

도로 비탈사면 재해예방대책

박 찬 범

부산지방국토관리청 도시시설국장

1. 서론

우리나라는 전 국토의 약 70% 이상이 산지로 구성되어 있고, 높고 낮은 산들이 전국에 산재되어 있어 도로건설 등 대규모 건설공사 시는 어디에서나 절개면이 필연적으로 발생되고 있다. 최근 활발히 시행하고 있는 국가기간도로망 확충 등 SOC 투자 확대에 대규모의 산 절취가 불가피하나, 이에 대한 설계·시공·유지관리 방법이 종래의 답습적인 틀을 벗어나지 못하고 있어 시공과정이나 준공 후의 유지관리 기간중에도 산사태 및 풍수해 등으로 인적·물적 피해가 급증하고 있다.

특히 기존의 도로변에 산재한 절개면도 풍화침식(風化侵蝕), 동결융해(凍結融解) 및 배수처리 불량 등으로 발생하는 낙석·산사태의 발생요인에 대하여 유지관리기관에서의 장비, 인력, 예산 부족 및 사면안정계측을 위한 과학적인 관리방법 부재 등, 적절한 대응 능력 부족으로 최근 부산 「황령산도로 사면붕괴사고」와 같은 대형 재해로 사회적 문제를 일으키는 것이 매우 안타까운 현실이다.

따라서 도로재해를 최소화하기 위한 설계·시공·유지관리방법의 개선방안 마련이 시급히 요구되고 있으며, 나아가 국민의 삶의 질과 쾌

적한 환경을 중요시하는 의식이 높아지고 국토의 균형발전을 위한 개발사업의 수요는 증가추세이므로 국토계획차원의 친환경관리 강화에 부응하는 도로건설 및 유지관리 정책이 수립되어야 한다고 본다.

2. 현황 및 문제점

건설교통부의 통계자료('98.12 기준)에 의하면 전국 국도상의 낙석·산사태 위험지구는 총 887개소로서 이중 원주지방국토관리청 254개소(31%), 부산지방국토관리청이 209개소(23%) 등으로 이러한 도로경사면의 위험현상은 도로건설사업으로 인한 절취 개소와 산악 면적에 비례함을 알 수 있으며, 향후 위험 절취비탈면은 도로건설량의 증가로 더욱 증대될 것으로 예상된다.

	개소	투자액(억원)	비율
서울청	92개소	134	(10%)
원주청	254개소	1,002	(31%)
대전청	154개소	333	(16%)
익산청	178개소	254	(20%)
부산청	209개소	516	(23%)
계	887개소	2,239	(100%)

설계시 종래의 일반적인 절취구배 결정은 보링 등 지반·지질조사를 실시하여 절취구배의 지형·지질·토성과 암질의 종류 및 절리(균열)의 크기, 방향 등을 고려한 정밀사면안정해석 결과에 따라 절취구배 및 사면보호공법을 결정하지 않고, 일률적으로 표준화 된 절취구배(토사 : 1:1.0, 리핑암 : 1:0.7, 발파암 : 1:0.5)를 적용하고 있어 공사 시행과정에서 슬라이딩 발생 등 절취사면의 활동·붕괴에 대한 대책이 없어 사고발생시 계약자(시공회사)측은 사면파괴 시점부터 토질전문가의 원인조사 및 대책수립에 필요한 4~8개월간의 공사중지에 따른 장비 가동정지 및 유휴인력 등의 간접공사비가 소요되며, 발주청에서는 사면안정대책에 소요되는 엄청난 예산을 추가로 확보하여야 하는 등의 많은 문제점을 내포하고 있다.

또한 절개지 배후지역의 원활한 배수처리계획이 사면안정에 중요한 요소임에도 설계자 등 관계기술자의 이에 대한 인식부족으로 배수시설의 설계·시공이 크게 미흡하여 사면파괴의 촉진 원인이 되고 있으며, 이것은 배수시설 공사비가 절취비와 사면보호공의 1~2%에 불과하는 적은 예산으로도 충분한 배수시설을 설치함으로써 도로비탈면의 파괴를 최소화 시키면서 수명연장이 가능한 것을 간과하고 있는 것이다.

구 분	당초 사면구배	완화 구배	사업비 증가 (백만원)
토 사	1 : 1.0	1 : 1.2~1.5	증 56,984
리핑암	1 : 0.7	1 : 1.0~1.2	
발파암	1 : 0.5	1 : 0.7~1.0	

'92년부터 부산지방국토관리청에서 현재 시행중인 도로공사의 경우 공사시행 과정에서 절취 비탈면의 활동·붕괴에 따른 정밀사면안정진단 결과로 투자된 추가예산은 총 56,984백만원이며, 2000. 5월 현재 경상남북도의 부산청 관내 기존국도(L=3,644km)의 절취비탈면은 「도로 절개면 유지관리체계(CSMS)」에 의거 매년 전국의 우선 순위에 의거 정비·개량하고 있으나, 부산청 관내의 사면안정을 위해서는 전체 360개소에 812억원의 엄청난 예산이 투자되어야만 한다.

구분	전체	기 시행	2000년	장래
개소	360	239	60	62
투자액 (백만원)	81,202	46,415	16,687	18,100

또한 공사구간에서 절취된 흙을 성토용으로 활용하고 남은 흙을 공사구간 이외 지역으로 버리도록 설계된 공사는 공사중에 슬라이딩 발생시 슬라이딩 발생토 및 구배완화를 위한 절취물량 만큼 추가 사토하여야 하며, 순성토로 설계된 공사구간도 절·성토가 완료 시점에 슬라이딩이 발생시는 공사구간 내에 슬라이딩 토량을 활용하지 못하고 전량을 공사구간 밖으로 사토처리해야 하는 등 국가예산의 이중 투자로 많은 예산을 낭비하고 있다.

3. 개선 대책방안

3-1. 실시설계시

- 1) 암절리 및 암질상태 등을 고려한 지형·지

질 및 기후조건 등의 현지 여건에 맞는 절취구배의 결정과 사면보호공은 시공성, 경제성, 환경적 유해요인 등을 종합 고려한 공법을 선택한다.

- 종합적인 비교검토서를 실시설계 보고서에 별도 수록 의무화
- 2) 토질조사·시험을 철저히 시행하고 정밀 사면안정해석 등을 통하여 비탈면 구배 결정 및 사면공법을 대비한 대책공법을 공사비에 반영한다.
 - 지질조사 및 시추(Boring)를 충분히 실시하여 암추정선 차이가 최소화 되도록 설계
 - 조사비 부족 또는 민원 등으로 인하여 충분한 조사가 불가능한 경우 공사착수 후 시공 전에 추가로 Boring 등의 토질 조사가 이루어질 수 있도록 지반·지질 조사 항목 및 빈도 등을 시방서에 별도 명기하고 그 비용을 내역서에 반영
- 3) 절취부위의 지하수 및 용출수의 원활한 배수처리를 위한 수평·수직 Drain공(排水工)과 국지성 호우의 홍수량을 고려한 충분한 단면의 산마루, 소단측구 및 도수로 등을 설치하여야 한다
- 4) 절취 시행과정이나 완료 후의 비탈면의 안정성 확보 여부를 확인하기 위한 Check List를 시방서에 명기한다.
- 5) 10m 이상 절토구간중 특별관리가 요구되거나 현지여건 등을 감안하여 필요할 경우 유지관리용 점검로계단 설치비용을 반영한다.
- 6) 시공중 및 준공후 사면변위에 대한 계측과

필요시 Monitoring을 위한 계측기 설치비 등의 계측비용을 반영한다.

3-2. 시공시

- 1) 시공전 반드시 대절취구간에 대한 사면정밀안정해석을 통해 현 설계된 공법이 적정한지 여부를 판단한 후 그 결과에 따라 구배완화 또는 옹벽, Soil Nailing공법, Rock Bolt공법 등으로 보강공법을 추가 시행한다.
- 2) 비탈면 녹화공법은 현 설계·계약된 공법에 대하여 토질, 시공성, 경제성, 환경적 유해요인 등을 종합적으로 검토한 후 필히 시험시공을 한 후 그 결과에 따라 공법을 선정한다.
- 3) 절취 시행과정에서 지하수의 흐름이나 용출수의 발생지점을 확인하여 배수시설의 누락 여부 등 설계의 적정성을 판단하고, 산마루·소단측구 및 도수로 등의 위치와 규격 등 제반 배수시설이 현지 여건에 부합한 지 여부를 책임기술자가 반드시 확인하도록 한다.
- 4) 절취비탈면이 완성되어 비탈면 보호공을 바로 시행하지 않고, 장기간 동안 비탈면을 노출시킴에 따른 풍화나 침식 및 동결융해 등에 의한 사면파괴가 일어나지 않도록 하여야 한다.
- 5) 순성토가 필요한 공사는 대절취면의 사면을 가급적 완화하여 이로 발생하는 토석용성토용으로 재활용함으로써 토취장 개발에 따른 환경파괴요인을 없애고, 예산의 효율적인 운용을 도모한다.
- 6) 준공시 현장특성에 맞는 비탈면 유지관리

방법이 수록된 유지관리지침서를 작성하여 발주청에 제출한다.

3-3. 유지관리시

- 1) 현행 도로비탈면 점검주기를 해빙기 및 우기 전후에만 비정기적으로 실시하는 것을 교량·터널 등 구조물관리에 준하는 점검주기를 정기적으로 분기 1회 이상 하고, 우기 전후 및 해빙기 시에 수시·특별점검을 실시한다.
- 2) 기존 비탈면의 절토고가 높은 구간의 수시 점검을 위한 점검로 계단을 예산 형평 등을 고려하여 단계적으로 설치한다.
- 3) 재해가 우려되는 대절취사면은 사면변위의 Monitoring을 위한 계측기 설치로 과학적인 관리방법을 도입한다.
- 4) 유지관리지침서에 따라 유지관리를 철저히 하고, 점검결과 및 유지보수 등의 유지관리 실적을 D/B화 하여 타현장과의 Feed Back 활용·운영한다.

4. 결 론

21세기 우리의 안락한 삶의 질과 쾌적한 환경보존을 위해서는 건설로 인하여 아름다운 국토를 훼손시켜서는 안된다. 건설에 따른 최소한의 환경훼손은 불가피하지만 최근에 건설했거나 건설중인 도로가 당해 도로의 기능·특성에 맞지 않게 지나칠 정도로 고규격으로 건설됨으로써 환경피해가 심각하고, 과다한 예산이 투자되어 예산관리에 비효율성이 나타나고 있다.

따라서 산지부를 통과하는 노선 선정시에는

당해 도로의 기능과 지형·지질 및 경제성·친환경성을 고려하여 가능한 한 설계속도를 낮게 하여 종단경사를 크게, 평면곡선반경을 작게 하는 등의 신중한 검토로 대절취를 피하도록 하고, 부득이 대절취가 불가피할 경우에는 터널 건설공사비가 절취공사비보다 증가되더라도 장래 유지관리와 자연환경보존 측면에서 터널 선형으로 설계하는 것이 바람직하며, 계곡부 횡단시에도 대성토로 인한 자연훼손을 피하고 그 지역의 사회·경제특성과 문화적 전통성이 고려된 미려한 교량형식을 선정·설계할 필요가 있으며, 또한 현재 훼손된 절개지나 성토비탈면의 보호와 미관을 고려하여 비탈면 표면을 보호하는 녹화공법만을 시행하고 있으나, 좀더 발전시켜 대기오염의 가장 큰 원인인 자동차 배기가스의 흡수를 위한 절·성토 비탈면에 도로노선 주변의 환경에 어울리는 수목식재 등의 환경식수대를 조성하여 오염방지와 친환경적 건설방안을 적극 검토·시행할 필요가 있다고 본다.

잘못 건설된 토목공사는 수정·보완하기가 어려우며, 훼손된 자연파괴를 원상회복시키는 것은 더욱 어려우므로, 「소 잃고 외양간 고치기 식」의 종래의 관행적인 설계·시공·유지관리방법을 탈피하여야만 한다.

건설인 모두가 국민의 소중한 세금으로 건설하는 국가공공사업이 한정된 예산으로 최대의 효과를 이룰 수 있도록 정성을 다하여 후대에 게 백년대계의 안전하고 쾌적하고 환경친화적인 건설한 도로건설이 되도록 노력해야 할 것이다.