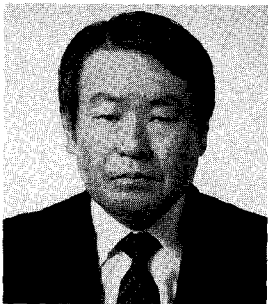


企·劃·特·輯

調査, 設計, 施工 網羅한

漁港技術 어

跳躍을 위한 現況 點檢



現況

겨우 新技術·新工法도입

港灣건설 작고 用役費도 적어
先進國수준보다20~30年뒤져

李 義 允<株 唯一綜合技術團 專務理事>

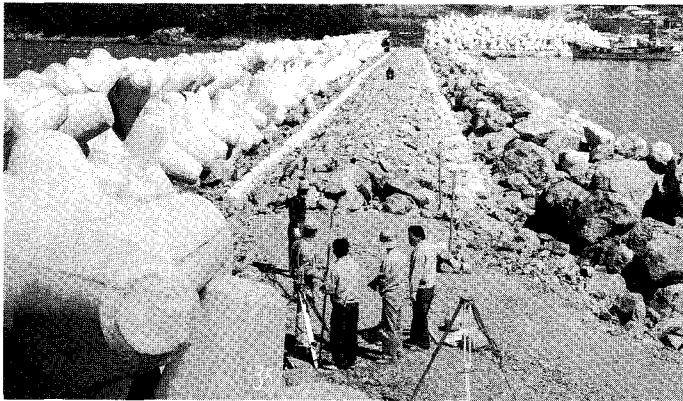
1. 머리말

어항건설 뿐 아니라 모든 건설기술은 조사, 설계(계획),

시공 세가지로 나누어 생각할 수 있다.

이 세가지 기술중 기술수준을 말하기 위한 것이 실제이론

디까지 왔나



2. 현황

2-1 기술발전 과정

2-1-1 재래식 방법에 의한 설계시대

방파제 단면은 경사사석제가 주이고 안벽이나 물양장 단면은 방파중력식이 대부분이었으며 잔교식이 한 두곳 시공중이었으나 실패를 하고 있었다.

시공 장비는 목고에서 二又船 기중기(30t用) 덤프트릭 바지등이 주이던 시절이 1945년부터 60년대 중반까지라고 볼 때, 이때 항만구조물 계획이나 설계에 이론적 근거가 된 참고서적은 주로 일본서적으로 廣井 勇 저 「築港 前後篇」, 君島 八郎 저 「河海工學」, 鈴木雅次 저 「港工學」, 米川實男 저 「港灣施設の 設計·計算例」, 模井 増次 저 「築港工學 前後篇」 등이다.

이들 참고서적의 각 이론중 파랑과 토압에 대하여 살펴보면, 파랑 추산은 단지 파고 주기를 풍속의 함수로서 구하였다. 예를들면 $h=v^2/100$ (廣井식 h =파고, v =풍속) $v=6.9S^*$ (White

이므로 해방 이후 현재까지의 기술발전 과정을 편의상 (1)재래식 방법에 의한 설계시대 (2)신기술 및 신공법 도입 시대 (3)자립 및 선도 시대로 나눌 수 있다.

여기서 (3)의 자립 및 선도 시대는 아직 도래하지 않았으나 우리나라 항만기술의 미래상을 그려 본 것이다. 이들 각 시대의 시공 설계를 논하고 그 시대의 외국(주로 일본)의 예와 우리나라 것을 비교하여 우리나라 항만기술 수준을 독자 스스로가 짐작할 수 있게 하였다.

문제점으로서는 기술향상적인 측면에서 볼때의 문제점을 ①항만기술의 특성 ②항만을 위한 교육문제 ③기술자 대우

문제 등에 대하여 평소 생각하는 바를 기술하였다.

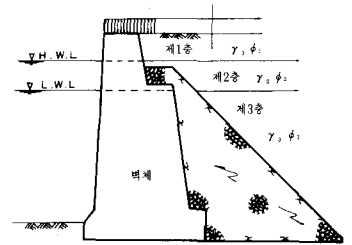
대책으로서는 항만기술 향상을 위해서는 이들 제도적 모순을 과감히 개혁하는 길밖에 없다는 것을 강조하였다.

〈표 2-1〉 뒷채움재의 수평층별에서의 단위중량과 息角度的의 인정수치표

상리 층별 상면	뒷채움재 토질의 보통토사				뒷채움재의 토질이 점토			
	粗石 있음		粗石 없음		粗石 있음		粗石 없음	
만조위 이 상	γ_1 1.6	ϕ_1 30°~40°	γ_1 1.6	ϕ_1 30°~35°	γ_1 1.6	ϕ_1 30°~40°	γ_1 1.6	ϕ_1 30°~35°
만조위에서 잔유수면	γ_2 2.0	ϕ_2 25°~35°	γ_2 2.0	ϕ_2 20°~25°	γ_2 2.0	ϕ_2 20°~30°	γ_2 2.0	ϕ_2 15°~20°
잔유수면 이 하	γ_3 1.0	ϕ_3 25°~35°	γ_3 1.0	ϕ_3 20°~25°	γ_3 1.0	ϕ_3 20°~30°	γ_3 1.0	ϕ_3 15°~20°

〈표 2-2〉 지반지지력

	장기응력에 대한 허용 응력도 (t/m ²)	단기응력에 대한 허용 응력도 (t/m ²)
암반 또는 토단반	100	장기응력에 대한 허용 지지력 각각의 경우에서 그 값의 2배로 한다.
砂利	30	
砂利와 砂의 혼합물	20	
경질점토	15	
사, 사질혼합점토 또는 로움	10	
연질점토	5	



식 v = 파속, S = 풍속), 또한 對岸 거리와 파고 관계식은 $h=1.5\sqrt{F}$ (stevenson식 h =파고, F =Fetch)로서 지금의 파랑과 비교할 때 너무나 간단하다.

파랑은 물론 바람으로 생기는 풍파가 대부분이고 풍파는 풍속, 취송시간, 취송시간의 함수이다. 파압은 직립벽에서는 지금도 사용하고 있는 廣井식 ($P=1.5 W.H$)을 사용하였으나 사석제인 경우 피복석의 중량을 계산하는 방법은 없었고 조석중량은 파고 2m이하 0.5t, 파고 2~3m 0.5~1.0t, 파고 3~4m 1.0~3.0t으로 사용하였다. 따라서 파랑 추산은 거의 하지 않았고 재래부터 해오던 단면을 그대로 답습하였다.

안벽이나 물양장 설계에서 토압은 Coulomb 공식과 Rankine 공식이 있었으나 계산이 간편하고 안전측이라는 생각에서 주로 Rankine식을 많이 사용하였다. 토압 계산에 필요한 뒷채움 재료에 대한 物性値는 조사자료가 없었기 때문에 〈표2-1〉의 값을 사용하였다. 지반의 지지력은 지질조사를 정식으로 하는 예는 더물고 지표면을 육

안으로 관찰하여 토질분류를 모래 자갈 연질토로 분류하였고 토질조사를 하여도 토질시험(역학시험)을 제대로 하지않고 간단한 분류로서 〈표2-2〉와 같은 표에 의하였다. 이로 인하여 구조물 시공 도중 사고도 자주 일어나 많은 기술자들이 고심하였다. 한편 공사비 적산의 기준이 되는 품셈이 없었기 때문에 주로 일본의 良本正勝 저 품셈책에 의존 설계적산을 하였다. 이 시대를 편의상 재래식 방법에 의한 설계시대라고 하였지만 무에서 유를 찾아낸 시기였다.

2-1-2 신기술 및 신공법 도입 시대

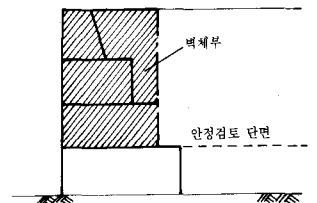
울산항, 진해항 건설에 이어 인천항 건설, 포항신항 건설, 부산항 컨테이너 부두 건설, 동해항 건설, 부산항 삼단계 건설까지가 형편상 외국 기술자가 참여했기 때문에 이 시기까지를 신기술 도입기로 본다. 이때 도입된 기술은 다음과 같다.

제1차 경제사회발전 5개년 계획이 시작됨으로써 많은 기술자가 해외 기술연수에 나섰

〈도 2-1〉 안벽뒷채움재수평층의 구분

고 항만 기술자도 이에 포함되어 해외기술 연수에서 해안공학 분야를 공부한 사람이 국립건설 연구소에서 수리 모형실험실을 운영하면서 건설 공무원 교육을 통하여 파랑에 대한 신이론을 교육과목으로 정하여 항만 기술자를 교육시켜 파랑에 대한 올바른 지식의 저변확대를 기하고, 일부는 바람자료에서 파랑을 추산하여 방파제 설계에 적용하였다.

이렇게 하여 본격적으로 파랑 관측을 시작한 것이 이 시기이다. 그러나 신기술 도입이 말과 같이 쉬운 것이 아니라 保守의 장벽이 너무나 두터웠



〈도2-2〉 수평 Level에서의 안정에 대한 벽체 정하는 방법

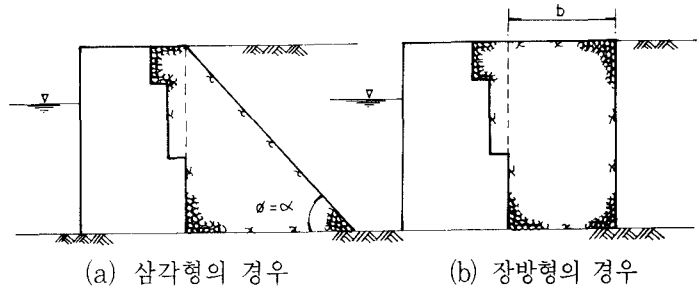
다. 신기술이 항만 전체에 적용되기는 필자가 66년도 일본에서 해안공학을 공부하여 진과한지 7년(1974년도)만에 북평항(현 동해항) 건설을 위한 對日차관 문제로 일본측의 파랑자료 요구에 의하여 제시한 것을 시작으로 전국적으로 확산되어 현재에 이르고 있다. 이때 파랑에 대하여 올바르게 적용된 사항은 다음과 같다.

- ① 파랑은 종래 인식하고 있었던 것과 같이 파고만을 말하는 것이 아니고 파향, 주기, 파고를 동시에 생각해야 한다.
- ② 파랑은 심해에서 발생하여 천해로 진행하면서 변형하며 그 수심에 따라 심해파와 천해파로 구분된다.
- ③ 파의 변형에는 굴절, 회절, 천수변형 및 쇄파가 있다.

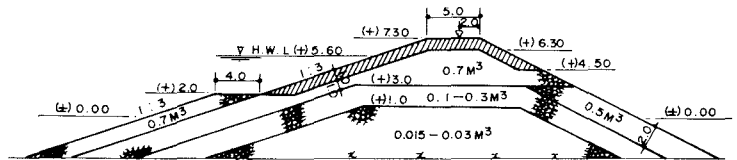
④ 설계파의 결정은 현지 파랑 관측치가 없을 경우 바람 자료에 의한 각각의 추산법에 의하여 추산한다.

한편 파압은 直壁에 대하여 사용해 온 廣井식 대신 畝田식이 발표되어 북평항 방파제 설계부터 이 식을 사용하였고 피복석의 중량계산은 Hudson 공

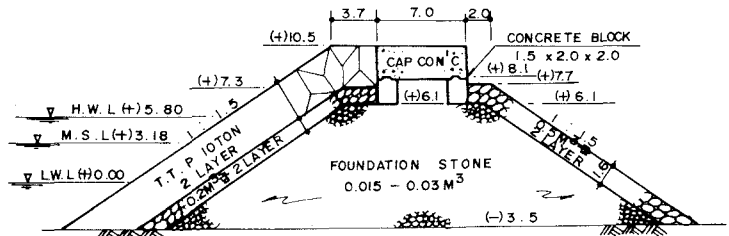
식을 사용하게 되었다. 중력식 안벽이나 물양장 단면에서 수평 Level에서의 안정에 대한 벽체를 정하는 방법(도 2-2 참조) 특히 종래의 설계에서는 벽체 최하단 block을 두 개로 하는 것이 예사였는데 외국의 예에서 <도 2-3>과 같이 일부 벽체중량이 제외되는



<도 2-5> 뒷채움 효과가 있는 형상

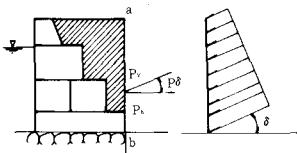


(a) 재래방법에 의한 설계단면(S=1:500)



(b) 신방법에 의한 설계단면(S=1:500)

<도 2-3> 일부벽체중량을 제외하는 예



<도 2-4> 벽체후면을 지나는 연직 토압

<도 2-6> 외연도항 방파제 단면 신·구설계법 비교

것을 알아 이를 공무원 교육을 통하여 주지시킴으로써 시정되었다. 이런 것들이 모두 이 시기에 도입된 신기술이었다. 이와 함께 토압계산도 Coulomb 공식을 사용하면 벽체후면을 지나는 연직면에 벽면마찰각 δ Sin만큼 토압 연직분력이 <도 2-4>와 같이 작용하게 되므로 벽체가 이 양만큼 줄어들고 결국 경제적인 단면으로 되는데 이 설계법도 이 시기에 도입되었다. 또한 토압계산시 토질의 물성도 <표 2-1>과 같이 층별로 다르게 적용하던 것을 뒷채움을 <도 2-5>와 같은 모양으로 뒷채움사석을 투입하면 내부 마찰각을 $\phi=40^\circ$ 로 할 수 있기 때문에 토압이 많이 감소되었다.

재래식 방법으로 설계한 방

파제 물양장 및 안벽 단면과 신기술로 설계한 단면을 비교한 것이 <도 2-6> <2-7>과 같은 외연도향 방파제, 거문도향 물양장, 진해항 안벽등이다.

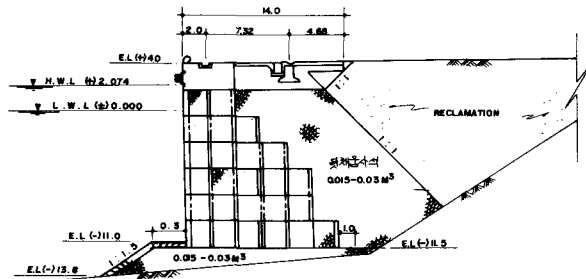
잔교식 계선안 설계외력중 선박의 충격력은 <표 2-3>과 같이 선박의 크기에 따라 방충재 1개소당의 충격력으로 설계하였다. 당시까지는 아직 고무 방충재가 일반화 되지 않은 상태에서 고무 방충재를 사용하였으므로 선박의 운동에너지 계산 ($E=MV^2/2g$)에서의 M(선박의 예상중량)의 값이나 방충재가 변형하여 선박의 운동에너지를 어느정도 흡수하고, 잔교에 전달되는 충격력은 어느 정도인지 알 길이 없었다. 이후 고무 방충재를 바르게 설계

하게된 것은 1970년대 초였다.

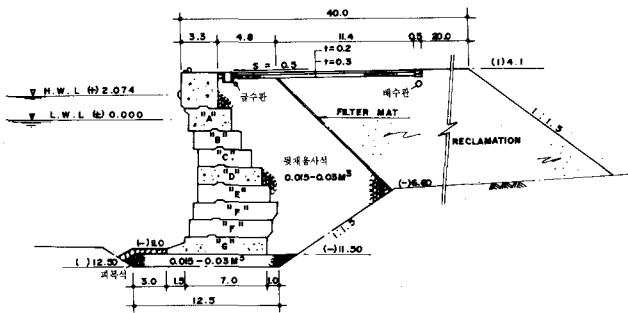
항만조사에서 종래부터 해은 것은 수심측량, 조위 관측, 지질조사였는데 60년대 후반부터 수심측량은 음향측심기로서 측량을 하게 되었고, 새로운 것은 파랑관측을 하게된 점이였다. 표사 이동조사도 단기적으로 실시하기 보다는 효과적으로 하기 위하여 측면향 매물방지 대책수립을 5년간에 걸쳐 底質 저질 流洗등을 동시에 조사하여 파랑의 계절별 변화에 따른 표사 이동 기구를 알려고 노력하여 어느 정도 최신 해안공학 이론에 맞도록 조사를 하게 되었다. 지질조사는 Boring과 같이 지층탐사를 하여 지반에 대한 정보를 면적으로 파악하게 되었다.

시공면에 있어서는 2000t吊 설악호가 1대 있고, 150t吊이상의 기중선이 15척이상 있다. pump 준설선은 장족의 발전을 하여 1200@급이상이 5척이 있고 쇄암선등 종래에 비하여 많은 발전을 하였다.

어항과 직접적인 관계는 없지만 항만기술 수준을 논할때 항만시설 규모를 생각하지 않을 수 없다. 현재 우리나라에는 250,000D/W급 접안부두가 있고 방파제는 건설위치가 외해로 나감에 따라 수심이 깊어지고 파도가 커지므로 경사제 보다 직립혼성제가 유리하기 때문에 케이슨식 혼성제가 최근 들어 건설되는 반면 어항에서는 케이슨 제작장 때문에 대수심에서도 경사제로 하고있다.



(a) 재래방법에 의한 단면 S=1:500



(b) 신방법에 의한 단면

<도 2-7> 진해항 20,000 D/W 안벽 신규 방법에 의한 단면비교

〈표 2-3〉 선박의 총격력

선박의총ton수	방현재 1개소 당 총격력	선박의총ton수	방현재 1개소 당 총격력
100 t	10 t	8,000 t	120 t
300	20	10,000	150
500	30	20,000	200
1,000	40	30,000	240
3,000	60	40,000	270
5,000	90	50,000	290

파고가 크기 때문에 TTP 증량은 현재 63t급을 사용하고 있는 곳도 있다. (위미, 모슬포항)

2-1-3. 자립 및 선도시대

기술의 진보는 사회적 요청에 의하여 크게 발전한다는 것을 앞의 장에서 알 수 있었다. 현재 우리나라의 항만 기술은 자립의 시대이고 앞으로는 선도의 시대가 도래할 것이다. 이때는 사회적 요청에 의하여 기술이 발전될 뿐 아니라 기술의 진보는 사회의 변혁을 가져올 것이다. 과거의 항만기술의 진보는 고도성장기의 산업경제의 요청에 의하여 촉진되었다.

항만기술 분야에 대한 오늘날의 요청은 생력화, 항만주변 환경 보전의 요구도 증대될 것이다.

세계의 인구는 금후 반세기 동안은 증가할 것이고 인구증가와 경제성장이 계속되면 에너지원, 식량등의 수요가 확대될 것이다.

한편 지구의 온난화가 계속되면 해면상승이 일어난다는 설이 있다. 만일 해면이 상승하면(이러한 현상은 이미 시작되고 있다) 해안 방재 대책은

현재보다 더 심각해진다.

반면에 어떤 신 기술도 갑자기 나타나는 것은 아니다. 인공위성이나 우주선 등도 최근 20~30년 전부터 꿈 같은 기술이 이루어진 것이다.

어항에서 요청되는 기술은 선도적 기술보다는 어민의 경제적 소득증대를 위하여 다음의 사항이 포함되어야 한다.

- (1) 어항법에 정해진 어항시설
- (2) 관광, 휴식공간 창출 시설
- (3) 연안화물 수송시설

3. 문제점에 대한 고찰

3-1 문제점

앞에서 기술한 바와 같이 어항이나 항만건설의 기술이 경제성장과 더불어 많은 발전을 한 것은 사실이나 선진국 기술 수준에 비하면 20~30년은 뒤져있다. 선진국에서 60~70년대에 하던 조사, 설계, 시공을 하고 있는 것이다.

이와 같이 기술발전이 잘 되지않는 이유에 대하여 여러 사람들의 의견을 종합해보면 다음과 같다.

- (1) 기술용역비 규모가 적다.

- (2) 항만건설 투자가 적다.
- (3) 신기술 도입이 소극적이다.
- (4) 전문인력 양성이 어렵다.

3-2 문제의 분석과 해결책

신기술 도입 개발은 모두 시간과 자금이 많이 소요되는 것으로 민간인이 해야할 분야도 있지만 대부분 정부에서 정책적으로 해결해야 할 문제이므로 문제의 분석과 해결책을 다음과 같이 생각해 본다.

첫째, 기술용역비 규모가 적다는 것은 용역비 책정을 합리적이고 체계적으로 시행하여 해결해야 할 것이다. 예를 들면 정부에서 집행하는 사업중에서 큰 사업에는 충분한 용역비를 배정하면서 같은 정부 사업인데도 소규모 어항 설계 용역비는 용역비 효율을 무시함으로써 합리적이지 못하다는 것이다.

즉, 큰 사업은 사전 조사비를 충분히 배정하면서도 소규모 사업에는 그렇지 않다는 것이다. 따라서 합리적이고 체계적인 예산집행이 필요하다.

둘째, 항만건설 투자가 적다는 것은 신공법으로 설계나 시공을 하고저 해도 공사규모가 적으므로 장비도입이 어렵다는 것이다. 따라서 신장비 신공법이 도입되면 계속 될 수 있는 사업이 시행되어야 할 것이다.

셋째, 신기술 도입이 소극적이란 것은 민간분야는 항만건설 규모가 커지면 커질수록 유리한 방향으로 흐르므로 신기술 도입이 용이하나, 정부측

실무자는 위험부담으로 인하여 적극적으로 행하지 못한다는 점이다.

이것을 개선하기 위해서는 관련 법규를 수정해야 한다.

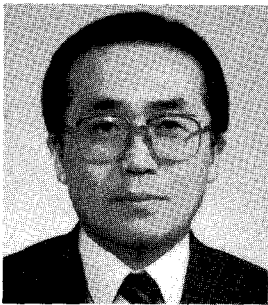
넷째, 전문 인력 양성이 어렵다는 것은 항만기술의 기본적인 교육이 학교에서 이루어져야 한다. 그러나 각 대학에서 현재 항만 공학을 선택과목으로 하여 4년간 26시간~52시간을 교육하고 있는데, 이런 정도의 시간으로는 항만에 관

한 전문 용어도 올바르게 이해하지 못한다.

다음은 참고 서적인데 현재 시중에 유통되고 있는 항만공학 참고서는 5~6종이 있으나 상당히 오래된 것들이다. 현재 전국적으로 항만 기술자 수를 살펴보면 관청에 400~500명, 용역사 500명, 시공업계 1000~2000명 정도로 총3000여명 정도로서 이중 책을 쓸 사람과 책을 필요로 하는 사람은 몇명 되지 않고 있다. 결국 책의 수

요가 적기 때문에 참고서적이나 나오지 않고 있는 실정으로 필자도 원고는 서너권 써 두었으나 출판을 하지 못하고 있다.

끝으로 신기술 도입에서 가장 중요한 것 중의 하나인 해외기술 연수부분인데 단기간 또는 장기간 많은 사람이 해외견학 연수를 하여 하루 빨리 우리나라 기술수준을 외국선진 수준으로 향상시키는데 필요한 여론의 저변확대와 공감대가 형성되어야 할 것이다. ㉔



外國의例

新型消波構造物 등 活潑

基本技術에 社會的 要請·副應

老朽化 對應策 연구도 한 課程

安 熙 道 <韓國海洋研究所 海洋工學研究室長>

1. 일본의 수산업 개요

본고에서는 선진외국중에서 일본국에 국한시켜 최근의 어항건설과 관련된 기술현황에 대해 살펴보기로 한다. 우선 일본에서의 수산업에 대해 개략적으로 살펴본 후, 이와 관련된 일본의 어항계획과 어항의 정비기술 및 건설기술에 대

해 약술하고자 한다.

제2차 세계대전 이후 일본의 어업생산량은 어선의 대형화·동력화 및 어군탐지기·합성섬유의 어망 등 새로운 어업용 장비의 개발에 힘입어 증가추세에 있다. 1972년에 1,000만톤의 어업생산량이 1987년에는 1,200만톤으로 증가, 현재까지 매년 1,200만톤상당의 규모를 유지하