

시화호 점착성 퇴적물의 침강 특성에 관한 연구

이영재* · 이상화* · 황규남** · 류홍렬**
*동아대학교 토목공학과, **전북대학교 토목공학과

A Study on Settling Properties of Cohesive Sediments in Shihwa Lake

YOUNG-JAE LEE*, SANG-HWA LEE*, KYU-NAM HWANG** AND HONG-RYUL RYU**

*Department of Civil Engineering, Dong-A University, Busan, Korea

**Department of Civil Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

KEY WORDS: Cohesive Sediments 점착성 퇴적물, Suspended Sediment Concentration 부유사농도, Settling Velocity 침강속도

ABSTRACT: The sediment of Shihwa Lake contains an abundant quantity of cohesive sediments. The transport processes of the cohesive sediments are complex and difficult to predict, quantitatively. The cohesive sediments are the primary reason for the pollution of the environment and water quality in the coastal region. In this study, a column test has been performed. In order to quantify the settling velocities of sediment from Shihwa Lake, an experiment was conducted using a specially designed 1.8m tall settling column. A series of settling tests and physico-chemical property tests on Shihwa Lake cohesive sediments has been conducted to investigate the correlation between settling properties and their physico-chemical properties, which are represented as grain size distribution, mineralogical composition, and percentage of organic contents. Experimental results of physico-chemical property tests show that Shihwa Lake sediments are relatively large in average grain size(74 μ m), contain very small organic material(6%), and are dominantly composed of Quarts, which has relatively low cohesion. Thus, Shihwa Lake sediments might be specified as those whose settling properties are more influenced by gravity than cohesion. It is concluded that the magnitude of settling velocities of muddy sediments can be quite different, regionally, and it implies that field or laboratory experiments for settling velocity measurement should be preceded over the numerical modeling of muddy sediment transport, in order to obtain the reliable prediction results for a given specific site.

1. 서 론

신항만 건설 및 연안매립 등과 같은 해안지역의 대규모 개발 공사로 인하여 발생하는 토사의 침식 및 퇴적은 해저지형의 변화를 야기하고 해양생태계의 변화를 초래한다. 특히, 항내 및 항만의 외곽시설 구조물 주변에서 나타나는 점착성 퇴적물 이동현상은 항만 유지관리 계획에 막대한 투자를 요구하게 되어 사회적·경제적으로 큰 문제로 대두되고 있다. 항만 주변 해역의 오염된 해저면의 점착성 퇴적물이 외력작용으로 인하여 부상, 확산되는 경우에 해수오염의 주요인으로 작용하여 자연생태계를 파괴하는 것 등을 감안할 때 생태학적인 측면에서도 깊이 있게 취급해야 할 문제이다.

점착성 퇴적물의 이동특성은 Mehta(1986)에 의하면 토사입경 크기에 의해 크게 영향을 받는 사질성 퇴적물과는 달리, 퇴적물의 물리·화학적 특성 즉 유기물 함량, 양이온 전도율, 컨시스턴시 특성, 전단 특성, 광물질 구성 등에 따라 변화한다.

현재 개발되어 있는 연안역 점착성 퇴적물 이동예측을 위한 모든 모형들은 실험이나 현장관측을 통하여 구한 경험식들을 사용하고 있으며, 침식·퇴적 특성인자, 즉 침강속도 및 침식률 등의 산정을 위해 필요한 인자들을 실험이나 현장관측을 통하여 직접 구한 후에 입력자료로 사용하도록 권장되고 있다. 이것은 연구대상 지역의 해저면이 점착성 퇴적물로 되어있는 경우 예측모형의 적용에 앞서 퇴적물의 침식·퇴적등에 대한 실험 및 현장관측이 필수적으로 선행되어야 한다는 것을 의미한다 (황규남, 2000 ; 황규남 등, 2001).

국내에서의 퇴적물 이동예측모형 적용을 위한 점착성 퇴적물의 침식·퇴적특성에 관한 실험 및 현장관측은 몇몇 사례(김재중, 1989; 이상화, 1990; 이승휘, 1993)뿐이며, 실험장치 및 측정 자료의 부족으로 인하여 외국을 포함한 타 지역에서의 관측된 값들을 편의적으로 사용하고 있는 실정이다. 따라서 각 지역에서의 점착성 퇴적물의 침식 및 퇴적특성에 대한 정량적 연구가 절실히 요구되고 있다.

본 연구에서는 시화호에서 발생하는 점착성 퇴적물의 연직 이동 메커니즘 파악 및 연직수송량의 정량적 추정을 위한 기초연구로서, 현장에서의 해양물리량의 관측과 더불어 정지 흐름 조건

제1저자 이영재 연락처: 부산광역시 중구 중앙동 6가 14번지
051-999-3235 lyjmss@hanmail.net

에서의 침강실험을 통하여 호소 점착성 퇴적물의 침강특성을 정량적으로 규명하였다. 또한 본 연구에서는 퇴적물 자체의 물리·화학적 특성 조사로서, 퇴적물의 입경, 광물질 구성성분 및 유기물 함량에 대해 조사가 수행되었으며, 이러한 특성과 연계하여 호소 점착성 퇴적물의 침강특성을 규명하고자 하였다.

2. 현장조사

2.1 지형 현황

시화지구 간척사업은 여의도 면적의 60배에 달하는 간척지 17300ha와 배후지 개발 7130ha 등 총 2만4430ha를 1996년까지 개발하였다. 시화방조제는 경기도 시흥시 정왕동에 위치한 오이도와 안산시 대부동 방어머리를 연결하는 길이 12.7km의 방조제로서 농어촌진흥공사의 대단위 간척종합개발사업의 일환으로 1987년 6월부터 1994년 2월까지 6년 반에 걸친 공사 끝에 완공되었다. 시화방조제에는 홍수시 초당 약 4000톤의 홍수량을 배제할 수 있는 배수갑문 2개소를 비롯해 길이 20km, 폭 8m의 진입도로, 어도 1개소, 통선문 1개소, 선착장 5개소, 제염암거 등이 설치되어 있다.

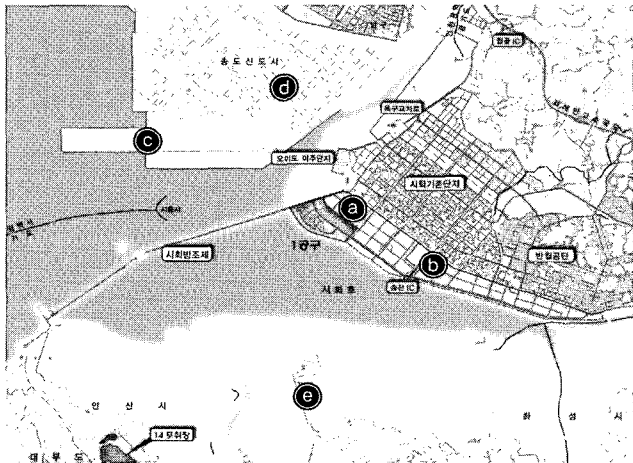


Fig. 1 Map of Shihwa Lake

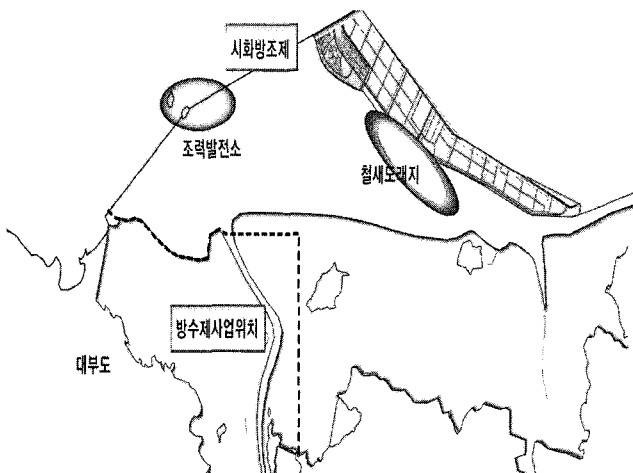


Fig. 2 Exploitation project of Shihwa Lake

시화주변의 최근의 개발 현황 및 향후 추진계획을 살펴보면, Fig. 1, 2의 ㉠와 ㉡지점에는 수자원공사에서 시행중인 “시화 멀티테크노밸리 조성공사”가 계획되어 있으며, 여기에는 일부 인공수로, 철새도래지, 인공갯벌 조성 등 다양한 생태계 복원계획을 포함한 종합적인 계획을 수립해 놓고 있다. ㉢지점에는 농업기반공사에서 시행하고 있는 농지조성을 위한 “시화 방수제 건설사업”이 진행되고 있으며, 이러한 일련의 사업들은 시화호 내수면적의 감소로 인한 해수의 흐름장 변화로 시화호 내측의 해저지형 변화를 초래 할 것으로 예상된다.

그리고 수자원공사에서 추진하고 있는 작은 가리비섬 일대의 조력발전이 가동되면 시화호 내측의 수위조건은 E.L.(-)1.00 ~ (-)4.50m로 변화가 예상되며, 이로 인한 시화호 해저지형의 변화는 또한 커다란 변화를 가져올 것은 당연할 것이다.

2.2 현장표본 채취

시화호 수역에서의 점착성 퇴적물의 물리·화학적 특성 및 침강특성 조사를 위해 2003년 6월 26일에 1개 정점(SB)에서 표본 시료를 채취하였고, 현장 해수의 조건을 파악하기 위하여 동일 지점에서 해수가 채취되었으며, 시료와 해수는 침강실험 전 과정에 사용하였다. 퇴적물 표본시료 채취지점의 수심은 1.7m이었으며, 채취 당시의 각 층별 수온, 염도 및 부유사 농도 관측 값들은 수심평균 값들과 함께 Table 1, 2와 같다.

Table 1 Temperature, salinity, and suspended sediment concentration

Observed Depth	Temp (°C)	Sal (‰)	SS (mg/l)
Suspend layer	22.5	27.7	7.5
Middle layer	22.4	27.9	4.5
Bottom layer	22.4	27.8	8.0
Ave. depth	22.4	27.8	6.7

2.3 현장 관측

시화호 수역에서의 현장관측을 Fig. 3, 4와 같이 2003년 7월 22일에 2개 정점(SB-1, SB-2)에서 표본시료를 수행하였다. 조류에 수반된 부유사 농도를 파악하기 위하여 층별조류 측정과 동일한 2개 측정점에서 13시간 동안 표층, 중층, 저층의 3개층에서 시별 수온, 염도 및 부유사 농도를 관측하였다.

Table 2 Observation synopsis of suspended sediment

Obs. point	Site	Obs. date	Dep.(m)	Obs. layer
SB-1	37° 19' 12" N. 126° 40' 51" E.	2003. 7. 22	3.0	Sus. layer
SB-2	37° 18' 10" N. 126° 38' 44" E.	2003. 7. 22	10.0	mid. layer Bot. layer

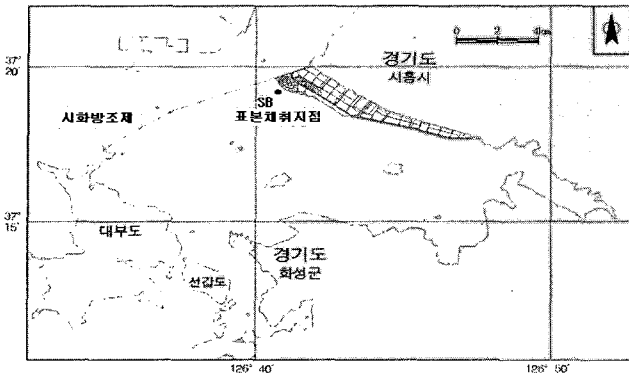


Fig. 3 Site of sampling in Shihwa Lake (1)

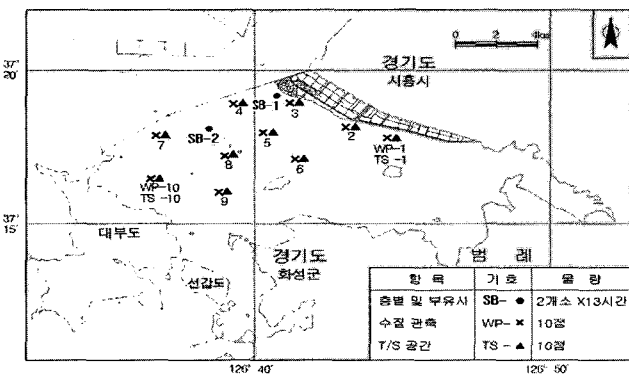


Fig. 4 Site of sampling in Shihwa Lake (2)

부유사 농도는 채수한 해수 1ℓ를 pore size 0.45μm의 membrane filter로 여과시킨 후 filter paper를 103~105℃에서 1시간 동안 건조시켜 전자저울로 무게를 측정하였다. 분석성과는 Table 3에 제시하였다.

Table 3 The result of SS, temperature, salinity

Obs. Site	Obs. date	Item	Temp(°C)			Sal(‰)			SS (mg/L)		
			S	M	B	S	M	B	S	M	B
SB-1	2003. 7.22	Max.	24.8	24.7	24.7	20.4	20.4	20.5	10.2	10.2	11.0
		Min.	24.3	24.2	24.1	19.8	19.8	19.8	4.9	5.3	6.8
		Ave.	24.6	24.4	24.4	20.2	20.2	20.3	7.1	7.6	8.6
		Total Ave.	24.5			20.2			7.8		
SB-2	2003. 7.22	Max.	24.6	24.3	24.1	20.5	21.6	22.0	15.4	14.3	15.4
		Min.	24.2	23.1	23.0	19.7	20.0	20.2	5.1	5.9	7.8
		Ave.	24.4	23.9	23.5	20.1	20.5	20.7	9.5	9.3	10.8
		Total Ave.	23.9			20.4			9.9		

3. 퇴적물 자체의 물리·화학적 특성

본 실험에서는 시화호 SB지점에서 채취된 표본 퇴적물 시료에 대하여 물리·화학적 특성 조사로서, 입경 분포, 유기물 함량, 광물질 구성에 대한 3가지 조사가 수행되었다. 실험방

법 및 실험결과에 대한 간략한 설명은 아래와 같다.

3.1 입경분포

일반적으로 미세 점착성 퇴적물의 입경분포는 피펫법, 비중계 분석법 등을 통하여 결정되는데, 본 연구에서는 비중계 분석법이 사용되었다. 순수 토사 입자만의 입경분포를 얻기 위하여, 본 실험에서는 시료 전 처리 과정으로 4%의 NaPO₃, 염산, 증류수를 사용하여 유기물과 flocc 형성을 촉진시키는 전해질 염분이 제거되었다. 또한, 단지 미세-점착성 퇴적물만의 입경분포를 구하기 위하여, No200체(75μm)를 기준으로 습식 체질된 퇴적물에 대해 비중계 분석이 수행되었다. 본 실험을 통하여 산정된 시료에 대한 입경분포 곡선은 Fig. 5와 같다.

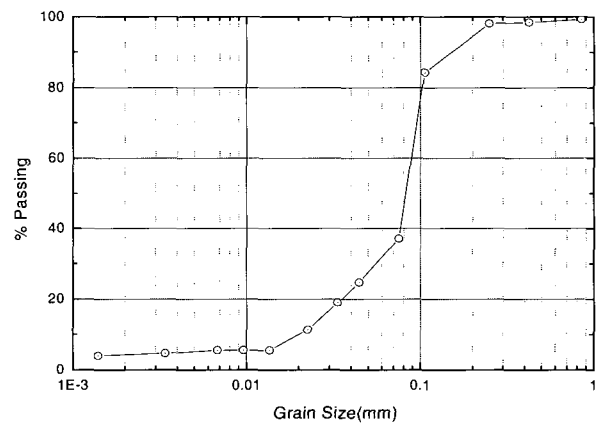


Fig. 5 Grain size distribution

3.2 유기물 함량

본 연구에서 유기물 함량은 해양환경공정시험방법에 따른 강열감량법에 의해 조사되었다. 우선 채취된 표본시료들은 동결 건조 후에 곱게 분마되었으며, 곱게 분마된 시료 중 일정량(약 5g)을 취하여 전기로에 넣고 550℃에서 약 2시간 동안 가열하였다. 유기물 함량의 백분율은 가열 전의 시료무게와 가열 후의 시료무게의 차이에 의해서 산정되었으며, 그 결과는 Table 4와 같다.

Table 4 Percentage of organic material

Obs. Site	Organic Material(%)
SB	5.8

3.3 광물질 구성성분

채취된 표본시료에 대한 광물질 구성성분 분석은 전북대학교 공동시험소가 보유하고 있는 회절분석기(x-ray diffraction)를 이용하여 수행되었다. 본 연구에서는 광물질 구성성분의 정량적인 분석은 수행되지 않았으며, 정성적인 분석만이 수행되었다. 정성적인 분석결과는 Table 5와 같다.

Table 5 Mineralogical composition

Ranking	Mineralogical Type
1	Quartz
2	Albite
3	Illite
4	KaoliniteChlorite

4. 점착성 퇴적물의 침강실험

4.1 실험 장치

본 연구에서는 전복대가 보유하고 있는 침강수주(Fig. 6와 Fig. 7 참조)를 이용하여 시화호 SB지점 퇴적물에 대한 침강실험이 수행되었다.

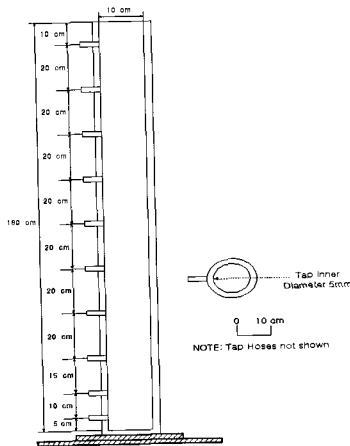


Fig. 6 Diagram of settling column

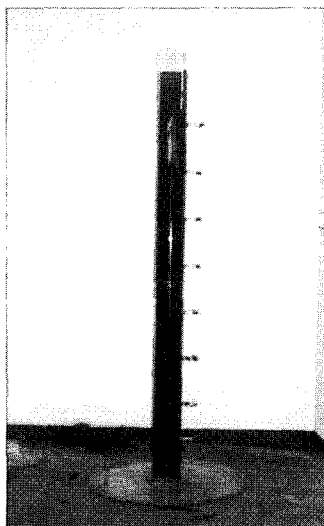


Fig. 7 Settling column

침강수주는 높이 1.8m, 본체직경 10cm의 투명 아크릴로 제작되었으며, 부대장치로서 직경 5mm, 길이 10cm인 tap hose가 각각 다른 10개의 높이에 채취공으로 설치되어 있다.

4.2 실험 방법

본 실험은 점착성 퇴적물의 침강특성을 조사하는 것이므로 조개껍질과 같이 그 크기가 이질적으로 큰 토사입자는 우선적으로 분리 제거될 필요가 있다. 따라서, 채취된 점착성 퇴적물 시료는 직경이 74 μ m인 No. 200체를 사용하여 wet sieving 방법으로 토사 입자만 따로 분리하여 취해졌다. No. 200체로 채취된 퇴적물 시료는 현장에서 채취된 해수로 희석하여 약 20ℓ의 미리 설정한 부유사 농도를 갖는 현탁액이 준비되었다. 현탁액은 믹서기로 충분히 혼합된 후에 침강수주에 부어졌으며, 일정 시간마다 각각의 높이에 장치된 모든 tap hose에서 가능한 거의 동시에 탁수가 채취되었다. 탁수는 0, 5, 15, 30, 60, 120, 180분 간격으로 반복적으로 모든 tap hose에서 50ml 유리병에 채취되었다. 유리병에 채취된 탁수 시료에서 일정 부피의 탁수를 취하여, 진공펌프를 이용한 여과기로 여과시킨 후에 건조기에서 50℃로 약 24시간 동안 건조시킨 후, 중량분석을 통하여 침강수주 내 각 시간과 수심에서 채취된 탁수의 부유사 농도가 결정되었다. 각각의 시간과 수심에서 측정된 부유사 농도 값들은 Ross(1988)가 개발한 침강속도 산정 프로그램의 입력 값으로 사용되어 침강속도가 산정되었다. 초기실험 조건으로는 초기농도 (C_0)를 1.9g/l에서 22.3g/l까지 변화시키면서 총 6회의 침강실험이 수행되었다. 각 실험별 실험조건들은 Table 6과 같다.

Table 6 Conditions of experiment

Test No.	C_0 (g/l)	Temp (°C)	Time (min)
1	1.9		
2	5.4		
3	8.2	24.0~27.5	180
4	15.5		
5	17.9		
6	22.3		

4.3 실험결과 및 고찰

각 수심별로 시간의 변화에 따라 농도(C/C_0)를 무차원화하여 나타낸 결과는 Fig. 8에 주어진다. 초기농도가 0.24g/l~2.0g/l범위까지는 전체적으로 시간의 증분에 따라 수심에 따른 농도는 감소하는 경향을 보이고 있다. 그 감소율은 약 30분 후에 급격히 커지고 시간이 흐를수록 감소율은 작아진다.

4.4 침강속도 수치계산

4.4.1 수치계산 방법

Ross(1988)는 연직방향에서의 1차원 질량보존 방정식에 근거하여 정지수면상의 각각의 수심과 시간에서의 부유사 침강속도 산정을 위한 수치모형을 개발하였으며, 본 실험에서는 이 수치모형을 이용하여 시화호 점착성 퇴적물의 침강속도를 결정하였

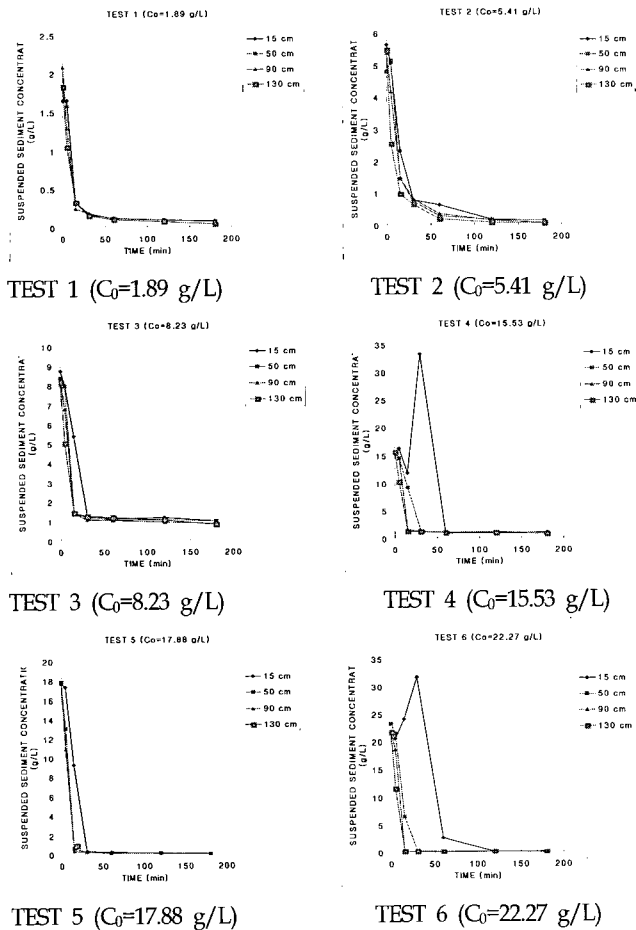


Fig. 8 Experimental results variation of SS concentration with time for Shihwa Lake materials

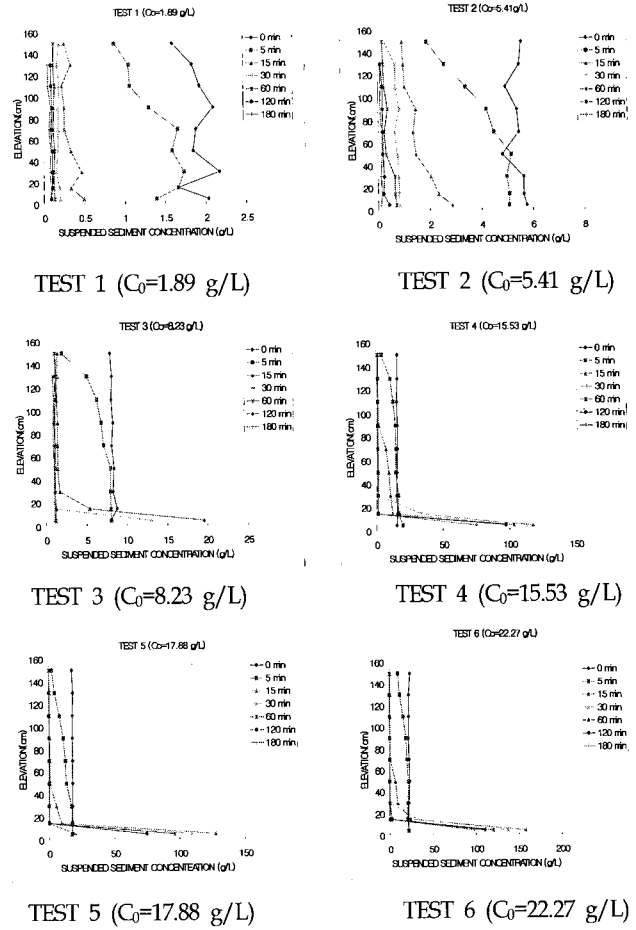


Fig. 9 Experimental results of vertical profile of SS concentration with time for Shihwa Lake materials

다. 수치모형에 사용된 초기/경계조건 및 지배방정식 등에 대한 자세한 설명은 황규남(2000)에 주어진다.

4.4.2 계산결과 및 고찰

중량분석을 통하여 침강수주의 각기 다른 높이와 시간에서 측정된 부유사 농도 값들로부터 각 실험별로 농도 단면도를 작성하였다. 작성된 농도단면도를 Ross(1988)가 개발한 침강속도 산정을 위한 수치모형에 입력 값으로 사용하여, 각 부유사 농도별 침강속도를 산정하였다. 실험별로 작성된 총 6개의 연직방향 농도분포도는 Fig. 9에 주어졌다.

Fig. 9에 주어진 농도단면도들은 Ross(1988)가 서술한 바와 같이 저농도 침강영역, 중농도 침강영역, 고농도 침강영역의 3개의 뚜렷한 침강영역으로 구분됨을 알 수 있다. Test 1은 부유사의 초기농도($C_0 = 1.89\text{g/l}$)가 저농도인 경우로서, 부유사 농도가 전체 수주에서 점차적으로 감소하는 저농도에서의 부유사의 침강형태를 잘 나타내고 있다. 예를 들어, 바다면에서부터 높이가 130cm인 위치를 살펴보면, 부유사 농도는 1.8g/l에서 약 0.05g/l로 시간에 따라 점차적으로 감소하였음을 알 수 있다.

한편 Test 4의 결과는 초기농도가 15.53g/l인 경우로서, 중농도 침강영역($2 < C < 20\text{g/l}$)에서의 부유사의 침강과정을 잘 나타내고 있

다. 이 단면도에서는 시간이 흐름에 따라 수렴되는 명확한 경계면의 발달을 특징적으로 보여주고 있다. 이 경계면은 간섭침강의 발생과 더불어 연직방향 부유사 침강률의 감소가 시작하는 위치를 나타낸다.

Ross (1988)에 따르면, 간섭침강이라 불리는 고농도 침강은 부유사 농도가 일반적으로 20g/l 보다 큰 경우에 발생하는 것으로 알려지고 있는데, Test 6은 초기농도가 22.27g/l로써, 고농도 침강영역에 해당하는 농도단면도를 보여준다. 고농도 침강의 경우에는 부유사의 농도가 증가함에 따라 부유사 침강량이 감소하는 특성을 갖는다. 이 경우에, 부유사의 농도는 어느 위치에서나 시간이 흐름에 따라 증가하고 부유사의 침강은 전체적으로 집단(in mass)의 형태에서 발생하고 lutocline(현저한 농도 경계면)의 형성을 초래한다. 그러나, 시화호 퇴적물의 경우에 이러한 특성은 잘 인식되지 않고 있는 것으로 여겨진다.

시화호 점착성 퇴적물에 대한 침강속도 산정결과는 집합곡선의 각 인자값 및 집합곡선의 결정계수 R^2 과 함께 Fig. 10에 주어졌으며 결정계수 R_f^2 은 응집침강영역의 집합곡선에 대한 값이며, R_h^2 은 간섭침강영역의 집합곡선에 대한 값을

나타낸다. 데이터가 다소 분산되어 있기는 하나, Fig. 10은 부유사 농도가 증가함에 따라 침강속도가 증가하는 응집침강 영역($0.1 < C < 10\text{g/l}$)과, 역으로 침강속도가 감소하는 간섭침강 영역($10 < C < 90\text{g/l}$)을 명확히 보여주고 있다.

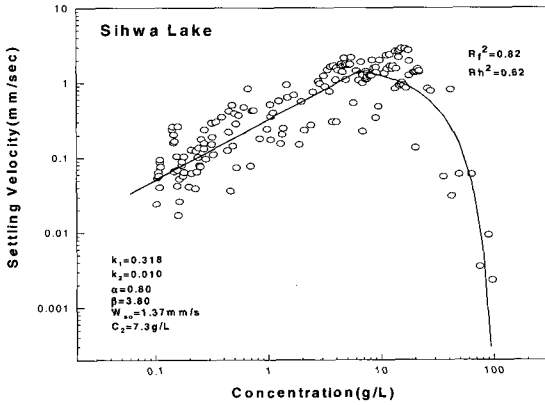


Fig. 10 Settling velocity versus concentration

침강속도는 모든 퇴적물 시료에 대해 부유사 농도값이 $0.1 < C < 80 \text{ g/L}$ 에서 $0.002 < W_s < 3.5 \text{ mm/sec}$ 사이의 침강속도 값을 가진다. 침강실험을 통하여 도출된 시화호 퇴적물의 침강속도(W_s) 산정식은 부유사 농도(C)의 함수로서 응집침강영역과 간섭침강영역에서 각각 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{응집침강영역 } W_s = k_1 C^\alpha \tag{1}$$

$$\text{간섭침강영역 } W_s = W_{s0} [1 - k_2 (C - C_2)]^\beta \tag{2}$$

여기서, 최소자승적합법으로 구한 α , k_1 , W_{s0} , C_2 , k_2 , β 값은 각각 0.80, 0.318, 1.37, 7.3, 0.010, 3.80임을 알 수 있다.

4.5 퇴적물 이동 수치실험

퇴적물 이동 실험은 시화호 내의 현재상태와 해안개발을 위한 일부매립시 주변의 퇴적물 이동 양상을 예측하기 위하여 수행하였고, 실험은 조류에 의한 퇴적물의 이동 실험을 수행하였다. 사업지역은 수심이 얇고 해저질은 대부분 실트질로 구성되어 있으므로 세립질 퇴적물의 이동양상을 검토하였다. 실험을 위한 부유사의 초기 농도는 2개 정점의 부유사 농도 평균치인 10.0mg/l , 외해 개방경계의 농도도 초기치와 동일하게 입력하였다. 퇴적물 특성자료 중 퇴적한계 전단응력(critical total bed shear stress for resuspension)은 0.07N/m^2 , 침식한계 전단응력(critical total bed shear stress for settling)은 0.21N/m^2 로 입력하였다. 부유사 침전 속도는 0.028mm/sec , 퇴적물 입자의 건조밀도는 1.65g/cm^3 로, 퇴적층의 공극율(porosity)은 0.45로 각각 입력하였다. 침식량 산정식에서 계수 K_2 는 $4.0 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{N} \cdot \text{sec}$ 로 입력하였다. 실험결과는 현재상태에 대한 부유사 퇴적 모델을 수행한 결과는 Fig. 11과 같이 연간 2.0cm가 퇴적되며, 해안개발 후에는 Fig. 12와 같이 연간 2.1cm 정

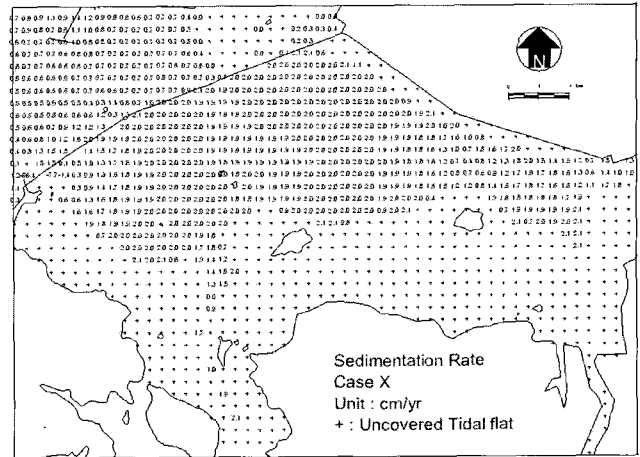


Fig. 11 The result of numerical sediment experiment before reclamation

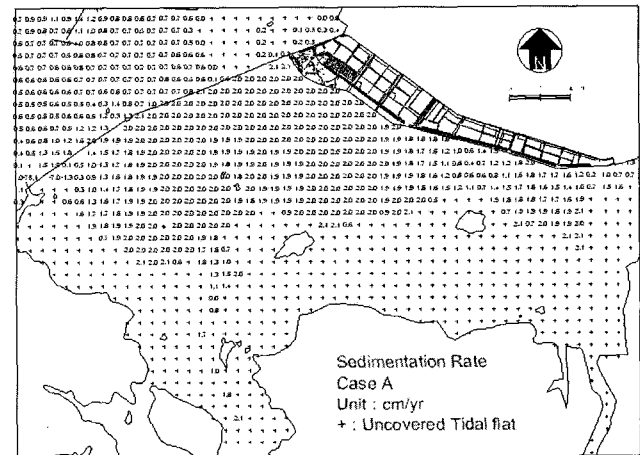


Fig. 12 The result of numerical sediment experiment after reclamation

도 퇴적되어 매립으로 인한 퇴적율은 연간 0.1cm 정도 증가되어 변화량은 미세하나, 향후 시화호 주변의 개발여건에 따라 해저퇴적물의 이동변화는 심할 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 시화호 점착성 퇴적물의 침강, 물리·화학적 해수의 특성을 실내실험을 통하여 정성적·정량적으로 산정하였고, 산정된 침강특성의 지역적 변화를 퇴적물의 물리·화학적 특성과 연계하여 분석하였다. 점착성 퇴적물에 대한 응집과정, 침강속도 변화 등 침강현상을 추정하기 위하여 시화호에서 채취한 시료를 사용하여 수심(h)과 시간(t) 변화에 따른 침강속도(W_s)와 농도(C)의 분포를 침강실험을 통하여 관측한 결과를 요약하면 다음과 같다.

점착성 퇴적물의 침강속도는 부유사 농도의 함수로서 정량화되었으며, 시화호 점착성 퇴적물의 침강속도는 부유사 농도 값이 0.1g/l 에서부터 80g/l 로 변화할 때 $0.002 \sim 3.5\text{mm/sec}$ 사이의 값을 보였으며 이것은 과거 타 지역의 점착성 퇴적물에 대한 실험결과

와 비교시 시화호 점착성 퇴적물의 침강속도곡선은 그 크기에 있어서 상당히 다른 값을 나타냄을 알 수 있었다. 침강실험을 통하여 도출된 시화호 퇴적물의 침강속도(W_s) 산정식은 부유사 농도(C)의 함수로서 응집침강영역과 간섭침강영역에서 각각 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{응집침강영역 } W_s = 0.318C^{0.8} \quad (3)$$

$$\text{간섭침강영역 } W_s = 1.37(1.073 - 0.01C)^{3.8} \quad (4)$$

각 지역별 침강속도 곡선은 주어진 부유사 농도 값에 대해 정량적으로 상당히 다른 침강속도 값을 가졌다. 지역별로 침강속도 크기의 이러한 현저한 차이는 점착성 퇴적물의 침강특성이 "site-specific"함을 입증하는 것이며, 즉, 타당성 있는 해석 및 예측을 위해서는 침강속도 산출을 위한 현장관측이나 실내실험이 각 조사대상 지역에서 반복적으로 수행되어야 한다는 것을 의미한다. 그리고 퇴적물 이동 수치계산 결과 시화호 내의 개발 여건 변화가 확장될수록 해저퇴적물 이동변화는 심화될 것으로 예상되기 때문에 충분한 검토가 선행된 후 개발이 진행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구를 통하여 도출된 시화호 점착성 퇴적물의 침강 매개변수에 대한 정량적 결과와 그 특성에 대한 정성적 분석결과들은 향후 항만건설 시 점착성 퇴적물로 인한 항내 매물 원인규명 및 유지설계, 퇴적물의 침전으로 인한 항내 수질오염 저감을 위한 대책방안 수립 등 다양한 목적으로 크게 활용될 것이다.

향후 연구과제로서 침강속도 변화에 대한 해석시 실제 해양의

난류(turbulence)하에서는 아직까지 정확한 해석이 어려운 상태이므로 이에 대한 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- 김재중 (1989). 점성토의 침식 및 퇴적에 관한 실험적 연구, 서울대학교 박사학위논문.
- 이상화 (1990). 하구의 점착성 부유사이동에 관한 수치모형, 서울대학교 박사학위논문.
- 이승희 (1993). 하구에서 점착성퇴적물의 연직농도분포에 관한 연구, 동아대학교 박사학위논문.
- 황규남 (2000). "세탄금 갯벌퇴적물의 침강속도 산정을 위한 실험적 연구", 대한토목학회 논문집, 제20권, 제2-B호, pp 277-286.
- 황규남, 천민철, 소상돈 (2001). "군산해역 갯벌 퇴적물의 침강특성 및 물리·화학적 특성 조사", 대한토목학회 창립50주년기념 초청 및 구두발표논문 초록집, pp 228.
- Mehta, A.J. (1986). Characterization of Cohesive Sediment Properties and Transport Processes in Estuaries, Estuarine Cohesive Sediment Dynamics, A.J. Mehta ed., Springer-Verlag, Berlin, pp 290-325.
- Ross, M.A. (1988). Vertical Structure of Estuarine Fine Sediment Suspension, Ph.D. Dissertation, Univ. of Fla., Gainesville.

2005년 5월 17일 원고 접수

2005년 7월 7일 수정본 채택