

식생기반재로 이용되는 섬유상 생분해소재의 환경성 고찰

김 덕 식 (다원녹화건설 부사장)

김 동 식 (주/ KCC건설 이사)

Investigation of Environmental characteristics on fibrous biodegradable polymer for slope revegetation

Kim, Duk-Sik · Kim, Dong-Sik

Abstract

Recently, for places with poor vegetating environment, such as slopes made of weathered soil or rocks, erosion tranquilizers, coverings and composite fertilizers have been mixed with seeds and sprinkled onto soil. Also, these plant revegetations have been mixed with nets and used to strengthen cohesion. However, this technique often obstructed plant growth and caused pollution because of not decomposing nets.

This study has tested influence on plant revegetation B for slope of weathered soil and rocks and decomposition of naturally decomposing polyester filament yarn. In result, it was showed that plant revegetation B does not harm environment in case of applying it to soil slope and enhance protection capacity of slopes as time goes by. Also, naturally decomposing polyester filament yarn was analyzed its physical properties with the passage of time and was known that naturally decomposing polyester filament yarn transformed into a structure easy to decompose by hardening. Thus it is considered that the revegetation method used this study was very effective method for plant establishment and stability of slope.

[Key words: revegetation, polyester filament, weathered soil, slope]

I. 서론

도로, 철도, 택지조성등과 같은 각종 건설공사의 절·성토 비탈면은 침식에 대해 저항 및 친환경적으로 보호되어야 한다. 그러나 현재 비탈면 녹화공법은 환경적으로 유해할 뿐만 아니라 시공성과 경제성이 낮은 문제점이 있다. 따라서 친환경적이고 시공성과 경제성이 높은 녹화공법의 개발이 절실하다.

비탈면 녹화공법의 성패는 비탈면의 종류, 비탈면의 지반 및 구배에 따른 적정공법의 선정에 있다. 현재 국내의 풍화토 및 풍화암 등과 같이 식생환경이 불량한 비탈면의 경우는 습식의 고분자계 식생기반재를 압력수로 분사시키는 습식공법이 적용되어 왔고 흘러내림을 방지하기 위해 섬유를 혼합하여 적용해 왔다. 그러나 섬유를 혼입하지 않을 경우, 균질한 식생이 이루어지지 않고, 토양결집력을 보완하기 위해 화학섬유를 혼입할 경우, 섬유가 분해되지 않아 식생을 저해하고 친환경적이지 못한 문제점이 있다. 따라서 식생이 균질하고 침식에 대한 저항성이 클 뿐만 아니라 섬유혼입에 따른 환경상의 유해성을 해결할 수 있는 재료 및 시공법 등의 개발을 필요로 하고 있다.

본 연구는 기존의 풍화토·풍화암 등의 녹화공법에 있어서 식물의 조기 발아를 위한 식생기반재의 영향 및 녹화 후 식생기반재의 탈락 등을 방지하기 위하여 자연분해성 장섬유의 이용에 따른 토양에 미치는 영향 및 피복재의 생분해성에 관하여 연구하였다.

II. 이론적 배경

1 녹화공법의 분류

법면녹화를 위한 식생공법은 종자의 파종에 의한 녹화파종공법(씨뿌리기공법)과 목본류의 식재에 의한 녹화식재공법(나무심기공법), 그리고 직접 비탈면에 때를 심는 초식공법(草植工法) 및 대응때 식생공법 등으로 나눌 수 있는데, 이것을 총칭하여 녹화공법이라고 한다.

2 식생기반재

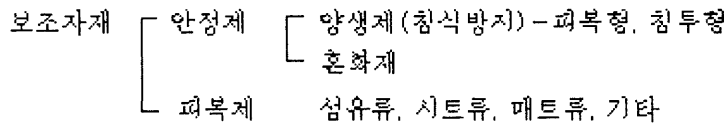
식생기반재는 식물의 생육기반이되는 토양공간으로서, 토양개량재, 비료, 배수자재, 보수재 등을 총칭한다.

각종 훼손지와 암반사면, 건축물의 인공지반, 옹벽, 실내공간 등의 식물생육공간은 지표토양의 교란 및 유실로 토양조건이 열악한 경우가 많다, 이러한 토양의 조건이 열악한 곳 또는 무토양지를 녹화하기 위하여 식생기반재로서의 사용이 요구된다.

3 녹화보조재

녹화보조재는 녹화식물을 녹화목적에 맞게 건전하게 생육할 수 있는 수단으로 활용하고자 하는 목적으로 이용되는 자재이다.

식생공에 사용되는 보조자재는 크게 다음과 같이 구분된다.



4. 생분해성 플라스틱

플라스틱은, 천연수지에 대하여 인공적으로 합성하여 얻어진 고분자물질의 일종으로 그 종류는 대단히 많다. 그러나 플라스틱은 자연환경에서 일반적으로 분해되지 않기 때문에 외관상으로도 나쁠 뿐만 아니라, 환경오염 물질로 인식되고 있다. 따라서 자연환경에서 쉽게 분해되어 환경오염을 일으키지 않는 새로운 소재에 대한 요구에 의해 생긴 것이 생분해성 플라스틱이다.

1) 정의

석유화학 및 고분자화학의 발전에 따라 기존의 나무, 철강 등의 천연소재의 대용품으로 합성플라스틱이 개발되어, 저렴한 가격, 낮은 비중, 뛰어난 성형성 등으로 큰 인기를 끌게 되어 더 이상 플라스틱이 없는 세상을 상상할 수조차 없게 되었다.

하지만, 플라스틱은 자연환경에서 분해되는 데 짧게는 수백년, 일반적으로는 거의 분해되지 않기 때문에 외관상 나쁠 뿐만 아니라, 환경오염의 한 주범으로 인식되고 있다. 따라서 자연환경에서 쉽게 분해가 되어 환경오염문제를 일으키지 않는 새로운 소재에 대한 요구가 높아졌고, 이에 대두되는 것이 “생분해성 플라스틱”이다.

생분해성 플라스틱이란 박테리아, 조류, 곰팡이와 같은 자연에 존재하는 미생물에 의해 물과 이산화탄소 또는 물과 메탄가스로 완전히 분해되는 플라스틱을 말한다.

생분해성 플라스틱은 대체로 전분을 이용하거나 지방족 폴리에스테르를 사용해서 만든다. 전분을 사용하는 방법은 옥수수나 감자를 첨가해서 만들며, '지방족 폴리에스테르'는 생분해성이 없는 '방향족 폴리에스테르'(주로 의류에 사용)의 분자구조 중 벤젠고리 부분을 탄화수소로 대체, 자연환경에서 완전 생분해가 가능하도록 만들고 있다.

전분을 이용한 제품은 가격이 저렴하고 분해성은 뛰어나지만 강도가 약한 단점이 있다. 이에 비해 지방족 폴리에스테르는 가격이 고가이지만, 강도가 높고 가공성이 뛰어나 최근 각광을 받고 있다.

2) 종류 및 특성

생분해성 플라스틱은 사용하는 원료에 따라 천연계 고분자, 화학 합성 고분자, 미생물 생산 고분자 그리고 천연계 고분자와 화학 합성 고분자의 혼용 등 크게 4가지 형태로 분류할 수 있다.

3) 용도

실생활에 사용되고 있는 플라스틱 중, 1회용 포장재 또는 소모성 플라스틱 제품은 생분해성 플라스틱으로 대체가 가능한 것으로 알려져 있다.

Ⅲ. 연구재료 및 방법

1. 연구의 내용 및 범위

본 연구는 풍화토 및 풍화암 비탈면 녹화에 따른 식생기반재 B의 영향 및 자연분해성 장섬유의 생분해성에 대해서 검토하였다.

2. 연구에 이용한 재료

1) 식생기반재 B의 구성 및 성분

본 연구에서 풍화토·풍화암 비탈면 녹화에 적용 시 이용한 식생기반재 B는 식생조건 불량과 탈락등과 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로 그 구성물 및 성분을 [표 3-1] 및 [표 3-2]에 나타내었다. 식생기반재 B는 식생기반재가 비탈면에서의 탈락을 방지하기 위하여 [표 3-1]에 나타낸것과 같이 결합재, 토지개량재 및 유기질비료 등

로 구성되어있다. 또한, 식생기반재 B의 특성으로는 녹화 후 식생기반재의 탈락 등을 방지하기위하여 이용되고 있는 천연섬유(Coир Net), 그린망(차광망) 및 PVC 코팅망 등의 피복재 대응으로 자연분해성 섬유를 식생기반재를 제조시 첨가한 것을 특징으로 하고 있다. 식생기반재 B의 성분은 환경부고시 기준에 적합하며 유해성분 함유량도 기준이하인 것을 이용하였으며, 구성성분인 복합유기질의 성분은 식물의 성장에 필요한 성분이 다량으로 함유되어있어 식물의 비료원으로도 충분한 효과가 있는 것으로 나타났다.

<표 3-1> 식생기반재 B의 구성

재 료	내 용
섬유 결합재	자연분해성 장섬유 아크릴성 라텍스 무기질 재료
토랑개량재 유기질 비료 기 타	코탄 톱밥 또는 제지용 슬러지 복합비료 착색제

<표 3-2> 식생기반재 B의 성분

시험항목	단위	시험결과	기준	시험기준	
유기물함량	%	50.1	15이상	KS K 0434-1991	
염분		0.1	1이하	KS K 0521-2001	
pH		6.8			
유해성분	납(Pb) 카드뮴(Cd) 비소(As) 수은(Hg) 크롬(Cr) 구리(Cu) 아연(Zn) 니켈(Ni)	mg/kg	28.4	150 이하	환경부고시 2000-78
			ND	5 이하	
			ND	50 이하	
			ND	2 이하	
			66.6	300 이하	
			122.0	500 이하	
			201.0	500 이하	
			36.8	50 이하	
항목	단위	함량	항목	단위	함량
비료성분	mg/kg	12,500.0	Mn	mg/kg	538.0
		1,632.6	Fe		19,100.0
		4,500.0	Zn		126.0
		17,600.0	Cu		79.7
		24,700.0	Mo		ND
		<0.01	Cl		96.7
		159,000.0	P ₂ O ₄		2,700.0
		ND	K ₂ O		17,900.0

2) EnPol 수지 IRe-B의 생분해도

본 연구에서 이용한 자연분해성 장섬유는 기존 피복재의 문제점을 해결하기 위하여 호기성미생물을 이용한 콤포스트 조건하에서의 생분해성 시험(ISO 14855) 결과와 15일이 경과하면 90% 이상이 생분해되고 30일 이상 경과하면 거의 100% 생분해되는 지방족 폴리에스테르를 95%이상 함유하는 EnPol 수지 IRe-B (Aliphatic Polyester계)를 원료로 제조하였다.

3) 자연분해성 장섬유의 품질

자연분해성 장섬유는 EnPol 수지 IRe-B를 원료로 하여 제조한 것으로 [표 3-3]에 나타낸 것과 같이 환경적으로 무해한 친환경적인 재료인 것을 이용하였다.

<표 3-3> 자연분해성 장섬유의 품질

시험항목		단위	시험결과	기준	시험기준
인장강도		N/올	28.4		KS K 0521-2001
인장신도		%	66.9		
열중량 분석	Ap	%	99% 이상		환경마크협회 EL 724-2003
유해성분	납(Pb)	mg/kg	ND	150 이하	환경부고시 2000-78
	카드뮴(Cd)		ND	5 이하	
	비소(As)		ND	50 이하	
	수은(Hg)		ND	2 이하	
	크롬(Cr)		ND	300 이하	
	구리(Cu)		ND	500 이하	
	아연(Zn)		ND	500 이하	
	니켈(Ni)		ND	50 이하	

3. 연구 방법

본 연구는 풍화토 및 풍화암 비탈면 녹화공법에 대한 식생기반재 B의 영향과 자연 분해성 장섬유의 생분해도로 구분하여 연구하였다.

1) 풍화토 · 풍화암비탈면 녹화공법에 대한 식생기반재 B의 영향과 자연분해성 장섬유의 생분해도

(1) 자연분해성 장섬유의 사용에 의한 풍화토 · 풍화암비탈면의 토양에 미치는 영향 검토

식생기반재 B의 사용으로 인한 토양 환경에 미치는 영향을 검토하기 위하여 공법시공 후 지역별, 시간경과별 적용지역의 토양을 일정면적(가로×세로×높이=30cm×30cm×30cm)을 채취하여 토양 성분 분석(pH 및 중금속측정)을 실시하여 식생기반재 B가 토양에 미치는 영향을 검토하였다.

(2) 시공 후 식생기반재 B의 비탈면에서의 식생에 의한 부착강도

식생기반재 B로의 시공 후의 비탈면에서의 탈락 및 붕괴에 대한 평가를 검토하기 위하여 시공 후 1개월~18개월이 경과한 비탈면에 대한 부착력강도 측정하여 식생기반재의 탈락 및 붕괴 정도를 검토하였다.

(3) 식생기반재 B 및 자연분해성 장섬유 적용 후 시간경과에 따른 식생 생육효과 검토

식생기반재 B 및 자연분해성 장섬유 적용 후 1개월, 3개월, 12개월, 18개월이 경과한 현장에서 일정 면적(가로×세로×높이=30cm×30cm×30cm)의 비탈면표면을 채취하여 채취한 비탈면표면내의 식생 무게를 측정하여 식생 생육 효과를 검토하였다.

(4) 자연분해성 장섬유의 분해성 검토

자연분해성 장섬유에 대해 시공 후 시간경과에 따른 장섬유의 물리적 특성(인장강도, 열특성분석, FT-IR, 장섬유의 표면사진(SEM) 등)을 측정하여 장섬유의 분해성을 간접적으로 평가하였다.

IV. 실험결과 및 고찰

1. 풍화토 · 풍화암비탈면 녹화공법에 대한 식생기반재 B의 영향과 자연분해성 장섬유의 생분해도

1) 식생기반재 B의 사용에 의한 풍화토 · 풍화암비탈면의 토양에 미치는 영향 검토

풍화토 및 화강암비탈면에 적용하기위해 개발한 식생기반재 B가 비탈면 토양에 미치는 영향을 검토하기 위하여 시공 후 시간경과에 따른 적용현장의 표토층 토양을 채취하여 분석하고 식생기반재 B가 토양에 미치는 영향을 검토하여 그 결과를 [표 4-1]에 나타내었다. 그 결과 식생기반재 B를 적용한 각 토양에서의 유해성분은 기준치 이하의 함량을 나타내어 토양환경에 무해한 것이 확인되었다.

<표 4-1> 식생기반재 B가 토양에 미치는 영향

시 험 항 목		단 위	기준치	1개월	3개월	12개월	18개월
유 해 성 분	Pb(납)	mg/kg	150 이하	28.2	35.9	28.4	39.1
	Cd(카드뮴)		5 이하	ND	ND	ND	ND
	As(비소)		50 이하	ND	ND	ND	ND
	Hg(수은)		2 이하	ND	ND	ND	ND
	Cr(크롬)		300 이하	38.6	110.0	122.0	106.0
	Cu(구리)		500 이하	39.3	42.9	122.0	106.0
	Zn(아연)		500 이하	100.0	125.0	201.0	182.0
	Ni(니켈)		50 이하	19.3	49.6	36.8	28.3

2) 시공 후 식생기반재 B의 비탈면에서의 식생에 의한 부착강도

화강암비탈면의 식생기반재 B의 식생에 의한 비탈면의 부착력을 검토하기 위하여 식생기반재 B의 비탈면에 대한 부착강도를 측정하였다. 식생기반재 B의 식생에 의한 비탈면 부착강도는 시간이 경과함에 따라 증가하는 결과는 나타내어 시공 후 18개월이 경과한 경우에는 18 kg/cm²의 부착강도를 나타내었다. 이와 같은 강도는 보수모르터의 부착강도의 평균값인 15 kg/cm²를 상회하는 값으로 이러한 결과는 자연분해성 장섬유와 결합한 식생기반재 B의 비탈면에 대한 부착과 더불어 식생이 비탈면에 완전히

착근되었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 시공 후 1개월~3개월이 경과한 경우는 10~13 kg/cm²의 부착강도를 나타내었는데 이는 식생기반재 B가 비탈면에 부착 후 식물의 식생이 이루어지는 단계로 식생의 착근이 이루어지면서 부착강도는 증가되는 판단되며, 부착강도가 증가됨에 따라 강우 및 강풍에 의한 식생기반재의 탈락을 방지하여 비탈면의 안정을 기할 수 있는 것으로 나타났다.

3) 식생기반재 B 및 자연분해성 장섬유 적용 후 시간경과에 따른 식생 생육효과 검토

식생기반재 B 및 자연분해성 장섬유의 적용 후 시간경과에 따른 식생 생육효과를 검토하기 위하여 공법적용 후 1개월, 3개월, 12개월, 18개월이 경과한 현장을 선정하여 식생효과를 추적 조사한 결과 시간경과에 따라 적용 18개월까지 식생기반재 B의 탈락 없이 식생이 전체적으로 고르게 발아를 하였으며 공법적용 후 12개월 이상이 경과한 현장은 식생들의 천이가 이루어져 자연환경복원축화가 이루어진 것으로 나타났다.

또한 각 시간경과별 생육정도를 파악하기 위하여 앞의 식생기반재 B에서 설명한 방법으로 시료를 채취하여 생육된 식생의 건조무게를 측정하여 본 결과, 공법적용 후 시간이 경과함에 따라 식생들의 건조 무게도 증가하는 경향을 나타내어 식생기반재 B 및 자연분해성 장섬유의 적용으로 식생이 안정적으로 자생하는 것을 확인하였다.

4) 자연분해성 장섬유의 분해성 검토

풍화토 및 풍화암비탈면 녹화의 기존기술은 식생기반재의 홀리내림 방지 및 지지를 위하여 PVC와이어 네트나 화학섬유 네트를 비탈면에 고정시키는 공법을 이용함으로써 식생의 발아 억제 또는 토양오염 및 폐기물발생 등의 문제를 유발한다. 이에 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위하여 PVC와이어 네트나 화학섬유 네트의 대용으로 자연분해성 장섬유를 개발하여 실제현장에 적용하고 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 생분해도를 검토하였다. 자연분해성 장섬유의 생분해도는 공법적용 현장에서 시료를 채취하여 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 인장강도, 전자현미경분석, 열특성분석, 열중량분석 및 FT-IR 스펙트럼분석을 측정하여 자연분해성 장섬유의 물성변화로 생분해도를 대신하였다. 그 시험 결과는 다음과 같다.

(1) 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 열특성(DSC) 분석

자연분해성 장섬유의 분해가능성을 파악하기 위하여 시공전의 원제품과 공법적용 후 12개월이 경과한 자연분해성 장섬유에 대해 열특성을 분석한 결과, 초기 자연분해

성 장섬유 원제품을 녹이는데 필요한 열량은 77.95J/g이었으나 12개월이 경과한 경우에는 경화가 진행되어 열량이 87.40J/g로 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자연분해성 장섬유는 시간이 경과함에 따라 경화가 진행되면서 분해되기 쉬운 구조로 변화하는 것을 알 수 있다.

(2) 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 인장강도 변화

자연분해성 장섬유의 인장강도 변화로 생분해정도를 간접적으로 파악할 수 있으므로 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 인장강도 측정 결과, 초기 자연분해성 장섬유 원제품의 인장강도 및 인장신율은 28.4N/5cm 및 66.9%를 나타내었으나 시간이 경과함에 따라 강도의 증가와 감소로 12개월이 경과한 경우에는 인장강도 및 인장신율은 각각 14.7N/5cm 및 13.3%를 나타내어 강도가 감소하였다. 인장강도의 경우 초기에 강도가 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 실모양의 고분자섬유는 공법 적용 후 초기에는 경화가 이루어지면서 강도가 증가하는 것이 일반적인 특성으로 이후 인장강도는 다시 감소한다. 이와 같은 인장강도의 감소는 자연분해성 장섬유가 시간이 경과하면서 분해되어 물성에 변화를 일으킨 것에 기인한 것으로 시간이 경과함에 따라 강도의 감소가 증가하는 것은 결국 시간이 경과하면서 자연분해성 장섬유의 분해가 진행되고 있음을 의미한다.

(3) 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 전자현미경관찰

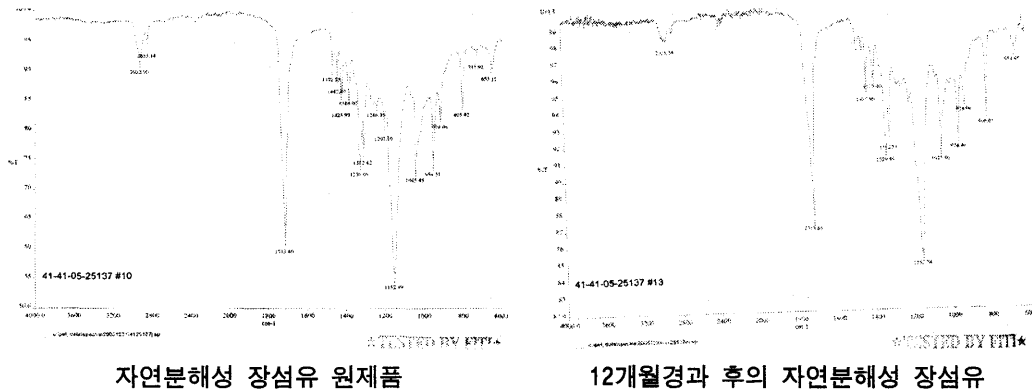
시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 표면특성을 전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰한 결과 자연분해성 장섬유 원제품의 표면은 표면손상이 없이 깨끗한 상태를 유지하고 있으나 시간이 경과함에 따라 자연분해성 장섬유의 표면이 거칠어지면서 분해 흔적이 나타났다. 자연분해성 장섬유 적용 후 3개월이 경과할 때까지는 분해 흔적은 거의 없었으나 시공 후 12개월이 경과한 경우에는 자연분해성 장섬유 표면이 거칠어지는 분해 흔적이 관찰되었다. 이러한 결과로부터 자연분해성 장섬유가 자연상태에서 분해되는 것이 간접적으로 확인되었다.

(4) 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 FT-IR 스펙트럼 분석

자연분해성 장섬유 원제품과 공법적용 후 12개월이 경과한 자연분해성 장섬유에 대하여 FT-IR 스펙트럼을 분석하여 그 결과를 [그림 4-1]에 나타내었다. FT-IR 분석결과를 보면 여러 개의 피크를 볼 수 있는데 2923cm⁻¹ 부근에서 나타나는 피크가 C-H기 특성피크 이고, 1713cm⁻¹ 부근에서 나타나는 피크가 C=O기 특성피크이다. 자연분해성 장섬유 원제품과 시공 후 12개월이 경과한 자연분해성 장섬유와의 투과도 결과를 비

교해보면 시간이 경과함에 따라 C=O기와 C-H기의 투과도가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 투과도의 증가는 가수분해 및 산화에 의하여 C=O기 및 C-H기 결합 고리가 끊어져 분해 되었기 때문에 생기는 현상으로 이러한 결과로부터 자연분해성 장섬유는 시간이 경과함에 따라 자연환경에서 분해되는 것이 확인되었다.

<그림 4-1> 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 FT-IR 스펙트럼 분석



V. 결 론

기존의 풍화토·풍화암 등의 녹화공법에 있어서 식물의 조기 발아를 위한 식생기반재의 영향 및 녹화 후 식생기반재의 탈락 등을 방지하기 위하여 이용되고 있는 천연섬유(Coir Net), 그린망(차광망) 및 PVC 코팅망 등의 피복재 사용 시 발생하는 토양오염 및 폐기물발생 등의 문제점을 해결하기 위하여 자연분해성 섬유를 이용하여 개발한 자연분해성 장섬유의 이용에 따른 토양에 미치는 영향 및 피복재의 생분해성에 관하여 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 풍화토·풍화암비탈면 녹화공법에 대한 식생기반재 B의 영향과 자연분해성 장섬유의 생분해도

- 1) 식생기반재 B가 비탈면 토양에 미치는 영향을 검토하기 위하여, 시공 후 시간경과에 따른 적용현장의 표토층 토양을 채취하여 분석하고 식생기반재 B가 토양에 미치는 영향을 검토한 결과, 식생기반재 B를 적용한 각 토양에서의 유해성분은 기준치 이하의 함량을 나타내어 토양환경에 무해한 것이 확인되었다.

- 2) 식생기반재 B의 식생에 의한 비탈면의 부착력을 검토한 결과, 식생에 의한 비탈면 부착강도는 시간이 경과함에 따라 증가하는 결과는 나타내어 시공 후 18개월이 경과한 경우에는 18 kg/cm^2 의 부착강도를 나타내었다. 이러한 결과는 자연분해성 장섬유와 결합한 식생기반재 B의 비탈면에 대한 부착과 더불어 식생이 비탈면에 완전히 착근되었기 때문인 것으로 판단되며, 부착강도가 증가됨에 따라 강우 및 강풍에 의한 식생기반재의 탈락을 방지하여 비탈면의 안정을 기할 수 있는 것으로 나타났다.
- 3) 식생기반재 B 및 자연분해성 장섬유를 적용한 지역의 시간경과에 따른 효과를 보면 적용 18개월까지 식생기반재 B의 탈락 없이 식생이 전체적으로 고르게 발아를 하였으며 공법적용 후 12개월 이상이 경과한 현장은 식생들의 천이가 이루어져 자연환경복원녹화가 이루어진 것으로 나타났다.
- 4) 자연분해성 장섬유의 생분해성을 검토하기 위하여 장섬유를 적용한 현장에서 적용 후 1개월, 3개월, 12개월이 경과한 장섬유를 채취하여 시간경과에 따른 인장강도, 전자현미경분석, 열특성분석, 열중량분석 및 FT-IR 스펙트럼분석을 실시하고, 장섬유의 물성변화로 생분해도를 대신 검토한 결과, 다음과 같은 결과를 얻었다.
 - (1) 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 열특성(DSC) 분석
시공전의 원제품과 공법적용 후 12개월이 경과한 자연분해성 장섬유에 대해 열특성을 분석하여 그 결과, 초기 자연분해성 장섬유 원제품을 녹이는데 필요한 열량은 77.95J/g 이었으나 12개월이 경과한 경우에는 경화가 진행되어 열량이 87.40J/g 로 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 부터 자연분해성 장섬유는 시간이 경과함에 따라 경화가 진행되면서 분해되기 쉬운 구조로 변화하는 것을 알 수 있다.
 - (2) 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 인장강도 변화
시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 인장강도를 측정하여 결과, 초기 자연분해성 장섬유 원제품의 인장강도는 28.4N/5cm 이었으나, 12개월이 경과한 경우에는 14.7N/5cm 로 강도가 감소하였다. 이와 같은 인장강도의 감소는 자연분해성 장섬유의 분해가 진행되고 있음을 의미한다.
 - (3) 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 전자현미경관찰
시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 표면특성을 전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰한 결과, 장섬유 원제품의 표면은 표면손상이 없이 깨끗한 상태를 유지하고 있으나 시공 후 12개월이 경과한 경우에는 자연분해성 장섬유 표면이 거칠어지는 분해흔적이 관찰되었다. 이러한 결과로부터 자연분해성 장

섬유가 자연상태에서 분해되는 것이 간접적으로 확인되었다.

(4) 시간경과에 따른 자연분해성 장섬유의 FT-IR 스펙트럼 분석

자연분해성 장섬유 원제품과 공법적용 후 12개월이 경과한 자연분해성 장섬유에 대하여 FT-IR 스펙트럼을 분석한 결과, 시간이 경과함에 따라 C=O기와 C-H기의 투과도가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이러한 투과도의 증가는 가수분해 및 산화에 의하여 C=O기 및 C-H기 결합 고리가 끊어져 분해되었기 때문에 생기는 현상으로 이러한 결과로부터 자연분해성 장섬유는 시간이 경과함에 따라 자연환경에서 분해되는 것이 확인되었다.

참 고 문 헌

1. 금탑조경(1995), “암반사면의 한국형 녹화공법“
2. 김경훈(1999), “삼림표토층을 이용한 종비토뿔어붙이기용 녹화토의 조제와 시공 효과“, 서울대학교 박사학위논문.
3. 김남춘(1998), “경관훼손지의 생태적 복구방안에 관한 연구“, 「한국환경복원녹화기술 학회지」, 1(1), pp. 28-44.
4. 김남춘(1998), “사면 녹화공법의 최신경향 및 사례“, 「환경과 조경」, 130, pp.120-125.
5. 김수현(1998), “지방족 폴리에스터/전분 생분해성 복합재료“
6. 남상준(1998), “SF자연표토복원공법“, 제6회 추계 심포지움 논문집, 조경신기술 및 소재활용, 「한국조경사회」, pp. 55-70.
7. 우보명(2003), 「훼손지 환경녹화공학」, 서울대출판부.
8. 이종학(1999), “사면 안정공법의 평가“, 「환경과 조경」, 130, pp. 114-119.
9. 장필상(1997), “생분해성 폴리에스터 공중합체의 합성과 물성에 관한 연구“
10. 전근우, 차두송, 조구현(2003), 「산림공학의 이해」, 강원대학교 출판부.
11. 농업기반공사(2004), 「친환경 사면보호공 설계 및 시공 실무요령 정립(Ⅰ)」
12. 플라스틱 사이언스(1992), “생분해성 플라스틱 제품과 가공성“, 12월호
13. 한국도로공사(1999), 「암절토부 녹화공법 연구」

논문접수일 : 2007년 9월 15일

심사의뢰일 : 2007년 9월 20일

심사완료일 : 2007년 10월 20일