

재활용 PE 패널을 이용하여 전면벽체를 구성하는 프리텐션 쏘일네일 공법(RPSN 공법)

건설교통부 신기술 지정 제479호(보관기간 3년, 2005년 12월 12~2008년 12월 11일)

자료제공 : 최영근

아이콘텍 대표이사, 토질 및 기초기술사

1. 신기술의 내용

가. 기술개발 배경

쏘일네일링 공법은 국내의 경우 1993년 가시설 흙막이 벽체에 처음으로 적용된 이후 주로 사면보강 및 지반굴착분야 등에 그 적용성이 더욱 확대되고 있는 공법이나, 도심지 지하굴착 공사에 있어서는 인접구조물에 대한 영향 및 굴착으로 인한 지반과 벽체의 과대 변형이 중요한 문제점으로 대두되고 있다. 또한, 전면벽체의 형성시 사용되는 숏크리트는 환경적인 측면에서도 사용량을 줄이는 것이 사회

적으로 요구되어지고 있다. 결국 기존의 쏘일네일공법이 지니고 있는 단점을 보완하여 더 진보된 기술 개발이 요구된다.

나. 신기술의 개요

건설 신기술 지정 제479호로 지정된 프리텐션 쏘일네일 시스템은 쉬스관(1~2m)을 네일 두부에 설치하여 1차 그라우트 주입시 자유장을 형성할 수 있도록 하였으며, 그라우트체의 압축성을 향상시키기 위하여 네일의 선단부에 정착헤드를 장착한 후 네일에 프리텐션을 가함으로 네일과 원지반사이의 주면마찰력과 그

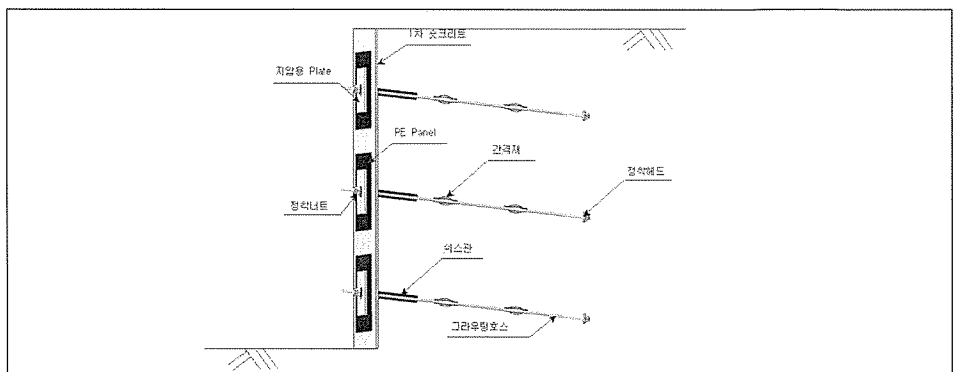


그림 1. 프리텐션 쏘일네일 개요도

라우트에 발생할 수 있는 인장 파괴에 대한 안정성을 크게 향상시킬 수 있도록 하였고, 또한 2차 슛크리트를 재활용 PE 패널로 대체하여 시공성과 경제성을 향상시키는 공법이다.

다. 신기술의 이론적 배경

- Shen(1978), Stocker(1979), Gassler(1983), Schlosser(1983) 등에 의한 이론 정립

☞ 안전성 검토 이론식

(1) 주동형태(Active type)

$$F_s = \frac{\text{resisting force} + T_N \tan \phi}{\text{driving force} - T_s}$$

(2) 수동형태(Passive type)

$$F_s = \frac{\text{resisting force} + T_N \tan \phi + T_s}{\text{driving force}}$$

여기서,

TN = 절편에 작용하는 힘의 수직요소,

TS = 절편에 작용하는 힘의 전단요소

- 동일한 TS 값을 위식 (1), (2)에 대입한다면 주동형태의 안전율 값이 수동형태보다 큼
- 일반쏘일네일공법 · 수동형태, 프리텐션 쏘일네일공 · 주동형태
- 주동형태의 보강공법이 안정성 측면에서 우수함

☞ 프리텐션 적용 → 흙의 조밀화 현상 →

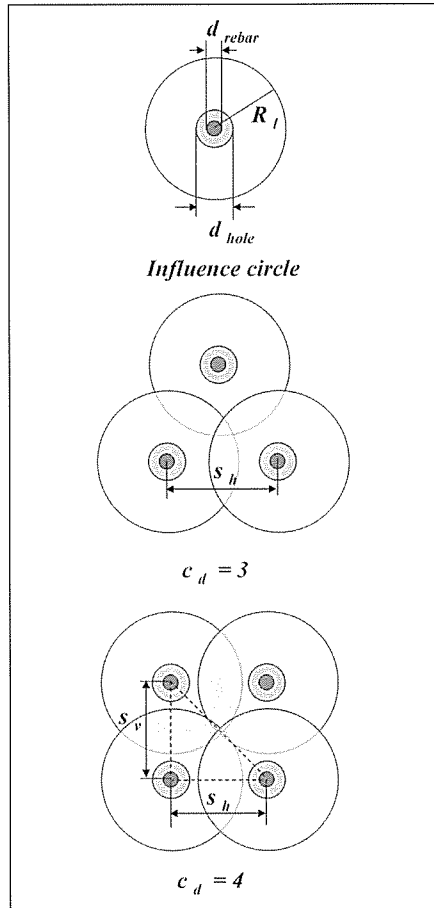


그림 2. 영향원의 중첩효과

흙의 전단강도 증가 → 안전율 증가

$$\phi_{den} = \phi + \Delta \phi$$

$$\Delta \phi = \frac{C_d}{S_h / d_{hole}} \cdot \frac{\phi^4}{10^6}$$

ϕ : 원지반 흙의 내부마찰각,

$\Delta \phi$: 흙의 내부마찰각 증가분

C_d : 중첩되는 영향원의 수,

ϕ_{den} : 흙의 증가된 내부마찰각

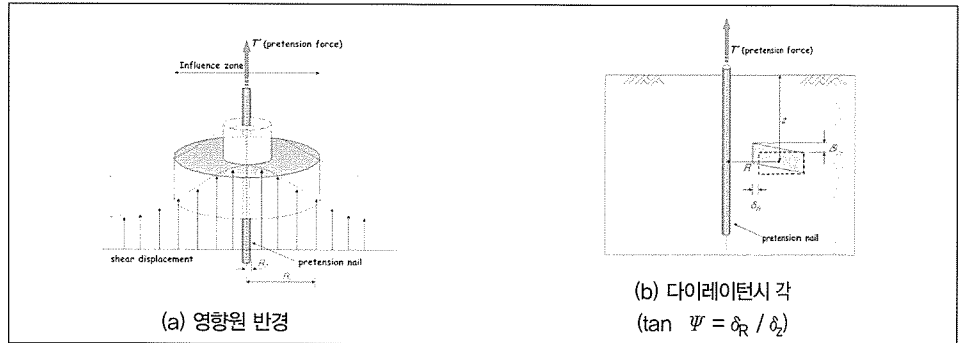
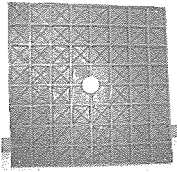
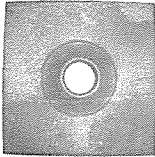
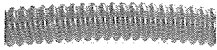
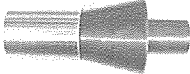


그림 3. 프리텐션 쏘일네일의 거동특성

라. 신기술의 구성

본 신기술의 주요 구성을 살펴보면 다음 표. 1과 같다.

표 1. 신기술의 중요 구성

구분	구성	역할	구분	구성	역할
PE 패널		· 2차 숏크리트를 대신하는 전면벽체	지압용 Plate		· 전면판의 관입전단 및 편칭전단에 저항
쉬스관		· PE파형관	정착 헤드		· 긴장력 가할시 네일의 인발저항력, 부착력 및 그라우트체에 압축력 전달

마. 시공 순서

본 신기술의 시공순서를 살펴보면 다음 그림 4와 같다.

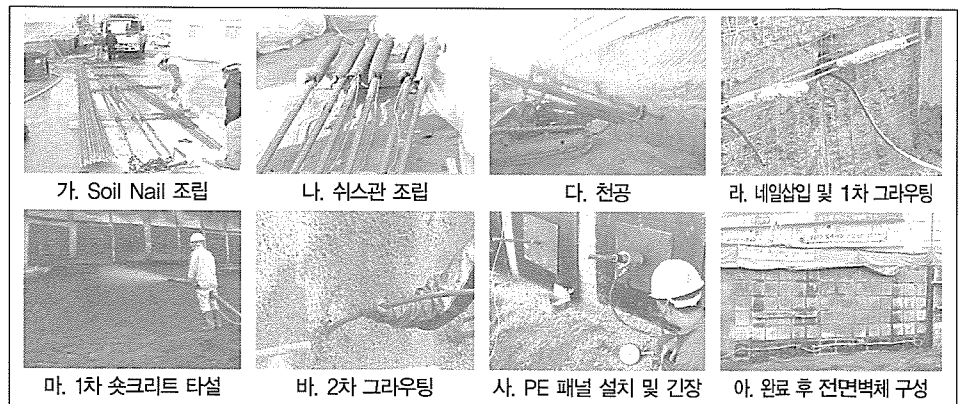


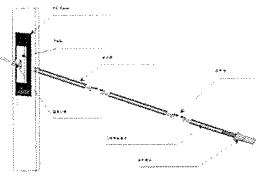
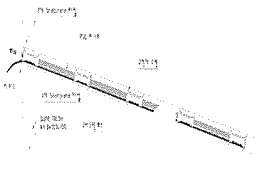
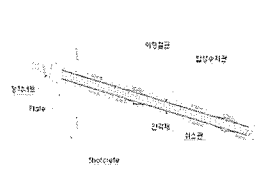
그림 4. 프리텐션 쏘일네일 공법의 시공순서

2. 제거식 프리텐션 쏘일네일 공법 (RPSN 공법)

제거식 프리텐션 쏘일네일은 신기술인 프리텐션 쏘일네일 공법을 개량 발전시킨 기술로서, 해체 가능한 정착헤드(제거식 프리텐션 쏘일네일 선단콘)를 네일의 선단부에 설치하여

긴장시 네일 철근과 원지반사이의 주면마찰력과 그라우트에 발생할 수 있는 인장 파괴에 대한 안정성을 크게 향상시키고, 가설 흠막이 공사 완료 후 쏘일네일 제거시 네일 철근에 충격력을 가하여 철근과 연결된 정착헤드의 구속력을 해체시켜 네일 철근을 제거하는 공법이다.

표 2. 공법비교표

구분	제거식 Pretension Soil Nail [(주)아이콘텍 Soil Nail]	고정자 소켓을 이용한 가시설 제거식 Soil Nail	발파를 이용한 해체제거식 Soil Nail
상세 도면			
개요	<ul style="list-style-type: none"> 기존 Passive type의 쏘일네일 공법에 긴장력을 가해 Active type의 쏘일네일로 전환한 공법으로 공사완료 후 네일에 진동 및 충격을 주어 정착헤드를 해체시켜 쏘일네일을 제거할 수 있는 공법. 	<ul style="list-style-type: none"> 고정자소켓과 PVC 파이프를 이용하여 이형철근을 시멘트 그라우트와 분리시켜 정착함으로써 일반 쏘일네일과 유사한 역할을 할 수 있도록 고안한 공법. 	<ul style="list-style-type: none"> 그라우트 고결제에 둘러싸여 지중에 박혀있는 보강용 앵커철근을 발파기술을 접목시켜 간단하면서도 신속하게 빼낼 수 있도록 한 해체 제거식 쏘일네일 공법.
제거 방법	<ul style="list-style-type: none"> 네일 두부에 충격하중을 가해 네일 철근의 선단부에 연결된 정착헤드의 구속력을 해체시켜 네일을 인발 제거하는 공법. 	<ul style="list-style-type: none"> 고정자 소켓안의 네일체를 전장에 걸쳐 회전시켜 제거하는 공법 	<ul style="list-style-type: none"> 네일체에 도폭선 인입용 합성수지관을 미리 한몸으로 부착시킨 후 도폭선 인입용 합성수지관의 내부에 화공품인 도폭선을 넣고 발파시켜 제거하는 공법.
장점	<ul style="list-style-type: none"> 가시설 벽체의 최종굴착 완료 후 쏘일네일(이형철근)을 제거하여 재활용이 가능. 해체가 용이한 정착콘의 개발로 인하여 PE 패널 및 네일 제거 등의 시공성이 향상. 재활용 가능한 PE panel 사용으로 전면벽체 공사비 절감 네일 간격의 증대, 네일 길이의 감소로 인한 공사비 절감 벽체변위를 사전에 억제하므로 안정적인 지반굴착이 가능. 	<ul style="list-style-type: none"> 가시설 벽체의 최종굴착 완료 후 쏘일네일(이형철근)을 제거하여 재활용이 가능. 이형철근(Rock Bolt)과 시멘트그라우트가 고정자소켓과 PVC 파이프에 의해 분리되어 있기 때문에 쏘일네일 내부에 삽입된 이형철근 제거 가능. 	<ul style="list-style-type: none"> 발파시킴으로 인하여 이형철근의 간단하면서도 신속한 해체 제거가 가능. 도폭선 폭연 후 철근을 빼냄과 동시에 공극 메움용 충전물 주입관을 통해 충전물을 압송, 주입 가능.
단점	<ul style="list-style-type: none"> 정확한 설계 긴장력을 가하여야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 제작, 설치 및 제거시 비용과 소요시간이 큼. 	<ul style="list-style-type: none"> 도폭선의 제작, 설치하는 소요시간 및 비용이 큼. 현재 시공이 거의 이루어지고 있지 않음.

(주)아이콘텍
 02-2600-1111
 www.aicon.co.kr