



## 1. 서론

본 기술은 와이어로프의 중간 부위와 단부에 코일 스프링을 설치하여 하중 작용시 압축으로 저항하게 하는 낙석방지 울타리의 제작·설치 기술이다. 이는 낙석 발생시 고유진동수가 작고 큰 변형률이 유도되므로 접촉시간이 길어 와이어로프에 발생하는 장력을 감소시키고 충격흡수능력을 향상시켰으며, 압축으로 저항하여 와이어로프가 먼저 파단된 후 스프링이 항복하도록 하여 안전성을 향상시킨 기술이다.

와이어로프에 코일스프링을 접합한 와이어로프 제작에 대한 안전성 및 성능 평가에 대한 내용과 단부 충격흡수장치 제작 설치에 대한 내용을 본 내용에 수록한다.

## 2. 코일 스프링의 원리

낙석방지시설은 경사면에서 떨어질 수 있는 돌과 나무 등을 막는 시설로 하중에 대한 지지 능력이 뛰어나게 하기 위해 단단하고 강한 충격과 무게에도 잘 견딜 수 있도록 제작되어야 한다. 또한 시공 시에도 낙석 방지시설을 지지하는 지지대와 방지망의 철선 연결 등 세밀한 시공기술이 필요하다.

와이어로프에 코일 스프링을 설치 할 경우 1차 충격에서의 큰 이로운 점은 낙석 충격 시 접촉 시간이 증대되어 최대 하중이 줄어들게 되는 점을 꼽을 수 있다. 이에 의한 충격에너지 흡수와 함께 등가 강성 계수를 저하시키므로 낙석 하중에 의한 최대 발생 장력을 줄일 수 있어 효과적이라는 것이 실험을 통



사진 1. CK낙석방지 울타리

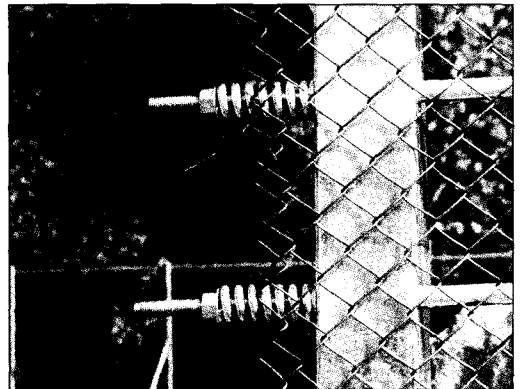


사진 2. CK낙석방지 울타리의 연부 충격 흡수장치

해 밝혀졌다.

따라서 와이어로프에 코일 스프링을 접합한 와이어로프는 충격에 의한 충격 흡수 능력 향상에 큰 효과를 볼 수 있다.

### 3. CK 낙석 방지 시설의 공학적 특성

본 신기술의 공학적 효과는 다음의 두 가지 사항으로 요약된다.

■ 와이어 및 스프링의 인장강도가 정해진 상황에서 충격흡수형 울타리는 커다란 변형에 의한 에너지 흡수효과의 상승을 기대할 수 있다.

• 입력에너지에 대한 케이블의 등가강성을 해석한 결과는 스프링을 부착할 경우 대변형을 유발함으로써 낙석의 충격 시 접촉시간의 증대에 따라 최대하중을 줄일 수 있을 뿐 아니라 동일한 와이어를 사용할 경우에도 많은 에너지를 흡수할 수 있으며 특히 대변형에 따른 스프링의 감쇠효과도 기대할 수 있다.

■ 부착된 스프링에 의해 전체시스템의 등가강성계수를 저하시키므로 최대발생장력의 저하효과를 기대할 수 있다.

• 낙석의 입력에너지에 따른 케이블의 장력을 해석한 결과 케이블에 발생하는 최대 장력은 등가강성( $K_{eq}$ )의 1/2승에 비례하는데 충격방지형 울타리의 와이어의 등가강성은 스프링이 없는 경우의 1/4이므로 동일한 낙석의 충격량에 대하여 기존의 시스템보다 최대장력을 50%이하로 줄일 수 있다.

기존공법 및 신기술공법의 낙석방지울타리의 거동을 실험적으로 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

• 신기술공법의 낙석방지울타리는 기존공법에 비해 약 2배의 충격에너지를 가할 경우, 동일한 손상결과를 얻을 수 있었다.

• 흡수에너지를 실험결과 및 수치해석결과를 통해서 계산하였을 때, 기존공법은 45kJ이고, 신기술공법은 93kJ이다.

• 2열의 와이어로프에 각각 1개소씩의 스프링을 설치할 경우, 스프링설치에 따른 낙석의 흡수 가능에너지는 8kJ 정도로 판단된다.

• 상기의 결과를 토대로 판단하면, 신기술공법의 낙석방지울타리는 기존공법의 낙석방지울타리에 비해 성능이 2배라고 판단할 수 있다.

표 1. CK공법과 기존공법의 비교

	신 기술	기 존 기술
정력학적 측면	와이어로프에 스프링을 설치하여 와이어로프의 인장강도가 유지된 상황에서 스프링의 탄성변형으로 낙석에너지 흡수능력 향상	와이어로프는 인장강도는 강하나 변형량이 제한되어 낙석에너지 흡수능력 저하
동력학적 측면	낙석 충돌 후 고유진동수가 작고 변형이 크므로 접촉시간의 증가로 최대하중을 줄일 수 있어 낙석에너지 흡수능력 향상	낙석 충돌 후 고유진동수가 크고 변형이 작아 낙석에너지 흡수능력 저하

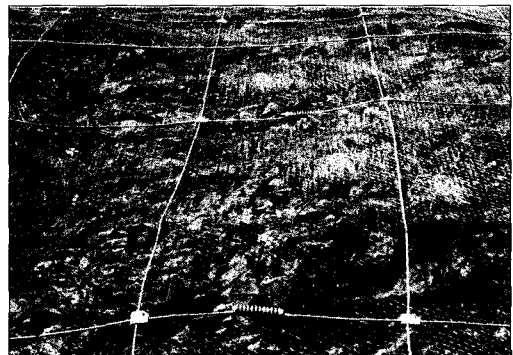


사진 3. CK낙석방지장



#### 4. 국내 건설 공사 활용 전망

우리나라에서 평균적으로 발생하는 낙석 에너지는 90kJ 정도(2001, 제13회 건설기술발표회, 한국 건설기술연구원)이나 기존의 낙석 방지 울타리는 약 50kJ 정도의 흡수에너지를 갖도록 되어 있어 낙석 발생에 따른 도로 교통의 안전과 유지보수에 따른 경제성에 문제가 있었다. 본 기술은 기존의 기술을 개선하여 흡수에너지가 약 90kJ 인 것과 약 50kJ 인 시스템을 개발하여 현장 적용성과 경제성을 향상시켰다.

또한, 본 기술은 기존의 낙석방지망에 비해 인장력을 증가시켜 사면을 안정시킬 수 있으며 스프링의 작용으로 낙석의 운동에너지를 어느 정도 제압할 수 있다.

본 기술은 국내의 국도, 지방도 및 철도에 설치한 실적이 있으며 국내 최초로 국내 낙석 조건에 맞게 개발된 기술이므로 고속도로, 국도 및 지방도, 철도 등에 널리 활용될 것으로 전망된다.

#### 5. 기술적 · 경제적 파급 효과

본 기술은 낙석 흡수에너지의 향상과 도로 안전

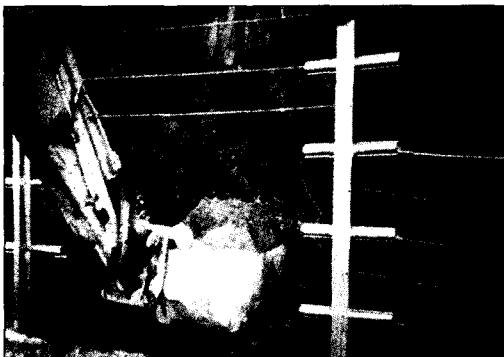


사진 4. CK낙석방지 시설의 유지·보수

시설물의 안전성이 확보되었으며, 국내의 발생 평균 낙석에너지인 90kJ 정도를 흡수할 수 있으며, 낙석으로 인한 안전사고를 미연에 방지할 수 있다. 그리고 자재의 제품화 및 표준화가 되어 취급이 용이하며, 해체·조립이 가능하여 유지관리 차원에서 비용이 절감된다.

따라서, 본 기술은 우리나라의 낙석 방지 울타리와 낙석방지망의 기술을 한층 진보시킨 기술로서 국내 기술 향상에 크게 기여할 것으로 판단된다.

또한, 본 기술의 안전 비용 감소와 유지 보수비용 감소에 따른 직접적인 효과와 낙석 흡수에너지의 증가로 안전사고, 교통장애 예방 등의 사회간접비용이 절감되어 국가 예산을 크게 절감할 수 있다.

기존의 낙석 방지 울타리는 낙석 충격 흡수 능력이 90kJ 정도를 갖기 위해서는 옹벽의 설치가 필요하다.

또한, 기존 낙석 방지 울타리 정도의 충격 흡수 능력을 갖는 낙석 방지 울타리의 설치 시에는 10% 정도의 비용이 절감되는 것으로 나타났으며, 유지 관리 및 응급 복구 비용 등을 감안하면 훨씬 경제적인 공법임을 알 수 있다.

기존 낙석방지망에 비해 설치비는 약간 증가하나, 기존 낙석방지망에 비해 유지 관리 및 응급 복구 비용이 절감되어 훨씬 경제적이다.

상기의 내용을 종합해볼 때 본 공법을 설치비와 유지 및 보수비가 모두 절감되므로 수명 주기 비용(LCC)측면에서도 매우 유리한 공법이다.

#### 6. 결론

낙석 발생 시 고유 진동수를 줄이고 변형률을 높여 낙석이 접촉되는 시간이 길어지도록 유도함으로써 와이어로프에 발생하는 장력을 감소시키고 충격

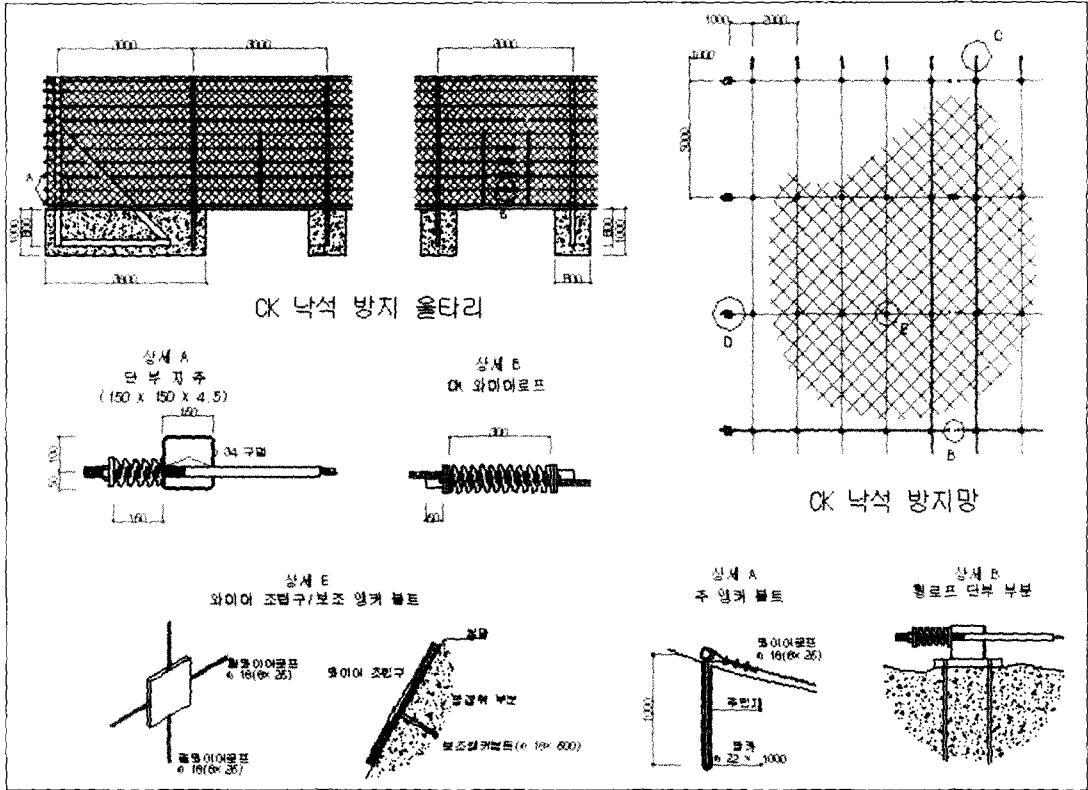


사진 5. CK낙석방지 시설

흡수 능력을 확보한 본 낙석방지시설은 특히 낙석 발생시 압축으로 저항해 와이어로프가 먼저 파단된 후 스프링이 항복하는 구조로 되어 안전성 면에서 그 성능이 입증되었다. 본 낙석방지시설은 와이어로프의 탄력이 뛰어나고 회복 속도가 빨라 낙석이 로프 사이를 뚫고 나올 가능성이 희박하고 이탈 방지 와사의 분해 조립이 가능해 구간별 유지 관리 보수가 쉽다.

국내 발생하는 낙석의 평균 에너지인 90kJ 정도

를 충분히 흡수할 수 있도록 설계되어 있어 국내의 모든 현장에 적용 가능한 본 낙석방지시설은 유지 및 보수비용 감소에 따른 안전 비용 절감과 함께 낙석으로 인한 사고를 예방함으로써 교통 장애와 인명 피해 등의 사고를 방지할 수 있다.

문의 : (주) 창광 E&C 손정익 대표이사  
(02-548-0713, 053-751-0816)