

## 부산 송도연안의 표사이동 및 해양환경 모니터링 Longterm Monitoring of Coastal Management Project on SongdoBeach, Busan

전희진<sup>1</sup>, 김도삼<sup>2</sup>, 윤종성<sup>3</sup>, 김규한<sup>4</sup>

Hee-Jin Jeon<sup>1</sup>, Do-Sam Kim<sup>2</sup>, Jong-Sung Yoon<sup>3</sup> and Kyu-Han Kim<sup>4</sup>

### 1. 서 론

최근, 우리나라는 여러 가지 원인에 의해 전국 각지에서 해안침식 현상이 나타나고 있다. 해안 침식 현상은 사회적인 문제만이 아니라 지자체의 경제적 측면에도 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에, 가능한 한 빠른 시일 내에 방지대책을 실시하여야 한다. 이에 따라 최근 곳곳에서 실제해역에 각종 해안침식 방지시설을 축조하고 있다. 그러나, 방지시설 설치 후, 표사이동특성 등의 변화를 장기간 조사하여 방지시설의 효용성 등을 면밀히 검토한 사례는 드물다.

장기 모니터링은 해안선의 변화특성이 계절적 영향 등으로 인해 단시간에 정확하게 파악되기 어렵지 않고, 축조된 방지시설은 인근해안으로 해안침식 현상을 전이시킬 수도 있기 때문에 해안침식방지사업의 시행 중에는 장기모니터링을 통한 지속적인 환경변화검토가 필수적이다.

현재, 부산 송도연안에서는 해안침식을 방지하고 친환경적인 해안을 개발하고자 송도연안 정비사업을 계획하고 시행 중에 있으며, 이와함께 정비사업에 적용된 해안침식 방지시설의 효용성 등을 파악하고, 보다 효율적인 해안 관리를 위하여 각종 해양조사를 통한 장기간의 모니터링 조사를 수행하고 있다.

본 연구에서는 부산 송도연안 정비사업의 해안 침식 방지시설에 대한 모니터링의 해양조사 성과를 토대로 잠제설치에 따른 배후 해역의 수심변

화와 파고감쇠 현상 등에 대하여 소개하고자 한다.

### 2. 실 험

본 연구의 대상해역인 송도연안은 Fig.1에 나타난 바와 같이 부산광역시 서구 암남동에 위치하고 있으며, 송도연안은 매년 반복되는 태풍 피해 및 해빈유실의 방지와 함께 친수개념이 도입된 시민휴식, 녹지공간 조성 등 친환경적인 해변으로 개발하고자 Table 1에 정리한 바와 같이 2002년 송도연안 정비사업을 수립하였다.

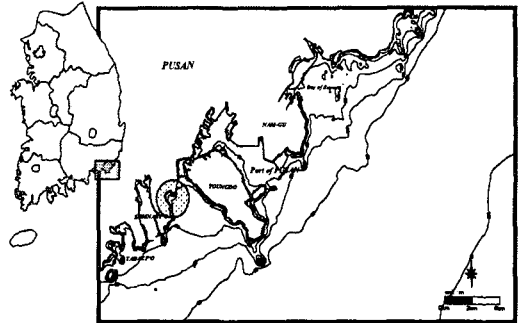


Fig.1 Location of Songdo coastal area

현재, 해안침식 방지시설 중 해수욕장 전면의 잠제 좌,우측 300m와 양빈 후 양빈사의 유실방지를 위한 서측의 돌계 130m가 먼저 축조되었으며, 또한, 연안정비 목적의 거북섬 호안 100m, 송림공원 이안제 등이 완공된 상태이다.

1 발표자: 인제대학교 토목공학과 석사과정

2 한국해양대학교 건설환경공학부 교수

3 인제대학교 토목공학과 교수

4 관동대학교 토목공학과 교수

구분		시설규모
연안침식 방지	장제	L=300m, B=40m
	인공양빈	L=670m, B=50m, A=86,000m <sup>2</sup>
	돌제	L=130m
연안정비	송림공원앞 호안	L=200m
	거북섬 이안제	L=140m
	해안도로	L=1.2km

Table 1. Coastal management project on Songdo

송도연안정비사업에서는 해안침식 방지시설 공사중 또는 공사 후에 발생될 수 있는 직·간접적인 영향을 파악하고 방지시설의 효율성 등을 평가하여 해안침식 방지시설의 계획 수립시 예상치 못했던 2차 피해를 최소화 할 목적으로 각종 해양조사에 의한 표사이동 및 해양환경변화 모니터링을 수행 중에 있다. 모니터링의 조사항목과 파랑조사 정점 위치도를 Table.2 와 Fig.2에 나타내었다.

Table.2 Contents of Monitoring

구분	조사 내용	비고	
해양 조사	파랑조사 및 분석	대상해역 전역 1개소	상시관측 (4년간)
	용돌이유속조사 및 분석	대상해역 전역 2개소	동·하계 각 1회 (2회/년, 4년간)
	부유사 조사 및 분석		
	소류사 조사 및 분석		
	부표추적조사 및 분석		
	해저질조사 및 분석	대상해역 전역 10개소	계절별 (4회/년, 4년간)
	해안선조사 및 분석	대상해안 전구간	
해저수심조사 및 분석	대상해안 전연해역 (수심 10m 이하)	동·하계 각 1회 (2회/년, 4년간)	

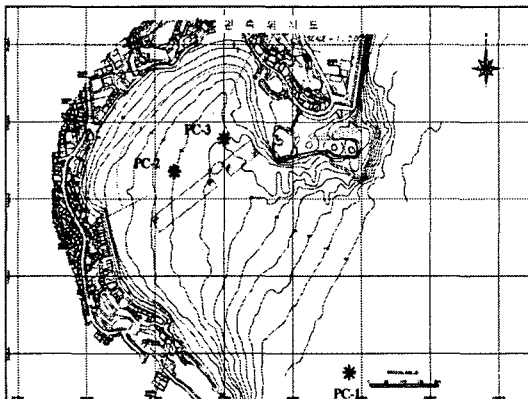
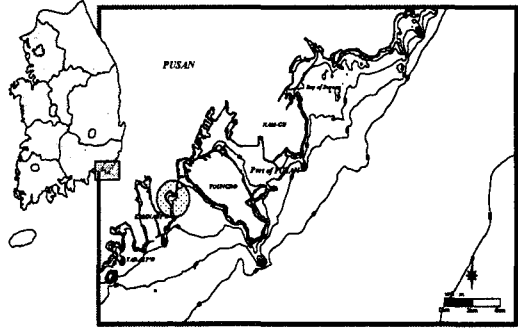
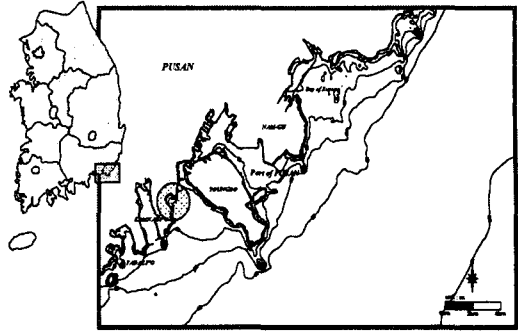


Fig.2 파랑조사 정점 위치도



### 3. 표사이동 및 해양환경변화 모니터링

본 연구에서는 부산 송도연안 정비사업의 해안 침식 방지시설에 대한 모니터링 수행중, 현재까지 수행된 파랑 및 유황조사, 수심조사의 성과를 토대로 송도연안의 내습파랑의 변화특성 및 잠제 설치에 따른 배후 해역의 수심변화와 파고감쇠 현상에 대하여 분석하였다.

파랑 및 유황조사는 송도연안 잠제 외측해역의 PC-1지점(수심13m)에 파고계를 거치하여 파랑 및 저층의 유황 데이터를 취득하였다. 아울러, 잠제 배후해역의 파랑 및 유황특성의 변화를 분석하기 위하여 잠제로부터 해안측인 PC-2지점, PC-3지점(수심 4.1m)에 파고계를 설치하여 PC-1지점과 동시에 파랑 및 유황관측을 수행하였다.

파랑조사시 장기간 현장관측에 용이하도록 해저에 설치되어 해면에 돌출된 지지 구조물이 필요하지 않고 선박이나 어로작업에 의한 손상 또는 유실 가능성이 적으며, 폭풍 등의 이상파랑사에도 비교적 안정하게 계측 할 수 있는 수압식 파고계를 이용하였다. 파랑조사에 사용된 메모리형 수압식 파고계 WH-202와 WH-301은 전자유속계가 내장되어 있어 유속·유향의 측정이 가능하며, 유속데이터에 의한 파향의 측정도 가능하다.

수압자료의 취득은 파랑조사시 빈번히 존재하는 Burst error를 제거하고 밧데리의 용량을 고려하여 0.5sec 간격으로 연속 계측되도록 설정하

였으며, 측정된 압력변동자료는 FFT법에 의하여 수면변동으로 변환하였으며, Zero-up crossing법을 이용하여 파별해석을 실시하였다.(김규한 등, 2001).

수심조사는 05년6월 1차 인공양빈후의 해저지형 변화특성을 분석하기 위하여 05년7월(하계)과 05년12월, 06년2월(동계)에 잠제 전·후의 해역에서 각각 수행하였으며, 조사시기에 따른 해저지형 결과를 각각 5m의 격자로 수치화하여 비교·분석하였다. 또한, 잠제 축조 전의 수심자료는 잠제의 설계시 수행된 2002년의 수심측정성과를 수치화하여 이용하였다.

#### 4. 잠제의 효용성 검토

본 연구에서는 모니터링 조사시 수행된 잠제 내·외측의 파고해석 결과로부터 잠제의 파고전달계수( $K_t$ )를 산정하여 송도연안에 축조된 잠제의 효용성을 면밀히 검토하고자 하였으며, 파고전달을  $K_t$ 의 검토는 Fig. 8에 도시한 바와 같이 宇多 등(1998)이 불투과성 잠제 내·외측의 파고전달율을 규칙파 및 불규칙파 실험과 현장관측결과에 기초하여 도출한  $B/L_0$ 와 파고전달계수( $K_t$ )의 관계를 이용하였다.

Fig. 8과 Table.4에서 정리한 바와 같이 송도연안에 축조된 잠제 내·외측의 파고 전달계수는 제시된 값에 비해 크게 나타나고 있다. 이러한 원인은 송도연안에 축조된 잠제는 공극률이 큰 이형소파블럭이 축조된 것이기 때문이며, 일반적으로 불투과성 잠제에 비해 투과성 잠제는 전달계수가 크게 나타나고 있다.(日本國土交通省, 2004)

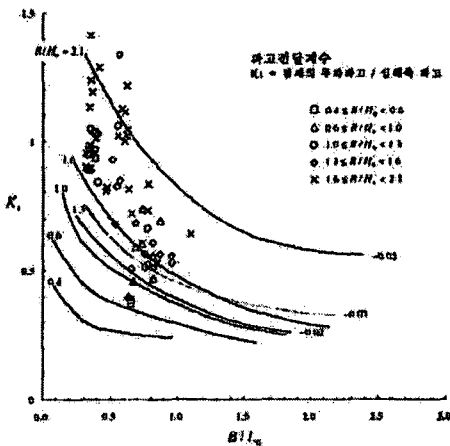


Fig. 8 Relations of transmitted wave coefficient( $K_t$ ) and  $B/L_0$

Table 4. Relations of transmitted wave coefficient( $K_t$ ) and  $R/H_0'$

$R/H_0'$	현장관측 $K_{t,obs}$ (송도연안)	실험 $K_t$ (宇多 등, 1998)	전달계수비 ( $K_t/K_{t,obs}$ )
0.4	0.39	0.24	0.62
0.6	0.54	0.32	0.59
1.0	0.87	0.56	0.65
1.3	0.77	0.50	0.64
1.6	1.00	0.69	0.69
2.1	1.11	1.05	0.94

宇多 등(1998)의 실험에서는 잠제의 천단수심, 심해측 파고, 파고전달율의 관계로부터  $R/H_0' < 1.3$  보다 작게 할 것을 제안하였다. 따라서, Table.4에 정리된 바와 같이 송도연안에 축조된 투과성 잠제의 전달율을 고려한다면,  $R/H_0'$ 이 0.6보다 작아야 불투과성 잠제의  $R/H_0' < 1.3$ 에 해당하는 파고감쇠 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되며, 송도연안에서는 조위에 따라 약 1~3m 이상의 파고가 내습할 경우에 해당되므로, 하계의 태풍내습시 잠제의 파고감쇠 현상이 탁월하게 나타날 것으로 판단된다.

잠제의 천단폭과 내습파랑의 파장, 파고전달율의 관계로부터  $B/L_0 < 1.5$  보다 크면 잠제 천단폭 B의 증가에 비해 상대적으로 파고저감효과가 저하되므로 잠제설계시  $B/L_0$ 를 1.5보다 크게 할 경우에는 그 필요성에 대해서 보다 충분한 검토가 요구된다. 송도연안에 축조된 잠제는 천단폭 B가 40m로 주기 5초 이상이 되면  $B/L_0$ 가 1.5보다 크게 되나 평상시 4~6초대의 유의주기를 가진 파랑이 내습하고 파고가 커질수록 주기도 다소 길어지는 송도연안의 파랑특성을 고려한다면 축조된 잠제 폭은 충분할 것으로 판단된다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 송도연안에서 수행된 표사이동 및 해양환경변화 모니터링 조사 중, 파랑 및 유황조사, 수심조사의 성과를 이용하여 잠제 배후 해저지형의 변화특성 및 파고감쇠 현상을 분석하였다. 아울러, 이러한 분석성과를 토대로 현재까지 송도연안에 시행된 해안침식 방지시설의 효용성을 면밀히 검토하고자 하였으며, 연구결과, 송도연안에 축조된 잠제는 파고감쇠 측면에서 송도연안의 해안침식 방지에 크게 기여할 것으로 추측된다.

앞으로 송도연안 정비사업에서 계획된 양빈사

의 유실방지를 위한 돌제의 효용성 및 인공양빈 후의 해빈변화특성 등을 파악하고, 나아가 조성된 모래사장의 보다 효과적인 관리계획을 수립하기 위해서는 지속적인 표사이동 해양환경변화 모니터링 조사성과를 통해 파랑 및 유황조사 성과는 물론, 부유사 및 소류사, 해저질 조사, 수심 조사 및 해안선 조사 등의 조사성과를 토대로 표사이동관련 인자의 특성을 면밀히 파악한 후, 송도연안의 해안선 변화 및 해저지형 변화 특성을 보다 명확하게 하야야 할 것이다.

### 감사의 글

본 연구의 수행을 위한 한국해양연구원의 지원에 감사를 드립니다.

### 참고문헌

- 宇多高明, 小俣 篤, 横山楊久 (1988). “人工リーフの機能と設計法”, 土木研究所資料, 第2696号, pp 79
- 日本 全國海岸協會 (2004). “人工リーフの設計の手引”
- 田中則夫 (1976). “天端幅の廣い潛場の波浪感殺および砂浜安定效果について”, 第23回海岸工學講演會論文集, pp 152~157
- 김규한, 유형석 (2001). “속초해역에 존재하는 파랑 및 해빈류의 현지관측”, 한국해양공학회학술발표 논문집, 12권, pp 125~130
- 김규한, 유형석 (2003). “현장관측에 의한 침식해안의 표사이동분석”, 대한토목학회 논문집, 제23권, 제2B호, pp115~121