

# ex - spray

화강풍화토 비탈면 녹화공법





# ex - spray

## 화강풍화토 비탈면 녹화공법

- ▶ 화강풍화토(마사토) 비탈면의 세굴 및 침식을 예방하기 위한 공법으로
- ▶ 성능이 검증된 침식방지 안정제와 유기질비료를 기타재료와 혼합후 에어 스프레이건을 사용하여 취부하는 종자 뿜어붙이기 공법
  - 특허공법 : 제 10-1350487호(특허권자 : 한국도로공사)
  - 상표출원 : 제 45-2013-0004347호(2013. 8.6)

ex - spray



# 화강풍화토 문제점

## 화강풍화토(마사토)?

- ▶ 화강암의 풍화작용으로 생성된 흙
  - 조성광물 함유량과 풍화정도에 따라 공학적 성질이 크게 달라짐
  - 주요성분 : 석영, 장석, 운모, 유색광물
- ▶ 국내 비탈면의 약 60% 차지함



화강암

풍화작용



화강풍화토(마사토)

## 특징 및 문제점

- ▶ 물과 접촉하면 안정성이 급격히 저하
  - 우기 시 세굴 및 침식이 심각하게 발생
- ▶ 토양 내 유기물 함량 등이 낮아 척박하고, 쉽게 건조해짐
  - 식생불량으로 인한 생태복원 곤란
- ▶ 공용노선 사면피해 발생 → 교통차단 및 재해복구비 과다 투입
- ▶ 지속되는 설계변경으로 인한 공사비 증액



# 공법 비교

## 공법비교

구분	Seed spray + 거적덮기	ex - Spray (형식-1, 형식-2 <sup>1)</sup> )	얇은식생기반재 봄어붙이기(t=3cm)	
시공개요	<p>종자와 피복제, 침식방지 안정제, 비료, 색소 등을 물과 혼합 후 고압펌프를 사용하여 비탈면에 봄어 붙인 후, 그 위에 짚으로 짠 거적을 덮는 공법</p> 	<p>성능이 검증된 침식방지 안정제와 종자, 피복제, 비료, 색소 등을 물과 혼합 후 고압펌프와 전용 에어스프레이건을 사용하여 비탈면에 봄어붙이는 공법</p> 	<p>식물의 자연생육이 곤란한 비탈면에 일정한 품질로 제조된 식생기반재와 함께 종자, 비료 등을 주로 습식으로 봄어붙이는 공법</p> 	
적용범위	보통토사	보통토사 화강풍화토(마사토)	화강풍화토(마사토), 경질토사, 리핑암	
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공사비 저렴</li> <li>- 시공성 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 침식 및 세굴방지 효과 우수</li> <li>- 유기질비료의 양분공급으로 지속적인 성장유도</li> <li>- 공사비 저렴, 시공성 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 침식 및 세굴방지효과 우수</li> <li>- 인공 식생기반 조성으로 조기녹화 가능</li> </ul>	
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우기시 세굴 및 침식 현상발생</li> <li>- 건조 척박한 토양에서 발아율 저조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 리핑암 구간 사용 제한적 (뿌리의 신장이 곤란)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공사비 고가</li> <li>- 식생기반재의 물성에 따른 영향이 큼</li> </ul>	
주요 재료	침식 방지 안정제	합성접착제 (CMS)	천연접착제 (식물섬유소 <sup>2)</sup> )	다양한 합성접착제 (CMS 등)
	비료	복합비료	· 형식-1 : 복합비료 · 형식-2 : 복합+유기질비료 <sup>3)</sup>	유·무기질계 토양개량제 및 비료
분사방식	소방호스 노즐	에어 스프레이건 (회전판+압축공기)	고압분사용 기기	
공사비(원/㎡)	3,500	· 형식-1 : 3,064 · 형식-2 : 4,219	22,506	
증감	-	· 형식-1 : 감 436 (12.4% ↓) · 형식-2 : 증 719 (20.5% ↑)	증 19,006 (543.0% ↑)	

- 1) **ex-spray** (형식-2)는 복합비료와 부속유기질비료를 혼합·사용하여, 거적덮기를 시행함.
- 2) 식물섬유소는 물과 반응하여 겔(gel)화 됨으로써 토사 유실을 방지할 뿐만 아니라, 물을 흡수하면 약 30배의 수분보유와 팽창능력이 있어, 건조 척박한 토양에서도 식물에 최적의 성장환경을 제공할 수 있음.
- 3) 부속유기질비료는 식물에 장기간 동안 지속적으로 양분을 공급하여 안정적인 식생 생육기반을 형성할 뿐만 아니라, 비탈면의 피복효과를 증대시키는 장점이 있음.

## 분사방식

기존공법(seed spray)	개발공법(ex-spray)
	
소방호스 노즐 조작	에어 스프레이 건(회전판 + 압축공기)

- ▶ 기존방법은 작업자가 소방호스를 비틀면서 녹화재료를 분사하는 것으로 불균일한 피복으로 인해 침식방지 성능이 저하되는 문제점이 있음.
- ▶ 에어 스프레이건을 사용하여 분사하는 개선방법은 건(GUN)의 몸체부에 회전판과 압축공기 공급부를 형성하여 점착성이 증가한 녹화재료를 분쇄 살포함으로써 비탈면에 균일하게 취부할수 있을 뿐만 아니라 작업자의 숙련도 영향을 최소화 할수 있는 장점이 있음.

### [ ex - Spray 공법 재료 배합량 예시 ]

단위: g/m<sup>2</sup>

구분	물	종자	피복제	비료	침식방지안정제 (식물섬유소)	색소
<b>ex-Spray</b> (형식-1)	5~6L	25	180	· 복합비료 : 100	40	2
<b>ex-Spray</b> (형식-2)	5~6L	25	180	· 복합비료 : 50 · 부속유기질비료 : 200	40	2

# 시공 FLOW

## 01

### 현장조사 및 준비

- 현장조사(토양경도, 산도 및 습도)
- 시공계획 수립 및 자재준비



## 02

### 시공면 확인

- 흘러내리거나 느슨한 토사, 걸친 돌, 소단부 퇴적토사 제거 상태
- 가배수시설(토사다이크 등) 설치 상태, 쌓기 비탈면 다짐상태 등
- 비탈면 건조 상태 확인 및 건조 시 작업전 1~3L/m<sup>2</sup> 살수





# 03

## 재료혼합

- 먼저, 물·종자·피복제·비료를 10분이상 혼합
- 침식방지안정제는 2~3회 나누어 교반탱크 안에 흩뿌려 멩치지 않도록 충분히 혼합
- 마지막에 색소를 투입하여 혼합 완료



# 04

## 뽀어붙이기 작업

- 전용 에어스프레이 건(회전판 + 압축공기)을 사용
- 상부에서부터 시작해서 비탈면 전체를 여러번 균일하게 취부
- 식생 피복층이 흘러내린 구간은 수분이 건조된 후 보완시공



# 05

## 거적덮기

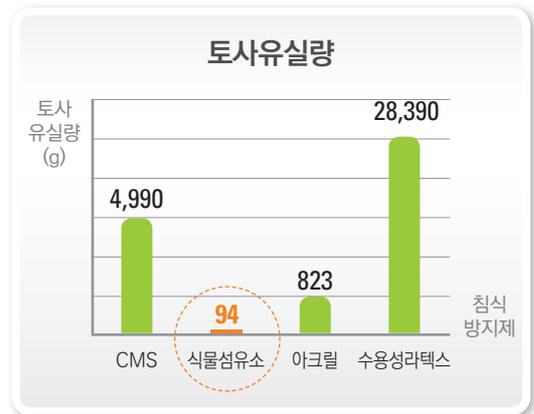
- 식생 피복층이 완전히 건조된 후 거적덮기 시행
- 기 시공된 피복층이 작업자에 의해 훼손되는 일이 없도록 철저히 주의
- 비탈면 상·하부와 적정한 지점에 핀으로 거적이 바람에 날리지 않도록 고정



# 인공강우 모형실험

## 재료성능 비교실험

- ▶ 재료별 성능 비교 : 총 8개 종류
  - 침식방지제 4개, 피복제 2개, 비료 2개
- ▶ 실험방법 : 인공강우 실험 (모형실험구)
  - 강우강도 : 140mm/hr (100년 빈도 : 120mm)
  - 측정항목 : 토사유실량
- ▶ 실험결과 : 재료마다 성능 차이가 큼
  - 침식방지제 : 식물섬유소
  - 피복제 : 제지



재료개량 및 혼합



혼합재료 취부



혼합재료 취부



✓ “최적의 재료 및 혼합비 발굴”



## 01

### 충주~제천간 고속도로 건설공사 제5공구

- 위치 : 제천분기점 R-E 0+420 ~ 0+500
- 일자·면적 : 2012. 8.2 ~ 8.3 / 500m<sup>2</sup>
- 모니터링 결과 : 강우량 465mm (일 최대 87.5mm)  
- 토사유실량 83% 감소



[ Ex-spray② (식물섬유소+유기질비료) ]



[ Seed-spray (CMS+복합비료) ]

# 시험시공

02

## 음성~충주간 고속도로 건설공사 제1공구

- 위치 : 본선 Sta. 2+400 ~ 600(평택방향)
- 일자 / 면 적 : 2013. 4.11 ~ 4.12 / 1,000m<sup>2</sup>
- 모니터링 결과 : 강우량 830mm (일 최대 118.5mm)  
- 식생피복율 2.4배 증가, 출현종수 5.3배 증가

시공 3개월 후



[ 인접구간 녹화 전경 (Seed+거적) ]



[ 인접구간 녹화 전경 (식생네트) ]

# 03

## 담양~성산간 고속도로 건설공사 제3공구

- 위치 : 본선 Sta. 4+910 ~ 5+030(대구방향)
- 일자 / 면 적 : 2013. 4.9 ~ 4.10 / 1,000㎡
- 모니터링 결과 : 강우량 1,006mm (일 최대 178mm)  
- 식생피복율 1.3배 증가, 출현종수 3.4배 증가

