

## 준설퇴적토의 현장처분시설(Confined Disposal Facility) 설계

홍준식, 안재환, 김소정, 지재성, 배우근\*

한국건설기술연구원 수자원환경연구부,

\*한양대학교 토목환경공학과

jshong@kict.re.kr

### 요약문

A sediments are Integral called as gravel, sand, clay, mineral materials which are settling in bottom layer of reservoir, stream, and oceans from land. In practical problems relations of sediments are flood by decreed of flow capacity and down of water quality. Dredged sediments are composed with constructed material and variety of pollutant compounds. Therefore, it is very much of cost effects in nationally, if development for use of constructed material separated only constructed material within sediments. And it will be continue to the dredge operation of stream sediment for retrofit of water environment and sustainable's after the years.

The following results could be obtained :

In case of high concentration sediments, sample for design of CDF was shown property of flocculent settling. Assuming that average inflow rate is  $1,000\text{m}^3/\text{hr}$ , mean residence time( $T_d$ ), average ponding depth( $H_{pd}$ ), and design surface area for flocculent settling( $A_{df}$ ) were 5 hr, 0.6 m, and  $15,750\text{ m}^2$  respectively.

**Key word** : Dredging, Dredged sediments, CDF(Confined Disposal Facility)

### 1. 서론

국내의 주요 상수원으로 이용되고 있는 하천 및 호소의 수질오염이 점차 심화되고 있으며, 강우에 따른 토사의 유출로 인하여 퇴적물량은 계속해서 증가되고 있다<sup>1)</sup>. 환경저<sup>2)</sup>의 조사에 의하면 경안천 유입부의 경우 연간 약 63만톤 이상이 퇴적되는 것으로 보고되었으며, 2001년까지 예상 퇴적물량은 대략 17백만톤 이상이 퇴적되었을 것으로 추정되며, 이러한 퇴적물량의 증가는 댐의 수자원 담수량을 감소시키고, 계절별 수온의 차이에 의한 Turnover현상과 퇴적된 오염원으로부터의 용출이 수질오염의 주요 원인중에 하나이다. 퇴적물은 육지로부터 유입되어 호소, 하천, 해양 등의 수체에 쌓이는 자갈, 모래, 점토, 유기물질, 광물질을 통칭하는 것으로서, 국내의 경우 아직까지 퇴적물에 대한 환경기준이나 적정관리방안이 부재한 실정이다<sup>3)</sup>. 퇴적물이 수서 생물 혹은 국민건강에 악영향을 미칠 수 있는 농도 이상의 중금속, PAHs, 유기염소계 농약, PCBs 등의 유해화학물질을 포함하는 경우 오염퇴적물이라고 말한다<sup>4)</sup>.

퇴적물과 관련된 가장 실질적인 문제는 하천의 통수능력 저하에 따른 범람과 하천의 수질악화에 있다. 국내의 경우 1760년에 처음으로 하천 범람방지를 목적으로 청계천을 준설한 바 있으며,

이후 홍수통제, 하천정비, 건설용 골재 채취, 댐 유지용수 확보, 수로 또는 항로의 유지, 간척사업 등 주로 토목공사와 관련하여 퇴적물에 대한 준설이 현재까지 실시되고 있다. 준설현장에서 재부상물질(Resuspended Solids)로 인한 2차 오염을 최소화하기 위한 준설공법으로 흡입펌프를 이용한 수리학적 준설공법이 이용되고 있다. 이때 다량의 퇴적준설오니의 현장처분을 위한 시설로서 폐쇄처분시설의 적정 설계방안을 제시하고자 퇴적물의 침강특성에 대한 분석을 실시하였다.

## 2. 본론

### 2.1 실험방법

침전실험에 이용된 퇴적준설토는 한강하류(여의도) 퇴적준설토와 현장의 물(Carrier water)를 이용하였으며, 퇴적준설토는 미세토(No. 200 sieve : 0.074mm이하)를 대상으로 초기 농도를 120 g SS/ℓ와 45.2 g SS/ℓ로 각각 실험하였으며, 실험방법은 U.S. Army Corps Eng.<sup>5)</sup>의 지침을 따랐다. 원통형 침전컬럼은 지름(Ø)과 높이(H)는 각각 21cm, 230cm이고 총 용량은 58 L로서, 침전실험에서의 wall effect를 최소화하였다. 침전시간별 슬러리 농도를 측정하기 위해 30cm 간격으로 샘플링포트 설치하였으며, 초기 슬러리의 농도를 균일하게 조정하기 위해 슬러리 주입기간동안 침전컬럼의 하부에서 일정량의 공기를 공급하여 혼합시켰다.

### 2.2 실험결과

#### 가. 고농도 침강실험

고농도 미세퇴적토 침강실험은 초기농도를 120 g SS/ℓ로 실험하였고, 그림 1과 그림 2에 침전시간에 따른 퇴적물의 침전 경계층 변화를 나타내었다. 또한 그림 3은 깊이별 SS의 초기농도 백분율을 나타내었다. 본 실험에서 침전컬럼(settling column)의 SS 농도를 깊이와 시간 간격별로 측정된 결과, 해당 퇴적토는 Flocculent settling의 특성을 나타내었으며, 상정수 부분의 농도가 CDF 설계농도인 1 g/L 이하가 될 때까지 측정하였다.

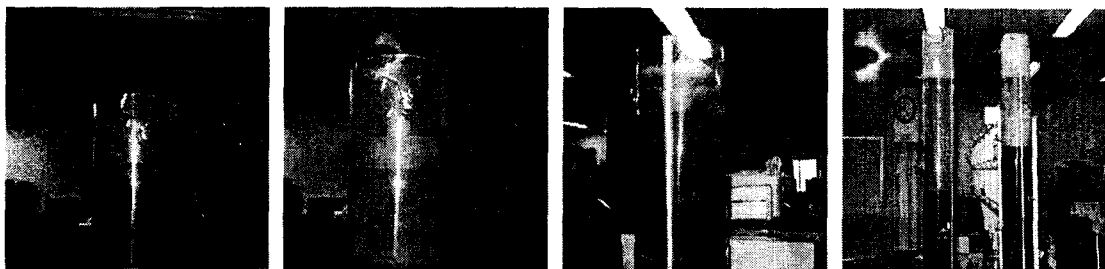


그림 1. 침전시간에 따른 고농도 퇴적물의 침전 경계층 변화

#### 나. 저농도 침강실험

저농도 미세퇴적토 침강실험은 초기농도를 45.2 g SS/ℓ로 하여 순수 퇴적토만을 주입한 침전컬럼(column)과 응집제( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ) 10 ppm를 투입한 침전컬럼의 침강특성을 비교하였다. 또한 그림 3에 깊이별 SS의 초기농도 백분율을 나타내었다. 퇴적토의 침전 실험결과 Flocculent settling의 특성을 나타내었고, 상정수 부분의 농도가 CDF 설계농도인 1 g/L 이하가 될 때까지 측정하였다.



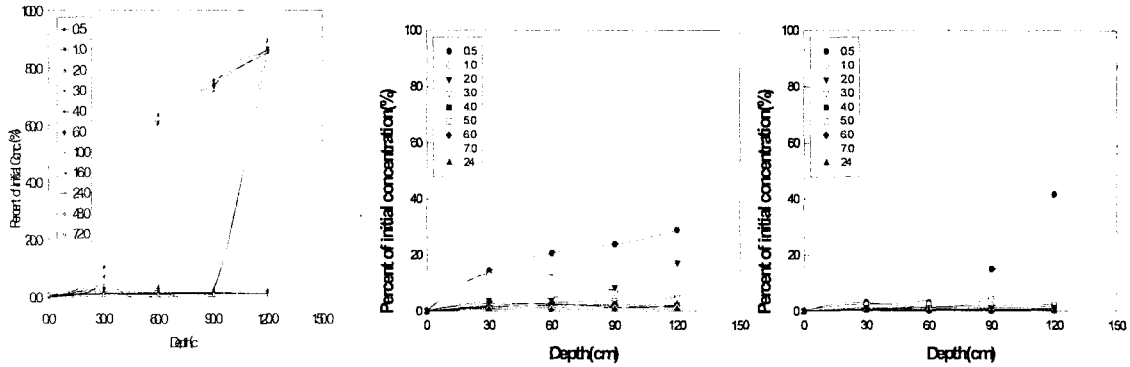
(1시간)

(3시간)

(5시간)

(7시간)

그림 2. 침전시간에 따른 저농도 퇴적물의 침전 경계층 변화



(a) 고농도(control)

(b) 저농도(control)

(c) 저농도(응집제 10ppm)

그림 3. 깊이에 따른 SS의 초기농도 백분율

다. CDF의 설계

CDF의 설계는 준설토의 특성을 분석하여 침강특성을 먼저 파악하고, zone settling 또는 flocculent settling에 따라서 상등수의 SS 제거를 위한 체류시간(retention time)을 산정한 후 침강에 필요한 면적을 산정할 수 있다. 표 1에 침강시간의 함수에 따른 고농도 및 저농도의 고형물 제거율을 나타내었고, 그림 4에 고형물 제거율을 나타내었다. 또한 퇴적토의 성분에 따른 퇴적준설 오니의 현장처분을 위한 시설로서 폐쇄처분시설의 적정 설계인자를 표 2에 나타내었다.

표 1. 침강 시간의 함수에 따른 고농도 고형물 제거율(removal percentage) (단위 : %)

시간 \ 깊이	고농도			저농도(control)			저농도(응집제 10ppm)		
	30cm	60cm	90cm	30cm	60cm	90cm	30cm	60cm	90cm
0.5hr	-	-	-	95.94	86.97	75.69	99.55	98.08	93.69
1 hr	99.1	83.5	48.2	95.78	88.93	81.76	99.50	98.82	97.24
2 hr	99.4	97.9	95.6	98.71	96.72	93.88	99.81	99.44	98.88
3 hr	99.6	98.7	97.5	99.60	98.57	96.91	99.81	99.33	98.54
4 hr	99.7	99.0	98.0	99.61	98.99	98.13	99.87	99.65	99.32
5 hr	-	-	-	99.72	99.12	98.19	99.92	99.82	99.69
6 hr	99.8	99.3	98.6	99.72	99.03	97.95	99.92	99.75	99.49
7 hr	-	-	-	99.82	99.45	98.87	99.94	99.83	99.68
10hr	99.8	99.5	98.9	-	-	-	-	-	-
16 hr	99.9	99.6	99.1	-	-	-	-	-	-
24 hr	99.9	99.6	99.2	99.90	99.68	99.35	99.96	99.90	99.80
48 hr	99.9	99.6	99.2	-	-	-	-	-	-
72 hr	99.9	99.7	99.4	-	-	-	-	-	-

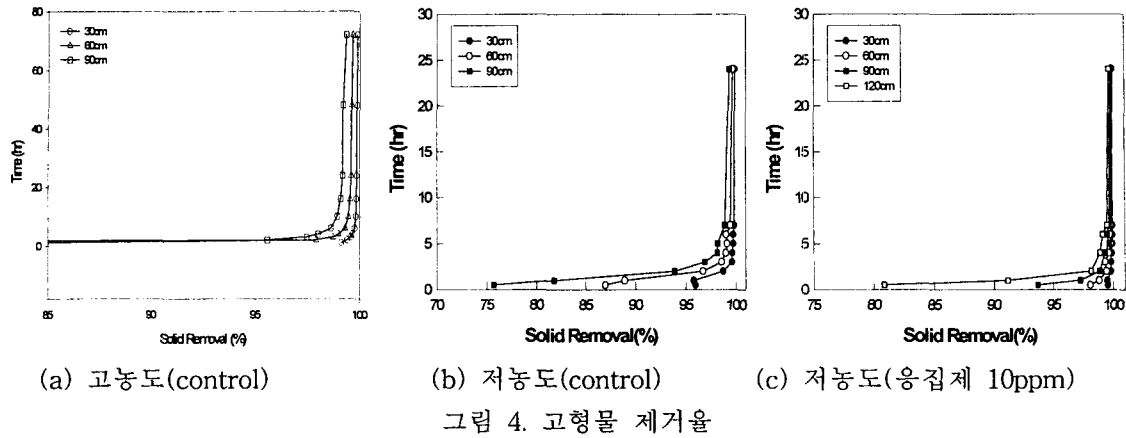


표 2. CDF의 설계인자

항목	고농도	저농도	
		control	응집제 10ppm
$T_d$ : mean residence time	4~6hr(5hr로 가정)	2~3hr(2.5hr로 가정)	0.5hr
T : theoretical residence time	9.45 hr	4.725 hr	0.945 hr
HECF <sup>1)</sup>	1.89	1.89	1.89
L/W	3	3	3
$Q_i$ : average inflow rate	1,000 m <sup>3</sup> /hr	1,000 m <sup>3</sup> /hr	1,000 m <sup>3</sup> /hr
$H_{pd}$ : average ponding depth	0.6 m	0.6 m	0.6 m
$A_{df}$ <sup>2)</sup>	15,750 m <sup>2</sup>	7,875 m <sup>2</sup>	1,575 m <sup>2</sup>
W : width	72.5 m	51.23 m	7.64 m
L : length	217.2	153.7 m	22.9 m

주) 1) HECF : hydraulic efficiency correction factor (HECF > 1.0) defined as the inverse of the hydraulic efficiency,  $T_d/T$

2)  $A_{df}$  : design surface area for flocculent settling

### 3. 결론

이상과 같이 퇴적준설오니의 현장처분을 위한 시설로서 퇴적도 특성에 따른 폐쇄처분시설의 적정 설계 인자를 제시하였으며, 이러한 설계인자는 해당 호소 및 하천의 퇴적오니 특성에 따라 달라지므로 퇴적준설물의 폐쇄처분시설을 설계하기 위해서는 반드시 대상시료의 침강특성과 폐쇄처분지역의 지반특성 등의 사전조사가 요구되며, CDF의 처리효율 향상을 위한 화학적 처리 및 CDF의 구조적 최적화를 위한 추가실험연구가 수행되어야 할 것이다.

### 4. 참고문헌

- 1) 한국건설기술연구원, 하천수질 정화기술의 개발에 관한 연구(2차년도), 2002.1
- 2) 환경처, 팔당호퇴적물준설사업 환경영향평가, 1993.
- 3) 한국환경정책평가연구원, 수저퇴적물 환경기준 개발에 관한 연구, 2000
- 4) US EPA, Selecting Remediation Techniques for Contaminated Sediment, EPA 823-B93-001, 1993b.
- 5) US ACE, Dredging and Dredged Materials Disposal, EM1110-2-5025, U.S. Army Corps Engineers Washington, D. C.