

# 오염준설토사의 처리 및 처분기술 소개

(폐쇄처분장(CDF)을 중심으로)

김 세 중  
서울대학교 건설  
환경공학부 박사과정  
kming@snu.ac.kr



박 준 범  
서울대학교 건설  
환경공학부 교수  
jurbpark@snu.ac.kr

윤 길 림  
한국해양연구원  
책임연구원  
glyoon@kordi.re.kr

## 1. 서론

오염준설토사는 해상, 하상 및 호상 준설 과정에서 발생한다. 우리나라에서는 연간 4천 6백만 톤 이상의 준설토사가 발생하고, 이 중에서 오염준설토사는 약 10% 정도를 차지하고 있다 (세광종합기술단, 2006). 특히, 인간의 건강과 환경보호를 위해 오염준설토사 제거를 목적으로 하는 환경준설은 많은 양의 오염준설토사를 발생시키기 때문에 이에 대한 사전 대책을 필요로 한다. 표 1은 과거 국내에서 실시한 환경준설 사례를 제시하고 있으며, 팔당

호 수질개선을 위한 경안천 유입부의 오염준설토사 복원은 당연한 환경준설 과제가 될 수 있겠다. 뿐만 아니라, 기존 수로나 항만의 확장, 새로운 지반 및 항만구역을 개발하고 기타 공학적인 목적을 위하여 수행하는 기본준설과 수로, 정박지 등의 건설공사가 설계규모 차원을 유지하도록 하는 유지준설과정에서도 오염준설토사는 발생할 수 있다. 금년에 시작되는 4대강정비 사업에는 막대한 양의 기본준설계획이 포함되어 있으며 일정부분 오염준설토사의 발생도 예상된다.

(표-1) 오염준설토사 복원(준설) 사례 (한국토목학회지, 2007)

위치		처리량 (천M <sup>3</sup> )	복원기간	오염준설토사 처리
하상/호상	춘천시 공지천	435	'88~'90	고수부지 유용토
	강릉시 경포호	60	'93	육상매립
	충주시 호암지	61	'96~'00	육상매립
	서울시 한강	555	'93~'98	육상매립
	울산 태화강	489	'04~'06	
해상	마산만	2,061	'88~'94	호안매립 (폐쇄처분)
	경북 축산항		'96~'97	
	강원 주문진항	234	'96~'00	해양투기
	속초 청초호		'00~'04	
	여수 선호해역		'00~'06	
기타 진행중				영일만, 울산 방어진항, 진해 행암만, 동해 묵호항

양질의 준설토사 및 미미한 오염준설토사는 전처리 기술인 물리적 세척기술 또는 입도분리공정을 거친 후 주로 골재로 재활용되고 있으나, 재활용이 불가능한 실트 및 점토질 토양, 하수오니 및 오염준설토사는 오염처리기술의 부재 및 과도한 처리 비용으로 인해 처분(외해투기)에 의존하고 있다. 우리나라는 1988년부터 오염준설토사를 포함한 막대한 양의 폐기물을 외해에 투기하였으나 이는 2차 해양오염을 유발하는 오염인자 역할을 하였다. 한편, 국제적 해양오염 방지협약인 런던협약(72)과 해양투기 금지강화 및 적용범위 확대를 위한 의정서(96)의 채택으로 인해 폐기물의 외해투기가 제한되는 상황이다. 더불어 해양오염방지법 시행규칙을 개정(96. 5)하여 육상에서 발생하는 오염준설토사 및 하수오니의 외해투기를 금지한 바 있다 (한국해양연구원, 2006).

이러한 시점에서 집중하고 있는 오염준설토사의 처리, 처분 및 재활용 기술에 대한 국내 현 주소를 살펴보고 실질적으로 개발이 시급한 폐급한 장(Confined Disposal Facility, CDF)에 대한 소개와 필요성을 제시하고자 한다.

## 2. 오염준설토사 처리, 처분 및 재활용 기술

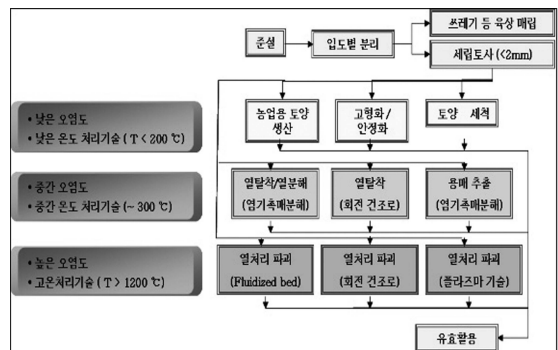
### 가. 오염준설토사 처리

오염준설토사 처리(treatment)는 물리적, 화학적 및 생물학적 기술을 통해 오염물질을 제거, 분리 및 고정화하여 인간 및 환경에 악영향이 미치는 것을 방지하고자 하는 기술이다. 처리기술은 오염준설토사 전처리(입도분리 및 탈수) 과정, 본 공정 처리과정 및 유출수에 대한 처리과정 등을 총 망라할 수 있으나 이 글에서는 본 공정에서 실시하는 처리과정에 대한 기술을 언급하기로 한다.

현재까지 오염준설토사 처리를 위한 여러 방법들이 제시되고는 있으나 일반적으로 오염도가 낮고 광범위하게 발생되기 때문에 전처리 공정만을 적용한 채 재활용되거나 매립되는 것이 일반적이다. 오염도가 큰 준설토사 역시

처리기술의 적용 없이 매립 또는 외해에 투기되어 왔다. 주요 이유는 과도한 처리비용, 효과에 대한 불확실 및 인근 주민의 반대여론을 들 수 있다. 실제 미국에서는 500여 가지 이상의 오염준설토사 처리기술을 바탕으로 효과적이고 경제적이면서 실현 가능성이 있는 몇 가지 기술로 체계화하고자 오염준설토사 처리계통도를 개발하고 있음에도 불구하고 오염준설토사의 오염원을 처리하는 데에는 한계가 있음을 인식하였다.

미국 의회는 수자원개발법(90, '92, '96)에 근거하여 오염준설토사에 대한 처리기술을 체계화시키기 위한 프로그램을 승인하였고, 이를 바탕으로 기존의 수많은 오염준설토사 처리기술 중에서 효과적이고 실용 가능한 기술이 선정되었고 추가실험을 통해 그 가치가 평가되었다.(USEPA, 1999). 그림 1은 오염준설토사의 유효활용을 위한 처리기술의 계통을 도식화한 것으로서, 오염정도 또는 처리에 필요한 에너지에 따라 다음과 같이 3단계로 구분하였다; ① 상온 또는 저온 처리기술 ( $T < 200^{\circ}\text{C}$ ), ② 중간 온도 처리기술 ( $\sim 300^{\circ}\text{C}$ ), ③ 고온 처리기술 ( $T > 1,200^{\circ}\text{C}$ ). 위 오염준설토사 처리계통도에서 제시한 각각의 기술은 예비실험 및 일부 현장시험을 마쳤으나 아직은 개발 중이며, 예비실험 결과 고정화 및 안정화 처리기술은 저비용 저효율의 결과 값을 보여 주었고, 열파괴 기술은 유기오염물질의 99.9%를 제거하였으나 중금속 오염물질의 제거율은 다소 제한적이었다.



(그림 1) 오염준설토사 처리기술 계통도 (USEPA, 1999)

현 시점에서 오염준설토사 처리기술을 적용하기 위해서는 다음과 같은 문제점에 봉착한다. 첫째, 오염준설토사 처리기술은 유기오염물질 혹은 단일 중금속 등의 특정 오염물질의 제거를 목적으로 특화되어 있기 때문에, 복합 오염물질로 오염된 준설토사를 처리하기 위해서는 오염원의 종류 및 농도에 따라 기술의 복합을 필요로 한다. 둘째, 다양한 기술이 개발되었음에도 불구하고 과다한 처리비용으로 인해 적용 사례는 제한된다. 특히, 오염정도가 높을수록 고온처리를 필요로 하여 과다한 에너지 비용을 소요로 한다. 셋째, 일일 처리 능력이 제한되기 때문에 처리기술을 적용할 때 임시 저장 공간을 필요로 한다. 넷째, 본 공정 처리과정 뿐만 아니라 처리시설로부터 발생하는 유해가스 및 유출수에 대한 처리기술을 필요로 한다. 마지막으로, 오염정도가 높아 위해도가 큰 잔류물에 대한 별도의 처분 계획을 필요로 한다. 결론적으로 국내 하천의 정비사업 및 국내의 오염도정화에 대한 요구의 상승으로 친환경적, 저비용 및 고효율의 오염준설토사 처리기술의 개발이 절실한 현실이다.

### 나 오염준설토사의 처분

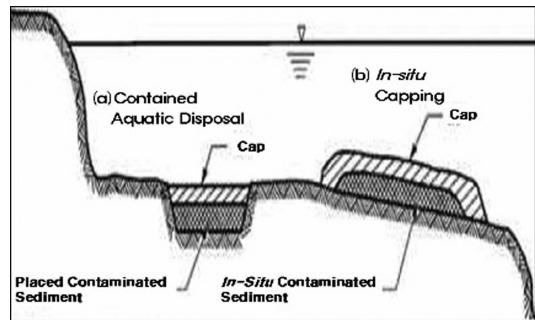
오염준설토사의 처분(disposal)은 유효활용이 제한되는 오염준설토사를 일정 장소 및 시설에 영구히 방치하거나 차후 유효활용을 위해 일정기간 처분시설에 보존하는 방법을 말한다. 서론에서 언급한 바와 같이 우리나라에서 발생한 오염준설토사는 대부분 외해투기에 의존하여 왔다. 그러나 오염준설토사의 외해투기가 제한됨에 따라 다른 대체 처분방법을 모색해야 하며 이는 다음과 같이 크게 3가지로 볼 수 있다.

첫째, 육상 매립장에 매립하는 방안이다. 미국에서는 오대호 연안에서 발생하는 오염준설토사의 상당량을 일반 매립장에 매립하였다. 일반 매립장에서 수용이 안 되는 독성 및 유해 오염준설토사는 지정폐기물 매립장에 의존해야 하며, 이는 큰 비용을 필요로 한다.

둘째, 봉쇄해양처분 (Contained Aquatics Disposal,

CAD)을 실시할 수 있다. (그림 2(a)). CAD은 수중차단 시설로서 자연적 또는 인위적으로 생성된 구덩이와 둑 안쪽에 압송파이프나 바지선을 이용해 오염준설토사를 투기한 후 현장 덮개 시공과 유사한 방법으로 덮개를 시공하는 기술이다. CAD 시설에 의존하는 경우 투기 중에 예상되는 오염물질의 거동, 저서생물체에 대한 영향 및 덮개를 통한 확산 등에 대한 관심을 필요로 한다.

셋째, 폐쇄처분장 (Confined Disposal Facilities, CDF)에 처분하는 방법이다. CDF는 미국 육군 공병단과 EPA에서 1967년부터 개발하여 환경 및 유지준설을 위해 활용되기 시작한 이래 미국(5대호 연안 및 해안) 및 캐나다에서 약 50 여개가 활용되고 있으며(USEPA, 1994), 네덜란드 및 일본 등에서도 널리 활용되고 있다.



〈그림 2〉 봉쇄해양처분(Contained Aquatic Disposal), (b) 현장 덮개(In-Situ Capping) (USEPA, 2005)

미국 공병단에서 제시한 오염원 처분방법에 따른 단위비용은 표 2에서 확인할 수 있다. CAD 처분 비용은 비교적 저렴하나 오염원에 대한 완전 차단이 제한되며, 일부 오염도정화 복원을 위한 기술의 적용으로 한정된다. 매립장 처분을 위해서는 현존 육상매립시설에서의 수용 가능 여부 및 추가 구비여건 등이 고려되어야 하며, 지정폐기물 매립장에 매립하는 비용은 과다하게 소요되는 문제점이 있다. CDF 처분 비용은 상대적으로 저렴하며, 처리장 규모 및 처리시설 구비 조건 등에 따라 편차가 심하다.

(표-2) 처분방법에 따른 단위처분 비용(USEPA, 1994)

기술	단위비용(\$/yd³)	소요 공정
덮개(Capping) / 봉쇄해양처분(CAD)	3 ~ 20	- 덮개 재료 - 관리 - 모니터링
매립	일반폐기물	20 ~ 25
	RCRA 위해폐기물	150 ~ 200
	TSCA 독성폐기물	250
폐쇄처분장(CDF)	5 ~ 50	- 부지 확보 - 호안 시설 - 오염물질 통제 - 유지 및 관리

다. 오염준설토사의 재활용

오염준설토사의 재활용은 말 그대로 오염원 처리가 된 양질의 토사를 재사용하는 것이다. 우리나라에서 지난 5년 여간 발생한 일반 준설토사의 약 10%만이 각 준설 지역에서 유용되었으며 80% 이상은 단순 투기장에 투기되었다. 물론, 투기장은 장래 항만부지 및 매립장 매립 용도로 재활용 될 수 있겠으나, 준설토사의 다양한 재활용 방안을 연구하고 적용하는 것은 준설 설계에 있어서 중요한 요소로 부각될 것이다. 미국 공병단(United State Army Corpse of Engineer, USACE)은 표 3과 같이 다양한 목적에 일반 준설토사를 재활용하였으며, 해당 홈페이지에서 다양한 준설토사 재활용 사례를 확인할 수 있다(USACE, 2006).

(표-3) 준설토사의 재활용 (USACE, 2006)

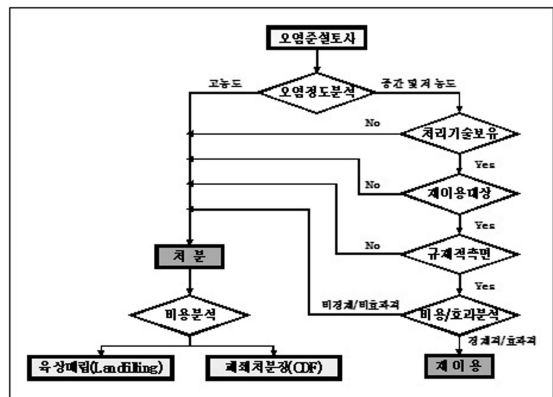
공학적 이용	농업용 / 생산물질	환경 증진용
해변 보완 제방 공사 덮개(복토재) 부지 형성 부지 개량 뒤채움재 해안 보호	수산양식 건설 재료 조경 재료 표토	조류/야생 서식처 양식 어장 개선 습지 복원

그러나 오염준설토사 처리기술의 제한 및 과도한 처리 비용으로 인해, 현재까지 오염준설토사를 재활용한 사례는 극히 제한적이며, 낮은 오염도를 갖는 물질만이 재활용

되었다. 오염준설토사를 재활용하기 위한 의사결정과정에서 꼭 필요로 하는 사항은, ① 오염원과 오염 정도 파악, ② 비용/효과 분석, ③ 재활용 대상(목적) 파악, ④ 규제적 측면 검토, 및 ⑤ 기술적인 가능성 검토 등이다.

라. 오염준설토사의 처리, 처분 및 재활용을 위한 의사결정 과정

준설과정에서 발생한 오염준설토사는 오염원 처리기술 적용 후 재활용될 수 있으나 처리기술의 제한, 규제적 문제 및 과도한 비용소요 등으로 인해 상당부분 처분에 의지해야하는 실정이다 (그림 3). 특히, 오염준설토사를 수용할 수 있는 현존 육상매립장 시설은 제한되고, 주민들의 혐오시설 설치 반대, 높은 매립장 처분비용, 육상매립장 소요부지의 제한 등으로 인해 추가 육상매립장 구비가 제한되기 때문에 공유수면상 CDF 시공이 절실한 실정이다.



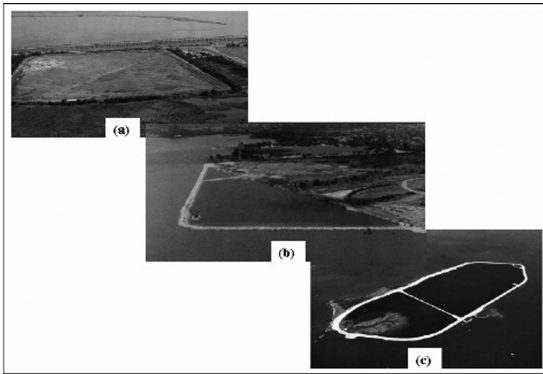
(그림 3) 오염준설토사 처리, 처분 및 재활용 의사결정 과정 (해양연구원, 2007)

3. 폐쇄처분장(CDF)의 필요성

가. 폐쇄처분장(CDF)의 개요

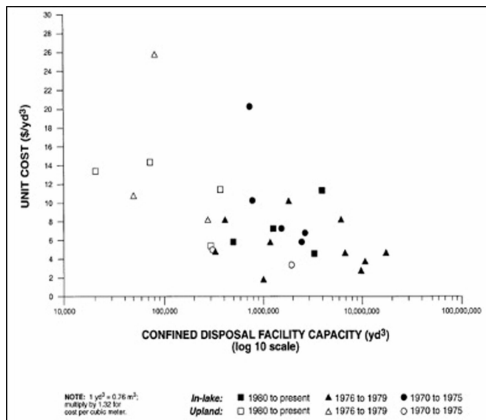
CDF는 본 시설에 처분된 오염준설토사 및 불용토의 오염원이 외부와 차단될 수 있도록 공학적으로 특별히 설계된 구조물로서 위치에 따라 육상(upland), 해안/호안/강안(nearshore) 및 해상/호상/강상(island) 시설로 구분된

다(그림 4). 현재 국내 CDF 설계 및 시공사례는 없으며, 미국에서 시공된 CDF 중에서 약 2/3는 해안(호안)에 1/3은 육상에 시공되었다. CDF는 육상매립장과 달리 함수비가 큰 오염준설토사를 수용하며, 여건에 따라 최소 38,000m<sup>3</sup>로부터 3백만m<sup>3</sup>가 넘는 규모까지 다양하게 시공되었고 수명은 약 10년 정도였다.



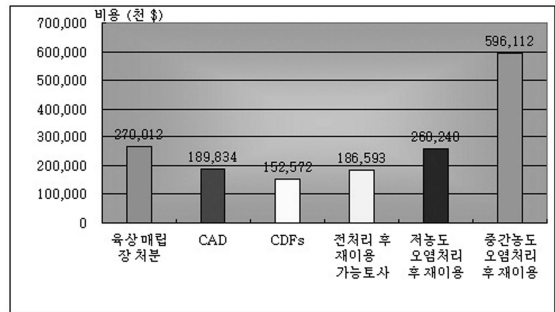
〈그림 4〉 폐쇄처분장 (CDF): (a) 육상 CDF, (b) 해안 CDF, (c) 해상 CDF

그림 5는 미국에서 시공된 CDF의 규모 및 단위비용을 제시하고 있다. 육상 CDF는 지반의 이용여건이 제한되어 비교적 작은 규모로, 해상 CDF는 큰 규모로 시공되었음을 알 수 있다. 또한 규모가 커질수록 단위비용이 절감됨을 알 수 있고, 육상 CDF의 단위 비용이 비교적 큼에도 불구하고 일반 매립장 처분비용보다는 다소 작음을 알 수 있다.



〈그림 5〉 미국에서 시공된 폐쇄처분장(CDF)의 규모 및 단위 비용 (USEPA, 1994)

그림 6은 오염준설토사에 대한 처분방안별, 그리고 저농도와 고농도로 오염된 준설토사에 대한 오염처리 후 재활용 방안에 대한 비용분석 결과이다. 오염준설토사의 오염원을 처리하고 재활용하기에는 비용-효율 측면에서 불리함을 보여준다. 특히, 오염정도가 증가함에 따라 엄청난 오염처리 비용이 소요되기 때문에 이는 오염준설토사 재활용의 큰 제한요소가 된다. 다른 공정의 소요비용에 비해 오염처리 비용이 차지하는 비율이 지배적이기 때문에 오염준설토사를 재활용하기 위해서는 저렴한 오염처리 기술을 개발해야 하나, 현재 선진국에서조차도 중간농도 이상의 오염준설토사에 대한 경제적인 오염처리 기술을 개발하지 않은 상황에서 오염처리 기술을 적용한 재활용을 장려하기에는 시기상조라고 판단된다. 오염준설토사의 처분방법 중에서 CDF를 적용하는 경우 가장 저렴한 비용이 소요되는 것으로 나타나며, 매립이 완료된 CDF는 향후 인공섬, 생태서식지, 항만 등으로 다양하게 개발되어 활용될 수 있기 때문에 CDF의 개발 및 시공이 매우 절실한 상황이라 할 수 있다.



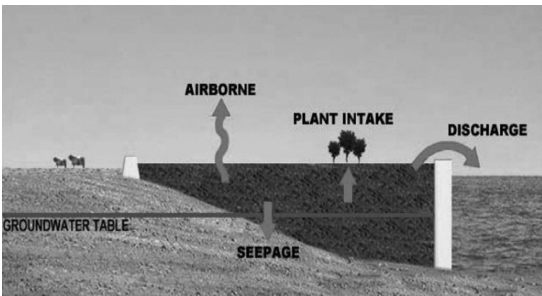
〈그림 6〉 오염준설토사 처분 및 재활용에 대한 비용 평가 (10년간 2,000,000m<sup>3</sup> 기준) (한국해양연구원, 2007)

### 나. 폐쇄처분장(CDF)의 운영

CDF의 주요 목적은 오염원을 격리하고 외부와 차단하는 것이며 이 목적달성을 위해 다음 사항을 고려해야 한다. 첫째, 오염준설토사로부터 발생하는 침출수 및 유출수의 처리 시설을 구비해야 한다. 함수비가 높은 오염준설토사가 처분되기 때문에 많은 양의 오염 침출수가 발생하고 이를 적절하게 처리하지 않고 방류할 경우 CDF의 기

능은 상실된다. 둘째, 향후 CDF의 효율적인 활용을 위해서 오염준설토사의 압밀 및 압축을 촉진시켜야 하며, 이를 위해 자체 탈수(자연적, 인위적)과정을 거치도록 설계되어야 한다. 또한 함수비가 작은 고형분의 처분을 위한 공간을 따로 계획하여 효율적인 관리가 되도록 해야 한다. CDF는 다음의 요소에 대한 고려를 필요로 한다; 운영상의 고려사항, 공학적인 설계, 오염원의 이동경로 및 통제, 장기적인 관리 및 모니터링.

먼저, 운영상 투기방법(hydraulic or mechanical), 투기 빈도 및 기간, 표층수 관리 및 장기 관리 계획 등을 고려해야 한다. 또한 제방 및둑의 규격, 처분장의 규모 등 공학적인 설계를 필요로 한다. 즉, 처분장에 처분될 오염준설토사의 양과 처분 기간 등을 고려하여 일시적인 시공을 할 것인지 아니면 단계적인 시공을 할 것인지 결정하고 처분장의 넓이 및 제방의 높이를 결정하며 다양한 여건에 맞게 시공 기술을 결정한다. 오염원의 이동경로는 처분 중에 지속적으로 발생하는 유출수, 표층수의 흐름, 침출수의 지반내부 침투, 동식물에 의한 오염원 섭취 및 유해물질의 기화 등으로 구성되며 이에 대한 대비를 필요로 한다(그림 7). 장기적인 관리를 필요로 하는 사항은 처분된 오염준설토사의 압밀 및 압축 관리, 오염 유출수 처리 및 부대 시설 관리 등을 들 수 있다. 제방 고려요소를 적용하여 CDF를 설계하고 관리하는데 유용한 프로그램으로서 ADDAMS 모델이 있다.



〈그림 7〉 폐쇄처분장(CDF)에서의 오염원 이동경로

#### 다. 폐쇄처분장(CDF) 사례

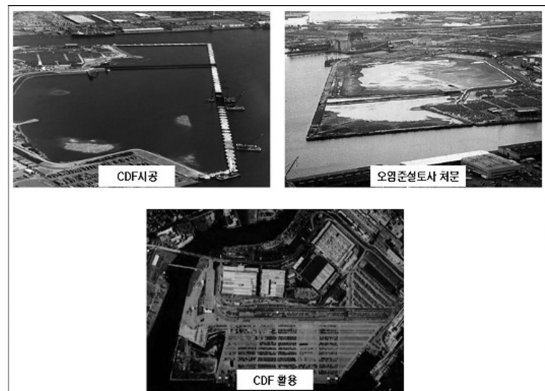
미국 매릴랜드(Maryland)주의 Fort McHenry / Seagirt Terminal에서는 CDF를 시공하여 오염준설토사

(4십6만 $m^3$ )와 오염되지 않은 준설토사(2백7십만 $m^3$ )를 처분하였다. 측면 제방은 셀 모양의 코퍼담(Cellular Cofferdam)을 시공하여 오염원을 차단하였으며 유출수에 대한 화학적 처리시설을 구비하였을 뿐만 아니라 기타 오염원의 차단을 위한 대책을 강구하였다. 처분이 종료된 CDF는 최종적으로 콘테이너 항구로 활용되어 간척 조성의 효과까지 볼 수 있었다(그림 8).

#### 라. 국내 폐쇄처분장(CDF) 연구 방향

우선 국내 CDF시공 사례가 전혀 없는 상황에서 선진국의 제반기술 검토가 필요하다. 이를 토대로 육상 CDF 및 해양 CDF의 조성을 위한 각종 입지 조건과 처분 예상되는 오염준설토사의 양, 기타 육상 및 해양폐기물 등에 대한 사전연구를 바탕으로 각종 환경영향평가, 경제성평가 및 기술수준 등에 대한 평가가 수행되어야 한다. 이를 바탕으로 육상 및 해양 CDF의 기본설계를 실시한 후 처분 대상 물질과 처분장의 위치, 규모 등이 결정되면 각종 특화 기술개발이 병행되어 최종 실시설계가 수행되는 과정을 거쳐야 한다. 이 때 육상 CDF는 국가 하천 및 호소의 광범위한 분포에 따른 Compact CDF의 조성, 해양 CDF는 이동 거리, 수심 등을 고려한 구역별 대규모 CDF 조성 방안은 큰 틀의 접근방안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

CDF 설계를 위해 필요로 하는 기술개발 분야는 크게 다음과 같이 구분할 수 있겠다. 첫째, 부유토사 저감기술



〈그림 8〉 CDF 활용사례 - Fort McHenry

의 개발이다. 오염준설토사의 준설 및 매립 간에 발생하는 부유토사는 상대적으로 고농도의 오염원을 흡착하고 있기 때문에 오염준설토사 준설 과정뿐 아니라 CDF 내에 오염준설토사를 매립하는 과정에서 부유토사의 발생을 최소화할 수 있는 기술개발이 필요하다. 둘째, 오염침출수 처리기술 개발이다. 오염침출수가 하상 또는 해상으로 유출되기 이전에 오염원은 처리가 되어야 하며, 이러한 오염침출수 처리를 위해 PRB와 같은 수동 처리 기술의 개발이 필요하다. 셋째, 매립토양의 압밀 및 압축 촉진기술의 개발이다. CDF에 매립된 토양은 침강직후에 약 300% 정도의 함수율을 보이고 전혀 강도를 지니지 못하며 토양의 압밀 및 압축에 많은 시간이 소요되므로 처분된 토양의 압밀 및 압축을 촉진할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 마지막으로, CDF 매립토양의 안정화기술에 대한 개발이다. CDF가 향후 인공섬 등으로 활용될 수 있기 위해서는 오염원의 차단을 필요로 하고 목적에 맞는 지반강도를 필요로 한다. 따라서 CDF 내부의 오염원을 차단하고 지반강도를 확보할 수 있는 안정화 기술의 개발이 필요하다.

#### 4. 결론

4대강 정비사업, 서해연결 한강주운사업, 팔당호 오염 퇴적토 준설사업, 항만 유지준설사업 등 수 많은 준설사업은 오염준설토사의 발생을 수반할 것으로 판단된다. 오염준설토사의 외해투기가 불가한 현실에서 이를 마땅히 처리하거나 처분할 수 있는 기술이 제한된다. 이에 오염준설토사를 처리한 후 유효활용하기 위한 방안이 모색되고 있으나, 선진국에서의 기술개발 과정을 배경으로 판단할 때 비용-효과적인 오염준설토사 처리기술을 개발하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요할 것이다. 그렇다고 오염준설토사를 임시적치장에 방치할 경우 오염침출수의 발생 및 오염원 대기방출 등의 문제점이 수반될 것이다. 이에 현실적으로 절실하게 필요한 폐쇄처분장(CDF)에 대한 간

단한 소개와 함께 앞으로 예상되는 연구방향을 기술하였다.

CDF에 대한 비용분석 결과, CDF의 운영 요령 및 외국 의 CDF 활용 사례를 소개하였고 연구방향으로서 국내 현실에 적합한 육상 및 해양 CDF에 대한 기본설계와 CDF 시공을 위한 특화기술 개발의 필요성을 제시하였다.

#### 참고문헌

1. (주)세광종합기술단, 2006, "준설토사의 위해성 평가 기초조사", 제3회 해양오염퇴적물 관리 및 준설토사 처리, 활용 워크샵 발표자료(11. 28), 해양수산부
2. 박준범, 김세중, 2007, 국내 오염퇴적토사 준설의 현황, 대한토목학회지, Vol. 55 (4), pp.58~65.
3. 윤길림(한국해양연구원), 2006, 준설토사 처리 및 활용 국가 기준 개발, 제 3회 해양오염퇴적물 관리 및 준설토사 처리, 활용 워크샵 발표자료 (11. 28).
4. 한국해양연구원, 2007, 준설토사 처리, 활용기준 수립 워크샵 자료 (2007. 5. 30).
5. U.S. ACE, 2006, Beneficial Uses of Dredged Material, <http://el.erdc.usace.army.mil/dots/budm/intro.cfm?Topic=Intro>
6. U.S. EPA, 1994, Assessment and Remediation of Contaminated Sediments (ARCS) Program REMEDIATION GUIDANCE DOCUMENT, US Environmental Protection Agency Great Lakes National Program Office, EPA 905-B94-003, Chicago, Ill.
7. U.S. EPA, 1999, Fast Track Dredged Material Decontamination Demonstration for the Port of New York and New Jersey, Report to Congress on the Water Resources and Development Acts of 1990(Section 412), 1992(Section 405C), and 1996(Section 226), EPA 000-0-99000, December.
8. U.S. EPA, 2005, Contaminated Sediment Remediation Guidance for Hazardous Waste Sites, U.S. Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response, EPA-540-R-05-012 OSWER 935.0-85 December.