



## 세립분 함유량 및 투기고에 따른 준설토의 자중압밀 특성

### Characteristics of Sedimentation and Self-weight Consolidation of Dredged clay Focusing on Fines Content and Falling Height

김진영\* · 김혜린\*\* · 장정민\*\* · 이성열\*\* · 정운기\*\* · 진영식\*\* · 정호진\*\* · 백원진\*\*† · 강권수\*\*\* · 고남영\*\*\*\*  
Kim, Jin-Young · Kim, Hye-Rin · Jang, Jung-Min · Lee, Sung-Yeol · Jeong, Wun-Gie · Jin, Young-Sik · Jeong, Hyo-Jin ·  
Kang, Kwon-Soo · Baek, Won-Jin · Goh, Nam-Young

#### Abstract

In this paper, analyzes the characteristics of self-weight consolidation on the dredged clay according to the fines content and falling height. Research was performed with the dredged clay sampled by Sae-mangeum field site. Classification of fines content was performed by sieve analysis test. After adjusting the fine content, self-weight consolidation tests were carried out focussing on the variation of fines content and falling heights. From the test results of the self-weight consolidation test, samples with high fines content had reached sedimentation completion more later than ones with less fine content samples. In other words, the start of self-weight consolidation was slowing down with increasing of fines content. Also, from the test results of calculating the coefficient of sedimentation consolidation, the coefficient value were increased with the fines content increases. In addition, the change of sedimentation ratio and volume ratio showed more higher changed value as the fine content increases. Thus, it is important to consider the fines content when estimate the settlement time of dredged soil in field dredge work.

**Keywords:** Self-weight consolidation; Sedimentation; Fine contents; Falling height

#### 1. 서 론

꾸준한 경제성장과 지역산업의 발달로 대규모 단지 조성, 항만조성, 공항건설 및 복합지구 건설 등을 위한 토지수요가 점차 증가하고 있는 실정이며, 그에 따라 토지를 확보하기 위해 준설 매립이 필요하다. 대부분의 준설토는 원지반의 퇴적 환경 및 토질의 특성에 따라 성질이 조금씩 바뀔 수 있다. 인천과 경기도 인근 해역의 서해안은 조수간만의 차가 커서 실트(ML)성분이 많이 분포하고 있으며, 군산과 광양지역의 서남해안은 리아스식 해안으로 점토(CL)성분이 많으며, 부산지역의 남해안은 점토(CL) 또는 고압축성 점토(CH)가 주를 이루고 있다(Moon, 2011). 모래, 실트, 점토는 각각의 공학적 특성이 다르므로 매립지반의 특성 또한 각각 달라진다. 해안

지역에서 시행되는 매립공사의 대부분은 해저의 퇴적물을 흙과 물의 혼합물인 슬러리 상태로 펌핑하여 매립지를 조성하게 된다. 준설 초기의 매립지반은 초기 함수비가 500~2000% 정도의 고함수비의 초 연약상태로 존재하게 된다. 이러한 경우 준설 초기의 매립지반은 매립한 흙 자체의 자중에 의해서 침하가 크게 발생하게 된다(Kim, 2000). 기존의 자중압밀에 관한 연구는 크게 침강단계를 포함해서 자중압밀의 거동을 살피는 방향과 침강단계를 제외하고 자중압밀이 시작되는 시점부터를 연구의 대상으로 하는 방향으로 진행되었다. 국외에서 진행된 자중압밀과 관련된 침강과정을 중심으로 진행된 연구로서는 Kynch (1952), Lee & Sills (1981)는 자중압밀 효과와 대변형 조건에서의 토층의 압밀특성에 대한 연구를 진행하였으며, Imai 등 (1981)은 점토에서의 침강 형성 과정 및 메커니즘에 대한 실험적 연구를 진행한 바 있다. Kynch (1952)는 Skoke's의 자유침강이론을 수정한 간섭침강이론을 도입하여 현탁액의 침강과정을 고체와 액체상태의 연속방정식을 적용하여 퇴적형성선이 시간에 따라 선형을 이루는 간섭침강의 형태를 제안하였다. 또한 Mikasa (1963)는 미소변형률 이론의 한계를 극복하기 위해 유한변형률 이론을 통해 자중압밀의 기본식을 유도하여 침강 메커니즘을 수학적으로 해석하였으며, Yano (1985)는 실질토랑고와 계면고의 관계를 이용하여 준설점토의 체적비를 예측할 수 있는 해석방법을 제시하여 현재까지 가장 활발히 이용되고 있다. 국내의 연구로서는

\* Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology  
\*\* Department of Rural & Biosystems Engineering, Chonnam National University  
\*\*\* Department of Civil Engineering, Seonam University  
\*\*\*\* Department of Regional Construction Engineering, Chonbuk National University  
† Corresponding author  
Tel.: +82-62-530-2151 Fax: +82-62-530-2159  
E-mail: bwj215@jnu.ac.kr

Received: September 5, 2016

Revised: September 28, 2016

Accepted: October 4, 2016

정인준과 유건선(1979) 등이 Mikasa의 유한변형률 압밀방정식을 이용하여 해석을 수행하였다. 또한 Lee et al. (1994)은 Mikasa의 압밀방정식과 침투압밀 시험을 이용한 구성관계를 설정하고 자중압밀해석을 실시하였다. Kim et al. (2006)은 실내모형실험 결과를 이용하여 2차원 분리퇴적에 의한 준설토의 성상에 관한 연구를 수행한 바 있다. 이상과 같이 준설토의 침강 및 자중압밀특성에 대한 다양한 수치해석적 접근과 실내시험을 통한 초기 계면고 및 자중압밀 거동에 대한 연구가 진행되어져 왔으나 실트 성분을 주를 이루고 있는 초연약 준설토의 침강 및 자중압밀 특성에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 실제 준설토 매립공사에 이용 되는 새만금 간척사업현장의 시료를 사용하여 준설토의 침강 및 자중압밀 특성을 알아보고자 하였다. 원지반 채취된 준설토의 세립분 함량을 변화시켜 준설토매립에 이용될 수 있는 각각의 준설토 재료의 공학적 특성을 파악하고, 세립분 함량과 투기고의 변화에 따른 준설토의 침강특성을 분석하였다. 또한 초기 투기고를 달리하여 준설토의 체적변화비 예측에 이용되는 계수를 산정 후, 매립고의 변화에 따른 체적변화를 예측하였다.

## II. 연구방법

본 연구는 새만금 농업용지 1-1 공구 조성공사 현장에서 채취한 준설토를 사용하여 침강 및 자중압밀 실험을 수행하였다. 새만금 간척지 내의 원지반 준설토는 2.0 mm를 대부분 통과하는 실트질 모래지반으로 이루어져 있으며, 원지반에서 채취한 시료를 실험실에서 #200번체 (0.075 mm)로 찌기 실험을 통해 모래와 실트 및 점토를 구분하였다. 이와 같이 조제된 시료를 세립분 (0.075 mm이하)의 함량변화 (20, 40, 50, 60, 70, 85 %)와 각각의 세립분 함량에 대한 초기 투기고의 변화(80, 100, 120 cm)에 따른 준설토의 체적변화비, 침강 특성 및 자중압밀에 미치는 영향 등을 분석하기 위한 기본 물성시험 (비중, 액소성 한계, 입도 분석 시험)을 실시하고, 실내 모형시험에 의한 자중압밀시험을 실시하였다.

## 1. 침강 및 자중압밀 시험

본 연구에서는 설정된 세립분 함량에 대해 Fig. 1에 나타난 원통형 아크릴로 제작된 토조를 이용하여 세립분 함량 및 각각의 세립분 함량에 따른 초기 투기고의 변화가 준설토의 체적 변화비, 침강 및 자중압밀 특성에 미치는 영향 등을 분석하였다. 본 연구에서 수행한 실험조건은 다음 Table 1과 같다.

실험 순서로는 먼저, 현장의 준설토를 #200체를 사용하여 조립토와 세립토로 구분 하였다. 구분된 조립토와 세립토에 대해 설정한 세립분 함량에 맞추어 중량비에 의한 혼합시료를 제조하고, 현장 염분비에 의한 함수비를 보정하여 시험하고자 하는 초기 함수비 400 %로 조정하였다. 시료를 각각의 설정된 투기높이로 투기한 후 시험개시 전에 초기 간극비가 전체 높이에 대해 일정하도록 Column 하부의 밸브를 통해 압축공기를 주입하여 시료를 교반 하였다. 충분한 교반을 실시한 후 압축공기의 주입을 멈추고 동시에 침강 및 자중압밀 시험을 실시하였다. 투기된 시료의 자중압밀 특성을 관찰하기 위하여 투기 직후 30분간 1분마다 계면고를 관찰하였고, 그 후 10분, 30분, 1시간 간격으로 초기 2일 동안은 계면고를 세밀하게 측정하였으며, 그 이후로는 1일 주기로 계면고를 측정하였다. 시간에 따른 계면고의 변화를 S-logt 곡선으로 나타내어 준설토의 Creep 거동을 확인한 후 시험을 종료하였다.

Fig. 2는 시험 개시 후, 계면고가 시간 축에 평행한 크리프

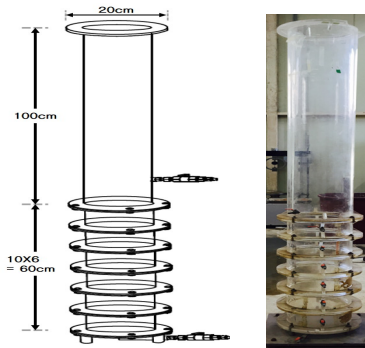


Fig. 1 Self-consolidation test apparatus

Table 1 Conditions of the test

Salt Excretion (%)	Initial Moisture (%)	Fine Content (%)	Fall Height (cm)	Method
0,025	420	20	80 100 120	전체투기 후 시험개시 전 압축공기에 의한 혼합교반
		40		
		50		
		60		
		70		
		85		



Fig. 2 The whole view after test completion

상태에 도달한 후의 자중압밀 종료 시의 전경을 나타낸 것으로 초기 투기고가 높아질수록 준설토 함량이 증가하여 계면고가 높게 됨(그림에 나타난 점선으로 나타낸 것처럼 오른쪽으로 갈수록 초기 투기고가 80, 100, 120 cm로 증가)을 알 수 있다.

## 2. 자중압밀 종료 후 특성분석

시험 개시후 S-logt 곡선을 이용하여 자중압밀이 종료 되었다고 판단되었을 때, 최종 계면고를 기록하고 시험기를 해체 하였다. 시험기를 해체 시 column을 10 cm마다 분리하여 심도별 시료의 무게와 함수비를 기록하고, 각각의 심도별 시료를 건조시켜 입도분석과 액·소성 한계 시험을 실시하여 침강 후 심도별 물성특성을 파악 하였다.

Table 2 Result of test for mechanical properties

Classification	Specific gravity	Water content (%)	Liquid limit (%)	Plastic index (%)	#200	USCS
SAMPLE 1	2,68	31,78	N,P	N,P	78,9	ML
SAMPLE 2	2,67	31,92	N,P	N,P	75,9	

Table 3 Result of test for mechanical properties about other fine content

Fine contents (%)	Specific gravity	Water content (%)	Liquid limit (%)	Plastic index (%)	USCS
20	2,655	NP	NP	.	SP
40	2,660	NP	NP	.	SP
50	2,665	23,91	18,33	5,58	CL-ML
60	2,674	25,01	14,98	10,03	CL
70	2,681	27,08	15,15	11,93	CL
85	2,694	29,21	15,92	13,30	CL

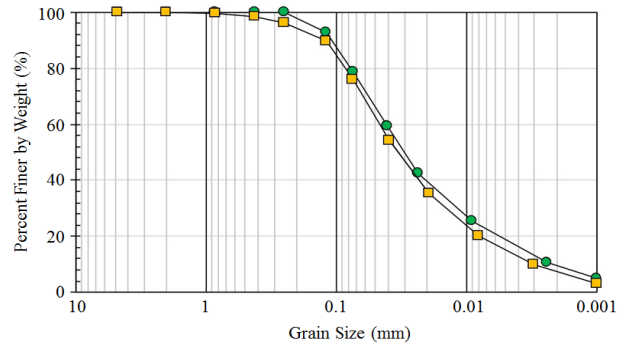


Fig. 3 Particle size distribution

## III. 결과 및 고찰

### 1. 실내시험 결과 및 분석

#### 가. 원지반 시료의 물성시험 결과

Fig. 3은 원지반에서 채취한 준설토의 입도분포곡선을 나타낸 것으로 시료의 #200체 통과율은 평균 77.4%로 나타났다. 시료의 비중은 평균 2.68의 값을 갖는 것으로 나타났으며, 초기 함수비는 평균 31.85%, 염분비는 0.025%를 나타냈으며, 소성지수는 N.P (Non Plastic)로 나타났다. Table 2는 실내시험에서 얻어진 원지반 물성시험결과를 정리한 것으로 통일분류법으로 저압축성 실트인 ML로 분류되었다.

#### 나. 세립분 함량별 물성시험 결과

실내모형시험을 실시하기 전에 세립분 함량별 물성특성을 파악하기 위하여 입도분석과 비중시험, 액·소성 한계 시험을 실시하였다. 입도분석 결과는 다음 표에 나타난 것처럼 세립분 함량이 40% 이하에서는 통일분류법으로 입도불량 모래인 SP, 50% 이상에서 저압축성 점토로 나타났다. 비중시험 결과 세

립분 함량이 많아질수록 비중 값이 크게 나타났으며, 평균 2.67의 값을 얻을 수 있었다. 세립분 함량이 적은 20%와 40%의 시료에서는 액·소성한계시험 모두 N.P로 나타났으며, 50% 이상에서는 세립분 함량이 많아질수록 액성한계 값이 크게 나타났다. 이와 같은 물성시험 결과는 다음 Table 3을 통해 정리 하였다.

다. 자중압밀 종료후 심도별 물성시험 결과

1) 함수비

자중압밀 종료 후, 층별 함수비 분포를 파악하기 위하여 함수비 시험을 실시하였다. 실내시험 결과 심도별 함수비는 시험기의 하부에서 상부로 갈수록 세립분 함량의 증가에 따라 함수비가 증가하는 경향을 보였다. 이를 요약하면 각각의 세립분 함량에 대해 하부 0~10 cm층에서는 주로 30~45% 정도의 함수비를 나타내었고, 10~20 cm층에서는 50%~200%미만의 함수비분포를 나타냈다. 30 cm이상의 상부에서는 200~400%의 높은 함수비 분포를 나타내었다. 심도별 함수비 분포는 세립분 함량이나 투기고와 상관없이 비슷한 경향을 나타내었다.

2) 입도분포

자중압밀 종료 후, 층별 입도분포를 파악하기 위하여 체분석 시험을 실시한 결과를 그림 16에 나타냈다. 심도별 입도를 분석한 결과 시험기 하부 10 cm에서는 #200체 통과율이 40% 이하로 나타났고, 시험기 상부로 갈수록 #200체 통과율이 높아지는 경향이 나타났다. 시험기의 최상단부에서는 #200체 통과율이 100%에 가깝게 나타났다. 퇴적층의 심도가 높아질수록, 초기 세립분 함량이 많을수록 #200체 통과율이 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 이는 입도분리현상에 의해 상대적으로 무거운 조립분이 먼저 퇴적된 후, 세립분이 퇴적되어 이와 같은 결과가 나타났다.

3) 액·소성한계

자중압밀 시험이 종료된 후에 퇴적층 하부의 세립분 함량 및 심도별 액성한계 시험을 실시한 결과가 다음 그림과 같다. 투기고 증가와 더불어 세립분 함량이 증가할수록 액성한계가 약간 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 동일 함수비 상태에서 투기고의 증가에 따라 침강 및 자중압밀과정에서 입도분리현상에 따라 상부에 퇴적된 세립분 함량의 증가로 상부 퇴적층에서 큰 액성한계가 얻어진 것으로 판단된다.

2. 자중압밀 특성 분석

가. 자중압밀 시점 및 종점 추정

본 연구에서는 Yano (1985)가 제안한 침강퇴적 및 압밀과정의 단계별 형태에 따라 시간에 따른 침하량의 관계를 S-log t곡선으로 나타내어, 침강속도가 느려지는 변곡점을 자중압

밀의 시점으로 보았고 시간의 경과에 따라 침하량이 수렴되어 가는 시점을 자중압밀의 종점으로 추정하였다(Yano, 1985). Fig. 4는 본 연구에서 수행한 자중압밀시험의 결과를 나타낸 침강압밀 곡선과 자중압밀 시·종점을 추정한 것을 나타내었다. 그림에서 알 수 있는 것처럼 침강퇴적과 압밀침강이 명확하게 구분됨을 알 수 있었다. 또한, 침강퇴적은 시험 시작 후 1 일 이내에 종료되고 자중압밀이 시작됨을 알 수 있었다. 초기 투기고의 증가와 세립분 함량이 증가할수록 자중압밀 시점과 종점이 약간 늦어지는 경향을 나타냈다. 이는 투기고의 증가와 더불어 동일한 함수비 조건에서 전체 준설토량의 증가로 입자간 floc 형성에 더 많은 시간이 요구되며, 세립분 함량의 증가와 표면적이 큰 세립자들의 분리현상에 의해 침강에 더

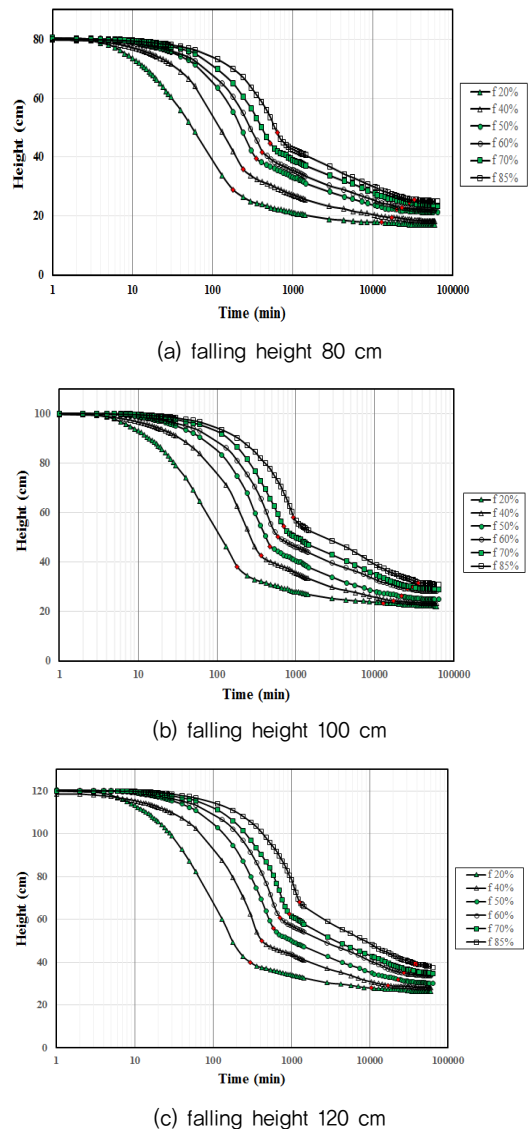


Fig. 4 settlement-time curve of Settling and self-consolidation



많은 시간이 필요하기 때문에 판단된다. 동일한 투기높이에서는 세립분 함량이 많을수록 시·종점이 늦게 나타나며, 세립분 함량이 많을수록 계면고( $H$ )가 높게 나타났다. 이는 투기고의 증가에 따라 전체 준설토량이 증가하여 입자간 flocc을 형성하는데 더 많은 시간이 요구되기 때문에 자중압밀이 늦게 나타난 것으로 판단된다. 또한 세립분 함량의 증가와 더불어 자중압밀 종료 후의 크리프 침하량을 추정할 수 있는 이차압밀계수가 크다는 것을 알 수 있다.

나. 침강압밀계수(CS)산정

시간-침하량 관계를 나타낸 침강압밀곡선에서 자중압밀 시

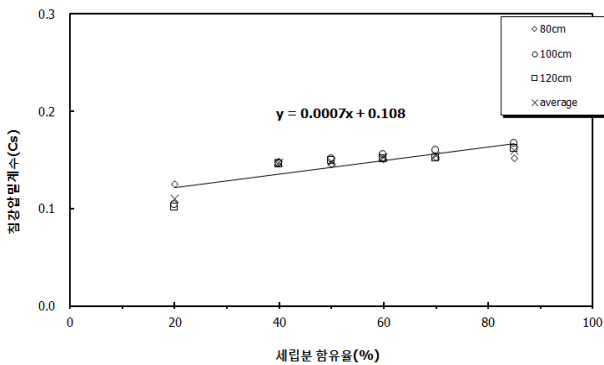


Fig. 5 Calculating the coefficient of sedimentation consolidation

점 ( $t_0$ )과 자중압밀 종점 ( $t_{100}$ ) 사이의 직선부분의 기울기를 침강압밀계수(CS)라고 한다. 앞에서 추정된 자중압밀 시·종점을 바탕으로 세립분 함량에 따른 자중압밀 산정 식을 구할 수 있으며, 자중압밀 산정식의 기울기인 침강압밀계수는 curve fitting하여 세립분 함량에 따른 평균 침강압밀계수를 구할 수 있다. Table 4는 침강압밀계수를 세립분 함량 및 초기 투기고에 따라 정리한 것이다. 각각의 세립분 함량에서의 초기 투기고의 영향을 분석한 결과, 초기 투기고에 따른 침강압밀계수의 변화는 큰 차이가 나타나지 않았으나, 세립분 함량이 증가함에 따라 평균 침강압밀계수 또한 증가함을 확인할 수 있었다. 이 연구에서 얻어진 침강압밀 계수를 Fig. 5와 같이 세립분 함량과의 관계로 나타낸 결과, 침강압밀계수  $C_s = 0.0007x(\%) + 0.108$ 의 관계식을 얻을 수 있었으며, 이를 바탕으로 동일한 초기함수비를 갖는 시료에 대한 임의의 세립분 함량( $x$ )에서 평균 침강압밀계수를 산정할 수 있다.

다. 계면고와 실질토량고 관계

현장에서 채취한 시료를 이용하여 초기 높이를 변화시키면서 자중압밀 시험을 실시하면 실제 준설토에 함유된 토립자의 양으로부터 구한 실질 토량고와 초기 계면고와의 관계를 구할 수 있다. 초기 계면고에 대한 실질 토량고( $H_s$ )를 산정하면 Table 5와 같다.

자중압밀 시점 ( $t_0$ )과 종점 ( $t_{100}$ )에서의 계면고와 실질토량

Table 4 The coefficient of sedimentation consolidation

Fine Content (%)	Fall Height (cm)	Cs (cm/min)	Cs_ave (cm/min)
20	80	0.101	0.110
	100	0.104	
	120	0.125	
40	80	0.146	0.147
	100	0.147	
	120	0.149	
50	80	0.149	0.149
	100	0.151	
	120	0.145	
60	80	0.151	0.152
	100	0.155	
	120	0.151	
70	80	0.152	0.155
	100	0.159	
	120	0.153	
85	80	0.161	0.160
	100	0.167	
	120	0.152	

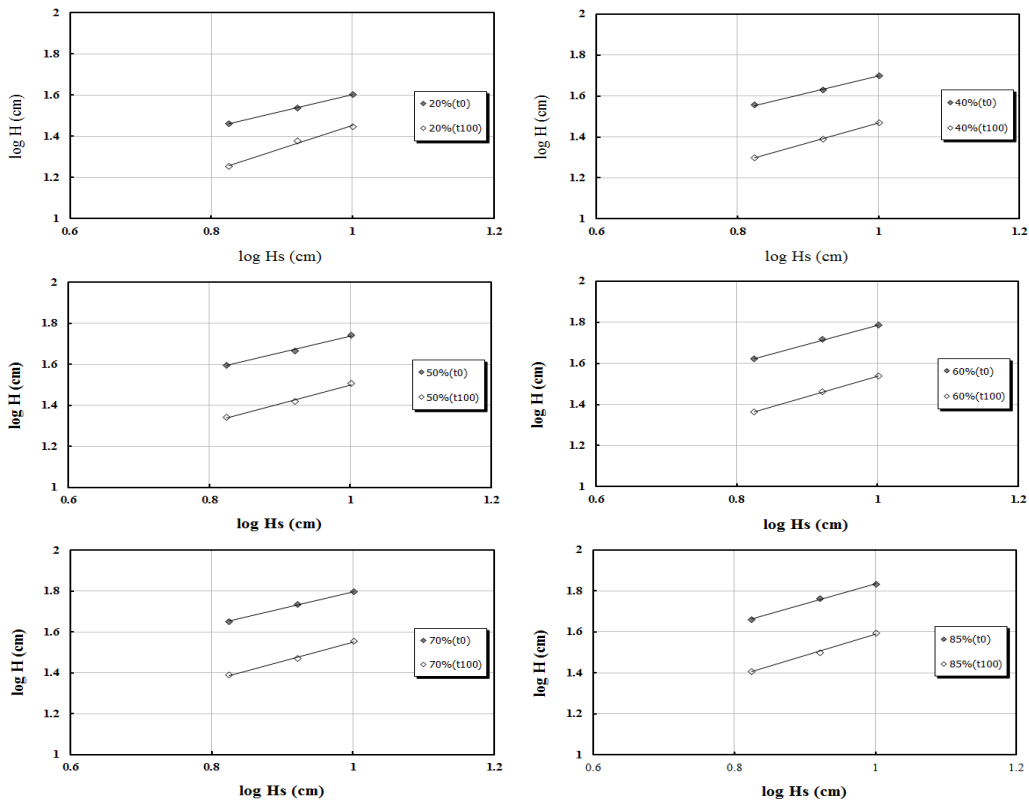
**Table 5** Initial surface height and Effective volume of soil

Initial Height $H$ (cm)	Average void ratio $\bar{e}$	Real Height $H_s$ (cm)
120	10.971	10.024
100		8.353
80		6.683

고를  $\log H \sim \log H_s$  그래프로 나타내면 Fig. 6과 같이 직선의 관계가 나타남을 알 수 있다. 자중압밀 시점과 종점에서의 계면고와 실질토량고와의 관계로부터 절편 및 기울기를 정리한 것이 Table 6이다. 표에서 알 수 있는 것처럼 그래프의 절편 값은 자중압밀 시점에서 더 큰 값을 보였고, 그래프의 기울기는 종점에서 더 큰 값을 보였다.

**Table 6** Mathematical relation between Initial surface height and Effective volume of soil

Fine Content (%)	Self-consolidation start point		Self-consolidation end point	
	A	B	A	B
20	0.7992	0.7931	0.3496	1.1006
	$y = 0.7931x + 0.7992$		$y = 1.1006x + 0.3496$	
40	0.8474	0.8331	0.5187	0.9445
	$y = 0.8331x + 0.8474$		$y = 0.9445x + 0.5187$	
30	0.8807	0.8579	0.7642	0.7304
	$y = 0.8579x + 0.8807$		$y = 0.7304x + 0.7642$	
60	0.8932	0.888	0.527	1.0098
	$y = 0.888x + 0.8932$		$y = 1.0098x + 0.527$	
50	0.924	0.8674	0.6505	0.8962
	$y = 0.8674x + 0.924$		$y = 0.8962x + 0.6505$	
80	0.8437	0.9835	0.4933	1.095
	$y = 0.9835x + 0.8437$		$y = 1.095x + 0.4933$	



**Fig. 6** Relation between Initial surface height and Effective volume of soil

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 새만금 지역 방수제 매립단지에 이용된 원지반 준설토를 채취하여 세립분 함량 조절을 위해 분급(체가름)시험을 통해 입도를 조절하였다. 모형토조를 이용한 실내시험은 세립분 함량을 20, 40, 50, 60, 70, 85 %로 조절하고 각각 초기 투기고(매립고)를 80, 100, 120 cm로 변화시켜 세립분 함량과 초기 투기고의 변화에 따른 준설토의 체적변화비, 침강 및 자중압밀에 미치는 영향 등을 분석하고자 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 자중압밀시험 종료 후 심도별 실내물성시험 결과, 심도별 입도분포는 시험기의 상부로 갈수록 #200체 통과율이 높아지는 경향을 보였으며, 퇴적층의 최상단에서는 #200체 통과율이 100%에 가깝게 나타났다. 액성한계는 투기고의 증가와 세립분 함량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈으며, 이는 입도분리현상에 의해 상대적으로 무거운 조립분이 먼저 퇴적된 후, 세립분이 퇴적되어 이와 같은 결과가 나타난 것으로 판단된다.
2. 세립분 함량 및 투기고 변화에 따른 자중압밀 시·종점을 분석한 결과, 동일 세립분 함량에서 초기 투기고가 낮을수록 자중압밀 시·종점이 빨리 나타남을 알 수 있었다. 동일한 투기고에서는 세립분 함량이 적을수록 시·종점이 빨리 나타나며, 세립분 함량이 많을수록 자중압밀 시점과 종점에서의 계면고가 높게 나타났다. 이는 상대적으로 무거운 조립분은 초기에 침강이 종료되며, 세립분은 침강에 많은 시간이 필요하기 때문이며, 투기고의 증가에 따라 전체 준설토량이 증가하여 입자간 flocc형성에 더 많은 시간이 요구됨을 알 수 있다.
3. 동일한 세립분 함량에서 초기투기고에 따른 침강압밀계수는 미소한 차이를 보였으나, 세립분 함량이 증가함에 따라 평균 침강압밀계수 또한 증가함을 확인할 수 있었다. 침강압밀계수에 대하여  $C_s = 0.0007x(\%) + 0.108$ 의 관계식을 얻을 수 있었으며, 이를 바탕으로 동일한 초기함수비를 갖는 시료에 대한 임의의 세립분 함량( $x$ )에서 평균 침강압밀계수를 산정할 수 있을 것으로 판단된다.
4. 자중압밀 시·종점과 침강압밀계수 등을 이용하여 매립고를 0.8 m, 1.0 m, 1.2 m로 가정하여 자중압밀 침하량과 함수비변화와 체적비 변화를 예측한 결과 세립분 함량이 많아질수록 변화량이 더 커짐을 알 수 있었다. 상대적으로 무거운 조립분은 초기에 모두 다 가라앉고 그 위에 남은 세립분들은 천천히 자중압밀이 진행되기 때문에 이와 같은 결과가 나타난 것으로 보이며 세립분 함량이 체적비 변화에

큰 영향을 미침을 알 수 있다.

본 연구를 통해 세립분 함량이 자중압밀에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있었고, 산정한 침강압밀계수 관계식과 자중압밀 시·종점 계수를 이용하여 현장조건에 따른 체적비 변화를 예측할 수 있을 것이라 판단된다.

#### 사 사

이 논문은 2016년도 전남대학교 학술연구비 지원(과제번호 2016-0130)에 의하여 연구되었음.

#### REFERENCES

1. Kim, Y., 2000. Comparative study of settling and self-weight consolidation of dredged soil, Graduate school of construction engineering, Chung-And university, Master's thesis.
2. Kim, H., M. Shim, H. Jeon, M. Lee, P. Baek, and D. Choe, 2006. A study on the property of dredging soils stratified by two dimensional segregating sedimentation, *Proceedings of Korea Society of Geotechnical Engineering*, pp. 481-489.
3. Moon, S., 2011. A study on the geotechnical characteristics of the dredged sand in Saemanguem zone, Department of agricultural and rural engineering graduate school, Chungbuk national university, Master's thesis.
4. Lee, S., J. Goo, M. Shim, and M. Kang, 1999. Experimental study on the volume ratio according to filling method for a dredged clay, *Proceedings of Korea Civil Engineering*, pp. 427-430.
5. Imai, G., 1981. Experimental Studies on Sedimentation Mechanism and Sediment Formation of Clay Materials, *Soils and Foundations*, Vol. 21, N. 1, pp. 7-20.
6. Kynch, E. J., 1952. A Theory of Sedimentation, *Transaction of the Faraday Society*, No. 48, pp. 166-176.
7. Lee, K. and G. C. Sills, 1981. The Consolidation of a Soil Stratum, Including Self-Weight Effects and Large Strains, *Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, Vol. 5, pp. 405-428.
8. Mikasa, M., 1963. The consolidation of soft clay : A new consolidation theory and its application, *Kajima Shuppan-kai* (in Japanese).
9. Yano, K., 1985. Properties of Very Soft Ground Reclaimed by Dredged Marine Clay and Their prediction, *JSCE*, Vol. 364, No. III-3, pp. 1-13.