

# 碎波帶에서의 波浪 變形에 대한 水理模型實驗 研究

## A Hydraulic Model Test of Wave Transformation in the Surf Zone

鄭信澤\*, 蔡璋源\*, 鄭遠武\*

### 1. 緒 論

港灣 建設, 埋立, 臨海 發電所의 建設, 護岸 築造 및 新공간 개발 등 연안역 개발시 설계 환경요소인 파랑을 정확히 예측함으로써 이러한 사업을 경제적으로 수행 할 수 있다. 특히 이들 구조물은 대부분 碎波帶內에 위치하므로 쇄파후의 파랑변형 및 Runup 등을 파악하여야 한다. 本 研究에서는 造波水槽를 이용하여 碎波後의 波高 및 Runup 등을 관측하여 經驗式 및 解析解와 비교하였다.

### 2. 實驗裝置 및 觀測方法

實驗에 사용된 造波水槽는 韓國海洋研究所의 2次元 波浪-흐름 複合水槽로서 本 實驗에서는 흐름은 발생시키지 않고 波浪만을 발생시켜 실험을 실시하였다. 實驗水槽는 전체적으로 수조본체, 回流시스템, 계측기기 운반기, 급·배수시설 등으로 구성되어 있다. 수조본체는 길이 53.15m, 높이 1.25m, 폭 1.0m이며, 수조의 좌측 13m와 우측 7m 구간은 양측벽이 페인트를 칠한 철판으로 되어있고, 나머지 중앙부분은 양측벽이 강화유리로 되어있다. 수조바닥은 페인트를 칠한 철판으로 되어 있다. 斜面에서의 波浪變形을 관측하기 위해 Angle과 합판으로 제작된 1/10 경사면을 이용하였다(Fig. 1 참조). 조파기는 Piston형이며 파고계는 침수 깊이에 따른 전기 저항에 따라 파고를 측정하는 원리를 이용한다. 쇄파가 일어나는 지점의 수심 및 쇄파고는 Video 촬영 결과를 이용하였다.

---

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

### 3. 既存 實驗 結果 檢討

#### 3.1 碎波指數(Breaker Index)

碎波 水深指數(Breaker depth index,  $\gamma_b$ )는

$$\gamma_b = \frac{H_b}{h_b} \quad (1)$$

로 정의된 無次元數이며, 여기서  $H_b$ 는 碎波高,  $h_b$ 는 碎波水深이다. 또 碎波 波高 指數(Breaker height index,  $\Omega_b$ )는

$$\Omega_b = \frac{H_b}{H_o} \quad (2)$$

로 정의된 무차원수로서,  $H_o$ 는 심해파고이다. 이들 무차원수는 무차원 쇄파파고를 기술하는데 이용된다. 碎波 水深 指數  $\gamma_b$ 는 Sunamura(1981), Weggel(1972), Smith and Kraus(1990) 등이 실험식을 제안하였는데 그 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$\gamma_b = C_1 m^{n_1} \left[ \frac{H_o}{L_o} \right]^{n_2} + C_2 \quad (3)$$

윗 식에서  $C_1, C_2$ 는 계수,  $n_1, n_2$ 는 지수,  $m$ 은 사면경사이며, 각 경험식에 대한 값들은 Table 1과 같다.

Table 1. Summary of coefficients and exponents for breaker depth index.

Source	$C_1$	$n_1$	$C_2$	$n_2$
Sunamura(1981)	1.1	0.167	0	-0.083
Weggel(1972)	$6.97x\{\exp(-19m)-1\}$	0	$1.56/\{1+\exp(-19.5m)\}$	1
Smith and Kraus(1990)	$5x\{\exp(-43m)-1\}$	0	$1.12/\{1+\exp(-60m)\}$	1

碎波 波高指數  $\Omega_b$ 는 Munk(1949), Sunamura(1982), Smith and Kraus(1990) 등이 다음과 같은 형태로 실험식을 제안하였으며 각 계수 및 지수는 Table 2와 같다.

$$\Omega_b = D_1 m^{k_1} \left[ \frac{H_o}{L_o} \right]^{k_2} + D_2 \quad (4)$$

Table 2. Summary of coefficients and exponents for breaker height index.

Source	$D_1$	$K_1$	$D_2$	$K_2$
Sunamura(1982)	1.0	0.2	0	-0.25
Munk(1949)	0.30	0	0	-0.33
Smith and Kraus(1990)	0.34+2.47m	0	0	-0.3+0.88m

### 3.2 Runup

Runup(R)은 入射波에 의해 靜水面위로 상승되는 높이(Fig. 1 참조)로서 해안구조물의 설계시 매우 중요하다. Runup은 Hunt(1959)에 의해 다음과 같은 經驗式으로 표현된다.

$$\frac{R}{H_o} = 1.27 m \left[ \frac{H_o}{T^2} \right]^{-1.2} \quad (5)$$

여기서 R 및  $H_o$ 는 미터 단위이며, T는 週期이다.

### 3.3 波高 減衰

쇄파대에서 波高 減衰에 대한 식은 Longuet-Higgins and Stewart(1964)에 의해 다음과 같이 표현된다.

$$H = \gamma_b h \quad (6)$$

그러나 Smith and Kraus(1989)는 비선형성을 고려하여 쇄파고를 다음과 같이 나타냈다.

$$H = \gamma_b h_b \left[ \frac{h}{h_b} \right]^n \quad (7)$$

$$\text{단, } n = 0.657\gamma_b + \frac{0.043\gamma_b}{m} - \frac{0.0096}{m} + 0.032$$

## 4. 實驗 分析 結果

### 4.1 碎波指數(Breaker Index)

碎波 水深指數  $\gamma_b$ 는 波高 4.2-15.8cm, 週期 0.8-5초사이의 規則波에 대해 실험을 실시하여, Fig. 2에 觀測値와 式(3)을 圖示하였다. 觀測値는 대부분 既存 式(3)의 범위안에 존재하나,  $H_o/L_o$ 가 작은 곳에서는 더 작게 나타났다.

同一한 波浪條件下에서 碎波 波高指數  $\Omega_b$ 의 觀測値와 式(4)를 Fig. 3에 圖示하였다. 觀測値는 碎波 水深指數처럼  $H_o/L_o$ 가 작은 곳에서는 式(4)보다 더 작게 나타났다.

#### 4.2 Runup

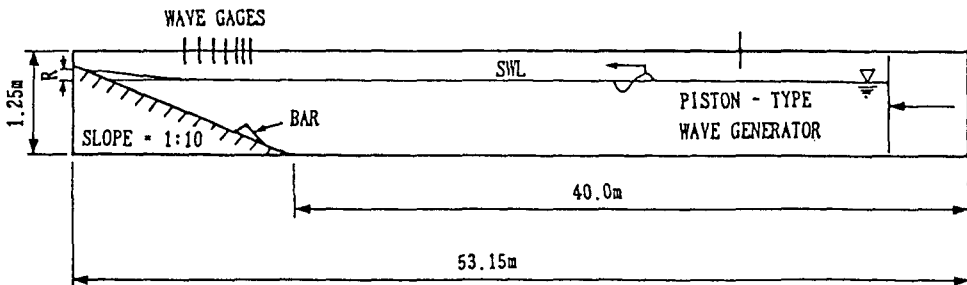
觀測된 Runup(R)과 式(5)를 Fig. 4에 圖示하였다. Fig. 4(a)는 쇄파가 한번 발생하는 경우이며, Fig. 4(b)는 斜面의 前面에 Bar를 설치하여 쇄파가 두번 발생하는 경우이다. 관측치가 예측치에 비해 작게 나타나는 것을 볼 수 있다.

### 5. 結論 및 討議

幅이 一定한 實驗水槽의 底面에 설치된 1/10 기울기의 斜面(Fig. 1 參照)에서, 여러 종류의 波浪條件에 대하여 碎波高, 碎波水深 및 Runup 등을 觀測하였다. 斜面 위에 Bar가 없는 경우, 碎波高 및 碎波水深은 既存 經驗式과 잘 일치하나,  $H_o/L_o$ 가 작은 경우에는 작게 나타난다(Fig. 2, 3 參照). 그러나, Bar가 있는 경우 既存 式과 큰 차이를 보이고 있다. 이 Bar는 실제 현상에서 水中 防波堤(Submerged breakwater)에 해당하므로 Bar의 형태 및 Reforming을 고려한 碎波研究가 필요하다.

Runup의 경우 本 實驗結果가 經驗式보다 작게 나타나며(Fig. 4 參照), 쇄파횟수와도 관계가 있다.

쇄파대 내에서의 波高減衰 結果는 現在 分析中이며, 本 實驗은 기울기 1/10 斜面に 국한하였으나 여러 종류의 斜面에 대하여 實驗을 擴張하는 것이 필요하다.



DISTORTED SCALE, 1H = 5V  
TANK WIDTH = 1.0 m

Fig. 1 Sketch of wave tank used in study.

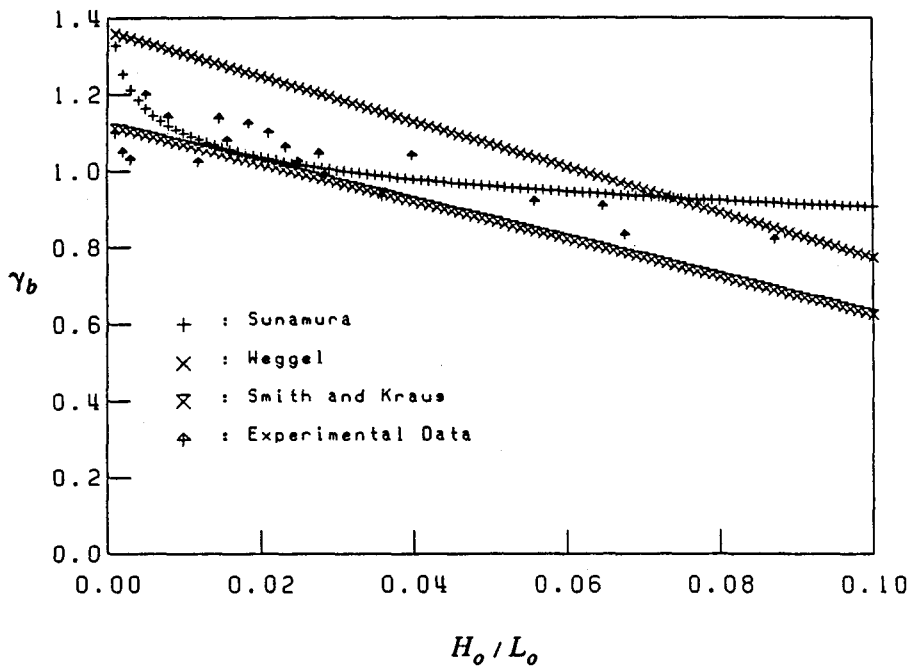


Fig. 2 Comparison of breaker depth index between equation (3) and measurement.

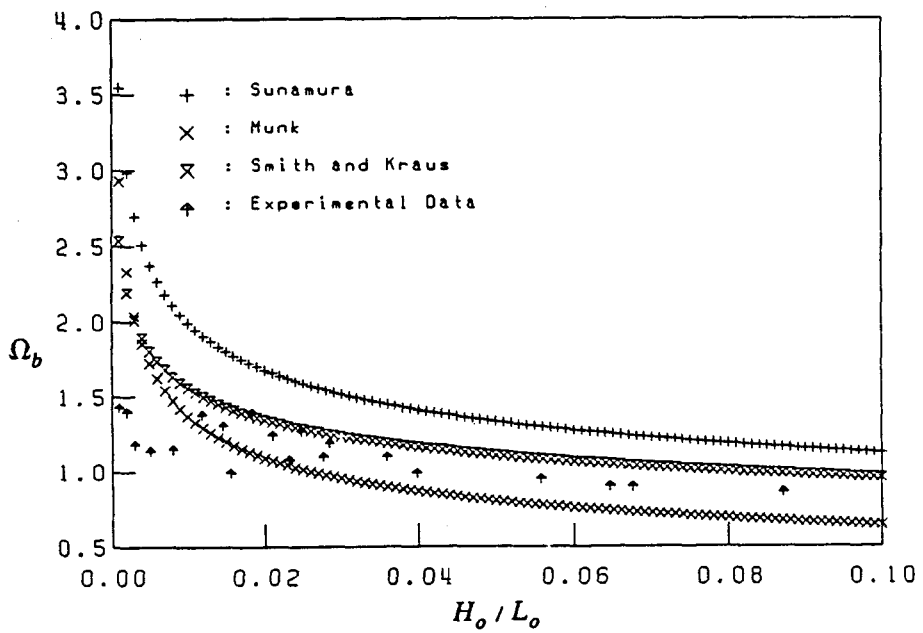
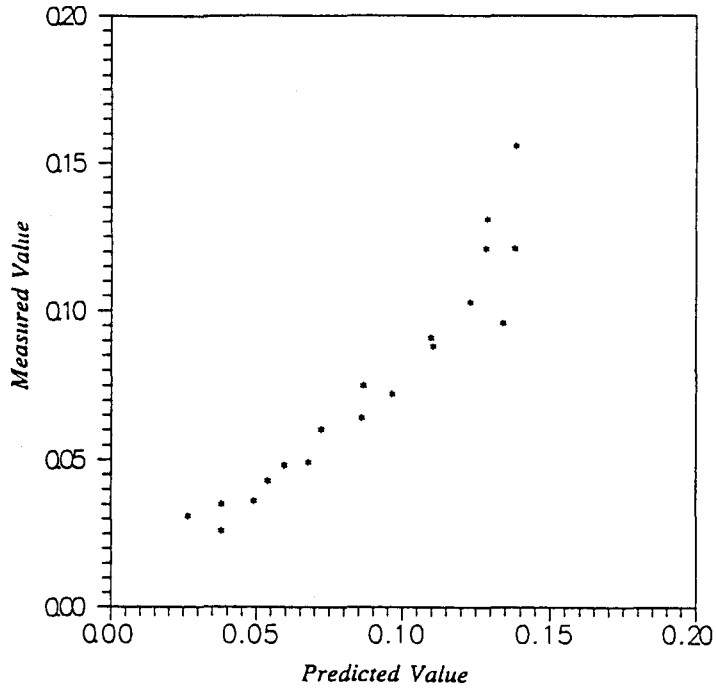
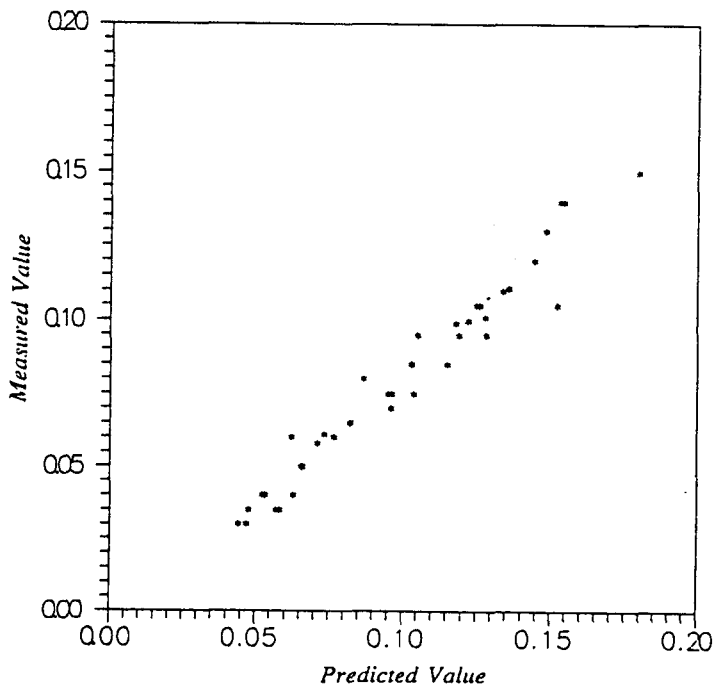


Fig. 3 Comparison of breaker height index between equation (4) and measurement.



(a)



(b)

Fig. 4 Comparison of runup between equation (5) and measurement.