

# 파랑 및 해저경사가 해빈변형에 미치는 상관성 조사를 위한 실험적 연구

김성득\*, 민석진\*\*, ○이경열\*\*\*, 정성호\*\*\*

## 1. 서 론

해빈변형 현상은 해안보존의 관점에서 사회적으로 큰 문제가 되므로 사전에 이에 대한 조사연구를 실시하여 현상을 정확하게 파악하고 인근 해역에서 일어날 수 있는 해빈지형의 변화를 신뢰성 있게 분석 예측할 수 있어야 할 것이다.

이러한 동적인 해빈의 지형적 변화는 여러 인자들이 서로 상호밀접한 관계를 유지해 나가면서 인자들의 어느 하나의 탁월특성에 의하여 영향을 많이 받는 경향으로 진행하게 된다. 해빈의 변화를 결정짓는 최소한의 변수는 내적요인인 해빈을 구성하고 있는 저질특성과 외적인 요인인 해빈역에 작용하고 있는 파랑특성을 들 수가 있다.

Johnson(1949)<sup>(1)</sup>는 실험을 통하여 해빈의 종단지형을 스텝(step)형을 가진 정상 해빈과 연안사주가 있는 폭풍해빈의 2가지로 구분하면서, 양자를 나누는 파라미터는 파형경사( $H_o/L_o$ )인 것을 지적하였다. 그 후의 실험적 연구에 의해 파형경사만으로는 충분하지 않고 저질입경의 효과도 중요한 것을 알고, Iwagaki · Noda(1963)<sup>(2)</sup>나 Nayak(1970)<sup>(3)</sup>은 저질입경의 효과를 포함하여 해빈의 형태를 분류하였다. 실험의 초기에 형성된 연안사주는 같은 파를 가진 파를 장시간 작용시키면 불명료하게 되기도 하고 소멸하기도 하며, 해안방향으로 이동하여 정선에 퇴적하여 스텝지형을 형성한다(Hattori · Kawamata, 1976)<sup>(4)</sup>. 이들의 결과로부터 실험실에서의 연안사주의 연구는 시간의 요인을 고려할 필요가 있는 것을 알았다.

한편 Sunamura · Horikawa(1974)<sup>(5)</sup>는 연안사주에 주목하지 않고, 해빈 전체의 단면형상을 그림 3.과 같이 3가지의 타입으로 분류하고 실험실에서만이 아니라 현지에서의 정선의 전진과 후퇴에 관하여 연구하였다.

본 연구에서는 해빈변형에 영향을 미치는 인자들 중 파랑조건과 해저경사의 변화에 따른 해빈변형 양상의 상관성을 조사하였다.

## 2. 본 론

본 연구에서 사용된 3차원 조파수조는 피스톤형으로서 수조의 길이는 3.6m이고 폭이 1.8m, 깊이는 0.2m이다. 조파수조의 개략도는 그림 1.과 같다.

---

\* 울산대학교 토목환경공학부 교수

\*\* 울산대학교 토목환경공학부 박사과정

\*\*\* 울산대학교 토목환경공학부 석사과정

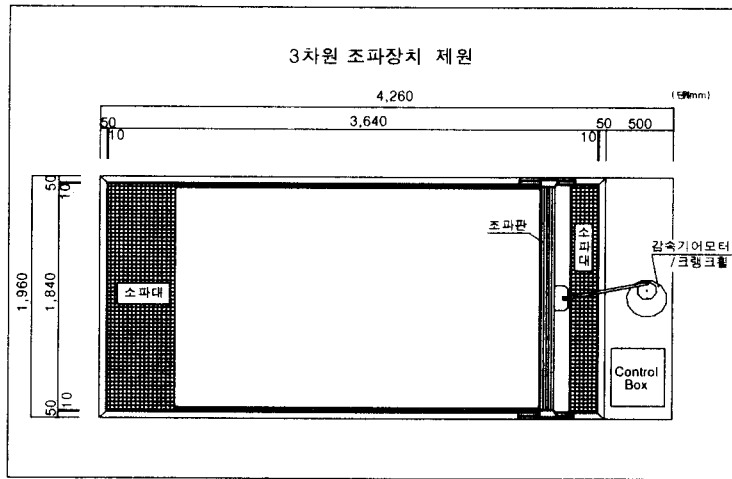


그림 1. 조파수조 제원

입사파고는 용량식 파고계를 이용하여 측정하였고, 단면변화 측정은 측심기를 이용하였다. 조파수조가 3차원 조파수조이므로 벽면 마찰에 의한 파의 속도차를 고려하여 측정위치는 벽면에서 60cm떨어진 위치의 단면을 선정하여 측정하였다. 측정간격은 5cm로 하였고, 사주와 사런 등의 발생위치에서는 간격을 조밀하게 하여 단면변화를 기록하였다. 파의 지속시간은 지형적 특징변화가 거의 안정할 정도의 시간으로 하였다.

실험에 사용된 파랑조건 및 해저경사는 다음의 표 1.과 같다.

표 1. 실험조건

Case	해저경사 $\tan \beta$	파 랑 조 건					파작용 시 간
		일정수심 (cm)	주 기 T(sec)	심해파고 $H_0$ (cm)	입사파고 $H_1$ (cm)	파형경사 $H_0/L_0$	
1 - 1	1/10	10	0.6	0.56	0.5	0.010	3시간
1 - 2		10	0.6	1.11	1.0	0.020	4시간
1 - 3		10	0.8	2.11	2.0	0.021	12시간
1 - 4		10	0.8	3.16	3.0	0.032	12시간
2 - 1	1/20	8.5	0.6	0.56	0.5	0.010	2시간
2 - 2		8.5	0.6	1.11	1.0	0.020	4시간
2 - 3		8.5	0.8	2.06	2.0	0.021	6시간
2 - 4		8.5	0.8	3.09	3.0	0.031	12시간
3 - 1	1/30	7.5	0.6	0.56	0.5	0.010	2시간
3 - 2		7.5	0.6	1.11	1.0	0.020	3시간
3 - 3		7.5	0.8	2.00	2.0	0.020	12시간
3 - 4		7.5	0.8	3.00	3.0	0.030	12시간
4 - 1	1/40	6.8	0.6	0.55	0.5	0.010	2시간
4 - 2		6.8	0.6	1.10	1.0	0.020	2시간
4 - 3		6.8	0.8	2.00	2.0	0.020	12시간
4 - 4		6.8	0.8	3.00	3.0	0.030	12시간

Case3-2와 4-2는 앞 실험의 최종단면을 초기단면으로 하여 실험을 시행했다.

실험에 사용된 저질은 울산광역시 울주군 서생면에 위치한 진하해수욕장의 자연사를 채취하여 사용하였다. 체분석 결과 모래의 중앙입경( $d_{50}$ )은 0.30mm, 체가름계수( $S_o$ )는 1.13이고 편왜도( $S_k$ )는 0.54로 나타났다. 체가름계수가 1.13으로서 상당히 입경이 균일함을 알 수 있다. 침강속도( $\omega$ )는 3.83cm/sec이다.

본 실험에서의 파랑조건과 해저경사조건을 기왕의 연구결과와 비교하면 다음과 같다.

표 2. 기왕의 연구에 의한 해빈변형

Case	① Johnson		② Dean		③ Sunamura & Horikawa		④ Hattori	
1 - 1	0.010	정상형	0.24	퇴적형	0.83	퇴적형	2.25	침식형
1 - 2	0.020	정상형	0.48	퇴적형	1.65	퇴적형	4.45	침식형
1 - 3	0.021	정상형	0.69	퇴적형	2.56	퇴적형	6.34	침식형
1 - 4	0.032	폭풍형	1.03	침식형	3.89	퇴적형	9.50	침식형
2 - 1	0.010	정상형	0.24	퇴적형	0.69	퇴적형	1.12	침식형
2 - 2	0.020	정상형	0.48	퇴적형	1.37	퇴적형	2.23	침식형
2 - 3	0.021	정상형	0.67	퇴적형	2.10	퇴적형	3.10	침식형
2 - 4	0.031	폭풍형	1.01	침식형	3.16	퇴적형	4.5	침식형
3 - 1	0.010	정상형	0.24	퇴적형	0.62	퇴적형	0.75	침식형
3 - 2	0.020	정상형	0.48	퇴적형	1.23	퇴적형	1.48	침식형
3 - 3	0.020	정상형	0.65	퇴적형	1.83	퇴적형	2.01	침식형
3 - 4	0.030	천이형	0.98	퇴적형	2.75	퇴적형	3.01	침식형
4 - 1	0.010	정상형	0.24	퇴적형	0.56	퇴적형	0.55	침식형
4 - 2	0.020	정상형	0.48	퇴적형	1.13	퇴적형	1.10	침식형
4 - 3	0.020	정상형	0.65	퇴적형	1.69	퇴적형	1.50	침식형
4 - 4	0.030	천이형	0.98	퇴적형	2.54	퇴적형	2.26	침식형

① Johnson(1953)<sup>(6)</sup>  $\frac{H_o}{L_o} \leq 0.025 \sim 0.030$

우변이 크면 정상해빈, 좌변이 크면 폭풍해빈(사주의 생성)을 발생

② Dean(1973)<sup>(7)</sup>  $F = \frac{H_o}{w \cdot T} \leq 1$

1보다 크면 침식형, 1보다 작으면 퇴적형의 해빈을 형성

③ Sunamura · Horikawa(1974)<sup>(5)</sup>  $C_s = \frac{H_o}{L_o} (\tan \beta)^{0.27} \left(\frac{d}{L_o}\right)^{0.67}$

7보다 큰값이면 침식형의 해빈, 4보다 작으면 퇴적형의 해빈을 발생

④ Hattori(1980)<sup>(8)</sup>  $\frac{H_o}{L_o} \tan \beta \frac{gT}{\omega} \leq 0.5$

우변이 크면 퇴적의 해빈을 생성

### 3. 비교 고찰

실험결과 나타난 해빈단면을 분석하여 Iwagaki·Noda(1963)<sup>(2)</sup>의 연안사주 발생한계와 Suramura·Horikawa(1974)<sup>(5)</sup>와 비교하여 도시하면 다음과 같다.

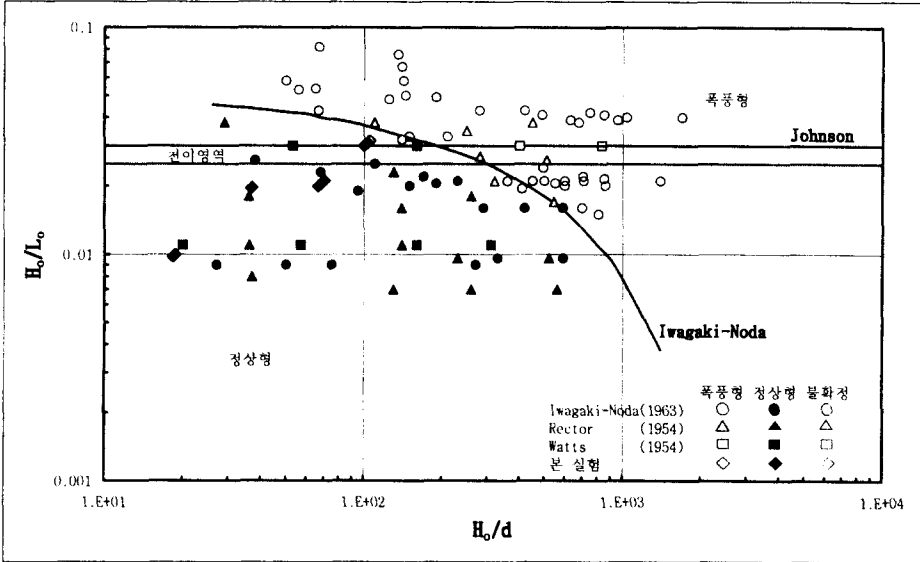


그림 2. 연안사주의 발생한계(Iwagaki·Noda, 1963)<sup>(2)</sup>

Case 1-4와 2-3의 최종단면에서 연안사주의 발생을 확인할 수 있었다. Case 2-3의 경우 한계선 아래에 있지만 연안사주가 발생하였다. 그 외의 파형경사가 큰 경우 초기에 뚜렷이 나타났다가 시간이 지남에 따라 작아지거나 소멸(Case 2-4, 3-3)하여 평형단면에 다다르면 나타나지 않았다. 또 파형경사가 큰 경우 파가 지속됨에 따라 정선쪽으로 이동하여 퇴적하였다(Case 3-4, 4-3, 4-4).

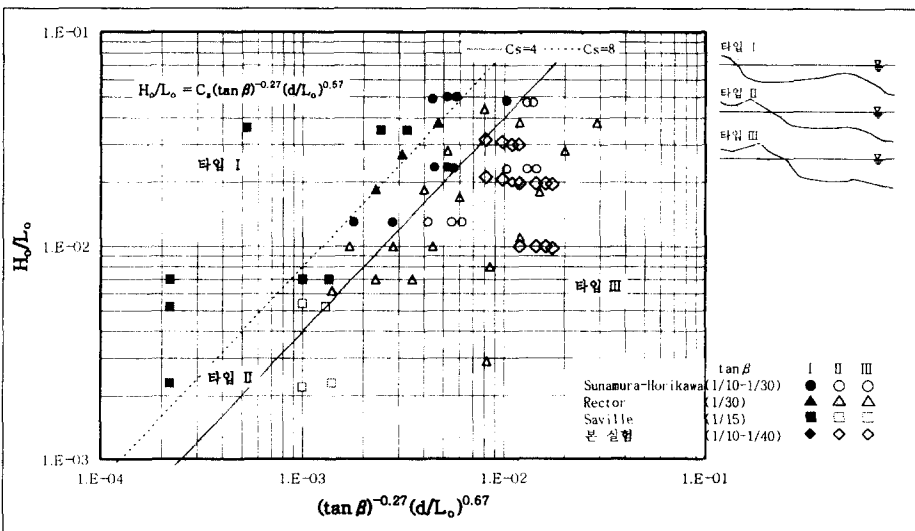


그림 3. 실험실에서 해빈단면의 분류(Suramura and Horikawa, 1974)<sup>(5)</sup>

모든 Case에서 전체적으로 실험조건이  $C_s=4$  경계이하에 위치함을 알 수 있다. 본 실험에서는 Case 3-3, 4-3에서 초기에 생성된 연안사주가 시간이 지남에 따라 정선쪽으로 이동하면서 타입II의 양상을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 그 외의 다른 경우는 타입III와 잘 일치하는 최종단면이 형성되었다.

#### 4. 결 론

각 Case별 단면변화를 보면 파랑조건 및 해저경사와 관계없이 전체적으로 퇴적형의 해빈단면을 나타내고 침식형의 단면이 확연히 나타나는 경우는 나타나지 않았다. 먼바다쪽 모래가 파에 의해 정선쪽으로 밀려와서 퇴적을 이루고 먼바다쪽에는 침식이 일어나는 것을 확인할 수 있었다.

해저경사가 완만해짐에 따라 퇴적되는 위치가 해안쪽으로 전진하면서 경사가 급해지는 단면을 형성하였다. Case 2-4, 3-4, 4-4에서는 1/8~1/14의 아주 급한 최종해저경사를 나타내었다.

퇴적의 경향을 보면 해저경사가 완만해질수록 급격히 정선이 전진을 하고, Case 3-4와 4-4에서는 정선에서 상당히 앞에 사구가 생성되었다.

파형경사가 큰 파에서도 연안사주의 발생에 의해 구분하는 Johnson<sup>(6)</sup>의 해빈단면 분류와 일치하지 않는 경우가 발생하였는데, 연안사주가 시간이 지남에 따라 작아지면서 소멸하여 최종단면에는 사주를 확인할 수가 없었다. Suramura·Horikawa<sup>(5)</sup>의 해빈분류와는 파랑조건과 해빈단면의 타입이 잘 일치하는 결과를 나타내었다.

본 실험의 파랑조건이 광범위하지 못하여 여러 가지 경우의 비교가 이루어지지 못하였다. 차후 여러조건에 의한 실험이 이루어져야 할 것이다. 또한 저질입경의 효과에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

#### 5. 기 호

H : 파고

T : 주기

$L_o$  : 심해파장

$H_i$  : 입사파고

$\tan\beta$  : 해저경사

g : 중력가속도

$S_o$  : 체가름계수 ( $\sqrt{d_{75}/d_{25}}$ )

L : 파장

$H_b$  : 심해파고

h : 수심

$L_i$  : 입사파장

d : 중앙입경( $d_{50}$ )

$\omega$  : 침강속도

$S_k$  : 편왜도 ( $\sqrt{d_{75} \cdot d_{25}/d_{50}}$ )

#### 6. 참고문헌

- (1) Johnson, J. W., 1949 : Scale effect in hydraulic model involving wave motion, Trans. Am. Geophys. Union. Vol.30, pp.517-525
- (2) Iwagaki Y. and H. Noda, 1963 : Laboratory study of scale effect in two-dimensional beach processes, Proc.8th Coastal Eng. Conf., ASCE, pp.194-210
- (3) Nayak I. U., 1970 : Equilibrium profile of model beach, Proc.12th Coastal Eng. Conf., ASEC, pp.1312-1340

- (4) Hattori, M., and K. Kawamata, 1977 : Experimental on restoration of beaches backed by seawalls, Coastal Eng. in Japan Vol. 20, pp.55-68
- (4) Sunamura T. and K. Horikawa, 1974 : Two-dimensional beach transformation due to waves, Proc.14th Coastal Eng. Conf., ASEC, pp.920-938
- (6) Johnson, J. W., 1953 : Sand transport by littoral current, Proc.5th Hydraulic Conf., pp.89-109
- (7) Dean, R. G., 1973 : Heuristic models of sand transport in the surf zone, Eng. Dynamics in the Coastal Zone, The Institution of Engineers of Australia Sydney, pp.208-213
- (8) Hattori, M., 1980 : Onshore-Offshore transport and beach profile change, Proc.17th Coastal Eng. Conf., ASEC, pp.1175-1195
- (9) Kiyoshi Horikawa, 1988 : Nearshore dynamics and coastal processes, Uni. of Tokyo Press,