

레저時代に 慰樂空間으로 需要度 높아가는

# 多目的防波堤

事例에서 設計까지

金 在 旻

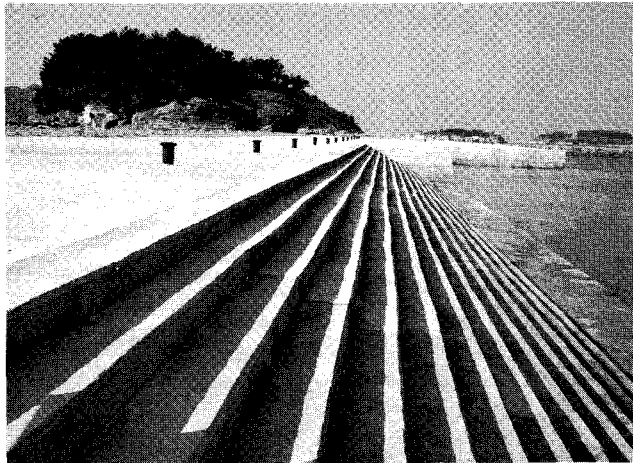
〈韓國綜合技術開發公社南部支社長〉

## 머릿말

방파제는 원래 항내 정온수역을 확보하는 것을 목적으로 방파기능에 중점을 두었기 때문에 위험한 장소로서 일반인의 출입을 거부하여 왔으나 실은 어느 방파제든지 인근 주민의 위락시설과 더불어 이용되고 있는 것이 사실이다.

특히 큰 항구도시에 있는 방파제일수록 시민의 해양성 위락 시설로서의 이용도가 높은 것은 그 시설물의 위치적 특성에 기인한다고 할 수 있을 것이다.

뿐만 아니라 요즈음 새로이



계획하는 방파제는 옛날보다도 더욱 그지방의 바다 최전선에 위치함으로써 수심도 깊고 경관도 좋은 워터후론트를 형성하고 있는 것이다.

따라서 그 위치적 특징을 최대한 활용함으로써 막대한 투자가 소요되는 방파제를 다목적으로 사용하려는 생각을 갖

게 된 것이다.

물론 다목적 방파제는 원래의 목적인 항내 정온도 확보를 전제로 하여 추가적인 부수기능을 부가시키는 것이므로 경제적으로 큰 부담이 없는 범위 내에서 이루어져야 할 것이다.

## 다목적防波堤의 사례

다목적방파제는 그 이용목적에 따라 크게 구분한다면 파력발전형, 수산협조형, 친수형 등으로 구분할 수 있고 그외에

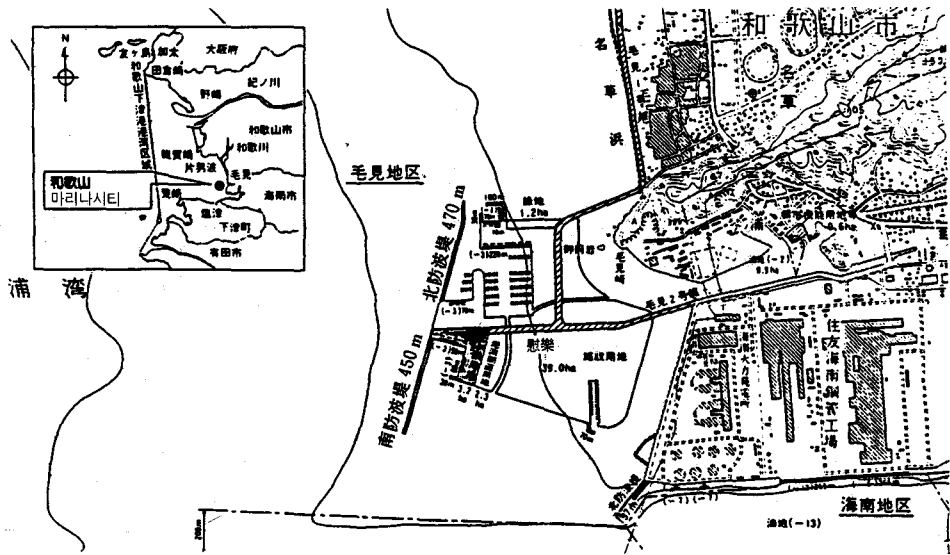


그림1 위치평면도

방파제를 계선안으로 이용한다든가 환경보전기능을 부가시키는 등 여러가지 생각에서 출발하고 있다.

파력발전형은 일본의 酒田港에 있어서 파력발전 케이슨의 실용화를 위한 실제실험이 추진중에 있으며 근래 크로스업되고 있는 무공해 에너지의 개발의 일환으로써 연구되고 있다.

이러한 파력발전 케이슨방파제는 파력을 공기류와 교환하기 때문에 소파효과도 크게 기대할 수 있다.

그러나 파력발전은 실용면에서 그 규모가 클 수가 없고 단절성을 면치 못하므로 일본에서도 비교적 파랑이 큰 우리나라 동해안쪽에 소규모로 설치하여 실험단계에 있을 정도이다.

수산협조형은 방파제를 축조하는데 사용되는 사석과 콘크

리트블럭을 바다에 투하함으로써 얻어지는 어초효과와, 수심이 깊어짐으로 유리한 케이슨체가 소파를 위한 유공 또는 스리트식 공간이 있으므로 내만성이 강한 부착생물을 성육시켜 프랑크톤 등의 부유생물이 풍부하게 되고 어소의 역할까지 기능을 부여하게 되므로 많은 고기가 서식하게 되어 부근 해역을 어장으로 기대할 수 있다는 것이다.

일본의 七尾港의 府中지구의 다공식 방파제는 방파제설치후 조사한 결과 이와같은 현상이 뚜렷하였음이 확인되었고 우리나라에서도 어느 방파제이고간에 축조하고나면 많은 고기가 모여들어 낚시가 잘되는 곳으로 인정받고 있는 것도 사실이다. 특히 근래에 성행하고 있는 소파용케이슨의 특징은

이러한 효과가 더욱 클것으로 기대되고 있다.

마지막으로 친수성방파제는 예로부터 우리가 여름 한철 유효하게 이용하고 있으면서도 출입금지구역으로 인식되고 있다.

더욱 요즈음 연안의 오염과 더불어 시민의 욕구가 비교적 깨끗하고 쾌적한 곳을 원하기 때문에 방파제는 낚시를 즐긴다든가 활어를 시식하는 등의 경향으로 이어지고 있으며 실제로 여름 한 때에는 성시를 이루는 것도 사실이다.

따라서 이와같은 시민의 욕구를 만족시키기 위한 낚시전용 시설을 선진국에서는 별도로 설치한 사례가 더러 있기도 하다.

그러나 방파제를 일반시민에게 공개한 것으로는 일본의 茨城縣大洗港西防波堤를 특이한 예로 들 수 있다.

표1 방파제의 요구조건

기본 조건	구 체 적 내 용
항 내 정 은 도	본항은 여가보-트, 어선 등 소형선이기 때문에 전면에는 소파구조를 하고 항내정온도는 이상파랑시에도 50cm이내로 제한
방파제에서 산책	· 산책을 위한 공간확보와 도선확보 · 항내외를 관망이 가능하도록 계획 · 보행중의 배려(휴식, 주변의 변화, 햇볕과 물방울 그늘, 야간조명등이 시설)
시민의 친근미	· 곡선형의 도입 · 표면의 색조
충분한 안전 대책	· 방호용 난간, 사다리 · 방파제에서 바다로의 진입금지 · 구조상의 안전성.
주변경관과의 조화	· 방파제의 배치(남북의 배분조화) · 호안과의 조화

표2 자연조건

구 분	구 체 적 내 용
파 랑	○ 설 계 파 : $H_{\frac{1}{3}} = 4.0m$ , $T_{\frac{1}{3}} = 8.0sec$ , 파향 = WSW ○ 소파대상파 : $H_{\frac{1}{3}} = 1.5m$ , $T_{\frac{1}{3}} = 4.5sec$
조 위	H.H.W.L = DL + 3.00m(기왕최대) HWL = DL + 1.90m, LWL = DL + 0.00m
현 지 반수심	$h = (-)7.4m$ (평균)
지 진	$K \cdot h = \text{지역별진도} \times \text{지역종별계수} \times \text{중요도} = 0.15 \times 1.2 \times 1.0 = 0.2$
토 질 조 건	○ 현지반 ~ (-)15.0m ... 粘性土 C = 0.258z + 0.86 ○ (-)15.0 ~ (-)25.0 ... 粘性土 C = 0.128z + 2.67 ○ (-)25.0 ~ (-)33.0 ... 粘性土 $\phi = 33^\circ$ ○ (-)33.0 ~ (-)43.0 ... 砂質土 C = 0.369z + 2.78

이 방파제는 기부측에서 400m구간은 소파부록사석경사제이고 나머지 300m는 스퀴트 케이스식 혼성제이다.

개방을 하기 위해서 필요한 기본시설로서는 전락방지시설, 위험표지, 구조용 사다리, 방송시설, 조명시설 등 거의 완벽한 안전시설을 부여함으로써 시민들의 바다낚시공원으로 이용하고 있는 것이다.

이외에도 친수방파제는 주변 경관과 조화를 이루어 사람이 바다에 접근하기 쉬운 전망대 라든가 상부표면의 포장색채 등까지 세밀한 배려를 기울여 위락공간으로 이용하고 있다.

특히 일본에서 최근 본격적으로 건설중에 있는 和歌山縣 下津港 毛見地區의 친수방파제는 가장 좋은 예가 될 수 있을 것이다.

## 和歌山 친수방파제

일본 和歌山縣 북부에 있는 下津港 毛見地區는 자연경관이 수려하고 역사적인 문화유적이 많을 뿐아니라 비교적 조용한 해역인 관계로 요트와 해수욕장 시설을 갖춘 해양위락지역이며, 阪神地區의 대도시권을 배후에 갖고 있기 때문에 이곳

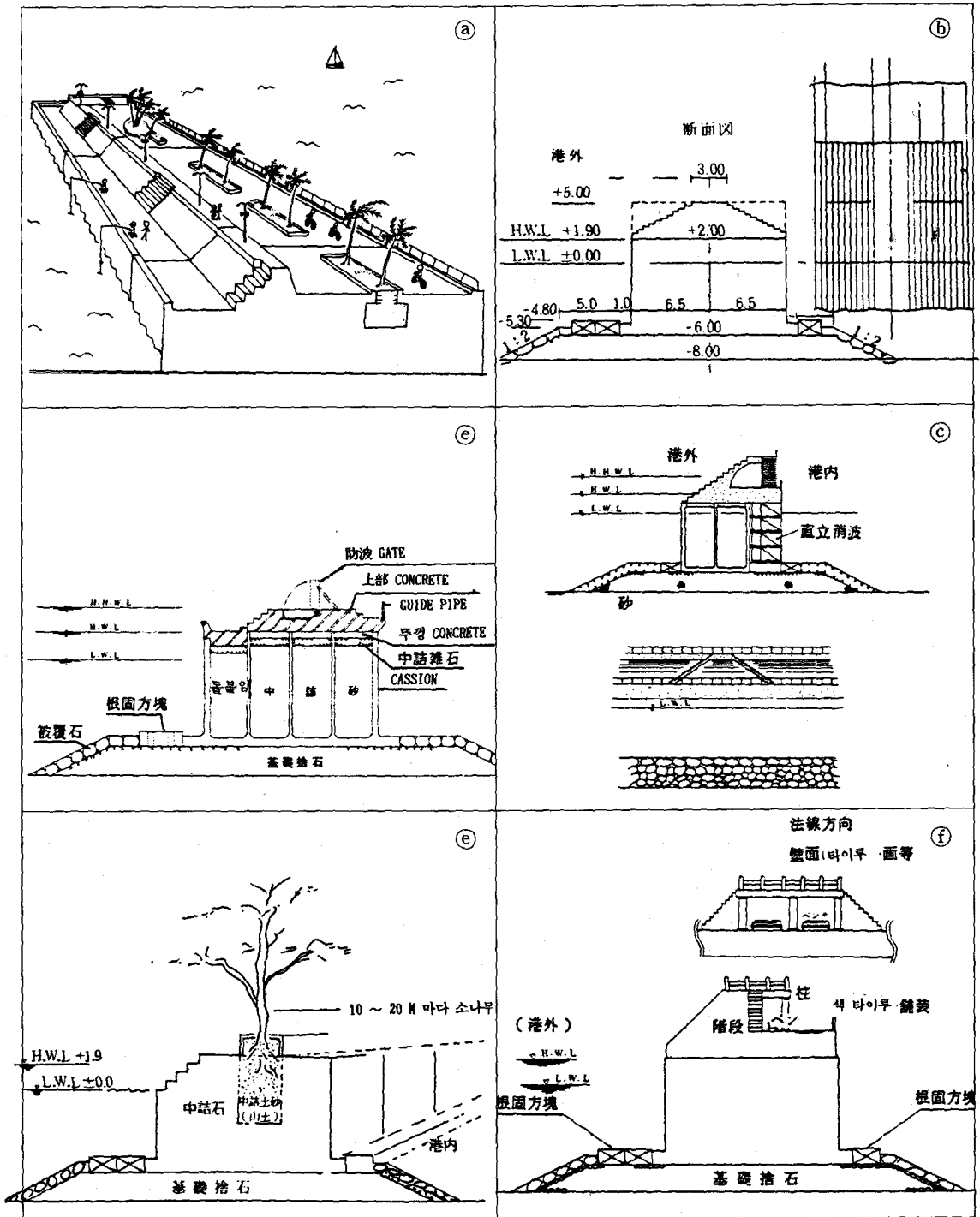


그림2 상부공 구상의 아이디어

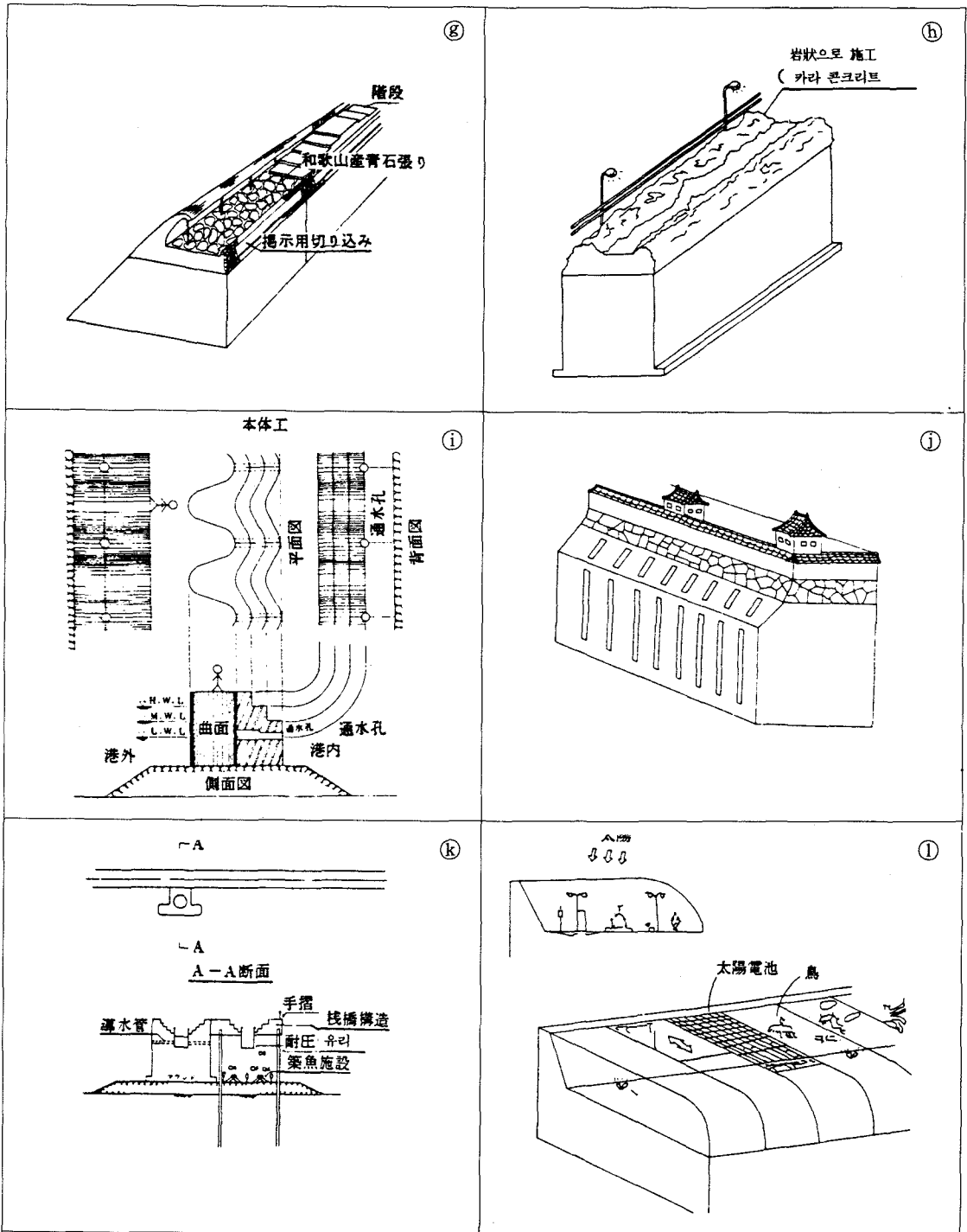


그림2 상부공 구상의 아이디어(계속)

표3 각안별 상부공의 평가

제 안	특 징							해 중 전 망	바 다 낚 시	경 관 중 시	
	계 단			식 수	석 재 사 용	차 양	꼭 선 부				기 타
	외 해 측	항 내 측	전 망								
A	○	○							○		
B	○	○							○		
C	○	○					○	방파 게이트	○		
D	○		○			○			○		
E	○			○					○		
F			○			○					
G			○		○	○	○	멧세지 뽀-트		○	
H					○					○	
I							○				
J								기와지붕, 석축		○	
K		○							○		
L								축전, 벽화			
M	○	○	○		○	○				○	

을 국제적인 마리나시티로 개발하고자 하는 계획을 시당국에서 가지고 있다.

이 계획은 그림1과 같이 和歌山市毛尾 해안전면에 공유수면 약 40ha (120,000평)의 인공섬을 축조하고 약 1,000여 척의 여가보-트(pleasure boat)를 수용할 수 있는 마리나시설과 각종 스포츠 숙박시설, 주택가, 선착장 등 다채로운 기능을 구비한 도시근교형 해양성 휴양도시를 건설하려는 것이다.

이와같은 시설을 갖게되는 인공섬은 전면에 그림1과 같은 방파제가 축조되는 바 이 방파제를 후방시설과 연계시켜 친수 방파제로 계획하려는 것이다.

이 계획을 위한 요구조건은 표1과 같고 자연조건은 표2와 같다

이와같은 조건을 부여하여 방파제단면에 대한 아이디어를 공모한 결과 약 60점의 제안이 있었으며, 이를 친수성, 경제성, 안전성, 현실성등의 네 가지 평가기준을 설정하여 정리한 결과 그림2와 같이 열두가지로 압축 되었으며 각 안별 특징은 표3과 같다.

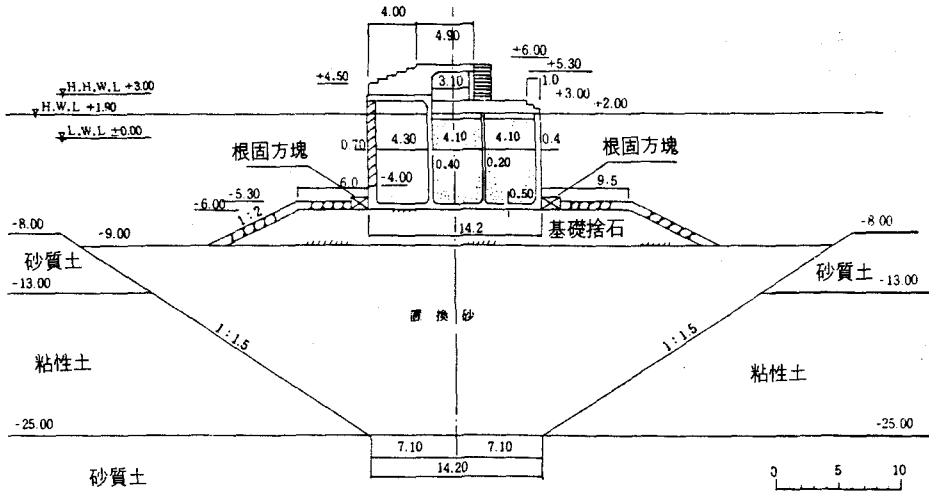
표3에서 M안은 12개 제안을 종합한 최종안으로 결정한 것으로서 그 특징을 설명하면 다음과 같다.

①이중(二重) 테크를 취함으로써 이용공간을 넓게 확보할

수 있고, ②상부테크는 햇볕과 물방울, 바람, 빗물 등을 피할 수 있는 기능을 가지며, ③ 상단은 항내외를 관망할 수 있고, 하단은 항내측으로의 친수성이 있고, ④급작스런 높은 파도에 피난처가 되어 육지까지 보행이 가능하며, ⑤슬릿트 케이스의 유수부때문에 불리한 역학적 결합을 상부테크가 보충 역할을 할 수 있으므로 제체의 밸런스가 좋아지고, ⑥친수성방파제라고 해서 종전방파제와 경비면에서 크게 차이가 없는 것이 확인되었다.

이의 단면을 도시하면 그림3과 같다.

### 一般防波堤



### 親水防波堤

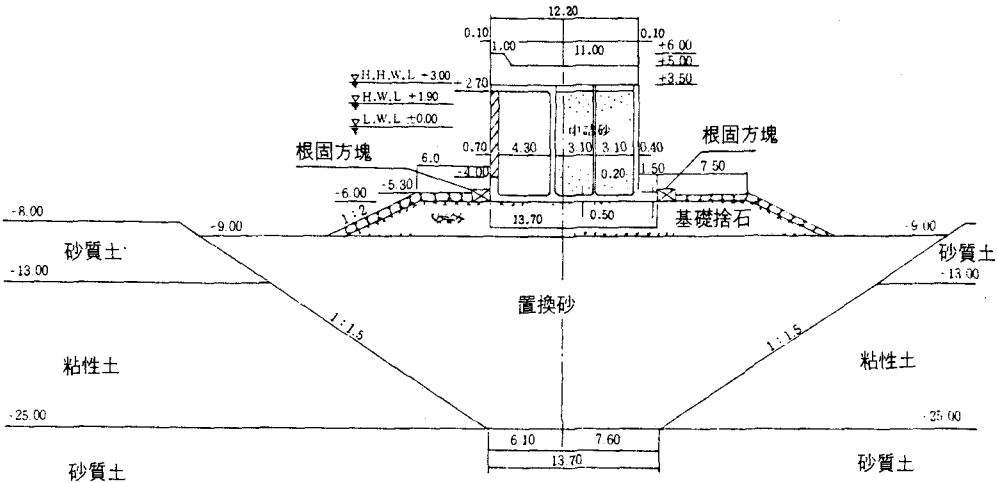


그림 3 일반방파제와 친수방파제

## 친수성방파제의 기본설계

### 4-1 구조형식결정

본방파제는 지금까지 설명한 바와 같이 친수성에 부가하여 소파기능을 요청함으로써 본체

의 구조형식으로 소파블럭피복제와 수직슬릿케이슨 및 二重圓筒 케이슨을 비교검토했던 결과 소파블럭피복제가 비싸고 슬릿트식과 이중원통식은 비슷하였으나 상부이용면을 고려하여 수직슬릿케이슨식을 택하게 되었다.

결정된 단면에 대한 수리모형실험 결과 전달률과 활동 안전도는 표4, 표5와 같다.

### 4-2 기초공의 검토

본방파제의 설계구간은 (-) 7.40~(-) 25.0m까지 매우 연약한 지반으로 구성되어 있기

표 4 전달률실험결과

천 단 고 (m)	입사 파 고 (m) $H_t$	전 달 파 고 (m)	전 달 률 $K_t = H_t/H_t$
+ 6.00	4.00	0.3	0.08
+ 5.50		0.3	0.08
+ 5.0		0.4	0.10

때문에 지반개량을 시행해야 하는 바 置換工法, S.C.P工法 沈床工法等 세가지공법을 비교 검토한 결과 屈鑿置換工法이 가장 유리한 것으로 평가되어 다음 그림4와 같이 기본단면을 결정하였다. 이와같이 방파제로서의 역할을 충족시키고 아울러 상부공은 친수기능을 갖게하였으며 그 특징을 요약하

표5 활동안전도

조 위	안 전 도 (F)
H.W.L (+) 1.90	$\frac{\text{설계중량} \times \text{마찰계수 설계치} / \text{마찰계수 실험치}}{\text{활동한계중량}} = \frac{2,297 \times 0.6 / 0.58}{1920} = 1.24$
H.H.W.L (+) 3.00	$\frac{\text{설계중량} \times \text{마찰계수 설계치} / \text{마찰계수 실험치}}{\text{활동한계중량}} = \frac{2,110 \times 0.6 / 0.58}{1858} = 1.18$

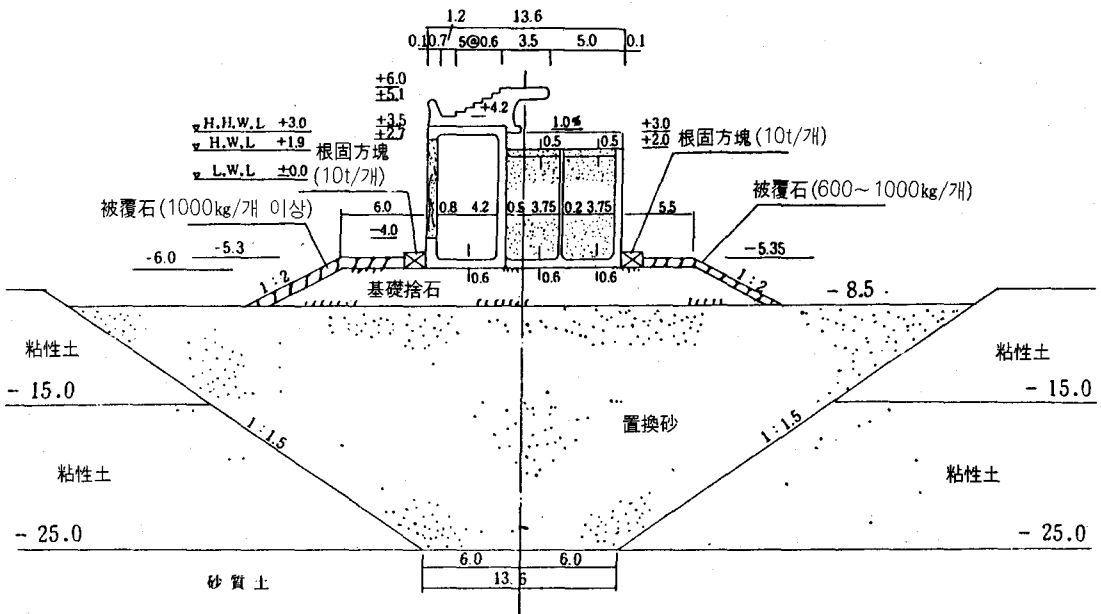


그림4 채택된 기본단면



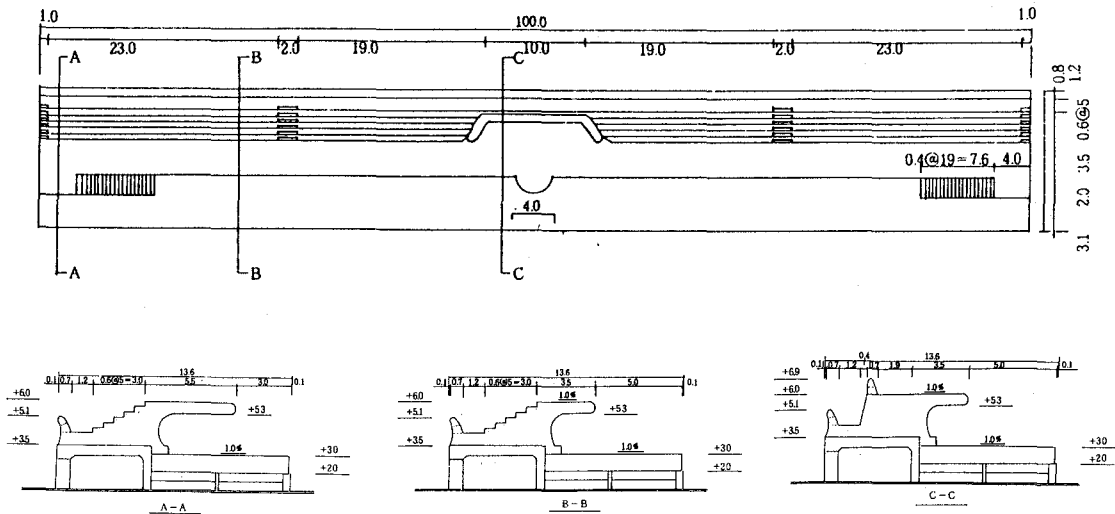


그림5 상부공 평면도와 단면도

면 다음과 같다.

①본방파제는 소파기능을 부가했기 때문에 수직슬릿트케이슨체를 채택하였다. ②상부공을 二重床(Double Deck)으로 하여 친수성, 안전성을 도모하였다. ③항외측에는 파라펫구조로 해서 월파와 사람의 전락을 방지하였다. ④상부테크와 하부테크를 승강할 수 있도록 100m마다 계단을 설치하였다. ⑤항외측에 100m마다 관망용 배란다를 설치하였다. ⑥ 항내측은 곡선형의 돌을 두어 편안한 좌석이 되게 하였다. ⑦압밀침하를 최소화하기 위하여 모래치환공법을 채택하였다.

○ 등대와 두부(頭部)

등대는 방파제의 상징으로 출입선박에 좋은 인상을 주도록 미적인 면을 감안 직선형인

방파제와 조화를 이루도록 원형으로 구상하였다.

### 친수방파제 견학소감

본인은 금년 8월 부산시 직원과 함께 일본 오사카시 남파역에서 급행으로 약 1시간 전철을 타고 건설중에 있는 친수방파제를 견학하기 위하여 와가야마시에 있는 항만 건설사무소를 방문하였다.

마침 그때 태풍의 영향으로 바다가 상당히 소란한 편이었으나 공사사무소 소장이 직접 안내하여 배를 타고 현장까지 가기로 했다.

내심 걱정은 되었으나 소장 자신이 안내하기 때문에 다소 안심이 되었으며 소형감독선에 몸을 싣고 방파제를 벗어났을

때는 파도가 소장말로는 약4.0m나 된다고 했다.

그러나 친수방파제 현장에 도달했을 때는 그곳의 파고는 2.0m미만으로 적다고는 하나 우리에게는 이것도 매우 위협스럽게 느껴졌다.

목적한 친수방파제는 아직 케이슨만 거치한 상태이고 상부는 아직 미시공상태로, 보고 싶은 친수기능은 아직 빠른 편이었다.

그러나 방파제 위에 올라가 보니 케이슨 거치가 정확하고 깨끗하게 시공된 점, 슬릿트케이슨이 나름대로의 소파기능을 하고 있었으며 이 속을 드나드는 고기떼를 보고 유공방파제의 특징을 납득할 수 있었다. 그리고 일본사람의 친절은 우리에게 많은 교훈을 주었다.

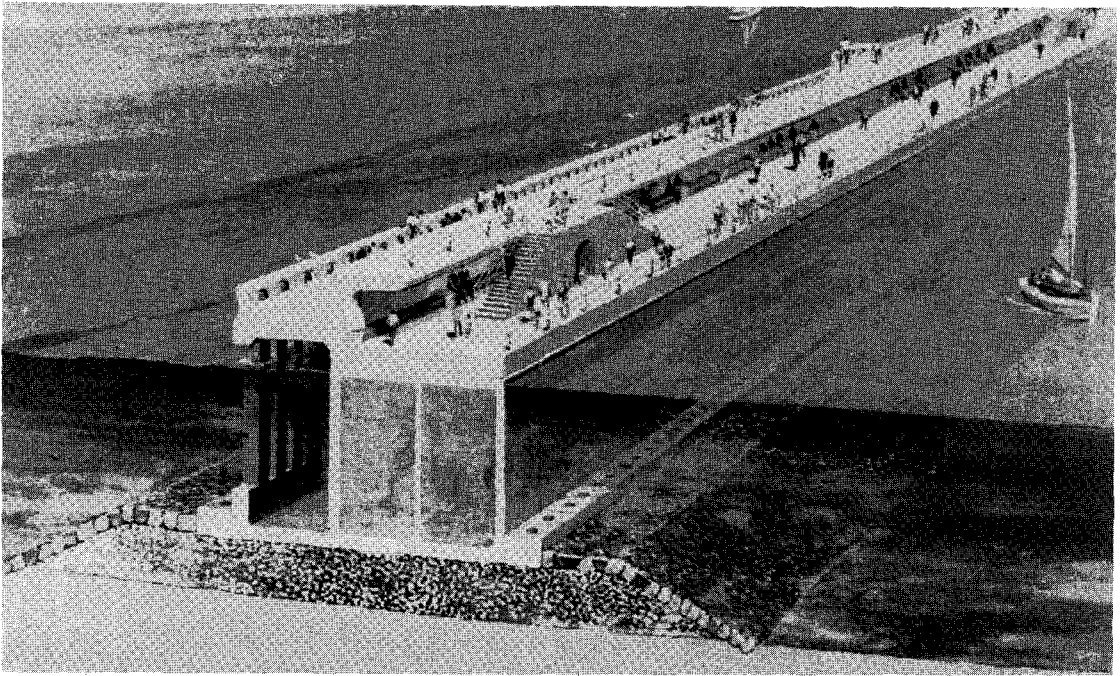


그림6 친수방파제 개념도

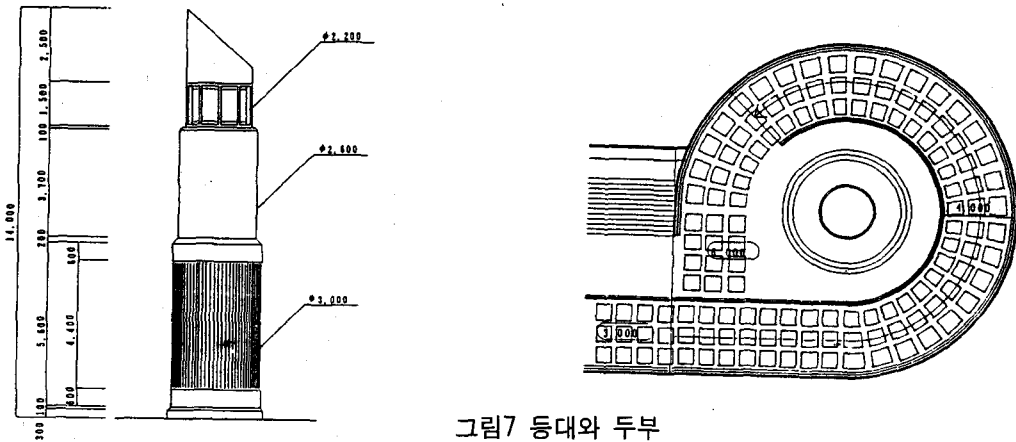


그림7 등대와 두부

## 부산의 인공섬 방파제

부산의 인공섬은 영도와 송

도사이의 해면을 매립하여 약 180만평의 토지를 조성하기 위한 거대한 사업이다.

이 인공섬을 보호하기 위한 방파제는 길이 4,600m, 설계

파고는 100년 빈도  $H_{\frac{1}{100}}=9.5m$ , 수심은 평균 25m나 되는 매우 불리한 위치에 있다. 뿐만 아니라 여기에 친수성을 부가하였기 때문에 세계적인 명

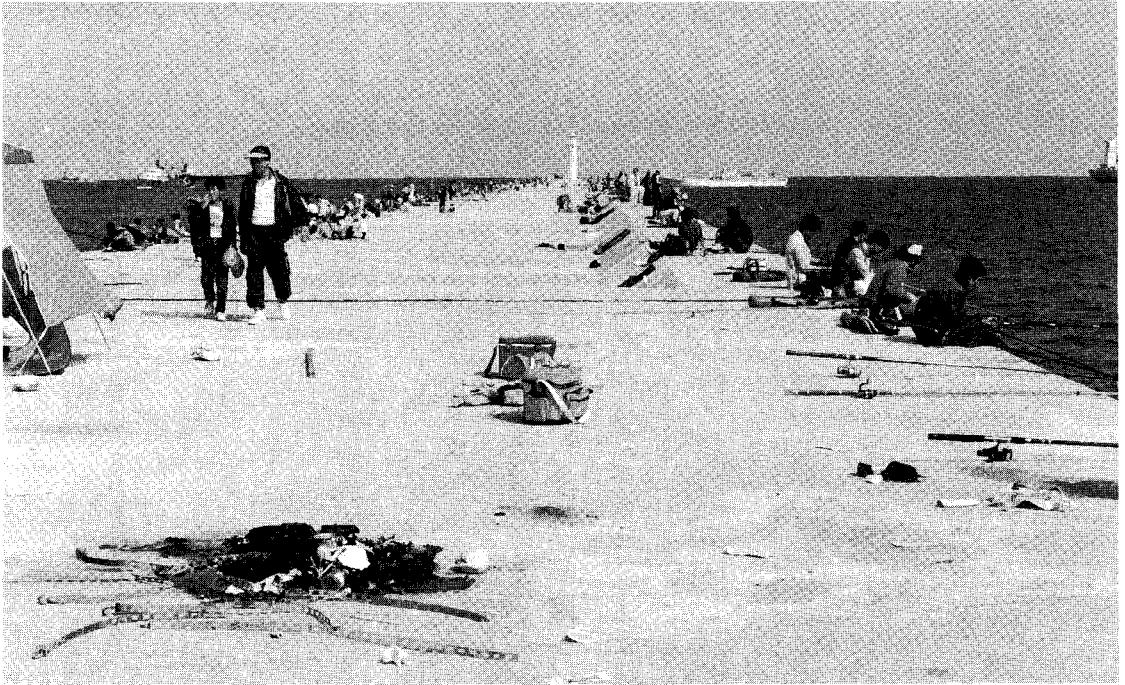


그림8 휴일의 방파제

물을 창조하여야 되겠다는 각오로 과업을 추진중에 있다. 따라서 일본의 와가야마 방파제는 좋은 선례가 될 수 있을 것이다.

다행히 우리는 이러한 선례를 보면서 계획할 수 있다는 이점은 있으나 워낙 악조건이기 때문에 신중을 기할 수 밖에 없다.

그러나 그간 검토한 결과 친수방파제는 구조적 측면에서는 충분히 해결할 수 있다는 신념을 갖게 되었으며 다만 안전관리상의 문제만 대두된 것이다.

즉 구조상의 문제는 계산을 토대로 수리모형실험을 거쳐 결정될 것이므로 크게 염려될

것은 없다고 본다.

다만 안전관리상의 문제는 지금까지 우리의 방파제에 대한 개념상의 문제가 크게 작용하고 있으며 어디까지나 방파제는 사람의 출입금지구역으로 인식되어 온 것이다.

그러나 실제로 우리나라 기존방파제의 실태를 살펴보면 그렇지 못한 것이 또한 사실이다. 즉 대부분의 방파제는 여름 한철의 휴식공간이며 낚시터로 이용되고 있는 것도 사실이다.

이와같이 비공식적인 접근은 오히려 이를 정정당당하게 공개하여 완전한 안전 시설을 갖게함으로써 유익하게 이용토록

하는 것이 바로 친수성방파제의 구상이 아닌가 싶다.

특히 부산의 인공섬방파제는 그 자체가 세계적인 명물이 될 수 있으며 태종대의 명승지와 송도해수욕장 또는 안남공원을 포함해서 빈약한 부산의 관광지개발에 크게 기대되고 있는 것이다.

특히 방파제상부를 이중덱 크를 하여 유사시의 대피역할을 기대한다면 설계파고가 큰 것도 나쁜 것만은 아닌 것 같다.

따라서 본용역은 현재 해양연구소의 2차원단면실험중에 있으므로 좋은 결과를 기대하면서 발전시켜 보고자 한다. ▲