

수질개선을 위한 하수슬러지 원격조정 무인처리 기술개발

강성준
전북대학교 기계시스템공학부
e-mail : sjkang@jbnu.ac.kr

Development of remote controlled treatment for the improvement of water quality

Sung-Jun Kang
Dept. of Mechanical System Engineering, Chonbuk National University

요 약

본 논문에서는 도로 지하에 매설되어 있는 2m×2m 정도 규격의 박스형태 암거의 좁은 공간에서 원
활하게 준설작업을 할 수 있는 준설시스템의 개발을 하고자 한다. 준설시스템의 작업과정은 지하에
매설된 암거의 내부를 살펴보고 원격 조정하여, 오염된 슬러지 준설 작업을 수행하는 준설기와 슬러
지를 지상으로 반출하는 유압식 듀얼 이송스크류 슬러지 배출 차량 및 지상으로 반출된 슬러지의 수
분을 제거하는 슬러지 탈수 처리 장치로 구성되어 있다.

1. 서론

하수관거는 오수 및 상수도 등의 처리를 위하여 도
로 밑 2미터 정도의 깊이에 매설되어 있는 콘크리트
구조물이다. 하수관거 준설관련 통계자료에 의하면
국내의 경우 총 3,839,835 km의 하수관거가 도로의
지하에 설치되어 있으며[1], 주관으로서는 2m×2m
정도 규격 박스형태의 암거를 사용하는 것이 일반적
이고 지관으로서는 원형관을 사용하는 경우가 대부
분이다.

그런데 박스암거의 경우 상수도의 경우와 달리 시
간이 지남에 따라 오염된 슬러지의 퇴적화가 진행되
어 적절한 준설작업을 행하지 않으면 장마철에는
하수의 흐름을 저해하여 맨홀을 통해 역류하는 경우
가 발생하며, 또한 심한 경우에는 퇴적물이 하수관
거의 배수 기능을 마비시켜 침수의 원인으로 지적되
기도 하다.

그래서 환경부의 “하수관거 유지관리 지침”을 보면
하수관거의 점검 주기는 연 1회 이상으로 규정하고
있으며, 청소 및 준설을 연 1회 이상 시행하도록 되
어있다[2]. 그러나 실제적으로는 적절한 준설이 이
루어지고 있지 않은 실정이다.

특히 산업 공단 지역에서의 암거는 유독 가스

인한 질식 또는 가스 폭발의 위험이 높고, 이로 인
한 사망 사고가 적지 않게 보고되고 있다. 따라서
유독 가스의 존재 가능성이 있거나, 산소가 부족할
수 있는 작업 환경이라도 준설작업을 행할 수 있는
무인 처리 준설기의 개발이 절실히 요구되고 있는
현실이다.

그러나 현재 국내에서는 아직 상용화되어 사업화
개발된 경우가 없어 그 준설작업을 사람이 직접 암
거내에 투입하여 작업하고 있는 열악한 현실이다.

이에 본 개발의 준설기는 2m×2m 정도 규격 박스
형태의 암거내 좁은 공간에서도 준설작업을 행할 수
있도록 버켓구동식으로 동작하며, 슬러지를 지상으
로 반출하는 유압식 듀얼 이송스크류 슬러지 배출
차량 및 지상으로 반출된 슬러지의 수분을 제거하는
슬러지 탈수 처리 장치를 통해 무인처리 준설 시스
템을 개발하였다. 정하게 조절하고 균일하게 살포할
수 있는 비료살포기 즉, 변량제어 비료살포기의 개
발이 필요하다.

2. 원격조정 무인처리 준설시스템 개발

2.1 국내,외 관련기술현황

퇴적장도가 큰 하수 암거의 슬러지를 제거하는 방

법으로서, 국내에서 활용되고 있는 방법을 크게 나누어보면 다음과 같이 3가지 정도로 요약된다.

첫째 작업인부가 하수 암거에 직접 들어가 스키드 로더 등을 이용하여 직접 슬러지를 제거하는 방법이다. 이는 산업 공단지역의 경우 작업자의 안전에 치명적인 결과를 초래할 수 있는 단점을 가지고 있지만, 국내에서 암거의 슬러지를 제거하기 위해 가장 널리 사용되고 있는 실정이다.

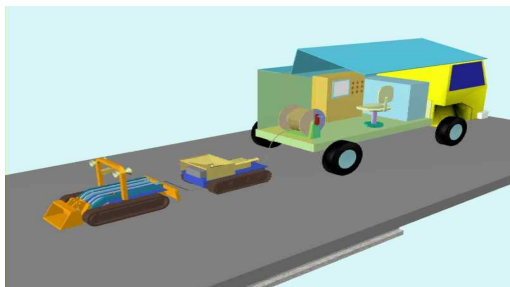
둘째 원동기가 부착된 두 대의 원치에 와이어로프를 통하고 로프에 버킷을 부착하여 50여 미터 정도 떨어진 맨홀과 맨홀 사이를 왕복하면서 슬러지를 제거하는 기계식 작업방식으로서[3,4], 이 방법은 기계식 원치를 통해 50미터를 잡아당긴 후에야 한번의 버킷용량 만큼만 준설할 수 있는 커다란 문제점을 가지고 있다.

셋째, 진공흡입 방법으로서 지관인 원형관의 경우에 널리 쓰이는 방법으로서 자동차에 진공펌프와 저류탱크를 적재하여 맨홀 등에 모아진 토사 등을 흡입관을 통해 제거하는 방법이다[5].

2.2 기술개발 목표

본 기술 개발의 준설 시스템은 지하에 매설된 암거의 내부를 지상에서 영상을 통해 인식하고, 지상에서 원격 조정하며, 오염된 슬러지 준설 작업을 수행하는 준설기와 슬러지를 지상으로 반출하는 유압식 듀얼 이송스크류 슬러지 배출 차량 및 지상으로 반출된 슬러지의 수분을 제거하는 슬러지 탈수 처리 장치로 구성되어 있다.

[그림 1]은 본 기술 개발에서 수행할 원격 조정 무인 준설 시스템의 개요를 보여준다.



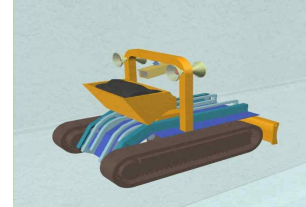
[그림 1] 원격조정 무인처리 준설시스템 개요

2.2 기술개발 내용

2.2.1 유압구동식 준설기 개발

준설기는 암거의 내부 상황을 화상 카메라로 지상

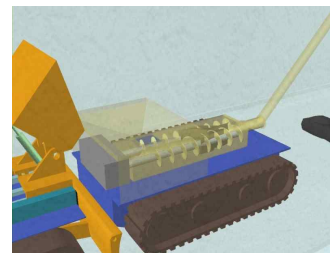
으로 전송하며 이송하며, 작동은 지상에서 작업자가 모니터를 통해 암거 내부의 상황을 파악하고 지상에서 원격 조정하여 전, 후진하며 전방의 슬러지를 버킷으로 퍼 담아 준설기의 후방으로 퍼내는 동작을 반복 수행하도록 개발하였으며 작업도는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 유압구동식 준설기 작업도

2.2.2 유압구동식 슬러지 배출차량 개발

슬러지 배출차량은 준설기와 마찬가지로 유압으로 구동되며 역시 독립적인 영상 처리 장치를 포함한다. 준설기의 후방을 따라가면서 버킷을 통해 받은 슬러지를 지상으로 퍼 올리는 작동을 하며, 준설기의 전진작업에 맞추어 슬러지 배출 호스를 연결하여 거리를 조정할 수 있도록 한다. [그림 3]은 준설기로부터 슬러지를 받아서 토출하는 형상을 보여준다. 토출 장치는 유압식 듀얼 이송스크류 방식으로 개발한다.

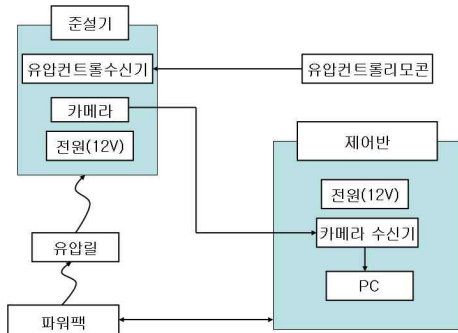


[그림 3] 유압구동식 슬러지 배출차량 작업도

2.2.3 통합제어시스템 개발

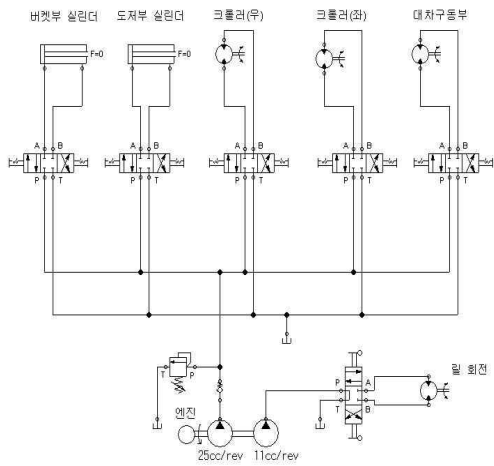
[그림 4]는 준설기 시스템의 구성과 제어의 흐름을 보여주며, 시스템의 제어는 제어반과 유압 컨트롤러를 통하여 이루어진다. 준설기와 제어반은 각각 독립적인 전원을 가지며 제어반의 경우 PC와 카메라 수신기의 전원을 공급하며, 제어반에 연결된 파워팩의 엔진 구동을 위한 전원으로도 이용된다. 파워팩은 유압릴을 통하여 준설기에 유압을 공급한다. 준설기에는 유압 컨트롤 수신기와 전원이 탑재

되며, 준설기에 탑재된 카메라는 무선으로 제어반에 부착된 카메라 수신기로 영상을 송신하게 된다. 작업자는 제어반에 부착된 PC로 전송된 현장 영상을 보며 유압 컨트롤 리모콘을 사용하여 작업을 진행한다.



[그림 4] 준설기 시스템의 구성 및 제어

[그림 5]는 유압회로도로서 두 개의 실린더와 전후 구동을 위한 크롤러 모터 두 개와 대차 구동부를 이루는 모터, 릴을 구동시키는 모터로 구성된다.



[그림 5] 유압 회로도

다음 [그림6]는 실제 제작된 준설기의 사진으로서 박스 암거내 좁은 공간에서도 작업을 원활히 할수 있도록 제작되었다.



[그림 6] 제작된 준설기

3. 결론

본 개발된 준설시스템은 지하 암거에 작업자가 직접 들어가지 않으며 지상에서 원격 조정하는데 그 특징이 있으며, 이를 위해 준설기에는 영상 전송 카메라를 설치하여 지상에서 지하의 작업 상황 및 작업 환경을 파악하여 작업을 효과적으로 진행할 수 있도록 개발하였으며, 또 지하 암거의 좁은 공간에서도 준설토를 원활히 뒤로 배출할 수 있도록 버킷 레일 구동방식을 개발하였고, 준설된 슬러지를 지상으로 반출하기 위하여 듀얼스크류를 이용한 이송시스템과, 지상에서 탈수 처리하기 위한 탈수 시스템을 개발하여 수질개선을 위한 하수암거 슬러지 원격 조정 무인처리 준설시스템을 완성하여 실제 현장에 적용한 바 그 성능을 충분히 달성하였다.

참고문헌

- [1] 환경부 통계자료, pp. 102-103, 2005
- [2] 하수관거 유지관리지침, pp. 23-25, 1999
- [3] 이근호, "준설기의 원치드럼 구동장치", 특허공보, 10-0383806, 2003
- [4] 나남열, "하수관의 준설방법과 그 장치", 특허공보 10-0299939, 2001
- [5] 탄천환경, "진공흡입 준설통과 이를 이용한 침사지 준설공법", 특허공보, 10-0486903, 2005