

漁港의 靜穩度 向上과 水質改善을 위한 基礎的 研究*

柳青魯 · 金鍾華 · 朴鍾和

釜山水產大學校

(1990년 11월 20일 접수)

A Fundamental Study on the Improvement of Harbour Tranquility and Water Quality of Fishing Port*

Cheong-Ro RYU, Jong-Hwa KIM and Jong-Hwa PARK

National Fisheries University of Pusan

(Received November 20, 1990)

The purpose of this research is to develop the design/control method that can be used for the improvement of harbour tranquility and water quality of fishing ports.

For this end, firstly, the hydraulic environmental characteristics of fishing ports in the coastal waters of the Korean Peninsula are analysed and discussed combined with disasters of facilities and vessels in the ports. Secondly, the problems of water quality control is pointed out considered with the improvement measures of harbour tranquility such as the methods of lengthen of main breakwaters and construction of wave absorbing structures. Finally, the control characteristics of composite functions of water quality and tranquility of fishing port are discussed and the improved control method is proposed using the experimental results for the various measures. The proposed measure is proved to be a applicable method to improve these two main functions on the design of fishing port.

序 論

漁港의 建設과 整備는 水産業 發展을 위한 基本課題라 할 수 있다. 최근 이 漁港施設 및 漁船의 颱風에 의한 被害나 基本施設의 無計劃한 건설로 인한 港灣機能의 악화에 대한 보고가 날로 증가하는 것은 漁港의 計劃 및 設計時 철저히 고려되어야 할 港內 水理特性이 소홀히 다루어져 왔기 때문이라 할 수 있다. 또한 이 漁港은 生물을 취급하는 경우가 대부분이므로 일반 港灣보다도 水質環境의 保全에 대한 요구가 크다는 特징을 가지고 있다.

이러한 문제를 종합하여 생각하면, 漁港의 機能을 極大化하기 위해서는 漁船 및 漁港施設 安全을 위한

港內波高分布 및 水質環境의 개선을 위한 海水交換制 御工法의 개발과 적용이 필요할 것이다.

그러나 이러한 분야의 연구결과를 찾아보기 어려운 실정이며, 특히 우리나라의 경우 이러한 漁港이 가지는 기본적인 문제에 대한 調査—研究—檢討 結果도 찾아보기 어렵다. 施設의 安定性 위주의 設計概念에서 綜合的機能 極大化 設計概念으로의 탈피 노력이 이루어지고 있지 않다.

본 연구에서는 우리나라 漁港의 水理學的 특성과 颱風 등에 의한 漁船·漁港施設의 被害實態의 분석을 통해 현재까지의 漁港設計·建設이 가지는 문제점을 도출하고 港內波高分布의 制御를 통한 災害防止와 港內外의 水面差 등 港內外 水理特性을 이용한 海水交

* 이 논문은 1988년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

換의 制御技術을 개발함으로써 漁港機能의 極大化를 위한 새로운 漁港建設 基本計劃樹立의 기초자료를 마련하고자 한다. 특히 波浪의 制御와 그 에너지를 이용한 海水交換技術의 발전에 초점을 맞추고자 한다.

資料 및 方法

1. 海域環境과 災害特性

우리나라 漁港의 海域環境 및 水理學的 條件을 파악하기 위하여 지형적인 제반특성과 長週期的인 水面의 변화 및 波浪環境 등 물리적인 外的環境特性을 조사·해석하였다.

地形特性을 정량적으로 해석하기 위하여 地形形狀을 표현하는 인자 Ω 를 다음과 같이 정의하여 漁港이 위치하는 海灣의 굴곡정도를 해석하였다.

$$\Omega = \frac{X}{Y} \quad (1)$$

단, Y : 어항주변 海안의 灣口幅

X : 어항주변 海灣의 길이

水面의 변화를 대표한다 할 수 있는 100년 頻度の 水位 및 波浪과 바람특성에 대해서는 한반도 주변해역의 潮位觀測資料(교통부 수로국: 1978, 1983) 및 波浪觀測資料(해운항만청: 1980, 1984, 1988)와 異常氣象資料(중앙기상대, 1984)를 이용한 파랑추산자료(박, 1988)를 사용하여 極值資料의 非超過 確率分布를 Gumbel分布(1985)로 부터 계산하고, 다음식과 같은 관계로 부터 임의의 非超過 確率을 가지는 變量的 再現週期를 계산하였다(류·박, 1988).

$$\frac{T}{r} = \frac{1}{1 - P(H \leq X_m, N)} \quad (2)$$

단, T : 재현주기(단위, 년)

r : 자료간의 평균시간간격(단위, 년)

$P(H \leq X_m, N)$: N 개의 자료중 크기가 m 번째인 자료에 대한 비초과 확률

또한 항내의 수리적 특성과 항내외의 주된 재해발생 및 어항이용상의 문제점 등을 관련지워 작성한 30여개의 주·객관식 문항으로 이루어진 설문조사를 Fig. 1에 표기한 第1種, 第3種 漁港을 대상으로 실시하였다. 이 설문조사결과를 水理特性, 災害特性, 漁港利用上의 문제를 연계시킨 간단한 통계처리를 거쳐 해석하였다.

2. 港內波高分布의 計算方法

港內波高分布의 계산방법은 여러가지가 개발되어 있으나 여기서는 不規則波 및 反射波의 고려가 용이한 高山(1981)의 계산법을 사용하였다. 이 방법은 Sommerfeld의 回折波에 대한 해석해에 반사율 K_r 을 곱하여 自然海岸 및 消波堤가 설치된 경우의 回折波를 구할 수 있도록 고려한 것이다.

한편, 不規則波의 회절계수 K_d 는 다음식과 같이 정의하였다.

$$K_d = \frac{(H_d)_{1/3}}{(H_i)_{1/3}} = \sqrt{\frac{\sum_n S_d(f_n) \delta f_n / \sum_{n,m} S(f_n \alpha_m) \delta f_n \delta \alpha_m}{\sum_n S_d(f_n) \delta f_n}} \quad (3)$$

여기서,

$(H_d)_{1/3}$: 계산점(i, j) 또는 항내 x, y 지점에서의 回折波의 有義波高

$(H_i)_{1/3}$: 入射波의 有義波高

$S_d(f_n)$: 港內 x, y 지점에서의 回折波의 周波數 스펙트럼

f_n : n 번째 주파수 분할구역내의 中心周波數

δf_n : n 번째 주파수 분할구간의 폭

$\delta \alpha_m$: m 번째 방향분할구간의 폭

$S(f_n \alpha_m)$: 파랑의 방향스펙트럼

식(3)에서 방향스펙트럼의 方向函數로서 光易(1974)가 제안한 다음식을 사용하고, 入射波의 周波數 스펙트럼은 Bretschneider형(1959)을 사용하였다.

$$G(f, \alpha) = \frac{1}{\pi} 2^{2s-1} \frac{\Gamma^2(S+1)}{\Gamma(2S+1)} \cos^{2s} \frac{\alpha}{2} \quad (4)$$

$$S = \begin{cases} S_{max}(f/f_p)^{-2.5}; & f > f_p \\ S_{max}(f/f_p)^5 & ; f \leq f_p \end{cases} \quad (5)$$

$$S_{max} = 11.5 (2\pi f_p U_{10}/g)^{-2.5} \quad (6)$$

여기서,

$\Gamma(S)$: Gamma 함수

S : 波浪의 方向集中度 因子

f_p : peak 주파수($f_p = 1/1.05 T_{1/3}$)

U_{10} : 海面上 10m에서의 風速

그런데 港內的 波高分布는 식(3)과 같은 港口로 부터의 回折波, 港內反射波, 岸壁 등에 의한 再回折波를 고려한 合成波로서 계산하여야 한다. 이 合成波의 有義波高 $H_{1/3}$ 은 에너지의 합으로 표현하여 다음 식

으로 부터 구하였다.

$$H_{1/3} = \sqrt{\sum_{n=1}^N H_n^2} \quad (7)$$

여기서는 입사파에 대한 波高比 K_d 로 나타내기 위하여 다음과 같이 계산하였다.

$$K_d = \sqrt{\sum_{n=1}^N H_n^2 / H_i} \quad (8)$$

여기서 N은 港口入射波, 岸壁에 의한 反射波, 再回折波 등 成分波群의 수이다.

3. 港内の 海水交換率(E)

항내의 해수교환율은 다음식과 같은 방법으로 산정할 수 있다.

$$E = \frac{\int_0^T \int_{i=1}^N (h_i (V_i S_i - V'_i S'_i)) didt}{\int_0^T \int_{i=1}^N (h_i v_i s_i) didt} \quad (9)$$

여기서,

V_i, V'_i : 港內로의 流入流速, 流出流速

S_i, S'_i : 港內로의 流入鹽分, 流出鹽分

h : 수심

i : 유입 및 유출의 형태별 성분(항구를 통한 유출입, 통수구를 통한 유출입 등)

윗식을 기초로 港口를 통한 海水交換은 連續條件을 생각하면 다음식과 같이 나타낼 수 있는 港口部의 平均流速(U_{ent})을 사용하여 계산할 수 있다.

$$U_{ent} = \frac{-LBW a \sin \omega t}{W(h+a \cos \omega t)} \quad (10)$$

여기서,

L : 항의 길이, a : 조석 등의 진폭

B : 항의 너비, ω : 조석과 등의 주파수

W : 항구의 폭, h : 수심

한편 人工的인 通水口를 통한 海水交換은 다음의 通水口內 유속 계산식을 이용하여 식(9)에 대입하여 고려할 수 있다.

$$V = PC \sqrt{2g\Delta\eta} \quad (11)$$

또는, $V \ll \sqrt{2g\Delta\eta}$ 일 경우;

$$V = \int ig dt = \frac{g\alpha H}{2l} \int \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) dt \\ = \frac{g\alpha H}{2l} \frac{T}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) + C \quad (12)$$

여기서,

P : 통수구의 공극율,

H : 장주기 파고 ($\Delta\eta = \alpha H/2$),

C : 유량계수,

l : 통수구의 길이,

T : 장주기와 주기

4. 水理模型實驗

後述한 Fig. 3의 어항 B, C를 주 모델항으로 선정하여 현재 상태와 海水交換促進工法의 채용에 따른 海水交換의 효율성을 확인하기 위하여 水理模型實驗을 실시하였다.

공법별 실험조건은 Table 1과 같다. 실험은 潮汐만에 의한 海水交換率과 파랑의 에너지를 이용한 海水交換促進工法을 채택함에 따른 交換率의 차이를 측정하기 위한 것으로 8mL×2mB×60cmH의 造波 및 潮流發生裝置가 부착된 소형 室內水槽를 사용하여 실시하였다.

Table 1. Experimental conditions

Model Port	Environmental Conditions			Measures to Improve Water Exchange		
	TR	H	T	EG or PS	SB	RP
B	20cm	0.5~5m	5~10sec	$\phi = 3m \times n$ ($n=1, 2, 3$) $l = 30m$	$l = 200m$ $h' = 1 \sim 3m$	$l = 30 \sim 50m$ $\theta = 1 : 2$
C	23cm	0.5~5m	5~10sec	$\phi = 3m \times n$ ($n=1, 2, 3$) $l = 30m$	$l = 100m$ $h' = 1 \sim 3m$	$l = 30 \sim 50m$ $\theta = 1 : 2$

TR : Tidal range H : Wave height T : Wave period EG : Exchange gate PS : Permeable structure
SB : Submersible breakwater RP : Using run-up ϕ : Diameter of gate l : Length of structure
h' : Depth of SB Crest θ : Slope

結果 및 考察

1. 韓國漁港의 水理學的 特性과 災害

1.1. 海域環境의 特性

海域環境의 解析結果를 요약하여 나타낸 것이 Fig.

1, Fig.2이다. 이들 그림으로 부터 우리나라 沿岸 漁港의 海域에 따른 수리학적 특성은 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 해면의 變化幅(tidal range)이 서해안은 매우 크고(8~9m), 남해안 동해안으로 갈수록 점점 감소하여 동해안 중·북부의 경우 20~30cm에 불과하다. 이

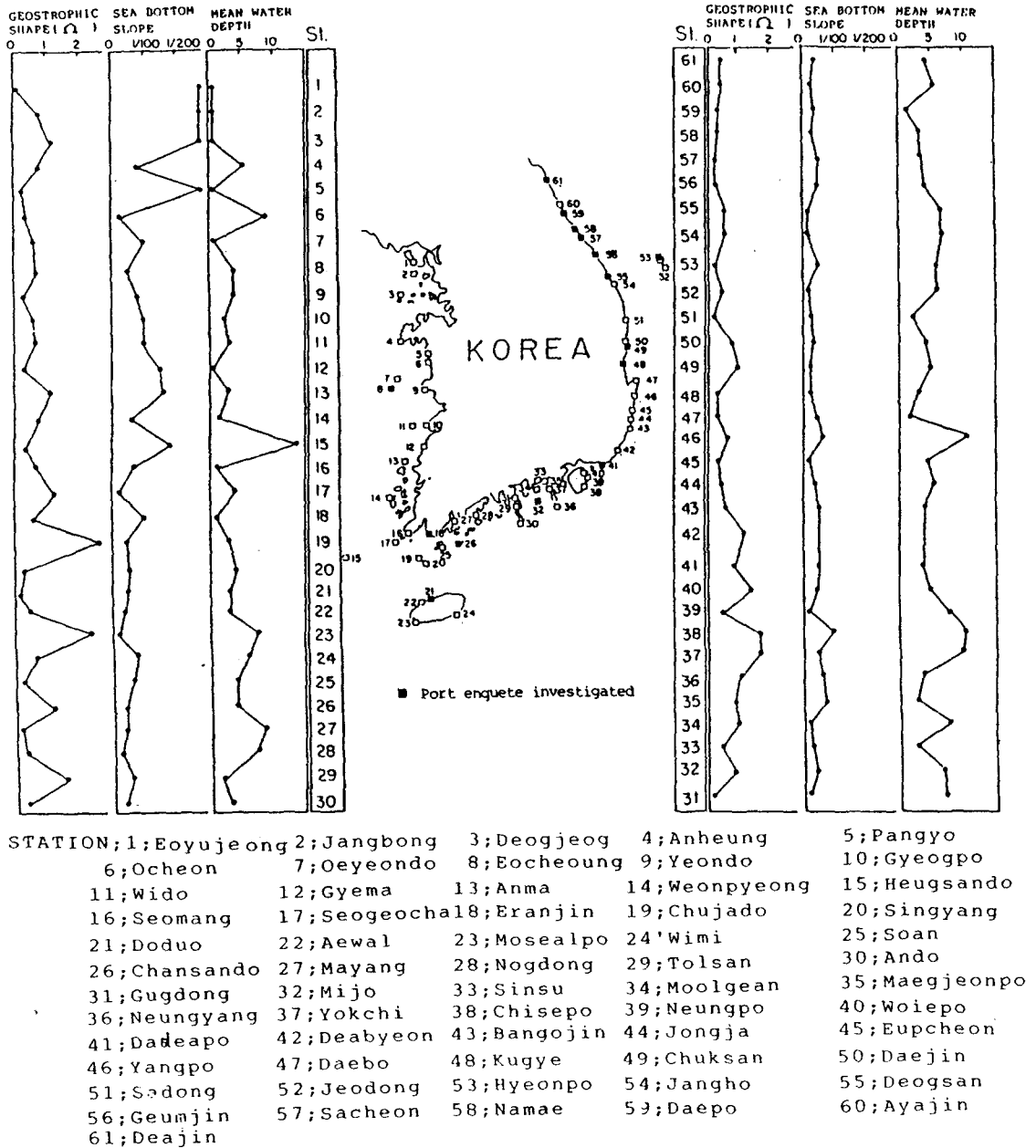


Fig.1. Geostrophic shape parameters of fishing ports in Korea.

는 서해안의 漁港은 潮流에 의한 港内の 海水交換이 활발하여 소규모 漁港등의 海水交換이 큰 문제가 되지 않음을 의미한다. 그러나, 동해·중·북부의 어항에 있어서는 潮流에 의한 海水交換을 기대하기 어려운 형편이다. 이것은 동해 북부 漁港의 水質汚染度가 한국의 어항 중 가장 높다는 보고들과 일치되는 것이다.

(2) 海域에 따른 設計波浪 및 최대풍속은 큰 차이가 없으나 동해안의 漁港에서 다소 큰 값을 가지는 것으로 나타났다.

(3) 漁港의 평균수심은 동해쪽에서 깊고, 海底傾斜도 동해안의 어항이 急傾斜로 나타났으며, 地形因子

Ω의 값은 동해북부에서 거의 直線 海岸에 어항이 위치함을 알 수 있어 동해안은 外海의 파랑에 노출되어 있는 경우가 대부분임을 알 수 있다.

1.2. 港内水理 및 漁港災害의 特性

港内の 근본적인 수리특성도 전술한 漁港周邊海域의 環境條件에 의해 근원적인 영향을 받게됨으로 港内外의 災害特性 등과 관련지워 특히 중요하다. 이러한 水理特性과 과거의 災害記錄(수산청, 1983, 1986) 및 漁港 이용상의 문제점에 대한 설문조사 결과를 종합하면 어항의 災害는 국소적인 수리특성과 밀접한 관계를 가지게 되며, 특히 荒天時 항 내외의 波高分布, 高潮 등에 의한 水面의 上昇 및 항내의 대규모 소

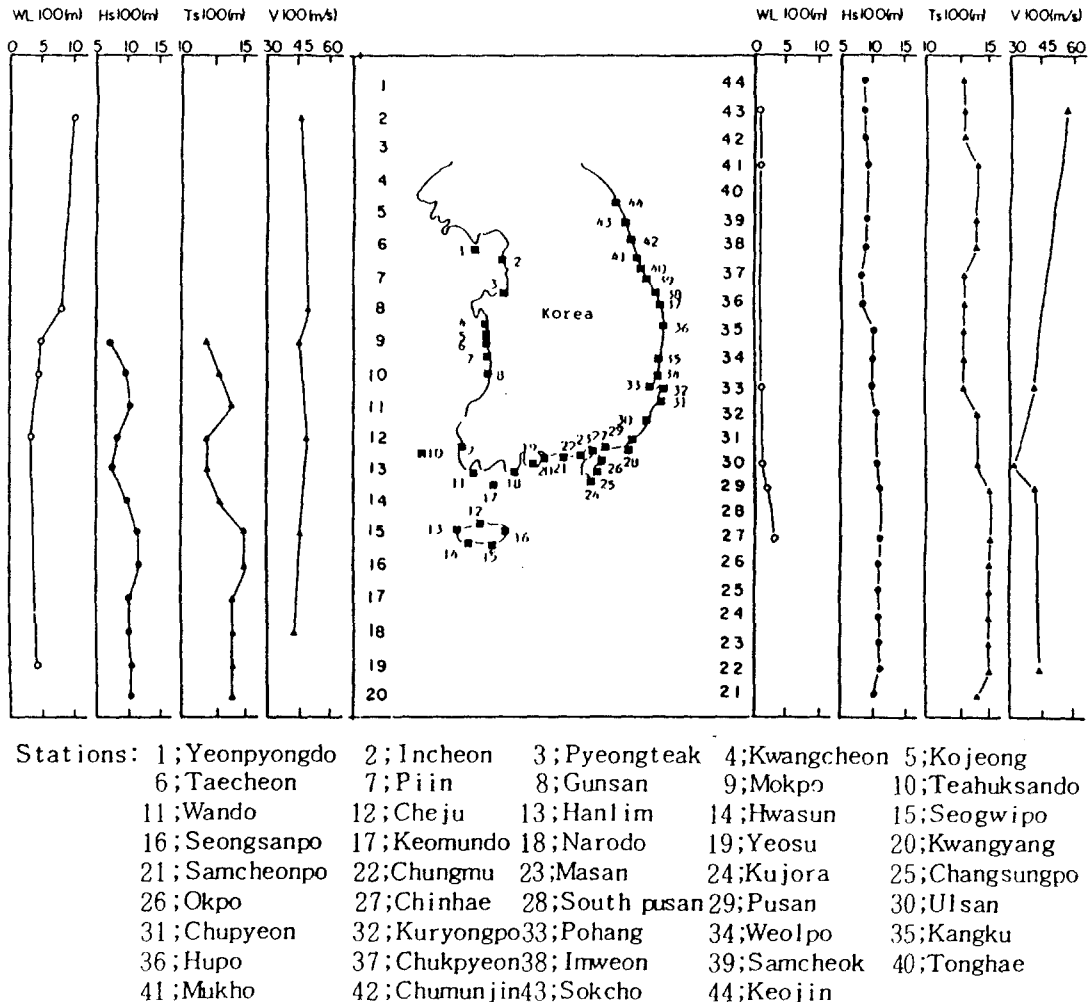


Fig.2. An example of environmental forces chart of coastal waters around Korea.

용돌이, 越波 등에 의해 좌우된다 할 수 있다.

조사결과 중 중요한 내용을 요약하면 Table 2와 같다. 이 표에서 漁港施設物 중 繫留岸壁은 92%, 防波堤는 77%, 物揚場은 25%, 護岸은 33%의 漁港에서 재해를 경험한 것으로 나타났다. 한편, 어선의 재해 원인별 조사결과는 防波堤 등 기본시설상의 문제가 50%, 船舶의 繫留 잘못이 3%, 老朽船舶 등 선박의 자체 결함이 20% 정도로 나타났으며, 직접적인 선박의 파괴원인으로는 피항중인 선박 상호간의 충돌에

의한 파괴(32%), 越波에 의한 파괴(25%), 港內波浪에 의한 파괴(28%), 기타의 순으로 지적되고 있다.

漁港施設物 건설후 周邊海域의 地形變化 및 항내의 水深變化를 지적하는가 하면, 항내 어선의 재해와 항내의 장소에 따른 波浪環境의 악화 등 Table 2와 같은 여러가지 수리적 특성과 재해특성에 대한 문제점을 제기하고 있다. 이러한 어선재해는 계속되는 어항의 건설과 재개발에도 불구하고 계속증가되는 경향으

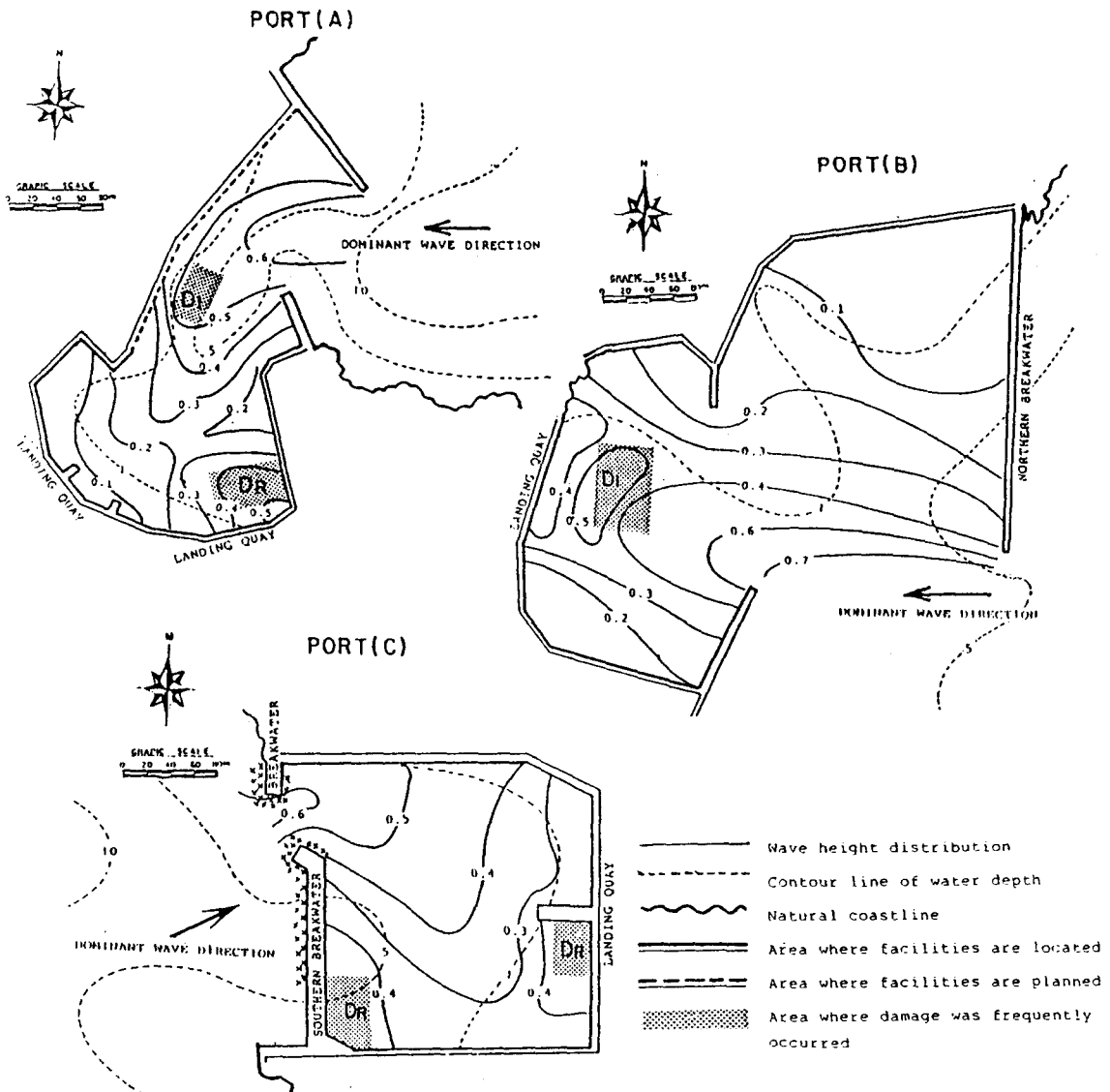


Fig.3. The relation between damage of vessels and distribution of wave height in the fishing ports.

Table 2. The results of enquate investigation for the hydraulic problems and disasters of fishing ports in Korea

Port name	Quay		Breakwater		Unloading Quay		Sea Wall		Market Hall		Landing Wharf		Q3	Q4		Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
	CF	D	CF	D	CF	D	CF	D	CF	D	CF	D		A1	A2							A3	A4
Deajin	○		○		○	○	○		○		○		○		○		○		○		○		
Deapo	○		○	○	○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Namea	○	○	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Sacheon	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Geumjin	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Deogsan	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Chuksan	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Gugye	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Hyeonpo	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Dadeapo	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Mijo	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Chunsando	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Aoranjin	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Eocheoungdo	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Dodoodong	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Dongsan	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Hosan	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Chogog	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Guryongpo	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Seungsan	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Yeunpyeogdo	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Jookdo	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
Total	14	13	22	17	16	4	9	3	12	3	5	12	14	6	4	10	12	11	21	18	5	8	4

Q2 : Do you have some experiences that go to another port to refuge from typhoon or storms ?

Q3 : Do you have some experiences of landing vessels to refuge from typhoon or storms?

Q4 : What is the cause of shipwreck ?

A1 : Error of mooring method

A2 : Decreptitude vessel

A3 : Problem of facilities, i.e. breakwater

A4 : Mutual collision between vessels

Q5 : After construction of port facilities, is there any environmental change around the port ?

Q6 : Can you see the over topping phenomenon ?

Q7 : Is there a water level of higher than H, H, W, L when storm or Typhoon is attacked ?

Q8 : Is there a especially higher wave field ?

Q9 : Is there a large vortex or circulation in the Port?

Q10 : Is there a special place where large damage of vessels or other facilities are frequently occurred ?

CF : Constructed facilities

D : Damage facilities

로 나타나고 있어서(과학기술원, 1986-1988) 시설물의 건설에 따른 항내수리특성의 변화 등에 대한 면밀한 검토의 필요성을 강조할 수 있다.

Fig. 3은 이러한 문제를 검토하기 위하여 주요 어항을 선정하여(A:축산항, B:대진항, C:구룡포항) 漁船災害 상승 발생해역과 항내파고 분포의 계산결과를 비교하여 나타낸 것이다. 파고분포의 계산은 港口入射波로서 각 항의 설계파를 대상으로 하여 波浪의主方向에 대한 方向集中因子 $S_{max}=25$ 정도로 고려하였다(Goda, 1986).

Fig. 3으로 부터 각 항의 災害原因은 항내의 파고분포와 밀접한 관계가 있음을 쉽게 알 수 있다. 이들을 각 항에 대해 요인별로 나누어 고찰하면, A항의 경우 D_L 지역은 항구를 통한 입사파의 직접적인 작용, D_R 지역은 D_L 지역의 해안에서 일차적으로 반사된 파랑과 D_R 지역 안벽으로 부터의 再反射波浪에 의한 재해로 생각할 수 있다. 이와같이 B항의 D_L 지역은 入射波와 일부 反射波에 의한 것이고, C항의 D_R 지역은 각각 북쪽 안벽을 통한 반사파의 복잡한 항내 2차 반사파의 영향에 의한 재해로 분석 할 수 있다.

다시 A항의 경우를 보면, D_L 지역 배후가 현재는 自然海岸으로 되어 있으나, 장차 物揚場 등의 안벽을 건설할 것으로 계획되어 있다. 이는 특별한 고려가 없는 한 이 지역에서의 波浪反射率을 높히게 되어 D_L 및 D_R 지역의 재해 증가는 물론이고 2차-3차적인 다른 해역의 재해를 새로운 유발시킬 가능성이 있어서, 어항의 整備 및 開發時 고려해야 할 중요한 문제로 이 반사파의 제어 문제를 지적할 수 있다.

2. 防波堤 및 岸壁施設에 의한 靜穩度 및 水質環境의 變化

종래의 전통적인 港內靜穩度 향상책으로는 방파제를 연장하여 항내 유입파랑을 근원적으로 차단하는 방법과 항내에서 유입된 에너지를 흡수할 수 있는 영역을 확보하는 방법으로 대별할 수 있다. 전술한 Fig. 3은 현재 상태에서 A, B, C 항의 波高分布를 계산한 결과로서 입사파에 대한 波高比로 나타낸 것이다. 이러한 파고분포 특성하에서는 각항의 D_L 또는 D_R 지역에서 港內繫留 漁船의 재해는 필연적인 것이라 할 수 있다. 어항 (A)의 D_L 지역에 背後岸壁을 건설하는 漁港施設의 확장계획을 시행할 경우, 그 지역의 반사파 증대효과에 따라 D_L , D_R 지역의 波高比 계산

결과는 안벽의 공법에 따라 다르나 현재의 1.1~1.5배로 증대 되었으며, 이는 漁港災害 發生의 頻度 및 規模가 더욱 커질수 있음을 의미한다.

한편 Fig. 4의 D_L 및 D_R 지역의 背後岸壁 A_L , A_R 을 반사율 $K_R < 0.5$ 인 低反射岸壁 또는 消波施設을 검토할 경우, 점선으로 표시된 波高比와 같이 현재의 상황보다 D_L , D_R 지역의 파고는 10~40% 정도까지 감소되어 항내정온화에 기여할 수 있다. 이러한 港內岸壁施設의 개선에 의한 靜穩化는 현재의 港內水質交換에 거의 영향을 미치지 않으나, 靜穩化의 대책으로 북방파제를 연장한다면 海水交換·交換能力은 감소하게 된다. 이 어항의 경우 Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 潮流에 의한 疏通을 기대하기 어렵기 때문에 더욱 큰 수질악화의 우려가 있다. 이것을 검토하기 위해 D_R 지역의 波高比를 0.3이내로 유지하기 위한 방파제 연장거리는 30m 정도로 계산되고 이때의 海水交換率(E)은 현재의 0.1정도에서 0.07정도로 급격하게 저하되는 것을 알 수 있다.

3. 海水交換의 促進工의 效果 및 靜穩度

모델항 (B), (C)를 대상으로 海水交換 促進公法의 적용에 따른 港內波高分布의 변화 및 水質改善에 대한 계산 및 水理模型實驗 결과를 종합하여 나타낸 것이 Fig. 5~6과 Table 3이다. Fig. 5의 波高比 계산結果는 현재상태의 파고분포(실선)와 通水口工法(EG: Construction method of water exchange gates), 防波堤 前方에 潛堤를 설치하는 공법(SB: Construction of submersible breakwaters) 및 run-up의 메카니즘을 이용한 水路를 건설하여 항내 임의의 지역에 流下시킬 수 있도록 고려한 공법(RP) 등 海水交換促進工 및 방파제의 연장(CB)을 통한 港內靜穩度 向上策을 고려한 경우의 波高分布(파선)를 비교하여 나타낸 것이다.

Fig. 6은 SB공법과 EG공법을 조합하고, A_L 지역에 소파안벽을 건설할 경우와(점선), 현재상태의 파고분포를 비교하여 나타낸 것이다. Table 3은 이러한 계산결과를 종합하여 D_R 지역 및 D_L 지역의 파고감쇠율을 계산하여 표시하고, 각각의 공법을 개별적으로 또는 종합하여 적용하였을 경우의 해수교환율 실험결과를 기술한 것이다. 이들 그림과 표로부터 海水交換機能과 港灣靜穩度라는 상반된 개념의 공법개발 가능성을 확인할 수 있다. 즉, (B)港의 경우, 현재의 海水交換率 0.15를 0.27까지 증대시키고, 港內靜穩도

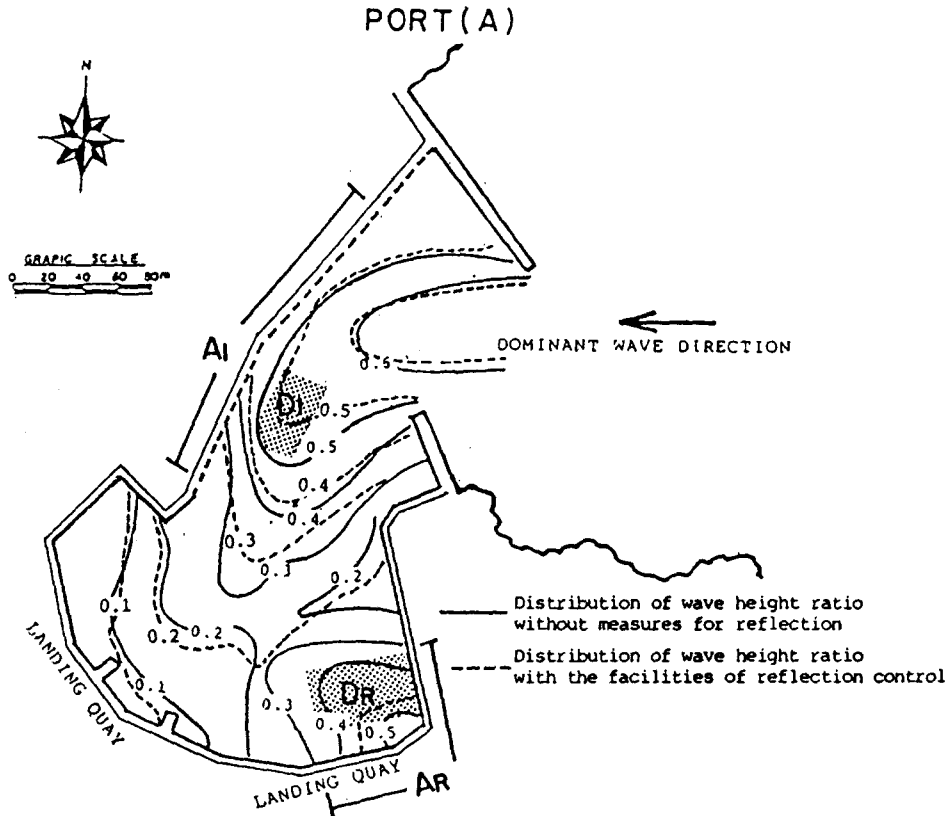


Fig.4. The effect of wave absorbing structures on the distribution of wave height ratio (Port A).

Table 3. Variations of water exchange ratio and wave height by means of different measures

Ports	Mean water exchange ratio (E/E_0)									Wave height ratio at D_1 and D_2 (H/H_0)			
	E_0	CB	EG			SB+EG(2)			RP	CB	$A_1 \cdot A_R$	EG	CB+EG+SB
		30m	n=1	n=2	n=3	$h'=1$	$h'=2$	$h'=3$	$l=30m$				
A	0.1	0.07	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.6	-	-
B	0.15	0.10	0.18	0.23	0.25	0.3	0.27	0.25	0.20	0.71	-	-	0.70
C	0.05	-	0.11	0.13	0.14	0.20	0.16	0.14	0.15	-	0.67	0.75	-

H_0 : Wave height distribution of initial condition as Fig. 3.

E_0 : Water exchange ratio of initial condition as Fig. 3 and Table 2.

CB : Construction of breakwaters

$A_1 \cdot A_R$: Wave absorbing structures

EG(2) : EG with $n=2$

30% 이상 높힐 수 있다. (C)항의 경우도 현재의 4배 까지 海水交換率을 증대시키면서 파고는 30% 정도까지 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

모델화한 漁港에 기본공법을 적용하여 얻어진 海水交換率과 港內靜穩度를 동시에 만족시킬 수 있는 결

과를 얻은 것은 이러한 기본적인 공법을 漁港의 지형적인 특성을 고려하고, 港内外의 波浪環境, 流動環境 및 인위적인 水位制御技術(替堤·run-up工 등의 배치 및 설계기술)을 개발하여 종합하면 漁港의 水質汚染問題 해결에 요긴하게 이용될 수 있음을 의미한다.

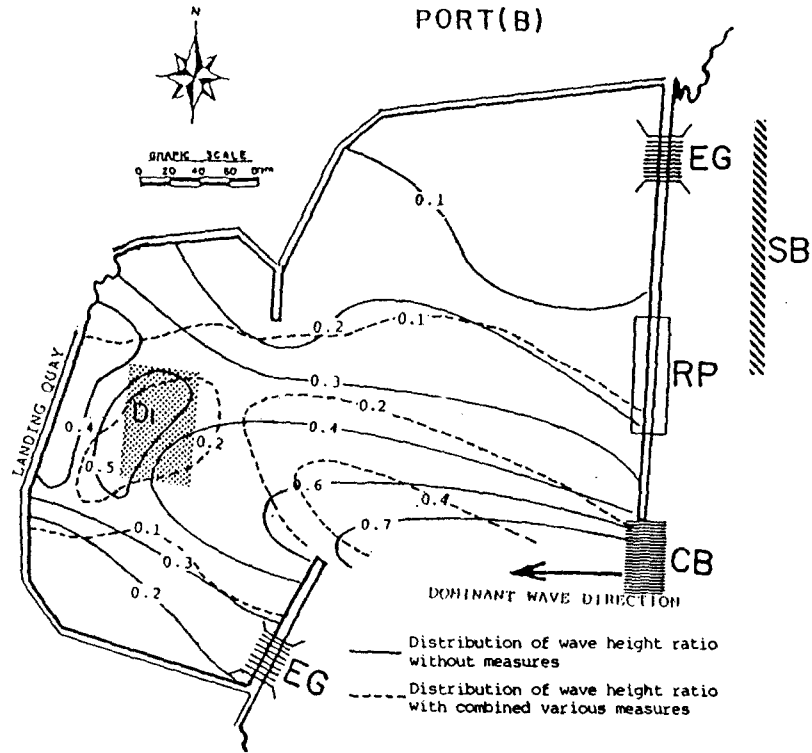


Fig.5. The effect of combined various measures on the distribution of wave height ratio(Port B).

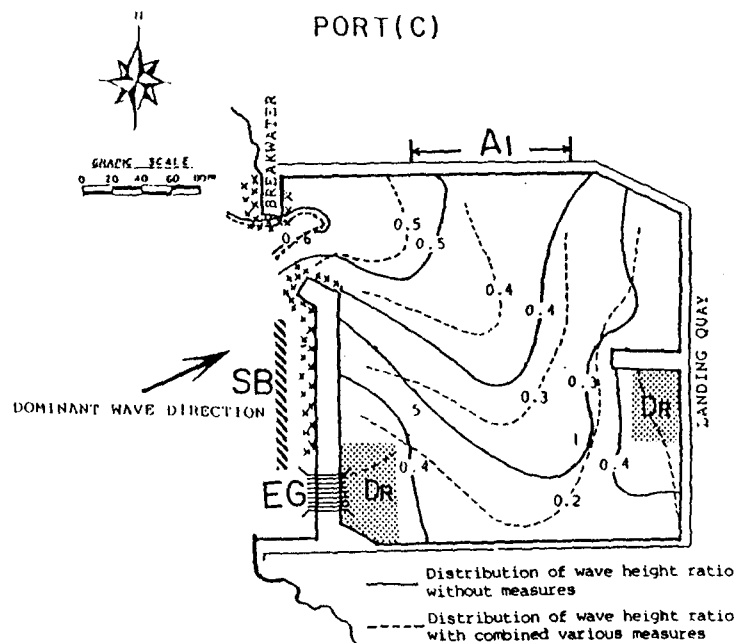


Fig.6. The effect of combined various measures on the distribution of wave height ratio(Port C).

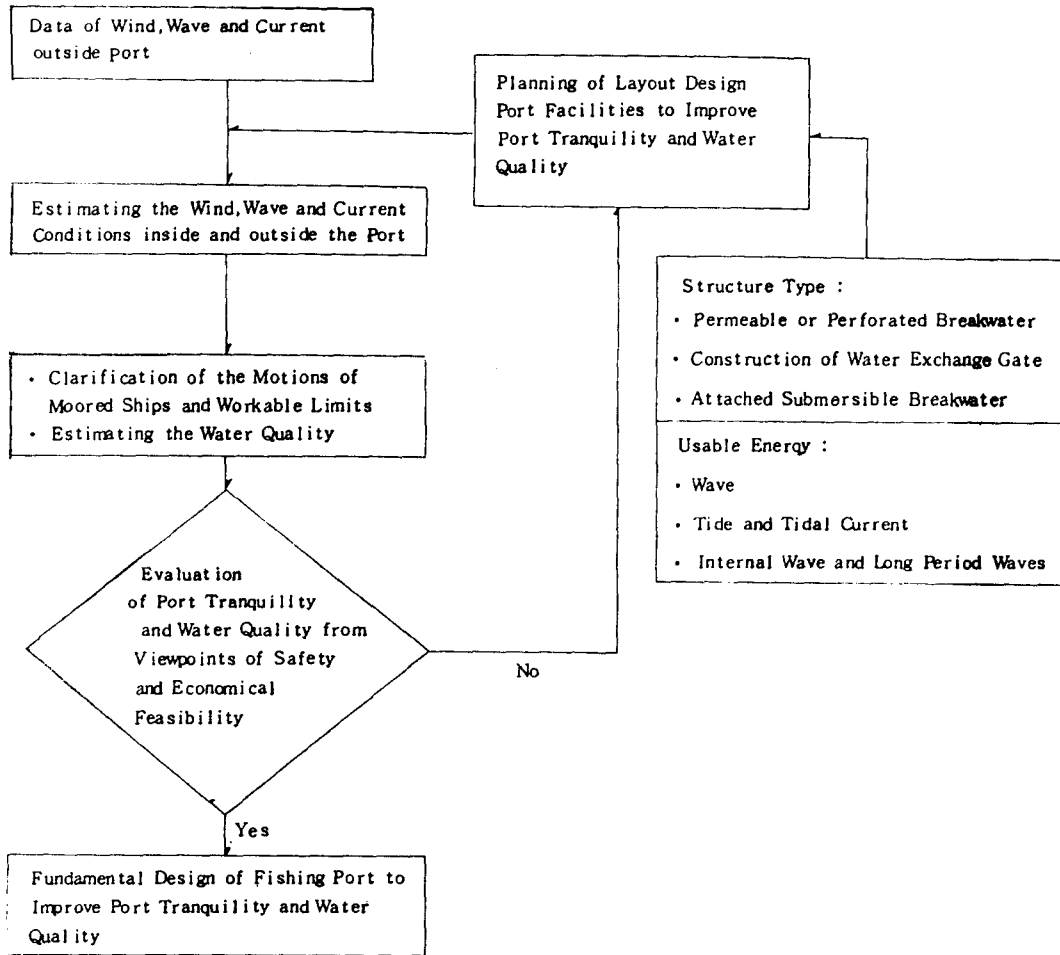


Fig. 7. Fundamental design flow of fishing port.

이들 결과를 어항의 設計나 整備計劃 등에 이용할 경우 Fig. 7과 같은 基本設計 흐름을 생각하면 된다. 이 흐름도에서 海水交換促進公法의 선택과 이용에너지는 충분한 이론적, 실험적 검증과정을 통해 결정되어야 한다. 특히 연안의 外的環境條件의 변화특성 및 그 확률론적 고려가 중요할 것이며, 임의의 어항이 가지는 漁期등 문제와도 밀접하게 관련지워 결정해야 할 필요가 있다.

結 論

漁港의 靜穩度 향상과 水質環境의 개선문제라는 상반되는 港內水理現象을 동시에 만족시킬 수 있는 漁港機能의 制御方法에 대해 연구·검토하였다. 특히

파랑의 에너지를 海水交換에 유리하도록 제어하는 방법과 파랑의 制御效果를 수치해석 및 수리실험에 의해 검증하고 그 유용성을 검증한 것이다.

이를 위하여 한국연안 漁港의 海域環境 特性을 파악하고 漁船災害 및 수질환경의 악화가 심한 모델항을 선정하여 通水口工法, run-up 波利用工法, 潛堤工法 등 단위 공법과 이들의 組合工法을 적용시켰을 경우, 海水交換 증대효과 및 靜穩度의 향상 정도를 해석한 결과, 본 연구에서 시험적으로 고안·제시한 대책이 漁港의 2大機能을 효율적으로 증대시킴을 확인하였다. 이는 潮汐·潮流가 미약하고 波浪環境이 나쁜 해역(동해중부·북부)의 漁港에 대한 水質環境 개선을 위해 매우 유용하게 응용될 수 있는 대책공법이 될 수 있음을 의미한다.

금후 보다 상세한 연구과정을 거쳐, 인위적인 波浪과 構造物의 相互作用機能 등을 이용한 波浪 · 水位 · 흐름의 制御方法을 응용하여 港内の 靜穩도와 水質改善이라는 漁港2大機能의 극대화를 위한 단위공법의 조합방법과 最適設計 및 配置計劃의 樹立過程에 대한 연구 · 검토가 필요하나 본 연구결과가 이러한 분야의 기술개발과 우리나라 동해안 漁港의 水質改善對策 수립 등에 응용될 수 있길 기대한다.

參考文獻

- 1) Bretschneider, C. L.(1959): Wave variability and wave spectra for wind generated waves Tech Mems., BEB, 118, 192.
- 2) Gumbel, E. J.(1958): Statistics of extremes Columbia Univ. Press, New York, 1-200.
- 3) Goda, Y.(1985): Random seas and design of maritime structures, Univ. of Tokyo Press Tokyo, 221-305.
- 4) Takayama, T.(1981): Wave diffraction and wave height distribution inside a harbor Tech. Note of PHRI, 367, 140.
- 5) 光易 恒 · 水野伸二郎(1974): 海洋波の方向スペクトルについて, 第21回海岸工學論文集, 261-265.
- 6) 交通部 수로국(1978, 1983): 수로기술연보, 1-201.
- 7) 류청로 · 박종화(1988): 한국연안의 외력요소별 극치통계해석, 부산수대연보28(1), 11-18.
- 8) 박종화: 연안시설물 설계외력 해석의 최적화를 위한 기초적연구, 부산수산대학대학원 석사학위논문, 48.
- 9) 수산청(1983, 1986): 수산업 동향에 관한 연차보고서, 200.
- 10) 중앙기상대(1984): 한국태풍 80년보, 350.
- 11) 한국과학기술연구원(1986, 1988): 해안재해 예보시스템연구, 52.
- 12) 해운항만청(1984): 파랑자료 분석보고서, 91-355.
- 13) 해운항만청(1980, 1988): 파랑관측보고서, 309-427.