

준설토 체적변화에 대한 응집제 및 응결제의 투입효과

Injection Effects of Coagulant and Flocculant on Bulking Change of Dredged Soils

윤길림^{*1} Yoon, Gil-Lim

유승경^{*2} You, Seung-Kyong

Abstract

Bulking change between sediments and dredged soils occurs when dredged soils are fully disturbed by dredging process and settled down to stabilized conditions in the basin. Bulking of dredged soils are affected by chemical injection, coagulant and flocculant, to speed up settling process of the suspended solids. In this paper, bulking changes of dredged soils are investigated by experimental works regarding injection effects of the coagulant and flocculant. Dredged sediments were sampled in the lagoon located at the East Coast, and the bulking change of dredged soils is quantitatively analysed by changing the clay content and the amount of the coagulant and flocculant. The optimal amounts of the coagulant and flocculant are determined based on minimal bulking change due to coagulant and flocculant injection. From the experimental results, the bulking of dredged soils increased 1.69 times on the average and the bulking change rate slightly increased as clay content increase due to injection of the coagulant and flocculant.

요 지

자연상태의 퇴적물과 준설토를 거친 준설토 사이에는 퇴적물이 안정상태에서 교란되어 다시 침강되기 때문에 체적변화가 발생한다. 또한, 부유물질의 침강을 촉진하기 위하여 투입되는 응결제 및 응집제의 영향에 따라 준설토의 체적변화에 다양한 특징을 보인다. 본 논문에서는 준설토 시약투입량에 따른 준설토의 체적변화 특성분석에 중점을 두고 연구를 수행하였다. 퇴적물 준설토 시료는 동해안에 위치한 석호의 준설토를 이용하였으며, 함니율 변화, 응집제 및 응결제 투입량 변화에 따른 준설토의 체적변화는 실내 모형 토조실험을 통하여 정량적으로 분석하였다. 적정 응집제 및 응결제 투입량은 체적변화가 가장 작은 값을 기준으로 결정하였다. 실험결과를 분석한 내용은 준설토의 체적은 평균 1.69배 증가하는 것으로 파악되었다. 그리고 약품을 투입한 경우 함니율 증가에 따라 체적변화율이 증가하는 경향을 보이고 있으나 증가량은 미미한 것으로 파악되었다.

Keywords : Bulking factor, Clay content, Coagulant, Dredged soils, Flocculant, Sediment

1. 서 론

우리나라 연안의 내만, 석호 및 항만은 상류유역이나 하천에서 지속적으로 유입되는 다양한 물질의 침전과 퇴

적현상으로 인하여 쌓인 퇴적토의 준설토문제가 심각한 수준이다. 이로 인한 해역의 부하량을 저감하기 위한 대책으로 환경기초시설 사업추진이 대부분을 차지하고 있다. 대부분의 저층 퇴적물을 제거하는 작업은 준설토사업에 의

*1 정회원, 선임연구원, 한국해양연구원 연안항만공학연구본부, glyoon@kordi.re.kr

*2 정회원, 박사후연구원, 한국해양연구원 연안항만공학연구본부

존하고 있다. 준설은 항로유지준설 및 오염된 해역의 수질 개선 목적으로 수행되고 있으며, 준설된 퇴적물은 외해에 투기하거나 매립 등의 방법으로 처분하고 있다. 준설 퇴적물을 매립하거나 투기하기 위해서 투기장을 설계하는 과정에서 가장 중요한 인자는 준설토 발생량의 적정 산정이다.

저층 퇴적물을 준설하는 경우, 퇴적물의 미세한 입자가 부유되어 장기간 유지되어 준설직후 매립 및 투기가 곤란하기 때문에 응집제, 응결제 등의 약품을 투입하여 부유물질의 침전을 촉진시키는 작업이 수행된다. 이 과정에서 약품 투입량의 영향과 저층에서 교란되지 않은 안정한 상태(자연상태)에서 준설과정을 거친 교란된 상태로 변화되는 과정에서 준설토의 부피가 변화하게 된다. 일반적으로, 부피가 증가하는 경향을 보이고 있는데, 준설토를 매립·투기하는 물량을 적절하게 산정하기 위해서는 저층에 있는 해저퇴적물의 부피를 기준으로 산정하는 방법보다 퇴적물을 준설하여 약품 투입과정 등의 과정을 거친 후의 체적에 의거하여 매립장 규모 및 준설토 투기량을 산정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

준설토의 체적변화율은 준설토를 투기장에 투하할 때, 준설장비, 준설강도, 배사관 연장, 준설토사의 입경분포, 준설물질의 함수비, 수토장의 규모, 상재하중 등에 따라 차이가 난다. 또한, 유보율을 어떻게 적용하느냐에 따라서도 차이가 발생하나 예측이 어려운 요소가 많아 개략적인 변화율을 추정하는 것에 의존할 수밖에 없는 실정이다. 그리고 최근까지 국내에서 실측된 결과는 점토 및 실트질 준설토에 대하여 1.06에서 1.60정도의 체적변화율을 보이고 있다(부산지방해양수산청, 1999). 일본의 연구사례로는 Hatano 등(1996)과 Uchida 등(2002)이 준설점토의 체적변화에 대하여 펌프 준설직후 측정된 결과 약품을 첨가하지 않은 상태에서 1.44정도의 수치를 얻었다.

본 논문은 자연상태의 퇴적물질의 체적과 준설오니의 체적변화에 약품투입과 투입량이 미치는 영향을 평가하기 위하여 조와 윤(2002)의 연구결과를 토대로 약품투입에 대한 준설오니의 침강속도 및 실험결과를 분석한 내용이다. 준설 퇴적물 시료는 동해안에 위치한 석호의 오염된 준설토를 이용하였으며, 함수율 변화, 응집제 및 응결제 투입량 변화에 따른 준설토의 체적변화를 알아보기 위하여 실내실험을 통하여 분석하였다.

2. 준설토 체적변화율 시험법

체적변화 분석을 위한 시료채취는 동해안 석호의 퇴

적토를 이용하였다. 채취한 퇴적토는 각각 상등수와와의 부피비로 1:4(함니율 20%), 1:2(함니율 30%) 및 1:1.5(함니율 40%)의 3가지로 분류하여, 각각의 함수율에 대하여 고루 혼합하여 고분자 응집제 및 응결제 약품을 투입한 후 시간별로 침강되는 오니의 부피를 측정하였다. 침전 오니층(침전층)과 청정층 사이에 존재하는 계면(interface)의 시간변화를 관측하여 침전량 변화(부피 변화)로 간주하였다(유, 2001). 실험방법은 현장의 오니 준설시 교반조건을 고려하여 500mL 용량의 메스실린더(mass cylinder)를 이용하여 오니와 상등수를 혼합하여 각 함수율로 실험용 혼합오니를 준비하였다. 준비한 혼합오니는 각 현장에서 선정한 응결제와 응집제를 첨가하여 응결제 및 응집제 첨가시 마다 10회씩 위·아래로 흔들었다. 현장에서의 응집제 및 응결제 투입방법을 감안하여 혼합정도를 조정하는 것이 가장 바람직하고 보다 현실적인 결과를 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

본 논문에서는 응집제 및 응결제 투입량 변화에 따른 체적변화 양상을 파악하는데 중점을 두고 실험실에서의 충분한 혼합을 가정하여 수행하였다. 이상과 같이 응결제와 응집제를 첨가하여 혼든 후 혼합오니는 시간에 따른 오니 침강실험을 위하여 진동이 없는 실험대 위에 놓았다. 이후 정해진 시간대별로 침전 오니의 양 및 여액량을 20분 간격으로 최대 3시간까지 측정하였다(그림 1). 이는 오니 준설공사의 준설부터 투기까지의 공사 사이클 타임에 따라 침전조에 퇴적오니를 이송받아 약품처리후 침전시킬 수 있

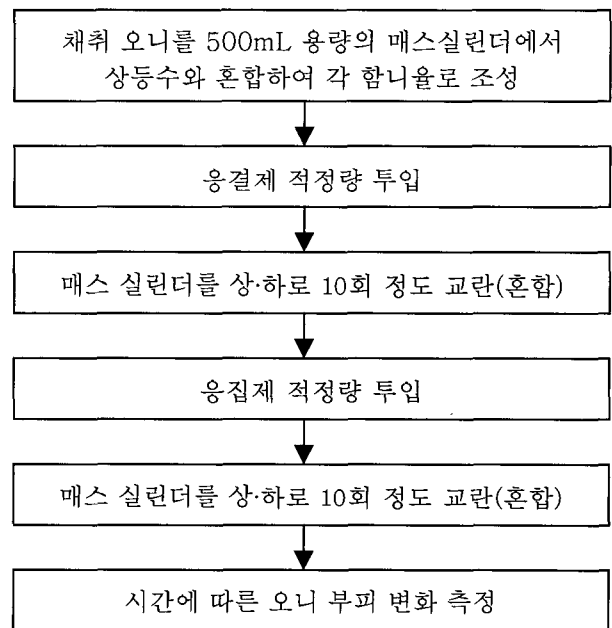


그림 1. 준설오니의 약품투입에 따른 체적변화 실험과정

는 최대 시간이 2시간 50분이며 이러한 설계기준에 따라 적정 용량인 2,400m³의 침전조를 설치후 시공시 준설오니의 최대 침전 체류시간을 3시간으로 설정하였기 때문이다.

3. 응결제와 응집제의 적정 투입량 산정실험

3.1 응결제와 응집제

준설토의 응집처리에는 입자의 하전중화 현상, 즉 양이온 또는 음이온이 반대되는 전하와의 반응으로 전기적으로 중성인 성질로 바뀌어 입자간의 반발력이 감소하는 현상을 통하여 탁도를 유발할 수 있도록 입자의 크기를 증가시키는 응결제(coagulant)와 하전중화된 입자를 결합시켜 침전이 용이하도록 지원하는 응집제(flocculant)가 사용된다. 응결제로는 주로 알루미늄계 화합물이나 철염계 화합물이 사용되어 왔으나 현재 경제성 및 취급의 편의성 등을 고려하여 유기계 약재를 사용하는 추세이며, 응집제는 폴리아크릴아마이드(Polyacrylamide)를 기본으로 하는 고분자 응집제가 주로 사용된다.

본 실험에서 사용한 응결제와 응집제는 응집효과의 극대화, 처리경비의 최소화, 환경문제와 안정성을 고려하여 아래와 같은 기본 조건을 만족하는 것으로 선정하였다.

- 일반 무기응결제에 비하여 뛰어난 하전중화력을 바탕으로 미세 현탁 물질의 제거능력 및 침전능력을 극대화 하고, 각종의 응집처리에서 우수한 효과가 입증된 응결제
- 최소의 경비로 처리가 가능한 처리시스템의 제품
- 환경에 대한 안정성을 고려하여 잔류 아크릴아마이드(acrylamide)의 농도를 최소로 관리할 수 있어야 하며, 일반 무기응집제 사용시 수산화물 발생에 의해 오니처분량이 대폭 증가하는데 비하여 처분되는 최종 오니량을 최소화할 수 있는 제품

본 논문에서 사용한 응결제의 경우는 천연 광물류가 주성분으로 화장품 및 의약품에 사용되는 물질을 이용하여 제조하였으며, 기타 첨가물 또한 환경학적으로 무해한 성분이다. 또한 광물류 자체가 고염류 수질에서 부유물질(Suspended sediment)과의 반응성이 매우 우수한 제품으로서 해수에 용해 또는 원액을 대상 오니에 적용할 경우, 큰 무리가 없을 것으로 사료된다. 또한, 본 연구에서 사용한 고분자 응집제의 경우, 폴리아크릴아마이드

(Polyacrylamide)가 주성분이며, 고분자 자체는 생물체내에 흡수되지 않는 성질을 갖고 있어 환경학적으로 무해한 성분이다. 또한 유상액(乳狀液, Emulsion)형태로 수중에 쉽게 용해되는 성질로 인한 사용상의 편리함이 있다.

3.2 응결제와 응집제의 적정 투입량 산정

최소의 침강오니 부피와 최적의 처리수 탁도를 위한 응결제와 응집제의 적정 투입량을 산정하기 위하여 오니를 임의로 선택하여 그림 1에서 제시한 방법과 동일한 방법으로 실험하였다. 실험에서는 다양한 투입량에 대한 시간별 침강오니 부피와 여액 처리수의 탁도를 측정하였고 그 결과를 본 연구목적의 실험에 적용하였다. 실험에서는 일정량의 침강오니 부피(동해안 석호: 500ml)에 대한 생오니와 상등수의 체적비율에 의해 각각 20%, 30% 및 40%의 함니율을 갖는 시료를 제작하여 소정의 응결제와 응집제를 투입하였다.

그림 2~4는 각각의 오니함량에 대한 소정의 약품(응결제 및 응집제) 투입량에 따른 혼합오니의 침강오니 부피를 침강시간에 대하여 정리한 결과를 나타내고 있다. 각 현장의 준설오니의 부피변화는 모든 함니율에 대해서 침강시간이 경과함에 따라 감소함을 알 수 있다. 특히 모든 경우에서 준설오니의 침강개시 초기에는 급격한 침강오니의 부피감소가 발생하지만 침강개시로부터 약 30분이 경과하면서 그 감소는 완만히 진행됨을 알 수 있다. 한편 각 현장의 모든 함니율에 대해서 응결제와 응집제의 투입량의 차이에 따라서 침강오니의 부피감소량에 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 본 실험의 결과로부터 각각의 함니율에 대한 침강오니의 부피가 가장 작게 나타나는 적정 응결제와 응집제의 투입량을 결정할 수 있다. 응결제와 응집제의 투입량이 증가 할수록 침강시간

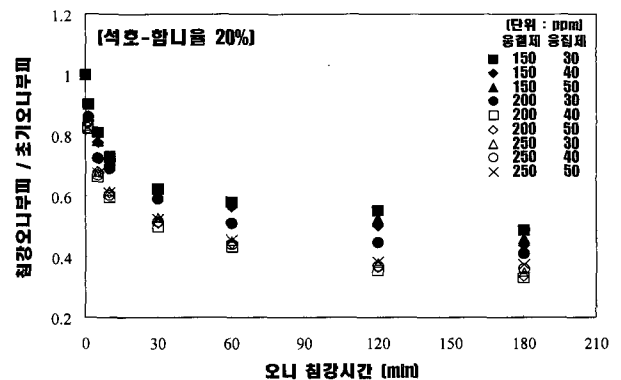


그림 2. 약품 투입량에 따른 준설토의 부피변화를 (함니율 20%)

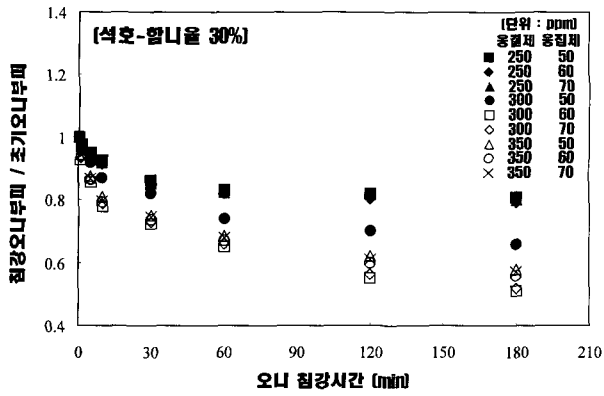


그림 3. 약품 투입량에 따른 준설토의 부피변화를 (암니올 30%)

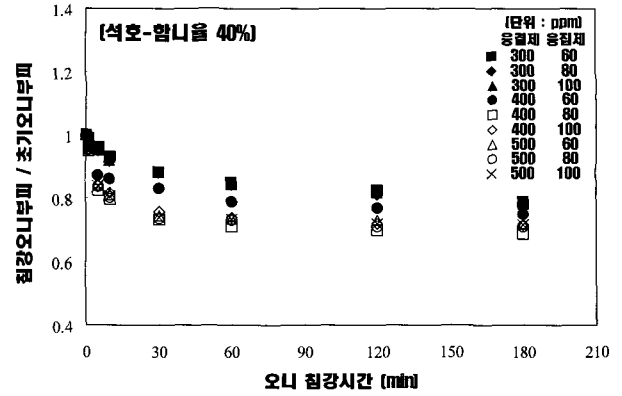


그림 4. 약품 투입량에 따른 준설오니의 부피변화를 (암니올 40%)

표 1. 응집제 및 응결제의 적정 투입량

시료채취현장	생오니 (ml)	상등수 (ml)	암니올 (%)	적정 투입량 (ppm)	
				응결제	응집제
동해안 석호	100	400	20	200	40
	150	350	30	300	60
	200	300	40	400	80

표 2(a). 응집제 및 응결제 투입에 따른 준설오니 처리수의 탁도 (암니올 20%)

구 분	침강오니 부피 (mL) (500mL : 생오니 100mL + 상등수 400mL)								
	150			200			250		
응결제 투입량 (ppm)									
응집제 투입량 (ppm)	30	40	50	30	40	50	30	40	50
처리수 탁도 (degree)	3.9	4.3	4.3	3.8	3.9	3.7	5.3	5.6	5.8

표 2(b). 응집제 및 응결제 투입에 따른 준설오니 처리수의 탁도 (암니올 30%)

구 분 (시간단위 : Hour)	침강오니 부피 (mL) (500mL : 생오니 150mL + 상등수 350mL)								
	250			300			350		
응결제 투입량 (ppm)									
응집제 투입량 (ppm)	50	60	70	50	60	70	50	60	70
처리수 탁도 (degree)	6.7	5.3	5.6	5.1	5.0	5.2	7.2	6.8	6.9

표 2(c). 응집제 및 응결제 투입에 따른 준설오니 처리수의 탁도 (암니올 40%)

구 분 (시간단위 : Hour)	침강오니 부피 (mL) (500mL : 생오니 200mL + 상등수 300mL)								
	300			400			500		
응결제 투입량 (ppm)									
응집제 투입량 (ppm)	60	80	100	60	80	100	60	80	100
처리수 탁도 (degree)	6.9	6.2	6.5	6.4	6.3	6.1	7.2	7.1	7.1

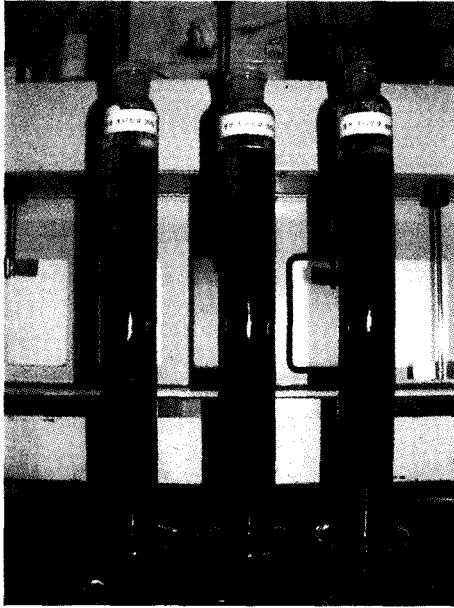
에 따른 침강오니의 부피감소 효과는 크게 나타났으나, 응결제 및 응집제를 적정량 이상 투입할 경우 오히려 침강오니 부피가 증가하였다. 이는 약품 투입량이 증가될 경우, 오니입자의 크기가 상대적으로 커지며 이로 인하여 입자들 사이의 간극이 증가하여 침강오니 부피가 증가하는 것으로 판단된다. 따라서 각 암니올에서 최소 침강오니 부피를 나타내는 적정 응결제와 응집제의 투입량은 암니올이 증가함에 따라 증가하는 것으로 파악되었다.

표 1은 실험결과로부터 결정한 각각의 경우에 대한 응결제와 응집제의 적정 투입량을 나타내고 있다. 또한 표 2(a)~2(c)는 동해안 석호의 시료에 대하여 3시간의 침강실험을 종료한 후 측정된 여액 처리수의 탁도를 각 암니올별로 나타내고 있다. 모든 암니올에 대하여, 상기에서 결정한 적정 응결제와 응집제의 투입량에서 가장 낮은 탁도를 나타내고 있지는 않지만, 그 경향은 거의 일치하고 있음을 알 수 있다.

4. 오니함량에 따른 체적변화 시험결과 및 분석

준설토의 침강에 의한 체적변화특성과 약품첨가에 의한 준설오니의 침강속도 촉진 효과를 확인하기 위하여 각 함니율의 혼합오니를 이용하여 약품을 첨가하였을 경우와 약품을 첨가하지 않았을 경우에 대하여 그림 1에서 제시한 방법과 동일한 방법으로 혼합오니에 대한 침강시험을 수행하였다. 또한, 지점별 차이를 파악하기

위하여 동해안 석호의 현장의 상류지역(영역I)과 양어장으로 이용되는 잔잔한 수역(영역II)의 퇴적오니에 대해서 각 함니율의 혼합오니를 이용하여 비교시험을 수행하였다. 각각의 오니함량에 따른 약품 투입량은 앞절에서 산정된 적정 투입량(표 1 참조)에 준하여 투입하였으며, 적정 응결제와 응집제를 투입할 경우 각 함니율에 대한 준설에 따른 퇴적오니의 체적변화 정도를 분석·고찰 하였다. 또한 실험개시 3시간 침강 후 자연침강과

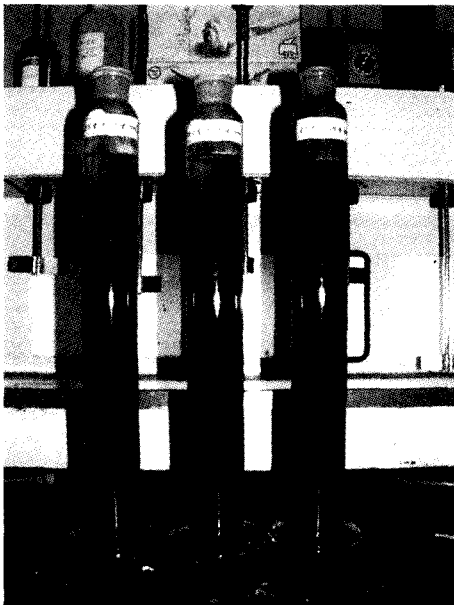


(a) 자연침강 3시간 후

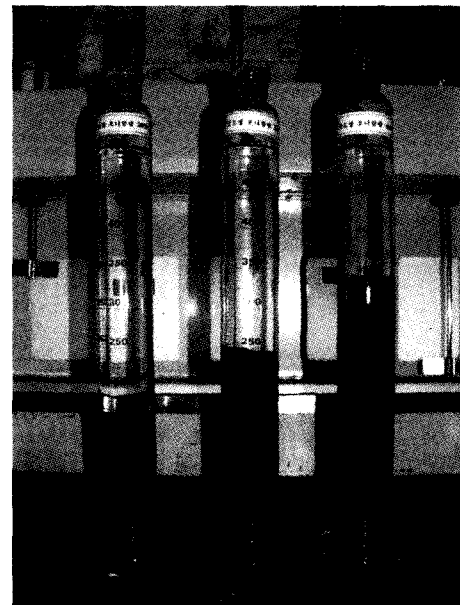


(b) 약품투입 3시간 후

사진 1. 오니함량에 따른 자연침강 및 약품투입 후 침강시간 3시간 후 비교 (상류지역)



(a) 자연침강 3시간 후



(b) 약품투입 3시간 후

사진 2. 오니함량에 따른 자연침강 및 약품투입 후 침강시간 3시간 후 비교 (양어장 지역)

약품투입에 따른 침강오니 부피의 변화를 각 함니울에 따라 사진을 촬영하였다(사진 1과 2). 사진에 물과 오니의 경계선이 뚜렷하게 보이고 있으며, 이 경계선을 기준으로 물과 오니의 체적을 산출하였다.

4.1 약품투입에 따른 준설오니의 침강속도변화

그림 5와 6은 각각 동해안 석호 현장의 영역I와 영역II에 대한 혼합오니의 침강시간에 대한 오니부피의 변화를 나타내고 있다. 약품을 투입하지 않은 상태의 자연 침강현상은 침강 개시부터 침강속도가 완만하게 증가하며 약품을 투입한 경우에 비하여 상대적으로 느림을 알 수 있다. 또한 오니함량이 적을수록 혼합오니의 침강속도가 빠르게 나타났다.

약품을 투입한 경우, 모든 오니함량에 대해서 침강 개시 후 약 30분 이내에 오니의 침강속도가 빠르게 증가하지만 그 이후의 침강속도는 약품을 투입하지 않은 경우와 같이 완만하게 증가함을 알 수 있다. 오니함량이 30%와 40%의 경우의 침강개시후 약 30분까지의 침강속도는 거의 같은 경향을 보이지만, 그 외에는 오니함량이

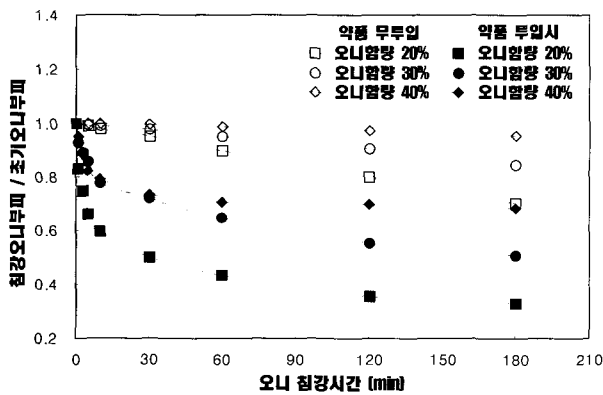


그림 5. 침강시간에 따른 준설오니의 부피변화 (영역 I)

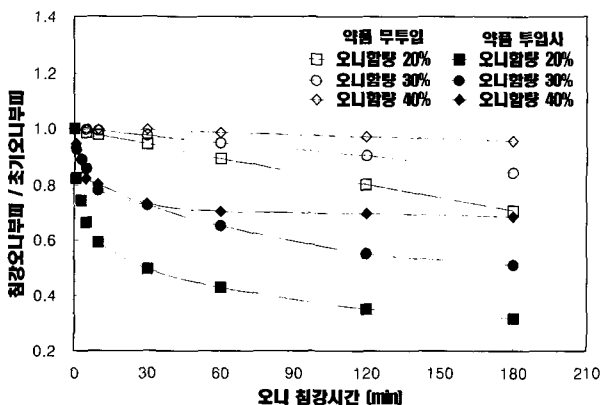


그림 6. 침강시간에 따른 준설오니의 부피변화 (영역 II)

적을수록 침강속도가 빠르게 나타났다. 이상에서 알 수 있듯이 약품 투입에 의한 오니의 침강속진 효과는 대부분 침강개시 후 약 30분 이내에 오니함량이 적을수록 현저히 발휘되며, 그 이후에는 약품을 투입하지 않은 상태의 자연 침강속도와 비슷한 경향을 보임을 알 수 있다.

4.2 오니함량 변화에 따른 체적변화특성

그림 5와 6에서 보이는 바와 같이 동해안 석호해역의 혼합오니에 대해서, 약품을 투입하지 않았을 경우, 3시간 후의 영역I의 오니부피는 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 352ml, 423ml 및 480ml 값을 보이고 있으며, 영역II의 오니부피는 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 352ml, 421ml 및 478ml 값을 보이고 있다. 따라서 지점에 따른 오니부피는 큰 차이를 보이지 않고 있으며 오니함량이 증가함에 따라 오니부피는 증가하고 있음을 알 수 있다. 약품을 투입하였을 경우, 동일한 방법으로 오니의 부피변화를 분석하였다. 약품투입후 3시간 후의 영역I의 오니부피는 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 165ml, 255ml 및 344ml 값을 보이고 있으며, 영역II의 오니부피는 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 160ml, 255ml 및 342ml 값을 보이고 있다. 따라서 약품을 투입하였을 경우에도 약품을 투입하지 않았을 경우와 마찬가지로 지점에 따른 오니부피는 큰 차이를 보이지 않고 있으며 오니함량이 증가함에 따라 오니부피는 증가하고 있음을 알 수 있다.

그림 7은 동해안 석호해역의 오니함량에 따른 준설오니의 3시간 후의 체적변화율을 나타내고 있다. 약품을 투입하지 않았을 경우, 체적변화율은 시료를 채취한 지점에 관계없이 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 약 3.52, 2.82 및 2.40의 값으로 오니함량이 증가

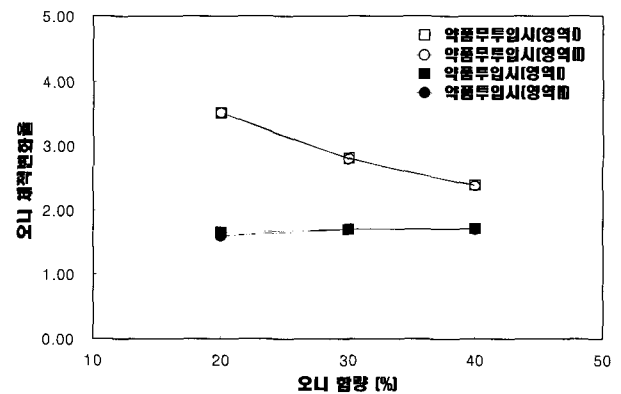


그림 7. 오니함량에 따른 준설오니의 체적변화율

함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나, 약품을 투입하였을 경우의 체적변화율은 시료를 채취한 지점에 관계없이 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 약 1.65, 1.70 및 1.72의 값으로 오니함량이 증가함에 따라 증가하는 경향, 즉 약품을 투입하지 않았을 경우와 반대경향을 보이고 있으나, 그 크기는 미미한 정도이다.

4.3 약품투입에 따른 체적변화특성

약품을 투입하였을 경우와 투입하지 않았을 경우의 준설오니의 체적은 매우 큰 변화를 보이고 있다(그림 7 참조). 영역I에서 채취한 시료에 대해서 약품을 투입하지 않았을 경우, 3시간 후의 오니부피는 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 352ml, 423ml 및 480ml 값을 보이고 있으나, 약품투입시에는 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 오니부피는 각각 165ml, 255ml 및 344ml 값을 보이고 있다. 또한 영역II에서 채취한 시료에 대해서 약품을 투입하지 않았을 경우, 오니부피는 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 352ml, 421ml 및 478ml 값을 보이고 있으나, 약품투입시에는 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 오니부피는 각각 160ml, 255ml 및 342ml 값을 보이고 있다.

그림 8은 영역 I와 영역 II에서 채취한 시료에 대해서 약품투입에 따른 준설오니의 체적변화특성을 나타내고

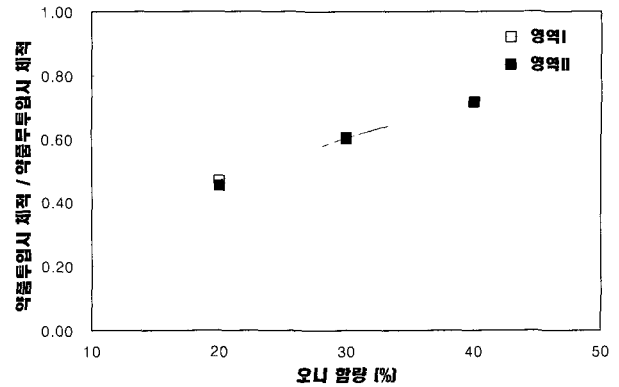


그림 8. 약품투입에 따른 준설오니의 체적변화

있다. 약품을 투입하지 않았을 경우의 오니부피에 대한 약품을 투입하였을 경우의 오니부피의 비는 시료를 채취한 지점에 관계없이 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 약 0.46, 0.61 및 0.72의 값으로 오니함량이 증가함에 따라 증가하고 있다. 즉, 오니함량이 증가함에 따라 약품투입에 따른 체적변화율이 작아짐을 알 수 있다. 따라서 약품투입에 의해서 준설오니의 체적은 자연침강시에 비교하여 감소하며, 그 특성은 오니함량이 작을수록 현저함을 알 수 있다.

4.4 준설오니의 체적변화율에 대한 국내·외 사례

상대적인 체적변화율 비교를 위하여 국내·외에서

표 3. 국내 준설물질 체적변화율 적용사례(부산지방해양수산청, 1999)

사업내용	조사시기 및 방법	체적변화율	비고
광양항 컨테이너부두 축조공사	'93. 6~ '95. 6	1.23~1.45	실측치
광양제철소 부지 조성공사	유보율을 고려	1.06	전기공구 : 0.95 후기공구 : 1.50
울촌 제1지방 공업단지 조성사업	매립 직후 ~	1.00~1.55	함수비 100%
마산항 정화사업 기본 및 실시설계	설계시 반영	1.40	
광양항 준설토 투기장 가호안 축조공사	설계시 반영	단기 : 1.50 장기 : 1.30	
광양항 모도 준설토 투기장 가호안 실시설계	설계시 반영	1.30	

표 4. 국외 준설물질 체적변화율 적용사례(부산지방해양수산청, 1999; Hatano 등, 1996)

사업내용	체적변화율	비고
大阪市 북항 폐기물처리장	1.44	면적 : 722,000m ²
岩國港	1.22	오니준설, 침전지설치, 응집제 사용
大牟田港	1.23	오니준설, 침전지설치, 응집제 사용
徳山松下港	1.60	오니준설, 침전지설치, 응집제 사용
下關港	1.51	오니준설, 침전지설치, 응집제 사용
四日市港	1.28	오니준설, 침전지설치, 응집제 사용

자료 : 일본 매립준설협회

수행한 시공실적 및 설계시 적용한 체적변화율의 사례 조사 결과를 표 3~4에 제시하였다. 일반적으로 준설토의 체적변화율은 20~60% 정도로 지역에 따라 큰 격차를 보이고 있으므로, 준설토의 체적변화에 대한 연구는 현장의 오니를 이용하여 직접 추정하는 과정이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 준설물질의 체적변화에 영향을 미치는 인자에 대한 연구를 보다 심층적으로 수행하여 실험조건이 현장조건에 최대한 근접하여 보다 정확한 결과를 제시할 수 있도록 하여야 할 것으로 사료된다.

5. 결론

동해안에 위치한 석호의 퇴적물을 이용하여 준설오니의 체적변화에 대하여 응결제 및 응집제의 투입이 미치는 영향을 조사하였다. 실내실험을 통하여 함니율 변화, 응집제 및 응결제 투입량 변화에 따른 준설오니의 체적변화를 정량적으로 분석한 결과는 다음과 같다.

- (1) 준설오니에 약품을 투입함에 의해 오니의 침강축진 효과는 대부분 침강개시 후 약 30분 이내에 오니함량이 적을수록 현저히 발휘되며, 그 이후에는 약품을 투입하지 않은 상태의 자연 침강속도와 비슷한 경향을 보였다.
- (2) 침강개시로부터 3시간 후의 준설오니의 체적은 원래의 오니체적에 비해, 준설오니에 약품을 투입하지 않았을 경우와 약품을 투입하였을 경우 모두가 오니함량이 증가함에 따라 증가하였다. 이러한 특성은 준설오니의 채취 지점에 따라 큰 차이를 보이지 않았다.
- (3) 침강개시로부터 3시간 후의 준설오니의 체적변화율은, 약품을 투입하지 않았을 경우, 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 약 3.52, 2.82 및 2.40의 값으로 오니함량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 그러나, 약품을 투입하였을 경우의 체적변화율은 오니함량 20%, 30% 및 40% 경우에 대하여 각각 약 1.65, 1.70 및 1.72의 값으로 오니함량이 증가함에 따라 증가하는 경향, 즉 약품을 투입하지 않았을 경우와 반대경향을 보였으나 그 차이는

- 작았다. 또한 약품을 투입하였을 경우의 체적변화율은 투입하지 않았을 경우보다 작음을 알 수 있었다.
- (4) 준설오니의 오니함량이 증가함에 따라 약품투입에 따른 체적변화율이 작아짐을 알 수 있었다. 따라서 약품투입에 의해서 준설오니의 체적은 자연침강시에 비교하여 감소하며, 그 특성은 오니함량이 작을수록 현저하다고 할 수 있다.
 - (5) 시방기준 및 시공조건을 토대로 최대 체류시간을 3시간으로 설정한 경우, 동해 석호의 준설토는 약품을 투입하는 경우에 오니 함니율 변화(20%~40%)에 대하여 초기 준설 퇴적오니량은 준설후 평균적으로 1.69배 체적이 증가되는 것을 실내실험결과로 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2000년 3월부터 2003년 12월까지 해양수산부에서 지원하는 “준설토 재활용 방안연구”를 한국해양연구원에서 수행하는 과정에서 도출된 연구결과임을 밝히며 또한 준설시료채취 및 실험연구가 가능하도록 물심양면으로 도움을 제공하신 삼성물산(주) 속초 준설현장 소장님께 사의를 표합니다.

참고 문헌

1. 부산지방해양수산청 부산항건설사무소(1999), 부산신항 준설토 투기장(2차) 실시설계 용역 최종보고서 (마무리 단계 설계자문 자료), 제5장.
2. 유남재(2001), “준설매립토의 침강/압밀과 전단강도 특성 및 예측” 지반환경 및 준설매립에 관한 학술세미나, 한국지반공학회, pp.1-41.
3. 여수시(2001), 오염해역(선소) 준설공사 기본 및 실시설계 용역보고서.
4. 조홍연, 윤길림(2002), “응집제 및 응결제 주입에 의한 석호 준설물질의 체적변화”, 한국해양해양공학회 논문집, 제14권, 제3호, pp.192-200.
5. Hatano, K., Okada, J., Hanahuse, H., Taniguchi, K.(1996), “Bulking factor of dredged clay by Pump dredger”, Proceedings of 31st Annual Meeting of Japanese Geotechnical Society, pp.551-552 (in Japanese)
6. Uchida, K., Suwa, S., Hamada, T.(2002), “Materials characteristics for reclaimed lands in Osaka Bay”, Proceedings of Korea-Japan joint workshop, April, Busan, Korea, pp.231-238.

(접수일자 2003. 4. 29, 심사완료일 2003. 7. 23)