

준설토 일괄처리시스템을 위한 진공사이로 설계에 관한 연구[§]

김용석* · 양해림** · 김학선** · 정찬세** · 양순용*†

* 울산대학교 기계공학부, ** 울산대학교 기계자동차공학과

A Study on Design of Vacuum Silo for Batch Treatment System for Dredged Soil

Yongseok Kim*, HaeRim Yang**, HacSun Kim**, ChanSe Jeung** and Soonyong Yang*†

* Dept. of Mechanical Engineering, Univ. of Ulsan

** Dept. of Mechanical & Automotive Engineering, Graduate School, Univ. of Ulsan

(Received June 22, 2011 ; Revised February 1, 2012 ; Accepted February 9, 2012)

Key Words: Dredging Device(준설장치), Dredged Soil(준설토), Sewage Manhole Dredging(하수관거준설), Rainwater Manhole Dredging(우수관거준설), Dredged Soil Batch Treatment(준설토일괄처리), Dredged Soil Recycling(준설토재활용)

초록: 본 논문에서는 우수관로부터 발생하는 퇴적토의 준설처리를 위한 소형의 이동식 준설일괄처리 시스템을 제안하고, 특히 진공사이로와 1차 선별분리기 그리고 컨베이어를 일체화하는 진공사이로 선별분리장치를 설계하였다. 진공사이로 선별분리장치는 저장조, 이송 스크류, 진공 게이트, 스크린 바, 스크린 바 클리너, 진공배출장치로 구성된다. 특히 저장조 내에서 흡입공기의 흐름은 선별분리 성능의 주요 요소임을 고려하여 CFD 유동해석을 통해 최적형상을 도출하였다. 또한 CAE 구조해석을 통해 관재로 이루어지는 저장조의 안전성을 검토하였다. 그리고 3D-CAD 모델링을 통한 구동 메커니즘의 기구적, 역학적 시뮬레이션을 수행하여 사양을 결정하였다. 본 연구에 이어서, 드럼 스크린형 2차선별기, 데칸터형 탈수장치 그리고 보조장치인 오수탱크와 펌프 등을 설계할 것이다. 그리고 본 설계를 바탕으로 시제품을 제작하고 필드테스트를 수행할 것이다.

Abstract: In this study, a small movable batch treatment system for dredging soil deposited in a rain water tube is proposed; further, a vacuum silo sorting separation device with a vacuum silo, first-stage sorting separator, and conveyor is designed. The vacuum silo sorting separation device also consists of a storage tank, transferring screw, vacuum gate, screen bar, screen bar cleaner, and vacuum discharging device. In view of the fact that the flow of drawn air in the storage tank is a major factor influencing the sorting separation performance, the optimum shape of the tank is determined by CFD flow analysis. In addition, by using CAE structure analysis, the safety of a storage tank made of boards is examined. The specifications of the vacuum silo sorting separation device are determined by conducting mechanical and dynamic simulations of the driving mechanism of the vacuum silo sorting separation device through 3D-CAD modeling. Following this study, we will design a drum-screen-type second sorter, a decanter-type dehydration device, and waste water tank and pump as a secondary device. Further, on the basis of this design, we will construct a prototype model and carry out a field test.

1. 서론

일반적으로 준설은 항만이나 하천의 바닥에 쌓인 토사를 굴착하여 정비하는 작업을 말한다. 준설의 목적이 기존의 항만시설과 수로유지 외에 호수의 정비, 공유수면 매립 및 간척, 오염 퇴적토 제거를 통한 수질개선 등으로 다양화 되면서

준설수요는 날로 증가하고 있다. 근래 도시기반시설의 확충으로 준설이 필요한 우수(하수)관거 시설은 급격히 증가하고 있으며, 전국대상 138만km(보급률 73.8%), 울산대상 3,915km(보급률 75.3%)에 달하는 것으로 나타나고 있다.⁽¹⁾ 특히, 우수관거의 퇴적토는 곧바로 재활용이 가능함에도 하수관거 준설토 폐기물관리법의 적용을 받아 폐기물처리시설 등에서 처리하고 있는 실정에 있다. 이에 따른 우수관거로부터 준설된 퇴적토의 처리에 관한 법률의 정비뿐만 아니라 우수관거부터 준설이 용이하고, 준설과 동시에 재활용 처리할 수 있는 준

§ 이 논문은 2011년도 대한기계학회 생산 및 설계공학부문 춘계 학술대회(2011.6.30.-7.1., 라마다프라자제주호텔) 발표논문임

† Corresponding Author, soonyy@ulsan.ac.kr

© 2011 The Korean Society of Mechanical Engineers

설방법에 대한 연구가 필요한 시점이다. 현 우수관거의 준설작업은 맨홀로부터 토사를 진공으로 흡입하여 탱크로리에 직접 적재하는 방법이 주를 이루고 있다. 진공흡입차량을 이용한 준설방법은 적재된 준설토를 2차시설인 임시야적장으로 옮겨 말리거나 침출수를 제거한 다음 3차로 다시 적재차량을 이용하여 처리시설로 이송하여 폐기처리하는 방법과 침출수 제거과정 없이 준설토를 전량 최종 처리업체로 운반하여 처리하는 방법을 적용하고 있다. 이러한 준설방법은 시간적 손실, 과다한 처리비용 등 경제적인 손실뿐만 아니라 야적에 따른 환경적인 문제점을 안고 있다. 따라서 퇴적토의 준설과 동시 골재, 협잡물, 오니, 물 등의 분류를 일괄처리하여 시간적, 공간적 그리고 경제적 비용을 최소화할 수 있는 준설시스템의 개발을 위해 많은 노력을 기울이고 있다. Gwon 등⁽²⁾은 중금속으로 오염된 하천의 미세 준설토를 선별, 정화하여 기존에 매립 처분되는 미세 준설토의 대상을 최소화하고, 자원으로써의 재활용을 위한 오염 준설토 처리장치 및 처리방법을 고안하였고, Son 등⁽³⁾은 하수준설토의 함유율을 감소시키고 처리과정을 간단히 하여, 준설토의 처리비용을 절감하고 처리작업을 효율적으로 수행할 수 있는 준설토 처리기를 제안하였다. 그리고 Na⁽⁴⁾는 기존의 하수관 준설용 장비는 진입하기 어려운 골목길의 하수관과 차량통행이 빈번한 곳에서의 하수관 준설작업이 용이하도록 준설장비를 여러 차량에 나누어 설비를 탑재한 이동식 하수관내에 준설이 가능한 장비와 공법을 제시하였다. 이러한 하수관거 준설처리기술 및 방법은 대형이면서 고정식이거나, 또는 이동식이라도 여러 대의 차량을 필요로 하고 있어 이동성에 한계를 가지고 있다.

본 연구에서는 퇴적토를 준설과 동시에 일괄처리(선별, 세정, 탈수)하여 준설토의 일부를 재활용함으로써 준설퇴적토를 효율적이고 경제적인 처리가 가능하며, 작업현장으로 운반 및 이동이 용이한 소형의 준설일괄처리시스템을 개발하고자 한다. 이에 본 논문에서는 이동식 준설토 일괄처리시스템을 위한 진공사이로를 제안하고 설계한다.

2. 시스템 설계

2.1 개념적 설계

본 준설토 일괄처리시스템은 우수관거를 대상으

로 하며, 준설 시에 발생하는 침출수는 우수관거에 흘러보내는 것으로 하여 침출수처리는 고려하지 않는다. 준설토사로부터 구성성분의 크기가 큰(지름 20mm 이상) 협잡물(쓰레기, 자갈, 고형물)을 선별할 수 있는 1차 선별장치(분리 1단계)로 진공사이로 선별분리장치를 적용하며, 1차적인 협잡물의 선별이 완료된 구성요소(지름 20mm 이하)로부터 오염물(오니, 슬러지)과 골재를 분리하는 2차 선별분리장치(분리 2단계)로는 드럼형 스크린 선별분리장치를 적용한다. 그리고 선별된 폐기물에 함유된 수분을 탈수(60% 이하)할 수 있는 탈수장치(탈수 단계)는 데칸터형 원심탈수장치를 적용하며, 선별된 골재와 폐기물, 협잡물을 수거하는 수집장치(후처리 1단계)를 구비하고, 진흙 미립자가 혼합된 오염수 또는 탈수 후 발생하는 침출수는 우수관거에 흘러 보낸다.(후처리 2단계) 이와 같이 구성되는 준설토사 흡입장치 및 선별장치, 탈수장치, 수거장치 그리고 보조 장치인 탱크, 펌프 등이 트럭에 장착이 가능하도록 시스템으로 구성한다. 본 개념적 설계안을 바탕으로 한 준설토 일괄처리시스템의 구성 개념은 Fig. 1과 같다. 전술한 바와 같이 준설토 일괄처리시스템의 개념적 설계안을 바탕으로 사이로와 1차 선별기 그리고 컨베이어가 각각의 독립된 장치로 구성하여 실시설계를 수행한 바, 설비의 높이가 높아지고, 설치공간을 넓게 차지하며, 중량이 무거운 운반차량에의 탑재와 이동상에 어려움이 제기되었다. 특히 설비가 높아서 작업상에도 어려움이 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 이동식 준설토 일괄처리시스템의 구성에 있어서 장치의 중량과 높이를

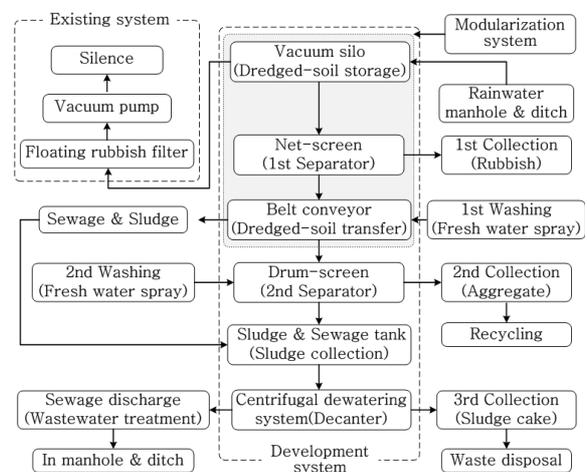


Fig. 1 Concept diagram of batch treatment system for dredged soil

줄이는 대책으로 준설토를 저장하는 사이로(Silo)와 준설토 내에 비교적 입경이 큰(지름 20mm 이상) 협잡물을 선별하는 1차 선별기 그리고 이를 다시 2차 선별기까지 이송하는 컨베이어를 일체화(Modularization)한 진공사이로를 제안하였다.

2.2 진공사이로 설계

본 논문에서는 시스템의 설치높이와 중량을 줄이기 위한, 진공사이로와 1차 스크린 선별분리기 그리고 이송 컨베이어를 일체화한 진공사이로 선별분리장치를 설계한다. 진공사이로 선별분리장치는 진공 흡입장치에 의해 흡입된 준설토를 진공상태에서 준설토를 저장하며, 저장조(사이로), 저장된 준설토를 배출하는 이송스크류, 이송스크류에 의한 배출 시 진공유지를 위한 진공 게이트, 흡입 시 일차적으로 선별하는 스크린 바, 스크린 바에 적재되는 이물질을 제거하는 스크린 바 클리너, 그리고 스크린 바에 의해 선별된 큰 골재, 협잡물과 쓰레기를 배출하기 위한 진공배출장치로 구성된다. 진공사이로 선별분리장치의 구조와 구성은 Fig. 2와 같다.

사이로 용량은 연속적인 작업이 가능한 탈수처리능력⁽⁵⁾(1.5m³/hr 기준)의 20배를 고려한 0.5m³/min로 선정하였다. 사이로 외부케이싱 판재두께는 3mm, 플랜지 부분은 4mm, 그리고 지지 프레임 앵글은 50x50x5t(mm)인 것으로 선정하여 설계한 사이로 외부케이싱의 안전성 검토를 위해 MSC사의 SD(SimDesigner Structure Workbench) 모듈⁽⁶⁾을 이용하여 수행한 구조해석 결과는 Fig. 3과 같다. 구조해석에 가한 하중은 진공사이로에 모래와 물로 구성된 골재가 가득 찼을 때의 중량을 산출하여 상부 플랜지에 750kg이 작용하는 것으로 하였다. 여기서, 젖은 모래가 사이로에 저장 가능 유효무게는 7,500N이다.(2,020kg/m³x0.3789m³)

Fig. 3(a)는 하중에 견딜 수 있는 한계를 나타내는 폰 미세스 응력을 나타낸다. 상부 플랜지 부분에 가한 하중 7,500N에 대한 외부케이싱 및 지지 앵글프레임에 발생하는 응력은 약48.4MPa로 항복강도(250MPa)에 크게 못 미침을 알 수 있고, 이는 4개의 지지 앵글프레임 만으로 안전함을 확인할 수 있다. Fig. 3(b)는 하중에 의한 변형으로 발생하는 처짐량을 나타낸다. 최대 처짐량은 0.353mm로 외부케이싱의 취약 부위에서 발생함을 알 수 있고, 이는 기능적으로 영향을 거의 받지 않는 부분이며, 또한 상부커버와 지지앵글프레임이 보완지지하게 됨으로 실 제작 시에는 안전할 것으로 판단된다.

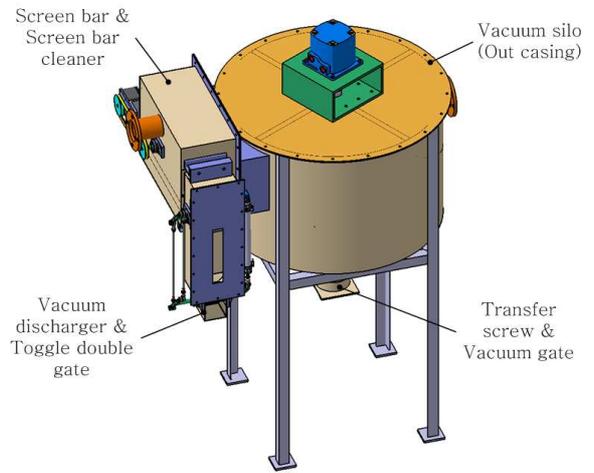


Fig. 2 Composition of the separation vacuum silo

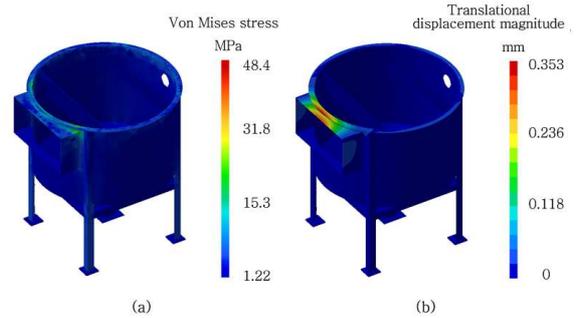


Fig. 3 CAE analysis result of silo casing

진공사이로의 중량을 줄이기 위해 상부 커버의 두께에 따른 구조해석을 MSC사의 SD모듈⁽⁶⁾을 이용하여 수행하였다. 먼저 커버의 두께를 6mm의 판재로 가 선정하고, 로드하중은 커버 상부에 조립되는 모터와 각 장치를 고려한 하중의 3배인 약 250kg이 작용하는 것으로 하였다. 그리고 동일한 조건하에서 판재의 두께만을 각각 1mm씩 감소시키며 해석을 수행하고 검토하였다. 사이로 상부커버에 대한 구조해석 결과는 Table 1과 같다. Table 1의 구조해석 결과로부터 판재의 두께 변화(6mm~3mm)에 따른 응력은 극히 안전함을 확인할 수 있으나 처짐에 대해서는 다소 큰 변화(0.1~ 0.5mm)를 보이고 있다. 상부 커버에는 회전체인 스크류가 조립되어 회전을 하게 되며, 이는 케이싱과 일정한 간격을 유지하여야 한다. 그리고 회전체 축에 베어링이 조립되게 되므로 과도한 처짐은 기능에 문제를 야기할 수 있다. 따라서 본 설계에서는 상부 커버의 강도를 고려하기 보다는 처짐을 고려한 설계가 바람직하며, 이에

상부 카버의 두께를 5mm로 선정하였다.

진공 사이로 내에는 흡입공기의 유동을 안내하는 가이드 플레이트가 설치된다. 공기유동 가이드 플레이트는 사이로 내부로 흡입공기와 함께 흡입된 골재 및 부유물들이 곧 바로 흡입 배출구로 나가는 것을 방지하는 기능을 한다. 즉, 가이드 플레이트가 공기유동 경로를 바꾸어 흡입된 골재나 부유물들은 사이로 내에 쌓이게 하고 순수공기만 배출되게 하는 것이다. 본 진공사이로에서는 가장 주요한 기능이며, 최대한의 목적을 달성할 수 있게 설계가 이루어져야 한다. 따라서 CFD 응용소프트웨어인 Star-CCM+(7,8)를 활용한 유동해석을 통해 설계형상을 검토하였다. 여기서 준설을 위한 진공사이로 내로의 흡입풍량은 약40 m³/min, 흡입압력은 약 53.33kPa이다. 진공사이로 내의 흡입공기를 안내하는 가이드 플레이트의 설치형상에 따른 유동해석결과는 Table 2와 같다. 유동해석은 5가지의 가이드 플레이트의 설치형상에 대하여 수행하였다. Case 1은 흡입입구와 배출출구 사이에 경험에 의한 임의적으로 가이드를 설치한 경우이며, 흡입공기가 흡입출구로 곧바로 배출되는 유동현상을 보여, 흡입된 준설토 입자들이 사이로 내에 쌓이는 확률이 낮은 것으로 나타났다. Case 2는 Case 1에서 흡입입구 측 가이드 플레이트를 70mm 길게 한 경우이며, Case 1에서 보다는 흡입된 준설토 입자들이 사이로 내에 쌓일 확률이 높아 보인다. Case 3은 Case 1에서 흡입입구 측에 경사진 가이드를 부가 설치한 경

우이며, 출구 측 속도는 향상되는 반면에 흡입된 준설토 입자들이 사이로 내에 쌓일 확률은 낮아지는 것으로 나타났다. Case 4는 Case 2에서 흡입 입구 측에 경사진 가이드를 부가 설치한 경우이며, 출구 측 속도도 낮아질 뿐만 아니라 흡입된 준설토 입자들이 사이로에 쌓이는 확률도 그리 높아지지 않은 것으로 나타났다. Case 5는 Case 4에서 흡입입구 측에 경사진 가이드의 끝을 올린 경우이며, Case 4와 출구 측 속도는 유사하나 흡입된 준설토 입자들이 사이로에 쌓이는 확률은 아주 향상되는 것으로 나타났다. 따라서 본 사이로 흡입공기 안내 가이드 플레이트 설치형상은 Case 5에서와 같이 결정하였다.

진공사이로 내의 이송 스크류의 구동모터 선정을 위해 다물체 동역학 해석 응용소프트웨어인 RecurDyn(9,10)을 활용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 스크류의 배출 회전속도를 40rpm, 정마찰계수 0.3, 동마찰계수 0.2로 하여 수행한 이송 스크류의 구동토크 시뮬레이션 결과는 Fig. 4와 같다. 이때 구동토크는 약 1,170N-mm로 나타났다. 본

Table 1 CAE analysis result of the silo top cover

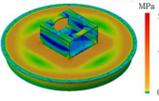
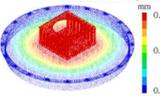
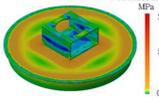
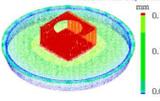
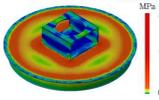
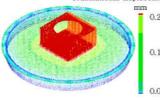
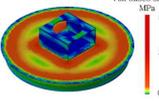
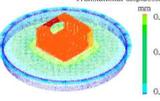
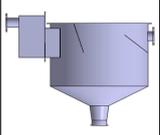
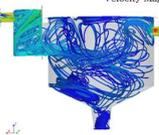
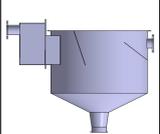
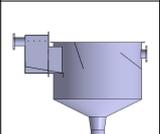
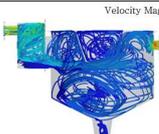
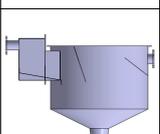
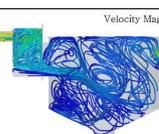
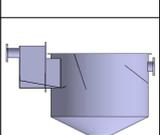
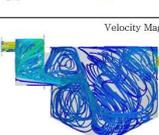
CASE	Analysis Result		Remark
	Von Mises stress	Displacement	
Case 1 Thick: 6mm Load:2,500N	 22.2 4.48 0.15	 0.101 0.051 0.000	Stress: 22.2MPa Displace: 0.101mm
Case 2 Thick: 5mm Load:2,500N	 27.8 5.58 0.14	 0.149 0.112 0.000	Stress: 27.8MPa Displace: 0.149mm
Case 3 Thick: 4mm Load:2,500N	 42.1 6.73 0.17	 0.249 0.188 0.000	Stress: 42.1MPa Displace: 0.249mm
Case 4 Thick: 3mm Load:2,500N	 55.8 8.84 0.45	 0.509 0.441 0.000	Stress: 55.8MPa Displace: 0.509mm

Table 2 CFD analysis result of the suction air flow

CASE	Analysis result		Remark
	Guide shape	CFD flow line	
Case 1		 Velocity Magnitude(m/s) 155.50 124.45 93.401 62.350 31.299 0.2473	Suction outlet velocity: 155.50m/sec
Case 2		 Velocity Magnitude(m/s) 159.95 126.36 94.777 63.191 31.605 0.0192	Suction outlet velocity: 157.95m/sec
Case 3		 Velocity Magnitude(m/s) 157.26 125.81 94.536 62.905 31.454 0.0029	Suction outlet velocity: 157.26m/sec
Case 4		 Velocity Magnitude(m/s) 153.12 122.50 91.874 61.250 30.627 0.0038	Suction outlet velocity: 153.12m/sec
Case 5		 Velocity Magnitude(m/s) 153.27 122.62 91.963 61.310 30.658 0.0045	Suction outlet velocity: 153.27m/sec

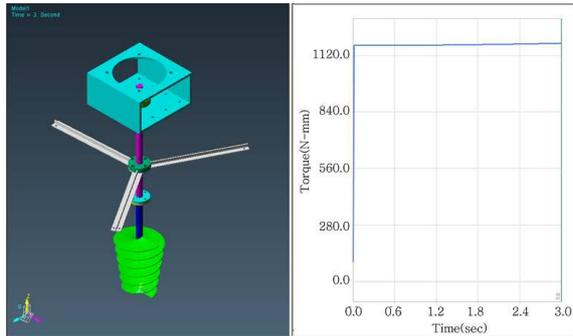


Fig. 4 Drive torque of discharging screw

구동 토크는 순수하게 스크류만을 회전시키는데 필요한 토크로서 실제에 있어서는 보다 많은 토크가 필요할 뿐만 아니라 변화도 클 것으로 예상된다. 또한 스크류가 배출시키는 물질의 성분과 상태에 따라 달라질 수 있어 정확한 결정에는 어려움이 있다. 본 시뮬레이션 결과로부터 안전을 2배를 고려하여 선정하며, 1마력 유압모터로 선정하였다.

스크린 바 선별장치는 진공사이로 내에 바를 경사지게 설치하여 준설토가 사이로 내로의 흡입과 동시에 큰 골재나 쓰레기 등이 스크린 바에 걸리짐과 더불어 중력에 의해 경사진 스크린 바를 따라 진공배출구로 배출되게 한다. 1차적으로 선별된 작은 골재와 슬러지 및 오니들은 스크린 바를 통과하여 사이로에 저장된다. 일정한 간격으로 설치되는 스크린 바에는 흡입 압에 의해 쓰레기나 큰 골재 등이 걸리거나 흡착될 경우를 대비하여, 이를 제거하고 진공배출구로 원활하게 배출되도록 돕는 스크린 바 클리너 장치를 구비한다. 스크린 바와 스크린 바 클리너 장치의 구성은 Fig. 5와 같다. 그리고 스크린 바 클리너장치의 구동토크시뮬레이션 결과는 Fig. 6과 같다. 모터 회전수를 20rpm으로 선정하고 시뮬레이션을 수행하였을 때 구동에 필요한 토크는 약 500N-mm로 나타났다. 이로부터 동력은 안전을 3을 고려하면 81.6W로 계산된다. 따라서 구동모터는 구동토크가 0.57N-m인 S9K90모델을 선정하고, 여기에 감속비 90인 기어헤드가 부착된 모델을 선정하였다.

스크린 바에 의해 1차적으로 선별된 큰 골재 또는 쓰레기를 배출하는 진공배출장치는 진공사이로의 경사진 스크린 바 선별장치의 하단에 부착되어 항상 진공상태를 유지하면서 배출기능을 할 수 있는 구조이며, 게이트를 배출통의 상하부에 각각 설치하여 상부의 게이트가 열리면 하부

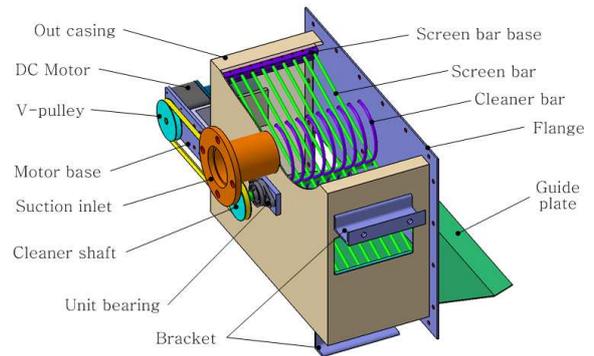


Fig. 5 Composition of screen bar & screen bar cleaner

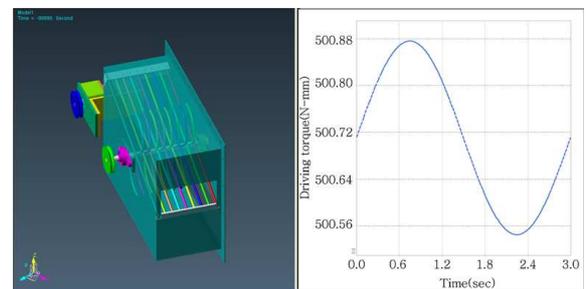


Fig. 6 Driving torque of screen bar cleaner

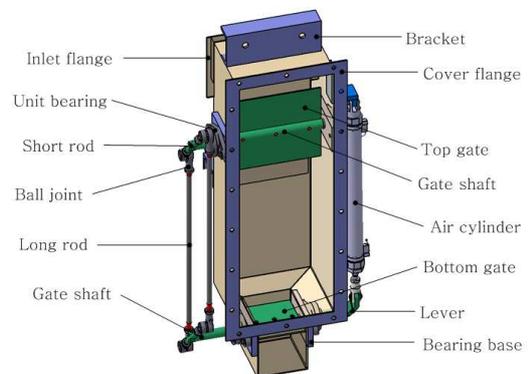
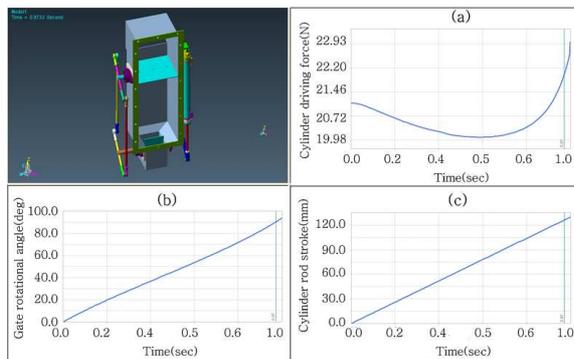


Fig. 7 Composition of vacuum discharging device

게이트는 단혀, 서로 연동하여 작동하는 이중 게이트 구조를 가진다. 진공배출장치는 일정시간의 주기로 작동하거나, 무게를 감지하는 센서 또는 위치를 감지하는 센서를 적용하여 배출 통에 쌓인 골재 등을 원활하게 배출하도록 하는 구조로 한다. 진공배출장치의 상하부 게이트의 가장자리에는 기밀유지 보조재를 도포하거나 부착하여 상하부 게이트가 서로 연동하여 단힘 기능을 할 때 진공배출장치의 케이싱과 완전한 기밀을 유지하도록 하여야 한다. 진공배출장치의 구성은 Fig. 7과 같다. 상하 배출 게이트 작동에 필요한 작동력과 실린더 스트로크 시뮬레이션 결과는 Fig. 8

Table 3 Specification of the separation vacuum silo

Items	Specification	Remark
Capacity volume	0.4m ³	
Size	Φ1,000D x 1,100H(mm)	
Weight:	225kg	
Suction pipe	90A(3 1/2") T14xD190	
Screw pitch	Ds150x Pi75xHi375(mm)	
Screw shaft	L500/L600 Φ30mm	
Driving motor	Hydraulic motor 1Hp	
Motor base	Thick 12mm steel plate	
Out casing	Thick 3mm steel plate	
Top cover	Thick 5mm steel plate	
Frame angle	50x50x5t(mm)	
Floating holder	CPSWWK87-30-30	1EA
Ball bearing	B6006ZZ	1EA
Thrust bearing & holder	BGCSB30	1EA
Unit bearing	RhombicFlange_HDH20	6EA
Screen bar	Φ8xL628mm	9EA
Cleaner drive motor	DC Motor_S9KC10BH-E	1set
Pulley	VMPN100-11-P15	2EA
Air cylinder	CDM2B32-200-C73L	1EA
Rod end bearing	PHSC10	8EA

**Fig. 8** Driving force and cylinder stroke of discharge gate

과 같다. 더블 게이트의 작동에 필요한 힘은 약 22N으로 측정되었다. 실제에 있어서 게이트는 작동 시 외부 케이싱과 기밀을 위해 실링이 가해질 것이므로 보다 많은 작동력이 필요로 할 것이다. 하지만 일반적인 실린더의 작동력은 게이트 작동에 충분하다. 따라서 본 작동기 실린더모델의 선정에 있어서는 스트로크를 고려한 선정이 바람직하다. 실린더 선정에 필요한 스트로크는 게이트의 회전이 90도로 회전할 때 실린더 로드 스트

로크는 127mm로 측정되었다. 따라서 실린더 스트로크가 200mm인 모델을 선정하였다.

본 연구의 설계과정을 통해 도출된 준설토 일괄처리시스템을 위한 진공사이로 선별분리장치의 설계사양은 Table 3과 같다. 향후 드럼 스크린형 2차 선별기, 데칸터형 탈수장치 그리고 보조장치인 오수탱크와 펌프 등을 설계할 것이다. 그리고 본 설계를 바탕으로 시제품을 제작하고 필드테스트를 수행할 것이다.

3. 결론

본 논문에서는 우수관거로부터 발생하는 퇴적토의 준설토처리를 위한 소형의 이동식 준설토 일괄처리시스템을 제안하였고, 특히 진공사이로와 1차 선별분리기 그리고 컨베이어를 일체화하는 진공사이로 선별분리장치를 설계하였다. 진공사이로 선별분리장치는 저장조(사이로), 이송 스크류, 진공 게이트, 스크린 바, 스크린 바 클리너, 진공배출장치로 구성된다. 특히 저장조 내에서 흡입공기의 흐름은 선별분리 성능의 주요 요소임을 고려하여 CFD 유동해석을 통해 최적형상을 도출하였다. 또한 CAE 구조해석을 통해 판재로 이루어지는 저장조의 안전성을 검토하였다. 그리고 3D-CAD 모델링을 통한 구동 메커니즘의 기구적, 역학적 시뮬레이션을 수행하여 사양을 결정하였다. 본 연구를 통한 연구내용은 다음과 같다.

(1) 본 준설토 일괄처리시스템은 소형의 차량에 탑재하여 이동이 용이하며, 도심의 작업조건에 제약을 받지 않고 준설토작업이 이루어지도록 소형의 시스템으로 제안하였다.

(2) 본 준설토 일괄처리시스템의 소형화에 따른 장치의 높이와 공간의 한계 그리고 중량 등의 제약해소를 위하여 진공사이로와 1차 선별분리기 그리고 컨베이어를 일체화하는 진공사이로 선별분리장치를 고안하였다.

(3) 본 진공사이로는 공기유동 가이드 플레이트를 최적화하여 내부로 흡입된 골재 및 부유물들의 유동 경로를 바꾸어, 골재나 부유물은 사이로 내에 쌓임을 유리하게 하고 공기만 배출되도록 설계하였다.

(4) 본 스크린 바 선별장치는 진공사이로 내부 흡입구에 수평으로 다중의 바를 경사지게 스크린을 구성하여, 큰 골재류 및 협잡물 등이 걸러짐과 동시에 경사진 스크린 바를 따라 배출되며,

스크린 클리너를 부가하여 막힘을 방지하도록 설계하였다.

(5) 본 진공배출장치는 진공상태를 유지하면서 배출기능을 하는 구조로, 상하부 게이트가 서로 연동하여 작동하는 토글게이트 구조이며, 각 게이트의 열림 메커니즘은 하부열림이 되도록 설계하였다.

후 기

이 논문은 2012년 울산대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

(1) M.E., 2009, "2008 Statistics of Sewerage (first)," *Ministry of Environment(Office of Water Policy)*, Published an umber: 11-1480000-000159-10, pp. 4~6.

(2) Gwon, Y. H. and Park, S. Y., 2010, *Contaminated Dredged Soil Handling Equipment and the Processing Method*, Korea patent, 10-0958067.

(3) Son, T. Y. and Jang, H. W., 2003, *Dredged*

Material Handler, Utility model, 20-0288455.

(4) Na, N. Y., 2001, *Dredging Equipment and Method of Sewer*, Publicized patent, 2001-0111856.

(5) MUHAN Technology., 2011, *Model-MCL-200D*, <http://www.muhandae.co.kr/product/centri03.htm>

(6) MSC., 2006, *SimDesigner CatiaV5R17 Manual, Chap: SDguidepart*, MSC Software, SantaAna, CA92707 USA, pp. 1~210.

(7) Kim, D. J., Cheon, Y. S., Myong, R. S., Park, C. W., Cho, T. H., Park, Y. M. and Choi, I. H., 2008, "Design of Pitot-Tube Configuration Using CFD Analysis and Optimization Techniques," *Trans. of the KSME A*, Vol. 32, No. 5, pp. 327~408.

(8) CD-adapco Ltd., 2010, *Star-CCM+v3.02 Training Guide book*, CD-adapco Korea. Ltd, GueomChun-Gu GasanDong, Seoul Korea, pp. 66~160.

(9) Choi, J. S., 2008, "Dynamics and Structure Analysis, RecurDyn/Professional," *Trans. of the KSME*, Vol. 48, No. 12, pp. 22.

(10) CET., 2010, *RecurDyn V7.0 Training Guideand Manual, FunctionBay Software*, YeongDeungPo -Gu, Seoul Korea, Chapter 2. pp. 1~104.