韓國海岸·海洋工學發表論文集 (2002)
第13券, pp. 302-307

오산항 주변해안의 해안침식 방지대책 검토

Countermeasures for the Erosion of coastal in Osan Harbor

김규한[1]· 백종대[1]
Kyu Han Kim[1], Jong Dai Back[1]

1. 서 론

파랑과 해빈류가 표사이동의 주외력으로 작용하고 있는 동해안에 위치한 대부분의 중소항만 및 어항들은 사빈 해안에 건설되어져 있으며, 어항의 건설로 인해 항의 인근해안은 구조물 건설로 인한 해안침식 현상이 유발되고 있다. 이러한 현상들로 인해 천해의 관광자원인 해수욕장의 침식이라는 극심한 피해를 입고 있으며, 해안침식이 사회적 문제로 파급되고 있는 실정이다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서는, 사전예측 및 해안침식 현상의 정확한 재현을 통해 그 원인을 파악하고, 대책을 강구할 필요가 있다.

해안침식의 예측 및 재현을 위한 연구방법으로는 수치모형실험과 수리모형실험, 그리고 현장조사의 방법이 고려될 수 있으며, 이 3가지 방법을 동시에 이용 한다면 가장 합리적인 결과를 도출할 수 있을 것이다(Maruyama et al., 1988). 그러나 수리모형실험은 많은 비용과 시간이 소요될 뿐만 아니라, 이동상 상사법칙을 현상에 맞게 설정하여, 시간축척을 유도해야 되는 점 등으로 인하여 실험에 착수하기 까지에는 많은 노력이 필요하다(Kim, K.H., 1993).

본 연구에서는 어항 주변해안으로서 동해안에 위치하고, 해안침식이 계속되고 있는 해안을대상으로 하여, 현장 조사의 결과를 토대로 해안침식 예측모델을 수립하고, 해안침식의 근본적 원인을 파악함으로서, 대상지역의 경제적인 측면과 친 환경적인 측면을 고려하여 실질적으로 적용 가능한 해안침식 방지 최적 대책공법을 설정하였으며, 그 효과를 수치시뮬레이션을 통해 검토하였다.

2. 대상해역의 설정 및 자연조건

Fig. 1 에 나타낸 해역은 동해안에 위치한 오산항 주변해안으로서, 저질이 거의 사빈으로 이루어져 있다. 해저경사는 1/40~1/60 의 대체로 완만한 경사를 이루고 있다. 조류 및 해류는 계절에 따라 다소 차이는 있지만 0.1~0.3 m/sec 정도를 유지하고 있다. 항의 남측에는 유입하천이 있으며, 하계의 장마철에는 소량의 토사가 유입될 것으로 기대된다.

3. 수치모형실험 및 현지관측

3.1 3차원 해빈변형모델을 이용한 수치계산

파랑장의 계산은 파랑의 불규칙성을 고려하고, 에너지 평형방정식에 기초한 계산법을 사용하였다(김 등, 1997). 이 계산방법은 각 성분파의 에너지 스펙트럼이 시간적, 공간적으로 보존된다고 가정하고, 천수변형에 따른 굴절, 쇄파 등의 제현상을 고려하여 심해로부터 천해로의 파고변화를 순차적으로 계산해 나가는 방법이다. 아울러, 잉여응력을 이용하여 해빈류의 계산을 수행하고, 흐름 및 파에 의한 표사량을 구하여 최종적인 지형변동을 도출하였다.

Fig. 2 는 수치계산의 흐름도를 나타낸 것이다.

[1] 관동대학교 건설환경시스템 공학부(Division of Civil and Environmental System Engineering, Kwandong University, Yangyang, Kangwondo 215-800, Korea)

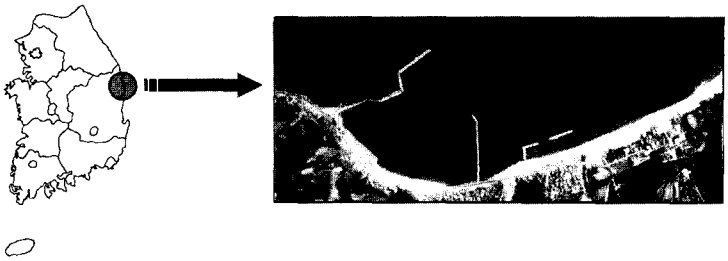


Fig. 1. Investigation site.

3.2 계산조건

수치계산을 수행하기 위한 입사파 제원으로서, 파향은 우선 대상해역의 주파향인 NE 방향으로 취하였다. 또한, 대상어항인 오산항 남측해안은 경상북도 동해안에 위치한 항으로서, 표사이동의 원인으로 조류의 영향보다 파랑에의한 해빈류의 영향이 상당히 탁월한 지형이므로 파고 및 주기를 해안선 전면 수심에서 쇄파대가 형성될 수 있는 파랑 즉, 해빈류에 의해 지형변동이 유발되는 파랑을 설정하기 위해 대상해역의 파랑 통계치(장기파랑산출자료집, 해양연구원, 1999)에 따른 심해 최대 유의파의 연간 평균치를 환산하여 $H_{1/3}$ = 4.24m, $T_{1/3}$ = 9.5sec 를 사용하였으며, 해안침식현상의 재현은 19 일을 기준으로 하였다. 대상해역에 대한 계산격자는 격자간격을 $\Delta x = \Delta y = 10m$ 로 하여 270 × 320 개의 격자로 구성하였다.

차분계산의 시간간격은 안정조건을 고려하여 Δt = 0.1sec 로 하였다. 해빈류 계산시 레이놀즈 응력항과 저면마찰항의 무차원정수 N 과 저면마찰계수 C_f 의 값은 각각 0.016, 0.02 로 하였고, 경계조건은 파랑, 해빈류 모형을 동일하게 구성하고, 계산영역에 대하여 측방경계는 투과경계, 해안측은 개경계, 심해측은 입사경계로 설정하였다.

3.3 계산결과

흐름에 대한 수치계산 결과는 구조물이 건설되기 이전인 과거안 Fig. 3 과 구조물이 축조된 현재안 Fig. 4 에 나타낸 해빈류 벡터로부터 확인할 수 있다.

Fig.에서 알 수 있듯이 NE 방향의 파랑 내습시 구조물 건설 이전에는 북측에서 남측으로의 강한 연안류의 흐름이 존재 하였으나, 북방파제의 연장에 의해 북측에서 남측으로 향하는 연안류가 차단되었으며, 오산항 남측해안은 이안제 내측으로 향하는 연안류 와 남측으로 향하는 연안류가 동시에 발생하고 있다.

아울러, 지형변동 계산결과를 이용하여 퇴적 및 침식에 대한 등치선도로 나타내보면 Fig.5~6 에 나타내는 바와 같다. 그림에서 알 수 있듯이 구조물 건설 이전에는 북측에서 남측으로 향하는 강한 연안류에 의해 남측으로 이동하는 표사가 주를 이루어 오산항 전면에 대규모의 연안 사주가 형성되는 것을 알 수 있다.

그러나, 구조물이 축조된 현재는 북측에서 남측으로 향하던 표사공급이 차단됨에 따라 과거의 평형상태가 붕괴되어 해안침식이 진행되고 있음이 확인된다.

3.4 현지관측 조사

현지관측은 파랑관측 과 해빈류 관측을 실시하였고 파랑관측은 1 개 지점에 대해 하계(2001. 6. 20 ~ 2001. 7. 22) 와 동계(2002. 1. 17 ~ 2002. 2. 01)에 걸쳐 Wave Hunter 를 설치하여 실시하였으며, 해빈류 관측도 하계와 동계에 A, B, C 의 3 지점으로 나누어 해빈류 추적부표를 이용하여 실시하였다.

Fig. 7 은 대상해역의 관측위치 및 수심을 나타낸 것이며, 해빈류 부표 추적결과는 Fig. 8 에 나타내었다. 또한, 관측에 의한 파랑자료를 파향 과 파고($H_{1/3}$), 주기($T_{1/3}$)에 대해 정리하면 Fig. 9 ~ 10 과 같다. 파랑관측 결과, 하계에는 유의파고가 0.2m ~ 1.2m 를 나타내지만, 평균적으로 0.5m 를 초과하는 일수가 비교적 적다. 또한, 동계에는 유의파고가 0.2m ~ 1.6m 에 달하는 것을 볼 수 있으나, 하계와는 달리 평균적으로 0.5 m 이상의 파랑이 출현하고 있음을 알 수 있다.

해빈류 관측결과, 거의 대부분의 부자가 하계(A*, B*, C*)에는 남측에서 북측으로 이동하였으며, 동계(A#, B#, C#)에도 대부분의 부자가 남측에서 북측으로 이동하지만, 하계와 달리외해로 빠져나가는 경향이 뚜렷이 확인되었다. 이러한 결과는 하계 관측시에는 SE 파향이 내습하였고 동계에는 ESE 파향의 내습과 동시에 남서풍이 강하게 불었기 때문이라고 사료된다.

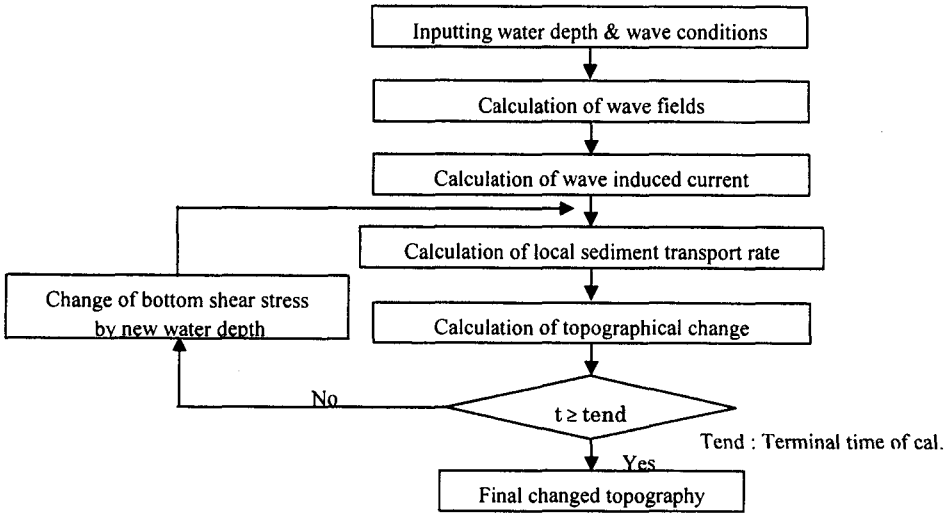


Fig. 2. Flow chart of the numerical model.

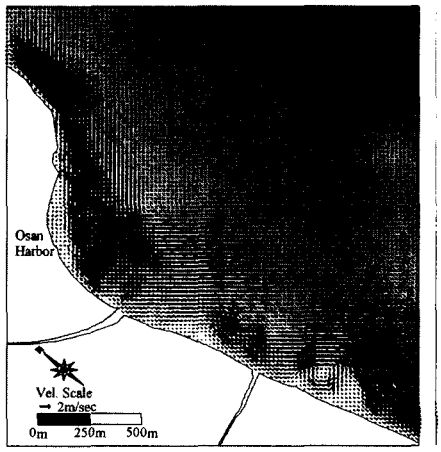


Fig. 3. Flow patterns of calculate wave induced currents.

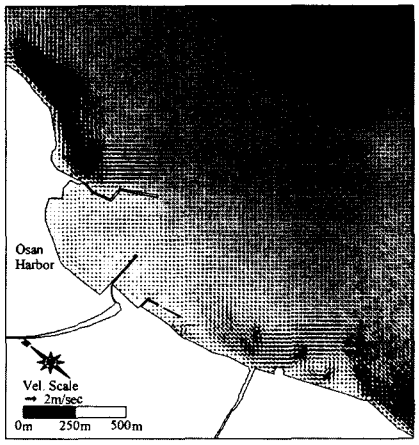


Fig. 4. Flow patterns of calculate wave induced currents.

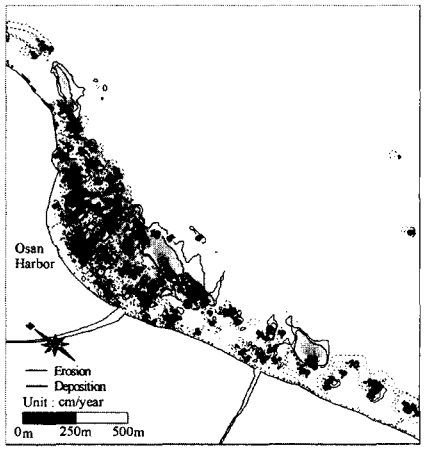


Fig. 5. Contour map of topographical change.

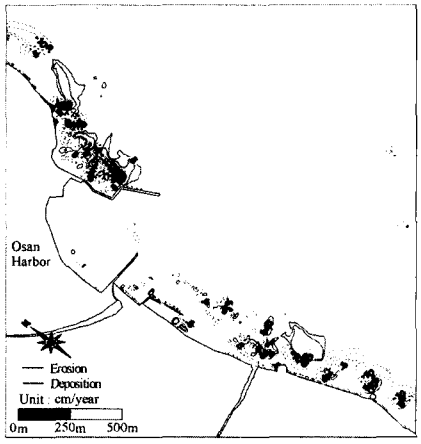


Fig. 6. Contour map of topographical change.

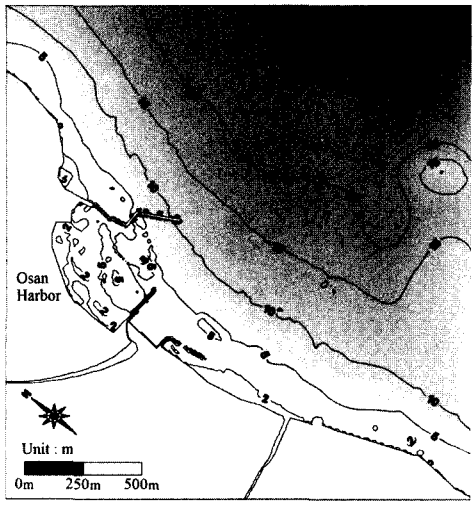


Fig. 7. Measuring points at Osan Harbor.

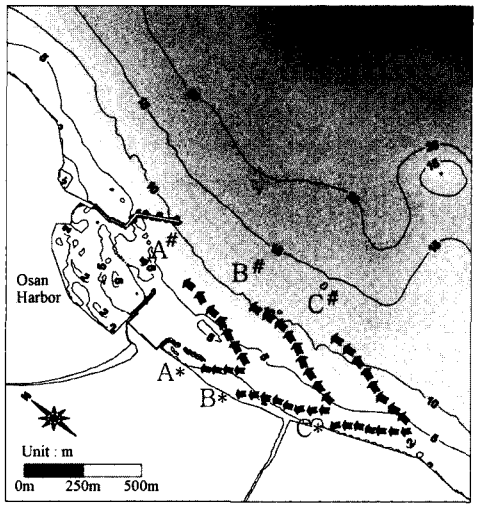


Fig. 8. Flow patterns of wave induced currents.

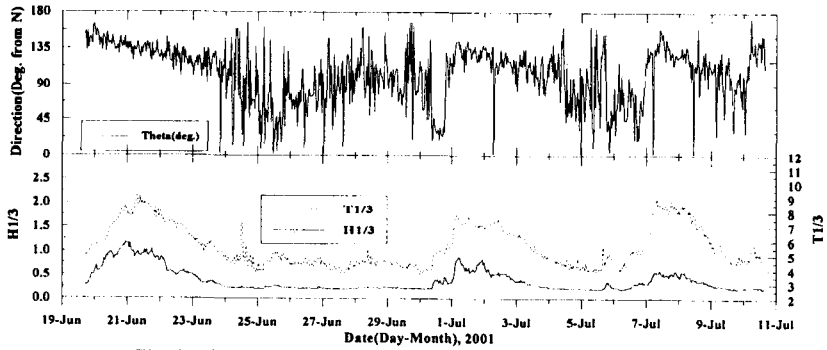


Fig. 9. Time Series of $H_{1/3}$, $T_{1/3}$ and wave direction (Summer).

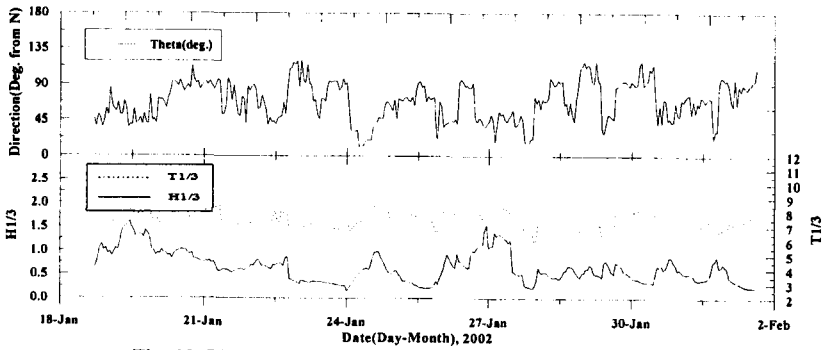


Fig. 10. Time Series of $H_{1/3}$, $T_{1/3}$ and wave direction (Winter).

4. 해안침식 방지대책의 검토

4.1 방지대책의 구상

본 연구에서 다루고자 하는 어항은 파랑이 탁월한 동해안에 위치한 어항으로서, 방파제 구조물 설계시 해빈변형까지 검토되었더라면, 오산항 남측해안의 해안침식 현상은 미연에 방지 또는 저감시킬 수 있었을 것이다. 특히, 항내매몰을 제어하기 위해 기존계획에 추가하여 방파제를 연장한 것이 해안침식을 가중시키는 원인으로 작용하였다. 이와 같은 상황에서 해안침식을 100%방지할 수 있는 대책은 강구되기 쉽지 않다. 또한 경제적인 측면을 고려해 볼 때 과감한 방지대책의 구상은 곤란한 실정이다.

이와 같은 상황에서 해안침식을 저감시킬 수 있는 대책으로는 해빈류 및 표사이동 수치모형실험 결과를 토대로 가능한 현 상태를 유지한 채 해안침식을 저감시키는 안을 도출할 수밖에 없을 것이다

Table 1 은 대책안 구성상황을 나타낸 것이다. 대책안 A 는 북방파제가 남측해안에 미치는 영향을 최소화 하기 위해 북방파제를 32m 연장한 후 15° 내측으로 굴절시켜 80m 를 연장하고 남방사제를 203m 연장하였으며, 남측해안에 Headland 와 이안제 1 기를 추가한 안이다.

B 안은 A 안의 이안제 대신 잠제 4 기를 추가한 안이며, C 안은 잠제 2 기를 추가한 안이다. 이와 같은 대책안의 설정 배경은 Fig. 11 에서 알 수 있듯이 남측해안에 Headland 를 건설하여 Headland 의 양 측면을 Pocket Beach 화 하기 위해 설정된 대책안들이다.

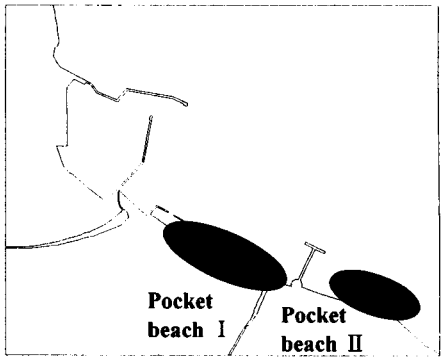


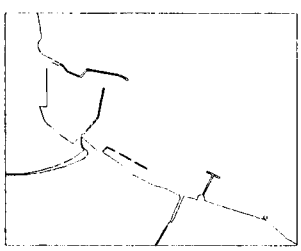
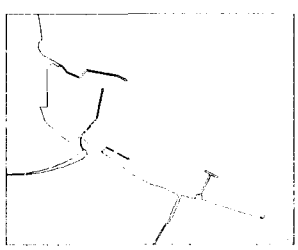
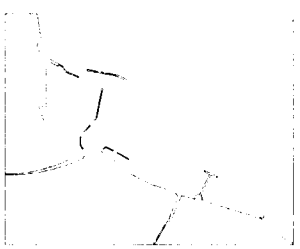
Fig. 11. Adopted background of cuntermeasures.

4.2 방지대책의 도출

각각의 대책안에 대해 수치모형실험 등 각종 검토를 수행하였다. 또한, 북방파제 연장시 예상되는 침식구역을 Tanaka(1976)의 경험적 연구결과를 토대로 Fig. 12 에 나타내었다.

북방파제 와 남방사제를 연장하고 이안제 100m 1 기와 Headland 300m 1 기를 설치한 A 안은 Headland 구조물에 의해 연안류가 차단되고 Headland 구조물 양 측면에서 유발되는 Vortex 현상의 영향으로 이안제 배후에는 퇴적현상이 나타나며, Headland 의 양 측면에서도 퇴적현상이 나타나는 것을 알 수 있다. A 안의 이안제 대신 70m 잠제 4 기를 설치한 B 안은 A 안과 유사한 지형변동 경향이 나타나지만, Headland 좌측해안에 침식현상이 나타나는 것을 확인할 수 있다. A 안의 이안제 대신 70m 잠제 2 기를 설치한 C 안은 A 안과 유사한 지형변동 경향이 나타나는 것을 발견할 수 있다.

Table 1. Cases of the countermeasures

Case	A	B	C
Shapes			
Character -istics	North breakwater : 112m extension South groin : 203m extension Headland : 300m installment Offshore breakwater : 100m installment	North breakwater : 112m extension South groin : 203m extension Headland : 300m installment Submerged breakwater : 70m installment of four	North breakwater : 112m extension South groin : 203m extension Headland : 300m installment Submerged breakwater : 70m installment of two

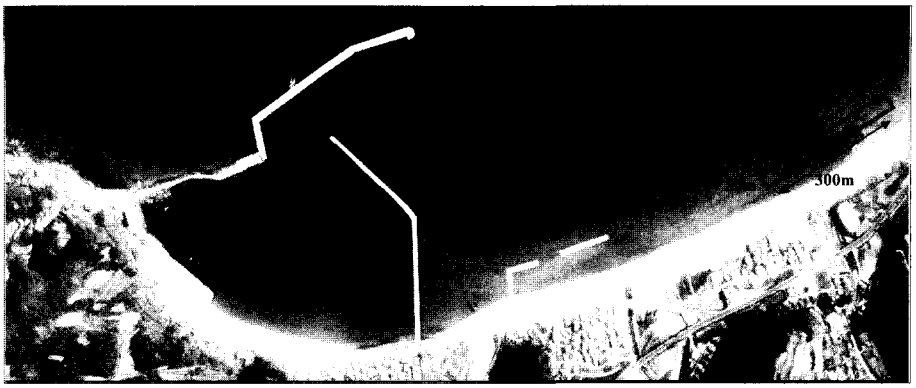


Fig. 12. Expectation of erosion area.

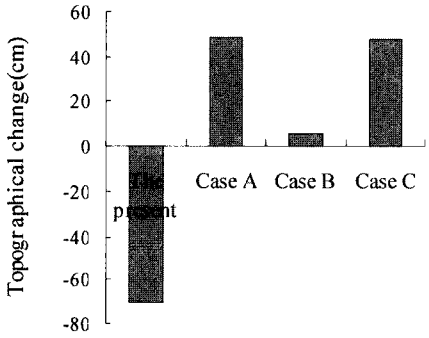


Fig. 13. Topographical change of erosion area.

이와 같은 결과를 앞서 언급한 Tanaka 의 연구결과를 근거로 제시된 30m 에 대한 지형변동 예상치로 비교해 보면 Fig. 13 과 같다.

5. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 사질침식 환경의 해안을 대상으로 해안 전면의 파랑변형, 해빈류 경향 및 해안침식에 관한 지형변동 수치실험을 실시하였다. 아울러, 현재의 해안침식 및 해빈류 현황을 잘 재현할 수 있도록 현지 관측 및 각종 자료를 수집하여 보정된 수치 모형을 이용하여 현 상태의 해안침식을 제어할 수 있는 대책공법을 구상하여 보았다.

해안침식의 원인은, 구조물 건설 이전에 북측에서 남측으로 이동하던 표사가 구조물의 건설에 따라 차단되었으며, 어항 공사중 북측으로 이동하는 연안류에 의해 항내 매몰이 발생되고 그 매몰된 토사가 원 유출지역으로 환원되지 못하여 단위해역당의 총표사량 감소대에 있다고 사료된다.

현상태에서 오산항의 해안침식을 제어하기 위해서는 Case A 와 Case C 가 자료검토 및 실험결과, 타당한 안이라 판단되나, 경제성 측면을 고려하면 Case A 가 오산항 남측해안에서 발생되는 침식현상을 방지하고, 안정된 해빈을 유지시킬 수 있는 타당한 안이라 사료된다.

참고문헌

김규한, 1993. Dynamics of Sand Ripples Generated by Irregular Waves, 한국·해양공학회발표논문집, pp. 98-100.

김규한, 백승화, 편종근, 1997. 海賓變形模型을 이용한 港內埋沒豫測, 한국 · 해양공학회지, 9(4): 201-207.

김규한, 류형석, 윤재옥, 2001, 안정해빈 형성에 의한 해안침식제어, 대한토목학회발표논문집.

Maruyama, K. and Takagi, T., 1988. A simulation system of nearshore sediment transport for the coupling of the sea-bottom topography, waves and currents, IAHR Symp. On Mathematical Modeling of Sediment Transport in the Coastal Zone, pp. 300-309.

Norio Tanaka and Shoji Sato, 1976. Topographic Change Resulting from Construction of a Harbor on a Sandy Beach, Kashima Port. Proc. 15th Coastal Eng., Chap. 106.