

(건설신기술 제590호)

건설폐기물 폐토사를 모래밭 버섯균과 접종하여 수목식재용 순환토사로 재생하는 기술

Technique for producing soil from recycled building materials and improving its use for tree growth using *Pisolithus tinctorius*



최두선*
Doo-Sun Choi



문영철**
Young-Cheol Moon

1. 기술의 범위 및 내용

1.1 기술의 범위

- 건설폐기물 중간처리시설 중 3단경사식 스크린을 이용한 10mm 이하 폐토사를 생산하는 기술
- 생산된 폐토사를 모래밭버섯균과 접종하여 수목식재용 순환토사로 재생하는 기술

1.2 기술의 내용

이 신기술은 건설폐기물의 중간처리시설 중 선별기능을 갖는 3단경사식 스크린과 자력 및 풍력을 이용하여 이물질 제거한 10mm 이하의 폐토사를 생산하고, 이를 모래밭버섯균과 접종하여 균근의 균사네트워크에 의해 양료와 수분흡수가 촉진되어 수목을 생장시킬 수 있는 순환토사로 재생하는 기술이다.

2. 기술의 개발배경 및 접근방법

2.1 개발배경

① 건설폐기물의 발생현황

최근 경제성장과 기간산업의 수요확대에 따라 급격히 증가한 인구는 더 많은 사회간접개발을 필요로 하게 되었으며, 이에 따른 시설물의 신설, 건축물의 노후화 및 기능저하에 따른 재개발·재건축의 활성화, 구조물의 해체, 각종 지하매설물의 설치로 인한 도로굴착 등으로 건설폐기물은 지속적으로 증가되고 있다.

환경부 통계자료에 따르면 지정폐기물을 제외한 2007년 총 폐기물발생량은 전년도보다 약 5.7% 증가한 123,062천톤이며, 이중 건설폐기물이 51.0%로 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 또한 사업장배출시설계 폐기물은 2001년 이후 일정하게 유지되고 있는 반면, 건설폐기물은 2001년 이후 6년간 620% 증가하였으며, 2010년에는 연간 약 1억 톤이 발생할 것으로 예상된다.

한편 건설폐기물의 성상별 발생현황은 표 1과 같으며, 이중 폐토사는 건설폐기물의 총 발생량의 약 30%로 그 발생량도 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 이와 같이 발생한 폐토사는 극소량만이 허가된 매립지로 반입되고 있을 뿐 대부분은 무단 방치되고 있는 실정이며, 이물질을 파다 함유하고 있어 성토·복토시 2차 환경오염의 문제점이 잔존하고 있다. 따라서 쾌적한 환경보전을 위해 건설폐기물 중

* (주)다산글로벌컨설팅 이사
Dasan Global Consulting Co. Ltd
E-mail : doosun.choi@gmail.com

** (유)도성개발 대표이사
Doseong Development Co., LTD.
E-mail : ycmoon@paran.com

[표 1] 연도별 건설폐기물 발생현황

구분		2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
합 계	발생량(천톤)	39,610	43,852	53,078	54,198	49,241	61,679	62,782
	증감(%) [*]	-	10.7	21.0	2.1	-9.1	25.3	1.8
페 콘 크 리 트	발생량(천톤)	24,108	26,472	33,813	34,969	28,655	40,258	43,021
	증감(%) [*]	-	9.8	27.7	3.4	-18.1	40.5	6.9
페 아 스 콘	발생량(천톤)	5,000	5,376	6,698	7,359	5,615	7,911	8,094
	증감(%) [*]	-	7.5	24.6	9.9	-23.7	40.9	2.3
기 혼 합 폐 기 물	발생량(천톤)	10,501	12,004	12,566	11,870	14,971	13,511	11,667
	증감(%) [*]	-	14.3	4.7	-5.5	26.1	-9.8	-13.6
페 토 사	발생량(천톤)	12,675	13,616	15,857	16,408	14,455	19,457	18,184
	비율(%) ^{**}	32.0	31.0	29.0	30.3	29.4	31.5	29.0

* 전년대비 당해연도의 증감률

** 전체 건설폐기물 발생량 대비 폐토사의 발생량 비율

자료 : 환경부(2010), 건설폐기물 통계자료(<http://stat.me.go.kr>)

폐토사의 재활용은 절실히 필요하다.

② 건설폐기물의 재활용 현황

건설폐기물의 자체 재활용량 2,174천 톤/년 중 98.4%인 2,140천 톤/년을 페콘크리트와 페아스팔트콘크리트가 차지하고 있으며, 용도별 자체 재활용량 1,905천/년 중 56.6%인 1,078천 톤/년이 성토·복토, 되메우기 및 뒷채움재 등의 용도로 주로 사용되었다. 또한 2008년 하반기부터 페콘크리트는 파쇄·선별하여 순환골재로 도로기층용과 건축 자재용으로 재활용되고 있는 실정이다.

한편 자연환경의 보전과 천연골재의 부족 등의 문제로 건설폐기물의 재활용에 관한 연구가 활발히 진행된 결과, 페콘크리트를 파쇄하여 제조한 순환골재는 콘크리트용 골재로 사용하고 있으나 일반 골재와 비교하여 품질(흡수율이 높고 밀도가 낮음)이 낮아 그 용도가 제한적이었다. 하지만 최근 고품질 순환골재에 대한 연구가 활발히 진행되어 품질의 고도화라는 측면은 달성하였으나, 반대급부로 순환골재 생산시 미분말과 같은 공정 부산물의 양은 오히려 증가하고 있다.

③ 건설폐토사의 재활용 기술현황

건설폐토사의 재활용 기술은 크게 건설용과 수목용으로 구분되며, 이들 기술현황을 살펴보면 다음과 같다.

건설폐토사는 이물질 함유량이 높고, 입도가 세립일 뿐만 아니라 역학적 특성이 낮은 문제점이 있기 때문에 주로 매립용으로 재활용되고 있다. 따라서 이러한 폐토사를 보다 부가가치가 높은 건설용 토사로 재활용하기 위해서는 선별, 유기물질의 소각, 입도합성, 신 재료의 혼합 등과 같은 별도의 기술이 개발되어야 하나, 현재까지 국내에서

는 이러한 기술개발은 일어나지 않고 있는 실정이다.

건설폐토사를 수목용으로 재활용하기 위한 국내의 연구는 “수도권매립지 식생토사 확보를 위한 건설 발생토 활용방안(2005)” 이 있으며, 연구결과 건설폐토사를 원예토양으로 사용할 경우 부적합 요소로서 강알칼리성과 비옥도가 낮은 점을 지적하였다.

이러한 강알칼리성과 비옥도 문제를 해결하기 위해서는 과인산석회와 피트모스를 배합하여 폐토사의 특성을 개선하는 기술이 제안되고 있으나, 두 재료가 모두 고가이고 수입에 의존해야 함에 따라 경제성이 낮고 화학물질의 첨가로 인한 2차 환경오염의 발생 문제점이 있다.

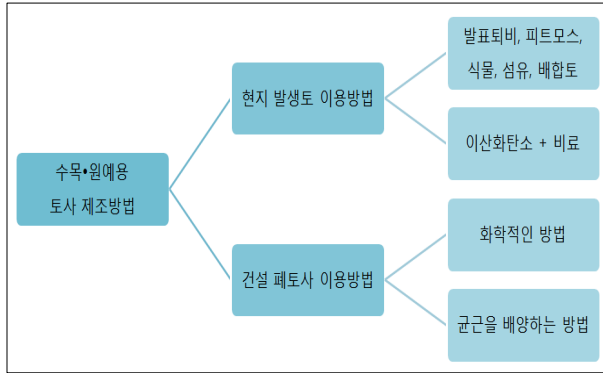
일본의 경우 오바야시구미(大林組)가 개발한 공기 중의 이산화탄소와 비료를 이용한 토지 개량방법이 있으나, 이 방법 또한 갈슘, 칼륨, 마그네슘, 인산 등의 무기질 비료를 이용함으로써 환경 친화적이지 못한 문제점을 안고 있다.

2.2 접근방법

① 수목·원예용 자연 순환토사

수목용 토양 제조방법은 그림 1과 같이 크게 현지 발생토를 이용하는 방법과 건설폐토사를 이용하는 방법으로 분류할 수 있으며, 국내의 경우 전자의 방법이 주로 이용되고 있다.

건설폐토사를 수목·원예용 토사로 이용하기 위해서는 과인산석회와 피트모스를 이용하는 화학적인 방법이 있다. 이 방법은 건설폐토사 자체를 개량하는 것으로 건설폐토사의 비옥도를 향상시키나, 강알칼리성을 해결하지 못하기 때문에 HCl, H₂SO₄ 등을 이용하여 pH를 적정수준으로 낮추어야 한다.



[그림 1] 수목·원예용 토사 제조방법



[그림 2] 기술개발의 접근방법

한편 균근을 배양하는 방법의 경우, 버섯균은 토사의 비옥도나 알칼리성과는 큰 문제없이 수목의 뿌리에 공생하여 수목에 영양을 공급함으로써 수목이 강건한 생장을 할 수 있게 돕는다. 버섯균의 이러한 효과는 최근 사막 등의 건조지 녹화나 생태계 식생복원에 활용되고 있다.

② 기술개발의 접근방법

이상의 내용을 종합하여 보면 건설폐토사를 수목 또는 원예용 토사로 재사용하기 위해서는 건설폐토사의 입도 조절, 건설폐토사에 함유되어 있는 이물질 제거, 건설폐토사의 낮은 비옥도 및 건설폐토사의 강알칼리성 등에 대한 문제가 우선 해결되어야 하며, 이들 문제점을 해결하기 위한 접근방법은 그림 2와 같다.

3. 기술의 원리 및 특징

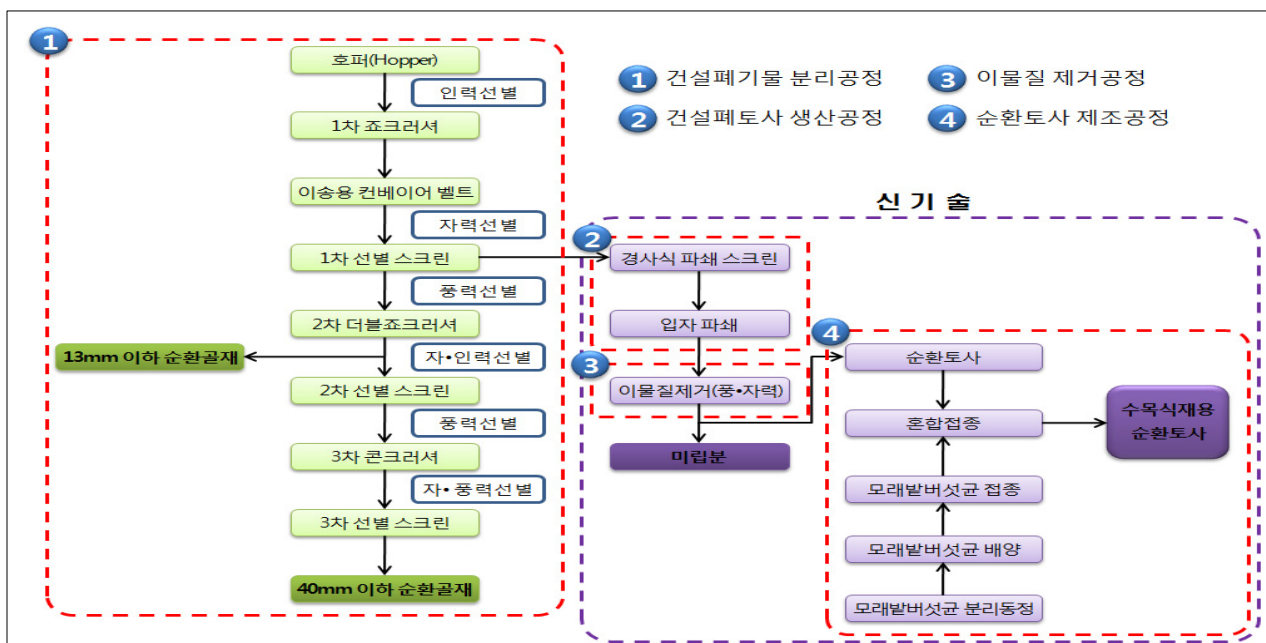
3.1 기술의 원리

본 신기술은 ①건설폐토사 분리공정, ②건설폐토사 생산공정, ③이물질 제거공정 및 ④순환토사 제조공정 등 크게 4단계의 공정을 거쳐 건설폐기물로부터 수목식재용 순환토사를 생산하며, 전체 공정은 그림 3과 같다.

① 제1공정 : 건설폐기물 분리공정

호퍼에 투입한 건설폐기물을 1차 쇼크리셔에서 파쇄한 후 1차 선별 스크린을 통해 건설폐기물을 골재와 건설폐토사로 분리한다.

그림 3의 공정도의 “①건설폐기물 분리공정”은 건설



[그림 3] 본 신기술의 공정도

폐기물을 순환골재로 생산하는 일반적인 과정이며, 본 기술은 그림 3의 “②건설폐토사 분리공정-④순환토사 제조 공정”으로 1차 선별 스크린에서 분리된 건설폐토사를 3단 경사식 파쇄 스크린을 통하여 수목식재용 순환토사를 생산하는 것이다.

② 제2공정 : 건설폐토사 생산공정

골재와 분리된 건설폐토사를 25mm, 13mm, 9mm 체로 구성된 3단 경사식 파쇄 스크린을 이용하여 입경별로 생산한다. 이때 각 체에서 체가름 된 굵은 골재는 골재 보관 시설에 모아져 순환골재로 사용한다.

경사식 파쇄 스크린은 3단으로 경사지게 설치하며, 비중차를 이용한 풍력선별로 이물질의 제거 효율을 높이는 동시에 스크린 1단에 파쇄 장치를 설치하여 굵은 입자를 10mm 이하로 파쇄한다. 경사식 파쇄 스크린의 경사도는 생산량, 이물질 분리효율, 선별속도 등에 대한 수회의 시험생산 육안점검결과로부터 15°로 결정하였다. 본 기술에 적용된 경사식 파쇄 선별 스크린과 일반 스크린을 비교하면 표 2와 같다.

③ 제3공정 : 이물질 제거공정

건설폐토사에 포함되어 있는 이물질은 주로 종이, 나무 뿌리, 비닐, 철재 등이다. 제3공정은 경사식 파쇄 스크린에서 건설폐토사를 입경별로 분리하는 과정에서 풍력제거 및 자력제거 장치에 의해 건설폐토사에 포함되어 있는 이

물질(평균 20%)을 이물질 함유율 1.0%이하 정도까지 제거하는 것으로, 이 공정에서 사용되는 장치의 사진은 그림 4와 같다.

한편 풍력제거 장치에 의해 발생된 폐비닐, 폐목재, 폐지 등 이물질은 배관을 통해 집진보관시설로 이동하는 과정에 송풍으로 인한 바람에 흩날리는 현상을 방지하기 위해 스프레이를 설치하여 분진방지를 하였다.

④ 제4공정 : 순환토사 제조공정

이 공정에서는 이물질이 분리된 건설폐토사에 모래발 버섯균을 혼합·접종하여 수목식재용 자연 순환토사를 제조한다.

모래발버섯균의 분리동정 과정은 모래발버섯균을 배양하고, 배양된 균근을 폐토사와 균근 접종 수목 가능 순환토사와 접종하는 것으로 각 공정별 주요 내용은 표 3과 같다.

한편 10mm 체로 친 건설폐토사와 모래발 버섯균을 접종한 순환토사에서의 모래발 버섯균의 균근의 형성여부를 관찰한 결과, 그림 5와 같이 모래발 버섯균을 접종한 소나무의 뿌리에서 균근의 형성을 관찰할 수 있었다.

3.2 수목용 건설폐토사의 품질

① 건설폐토사의 입경

모래발버섯균에 적합한 건설폐토사의 최대 입경을 선정

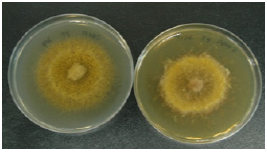

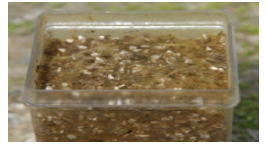

[표 2] 본 기술의 경사식 파쇄 스크린의 특징

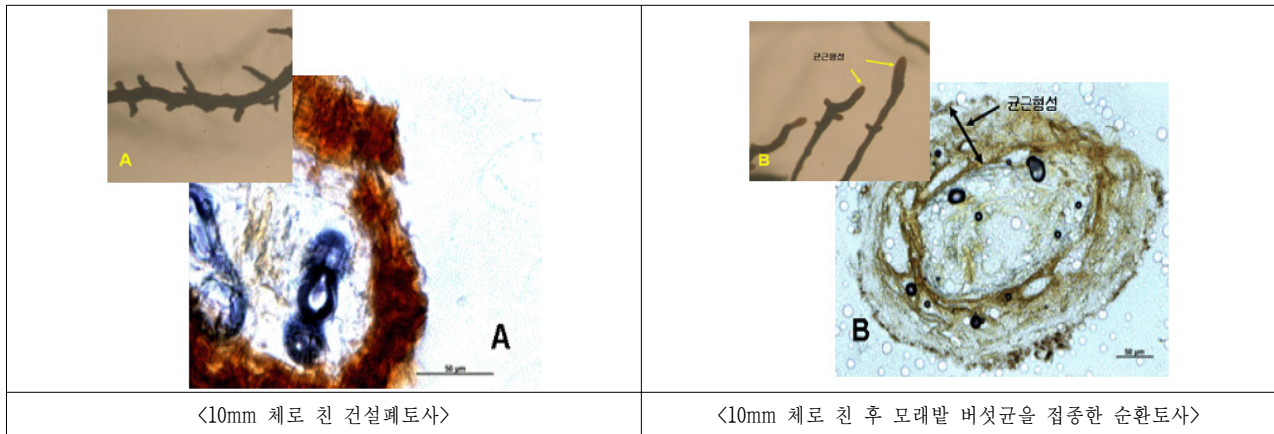
구분	일반 스크린	경사식 파쇄 스크린
주요 특징	<ul style="list-style-type: none"> 순환골재 등의 분리에 유리 대규모의 부지가 필요 건설폐토사의 파쇄 불가 풍력 선별이 어려움. 	<ul style="list-style-type: none"> 건설폐토사의 파쇄 효과가 있음. 자력선별이 용이 비중차를 이용한 풍력선별이 가능 입경별(25mm, 13mm, 9mm) 분리가능 협소한 부지에서도 가능 건설폐토사의 선별에 유리



[그림 4] 이물질 제거공정의 풍력제거, 자력제거 및 분진방지 장치

[표 3] 모래발버섯균의 분리동정 과정

구분	주요 내용	사진
모래발버섯균 배양	고상 <ul style="list-style-type: none"> • 메린-노크란스(MMN, Modified Melin-Norkrans) 배지를 제조 • MMN 고체 배지에 미리 계대 배양해 놓은 모래발버섯균을 2cm×2cm로 잘라서 접종 • 접종 후 24~28℃에서 35~40일간 배양 • 상온(20~30℃)에서 6개월~1년 정도 보관 가능 	
	액상 <ul style="list-style-type: none"> • 대량 생산을 위해 MMN 액체 배지를 사용하여 균근균을 배양함. • MMN 액체 배지에 모래발 버섯균 접종 • 접종 후 24~28℃에서 10~15일간 배양 • 상온(20~30℃)에서 6개월 정도 보관 가능 	
	인공 토양 <ul style="list-style-type: none"> • 균근균을 건설폐토사에 직접 접종하기 위한 인공토양 배지를 제조 <ul style="list-style-type: none"> - 1l 플라스틱 용기에 버미큘레이트 770ml, 피트모스 30ml을 혼합 - 여기에 400ml의 MMN 액체 배지를 혼합 • 인공토양 배지에 균근균을 접종 • 24~28℃에서 40일간 배양 	
모래발버섯균 혼합한 건설폐토사에 나무식재	<ul style="list-style-type: none"> • 인공토양 배지에서 배양된 모래발버섯균을 10mm의 체로 걸러 가공된 건설폐토사를 혼합하여 산림토양을 만들. • 산림토양(순환토사)에 나무식재 	



[그림 5] 소나무 뿌리의 균근 형성 광학현미경 사진

하기 위하여 최대 입경 20mm, 10mm 및 5mm 등 세 종류의 폐토사에 모래발버섯균을 접종한 후 입경에 따른 균의 성장효과를 비교한 결과, 최대입경 10mm일 경우 가장 우수한 성과를 나타내었다. 따라서 수목용 건설폐토사의 최대입경을 10mm 이하로 결정하였으며, 건설폐토사의 입경 분포는 표 4와 같다.

② 건설폐토사의 이물질

건설폐기물의 중간처리공정에서 발생한 건설폐토사는 나무뿌리, 종이, 비닐, 철재 등과 같은 이물질을 약 20%정도 포함하고 있어, 건설공사용 및 수목용으로 재활용하기

위해서는 1차적으로 건설폐토사에 포함되어 있는 이물질을 제거하여야 한다. 본 기술에서는 건설폐토사에 포함되어 있는 이물질을 제거하기 위하여 풍력 및 자력을 이용하여 건설폐토사의 이물질 함유율을 평균 1.5% 정도로 낮추었으며, 그 결과는 표 5와 같다.

③ 건설폐토사의 화학성분

건설폐토사의 유해물질 함유량은 토양오염치 기준을 만족하나 유효인산이 0.69~5.74mg/kg 등으로 비옥도가 낮고, 우리나라의 산림토양 평균 pH 5.5와 적정 발토양의 pH 6.0~6.5와 비교하여 강알칼리성(pH≥8.0)을 띄고 있다. 따

[표 4] 파쇄장치에 의한 건설폐토사의 입경분포

구분	통과량(%) ①		통과량(%) ②		통과량(%) ③		평균((①+②+③)/3)	
	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후
37.50mm	100		100		100		100	
26.50mm	97.0		96.3		95.7		96.3	
19.00mm	84.7		87.6		88.9		87.1	
9.50mm	69.4	100	77.3	100	78.6	100	75.1	100
7.95mm	56.2	99.6	54.8	99.5	53.6	99.4	54.9	99.5
2.00mm	44.6	92.8	43.4	92.7	40.2	90.6	42.7	92.5
0.425mm	27.5	42.8	28.4	42.0	26.0	40.4	27.3	41.7
0.075mm	17.5	9.7	15.5	11.4	16.8	9.1	16.6	10.1
최대입자지름	37.5	9.5	37.5	9.5	37.5	9.5	37.5	9.5

[표 5] 파쇄장치에 의한 건설폐토사의 입경분포

구분	이물질 함유량(%) ①		이물질 함유량(%) ②		이물질 함유량(%) ③		평균((①+②+③)/3)	
	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후	처리 전	처리 후
유기물	7.2	0.8	6.2	1.0	5.9	0.8	6.4	0.9
무기물	15.6	0.4	14.6	0.8	14.1	0.7	14.8	0.6
합계	22.8	1.2	20.8	1.8	20.0	1.5	21.2	1.5

[표 6] 본 신기술의 특징

구분	본기술	기존기술		
		건설공사 매립용	수목용	비료를 이용한 수목용
생산공정	• 건설폐토사 → 입경별 분리 → 이물질 선별 → 균근접종 → 수목용 순환토사	• 건설폐토사 입경별 분리 → 매립	• 건설폐토사 → 과인산석회를 혼합 → 수목토양	• 건설폐토사 → 이산화탄소, 비료 혼합 → 수목토양
기술원리	• 모래밭 버섯균이 순환토사와 배합되어 수목·원에 가능 자연순환토사로 환원	• 현장 매립 성토	• 화학적 처리	• 화학적 처리
기술특징	• 수목 뿌리의 신속한 활착 및 성장을 고려한 방법	• 세립이 많고 역학적 특성 불량	• 수목의 성장에 필요한 양료의 불균형 발생	• 수목의 성장에 필요한 양료의 불균형 발생

라서 건설폐토사를 수목용 토사로 재활용하기 위해서는 낮은 비옥도와 강알칼리성에 대한 처리 대책이 필요하다. 이를 위하여 모래밭 버섯균을 접종한 후 나무뿌리에 영양을 공급하는 방식으로 낮은 비옥도 및 강알칼리성 환경에서도 수목이 잘 성장할 수 있도록 하였다.

3.3 기술의 특징

① 진보성

건설폐기물에서 발생하는 건설폐토사는 크게 건설 공사용과 수목용 토양으로 재활용되어 왔다. 건설 공사용의 경우, 이물질 함유량이 높고 입도가 세립이므로 주로 매립용에 한정되었으며, 수목용의 경우 과인산석회와 피트모스를

배합하는 방법과 공기 중의 이산화탄소와 비료를 이용한 방법 등이 있다.

본 기술은 건설폐기물에 포함된 건설폐토사의 문제점인 세립, 낮은 공학적 특성, 낮은 비옥도와 높은 알칼리성에 대한 문제점을 해결할 수 있는 새로운 방법인 균근을 접종하여 건설폐토사를 재활용하는 기술로 기존기술과 비교하여 표 6과 같은 특징을 지닌다.

② 안전성

본 기술은 건설폐토사가 갖는 문제점인 강알칼리성과 낮은 비옥도 문제를 해결하기 위하여 모래밭버섯균을 접종한 토양을 생산하는 기술로 물리·화학적 특성을 평가하였다. 평가결과 건설폐토사에 외생균근을 접종할 경우

모래 함량이 늘어난 반면 실트와 점토의 함량이 줄어드는 경향이 나타났으며, 토양의 총질소(T-N)는 불순물을 제거했을 경우 0.0527-0.0552%로 발효과 마사토 사이의 중간 정도를 나타내 식물이 성장하는데 큰 무리가 없는 것으로 분석되었다. 또한 우리나라의 산림토양(평균 pH=5.5)과 발효(pH=6.0~6.5)이 산성인 반면 건설폐토사는 강알칼리성(pH≥8.0)을 나타내기 때문에 이를 보상하기 위한 HCl 혹은 H₂SO₄를 사용하여야 하나, 본 기술은 모래발버섯균을 활용하여 순환토사의 pH를 약 6.43 정도의 약산성으로 변화시킴으로써 2차 환경오염이 없이 식물이 성장하는 토양을 제공하는 안전성이 뛰어난 기술이다.

③ 환경친화성

본 기술은 생산공정에 의한 환경영향 인자인 소음, 진동, 수질 및 비산 먼지에 대하여 환경 친화적이다. 진동은 기준치보다 5dB가 낮은 60.0dB, 소음은 53.0dB(기준치 60.0dB)로 측정되었으며, 이물질 제거 공정에 분진방지장치를 설치하여 비산먼지를 최소화 시켰다.

또한 건설폐토사를 식물·원예용으로 재활용하기 위하여 일반적으로 사용하는 화학적 방법을 사용하지 않고 모래발버섯균을 이용함으로써 2차 환경오염이 없는 환경 친화적 기술이다.

④ 공익성

본 기술은 건설폐기물 처리 중간처리장 및 발생현장 어디서나 작업이 용이하여 전반적으로 공사비를 절감할 수 있으며, 친환경적으로 건전하고 지속적인 건설폐토사의 재활용으로 인한 범국가적 신기술과 더불어 선진화된 환경 기술에 입각한 기술로서 국내의 환경기술산업의 활성화시킬 수 있을 것으로 사료된다.

⑤ 경제성

본 신기술과 기존처리방법과 공사비를 직접적으로 단순 비교하는 것은 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 기존처리 방식과 기능적 동일성 개념 하에 m³단위로 통일하여 경제성을 비교하면 표 7과 같다.

4. 파급효과 및 기대효과

4.1 기술적 파급효과

공정에 의해 생산된 수목용 토양을 이용했을 때 모래발버섯균이 뿌리에 영양을 공급하는 기술로서 기존기술이 전무한 상태로 독창적 우수성이 있으며, 건설폐기물 처리 중간처리장 및 발생현장 어디서나 작업이 용이하여 전반적으로 공사비 예산을 절감할 수 있다. 또한 친환경적으로 건전하고 지속적인 건설폐토사의 재활용으로 인한 범국가적 신기술과 더불어 선진화된 환경기술에 입각한 기술로서 국내의 환경기술산업의 활성화시킬 수 있어 향후 파급효과는 점차 증가추세를 기대한다.

국내의 최초 독자적으로 개발된 기술로서 세계 어디에도 없는 폐토사에 모래발버섯균 접종으로 재활용 가능 자연 순환토사를 생산하여 국내는 물론 세계적으로 사용 가능한 건설폐토사의 활용부분에 일조하여 폐자원의 재활용으로 인해 건설폐토사에 적용할 무균 모래발버섯균의 배양기술의 해외수출로 외화획득에 기여한다.

4.2 경제적 파급효과

건설폐토사 발생량의 10%를 순환토사로 재활용 할 경우 경제적 파급효과는 77,952,865천원/년으로 추정된다.

[표 7] 본 신기술의 경제성

구분	재생골재	순환토사(본 기술)	비고
구입가	• 7,000원	-	-
폐기물 처리비	• 30,349원/m ³ (중간처리장 반입처리비, 운반비 포함)	• 16,800원/m ³ (발생현장에서 중간처리장까지 평균 운반비)	• 매립지반입비(운반비 별도): 27,060원/톤 • 중간처리비: 30,349원/m ³
부대비용	• 법적의무사용(공사 규모에 따라 10% 이상)이외 순환골재의 처리문제	• 균근접종비 : 9,176원/m ³ • 건설폐토사 중간처리비 : 4,000원/m ³ • 합계 : 13,178원/m ³	• 순환토사 생산비 : 5,736원/톤 (1m ³ → 1.6톤)
합계	• 37,349원/m ³	• 29,978원/m ³ • 발생현장에서 직접재활용 경우 : 13,178원/m ³	
절감효과	-	• 비용 절감률 19.7% • 발생현장 직접재활용의 경우 : 64.7%	

- ① 폐토사 발생량 : 2007년도 환경부 통계기준 18,184천톤/년
- ② 순환토사 생산가능량 : 폐토사발생량(①) × 80% (이물질 제외 비율) = 14,547천톤/년
- ③ 자원절감효과(발생현장 재활용) : 순환토사 생산가능량(②) × (폐기물처리비 - 순환토사생산비)
 - 14,547천톤/년 × (37,349-5,736)원/㎡ × 1.6톤/㎡ = 735,798,898천원/년
- ④ 환경훼손 복구비용 절감효과 : 14,547천톤/년 × 3,000원/톤(복구비) = 43,722,000천원/년
- ⑤ 연간예산절감액 : 자원절감효과(③) + 환경훼손 복구비용 절감효과(④)
 - 735,798,898천원/년 + 43,722,000천원/년 = 779,520,898천원/년
- 신기술 10% 활용시 경제적 파급효과 : 연간예산절감액(⑤) × 10% = 77,952,090천원/년

4.3 기대효과

- 재활용 가능한 순환자원의 재생 활용률을 향상시켜 쾌적한 국토보전과 국가가 지향하는 환경 선진기술개발에 일조
- 폐자원의 재활용으로 국토 황폐화 저감 효과 및 국내 환경산업의 선진화 기대
- 폐토사를 양질의 수목용 토사로 전환하여 사용함으로써 쾌적한 국토보전에 이바지
- 건설폐토사에 집중할 무균 모래발버섯균의 배양기술의 수출로 외화획득에 기여