

Rhine江 河口의 Delta Project開發에 關하여

(On the Consideration for the Delta Project in Estuaries of River Rhine)

崔 禮 煥*

1. 緒 論

Rhine江은 西유럽의 淸줄이라고 할 만큼 그 규모와 크기 및 流域이 방대해서 여러나라의 舟運에 없어서는 안될 重大한 역할을 하고 있다. 스위스에서 發源하여 西獨, 프랑스, 네덜란드를 經유하여 北海로 흘러간다.

河口를 中心으로 할 때 Rhine江의 流域面積은 220,000km²이고, 流路延長이 1,300km이며 年平均 流下量이 2,300m³/sec 정도이다. 유럽은 年平均 降水量이 地域에 따라 다르지만 네덜란드를 中心으로 보면 年平均 降水量이 750~800mm 정도이나 유럽內陸의 降水量은 이 보다 훨씬 많고 水文地質學上으로 limestone의 地質로 形成되어 있고 上流地域에 林相이 良好하여 水源涵養이 잘 되어서 年中 最大 最小流下量이 年平均値와 別 差異가 없어서 舟運에 큰 不便없이 대단히 많은 船舶들이 河口로 부터 Rotterdam을 거쳐 西獨의 여러 都市와 연결되어 있다. 上流로 갈수록 自然傾斜 때문에 閘門을 만들어 水深을 유지하게 하였고, 그 dock數는 무수히 많다. 特히 獨逸의 유명한 東西橫斷運河인 Mittelland Canal을 비롯하여 Lippe Canal, Seiten Canal, Dortmund Canal과 연결되어 있고 南北으로는 Ems Canal 및 Elbe Canal 등이 연결되어 東部の Danube江까지 運河와 江이 脈처럼 연결되어 Rhine江을 비롯하여 水資源의 極大化 利用은 물론 交通 商業 등의 淸으로도 큰 역할을 다하고 있다.

2. Delta Project의 必要性

네덜란드는 全國土의 절반 以上이 海面이나 河川高潮水位보다도 낮다. 그래서, 地面乾燥나 住居를 爲해서 적절한 水位調節 System이 必要하다. 全體人口의 60%가 低地帶에 살고 있기 때문에 그 重要性은 더욱 큰

것이다. 特히 Dunes(砂丘地)나 Dikes(防潮堤)는 低地帶에 물을 막는 Project의 一環으로 여러가지 形態를 가지고 있다. 地下水와 降水도 있지만 물은 排水閘門의 浸透水에 依해서 海水가 流入할 수도 있고 河川으로 부터 물이 들어 올 수도 있어서 네덜란드는 무수히 많은 現代式 揚水場에서 晝夜로 剩餘水를 排除하지 않으면 안된다.

이러한 特性을 지닌 네덜란드는 1953年 2月 1日 새벽에 무서운 폭풍우가 北海에서 엄습하여 Rhine江 河口의 섬들의 dike를 공격하여 잠식시키고 低地帶에 洪水를 유발하여 農耕地와 財産을 파괴하고 南西部에 1,800여명 以上の 목숨을 잃었다.

그 狀況을 보면, 바람과 波濤와 高潮된 海水는 넓은 河口에 연극같은 공포의 한 장면으로 변하여 아주 낮은 水路를 통해 들어온 물은 河口中의 하나인 Rotterdam 東部를 分岐시켰다. 그 곳의 水位는 위험수위로서 平均海面보다 4m가 높았다. 네덜란드의 西部의 대부분의 地域은 平均海面보다 3~6m가 낮아서 연약한 防潮堤는 波濤앞에는 無用之物이었다. 堤防은 누수하기 始作하다가 얼마 안가서 무너지고 말았다. 그 광경은 상상만 해도 참혹한 장면이었다고 한다. 피해가 큰 理由는 이 곳 南西部에 400여만명이 살고 있고 가장 풍부한 經濟的 文化的 財産을 形成하고 있고 都市 農村地域, 工業地域 및 港口地域의 파괴를 동반했기 때문에 큰 상처를 입은 것이다.

그 피해지역은 Fig. 1.과 같다.

따라서, 이 재난을 앞으로 극복하는 길은 南西部의 河口를 막는 Delta Project를 수행해야 했던 動機를 가져왔다.

3. Delta Project의 概要

이 곳 모든 河口들은 Rotterdam 水路와 西 Scheldt

* 當學會 代議員 및 編輯委員 江原大學校 教授 農博

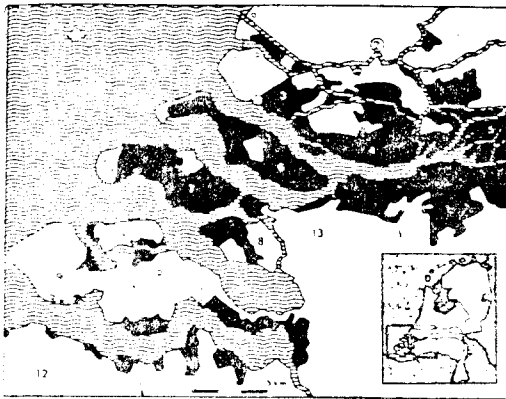


Fig. 1. Inundated Area in the Netherlands
 Inundated area in the south-western part of Holland, 1 February 1953.
 ■ area inundated. 1 North Sea; 2 Rotterdam; 3 Voorn-Patten;
 4 Hockse Waard; 5 Basbos; 6 Vosse-Overslakte; 7 Schoonen-
 Duveland; 8 Ploeten; 9 South Beveland; 10 Walcheven; 11 South
 Beveland; 12 Zealand; 13 province of North Brabant

Fig. 1. Inundated Area in the Netherlands

를 除外하고는 dike 를 築造해 왔고 앞으로 계속하고 있다.

Delta Project 內容은 Fig. 2에 보여 주는 바와 같이 1에서 VII까지의 防潮堤工事로서 Project VII의 工事를

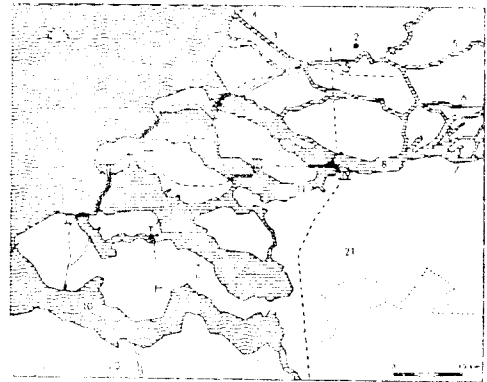


Fig. 2. The Content of Delta Project
 The Delta region in the south-western part of Holland, which
 inundated with the Delta Plan (shown). 1 North Sea; 2 Rotterdam
 Rotterdam; 3 Hook of Holland; 4 Rhine Dijk; 5 Rhine Dijk;
 6 Rhine (Waal); 7 Maas; 8 Hobbins Diep; 9 Biecke Maas;
 10 Westerschelde; 11 Volkerak; 12 Voorn-Patten; 13 Hockse
 Waard; 14 Vosse-Overslakte; 15 Schoonen-Duveland; 16 Ploeten;
 17 North Beveland; 18 Walcheven; 19 South Beveland; 20 Zealand;
 Flanders; 21 province of North Brabant; 1 Zandreek; 2 Veerse
 Gat; 3 Grevelingen; 4 Volkerak; 5 Haringvliet; 6 Brouwers-
 havense Gat; 7 Oosterschelde

Fig. 2. The Content of Delta Project

除外하고는 다른 工事は 完了되었으며 Project VII도 1985~86년까지는 完工하게 된다.

또한 防潮堤工事별 內容을 보면 다음 Table 1과 같다.

Table 1. Works of Dikes

灣 口 名	工事期間	延長	最終 締切		潮 汐 現 況			備 考
			區間	方 法	潮汐量	平均 潮差	最大 水深	
Zandreek (I)	1957~1960	0.83	160	caisson	百萬元	2.75	13.0	
Veerse Gat (II)	1958~1961	2.8	324	〃	70	2.90	14.0	caisson: 45×20×20m
Grevelingen(III)	1958~1965			cable way caisson	70	2.80	14.0	
Volkerak(IV)	1957~1970	4.5		caisson	100	2.20	12.0	
Haringvliet(V)	1955~1971	4.5		cable way	260	1.85	13.0	Radial Gate: 56.5m×34 門(21,000m³/sec)
Brouwershavense(VI)	1962~1972	6.5	920	cable way caisson	360	2.30	25.0	caisson: 68×18×16.2m
Oosterschelde(VII)	1986년까지	9.0			1,100	2.80	35.0	Stormsurge Barrier

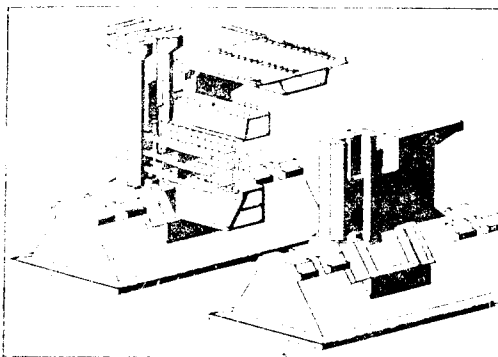


Fig. 3. The Shape of Pier

4. 工事 方法

工事 방법은 Fig. 2와 같은 Pier 를 제작하여 이때 最大 重量은 18ton 이며 1개는 66개 部分이고 巾 25×길이 50m이며 Pier의 最大高는 40m, Pier와 Pier사이는 53m이다.

Pier의 運搬 방법은 Fig. 4와 같은 선박을 이용하고 위치를 잡은 후에는 하역 시켰다.

基礎 工事は 海底의 연약지반을 준설하고 平坦하게 하고는 세골재를 깔고 모래를 덮은 後에 그 위에 Fig. 5와 같은 메트를 깔고 그 위에다 Pier를 놓는다.

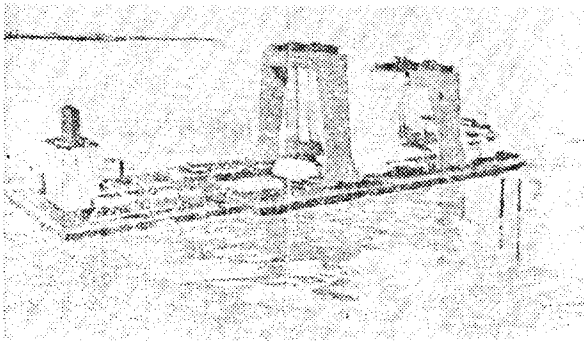


Fig. 4. Pier 의 운반광경

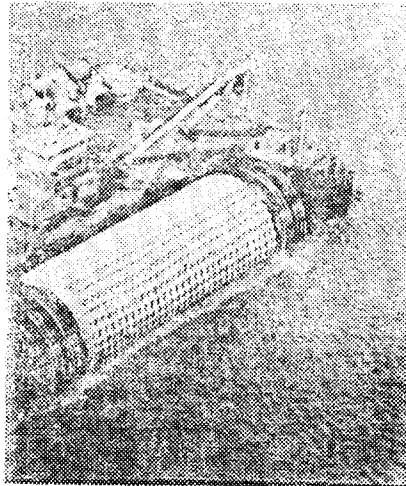


Fig. 5. Pier 底에 놓일 매트

그 밖의 상세한 내용은 Table 2와 같다.

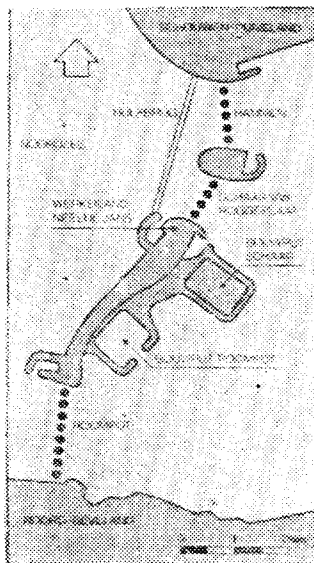


Fig. 6.

Table 2. The Content of Works (Fig.6 참조)

河川水路

Hammen: 市 1,800m, 最大길이 30m

Roggenplaat의 Schaar: 市 1,200m, 最大길이 25m

Roompot: 市 2,500m, 最大길이 45m

기둥

數: 66개

bouwput의 最大高기둥: 40m

河川水路의 末端의 最大高기둥: 53m

基礎部の 치수: 25×50m

重量: 最大 18,000ton

기둥運搬時 上部壓力: ±9,000ton

構造物 Pit(Bouwput)

치수: 800×1,200m

地下水排水: 320台 펌프, 總揚水能力 10,000m³/hr

철재 밀림(Schuiven)

總: 63部分(Hammen 15개 Schaar 16개 Roompat 32개)

길이: 42m

두께: 5.40m

높이: 5.9m~11.90m

重量: 300~535ton

補助橋梁(Hulpbrug)

길이: 2,870m

基礎: 1個直徑 4.5m인 19개의 Catch(Palen)

費用: 約 7,800萬 鎊 다(韓貨 約 211億 원)

排水船舶

길이×폭×높이: 68×33×63m

trilbuizen의 數: 4部分

전동주기×크기: 8mm에 25Hz

費用: 4,000萬 鎊 다(98億 원)

基礎매트

길이×폭×두께: 200×42×0.35m

원동치수: 直徑 16m, 길이 55m

費用: 1億 2,500萬 鎊 다(337億 54萬 원)

예인船舶

길이×市×높이: 87×47×50m

예인容量: 10,000ton

費用: 約 7,250萬 鎊 다(195億 7,500萬 원)

動을 積極的으로 展開하여 많은 效果를 보고 있듯이 앞으로는 물의 節約運動을 展開해야 할 것이다.

물을 合理的으로 利用하기 爲해서는 첫째 물을 利用하는 各個人이 물을 아껴쓰는 精神이 絶對的이어야 하고 둘째는 節水型機器를 政策的으로 製作普及하여야 할 것이며

세째로는 上水道의 有收率을 向上시키고 2等用水의 回收率을 向上시켜야 한다.

네째는 農業用水 特別히 慣行水理權의 實態를 調査把握하여 整備해 나가야 할 것이다.

다섯째로 中水道開發로 用水의 再使用(雜用水等)問題를 檢討하여야 한다.

이와같은 努力의 成果는 몇 個의 댐을 建設하는 것과 같은 效果를 가져 온다는 것을 生覺할 때 水資源開發과 並行하여 積極的으로 推進해야 할 課題라고 본다.

다. 法令整備

水資源開發을 制度的으로 뒷받침하기 爲해서는 假稱

“水資源開發促進法”을 制定하던가 아니면 現行 多目的의 법을 現實에 맞도록 改定해야 할 것이다.

現行 特定多目的의 법에는 多目的의 댐을 2가지 以上의 目的을 가진 댐을 多目的의 댐이라고 規定하고 이 多目的의 댐은 建設部長官만이 建設할 수 있도록 하였다.

水資源開發을 爲하여 設立된 產業基地開發公社가 多目的의 댐을 建設하는데 河川法에 依한 許可로 多目的의 댐을 建設하고 있다.

建設部長官이 多目的의 댐을 建設해 놓고도 費用分配에 있어 關係機關과 協議하는 過程에서 많은 難關을 겪고 있는 實情이므로 料金體제도 現實化해야 될 것이며 民資를 誘致해서 多目的의 댐을 建設할 境遇 어떻게 해야 할 것인가 等等의 問題點을 內包하고 있는 實情이다.

따라서, 水資源開發을 促進할 수 있고 投資費用回收를 制度的으로 할 수 있도록 法令整備가 또한 時急한 課題라고 본다.

→ 22페이지에서 계속

(1guilder=약 270원경도)

Table 2에서 보는 바와 같이 工事費만도 어마어마한 經費를 소요하고 있다.

5. 事業成果

Delta Project의 事業效果는 바다를 방어하기 爲한 海岸線 短縮이 約 700km이고, 淡水汚 造成이 52,000ha이며, 農耕地擴張이 15,000ha 이나 된다. 뿐만 아니라 海運을 陸運化할 수 있고, 陸地沈下나 海面上昇時에 補修가 可能하고, 特別히 鹽水浸入을 防止할 수 있는 등 效果가 多大하다. 特別히 네덜란드는 이 곳 西南部에 平均 海潮位보다 낮은 곳이 대부분이므로 生命과 財産을 보호하기 爲해서는 절대 필요가결의 問題이므로 막대한 經費와 時間을 所要하면서 築造하고 있는 것이다.

Water System을 본다면 이 곳의 Volkerakdam(IV)은 北部와 南部를 갈라 놓았다. 南部 Delta는 江물이 전혀 흐르지 않고 北部 Delta를 通하여 물이 흐른다.

Haringvliet, Volkerak의 西部에서 Dam이 建設되었는데 그 閘門은 世界에서 제일 큰 Sluice gate로 總長 1km나 된다. 이 gate들과 Rotterdam Waterway는 河川流量의 排除水路의 機能을 할 뿐이다. 그러나, Haringvliet gate가 高潮位를 막아 주는 반면에 Rott-

erdam에서 潮位가 자유롭게 드나들게 될 때 潮差가 있다. 그래서, 鹽水가 들어오는 것을 막은 結果 지금은 淡水化가 되었다.

6. 結 論

네덜란드는 面積이 33,810km²이고 人口가 1,360萬 명으로 人口密度가 402人/km²로서 韓國과 [같이 높은 人口密度를 가지고 있다. 그러나, 이 나라는 앞에서 설명한 Delta Project와 같은 河口工事나 Zuiderzee와 같은 干拓工事로 막대한 工事費를 들이면서 國土面積을 확장해서 農耕地나 運河 및 河口을 다스리는 일을 하고 있으며 堤防을 쌓아 淡水湖를 한 後에 100~200年後에 땅이 不足時에는 排水를 해서 子孫萬代에게 물려줄 넉넉한 陸地를 만들고 있다.

따라서, 사정이 비슷한 우리 韓國도 Delta Project나 Zuiderzee Work와 같은 工事を 보고 듣고 分析해서 우리가 앞으로 河口工事나 干拓工事時에는 構造力學的으로 安全하고 水理學的으로 결함이 없는 費用이 절약되는 工法을 익힌다는 것은 國土가 협소한 우리로서 將次 이 分野에 깊이 關여하여 國家百年大計를 바라보는 河口工事나 干拓工事に 깊이 研究해야 할 것이라고 思料된다.