

슛크리트 및 식생공의 사면방향에 따른 유지관리상의 문제점

The Problems of Shotcrete and Revegetation Methods according to Slope Direction

배성우¹⁾, Sung-Woo Bae, 신창건²⁾, Chang-Gun Shin, 박재영³⁾, Jae-Young Park, 장범수⁴⁾, Bhum-Soo Jang

¹⁾ 한국시설안전공단, 사원 Researcher, Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation

²⁾ 공학박사, 한국시설안전공단, 차장 Director, Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation

³⁾ 공학박사, 한국시설안전공단, 부장 Team chief, Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation

SYNOPSIS : 우리나라는 전 국토의 70%가 산지로 구성되어 있어 도로준설 시 절토사면이 필연적으로 발생한다. 그러므로 사면의 안정성확보를 통해 인명피해와 경제적 손실을 막기 위해 보호 및 보강공을 실시하게 된다. 표면보호공법은 절토사면이 조사시점을 기준으로 안전율을 확보하고 있으나, 향후 우수나 풍화진행 등으로 안전율의 감소 방지와 예상치 못한 낙석 등에 대처하기 위한 공법이다. 그러나 식생공, 슛크리트 등의 표면보호공법 시공시 경사방향에 따른 일조량의 차이로 인해 구조물들의 변형 및 유지관리상의 문제점을 야기하고 있다. 식생공의 경우 사면방향이 북향일 경우 일조량의 부족으로 식생들이 정착을 하지 못하게 되고, 이때 사면은 표면보호기능이 상실되어 우수나 풍화진행 등으로 안전율이 감소하게 된다. 슛크리트의 경우는 남향의 사면에서 주간에 일조량이 과할 경우 열에 의해 팽창되고 주야간 팽창 수축을 반복하여 대류열차에 의한 균열이 발생하게 된다. 이때 슛크리트가 파손되어 도로로 유입시 교통안전에 위협을 가하기도 한다. 이에 본 연구에서는 사면방향에 따른 표면보호공법 선정시 문제점을 논의해 보고 그 방안을 모색하고자 한다.

Keywords : 보호공, 일조량 차이, 식생공, 슛크리트

1. 서론

절토사면의 안정성 확보를 위해 공법을 적용할 경우 보호공법은 조사시점을 기준으로 안전율을 확보하고 있으나 향후 우수나 풍화진행 등으로 안전율이 감소 할 가능성이 있거나 낙석 등의 예상치 못한 피해 발생에 대비하기 위함이다. 보호공 중에 식생공이나 슛크리트의 경우 사면방향에 따른 일조량의 차이로 유지관리상의 문제점이 발견되고 있다. 식생공은 일조량이 충분치 못한 북향일 경우 식생들의 정착이 어려우며 슛크리트는 주야간 일조량의 차이에 따라 팽창 수축을 반복하며 균열이 발생하기도 한다. 본 연구에서는 보호공 선정시 사면방향을 일조량의 차이에 따른 유지관리상의 문제점을 알아보고 그 방안을 모색해 보고자 한다.

2. 보호공법

2.1 식생공

2.1.1 공법개요

절토사면에 식생을 피복하여 동상붕락의 억제 및 완화에 의한 미적효과를 목적으로 하는 공법으로 풍

화가 심하게 진행된 풍화암층이나 토층에 주로 적용된다. 종류는 평떼, 줄떼, 씨앗뿌리기공, 녹생토, 코 이어넷 등이 있다.

2.1.2 공법특징

장점으로는 우수침식 방지을 방지하고 동결, 융해시 표면 붕락 방지하며 녹화에 의한 미적 효과를 기대할 수 있다. 그러나 단점은 실트질 지반은 동상되기 쉬우므로 시공시기에 주의 요하고 모래질, 자갈질 지반은 침식에 약하므로 급속히 전면 피복이 필요하다.



그림 1. 식생공 시공현황



그림 2. 식생공 정착단계

2.2 슛크리트

2.2.1 공법개요

압축공기를 사용하여 시멘트, 모래, 물이 혼합된 모르타르를 절토사면 표면부에 피복시켜 불연속면에 대한 접착을 유도하고 구속압을 일정하게 유지시켜 절토사면의 안정성을 확보하는 공법으로 표면보호능력이 좋고 풍화, 절리 발달사면에 유리하다.

2.2.2 공법특징

장점은 급결제의 첨가로 조기강도의 발현이 가능하고 급속 시공이 가능하다. 비교적 소규모의 운반 기계 설비로 임의 방향에서 시공이 가능하며 협소한 장소 및 급 경사면의 시공이 가능하다. 단점으로는 그러나 겨울에 동결되거나 주야간 온도차에 따른 균열 발생하고 용수가 있을 때 부착이 곤란하며 배수 성이 나쁜 단점이 있다.



그림 3. 슛크리트 시공현황



그림 4. 슛크리트 시공현황

3. 사례연구

3.1 식생공

3.1.1 ○○지구

○○지구는 2009년 5월경에 조사를 실시한 사면이다. 조사결과 육안판정 및 사면경사와 소단높이를 고려해 보았을때 토사사면에 해당한다. 방향은 355°로 북쪽을 향하고 있어 한낮에도 일조량이 충분치 못하다. 조사시기가 5월이고 점성토가 표토를 구성하고 있으므로 초본류들의 성장발육에 유리하여 밀도가 상당히 높아야 하나 본 현장은 식생들의 정착이 불량하고 밀도가 낮다.



그림 5. 식생공 시공후 정착불량



그림 6. 식생공 시공후 정착불량

3.1.2 ○○지구

○○지구는 2009년 6월에 조사한 사면으로 사면방향은 310°로 역시 북쪽에 해당한다. 구성물질은 혼합사면으로 인근 사면에 비해 식생밀도가 낮은 것으로 관찰되었다. 인접사면이므로 두 사면은 구성물질이나 기타 조건이 동일하다고 가정했을 경우, 식생밀도의 차이는 사면방향에 따른 일조량의 차이로 판단할 수 있다.



그림 7. 식생밀도 낮음



그림 8. 식생밀도 낮음

3.2 슛크리트

3.2.1 ○○지구

○○지구는 남향의 사면으로 주간의 일조량이 상대적으로 많은 지구이다. 슛크리트는 주·야간 태양에너지를 흡수하여 열에 의한 영향을 받는다. 주간에는 태양에너지를 많이 받아 흡수량이 많아지고 팽창을 하게 된다. 열에너지는 슛크리트 전면에서 고르게 이동하지 않는다. 배면에 습기가 많은 부분의 경우 배후지반으로 열의 이동이 촉진되어 상대적으로 온도가 낮아지나, 공동부가 있는 경우는 공기층에 의해 열의 이동이 방해되어 표면은 상대적으로 온도가 높아진다. 또한 사면이 남향인 경우 주간에는 일조량이 과해지고 많은 태양에너지를 흡수하여 온도가 높아진다. 야간의 경우 주간과 반대로 흡수했던 열에너지를 방출하며 온도가 낮아지게 되는데 주·야간 온도차에 의해 수축 팽창을 반복하여 신축균열이 발생한다. 결함에 의한 붕괴가 발생하게 되면 보강공으로 적용한 슛크리트 자체가 위험요인으로 작용하게 된다.



그림 9. 슛크리트 균열로 인한 붕락



그림 10. 신축균열

4. 외국의 사례

식생공 적용 현장은 도로의 흙물로 남을 수 밖에 없는 숏크리트 공법 적용 현장의 그린화사업의 일환으로 관리된 곳으로 홍콩정부로부터 Best Landscaping Slope Award를 수상한 바 있다. 홍콩의 숏크리트 적용사면의 식생공 적용은 이미 안정화가 확보되었다고 확인되는 사면에 시행되어진다. 이들 공법에 적용되는 흙은 CFRS(Continuous Fiber Reinforced Soil)이라는 특수토이며, 객토와 함께 geofiber가 함께 적용되어진다. 안정화가 된 사면에 지표면 온도완화의 기능을 하는 식생공을 적용하여 열에 의한 신축팽창에 약한 숏크리트에 적용하였다. 이에 붕락의 위험이 있고 박리우려의 절리암반이나 호박돌이 섞인 토사 등으로 식생공 적용이 난해한 사면을 1차적으로 안정화 시키고 식생을 적용하여 주위경관과의 조화 및 시각적인 안정감을 부차적으로 얻고 있다.



그림 11. 숏크리트 사면 식생공 적용 현장



그림 12. Geofiber

5. 결론

본 연구에서는 표면보호공인 식생공과 숏크리트가 사면방향에 따른 일조량의 차이로 인한 유지관리상의 문제점에 대해 살펴보았다. 각 지구의 사례를 비교 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 식생공은 정착을 용이하게 하기 위해 식물의 적정발아온도인 15°전후를 나타내는 4~10 월경에 시공을 하고 일조량이 충분치 않을 경우 생장에 영향을 미치므로 상대적으로 정착이 좋은 품종을 선정하는 것이 바람직하다.
2. 식생공 시공 후 정착단계까지 주기적으로 점검을 하여 관리하는 것이 중요하다.
3. 숏크리트의 경우 열에 의한 신축균열이 많이 발생하고 있으므로 식생공을 적용하여 표면온도 증가를 방지하고 주위경관과의 조화등 미적효과를 기대하도록 한다.
4. 숏크리트 시공 시 표면과 밀착을 시켜 공동을 제거하여 대류열차에 의한 균열을 막고 지반상태를 고려하여 시공하도록 한다.

5. 추후 일조량 이외의 수리요건이나 지반상태등의 외적요건을 비교하고 충분한 자료를 수집하여 점검 및 유지관리에 관한 연구를 수행하고자 한다.

참고문헌

1. 국토해양부, 2009년도 도로절토사면 유지관리시스템(CSMS) 운용업무
2. 한국시설안전기술공단(2003), “절토사면 점검, 진단 및 유지관리 기법 개발(I)” pp.89 ~ 148.