

단 보

암반사면 보강에 이용되는 콘네일링공법

김용규*

주식회사 성우지앤씨

Cone Nailing Method for Supporting Rock Slope

Yong-Gyu Kim*

Sung-Woo G&C Co.

요 약

본 기술은 암반사면 보강공법에서 철근보강재인 네일(Nail)에 원추형콘(철근 규격에 따라 기울기 19~23°, 높이 40~45mm, 아랫변 65~70mm)을 일정한 간격으로 다수 장착하여 그라우트재와 원 지반까지 방사입체형으로 힘을 미치게 하는 암반사면 보강공법이다.

본 신기술 공법은 네일링 공사 시 원추형 콘을 장착, 삽입함으로써 부착력과 인발력을 증가시켜 비탈면 보강공사 시에 안전성을 높인 공법이다. 따라서 네일링공법을 사면붕괴 방지공사에 적극 활용할 수 있으므로 네일링 공법의 사용을 활성화 하며, 지진이나 지반변형 등 외력에 의한 사면붕괴를 사전에 방지할 수 있어 사면재해를 미연에 방지하는 효과가 있다. 또한 현재까지 네일링공법은 인발튼수가 적고 네일에 대한 신빙성 결여로 아주 적은 인발튼수를 필요로 하는 현장이외에는 사용을 기피하는 일이 많았다. 그러나 본 원추형 콘네일 공법은 어스앵커, 록앵커, 보강토공법, 지지말뚝공법, 옹벽 등에 대한 대체공법으로 이용할 수 있는 여건이 충족됨으로 사면보강재로서의 사용 확산이 기대된다.

주요어 : 사면보강, 콘네일링공법

서 론

국내에 쓰일네일 공법이 도입되어 지하터파기 가시설 흙막이용 공법으로 적용되어지다가, 최근 사면보강공법으로 적용되기 시작하였다. 쓰일네일링공법은 지하 흙막이 터파기시 토압을 정지시키기 위해 이용되며, 단계적 터파기를 전제로 네일의 전단강도를 이용한 토압억제공법이다 (Fig. 1).

그러나 이러한 원리가 사면붕괴 방지용으로 적

용되면서 문제점이 도출되고 있다. 한국도로공사 도로교통기술원에서 전국 고속도로주변 붕괴사면 유형을 조사한 결과, 지하흙막이 상태에서 주로 발생하는 원호파괴에 의한 붕괴가 일어나지 않고, 인장에 의한 파괴, 쉐기파괴, 부분적 급속붕괴가 주로 발생되며, 이 원인은 암반의 파쇄대, 단층파쇄대, 절리, 층리, 점토층의 협재 등 지반의 연약대를 따라 부분적으로 붕괴되는 특성을 가지는 것으로 확인되었다 (Fig. 2). 이들 특성이 대부분

*Corresponding author : ygkim@drilling.co.kr

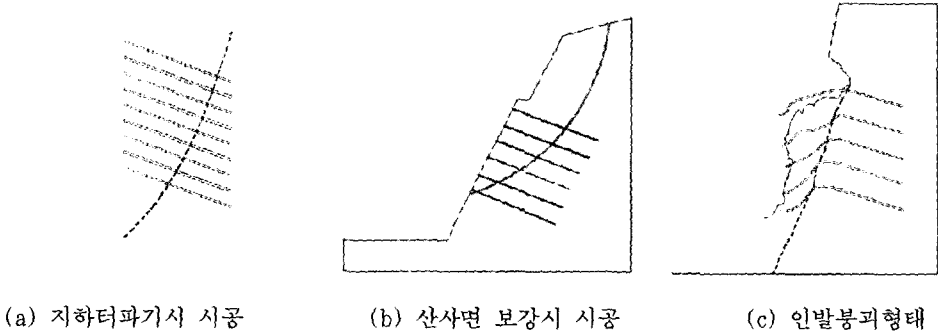


Fig. 1. 쏘일네일의 시공형태 및 붕괴형태

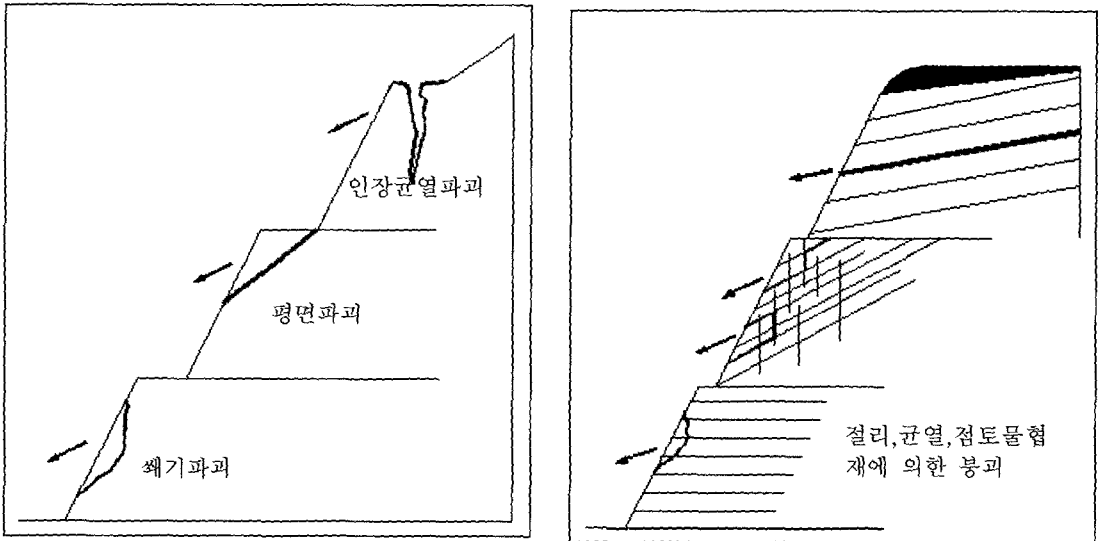


Fig. 2. 사면의 붕괴유형

미끄러짐 또는 암반이나 토층이 빠져나오는 현상을 보여 줌으로써, 네일의 전단강도가 아니라 빠져나오는 것을 방지하는 부착저항력, 즉 인발력과 잔류강도가 필요한 것이다. 토사로 구성되는 사면은 대부분 낮은 구배로 절토 하므로, 사면보강 대상지반은 거의 대부분 암반사면이다.

따라서 사면 보강시 효과적인 인발력과 잔류강도를 증대시킨 새로운 신공법이 요구되었다. 이에 저자는 네일에 원추형 콘 형태의 돌기물을 부착해 인발력과 잔류강도를 극대화시킨 콘 네일링 공법을 고안하였으며, 이 공법은 현재 건설교통부

신기술 제 370호로 등록되어 있다. Fig. 3은 콘 네일의 인발형태를 보여준다.

신기술의 개발

사면의 붕괴방지를 위해 이용되는 네일링공법, 특히 쏘일네일링공법에서 부착저항력과 잔류강도를 증가시키는 것이 사면보강에 아주 효과적인 방법임이 판명된 후, 이를 증가시키기 위한 여러 가지 돌기물을 고안한 결과, 육각형, 원통형, 날개

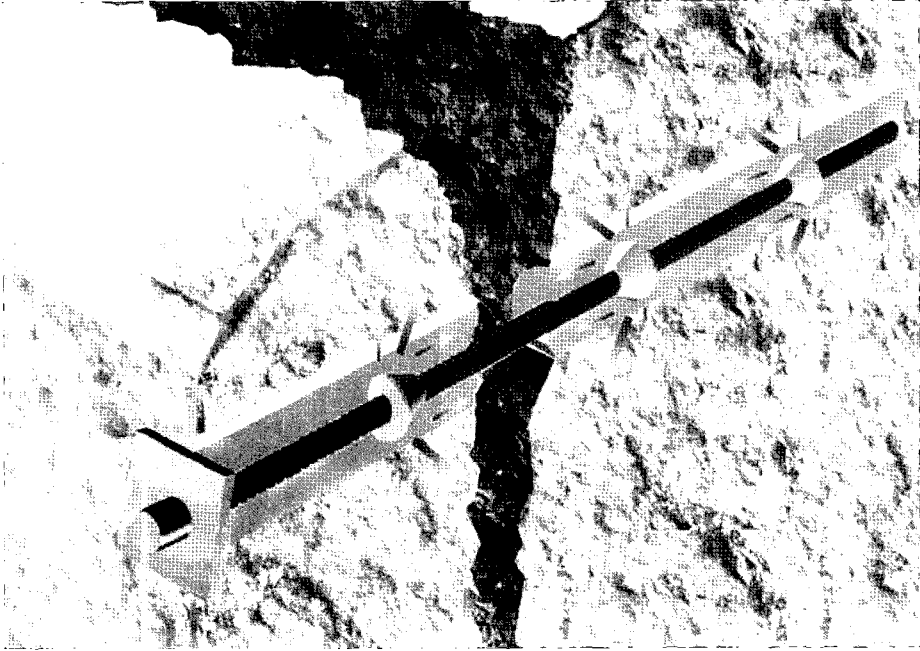
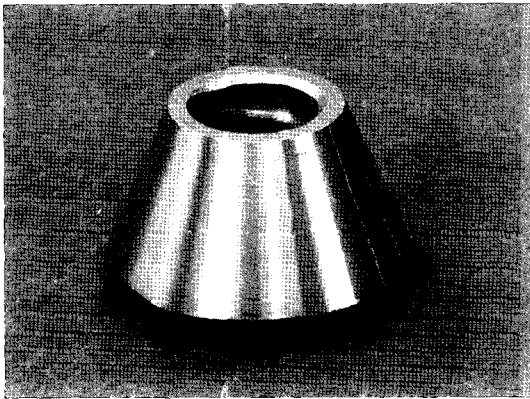
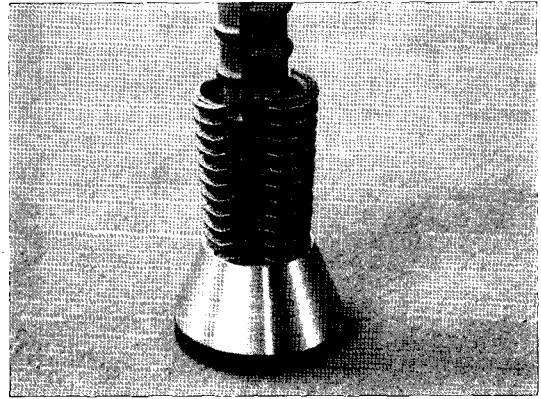


Fig. 3. 콘네일의 인발형태



(a) 나선형철근용



(b) 이형철근용

Fig. 4. 원추형 콘

형은 저항단면적 확대효과밖에 없는 반면, 원추형 콘 형태가 입체방사형으로 가장 큰 부착저항력과 잔류강도를 확보할 수 있다는 것을 확인하였다.

실내 및 현장시험, 모델링, 이론적 실증에 의해 원추형 콘 형태 중 가장 최적인 밀지름 65~70mm, 윗지름 35~43mm, 높이 40~45mm, 기울

기 19°~23°의 철재 원추형콘을 개발하였으며, 원추형콘을 보강철근에 부착시키는 방법으로 나선형(Screw bar)과 철근연결구를 적용하여 이형철근에 이용할 수 있는 나선형 콘 형태를 개발하였다 (Fig. 4). 콘을 장착했을 때의 장착력은 철근의 항복강도보다 높다 (Fig. 5).

콘 네일링 공법의 원리

본 신공법은 네일링공법 중 보강철근에 원추형 콘을 장착하여 네일이 그라우트재와 완전 분리되지 않도록 한 것으로서, 보강철근의 부착력 및 네일의 인발력을 증가시키고, 사면 파괴 시

콘이 그라우트재 내에서 썰기 역할을 감당하게 함으로써, 그라우트재와 주변 원 지반에 인발력이 전달되어 부착저항력을 증가시킨다. 따라서 네일의 인발강도 증대와 잔류인발력을 확보하여 사면 안정을 꾀하는 공법이다 (Fig. 6, Fig. 7).

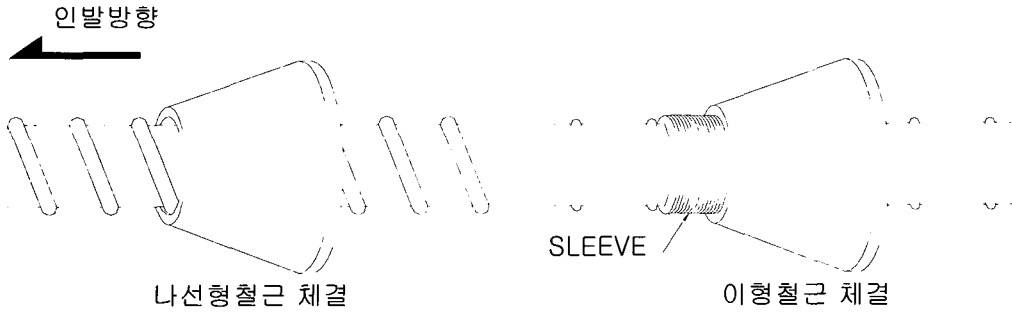


Fig. 5. 원추형 콘 체결방법

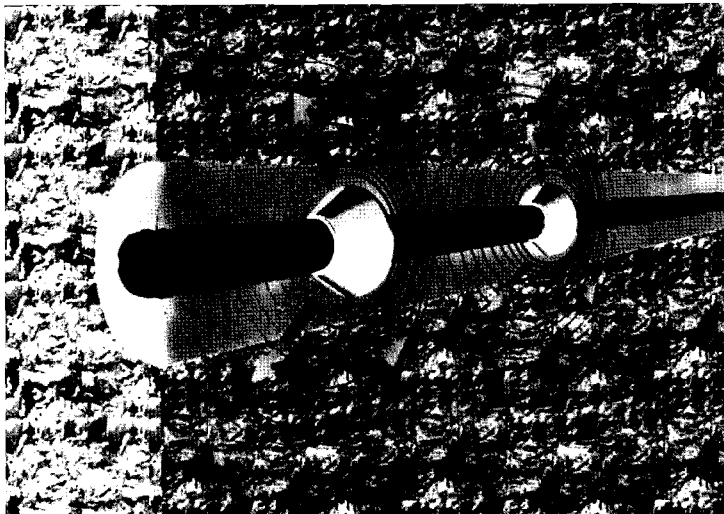


Fig. 6. 원추형콘의 인발력 증대 원리

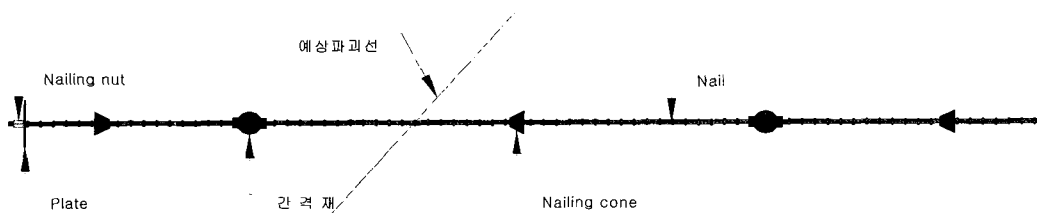


Fig. 7. 원추형콘 네일 구성도

원추형콘의 시험 결과

원추형콘을 부착함으로써 부착저항력(인발력)과 잔류강도가 얼마나 확보되는지를 알아내기 위해 기존 쏘일네일과 동일한 조건과 지반에서 비교 시험하였다. 시험결과를 요약하면 아래와 같다.

① 실내시험결과

- 극한인발력 : 쏘일네일보다 23% 증가
- 잔류인발력 : 극한인발력의 90.2% 확보

② 현장시험결과

- 극한인발력 : 쏘일네일보다 20~23%증가
- 잔류인발력 : 극한인발력의 98.8% 확보

③ 현장실제시공후 시험결과

- 극한인발력 : 쏘일네일보다 36~57%증가
- 잔류인발력 : 극한인발력의 90.3~96.5% 확보

④ 이론적모델링시험결과

- 인발력 : 쏘일네일보다 20%증가
- 잔류인발력 : 이론적 모델링 시험 불가

상기 시험결과와 같이 원추형콘에 의해 인발력 즉, 부착저항력 증가는 20% 이상, 잔류강도 확보는 원추형콘네일 극한인발력의 90% 이상임이 확인되었다(Fig. 8).

결 론

원추형 콘 네일링 공법에 의한 효용성은 다음과 같다.

- 1) 쏘일네일에 비해 극한인발력과 잔류인발력 증대효과.
- 2) 쏘일네일은 지반변형시 잔류인발력의 급격한 감소로 갑작스런 사면붕괴를 초래하나 원추형콘네일은 높은 잔류인발력으로 안정성을 확보함으로써 재난위기 관리에 적합.
- 3) 공내그라우트 불량발생에 대한 콘의 효과로 품질보장.
- 4) 진행성 파괴현상의 방지.

5) 인발력 증가로 쏘일네일과 같은 안전을 적용 시 간격을 넓혀 시공할 수 있어 경제적.

6) 공기단축, 교통통제 일수감소, 간접공사비 절감.

7) 쏘일네일에 비해 20%~30% 공사비 절감.

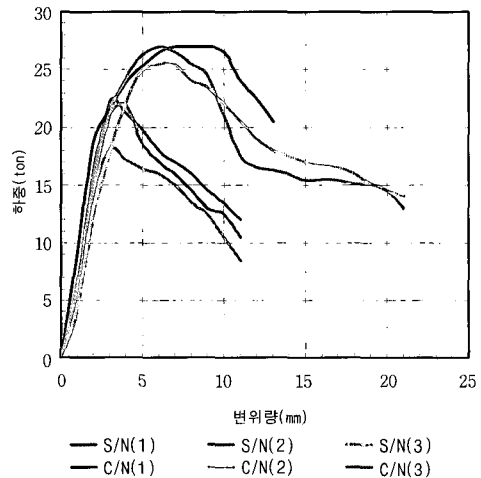
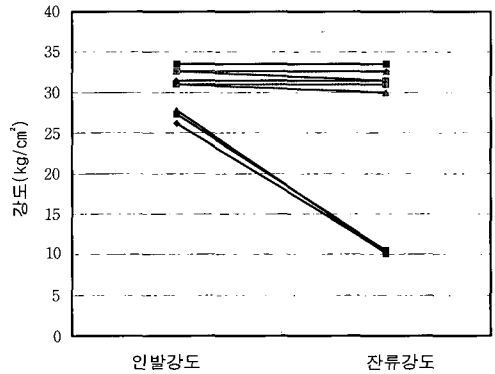


Fig. 8. 쏘일네일과 콘네일의 인발시험결과

김용규

투 고 일	2003년 11월 14일
심 사 일	2003년 11월 15일
심사완료일	2003년 12월 6일

김용규
주식회사 성우지앤씨
서울특별시 강남구 대치동 961-3
Tel: 02-501-0101
Fax: 02-501-0104
E-mail: ygkim@drilling.co.kr