

P N M 소일 네 일 공 법

(선 단 확 장 형 소 일 네 일 공 법)



(주)토암지오텍
Tow Arm Geotech

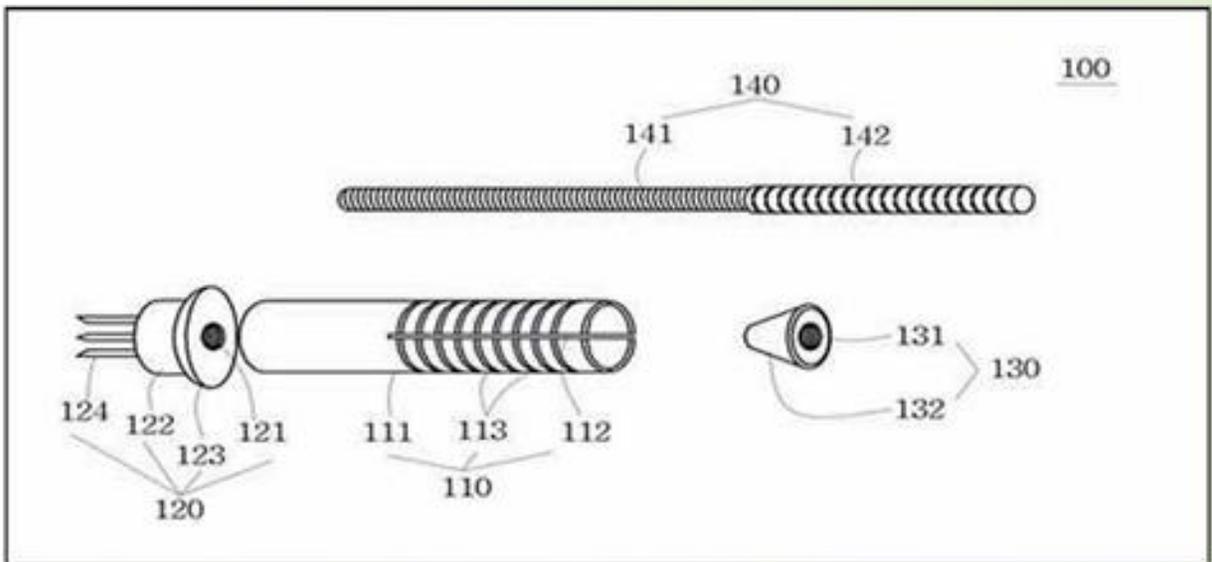
공법 개요

- ▶ 토사층 및 암반층에 전단력과 인장력을 동시에 증가시킬 수 있는 쏘일 네일링 구조체로 선단부에 콘 형태의 확장형 앵커부를 장치하여 부착력 증가와 인발 저항력을 증가시켜 변위를 억제하고 이완을 줄여 사면의 안정성을 확보하는 **신개념 공법**.
- ▶ 공법의 시공은 네일 본체를 간단히 회전시켜 별도의 공정 없이 천공홀 공벽과 네일링 선단부가 공벽에 밀착되게 하고 네일 선단부에 확장형 앵커체를 부착하여 프리텐션 도입을 가능케 하였으며 프리텐션 도입시 앵커체가 확장하여 강력한 정착력을 발휘할 수 있도록 고안된 간편한 **신공법**.



공법 특징

공법의 구성품



공법	구분	특징	효과
PNM공법 구성품	보강재	락볼트 철근(D25~29mm)	편리성
	확장형 날개	압축응력(수평쇄기력), 인장력 작용	안전성
	확장형 날개	인발저항력 증가로 시공공수 감소	경제성
	확장형 콘	선단 확장형 콘	복합지반 적용가능

공법 특징

공법의 특징

- ▶ 콘 모양의 앵커부를 도입하여 앵커 몸체에 의한 인장력과 전단력을 동시에 증가시켜 보강 효과가 2배 이상 크게 작용 ⇒ **활동 파괴의 억지효과 우수**
- ▶ 콘 모양의 날개를 확장시켜 앵커 몸체 선단이 천공홀에 정착 되도록 하고 네일에 프리텐션을 주어 Grouting을 실시하여 전단력과 인장력을 동시에 주어 장기적인 보강효과 우수 ⇒ **인장력을 항구적으로 동시에 주어 장기적인 보강효과 우수**
- ▶ 기존 Soil Nailing공법에 비하여 1본당 인발저항력이 크므로 보강재의 설치 간격을 넓게 확보하여 시공 가능 ⇒ **경제성이 우수하고 시공성이 좋다**
- ▶ 기존 Soil Nailing공법에 없는 정착부가 있어 토사층이나 암반층에 자유롭게 적용 가능 ⇒ **복합지반이나 암반층에 적용가능 하며 안전성 우수**
- ▶ 확장형 앵커체로 복합지반 및 암반층 적용가능
⇒ **사면보강 현장 적용성이 좋다.**

구분	PNM공법 Soil Nailing
개요도	<p style="text-align: center;">상세 C</p> <p style="text-align: center;">내하체조립도(확장 전) 내하체정착도(확장 후)</p>
개요	<p>PNM공법 Soil Nailing은 중력식 Soil Nailing의 정착효과를 극대화 시키고자 지중에 내하체를 장착하여 선단부에 확장형 날개가 퍼지면서 네일날개에 의한 정착암반의 지압저항력과 그라우트의 주입에 의한 원지반의 전단강도를 향상시키는 공법임.</p>
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 그라우트의 지압력과 네일날개에 의한 저항력이 동시에 작용함. • 지중에 절리가 존재하거나 연약지반의 경우에도 매우 효과적임. • 시공방법이 간편하고 시공효과가 확실하며 일반중력식, 가압식의 단점을 보완한 공법임 • 네일의 효과확인이 다른공법보다 빠르다. • motar의 진행성파괴에 따른 인발위험성이 없음. • 정착부에 요수가 있을시 motar의 품질열화(劣化)를 촉진시켜 정착불량이 생기지 않는다. • 인발저항력의 증대로인해(30%이상) 단위면적당 네일수 감소가 발생하므로 공사비 절감효과가 발생한다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 그라우팅 충진 및 정착날개의 정착확인(네일철근의 회전)을 반드시 확인해야함.

PNM Soil Nailing 공법 기본원리

Soil Nailing 공법

굴착면에 대한 현위치 보강공법으로서 Nail 이라 불리는 인장응력, 전단응력 및 휨 모멘트에 저항할수 있는 보강재를 프리스트레싱 주며, 비교적 촘촘한 간격으로 삽입후에 단면판을 설치하며 원지반의 전체적인 전단강도 증대 및 발생 변위를 최대한 억제하고 굴착공사 도중이나 완료 후에 예상되는 이완을 억제하는 공법이다.

PNM Soil Nailing 적용지반

Soil Nailing 공법이 적용되는 지반은 점성토, 풍화토, 풍화암 및 연암에 이르기까지 거의 모든 지반에 적용이 가능함.

그러나 붕괴되지 않고 최소한 1m이상 수직으로 굴착 가능한 지반이어야 한다. 특히 점착력이 거의 없는 느슨한 모래지반의 경우 또는 비배수 전단강도 이하인 매우 연약한 점성토 지반의 경우에는 적용이 불가능하다. 상향천공 및 시공도 가능한 Nailing 공법임.

PNM Soil Nailing 적용분야

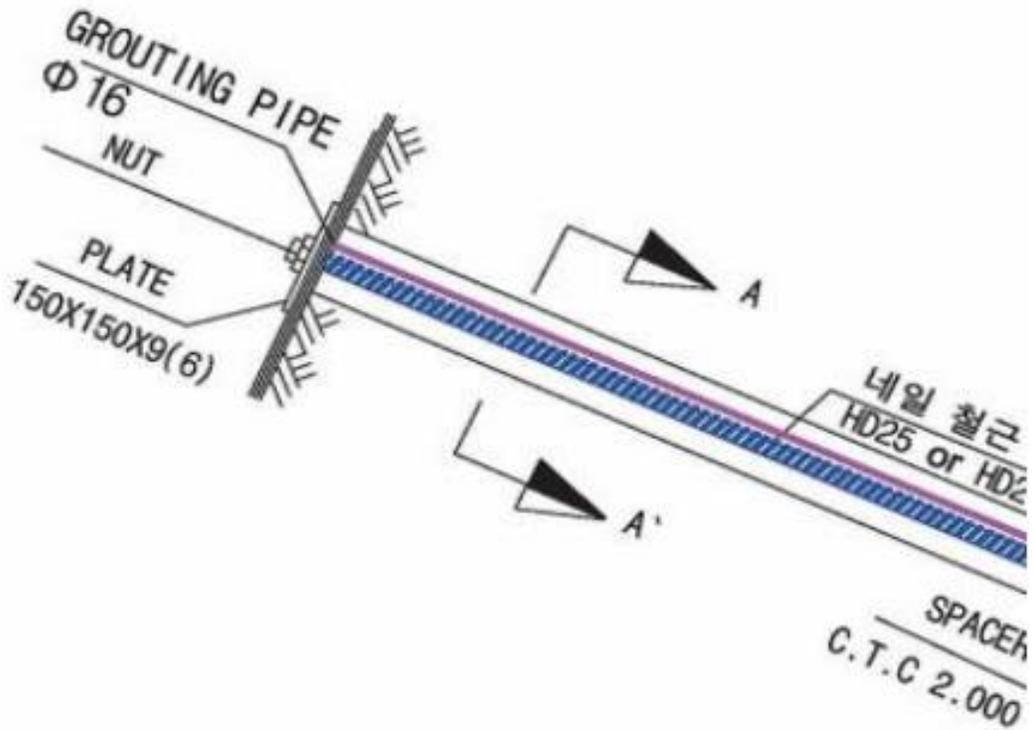
Soil Nailing은 주로 철도 및 도로에 인접한 자연 및 인공사면 보강, 지하구조물 및 터널 등과 같은 토목관련 시설물 축조에 필요한 법면 절취 및 굴착 지보제로 주로 이용된다.

시공 사례

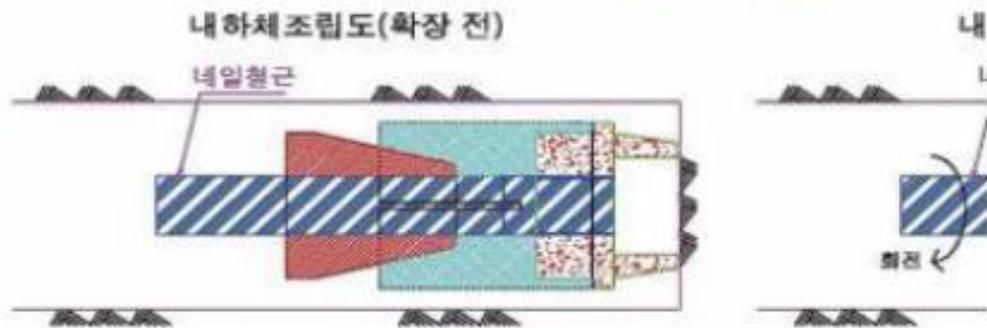


공법 상세도

PNM NAIL
(Pretension Nail)



상세 C

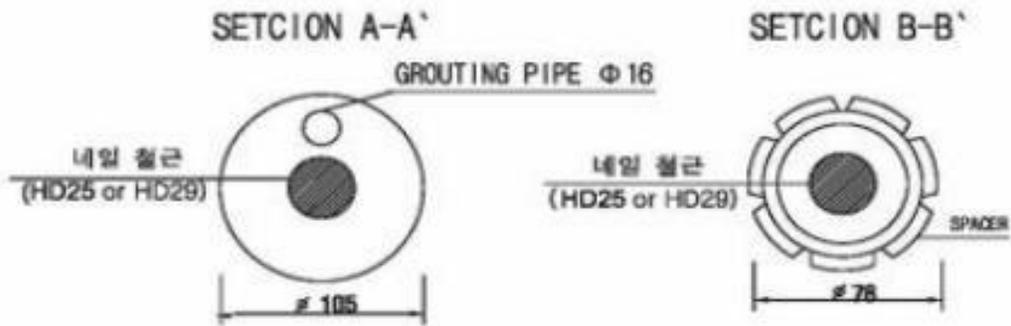


PNM Nail	내 하 체 (m/m)		천공경 m/m	조립길이 m/m	확장길이
	조 립 경	확 장 경			
	55-65	120	105	600	500

II 상세도
(Nailing Method)

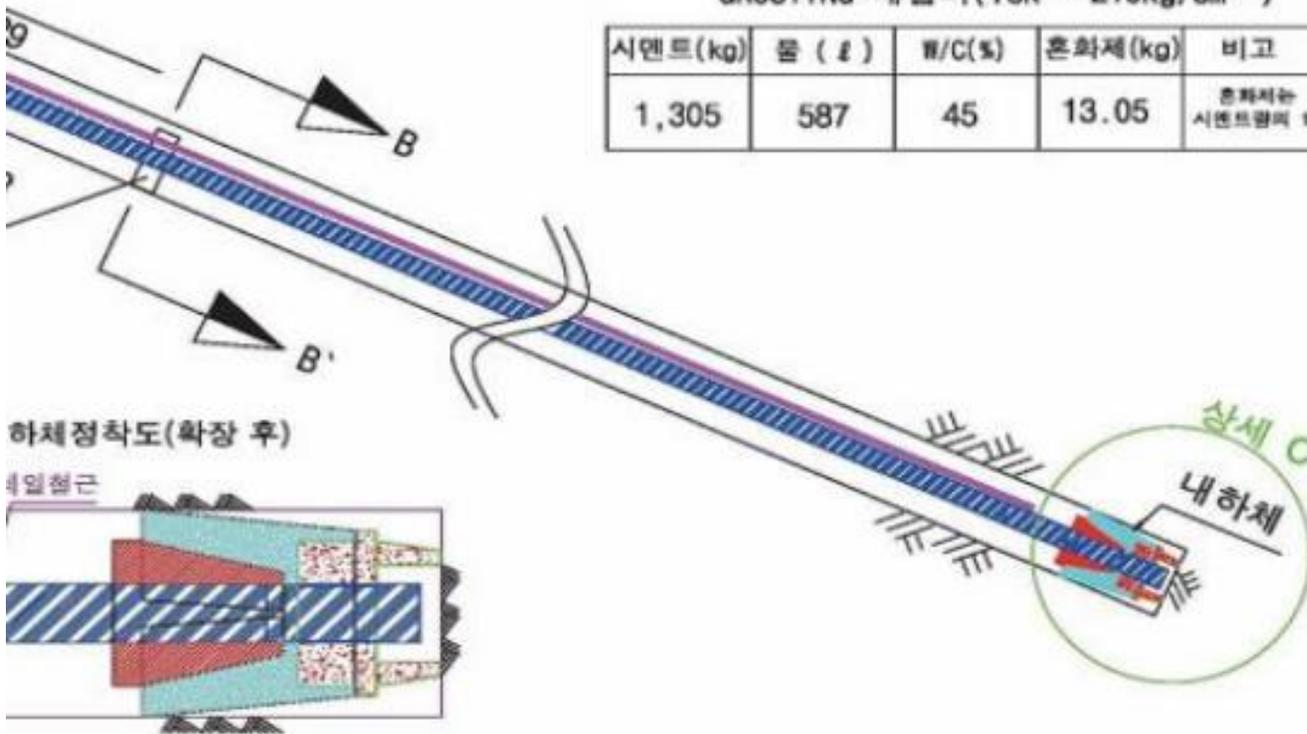
SCALE = NONE

단면도



GROUTING 배합비 (fck = 210kg/cm²)

시멘트(kg)	물 (ℓ)	W/C(%)	혼화제(kg)	비고
1,305	587	45	13.05	혼화제는 시멘트량의 1%



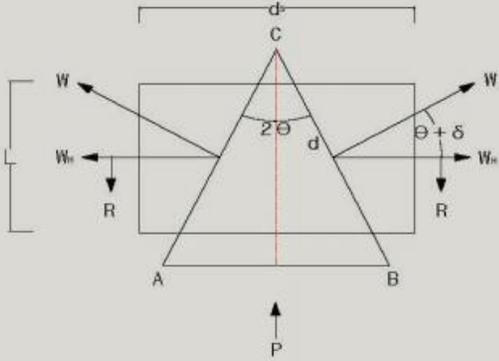
m/m	철근 29m/m	비고
	1	

- NOTE
1. 그라우팅은 천공경에 내일삽입후 내하체정착과 동시에 실시하여야 한다.
 2. 그라우팅 파이프는 내일길이와 같이 설치하여야 하며 그라우팅시 공극이 발생하지 않도록 실시하여야 한다.

공법PNM 공법의 인발저항력

인발저항력 비교

구 분	단위중량	점 착 력	내부마찰각	비 고
토 사	1.8(t/m ³)	1.5(t/m ²)	30(°)	천공 : 105mm, 천공심도 : 10m

중력식 소일네일	PNM 공법
<p>인발저항력 (P) = 주면마찰저항력×천공경체적 = 4(kg/cm²)×3.14×0.105×10 = 13.2tonf (132kN) (그라우트 지반의 마찰력)</p>	<p>인발저항력 (P1) = 주면마찰저항력×천공경체적 = 4(kg/cm²)×3.14×0.105×9.4 = 12.4tonf (124kN) (그라우트 지반의 마찰력)</p> <p>확장형날개에 의한 인발력 (P2)</p>  <p>P에 의하여 나타나는 WEDGE의 힘</p>

인발저항력 비교

중력식 소일네일	PNM 공법
<p>인발저항력 (P) = 주면마찰저항력×천공경체적 = 4(kg/cm²)×3.14×0.105×10 = 13.2tonf (132kN) (그라우트 지반의 마찰력)</p>	<p>확장형날개에 의한 인발력 (P2) - .PNM 확장체 힘의관계</p> <p>1.뺨기력 W $W = P / (2 \times \sin(\theta + \delta)) = 10 / (2 \times \sin(5 + 20))$ = 11.8 ton (118KN)</p> <p>2.뺨기수평력 Wh $Wh = W \times \cos(\theta + \delta) = 11.8 \times \cos(5 + 20)$ = 10.7ton(107KN)</p> <p>3.벽면전단저항 R $R = f \times Wh = 0.577 \times 10.7 = 6.2 \text{ ton (62KN)}$</p> <p>여기서, P = 10 : 설계하중, ton 2θ = 10 : 확장날개의 두정각 (°) δ = 20 : 벽면마찰각 = 2/3×φ (°) φ = 30 : 내부마찰각 (°) f = 0.577 : 마찰계수 = tanφ</p> <p>∴ 인발저항력 (P) = P1(그라우트마찰력) +P2 (벽면전단저항력) = 12.4ton+6.2ton = 18.6 ton = 186KN</p> <p>- . 시공공수는 중력식에 비해 30~40% 정도 감소효과가 기대됨.</p>

중력식공법과 PNM공법 비교

공법 비교

중력식 공법	PNM 공법
<ul style="list-style-type: none"> - 시공방법이 매우 간편하다. - NAIL 간격이 매우 좁아 부분적인 파괴에는 유리하다. - 자재 조합이 간단하다. - 용수발생지역, 진행성파괴, Motar 강도 저하에 매우 민감하다. - 자재,시공방법이 간편한 반면 품질관리가 매우 어렵다. - 시공공수가 많아 비경제적이다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 그라우트의 지압력과 앵커날개에 의한 저항력이 동시에 작용한다. - 지중에 절리가 존재하거나 연약지반인 경우에도 중력식에 비해 매우 효과적임. - 인발저항력 증대로 인해 단위면적당 네일수가 감소되므로 인해 경제적이다. - 용수발생지역, 진행성파괴, Motar 강도 저하에 중력식에 비해 효과적이다. - 그라우트 충전및 확장날개의 정착확인은 반드시 해야한다.

력개발기술의 효과 및 활용

선단 확장 앵커형 네일공법은 사면에 천공후 기계식 저항체를 선단에 위치시켜 확장시킴으로서 앵커의 저항력을 발휘할 수 있기 때문에 토사지반 뿐만 아니라 암반에서도 탁월한 보강효과를 발휘하는 특성을 갖고있다.

기술적 측면

- 기계식 선단 확장 앵커력 발휘 기술 확보
- 반 영구적인 보강 효과 확보
- 토사뿐만 아니라 암반에서 적용 가능
- 단순한 조작으로 설치가능하므로 시공성 향상

경제적 측면

- 보강 주입재의 절약에 기여
- 단순한 시공성 확보로 생산성 향상 및 비용절감 기대
- 반 영구적인 보강력 유지로 원가 절감 효과 발생

활용 방안

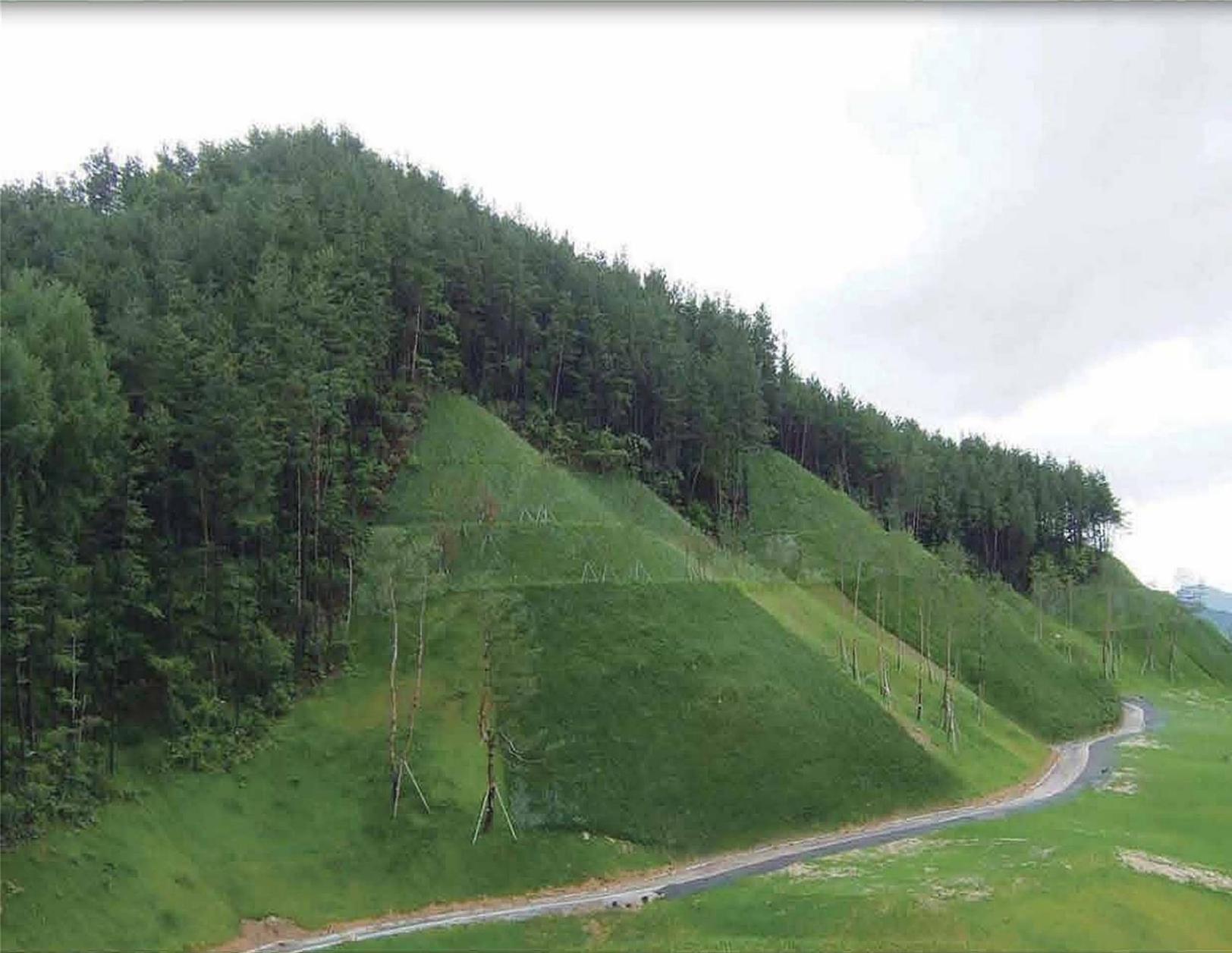
- 반 영구적인 기계식 선단확장 앵커력 요구 사면
- 토사 및 암반지반 적용
- 기존 공법의 문제점 개선방안 제공

MEMO

MEMO

■ 전문건설업 (보링그라우팅 공사업)

1. 사면보강 설계 및 시공(영구앵커, 락볼트, 소일네일등)
2. 지반보강 설계 및 시공(그라우팅공법)



(주)토암지오텍
Tow Arm Geotech

서울특별시 강동구 고덕비즈밸리로 26
강동U1센터 A동 1902호

Tel. 02-6485-3674

Fax. 02-6486-3674

E-mail. ta3674@naver.com