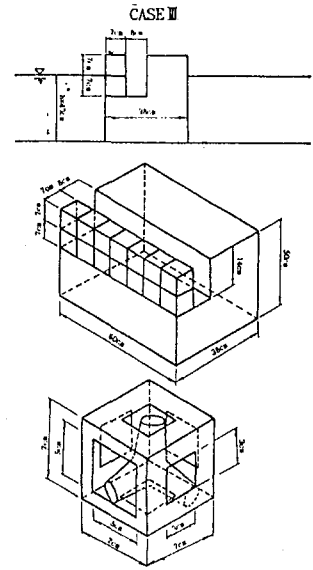


Fig 2.6 직립소파블록

실험방법은 먼저 3개의 단면 직립벽(Fig 2.4), Slit벽(Fig 2.5), 직립소파분리벽(Fig 2.6)을 대상으로 2차원조파수조에서 모형을 설치하기전에 통과파를 발생시켜 주기 1.5sec, 2.0sec, 2.5sec 이 3주기에 대해 규칙파를 일으켜 각각의 파고 3cm, 5cm, 10cm의 3종 모두 9종의 파를 검증한 다음 해저경사 1:100의 고정상에 있어서 수심 $h=43cm$ 되는 지점에 모형을 설치하고 동일한 주기와 파고를 각각 단면에 작용시켜 파의 변형이 어떻게 나타나는 지를 관찰하였다.

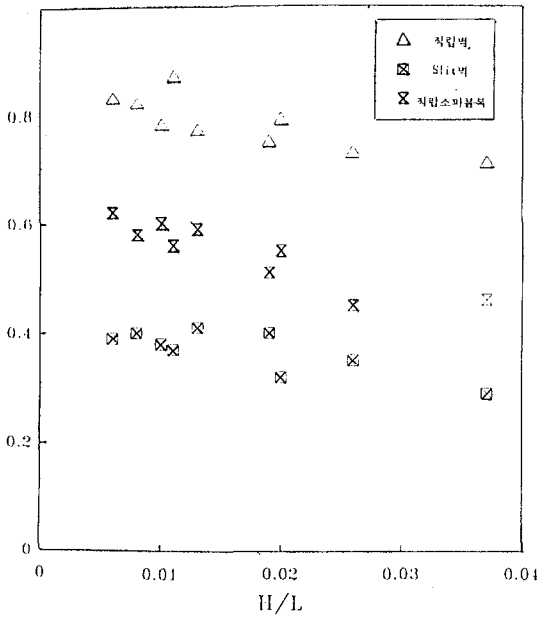


Fig 2.7 각 단면에 대한 반사율

그리고 장방향 수평상수조내(Fig 2.3)의 3변을 모두 직립벽, 직립소파블럭벽, 자연사빈으로 구조형태를 조합하여 6Case(Fig 2.8)로 모형을 설치하여 주기 1.0sec 2.0cm, 3.0cm 3종류의 파를 각각 발생시켜 진행파의 입사파고를 H_i 로 보고 이때 Fig에 나타난 측정점에 대하여 용량식 파고계를 작용하

여 하나하나 실측하여 얻은 값을 H_m 으로 하여 H_m/H_i 값으로 무차원화하여 파고비를 산출하였다.

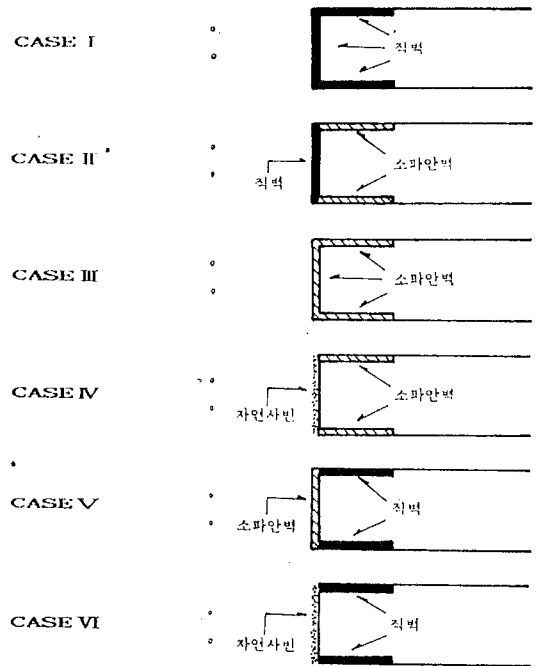


Fig 2.8 실험 CASE

3. 결론

항만은 외해로부터 내습하는 파랑을 차폐시켜 정온한 수역을 확보하는 것이 주요과제 중의 하나이다.

본 연구에서는 비교적 경제성이 있는 소파블럭을 항내 안벽구조에 설치하여 항내파고를 저감시킬 목적으로 고안한 직립식 소파블럭의 특성을 실험적으로 검토하고 이것을 장방향 박지의 안벽에 설치하여 항내진동제어 효과를 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 반사율은 0.4~0.6정도이다

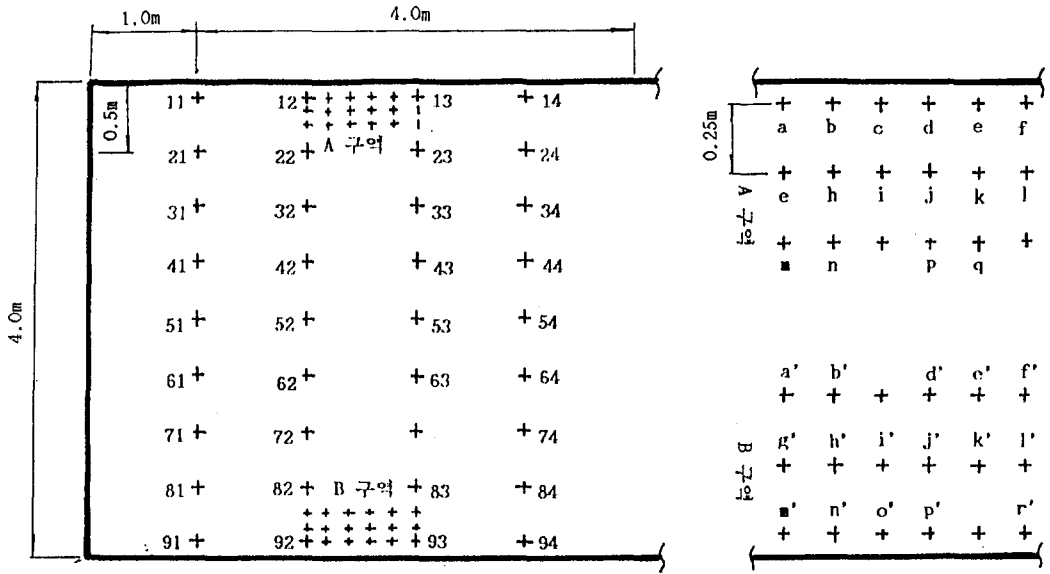


Fig 2.9 실험측점

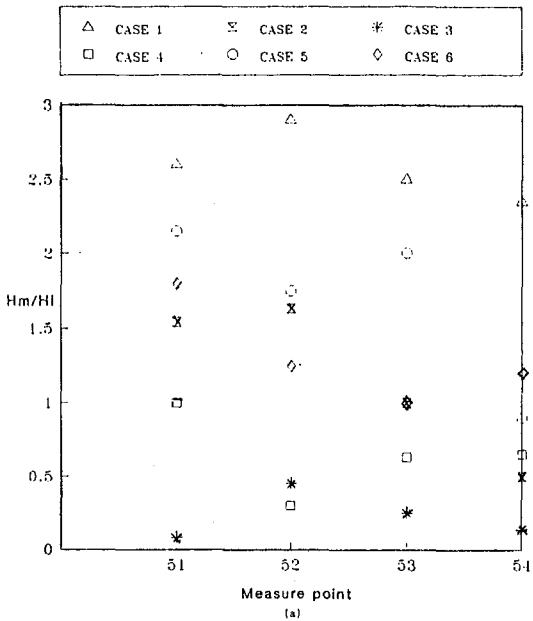


Fig 2.10 파의 진행방향에 대한 파괴분포

2) 장방향 수역의 3면(안벽) 모두가 직립

벽일 경우의 파괴비가 입사파에 대하여 2.0~3.5 정도까지 발생되어 진동성인데 대하여 3변 모두를 직립식 소파블록을 설치하였을 경우는 0.3~0.5 정도로서 매우 좋은 효과가 나타났다.

3) 장방향 수역의 3변중 1변 또는 2변이 직립벽일 경우는 파괴비가 1~2 정도로서 3변 모두 소파구조의 경우보다 효과가 크게 떨어진다.

4) 장방향 수역에서 입사파향과 같은 양면에는 직립벽을 설치하고 대안측 1변만을 소파구조로 하였을 경우도 항내 진동제어에는 효과가 좋지 않다.

이상과 같은 효과를 종합적으로 분석해 볼 때 장방향 또는 이와 유사한 모양의 항만에 있어서 모든 안벽구조가 직립식일 경우는 항만내의 진동이 크게 일어나고 있으며, 모든 안벽구조를 소파형식으로 하였을 경우는 진동제어 뿐만 아니라 항내파고의 저감에도 효과가 좋음을 알 수 있었다.

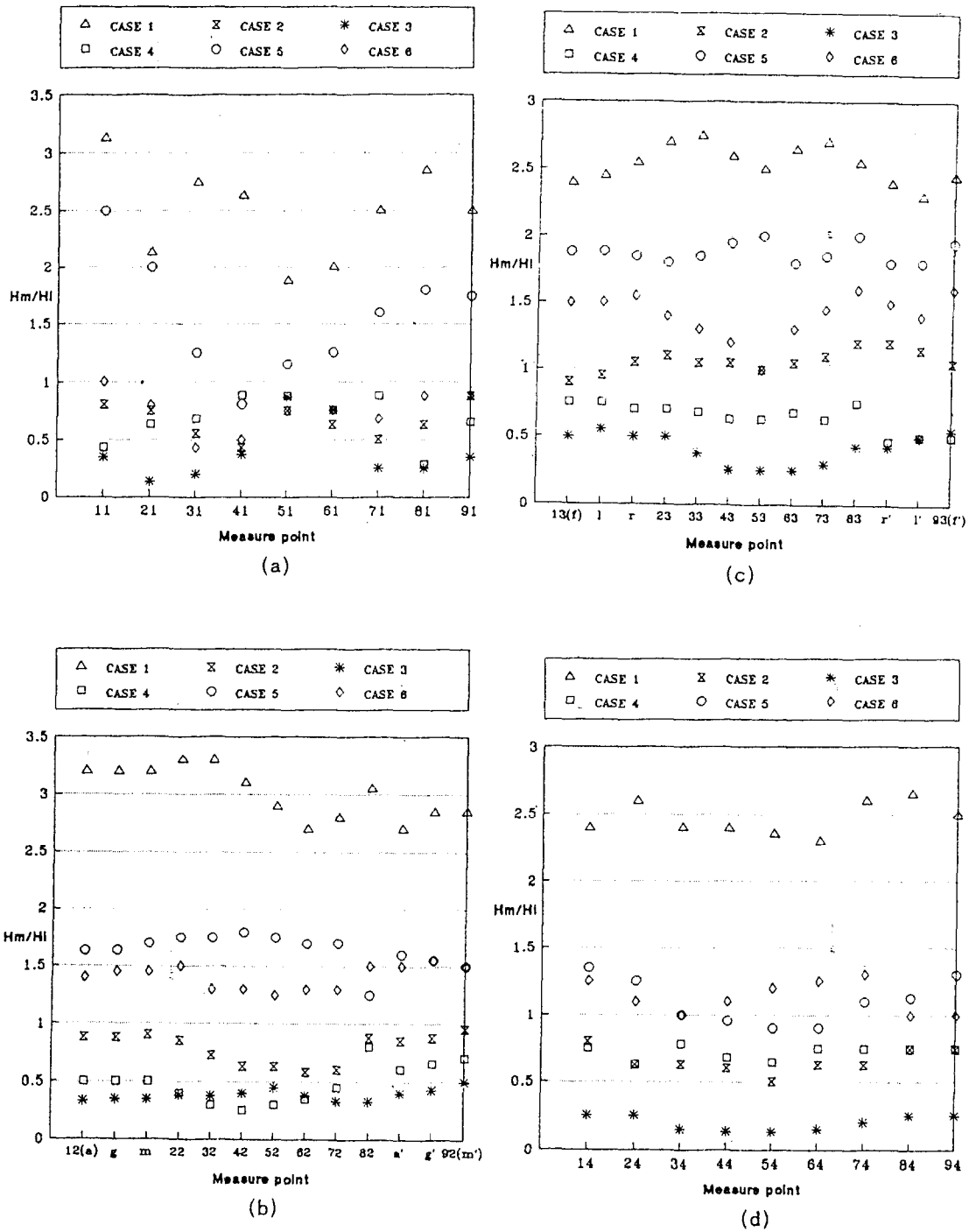


Fig 2.11 파향과 수직방향에 대한 파괴분포

참 고 문 헌

1. Madsen, O.S. : Wave transmission through porous structures, Proc. of ASCE, Vol. 100, pp.169~188, 1974
2. 堀口考男, 小坂俊吉, 中道峰夫, 布施散一郎 : 슬리트벽식 소파구조물의 수리 해석, 해안 공학논문집, 27회, pp.325~329, 1980.
3. 포항신항 수리모형 실험 보고서, 국립건설시험소, 1988.
4. 동해항 수리모형 실험보고서, 국립건설시험소, 1990.
5. Wilson, B.W : The threshold of surge damage for moored ships, Proc. Inst. Civil Eng., Vol, 38, pp. 107~134, 1967.
6. Sollitt, C. K. and Cross, R. H. : Wave reflection and transmission at permeable breakwater, Tech. Report., No, 147, Parsons Lab., Dept. of Civil Eng., MIT. 1972.
7. 井鳥武士, 江口泰彦, 小林彰 : 투과성 방파제와 안벽에 관한 연구, 해안 공학 논문집 18회, pp.121~130, 1971.
8. Kondo, H. : Discussion of D.Proc. of ASCE, Vol. 101, pp.300~302, 1975.
9. Mei, C.C., P.L.F. Liu and A.T. Ippen : Qusdratic loss and scatt ering of long waves, Proc. of ASCE, Vol. 100, pp.217~239, 1974.
10. 近藤淑郎 : 2중 투수벽식 방파제의 소파 이론, 자연재해 심포지움 논문집, pp.39~42, 1977.
11. Heally, J.J. : Wave damping effect of beaches, Proc. Minnesota International Hydraulics Convention, pp.213~220, 1953.