

海洋環境汚染의 最小化를 위한 汚濁防止幕 設計例

李 純 範 · 朴 鍾 讚

(農漁村振興公社 始華事業團 團長 · 農漁村振興公社 始華事業團 課長)

1. 緒 論

三面이 바다로 둘러 쌓여있는 韓半島는 바다를 적절히 利用하는 것이 우리의 使命이다. 따라서 우리는 防潮堤를 築造하고 바다를 埋立하여 새로운 工場·住宅建設 및 農業開發等을 爲한 目的으로 西南海岸의 干瀉地를 開發中에 있다.

한편 이와 같은 工事中에 因하여 發生되는 土粒子和 浮游物質等이 海洋에 擴散되어 우리의 海洋環境을 汚染시키고 있으며, 現在는 물론이고 向後에도 土木工事中에 重要한 問題點이 될 것으로 思料된다.

이러한 우리의 生活自體를 威脅하고 있는 海洋汚濁水를 物理的인 方法으로 遮斷하여 海洋資源 被害를 最少化 하기 爲하여, 本 始華地區外廓 施設事業 防潮堤 築造工事 區間(盛土締切: 始華 2號 防潮堤 No. 53~No. 73+80, 延長 2,080m)에 汚濁 防止幕을 設置하여 隣近 漁場 및 漁民의 生計 保護는 물론 工事推進의 圓滑을 기하고져 이를 設計하였으며, 그 內容을 紹介하고자 한다.

2. 他 地域 例

他 地區 施工事例는 表-1에서 보는 바와 같이 地域적으로 大部分 南海岸清淨 水域에서 敷地 擴張을 爲한 埋立工事中에, 汚濁水 擴散 防止를 爲하여, 汚濁 防止幕을 設置하였다. 따라서 隣近의 養殖場 및 海洋資源 被害를 最少化하고, 漁民生計保護는 물론 民願을 事前에 豫防하여 工事を 圓滑하게 推進할 수 있었으며, 83年以

來로 海洋 土木工事中에 이를 利用함이 增加趨勢에 있다.

그리고 本 地區와 隣接하여 있는 韓國火藥 埋立工事中에 汚濁防止幕을 設置하여 現在 埋立 工事中에 있으며, 防潮堤築造 工事中에 汚濁 防止幕을 設置하는 것은 本 地區가 처음 시도하는 것으로 向後 防潮堤 工事中에 좋은 事例가 될 것이다.

3. 必 要 性

漁業補償에 있어 農業을 目的으로 하는 埋立 또는 干拓事業施行으로 因하여 被害를 받게되는 경우 損失 補償이 되는 漁業의 種類와 內容은 다음과 같이 區分된다.

- 免許漁業에 대한 廢業 및 制限 補償
- 許可 및 申告漁業에 대한 漁業 廢止 또는 休業 補償
- 無許可, 無申告 漁業의 廢業 補償
- 漁業權의 消滅 또는 漁業廢止로 인한 施設補償

(漁船, 魚網, 漁具類 등)

- 其他 補償(鹽田 및 失魚補償 등)

위와 같은 漁業報償은 公共用地的 取得 및 損失補償에 관한 特例法(公特法)과 水産業法에 依據 現在 補償 業務를 處理하고 있으나, 免許 漁業은 法律的으로 그 權利가 認定되어 水産業法에 依한 補償評價가 되므로 漁民들의 民願對象이 되지 않으나, 免許漁業 以外の 것은 公特法 第23條에 依據 報償處理를 함으로서 補償費가

表-1. 汚濁防止幕 施工地區 現況

공 사 명	시행자	년도	공 사 명	시행자	년도
광양제철 부지 조성공사	광양제철	'83. 9	대산 삼성 석유화학 단지 조성 공사	삼성석유 화 약	'88.11
부산수영만 요트경기장 부지 조성공사	부산제철	'83.10	부산 감천항 공유수면 매립공사	미행산업	'88.11
낙동강하구언 호안공사	산 개 공	'83.10	마산항 준설토 투기장 공사	마 산 항 만 청	'88.11
충무통영수전 부지 확장공사	통영수전	'84. 1	광양제철 연약지반 개량공사	광 양 제 철 소	'88.12
광양제철 연관단지 조성공사	토 개 공	'84.10	광양제철 연약지반 개량공사	광 양 제 철 소	'88.12
부산 수영만 매립공사	부산시청	'85. 1	광양제철 준설공사	광 양 제 철 소	'88.12
포항 제철 투기장 공사	포항제철	'86. 1	고리원자력 오타수 유입 방지 공사	한 전	'89. 1
홍콩 컨테이너선 인양공사		'86.11	충무시 하수처리장 공사 (1차장)	충 무 시	'89. 1
현대중공업 투기장 공사	현 대 중 공 업	'87. 1	제주 성산포 개발공사	제 주 시	'89. 3
포항제철 제3투기장 공사	포항제철	'87. 2	온산 한라 부두 축조공사	한리자원	'89. 4
동양나이론 전면부 공유수면 매립공사	동 양 나 이 론	'87. 3	광양제철 원료 부두 축조공사	광양제철	'89. 5
공장용수 취수장 오타방지 공사	삼 양 사	'87. 4	포항제철 SLAG 투기장 공사	포항제철	'89. 7
인천 남동공단 조성공사	토 개 공	'87. 5	인천 한국화약 성능시험장 조성공사	한국화약	'89. 8
포항제철 제3투기장 공사	포항제철	'87. 6	온산 공업기지조성 신기단지 공사	수 공	'89. 8
민락동 공유수면 매립공사	세립개발	'87.11	부산명지녹산지구 감분공사	토 개 공	'89. 9
민락동 공유수면 매립공사	세립개발	'88. 1	온산 공업기지조성 신기단지공사	수 공	'89.10
청원 삼미 특수강 부지확장공사	삼 미 특 수 강	'88. 2	해양경찰대수리창 시설공사	해 경 대	'89.10
포항 제3투기장 공사	포항제철	'88. 3	삼천포 화력발전소 제2회사장 준설공사	한 전	'89. 1
다대포해경 수리창기지 건설공사	해 경 대	'88. 5	광양제철 SLAG처리장 호완공사	광양제철	'89.12
여수 호남정유부지 확장공사	호남정유	'88. 6	광양제철 SLAG처리장 호완공사	광양제철	'89.12
용평 취수장 오타 방지	쌍용자원 개 발	'88. 7	광양 SLAG 투기장 공사	광양제철	'89.12 ~90. 1
제주 탐동 매립공사	제 주 시	'88. 7	광양 SLAG 투기장 공사	광양제철	'90. 1
광양제철 제품부두 축조공사	포항제철	'88. 8	군산외항 호안 축조공사	토 개 공	'90. 1 ~90. 2
부산다대포 해경수리창기지 건설공사	해 경 대	'88. 9	서산 극동정유공사	극동정유	'90. 1
여수 호남정유 부지공사	호남정유	'88.10	광양항 준설공사	광양제철	'90. 5
대산 삼성 석유화학 단지 조성 공사	삼성석유 화 약	'88.10	광양항 준설공사	광 양 항 건 설	'90. 5

적어, 漁民들은 水産業法을 適用하여 補償額을 算定 要求하므로써 갖은 民願이 發生되어 工事 遲延을 招來하고 있는 實情이다. 따라서 工事中에 發生되는 汚濁水가 潮流에 의해서 隣近 漁場으로 擴散되므로 海洋環境汚染을 事전에 防止내지 最少化하고 漁業者와의 紛爭을 줄이는 側面에서도 工事中에 汚濁 防止幕을 設置하는 것은 必要 條件일 것이다.

또한 漁民의 生計資源인 漁場을 保護하고 所得増大를 爲하여 國家的인 次元에서 汚濁 防止幕을 設置하여, 免許漁業 以外の 許可, 申告, 無許可, 無申告 等に 對한 補償費가 적은데 따른 漁民들의 不滿을 解消시켜야 할 必要性도 있다.

또한 汚濁防止膜을 設置함으로써 工事現場區域 및 隣近區域內的 公有水面에 관한 被害影響 調査時 一部가 全額 補償이 아닌 制限 補償도 期待되며, 始華2號 防潮堤工事로 因하여 10km 以內의 外海에 漁業被害 및 民願이 豫想이 되는 各 漁村契別 慣行漁業 및 漁船現況과 豫想되는 補償額은 總13,579百萬元으로 推測되며, 細部內 譯은 表-2,3 그림. 1과 같다.

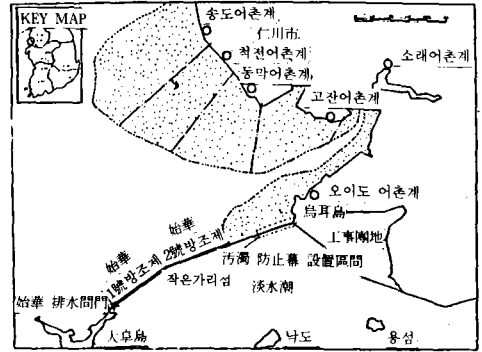


그림. 1. 漁業現況圖

4. 效 果

防潮堤 工事中에 發生되는 汚濁水의 擴散 防止效果로서는 汚濁 土粒子의 遮斷效果와 沈降促進 效果를 생각할 수 있다.

가. 遮斷效果

防潮堤 工事中에 發生되는 汚濁水는 粒徑이 작기 때문에 沈降速度가 대단히 느려서 水中의 亂流에 따라 廣範圍하게 擴散되어 問題가 된다.

例를 들면 粒徑 5 μ 의 汚濁粒子는 1時間에 10 cm밖에 沈降하지 않으므로 防止幕으로 遮斷하여

表-2. 慣行漁業現況

(單位: 百萬元)

行政區域	漁村契名	人員數	豫想補償額	主要採取業(漁種)	備考
計		1,506	1,862		
始興市	鳥耳島	248	307	포패업(동죽, 가무락, 맛)	
仁川市	古 殘	185	228	〃	
	동 막	320	396	포패업(동죽, 가무락, 반지락)	
	척 전	464	574	포패업(동죽, 가무락, 맛)	
	송 도	289	357	〃	

表-3. 漁船現況

(單位: 百萬元)

行政區域	漁村契名	隻 數	豫想補償額	主要採取業(漁種)	備考
始興市	蘇 來	224	11,717	漁 船 業(꽃게, 새우, 잡어)	
	5Ton 以上	81	5,038	〃	
	5Ton 以下	143	6,679	〃	

汚濁水の 擴散을 抑制할 必要가 있으며, 흐름의 狀態에 따라 2가지로 區分할 수 있다.

1) 흐름이 없는 境遇 遮斷效果

潮流等 特히 흐름이 없는 境遇의 擴散을 생각하면 海洋에서 擴散現象은 亂流擴散에 依해 支配되고 水平方向이 鉛直方向에 比하여 優勢하고 亂流擴散 定數도 2倍 크기 때문에 擴散速度도 倍差異가 있다.

그림. 2에서 汚濁水가 임의點에서 發生되면 防止幕을 設置하지 않은 境遇 水平方向으로 急速히 擴散되고, 防止幕을 設置할 境遇 처음에는 천천히 鉛直方向으로 鉛直擴散 定數 만큼 擴散되고 ①, 그 後에는 防止幕 外側으로 빨리 水平擴散 定數만큼 擴散된다(②). 最終的으로 防止幕 外側으로 擴散하는데 長詩間 所要되고 汚濁水는 充分히 稀釋되어 濃度減少가 豫想된다.

反面 防潮堤 內側에는 濃度가 높고, 汚濁粒子 凝集比率이 높아진다. 따라서 內側에서 遲體時間도 길어 沈降 促進은 물론 外側으로 擴散을 抑制시킨다.

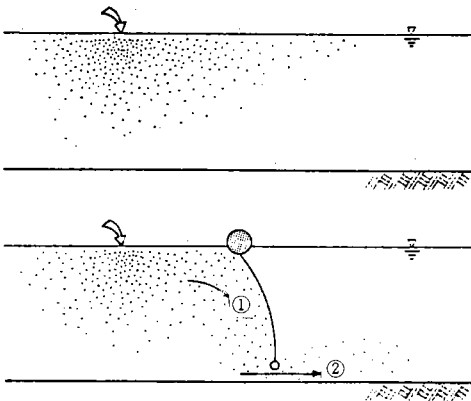


그림. 2. 흐름이 없는 境遇 汚濁水の 擴散

2) 흐름이 있는 境遇 遮斷效果

潮流等의 흐름이 있는 境遇 汚濁水는 流速에 依하여 下流方向으로 빠르게 먼거리까지 稀釋되지 않고 擴散되어 問題가 되고 있다(A點).

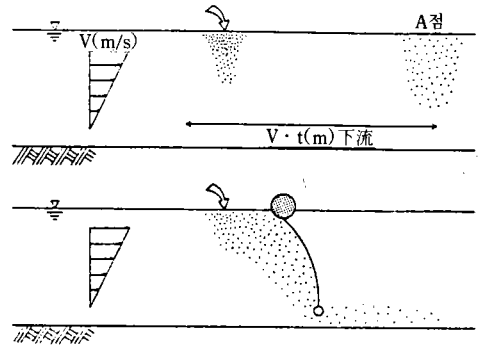


그림. 3. 흐름이 있는 境遇 汚濁水の 擴散

一般的으로 流速은 水面에서 크기 때문에 特히 水面에서 問題가 된다.

防止幕을 設置하지 않은 境遇 水面附近에서 汚濁水 發生 t秒後 $v \times t(m)$ 下流의 A點에서 最大濃度가 된다. V가 크고 t가 작아도 먼거리까지 擴散되고 充分한 稀釋이 되지만 最終的으로 短時間에 高濃度의 汚濁領域이 멀리 形成되어 끝나게 된다. 여기서 流速이 큰 水面附近에 防止幕을 設置하면 汚濁水의 流速과 鉛直方向의 擴散速度가 작아, 먼거리까지 擴散하는데 長時間 必要하므로 結果的으로 汚濁水는 充分히 稀釋되고 低濃度 海洋狀態를 維持시켜 問題點을 解消시킬 수 있다.

나. 沈降 促進 效果

發生되는 汚濁水에 Silt質 成分이 含有되어 있다고 생각되면 粒度曲線은 그림. 4와 같으며, 粒子의 沈降速度(Stokes 法則)

$$U = \frac{g(\rho' - \rho)}{18\mu} \cdot \phi^2$$

U : 沈降最終速度

ρ' : 土粒子의 密度 = 2.67(g/cm³)

ρ : 海水의 密度 = 1.045(g/cm³)

μ : 海水의 粘度 = 1.0 × 10²(g/cm · sec)

g : 980(cm/sec²)

ϕ : 粒徑(cm)

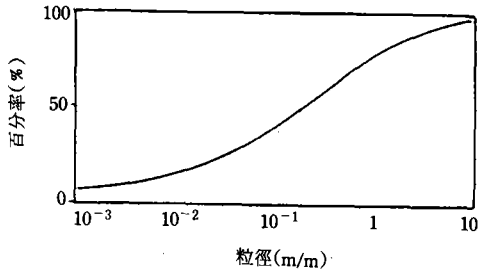


그림. 4. 粒度曲線

ϕ (cm) (粒徑)	U(cm/sec) (沈降速度)	U(m/hr) (沈降速度)	10m當(沈降 必要時間)
0.0001(1 μ)	8.8×10^{-5}	3.168×10^{-3}	3,156.6hr
0.001(10 μ)	8.8×10^{-3}	0.32	31.25hr
0.01(100 μ)	0.88	32	19分
0.1(100 μ)	88	3,200	11.36sec
1.0	8,847.2	3.2×10^5	0.11sec

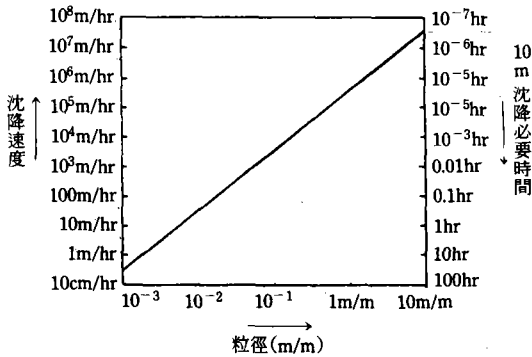


그림. 5. 粒徑과 stokes의 沈降速度

汚濁水内の 粒徑 크기에 따라 언젠가는 沈降 하겠지만 粗粒徑은 急速히 沈降하여 먼거리까지 擴散되지 않지만 微粒徑은 長時間 經過後 沈降한다.

따라서 완전히 沈降하기 前까지는 擴散狀態에서 繼續될 것이다. 그러므로 沈降時間을 짧게하고 擴散範圍를 줄이기 위해서 汚濁防止幕을 設置하면 그림. 6에서와 같이 防止幕 外側으로 擴散은 $\Delta h = (h - H)$ 만큼의 沈降을 終結시켜 먼거리까지 擴散을 抑制할 수 있을 것이다.

흐름의 狀態에 따라서 再汚濁되는 境遇도 있

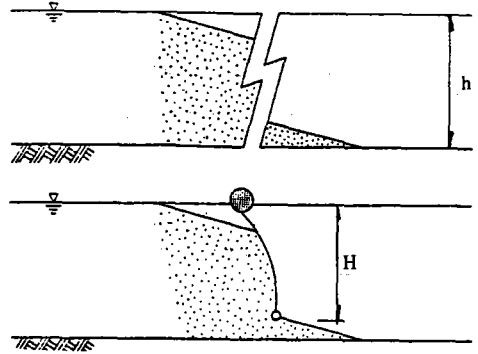


그림. 6. 汚濁水の 擴散

지만 統計的으로 보면 粒徑의 크기가 沈降速度에 影響을 미친다.

또한 防止幕 內側에는 汚濁의 濃度가 커지고 汚濁粒子의 遲體時間도 길어지므로 內側에 沈降하는 比率이 커져 防止幕 外側으로 擴散量이 減少하게 된다. 따라서 防潮堤 工事現場에는 다음과 같은 效果가 있을 것으로 思料된다.

- 民願 事前豫防으로 工事推進의 圓滑 및 工期 短縮
- 海洋自然環境 汚染防止
- 隣近 水域의 漁場 및 養殖場 保護
- 漁業權 補償費 節減 豫想

5. 汚濁防止幕 設計

그림. 7에서 始華2號防潮堤 延長 7,390m中 No.0~No.54까지는 捨石締切區間이며, No.

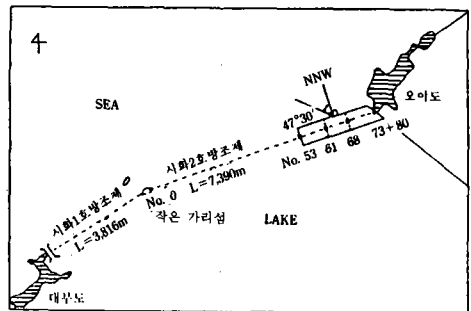


그림. 7. 平面圖

54~No. 74+90(E.P)까지는 盛土締切區間으로서 盛土材 築造工事に 氣象 與件에 따라 土粒子가 海洋에 擴散되므로 이를 遮斷하기 위하여 現場作業 與件 等を 考慮하여 No. 53~No. 73+80까지 延長 2,080m 防止幕을 設置하는 것으로 計劃하였으며, 그림. 8은 設置區間의 縱斷圖이며 地盤高에 따라 防止幕幅(B)는 平均滿潮位(M.H.W.L.)을 基準으로 하여 水深(H)와의 關係 $B=(1/1.5)H$ 에 依據 計劃하였으며, 年次的으로 工事推進을 勘案하고, 全區間에 미리 防止幕을 設置하면 Wire Rope와 防止幕 材質의 損傷을 防止하고자 3段階로 區分 施工하는 것으로 計劃하였다.

가. 設計條件

- 風 速 : 20m/sec
- 風 向 : N N W
- 潮流速 :

(單位 : m/sec)

區間	測 點	潮流速	備 考
1	No 73+80~No 68	1.37	* 潮流方向 (47° 30')
2	No 68~No 61	1.43	
3	No 61~No 53	1.48	

適用公式

1) 不完全越流時 ($h < \frac{H}{3}$ 일때)

$$V = C\sqrt{2gh}$$

$$Q = A \cdot V = (H-h) \cdot B \cdot C\sqrt{2gh}$$

$$= 4.43 \cdot C \cdot B(H-h) \cdot \sqrt{h}$$

여기서 V : 流速(m/sec)

Q : 單位暴當流量(m³)

H : 堰頂上에서 上流側의 水深(m)

h : 内外 水位差(m)

A : 通水 斷面積(m²)

B : 締切區間의 幅(m)

g : 重力加速度(m/sec²)

C : 流速係數(0.7~0.9)

$$V_{max} = C\sqrt{2gh_{max}}$$

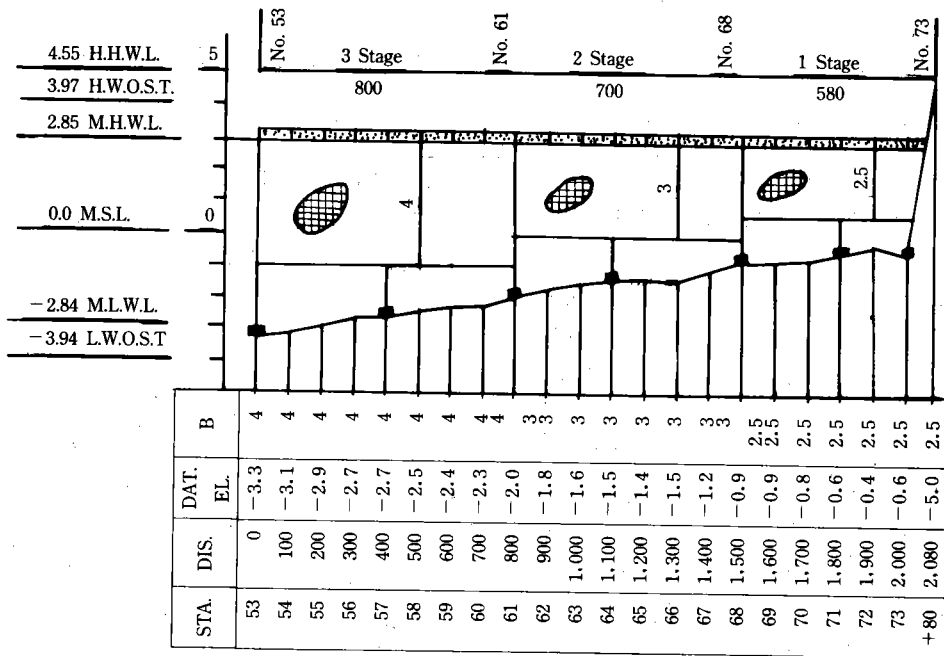


그림. 8. 縱 斷 圖

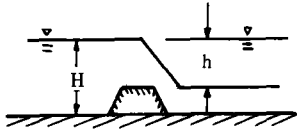


그림. 9. 사다리꼴堰의 不完全越流

2) 完全越流時($h \geq \frac{H}{3}$ 일때)

$$V = C \sqrt{2g \frac{H}{3}}$$

$$Q = A \cdot V = \frac{2}{3} H \cdot B \cdot C \sqrt{2g \frac{H}{3}}$$

$$= 1.7 \cdot C \cdot B \cdot H^{3/2}$$

여기서 C : 流速係數(0.9)

* 홈마(本間)의 公式에서(農業土木 Hand book 113page 完全越流時는)

$$V = m \sqrt{2gh_1} \cdot \frac{3}{2}$$

$$= 0.35 \sqrt{2 \times 9.8 h_1} \cdot \frac{3}{2} = 2.32 \sqrt{h_1}$$

m=0.35라 하였다.

$$V = C \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{H}{3}} = C \cdot \sqrt{2 \times 9.8 \times \frac{H}{3}}$$

$$= 2.56 C \sqrt{H}$$

여기서 $h_1 = H$ 이므로

$$2.56 C = 2.32$$

$$\therefore C = 2.32 / 2.56 = 0.91$$

◦ 波 高 : 1.17m (Moliter 公式 使用, F=11.0km)

적용공식 (Moliter 1934)

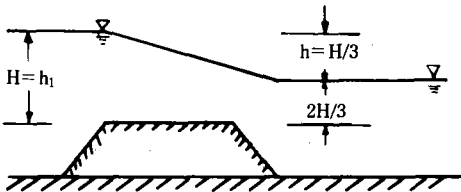


그림. 10. 사다리꼴堰의 完全越流

$$H = 0.76 + 0.061 \sqrt{\mu \cdot F} - 0.27 \sqrt[4]{F}$$

(단, $F < 72.5 \text{ km}$)

여기서 H : 波 高(m)

F : 대안거리(11km)

μ : 風 速(20m/sec)

◦ 各 部分의 名稱

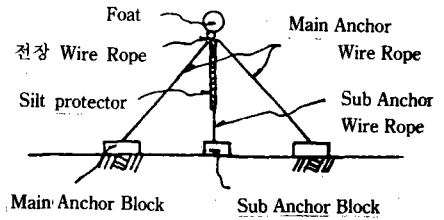
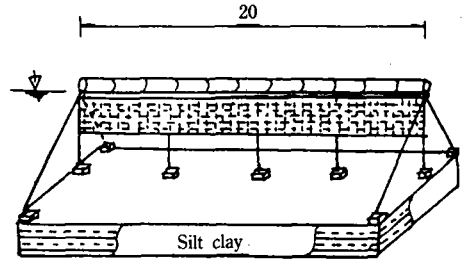


그림. 11. 汚濁防止幕 標準圖

나. 防止幕에 加해지는 外力

1) 바람에 의한 힘(F_w)

바람이 依한 防止幕 上端 Float部에 加해지는 힘.

$$F_w = \frac{R_a \cdot C_d \cdot U^2}{2g} \cdot \cos^2 \theta \text{ (港灣 設計 基準 P.19)}$$

여기서 R_a : 空氣의 比重量(1.29 kg/m^3)

C_d : 抵抗係數(1.0, 參考文獻 參照)

g : 動力 加速度(9.8 m/sec^2)

U : 風速(20m/sec)

θ : 바람의 方向이 母體의 接線에 垂直한 方向과 이루는 角(0°)

$$F_w = \frac{1.29 \times 1.0 \times 20^2}{2 \times 9.8} \times (\cos 0^\circ)^2 = 26.32 \text{ kg/m}^2$$

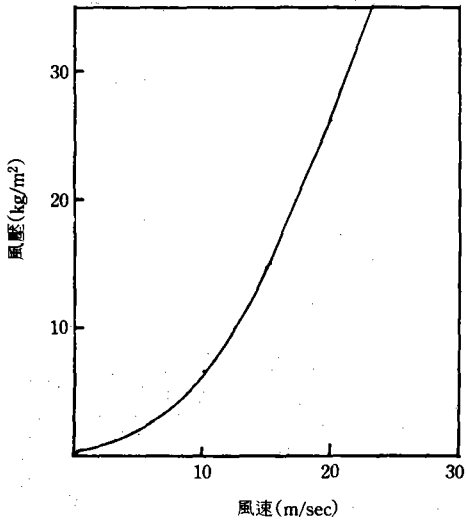


그림. 12. 風 壓

2) 潮流에 의한 힘(F_t)

潮流의 흐름에 따른 潮流速이 防止幕에 加해 지는 힘.

$$F_t = \frac{R_s \cdot C_d' \cdot V^2}{2g} \cdot \cos^2 \theta \text{ (港灣 設計 基準 P.21)}$$

- 여기서 R_s : 海水의 比重(1,030kg/m³)
- C_d' : 抵抗係數(1.13, 參考文獻 參照)
- g : 動力 加速度(9.8m/sec²)
- V : 風潮流速(m/sec)
- θ : 流速의 方向이 幕體의 接線에 垂直한 方向과 이루는 角(47°30')

$$F_t = \frac{1.030 \times 1.13 \times 1.379^2}{2 \times 9.8} \times (\cos 47^\circ 30')^2 = 51.54 \text{ kg/m}^2$$

3) 波에 의한 힘(F_h)

波에 의한 防止幕에 加해 지는 힘.

$$F_h = \frac{R_s \cdot C_d' \cdot V_o^2}{2g} \cdot \cos^2 \theta \text{ (港灣 設計 基準 P.21)}$$

- 여기서 R_s : 海水의 比重(1,030kg/m³)
- C_d' : 抵抗係數(1.13, 參考文獻 參照)

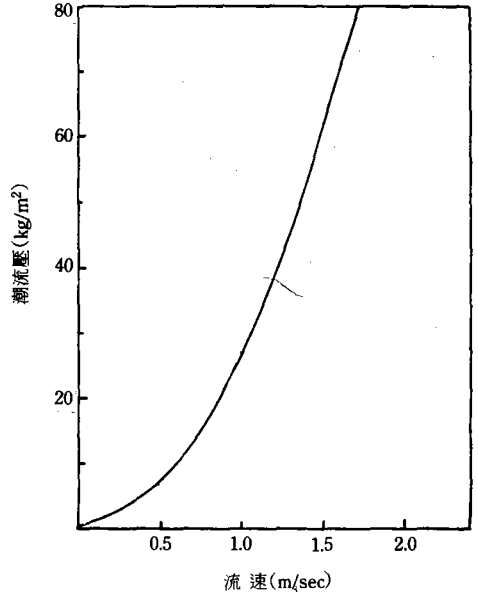


그림. 13. 潮 流 壓

g : 動力 加速度(9.8m/sec²)

V_o : 水平方向의 물 粒子의 平均速度 (m/sec)

θ : 波의 流入 角度(0°)

$$V_o = \frac{\pi H}{2T} \left(\cot h \frac{2\pi h}{L} + \operatorname{cosec} h \frac{2\pi h}{L} \right)$$

(港灣設計基準 p. 33)

$$= \frac{3.14 \times 1.173}{2 \times 4.18} \left(\cot h \frac{2 \times 3.14 \times 6.9}{27.26} \right)$$

$$+ \left(\operatorname{cosec} h \frac{2 \times 3.14 \times 6.9}{27.26} \right)$$

$$= 0.441 \times (1.087 + 0.425)$$

$$V_o = 0.667 \text{ m/sec}$$

$$F_h = \frac{1.030 \times 1.13 \times 0.667^2}{2 \times 9.8} = 26.42 \text{ kg/m}^2$$

다. 防止幕에 作用하는 應力

防止幕에 가해지는 外力은 Float 部에 作用하는 風力, 防止幕에 作用하는 潮流力 및 波力으로

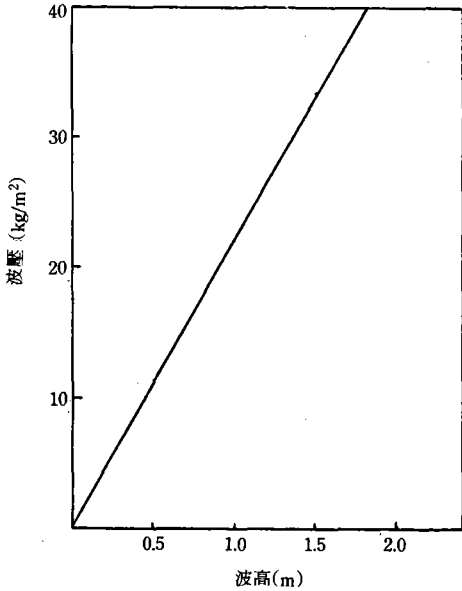


그림. 14. 波 壓

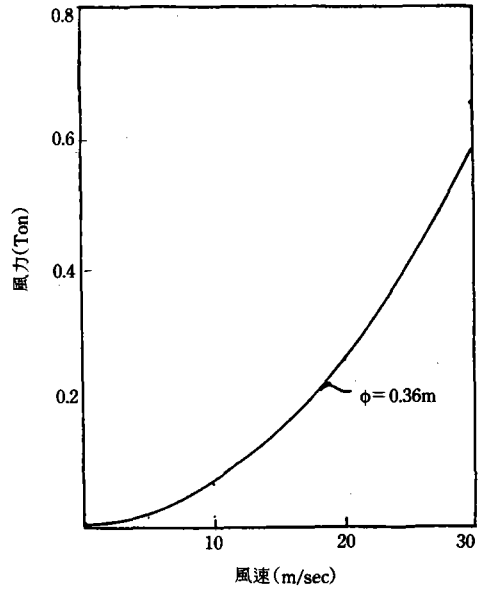


그림. 16. 風 力

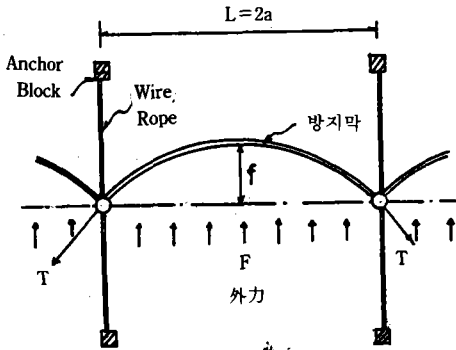


그림. 15. 汚濁防止幕 平面圖

區分할 수 있다.

그림. 15와 같이 防止幕에 外力이 作用할 때 防止幕은 포물선 形態로 되어 防止幕이 받는 張力(T)은 다음 式과 같다.

$$T = \frac{F \cdot a}{2f} \cdot \sqrt{a^2 + 4f^2}$$

여기서 F ; 外力(kg/m²)

a ; 防止幕 延長의 $\frac{L}{2}$ (L=20m)

f ; 變形量 $0.1 \times 2a = 2.0m$

1) 바람에 依해 作用하는 張力(T_w)

$$T_w = \frac{F_w \cdot a}{2f} \cdot \sqrt{a^2 + 4f^2} \cdot \phi$$

여기서 ϕ = Float의 直徑(0.36m)

$$T_w = \frac{26.32 \times 10}{2 \times 2} \times \sqrt{10^2 + 4 \times 2^2} \times 0.36 = 255.12kg$$

2) 潮流에 依해 作用하는 張力(T_t)

$$T_t = \frac{F_t \cdot a}{2f} \cdot \sqrt{a^2 + 4f^2} \cdot B$$

여기서 B = 防止幕의 幅(2.5, 3.0, 4.0m)

$$T_t = \frac{51.54 \times 10}{2 \times 2} \times \sqrt{10^2 + 4 \times 2^2} \times 2.5 = 3.469kg$$

3) 波에 依한 作用하는 張力(T_h)

$$T_h = \frac{F_h \cdot a}{2f} \cdot \sqrt{a^2 + 4f^2} \cdot B$$

여기서 B = 防止幕의 幅(2.5, 3.0, 4.0m)

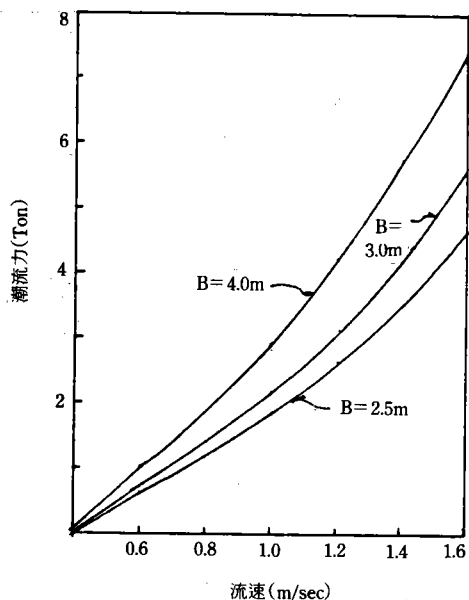


그림. 17. 潮流力

$$T_h = \frac{26.42 \times 10}{2 \times 2} \times \sqrt{10^2 + 4 \times 2^2} \times 2.5 = 1,778 \text{ kg}$$

4) 防止幕의 選定

가) 防止幕이 받는 張力(T_1)

防止幕은 潮流壓과 波壓에 依한 張力을 받는

다

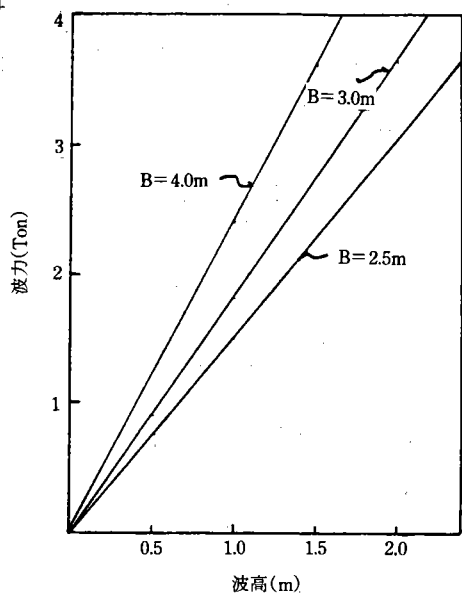


그림. 18. 波力

$$T_1 = \frac{(F_t + F_h) \cdot a}{2f} \cdot \sqrt{a^2 + 4f^2} \cdot F_s$$

여기서 F_t : 潮流壓(kg/m²)

F_h : 波壓(kg/m²)

2a : 防止幕 延長 (2a = 20m)

f : 變形量 0.1 × 2a = 2.0m

F_s : 安全率

安全率は 日本에서 經驗的으로 使用하는 基準을 適用하였다.

(參考文獻參照)

使用期間	安全率
0~6個月	$F_s = 5$
7~12 "	$F_s = 8$
12~24 "	$F_s = 10 \sim 15$

$$T_1 = \frac{(51.54 + 26.42) \times 10}{2 \times 2} \times \sqrt{10^2 + 4 \times 2^2} \times 12.5 = 26,237 \text{ (kg/m)}$$

-防止幕의 張力-

單位 區分	區間 幅	1	2	3
		2.5m	3.0m	4.0m
潮流壓 (F_t)	kg/m ²	51.54	55.42	59.31
波壓 (F_h)	"	26.42	26.42	26.42
($F_t + F_h$)	"	77.96	81.84	85.73
T_1	kg/m	2,099	2,203	2,308
安全率		12.50	12.50	12.50
防止幕의 張力	kg/m	26,237	27,537	28,850

라. Anchor Rope 張力 및 Anchor Block 重量 計算

1) Anchor Rope

가) 全長 Wire Rope

$$R = T \cdot F_s$$

여기서 R : 全長 Wire Rope의 張力(kg)

T : 防止幕이 받는 總 張力(kg)

$$T = T_w + T_t + T_h$$

F_s : 安全率(3~5)

$$R = 5,502 \times 3 = 16,506 \text{ kg}$$

- 全長 Wire Rope의 張力 -

區分	單位	區間		
		1	2	3
	幅	2.5m	3.0m	4.0m
風力 (T _w)	kg	255	255	255
潮流力 (T _t)	kg	3,469	4,476	6,393
波力	kg	1,778	2,134	2,845
長力 (T)	kg	5,502	6,865	9,493
安全率		3	3	3
所要張力	kg	16,506	20,595	28,479

나) Main Anchor Wire Rope

$$y = \frac{4f}{L^2} \cdot X \cdot (X-L)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{8f}{L^2} \cdot X - \frac{4f}{L}$$

$$X=0 \text{ 일 때 } \tan \alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{-4f}{L} = -\frac{4 \times 2}{20} = -0.4$$

$$\therefore \alpha = 22^\circ$$

$$T_m \cdot \sin \theta = 2T \cdot \sin \alpha$$

$$T_m = \frac{2T \cdot \sin \alpha}{\sin \theta} \cdot F_s$$

여기서 T_m : Main Anchor Wire Rope의 張力 (kg)

α : 防止幕의 傾角(22°)

θ : Main Anchor Wire Rope 角度(60°)

F_s : 安全率(3~5)

$$\therefore T_m = \frac{2 \times 5,502 \times \sin 22^\circ}{\sin 60^\circ} \times 3 = 14,280 \text{ kg}$$

- Main Anchor Wire Rope의 張力 -

區分	單位	區間		
		1	2	3
	幅	2.5m	3.0m	4.0m
總長力 (T)	kg	5,502	6,865	9,493
張力 (T _m)	kg	4,760	5,939	8,212
安全率		3	3	3
所要張力	kg	14,280	17,817	24,638

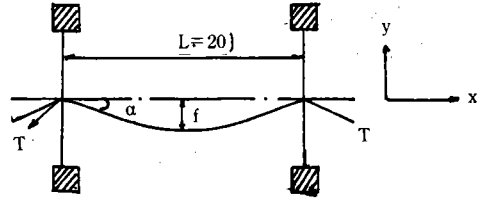


그림. 19. 汚濁防止幕 平面圖

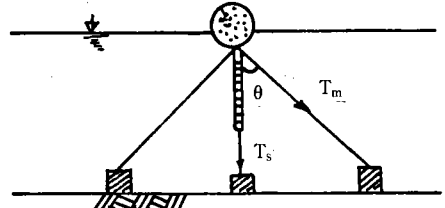


그림. 20. 汚濁防止幕 橫斷面圖

다) Sub Anchor Wire Rope

$$T_s = \frac{(F_t + F_h)}{2f'} \cdot L' \cdot \sqrt{(a')^2 + 4f'^2} \cdot a' \cdot F_s$$

여기서 F_t : 潮流壓(kg/m²)

F_h : 波壓(kg/m²)

L' : Sub Anchor의 間隔(5.0m)

2a' : 防止幕 幅(2.5m)

f' : 처짐量(0.1 × 2a' = 0.25m)

F_s : 安全率(3~5)

$$T_s = \frac{51.54 + 26.42}{2 \times 0.25} \times 5.0 \times \sqrt{(1.25)^2 + 4 \times (0.25)^2} \times 1.25 \times 3 = 3.927 \text{ kg}$$

- Sub Anchor Wire Rope의 張力 -

區分	單位	區間		
		1	2	3
	幅	2.5m	3.0m	4.0m
潮流壓 (F _t)	kg/m ²	51.54	51.54	51.54
波壓 (F _h)	kg/m ²	26.42	26.42	26.42
張力 (T _s)	kg	1,309	1,574	2,099
安全率	F _s	3	3	3
所要張力	kg	3,927	4,723	6,297

2) Anchor Block 重量

가) Main Anchor Block

그림. 19에서 $B_m = \frac{2T \cdot \sin \alpha}{K \cdot \sin \theta}$

여기서 B_m : Block 所要重量(kg)

T : 總張力(kg)

K : 地盤의 摩擦係數 2.0(2.0~2.5, 參考文獻 參照)

θ : Main Anchor Wire Repe의 연직 角度(60°)

α : 22°

$B_m = \frac{2 \times 5,502 \times \sin 22^\circ}{2 \times \sin 60^\circ} = 2,380(\text{kg})$

水中에 있으므로 海水의 單位를 考慮하면

$2,380 \div (2,300 - 1,030) = 1.870\text{m}^3$

H=0.8로 하면

$1.870 \div 0.8 = 2.3375\text{m}^2$

$B \times L \times H = 1.6 \times 1.6 \times 0.8 = 2.048\text{m}^3 > 1.870\text{m}^3$ O. K

- Main Anchor Block의 規格 -

區分	單位 區間 幅	1	2	3
		總張力(TA) kg	5,502	6,865
所要重力(B _m) kg		2,380	2,969	4,106
Block 規格 m		1.6×1.6×0.8	1.7×1.7×0.8	2.0×2.0×0.8

나) Sub Anchor Block

Sub Anchor Wire Rope 計算에서 Rope의 張力(T_s) 크기 以上の block이면 된다.

- Sub Anchor Block의 規格 -

區分	單位 區間 幅	1	2	3
		Sub Anchor Rope 張力(T _s) kg	1,309	1,574
Block 規格 m		1.0×1.0×0.8	1.1×1.0×0.8	1.3×1.3×0.8

6. 結 論

우리나라에서는 國土利用開發 次元에서의 西南海岸 干拓地開發은 날로 增加되는 趨勢이다. 또한 干拓事業 工사로 인한 各種 補償에 따른 民願도 날로 增加 趨勢에 있으며, 環境汚染 防止도 重要的 課題로 되어있다. 따라서 工法の 改善 및 새로운 物理的인 方法을 開發하여 工事推進에 阻害되는 要素에 對備하여야 할 것이다.

本設計는 完璧한 것이 못되므로 施行過程에서 착오와 經驗을 통해서 보다 向上된 技術 發展이 있기를 바라며, 現場에서 施工時 技術 發展을 爲하여 다음과 같은 觀測資料가 要望된다.

1. 氣象資料 : 風向, 風速, 潮位, 潮流速, 流向 (現在 觀測中)
2. 防止幕 設置後 干潮時 土砂의 擴散範圍 調査(調査豫定)
3. 防止幕 內·外側의 濁度測定(調査豫定)
4. Anchor Block 設置後 地盤의 洗掘狀態 調査(調査中)
5. 沈降된 物質의 粒度分析(調査中)
6. 防止幕 및 Wire Rope의 耐久性 試驗(調査豫定)
7. 施工裝備 能力 및 품셈 調査(調査中)
8. 其他 施工上의 問題點 調査(調査中)

參 考 文 獻

1. 建設部, 港灣設計基準, 1971.
2. 國際土木纖維學會, 3rd International Conference on Geotextile, Vol. 5, 1986.
3. 三菱油化株式會社, MY 퓨노스, 昭和 62年.