

해상공사의 환경 관리^㉑

趙元喆

〈延世大 土木工學科 教授〉

예측기술 및 환경기준

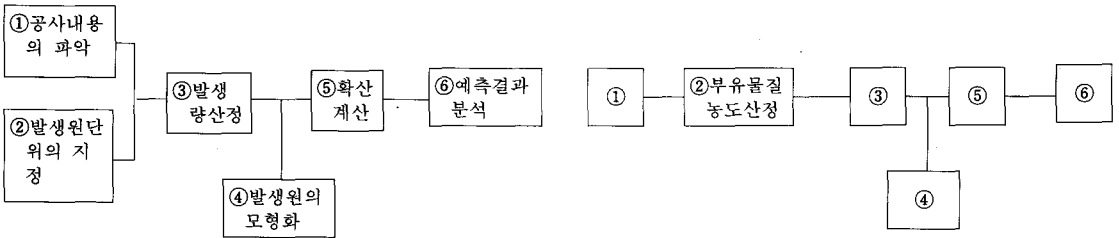
수질예측
 준설 및 매립공사에서 수질
 오탉의 발생·확산의 일반적인

예측순서를 그림 4에 나타내
 었다.
 오탉예측에 적용이 가능하
 다고 생각되는 모형으로서,
 단순한 수계산, 또는 도식해

로부터 얻어지는 해석모형,
 대형계산기를 사용하는 수식
 모의발생모형 및 이것들의 중
 간적인 경험식에 의한 모형
 등이 있다.

준설에 의한 탁도

매립여수에 의한 탁도



- ①공사내용의 파악:공사량·공사범위.
- ②발생원단위의 추정:공법의 발생원단위, 토립자입경과 오탉한계 유속과의 관계, 현지유속, 토사의 입도조성에 근거하여 당해공사에서 추정.
- ③발생량의 산정:공사량 및 발생원단위로부터 구한다(연속량과 일시적인 양의 구별)
- ④발생원의 모형화:탁도의 확산식에 의해서 농도분포의 계산에 필요한 탁도의 상태.
- ⑤확산계산:지형·조류·확산계수 등 당해구역의 자연조건을 제한한 확산모형식에 모형화된 발생상태를 입력하여 계산한다.
- ⑥예측결과의 분석:계산결과에 근거하여 농도의 수평분포를 작성한다. 예측한 탁도분포가 주변환경에 어느 정도 영향을 미치는지를 검토하고 문제가 예상되는 경우에는 필요한 대책을 세운다.

- ①공사내용의 파악:매립지의 구조, 입도조성·공사량.
- ②부유물질농도의 추정:침전지에서 토립자가 침전되는 것에 의해 탁도가 감소하는 비율을 구함, 매립의 진행단계마다 부유물질농도를 추정한다.
- ③발생량의 산정:왼쪽과 같음.
- ④발생량의 모형화:왼쪽과 같음.
- ⑤확산계산:왼쪽과 같음.
- ⑥예측결과의 분석:왼쪽과 같음.
 SS의 경우에는 환경기준이 정하고 있지 않으나, 특히 주변수역의 생물에 대한 영향을 고려하여 목표를 설정하는 것이 필요하다.

그림 4. 수질오탉확산 예측 순서

이들의 대비를 표 8에 나타내었다. 또한 오락발생원단위를 표9~표12에 참고로 나타내었다.

표 8. 汚濁豫測模型의 對比

特 徵	模 型	解析解 模型	經驗 模型 (테트라·테크 模型)	數值模擬發生 模型
地形을 考慮할 수 있다.		×	△	◎
水深을 考慮할 수 있다.		×	△	◎
鉛直分布를 表現할 수 있다.		△	○	◎
成層 또는 密度效果의 導入		×	○	○
汚濁發生形態의 任意性		△	○	○
防止膜의 效果		×	× or △	○
模型이 使用하기 쉬움		◎	○	△
局所의 豫測 可能性		△	○	△
初期段階의 汚濁豫測性		×	○	×
豫測處理의 迅速性		◎	○	× or △
適用範圍		△	○	○
小型計算機에 의한 計算		◎	△ or ○	× or △
應用 例		○	○	○
再現性		?	?	?
模型의 發展性		△	○	○

× 不能 또는 매우 劣勢, △ 部分的으로 良好(可), ○ 어느 정도 可能(또는 良好), ◎ 優秀

표 9. 深海工事의 發生原單位表

工 法	形 式	取 扱 土 砂			發生原單位 t/m ³
		실트以下(%)	粘土以下(%)	分 類	
土運船	500m ³	36.5	13.0	砂質류	14.94 × 10 ⁻³
		21.5	10.0	砂質류	15.80 × 10 ⁻³
		20.5	15.0	砂質粘土류	10.63 × 10 ⁻³
	180m ³	2.7		모래	0.02 × 10 ⁻³
		57.7	27.5	실트質粘土류	8.31 × 10 ⁻³
		22.7		砂質류	2.19 × 10 ⁻³ ~ 5.30 × 10 ⁻³
120m ³	19.1	6.8	砂質류	143.50 × 10 ⁻³	
	68.6	19.4	실트質류	22.72 × 10 ⁻³	
트럭식손船	2,400PS	68.6	19.4	실트質류	22.72 × 10 ⁻³
	1,800PS	82.2	33.4	粘土	123.43 × 10 ⁻³

표 10. 捨石 및 置換砂의 發生原單位

捨石	型 式	取 扱 土 砂			發生原單位 t/m ³	備 考
		실트以下(%)	粘土以下(%)	分 類		
捨石	1.3m ³ 글러브	30.5	10.0	砂質류	6.92 × 10 ⁻³ ①	捨石 100m ³ 당 附着土砂가 575kg이고, 이를 取扱하는 土砂機는 附着土砂에 關해서 記述하고 있다.
		30.5	10.0	砂質류	3.97 × 10 ⁻³ ②	
		30.5	10.0	砂質류	6.22 × 10 ⁻³ ③	
置換砂	540m ³ 切削船	4.7		모래	5.04 × 10 ⁻³	

①, ②, ③은 同一한 土質에서 測定한 것이지만 發生原單位の 算出에 使用한 資料는 測定日이 다르다.

표 11. 余水吐로부터 汚濁의 調査結果

	形 式	取 扱 土 砂			汚 濁 狀 態
		실트以下(%)	粘土以下(%)	分 類	
余水吐	4,000PS펌프	63.6	20.5	실트질粘土류	余水吐로 부터 流量이 5.720m ³ /h로 600m 떨어진 場所에서의 SS濃도가 干潮時에는 11.8ppm, 滿潮時에는 11.3ppm 이었다.

표 12. 浚渫의 發生原 單位表

	型 式	取 扱 土 砂			發生原單位 t/m ³	備 考
		실트以下(%)	粘土以下(%)	分 類		
펌프	4,000PS	99.0	40.0	실트質粘土	5.34×10 ⁻³	
		98.5	36.0		22.43×10 ⁻³	
		99.0	47.5	粘土	36.35×10 ⁻³	
		31.8	11.4	砂質류	1.39×10 ⁻³	
		69.2	35.4	粘土	45.23×10 ⁻³	
		74.5	50.5	砂質류	12.05×10 ⁻³	
	2,500PS	94.4	34.5	실트質粘土	9.85×10 ⁻³	
	2,000PS	3.0	3.0	모래	015×10 ⁻³	
		2.5	1.5	모래	0.33×10 ⁻³	
		8.0	2.0	모래	0.08×10 ⁻³	
클러브	8m ³	58.0	34.6	실트質粘土	* 9.91×10 ⁻³	* 同一한 土質에 의해 測定된 것이지만 자료는 大潮時와 小潮時의 것이다.
		58.0	34.6	실트質粘土	* 89.03×10 ⁻³	
	4m ³	54.8	41.2	粘土	84.20×10 ⁻³	
	3m ³	45.0	3.5	실트質류	15.84×10 ⁻³	
		62.0	5.5	실트質류	11.90×10 ⁻³	
		87.5	6.0	실트質류	17.11×10 ⁻³	
트럭썬	2,400PS×2	92.0	20.7	실트質粘土류	7.09×10 ⁻³	
		88.1	19.4	실트質류	12.10×10 ⁻³	
	1,800PS	83.2	33.4	粘土	25.19×10 ⁻³	
바켓	0.2m ³	10.4	1.5	모래	17.58×10 ⁻³	
		27.7	12.5	砂質류	55.77×10 ⁻³	

수질기준
수질오탁에 관련된 법규로서는 환경보전법(동시행령 및 동시행규칙), 수질오탁방지, 해양오염 및 해상재해의 방지 등에 관한 법규가 있다.

수질기준의 예로서는 일본의 경우, 「배수기준을 정하는 총리부령」에 의한 여수의 수질기준을 표 13에 나타내었다. 그러나 우리나라의 경우 이러한 규정이 없기 때문에

관련된 수질기준을 원용하여야 하는 실정이다.

표 13-1. 余水의 水質基準:(1) 有害物質關係

有害物質의 種類	許容限界	化學記號
카드뮴 및 이의 化合物	檢液 1 l 당 카드뮴 0.1mg	Cd
시안化合物	檢液 1 l 당 시안 1.0mg	CN
유기化合物	檢液 1 l 당 1.0mg	P
납 및 이의 化合物	檢液 1 l 당 납 1.0mg	Pb
6價크롬化合物	檢液 1 l 당 6價크롬 0.5mg	Cr ⁶⁺
비소 및 이의 化合物	檢液 1 l 당 비소 0.5mg	As
水銀 및 알킬水銀 이의의 水銀化合物	檢液 1 l 당 水銀 0.005mg	Hg
알킬化合物	檢出되지 않음	Hg
PCB	檢液 1 l 당 PCB 0.003mg	

표 13-2. 余水의 水質基準:(2) 以外的 汚濁物質關係

項 目	許 容 限 度
水素이온濃度(水素指數) (pH)	海城以外的 公共用水 5.8~8.6 海城으로 排出 5.0~9.0
生物化學的酸素要求量 (BOD)	單位 1 l 당 160mg(日間平均120)
化學的酸素要求量 (COD)	單位 1 l 당 160mg(日間平均120)
浮遊物質量 (SS)	單位 1 l 당 200mg(日間平均150)
노르말핵산抽出物質含有量(鐵油類)	單位 1 l 당 5mg
노르말핵산抽出物質含有量(動植物油脂類)	單位 1 l 당 30mg
페놀類含有量	單位 1 l 당 5mg
銅含有量	單位 1 l 당 5mg
亞鉛含有量	單位 1 l 당 3mg
溶解性鐵含有量	單位 1 l 당 10mg
溶解性망간含有量	單位 1 l 당 10mg
크롬含有量	單位 1 l 당 2mg
불소含有量	單位 1 l 당 15mg
大腸菌群數	單位 1cm ³ 당 日間平均 3,000個

소음·진동의 예측

공사에 수반되는 소음·진동에 대해서는, 공사 중에 고통감이 발생한 후에 대처하는 것은 늦은 경우가 많으며, 공사의 일시중단 등을 생각하면 공비증가와 공기지연을 초래하고 이후의 문제해결도 한층 곤란하다.

최근에 컴퓨터를 이용한 예

측수법이 개발되어, 사전평가

와 대책의 검토에 이용되기 시작했다.

이와같은 예측은 아래의 점들을 고려하여 진전시킬 필요가 있다.

① 어느 정도의 계산이 요구되는가?

- 수(手)계산이 가능한가?
- 프로그램 계산이 필요한

가?

· 극히 간단한(빠른) 예측인가?

· 예측뿐만아, 아니면 예측+대책인가?

② 대책에 관해서

· 공법 그 자체의 변경도 가능한가?

· 전과경로대책은 가능한가?

· 소음진동원대책은 가능한가?

③ 발생상황

· 대상에 인접한 소음원, 진동원은 어디인가?

· 공사공정표에 따라, 중기의 종류, 태수, 가동장소는 알고 있는가?

· 수음진점측의 대상에 인접한 구조물(민가, 학교, 공장등)은?

· 지형도

· 음진원에 관한 자료(예를 들면 실측치, 표 14~표 16 참조)

· 암소음, 암진동의 자료

④ 규제에 대해서

· 법적규제치

· 작업시간의 제한

· 주민, 주변공장, 기업자에서의 규제

표 14. 機械作業別 動力水準(Power Level)의 一例

機械·作業名稱	파워 레벨 dB(A)					
	90	100	110	120	130	140
디젤 헤머						
드롭 헤머						
振動 File 드라이버						
에어 헤머·스팀 헤머						
어스 오거						
어스 드릴						
베노트 보링 머신						
불도저						
백호						
파워 쇼벨						
트랙터 쇼벨						
덤프트럭						
크랩셀						
트럭 크레인						
클로라 크레인						
드래그 쇼벨						
콘크리트 믹서車						
벨트 콘베이어						
타이아 롤러						
振動롤러						
컴프레서 *						
콘크리트 플랜트 * (60m ³ /h)						
아스팔트 플랜트 *						
콘크리트 브레커 (30kg)						
자이언트 브레커 (空氣式) 500kg						
자이언트 브레커 (油壓式) 500kg						
콘크리트 커터						
削岩機 (20kg)						
鋼球 2.5t						
低爆速破碎藥 (100~300g)						
發破벤치커트 藥物 250kg 齊發						

注) 1. 騒音에서 表示되어 있는 것은 $L_w(A) = L_A + 20 \log r + 8$ 로 換算

2. * 表示는 特定建設作業, 3. 發破에 대해서는 騒音레벨을 나타낸다.

표 15. 排砂管의 騒音

種類	原單位	PWL [dB(A)]
海上裸管		평균 103 (100~105)
陸上被覆管		평균 87 (85~90)

* 裸管과 被覆管의 差는 騒音對策의 效果

種類	原單位	PWL [dB(A)]
돌이 많은 경우		90
주로 모래인 경우		79

* 浚渫時의 陸上裸管에서 實測한 것임

표 16. 建設機械의 振動水準(레벨)

區 分	機 械 名	仕 樣	距離別 鉛直方向振動水準(dB)				
			5m	10m	20m	40m	80m
基 礎 工	디젤 파일 해머	3t	84	78	70	64	61
	振動파일 드라이버	中/大型	90	76	68	67	53
	드럼해머	1.5t	69	63	63	57	49
	어스오거	40~55kW	53	53	49	49	50
	메노트	BT-2S	63	57	54	48	44
	리버스씨큐레이손 드릴	B500	51	57	45	38	-
	어스드릴	U106A	61	55	51	45	-
掘 削 工	스클프 도저	6m ²	88	76	66	57	55
	백호	0.35m ²	65	57	50	-	-
	불도저	9~11t	65	63	63	54	-
	불도저	15~17t	75	71	67	62	-
	트랙터쇼벨	1.1~1.5m ²	65	58	52	54	-
消岩機 使用工事	콘크리트破碎機	AH-05 550kg	89	85	82	70	-
	브레커	뉴메텍 30型	69	62	43	40	-
	油壓브레커	YB-600-120-15	-	77	63	56	-
解 體	콘크리트破碎藥	CCR, SLB	-	66	64	61	56
	重錘	2.5t	85	78	75	61	51

소음·진동의 규제기준

해상공사는 소음규제법 및 진동규제법의 적용을 받지 않는다. 그러나, 실제로는 지역 주민의 환경보전을 위한 조례와 행정지도로서의 규제가 만들어지는 경우가 있다.

따라서, 소음, 진동을 발생 하는 공사의 실시에서는, 반드시 감독관청에 규제의 유무를 확인할 필요가 있다. 특정 건설작업의 규제에 관한 기준을 표 17에 나타내었다.

맺음말

해상공사의 시공관리중 환경문제 관리는 안전관리와 함께 인원과 장비를 안전하고도 효율적으로 운용할 수 있도록 하며 공사장 및 그 주변환경을 쾌적하고 안전하게 유지하도록 하는 가장 기본적으로 중요한 것이라 하겠다.

해상공사의 효율적인 환경문제 관리를 통해서 인명의 보호는 물론 막대한 재산의 보호도 확보할 수 있도록, 세


심한 기본계획과 그 계획의 기동성 있는 적응(변화)성, 장비의 기능에 대한 정확한 기술적 이해, 그리고 무엇보다도 관리자의 인간존중과 환경보호의 이념에 바탕을 두고 환경재해의 발생기구(원인 및 경과)의 구명과 그 방지에 필요한 기술에 관한 계통적인 지식체계에 대한 관리기술적 수월성의 확보와 책임감이 함께있는 관리가 이루어져야 하겠다. 

표 17. 特定建設作業의 規制에 關한 基準

騒音規制法の 特定建設作業	敷地境界로부터 30m地點에서의 音量(혼)	振動規制法の 特定建設作業	敷地境界에서의 振動 (dB)	作業 時間		1日의 連續作業時間		同一場所에서의 連續作業時間		日曜日 및 休日の 作業
				1號區域	2號區域	1號區域	2號區域	1號區域	2號區域	
1. 杭打機, 杭拔機 또는 杭打杭拔機(壓入式 杭打杭拔機는 除外)를 使用하는 作業(杭打機를 어스오거와 併用하는 作業은 除外)	85	1. 杭打機(壓入式杭打機는 除外), 杭拔機(油壓式杭拔機는 除外), 또는 杭打杭拔機 除外)를 使用하는 作業	75	午前7時 ~ 午後7時						禁 止
2. 보우打機를 使用하는 作業	80							6日 以內	6日 以內	
3. 削岩機를 使用하는 作業(作業地點이 連續的으로 移動하는 作業에 있어서는, 1日 동안에 該當作業에 關係되는 2地點 사이의 最大距離가 50m를 넘지 않는 作業에 限한다.)	75	4. 부레카(手持式은 除外)를 使用하는 作業(作業地點이 連續的으로 移動하는 作業에서는, 1日 作業에 關係되는 2地點 사이의 最大距離가 50m를 넘지 않는 作業에 限한다)	75	午前 6時 ~ 午後 9時 (騒音)	午前 7時 ~ 午後 7時 (振動)					禁 止
4. 空氣壓縮機(電動機以外的 原動機를 使用하는 것으로, 그 原動機의 定格出力이 15kW以上의 것에 限한다)를 使用하는 作業(削岩機의 動力으로서 使用하는 作業은 除外)					午前6時 ~ 午後9時		午前 10時 以內	14 時間 以內	1個月 以內	
5. 콘크리트 플랜트(混練機의 混練容量 0.45m ³ 以上인 것에 限한다) 또는 아스팔트플랜트(混練機의 混練重量이 200kg以上의 것에 限한다)를 設置하는 作業(물타르를 建造하기 위해 콘크리트 플랜트를 設置하여 行하는 作業은 除外)										禁 止
		2. 鋼球를 使用해서 建築物의 工作物을 破壞하는 作業 3. 鋪裝板 破碎機를 使用하는 作業(作業地點이 連續的으로 移動하는 作業에서는, 1日 作業에 關係되는 2地點 사이의 最大距離가 50m를 넘지 않는 作業에 限한다.)	75	午前7時 ~ 午後7時				6日 以內	6日 以內	
作業時間, 1日 동안에 할 수 있는 作業時間, 同一한 場所에서의 連續作業時間 및 日曜日, 休日作業의 制限이 없는 境遇				① 災害, 非常事態緊急作業 ② 生命, 身體危險防止緊急作業 ③ 鐵軌道 正常運行確保作業 ④ 道路法에 의한 占用許可 條件 및 道路交通法에 의한 使用許可條件이 夜間指定인 境遇		① 災害, 非常事態緊急作業 ② 生命, 身體危險防止緊急作業		① 災害, 非常事態緊急作業 ② 生命, 身體危險防止緊急作業 ③ 鐵軌道正常運行確保作業 ④ 道路法에 의한 占用許可條件 및 道路交通法에 의한 使用許可條件이 休日指定인 境遇 ⑤ 變電所의 變工事를 休일에 施行할 必要가 있는 境遇		

(注)1號區域: 第1種住居專用地域, 第2種住居專用地域, 住居地域, 商業地域, 近隣商業地域, 準工業地域, 用度地域으로 定혀져 있지 않은 地域, 工業地域內의 學校, 病院 등으로 부터 80m以內의 區域
2號區域: 工業地域內의 學校, 病院 등으로 부터 80m 以上의 區域