

하천준설토를 세척 선별한 준설모래의 물리적 특성

Physical Properties of Dredged Sand Treated by Washing and Sorting Dredged Soil

이윤성¹ · 이상수² · 송하영³ · 배기선⁴ · 이성복⁵ · 이도현⁶

Yun-Seong Lee¹, Sang-Soo Lee², Ha-Young Song³, Kee-Sun Bae⁴, Sung-Bok Lee⁵, and Do-Heun Lee⁶

(Received August 31, 2010 / Revised October 5, 2010 / Accepted October 13, 2010)

요 약

하수도관 정비사업 및 정부의 4대강 사업에서 발생하는 준설모래는 대부분 투기 및 매립에 의존하여 처리되고 있다. 이는 준설모래를 적절히 이용하는 관련 재활용 기술의 부족과 기존의 준설모래 생산시스템에서 생산된 준설모래의 높은 흡수율과 미립분 함유량에서 비롯된다. 따라서 본 연구에서는 기존의 준설모래 생산시스템의 문제점을 보완한 최적의 세척선별시스템을 통해, 준설모래 품질개선 성능과 세척선별시스템의 미립분과 유기이물질 제거 성능을 알아보기 위한 연구의 일환으로서, 처리된 준설모래의 기초물성을 평가한 결과, 세척선별시스템을 통해 생산된 준설모래가 흡수율, 0.08 mm체 통과량, 점토덩어리량, 유기이물질 함유량에서 큰 폭의 품질개선효과를 나타냈으며, 본 연구에서 목표로 하는 품질기준인 KS F 2573(콘크리트용 순환골재)과 KS F 2526(콘크리트용 골재) 기준에 모두 만족하는 것으로 나타나 향후 콘크리트용 골재로서의 활용가능성을 확인할 수 있었다.

주제어 준설토, 미립분, 흡수율, 유기이물질 함유량

ABSTRACT

Most of the dredged sand generated from the sewage pipe maintenance project and the government's four-river project are disposed depending on abandonment and filling-up. This is caused by the lack of related recycling technology using dredged sand appropriately and high absorption rate and micro-particles of dredged sand produced from existing sand production system. Thus, this study carried out a quality assessment for the dredged sand produced through the optimum washing and sorting system supplementing problems of existing dredged sand production system as a part of research to examine performance of removing micro-particles and foreign substances. As a result of the assessment, the dredged sand produced through the cleaning and sorting system showed a wide quality improvement effect in absorption rate, 0.08 mm sieve pass amount, clay lump volume and organic impurity content, and it turned out to satisfy both the quality standards of this study, KS F 2573(recycled aggregate for concrete) and KS F 2526(aggregate for concrete) so it could be confirmed that it would be able to be used as an aggregate for concrete in the future.

Key words Dredged soil, Micro-particles, Absorption rate, Organic impurity content

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

현재 국내에서는 매년 상당량의 준설토가 발생하고 있으

며, 대부분 재활용되지 못하고 매립이 주처리 과정이 되고 있는 실정이다. 하천 준설토는 일반 하천의 퇴적작용 등에 의한 것과 하수관거 내부 및 이를 통하여 하천으로 유입되어 침적된 하수준설토가 있다. 준설토에는 모래질 성분이 많이 함유

- 1) 국립한밭대학교 공과대학 건축공학과 석사과정(lert2123@naver.com)
- 2) 국립한밭대학교 공과대학 건축공학과 부교수(교신저자: sslee111@hanbat.ac.kr)
- 3) 국립한밭대학교 공과대학 건축공학과 교수
- 4) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원
- 5) 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구위원
- 6) 한국토지주택공사 토지주택연구원 선임연구위원

되어 있어 건설용 골재로 사용가능성이 있음에도 불구하고, 지자체가 시행하는 관급공사 등에서 주로 발생하는 하수 준설토는 “하수관거 유지관리지침(환경부 1999)” 및 “폐기물관리법(환경부, 2005)”에 따라 적정 처리하도록 규정되어 있어 재활용 방법이 명확히 제시되지 않는 실정이다.

또한, 폐기물 관리법에 준하여 소각하거나 수분함량을 8.5% 이내로 탈수, 건조하여 많은 비용을 투입하여 매립을 하고 있다. 그러나 소각의 경우 2차 대기오염 물질을 발생시키며, 매립하는 경우에도 탈수 및 건조 등의 중간처리비용이 상당히 많이 소요되고 매립 공간 확보도 어려워 현재의 처분 방법은 매우 비효율적이다. 오염의 정도차이에 대한 구체적인 기준 없이 폐기물 관리법상 사업장 폐기물로만 분류하여 대부분의 준설토가 매립되는 실정이며, 2008년 기준 39% 정도가 매립되고 있다.¹⁾ 이로 인하여 각 지자체별로 서로 다른 처리방법을 적용하고 처리하고 있어 준설토에 적정 처리기준의 마련이 필요한 실정이다.

1.2 연구의 목적

본 연구에서는 하수관 정비사업과 정부의 4대강 사업 등에서 발생하는 막대한 양의 준설토가 대부분 매립되고 이에 야기되는 환경부하를 대폭적으로 저감시킬 뿐만 아니라, 최근 건설산업분야에서 야기되는 모래 수급불균형 문제를 근본적으로 해결할 수 있도록 세척선별시스템에서 생산된 준설모래의 기초물성 결과를 가지고 실험·실증적으로 검토하여 향후 콘크리트용 모래로서 준설모래의 고부가가치 활용을 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

2. 현황분석

2.1 준설토 현황

환경부 2008년의 자료에 근거하여 2004년~2008년도의 5년간 매년 발생한 하수준설토의 처리량 및 세부처리항목별 처리량은 그림 1과 그림 2와 같으며, 연도 별 하수 준설토의 처리량을 보게 되면 2004년 이후 준설토 처리량이 지속적인 감소를 보이고 있다.³⁾ 이와 같은 감소는 합류식 하수관거가 주를 이루던 2000년에 비해 점차적으로 분류식 관거가 증가함에 따라 준설하는 시설의 연장이 줄어들어 기인한다. 세부 처리항목별 처리량을 살펴보면 2008년 발생하는 하수 준설토 553,125 ton 중 39%인 215,557 ton이 매립되며, 61%인 335,512 ton이 재활용 등의 목적으로 사용되었다(그림 2).

재활용 등으로의 사용 비율이 2004년도의 434,156ton으로 전체 833,418ton 중 52%로 개선된 것처럼 보이나 이것은 단순히 매립되는 하수 준설토의 처리량의 감소에 기인하는 비율의 증가일 뿐 실질적인 재활용 등의 처리량의 증가는 아닌 것으로 나타나고 있다.⁵⁾

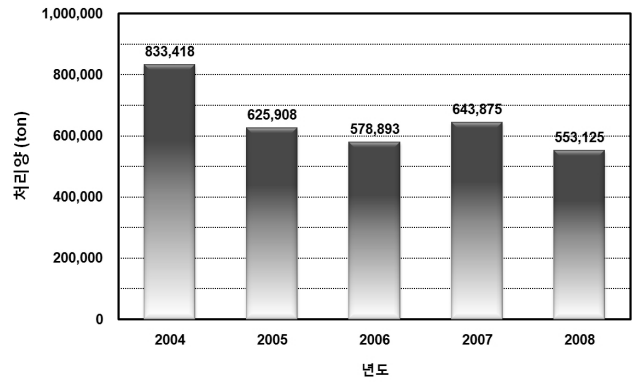


그림 1. 하수 준설토 총 처리량 (환경부, 2008)

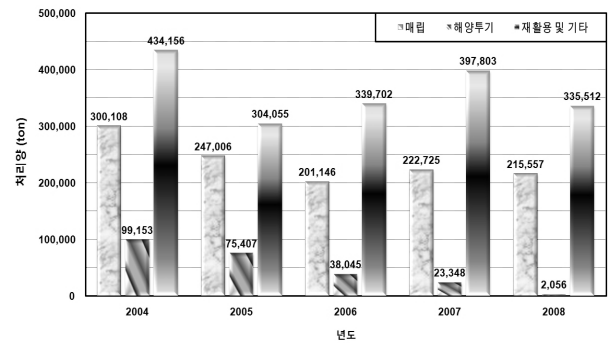


그림 2. 하수 준설토 처리항목별 처리량 (환경부, 2008)

2.2 제조시스템 현황^{2),6)}

물 세척 방식에 의한 준설토 처리시스템의 경우 골재로부터 미립분을 제거하기 위해 유수분리기 등에 의해 물로 세척하고 있으나 세척수를 반복 사용하고, 또한 일시에 다량의 모래를 세척하기 때문에 최종적으로 생산된 모래 내에 미립분이 다량 포함되어 준설모래의 흡수율이 커지는 등 품질이 불량하여 성토재나 채움재 등으로만 소량 이용되고 나머지는 거의 매립·폐기되고 있는 실정이다. 또한 준설모래의 세척에 사용된 세척수를 재이용하기 위해서는 침전, 농축 등의 공정이 필요하게 되고 이 과정에서 많은 시간이 소요되며, 생산성을 향상시키기 위해 다량의 물이 필요하기 때문에 미립분이 완전히 침전되지 않은 물을 그대로 사용하게 되어 최종 생산된 준설모래의 품질이 더욱 열악하게 된다.

한편, 다량의 수분이 함유된 미립분 슬러지를 산업부산물로 처리하기 위해 필터프레스 등의 고가장비를 추가로 구입하여야 하며, 물을 사용하기 때문에 동절기에는 준설모래의 생산이 곤란하다는 다양한 문제점이 있다. 따라서 준설토에서 생산되는 준설모래를 고품질화하기 위해서는 준설토에 다량 함유된 미립분과 이물질을 효과적으로 분리·제거할 수 있는 기술개발이 필수적이며, 더불어 건설산업을 환경친화적 산업구조로 전환시켜 환경보존과 건설생산성 향상을 동시에 실현하여 국가경쟁력을 제고시킬 수 있는 준설모래 제조시스

탐의 개발이 한층 요구되고 있다. 이러한 측면에서 준설토로부터 준설모래 제조시 발생하는 미립분 및 이물질을 골재로부터 효과적으로 분리·제거하여 고품질의 준설모래를 안정적으로 제조하고, 이를 건설생산현장에 활용함으로써 천연골재자원의 부족 및 골재채취에 대한 환경규제에 원천적으로 대응하여 모래의 수급불균형 문제를 해결할 수 있을 뿐만 아니라 최종적으로 폐기·처분되고 있는 준설토의 양을 근원적으로 저감할 수 있는 환경부하저감형 고품질 준설모래 제조 시스템 및 고부가가치 활용기술이 국가·사회적으로 시급히 개발되어야 할 상황에 있다.

3. 준설모래의 품질개선을 위한 세척선별시스템 개발

3.1 세척선별시스템의 개요

본 연구에서 고품질 준설모래를 제조하기 위한 세척선별시스템의 원리는 그림 3에 나타낸 바와 같으며 사이클론과 플럭스탱크 2가지 주요장치의 조합에 의해서 기능을 발휘하게 된다. 또한 실제 장치는 사진 1과 같다.

본 세척선별시스템의 공정은 다음과 같다. 준설토를 주원

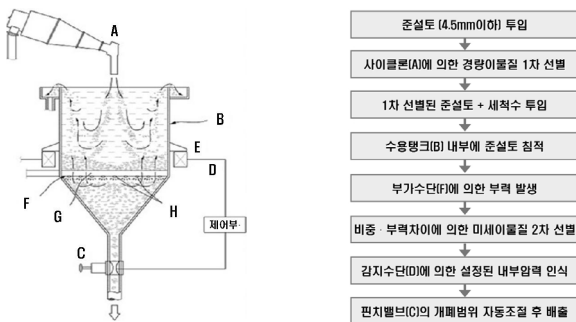


그림 3. 세척선별시스템의 개념 및 원리



사진 1. 세척선별시스템의 외관

료로 하여 다수의 분리·선별공정을 거쳐 준설모래를 생산하기 위해 4.5 mm 이하의 크기로 선별한 후 발생하는 토분 및 미분말의 분리·선별과 준설모래의 입형을 개선시키는 사이클론 공정과 준설모래에 포함된 각종 유기이물질과 잔여 미립분을 제거하여 고품질화하는 플럭스탱크 공정, 그리고 상기의 공정을 거치면서 최종 생산되는 고품질 준설모래와 세척수 그리고 각종 이물질과 세척수의 분리 배출을 위한 각각의 탈수스크린 공정과 이로부터 배출된 세척수를 침전·농축 시스템에 의해 수질환경의 오염방지를 위해 청정한 세척수를 재이용하는 정화공정으로 이루어져 있다.^{4),6)}

3.2 세척선별시스템의 주요장치

3.2.1 사이클론(Cyclone) 장치

본 사이클론 장치는 준설모래에 함유된 가벼운 이물질을 1차로 분류하는 통상적인 분류기의 일종이며, 사이클론 내부의 세척수에 의한 사이편작용에 의해 65 μm 이상의 비교적 순수한 준설모래는 원추모양의 벽을 따라 원심 분리되어 플럭스탱크에 침적되며, 65 μm이하의 점토·미사·황토 및 밀도가 1.0g/cm³ 이하의 비교적 가벼운 각종 미세한 유기이물질 등을 함유한 세척수는 오버플로(Over flow) 노즐을 따라 탈수스크린을 거치면서 제거되는 원리로 구성되어 있다.

3.2.2 플럭스 탱크(Flux Tank) 장치

사이클론 장치를 거친 준설모래와 세척수는 하부의 플럭스탱크로 자유낙하로 침적하게 되며, 플럭스탱크 장치의 하부로 침적된 준설모래는 2차에 걸쳐 미세한 잔여 이물질까지 분리시켜 유기이물질의 분리를 극대화하기 위한 장치이다.

이를 위해, 준설모래가 물이 채워져 있는 수용탱크(B)의 상부로부터 침강하는 과정에서 수용탱크의 하부에 배관을 통하여 물을 공급함으로써, 물의 상승류에 의하여 부력을 발생시키는 부력 부가수단(F)을 도입하였다. 이로써, 사이클론 장치에서 1차적으로 이물질이 제거된 준설모래에 남아있던 미세한 잔여 이물질이 상부로 오버플로되어 2차적으로 분리되도록 하였다. 부력 부가수단(F)은 수용탱크(B)에 외부방향으로 관통되도록 설치된 다수의 물 공급관(G)과 물 공급관의 밀면에 설치된 다수의 분사노즐(H)로 구성된 것이다. 여기에서, 분사노즐에서 분사되는 물의 양과 압력을 플럭스탱크 내부의 압력보다 높게 조절하게 되며, 수용탱크의 상부로부터 침강하는 준설모래와 미세한 잔여 이물질 개개 입자들이 압력을 받게 됨으로써, 개개의 입자에 부력이 부가되면서 2차적으로 준설모래와 이물질을 분리시키는 효과를 극대화할 수 있도록 하였다.

즉, 플럭스탱크의 하부로 침강하는 준설모래와 미세한 잔여 이물질은 각 입자의 부피에 비례하여 부력을 받게 되고, 그 부력은 각 입자를 플럭스탱크의 상부로 띄우려는 힘으로

작용하게 된다. 따라서, 각 입자의 밀도가 크면 부피가 작아지고 상대적으로 부력 또한 작게 작용하게 되나, 입자의 무게는 무거우므로 플렉스탱크의 하부로 가라앉게 된다. 각 입자의 밀도가 작으면 부피가 커지고 부력 또한 커지게 되어 무게가 가벼운 입자들은 플렉스 탱크의 상부로 부상하게 되는 것이다.

참고로, 모래의 밀도는 $2.4 \sim 2.7 \text{ g/cm}^3$ 정도의 상당히 무거운 물질이며, 이물질은 종이, 비닐, 나무 등의 밀도가 1.0 g/cm^3 이하인 가벼운 물질과, 석탄, 아스팔트, 시멘트 가루 등의 밀도가 $1.2 \sim 1.8 \text{ g/cm}^3$ 정도의 비교적 무거운 물질로 구분되어 진다. 이에 따라 밀도차이에 의해 모래와 여기에 포함되어 있는 미세한 잔여 이물질까지 부력 부가수단에서 분사되는 물에 의해 각 입자에 부력이 작용되면 모래와 미세한 잔여 이물질의 분리 효과를 극대화할 수 있는 조건을 가지게 되는 것이다. 참고로 플렉스탱크 장치를 구성하는 주요장치의 역할 및 외형은 표 1 및 사진 2와 같다.

표 1. 세척선별시스템의 주요장치의 역할

명칭	각 주요장치의 역할
수위조절장치	수용탱크 내부에 침적된 준설토와 세척수의 양을 조절
감지센서	수용탱크 내부의 물공급장치로 공급되는 물의 양을 자동 조절
물 공급장치	수용탱크 내부의 부력부가를 위해 분사노즐로 물을 공급
핀치밸브	수용탱크 내부의 압력조절센서에 의한 자동 개폐 범위에 따라 준설토의 생산
탈수스크린 I	탈부착이 가능한 스크린망에 진동을 부여하여 세척수와 준설토의 분리 배출
탈수스크린 II	스크린망에 진동을 부여하여 세척수와 각종 이물질 및 미립분 등의 분리 배출

3.3 세척선별시스템의 최적화

세척선별시스템의 최적화를 도출해 내기 위하여 샌드플렉스 장치의 설계압력의 조건을 2.4 kg/cm^2 , 2.8 kg/cm^2 , 3.2 kg/cm^2 3수준으로 설정하여 세척선별시스템 처리 전·후의 준설토에 대한 품질특성을 평가하였다.

3.3.1 절대건조밀도

그림 4는 장치의 설계압력별 절대건조밀도 시험결과를 나타낸 것으로, 설계압력이 2.4 kg/cm^2 의 경우 세척선별시스템으로 처리되기 전의 준설토의 절대건조밀도는 2.10 g/cm^3 , 처리 후는 2.22 g/cm^3 를 나타내어 약 5.7%의 품질개선을 보였고, 설계압력이 2.8 kg/cm^2 의 경우 처리 전은 2.17 g/cm^3 , 처리 후는 2.39 g/cm^3 를 나타내어 약 10.1%의 개선을 보였으며, 설계압력이 3.2 kg/cm^2 의 경우 처리 전은 2.09 g/cm^3 , 처리 후는 2.41 g/cm^3 를 나타내어 약 15.3%의 개선을 나타내었다.

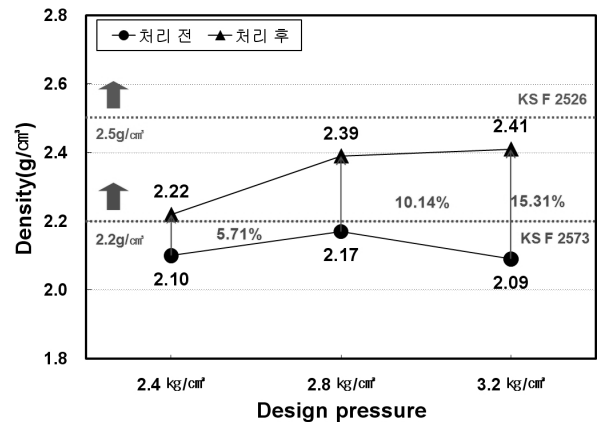


그림 4. 설계압력별 절대건조밀도의 변화



사진 2. 세척선별시스템의 주요장치 외관

이러한 설계압력의 증가에 따른 절건밀도의 품질성능이 증가되는 경향은 플럭스탱크(Flux Tank) 내부의 설계압력의 증가로 인한 핀치밸브(Pinch Valve)의 자동 개폐시기의 지연과 개폐범위의 축소로 인하여 플럭스탱크(Flux Tank) 내부에 설치된 부력부가수단에 의한 세척수의 활동 증대로 이어져 점토, 미사, 황토 및 각종 미세한 이물질 등과 같은 65 μm 이하의 미분을 함유한 세척수의 더 많은 양이 오버플로노즐을 따라 탈수스크린을 거치면서 제거되기 때문인 것으로 판단된다.

3.3.2 흡수율

그림 5는 설계압력별 흡수율 시험결과를 나타낸 것으로, 설계압력이 2.4 kg/cm²의 경우 처리 전은 7.52%, 처리 후는 5.01%를 나타내어 약 33.4%의 품질개선을 보였고, 설계압력이 2.8 kg/cm²의 경우 처리 전은 6.81%, 처리 후는 4.30%를 나타내어 약 10.1%의 품질개선을 보였으며, 설계압력이 3.2 kg/cm²의 경우 처리 전은 8.30%, 처리 후는 3.81%를 나타내어 약 54.1%의 품질개선을 나타내었다.

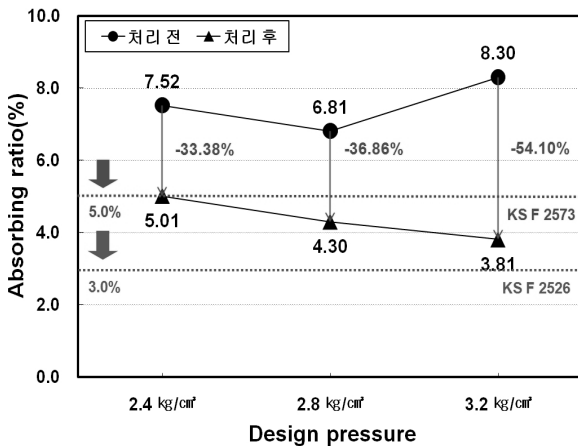


그림 5. 설계압력별 흡수율의 변화

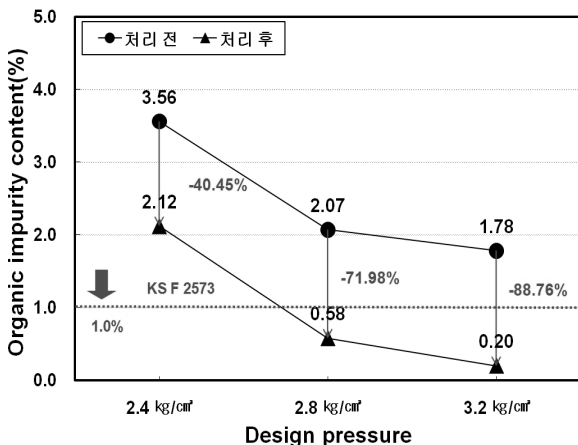


그림 6. 설계압력별 유기이물질함유량의 변화

이러한 설계압력의 증가에 따른 흡수율이 증가하는 경향은 상기에서 서술한 바와 같이 플럭스탱크(Flux Tank) 및 핀치밸브(Pinch Valve)의 역할 증대로 인해 제거되는 미립분과 각종 이물질 양이 증가하는데 기인한 것으로 판단된다.

3.3.3 유기이물질 함유량

그림 6은 설계압력별 유기이물질함유량 시험결과를 나타낸 것으로, 설계압력이 2.4 kg/cm²의 경우 처리 전은 3.56%, 처리 후는 2.12%를 나타내어 약 40.4%의 품질개선을 보였고, 설계압력이 2.8 kg/cm²의 경우 처리 전은 2.07%, 처리 후는 0.58%를 나타내어 약 72.0%의 개선을 보였으며, 설계압력이 3.2 kg/cm²의 경우 처리 전은 1.78%, 처리 후는 0.20%를 나타내어 약 88.8%의 성능 개선을 나타내었다.

3.3.4 주요장치의 문제점 및 개선방향

이상의 현장실험을 통하여 세척선별시스템의 높은 설계압력으로 준설모래를 생산할 경우, 각종 주요장치에 문제점이 발생하였으며, 주요장치의 문제점 및 개선사항을 나타내면 표 2와 같다.

4. 세척선별시스템의 처리 전·후 생산된 준설모래의 기초물성평가

4.1 실험계획 및 방법

3장에서는 세척선별시스템의 최적화를 목적으로 비교적 저품질 준설토를 시료로 사용하였다. 여기에서는 고품질의 용도로 사용할 경우를 고려하여 고품질의 준설토를 사용하여, 세척선별 처리 전 준설모래(DS-I)와 처리 후 최종 생산된 준설모래(DS-II)에 대한 기초물성 분석을 실시하였다.

실험계획 및 방법은 표 3과 같으며, KS규격에 따라 절대건조밀도, 흡수율, 점토덩어리량, 유기이물질함유량 등을 분석하였다. 그림 7은 세척선별시스템이 포함된 중간처리업체의 생산공정도를 나타낸 것이다.

표 2. 주요장치의 문제점 및 개선사항

구분	Flux Tank Con	Pinch Valve Sleeve
문제점	- 플럭스탱크에 침적된 순환모래가 핀치밸브의 개폐범위 조절에 의해 상부의 높은압력으로 콘 내부와의 심한 마찰이 발행하여 콘의 내마모성이 크게 저하	- 핀치밸브의 조절폭이 너무 커서 이물질 분리효과를 정확히 조절하기 어려움 - 핀치밸브의 개폐 범위에 의한 생산량 조절폭이 커서 플럭스탱크 내부의 변화가 심함
개선사항	- 내마모성이 향상된 콘 내부의 덧댐용 고무질 제품 개발	- 내마모성의 향상으로 유지관리비용의 절감이 가능한 제품 개발

표 3. 대상 시료의 품질평가를 위한 실험계획 및 방법¹⁾

구 분 ^{a)}	KS F 2573 규정항목	평가항목	품질 기준		실험방법
			KS F 2526	KS F 2573	
DS- I DS- II	· 절대건조밀도 (g/cm ³)	· 절대건조밀도 (g/cm ³)	2.5g	2.2g	KS F 2504
	· 흡수율 (%)	· 흡수율 (%)	3%	5%	
	· 입자모양 판정실적율 (%)	· 0.08 mm체 통과량 (%)	3%	7%	KS F 2511
	· 0.08mm체 통과량 (%)	· 점토덩어리량 (%)	1%	1%	KS F 2512
	· 알칼리골재반응	· 유기이물질함유량 (%)	1%	1%	KS F 2576
	· 점토덩어리량 (%)				
	· 안정성 (%)				
	· 유기이물질함유량 (%)				

주 a) DS-I : 세척선별시스템으로 처리 전의 준설모래(처리 전으로 약술함)
 DS-II : 세척선별시스템으로 처리 후의 준설모래(처리 후로 약술함)

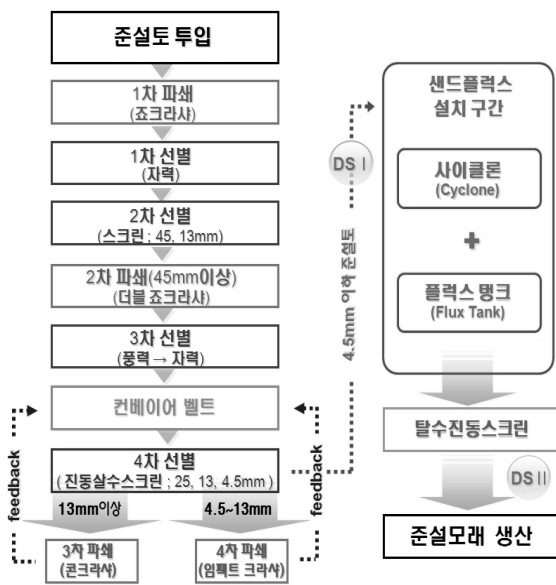


그림 7. 준설모래 생산공정도

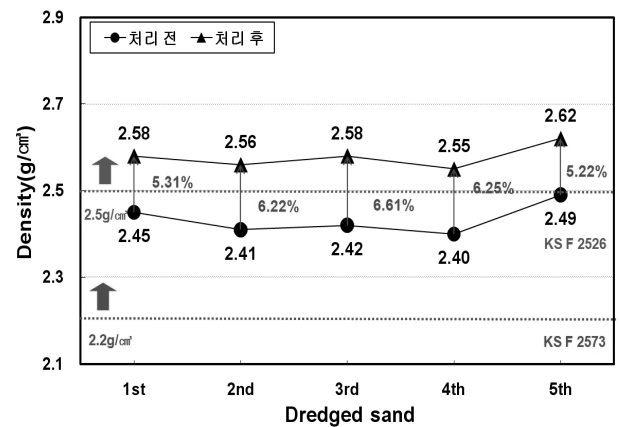


그림 8. 준설모래의 절대건조밀도 변화

수는 오버플로노즐을 따라 탈수스크린을 거치면서 제거되고, 플렉스탱크 내부의 부력 부가수단에 의해 준설모래에 포함된 각종 미세 이물질과 미립분 제거로 인해 이러한 결과가 나타난 것으로 판단되며, 최종 생산된 준설모래의 경우 천연모래와 비슷한 절대건조밀도 값을 나타냈다. 또한 모든 시료가 KS F 2573 (콘크리트용 순환골재)의 기준에는 만족하는 것으로 나타났으나, KS F 2526 (콘크리트용 골재) 기준에는 처리 후의 시료만이 만족하는 것으로 나타났으며, 처리 후는 처리 전 대비 5.22~6.61%의 품질개선 효과를 보였다.

4.2.2 흡수율

그림 9는 세척선별시스템으로 처리하기 전·후의 흡수율 시험결과를 나타낸 것으로, 처리 전의 경우 3.83~4.22%의 범위를 보이고 있으며, 처리 후의 경우 1.62~2.01%의 범위를 나타내어 52.37~57.81%의 개선효과를 보이고 있다.

또한 모든 시료가 KS F 2573의 기준치 5%이하에 만족하는 것으로 나타났으나, KS F 2526 기준치 3%이하기준에는 처리 후만이 만족하는 것으로 나타났다. 이는 세척선별시스템으로 처리되면서 유기이물질과 미립분이 제거되어 흡수율이 개선된 것으로 판단된다.

4.2 실험결과 및 고찰

4.2.1 절대건조밀도

그림 8은 세척선별시스템으로 처리하기 전·후의 절대건조밀도의 시험결과를 나타낸 것으로, 처리 전의 경우 2.40~2.49 g/cm³의 범위를 나타내고 있는데, 이러한 결과는 2차 진동살수스크린(4.5 mm)에 의해 원재료에 포함된 비교적 부피가 큰 각종 이물질 및 일부 미립분의 제거에 기인한 것으로 판단된다.

한편, 처리 후의 경우 2.55~2.62 g/cm³ 정도의 범위를 나타내어, 세척선별시스템에 포함된 사이클론(Cyclone) 내부의 세척수에 의한 사이펀작용(Siphonage)에 의해 65 μm 이상의 비교적 순수한 준설모래는 원추모양의 벽을 따라 원심분리되어 플렉스탱크로 침적되며, 점토, 미사, 황토 및 각종 미세한 이물질 등과 같은 65 μm 이하의 미분을 함유한 세척

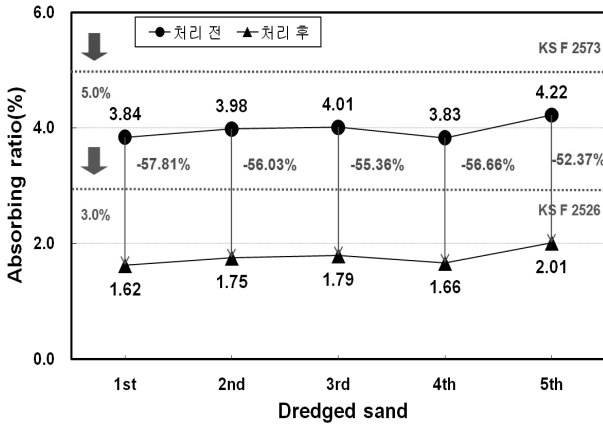


그림 9. 준설모래의 흡수율 변화

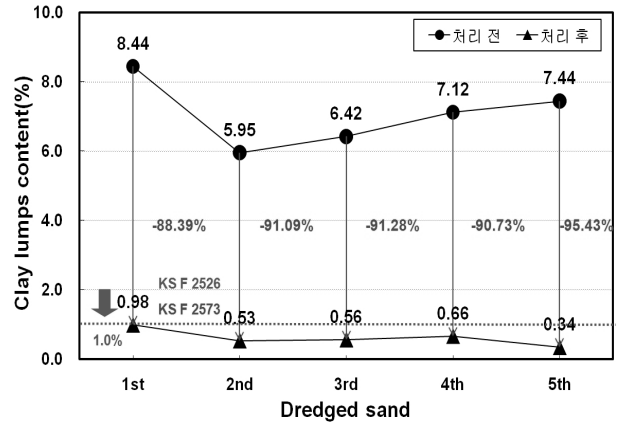


그림 11. 준설모래의 점토덩어리량 변화

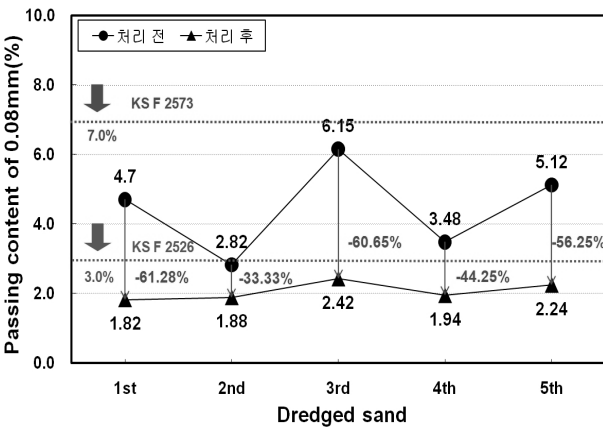


그림 10. 준설모래의 0.08 mm체 통과량 변화

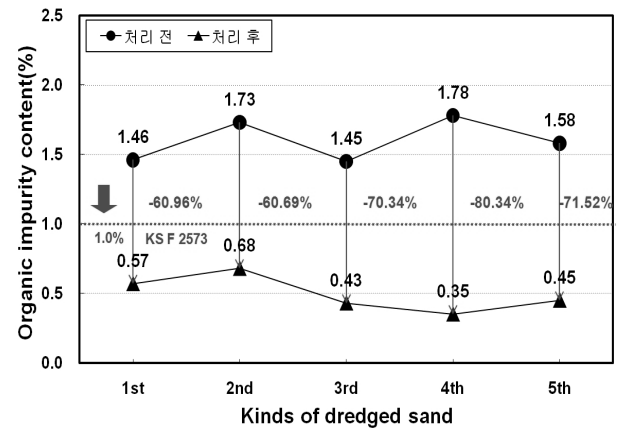


그림 12. 준설모래의 유기이물질 함유량 변화

4.2.3 0.08 mm체 통과량

그림 10은 세척선별시스템으로 처리하기 전·후의 0.08 mm 체 통과량을 나타낸 것으로, 처리 전의 경우 2.82~6.15%의 범위를 보이고 있고, 처리 후의 경우 1.82~2.42%의 범위를 나타내어 모든 시료가 KS F 2573 기준에는 만족하는 것으로 나타났으나, KS F 2526 기준에는 처리 후만이 만족하는 것으로 나타났다. 또한 처리 후는 처리 전 대비 44.25~61.28%의 품질개선효과를 나타냈다.

4.2.4 점토덩어리량

그림 11은 세척선별시스템으로 처리하기 전·후의 점토덩어리량 시험결과를 나타낸 것으로, 처리 후만이 KS F 2573 및 KS F 2526 기준에 만족하는 것으로 나타났다.

또한 처리 후는 처리 전 대비 88.39~95.43%의 높은 품질개선 효과를 나타내었는데, 이는 세척선별시스템으로 처리되면서 미립분이 크게 감소하였기 때문인 것으로 판단된다.

4.2.5 유기이물질 함유량

그림 12는 세척선별시스템으로 처리하기 전·후의 유기이물질

질 함유량 시험결과를 나타낸 것으로, 처리 전의 경우 1.45~1.78%의 범위를 보이고 있고, 처리 후의 경우 대부분 유기이물질이 제거된 0.35~0.68%의 범위를 나타내어 처리 전 대비 처리 후는 60.69~80.34%의 높은 품질개선 효과가 보여 미세립한 유기이물질의 제거 효과의 증대로 품질이 크게 개선되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 경향은 세척선별시스템으로 처리되면서 원재료에 포함된 각종 이물질 등의 제거로 인해 유기이물질 함유량이 개선되는 것으로 판단되며, 국내의 KS F 2573 기준치 1%이하에 만족하는 것으로 나타났다.

5. 결론

대부분 매립되고 재활용률이 낮은 준설토를 활용하여 환경부하를 대폭적으로 저감시키고 잔골재 수습불균형 문제를 근본적으로 해결하기위하여 준설토의 세척선별시스템을 적용하여 얻어진 고품질 준설모래의 기초물성을 분석한 결과를 종합하면 다음과 같다.

1. 세척선별시스템의 최적화 작업을 실시하기 위하여 플럭스 탱크 내부의 설계압력을 2.4 kg/cm²에서 3.2 kg/cm²

까지 다양한 단계를 설정하여 준설모래를 처리한 결과 설계압력이 2.8 kg/cm^2 일 때 세척선별시스템의 가동 및 준설모래의 처리가 안정적인 것으로 확인되었다. 한편 준설모래의 각종 품질이 향상되는 설계압력 3.2 kg/cm^2 의 경우, 높은 설계압력에 의해 발생하는 플렉스 탱크 내부의 압력, 용량 및 주요장치/주변장치의 문제점 및 개선사항을 제시하였다.

2. 최적화된 세척선별시스템으로 처리되기 전후의 준설모래로 기초물성을 평가한 결과, 절대건조밀도, 흡수율, 0.08 mm 체 통과량, 점토덩어리량, 유기이물질 함유량 등의 물성이 상당한 폭으로 개선되어, 본 연구의 목표 품질(KS F 2573)을 만족하고, 나아가 콘크리트용 골재의 품질기준(KS F 2526)에 만족하는 것으로 평가되어 천연골재와 동등한 수준으로 활용 가능할 것으로 사료된다.
3. 세척선별시스템으로 처리된 준설모래는 본 연구에서 설정한 목표 품질수준 이상으로 현장에서 안정적으로 생산할 수 있을 것으로 판단되며, 특히 기존 준설모래의 생산시스템에 비하여 미립분 및 유기이물질 제거 기

술의 우수성이 매우 뛰어나 준설모래 생산뿐만 아니라 이와 유사한 분야에서도 세척선별시스템의 활용이 가능할 것으로 판단된다. 또한 본 연구를 통하여 국내에서 발생하는 준설토로부터 생산되는 준설모래의 품질 수준을 평가하는 기초자료로서의 활용성이 증대될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 건설교통부(2009), “순환골재 품질기준”.
2. 건설신기술 제314호(2004), “부유물질 제거장치 및 세척용 분사장치가 장착된 모래분급기를 이용한 하수준설토의 세척선별방법”.
3. 서울시정개발연구원(2002), “하수관준설토 기초조사 및 관리방안 연구”.
4. 송하영 외(2008), “습식비중분리시스템을 활용한 순환모래의 품질특성에 관한 연구”, 「대한건축학회 논문집(구조계)」, v.24 n.05.
5. 환경부(2008), “하수도 통계”, pp.447.
6. 05첨단도시개발사업 최종보고서(2010), “건설폐기물 재활용을 위한 선별 및 생산시스템 개발”.