

낙동강 살리기 22공구 현장 적용 친환경준설공법 소개



박 경 호 >>>

현대건설 토목환경사업본부 상무
khpark54@hdec.co.kr



김 정 위 >>>

현대건설 낙동강 살리기 22공구 소장
jwkim1952@hdec.co.kr



이 만 수 >>>

현대건설 기술품질개발원 부장
mslee@hdec.co.kr



이 원 재 >>>

현대건설 토목환경사업본부 대리
leewj@hdec.co.kr

1. 서론

2010년부터 본격적으로 시행중인 4대강 살리기 사업은 정부 역점 사업으로, 최근 잇달아 발생하고 있는 홍수 및 가뭄 등으로 인한 피해 때문에 그 필요성이 더욱 부각되고 있는 추세이다. 안정적 수자원

확보, 깨끗한 물의 지속적 공급, 생태공간의 양적·질적 향상, 녹색교통 수단인 자전거 이용의 활성화라는 여러 가지 순기능이 있음에도 불구하고, 시공 과정에서 발생할 수 있는 여러 환경적, 생태적인 우려들로 인하여 사업에 대한 부정적인 저항이 제기되고 있는 상태이다. 특히 준설공사로 인해 발생할 수 있는 환경오염유발에 대한 처리계획의 미비는 환경단체들로부터 많은 지적을 받고 있으며, 이러한 문제점들을 해결하기 위한 친환경준설공법에 대한 관심이 커지고 있는 상황이다.

본 고에서는 최근의 친환경준설공법 개발 현황과 우리 회사에서 진행 중인 낙동강 살리기 22공구(달성, 고령지구)에 적용한 친환경준설공법을 소개하고자 한다.

2. 친환경준설공법

친환경준설공법은 크게 3가지 기술 즉, 친환경 준설토 확보 기술, 효율적 준설토 이송 및 운반 기술, 친환경 매립 기술로 대별되는데, 이를 해외사례를 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

2.1 친환경 준설토 확보 기술

수중 2차 오염 유발(Resuspension, Release, Residual)을 막기 위해서는 부유오탁물 발생량 예측 기술, 부유오탁물 최소화 기술, 그리고 오염물질 안

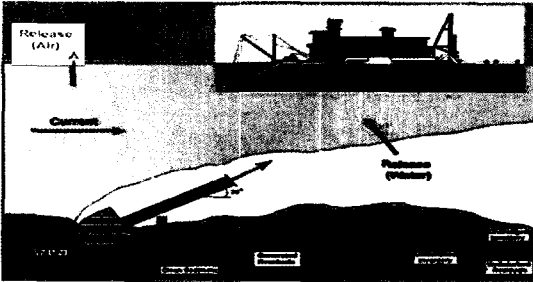


그림 1. 준설구역에서의 3Rs(Resuspension, Release, Residual) 정화 기술이 필요하다.

부유오탁물의 발생량을 예측하기 위한 기술은 미국을 중심으로 많은 추정모델들이 개발되어 상용화되고 있는데, 미육군공병단의 SSFATE 모델(Johnson 등, 2000)과 D-CORMIX 모형(Doneker와 Jirka, 1997)이 좋은 예이다.

부유오탁물을 최소화하기 위한 기술은 주로 준설 공정 최적화와 준설장비 관리시스템 개발 분야에서 활발하게 추진되고 있다. 특히 친환경준설장비로 많이 사용되는 Environmental Grab는 준설토 유출을 최소화하고, Environmental Auger Dredger는 얇은 오염퇴적토 층을 효율적으로 제거할 수 있도록 개발되었다. Disc Bottom Dredger는 부유퇴적물이

외부로 확산되는 것을 방지할 수 있도록 제작되어 있고, Scoop Dredger는 오염퇴적물의 준설에 적합하도록 만들어졌다. 또한 화학적, 생물학적 처리를 통해 준설토 내 오염물질을 제거하거나 고형화 또는 안정화시키는 기술도 부유오탁물을 최소화시키는 방법으로 사용되고 있다.

2.2 효율적 준설토 이송 및 운반 기술

준설토의 효율적인 이송 및 운반을 위한 준설장비의 개발은 주로 유럽의 선진국을 중심으로 이루어지고 있다. 대표적인 예로 Hopper Dredger의 Overflow를 재순환함으로써 준설효율을 높이고 탁류 발생을 감소시키는 Hopper Dredger Recirculation System이 유럽에서 개발되었다. 네덜란드에서는 수중 펌프 시스템을 적용하여 준설의 정확성 및 효율성을 높인 DOP Submersible Dredger Pumps를 개발하였고, 벨기에에서는 Low Turbidity Dredger Head(LTDH)를 개발하여 얇은 오염층 제거가 가능하고, 준설토양 및 내부 오염물이 주변 수체로 이동하는 것을 최소화할 수 있도록 하였다(그림 3 참조).

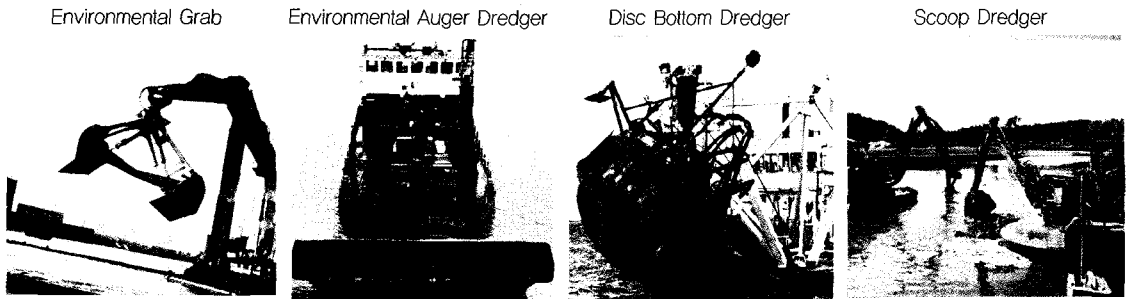


그림 2. 친환경 준설 장비

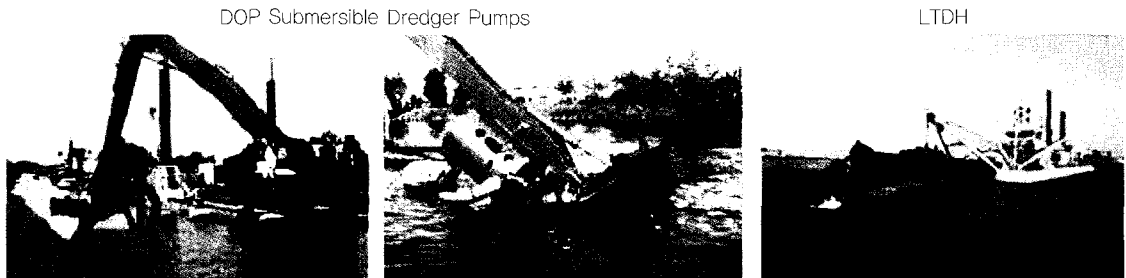


그림 3. 해외 친환경 준설 장비



그림 4. 친환경 매립기술이 적용된 Craneey Island의 동측부지 확장 공사

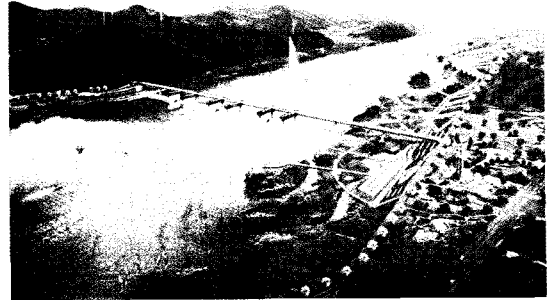


그림 5. 낙동강 살리기 22공구 조감도
1,870만㎡, 수상 준설 400만㎡로 계획하였다.

2.3 친환경 매립 기술

미국의 예를 보면 주변 생태계의 교란발생을 최소화 할 수 있는 안정적인 매립이 가능하도록 하면서, 매립장의 준설토 저장능력을 극대화할 수 있는 방향으로 연구가 이루어지고 있다.

3. 낙동강 살리기 현장에서의 준설공사 개선 사례

낙동강은 하류의 느린 유속으로 인해 홍수 배제가 곤란한 반면, 평상시에는 용수가 부족한 문제점을 가지고 있다. 따라서 적극적인 하상 준설 등으로 하도를 정비해서 홍수위를 저감하고, 용수 공급 능력을 증대시키는 것이 사업의 주요 목적 중 하나이다.

3.1 낙동강 살리기 22공구 현장 개요

낙동강 살리기 22공구 현장의 총 준설 물량은 2,270만㎡으로, 수리계산을 통하여 육상 굴착과 수상 준설로 구분하였으며, 그 시공 물량은 육상 굴착

표 1. 낙동강 살리기 22공구 사업개요	
공사명	낙동강 살리기 22공구(달성, 고령지구)
발주기관	한국수자원공사(부산지방국토관리청)
공사기간	2009.10.27 ~ 2011.12.15(착공후 780일)
공사연장	L = 38.02km
준설물량	2,270만㎡ (육상굴착 : 1,870만㎡, 수상준설 : 400만㎡)

3.2 준설공사 개선 방향

동 현장에서는 준설공사에 의한 환경영향을 최소화하기 위해 아지테이티식 준설공법과 커터후드를 개발·적용하여 친환경준설이 되도록 하였으며, 준설부유사 저감을 위한 침사지 및 오탃방지막의 합리적인 설계와 준설 모니터링 시스템 적용을 통한 준설 효율 향상을 도모하였다.

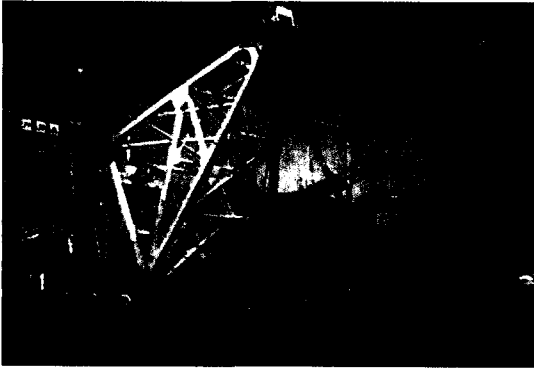
3.2.1 아지테이티식 준설공법

동 현장에 적용된 아지테이티식 준설장비는 해저, 하천 또는 호수 준설 작업시 준설 부유물에 의한 오탃 및 환경오염을 방지하기 위해 고안된 흡입장치와 준설 모니터링 장치를 장착한 오니 전용 준설기로 3Rs(Resuspension, Release, Residual)를 최소화하는 준설장비이다(그림 6 참조). 본 준설장비는 크게 흡입장치와 준설모니터링 장치(수중카메라, 탁도계, 음향측심기, GPS)로 구성되어 있으며, 고농도 흡입 준설을 가능하게 하는 특징을 가지고 있다.

3.2.2 커터후드

준설효율 및 수리특성 분석을 위해 커터후드에 대한 수리모형시험을 실시하였다. 시험장치는 대형수조, PIV(입자 영상 처리 장치), 커터, 조정실로 구성되어 있고, 커터헤드의 이동속도 및 방향, 준설 잠입

아지테이터식 준설선



흡입장치

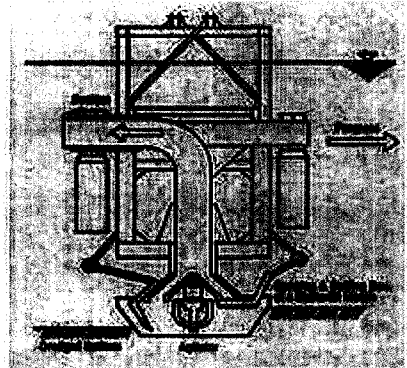
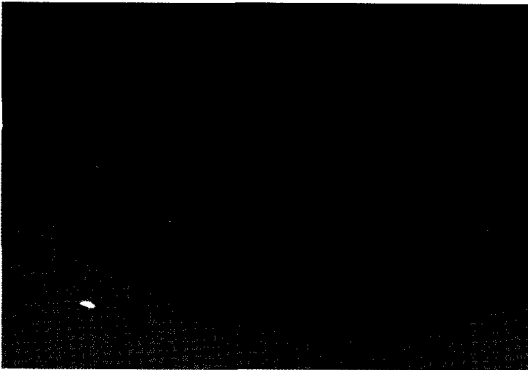


그림 6. 아지테이터식 준설장비

Hood 사용시



Hood 미사용시

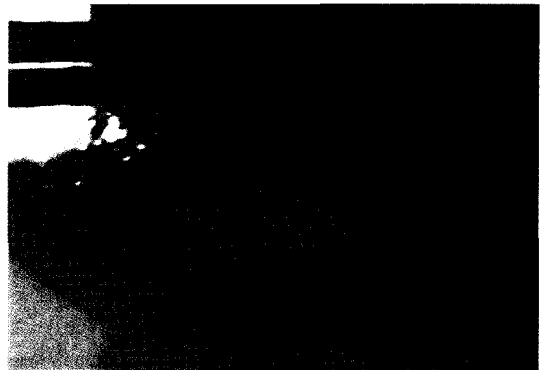


그림 7. 커터후드 수리모형시험

깊이, 회전속도에 따른 부유물의 확산을 관찰할 수 있게 하였다(그림 7 참조). 시험 결과, 커터후드 설치 시 흡입 유속과 부유물 체류시간을 증가시켜 3Rs(Resuspension, Release, Residual)를 감소시키고, 준설농도를 증가시키는 효과를 보였는데, 특히 준설부유물 중 흡입 평균 입경(d_{50})이 약 1.4배 증가하여 Resuspension이 감소하였고, 스윙 속도와 커터 회전수가 증가할수록 후드의 효과가 증가하는 것을 알 수 있었다.

3.2.3 준설부유사 저감대책

일반적으로 펌프준설 공사 시 발생 부유토사를 저감하기 위해서 작업구역에 오탉방지막을 우선 설치하고, 적치장에 침사지를 설치한다. 또한 침사지에서는 1차로 부유토사를 저감시키고, 준설여액 유출지점에

오탉방지막을 설치하여 부유토사의 확산을 방지하게 된다. 동 현장에서는 준설 부유사 이동해석 및 확산 예측 시나리오를 구축하기 위해 기존 문헌자료와 시험결과 등을 통하여 펌프준설선에 의한 부유토사 발생량과 적치장의 부유토사 농도를 표 2 및 표 3과 같은 값으로 얻었다. 이를 근거로 DREDGE Ver1.0(미공병단, 1997)으로 준설부유사 이동해석을 실시한 결과, 준설 깊이가 깊고 커터 회전이 느릴수록 부유물 질이 감소하였으며, 하상유속이 증가하고 스윙속도가

표 2. 펌프준설선에 의한 부유토사 발생량

구분	시간당 작업량	준설시 발생원단위	부유토사 발생량
펌프준설선	456m ³ /hr	0.2kgf/m ³	91.2kgf/hr

표 3. 적치장의 부유토사 농도

구분	시간당 작업량	유출 함수율	유출량	부유 토사농도
적치장	456m ³ /hr	70%	456m ³ /hr	1,348mgf/L

DREDGE Ver1.0

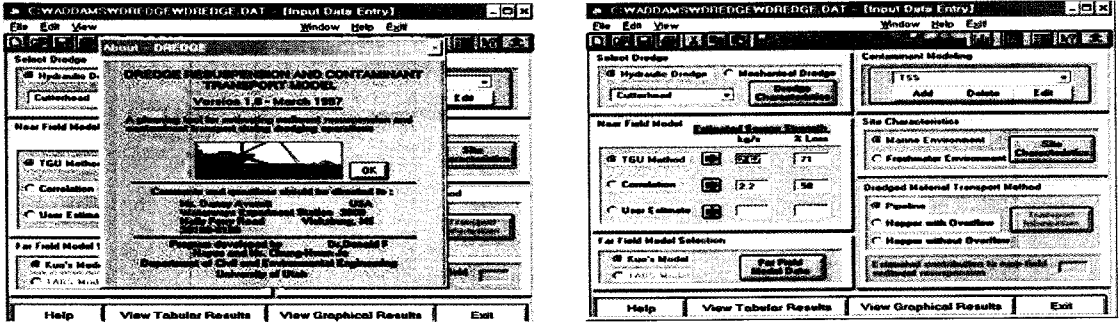


그림 8. 준설부유사 이동해석 프로그램

증가할수록 부유물의 확산속도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

3.2.4 준설 모니터링 시스템

동 현장에서는 준설효율과 생산량을 증대시키고 투기장과 여수처리 비용을 감소시키기 위해 준설 모니터링 시스템을 구축하여 준설 효율에 영향을 미치는 인자들을 준설작업시에 조정(Feed-back)하여 사용하고 있다. 대표적인 영향 인자는 스윙속도 및 준설 방향, 굴삭 깊이, 전진방법이 있으며, 준설 밀도, 배송 유속, 함수비와 생산량은 주기적으로 변하는 인자로 분류될 수 있다. 우리 현장에 구축된 유비쿼터스 준설 모니터링 시스템은 준설 작업 관련 계측기의 데이터를 Geo-Monitor를 이용하여 실시간으로 수집하고 확인할 수 있으며, 사용자 편의 인터페이스를 조성하여 작업효율의 고도화를 이룩하였다. 이러한

유비쿼터스 준설 모니터링 시스템

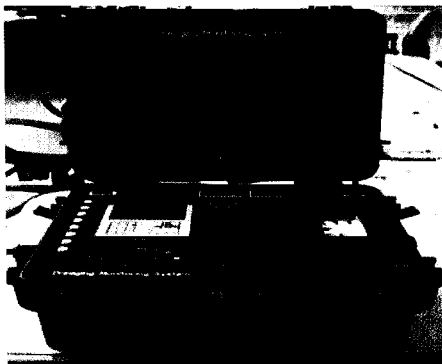


그림 10. 준설 모니터링 시스템

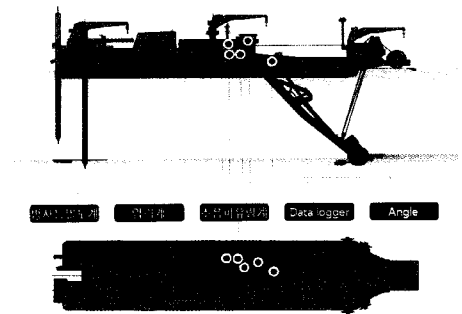


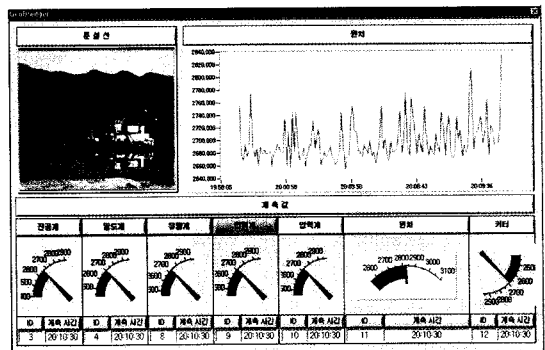
그림 9. 준설 모니터링 주요 계측기

준설 모니터링 시스템을 통해 고농도 준설 및 준설 여수 최소화를 이룰 수 있을 것으로 기대하고 있다.

4. 결론

하천의 생명력을 복원하기 위한 4대강 살리기 사

Geo-Monitor



업에는 일정수준의 준설공사가 동반되며, 이 과정에서 하천에 부유물질을 발생시키는 문제점을 가지게 된다. 이런 문제점에 대해 우리 현장에서 적용한 아지테이터, 커터 후드 장착과 같은 친환경준설공법의 적용, 준설모니터링 시스템 운영, 작업 고도화를 통

한 고농도 고효율 준설, 근거리 준설토 투기장 조기 확보를 통한 탁도 관리 등은 좋은 대안이 될 수 있다. 시공기간 내내 꾸준한 모니터링을 통해 수질개선에 대한 목표치를 달성하여 당초 4대강 살리기의 목적에 부합하는 현장이 될 수 있을 것으로 기대한다. ☞

참고문헌

1. 김도윤, 박재우(2010), “오염된 준설퇴적물의 생물화학적 처리기술 : 최근 동향 및 국내 적용 방안”, 4대강 준설과 재활용 심포지움, pp.172~182
2. 4대강 살리기 추진본부(2009), “4대강 살리기 마스터플랜”, 국토해양부
3. 원두희 등(2010), “국내하천생태계의 현황 및 건강성 평가 - 5대강 본류를 중심으로”, 4대강 준설과 재활용 심포지움, pp.149~160
4. 한국지반공학회(2008), “오염퇴적물 준설처리기법 동향”, 한국지반공학회지, 24(6), pp.23~30
5. 해양수산부(2007), “준설토사 처리 및 유효활용기준수립”
6. Charles Ahn(2010), “Environmental Dredging Equipment”, 4대강 준설과 재활용 심포지움, pp.46~71
7. Kees Derks(2010), “Sustainable and Productive Dredging Technology”, 4대강 준설과 재활용 심포지움, pp.31~45
8. Miyake Michio(2010), “일본 하천 준설토 재활용 기술”, 4대강 준설과 재활용 심포지움, pp.89~110
9. Ryan Horton(2010), “Dredging Rivers with Self-propelled Transportable Environmental Dredger”, 4대강 준설과 재활용 심포지움, pp.4~30