건설공사 비탈면 유지관리에 관한 연구
A Study on the Standard Management spectrum for the Cut Slope

신관영[1], Kwan-Young Shin, 김용수[2], Yong-Soo Kim, 장범수[3], Buhm-Soo Chang, 신창건[4], Chang-Gun, Shin

[1] 한국시설안전기술공단 기술개발실 연구원, Researcher, Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation
[2] 한국시설안전기술공단 기술개발실 과장, Department Chief, Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation
[3] 한국시설안전기술공단 기술개발실 부장, Department Director, Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation
[4] 한국시설안전기술공단 기술개발실 차장, Department Vice-director, Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation

SYNOPSIS : Recently, disaster that is earthquake, sever rainstorm and the tidal wave were increased by abnormal weather. These influence which is the slope stability of the completed slope as well as under construction slope is affected by disaster. But the management standard for the construction slope is incomplete. Also, the standard connected with construction slope is not integrated with the important public paper organic enemy and it is duplicated and the standards which conflict are being scattered. In this research which it sees consequently the inside and outside of the country construction slope the maintenance civil official relation law and standard investigation it leads and the problem point and a improvement program of management criterion and to sleep the construction slope which is suitable in domestic actuality it prepares and propose.

Key words : slope, management, standard, construction

1. 서 론

근래에 지진, 집중호우, 해일 등과 같은 이상기후 발생 빈도가 많아지고 있다. 이러한 기상이변은 건설중인 비탈면뿐만 아니라 완공되어 공용중인 비탈면의 안정에도 큰 영향을 준다. 이러한 관점에서 건설공사 비탈면 유지관리의 중요성이 대두되고 있다. 그럼에도 불구하고 우리나라는 몇몇 토목시설을 제외하고는 이에 대한 대책이나 기준이 미흡한 실정이다.

다양한 종류의 비탈면이 동시에 발생되는 대규모 토목사업의 유지관리필요성은 더욱 그러하다. 그러나 국내의 건설공사 비탈면 관련 기준들은 주요 공종이 상호 중복되거나, 참조내용 및 수록범위가 일정하지 못하고 서로 상충되는 기준들이 산재해 있는 특징을 보이고 있다. 특히 비탈면 유지관리 항목은 간략히 언급되어 있을 뿐 이에 대한 기준·유지관리 관련 규정이 미약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 건설공사 비탈면 유지관리 관련기준의 국제 표준화 동향에 대한 조사와 국내 관련법 및 기준 조사를 실시하여 국내 건설공사 비탈면 유지관리의 문제점 및 개선방안을 제시하고자 하였다.

2. 유지관리 역사와 기준

2.1 국내 유지관리 역사와 기준

국내의 유지관리 역사는 1986년 부실공사에 따른 독립기념관 화재사건을 계기로 건설기술관리법 제정(1987년), 건설업법 및 예산회계법 개정 등을 개정한 후 1993년 5월「건설공사 부실방지 대책」을 수립하여 제도정비를 통한 부실공사 방지대책에 주력한 바 있다. 이와 같은 제도 관련기준의 정비에도 불구하고 각종 사고가 끊이지 않았다. 이러한 위기위식으로 1995년 시설물의 안전점검 및 유지관리에 관한 사항을 규정한 "시설물의 안전관리에 관한 특별법"을 제정 공포하게 되었고, 또한, “한국시설안전기술공단”을 설립하여 시특법에 따라 대통령령이 정한 1·2종 시설물 정밀안전진단 기술의 연구·개발·지도 및 보급, 시설물의 과학적 유지관리체계의 개발, 시설물의 설계·시공·감리 및 유지관리에 대한 정보체계의 구축을 하도록 하였다. 국내의 비탈면 유지관리와 관련한 연구는 한국지질자원연구원, 임업연구원 등에서 단발적으로 연구가 수행되었으나, 종합적이고 실질적인 연구는 한국시설안전기술공단과 한국건설기술연구원에서 1997년부터 지금까지 연간 300~500개의 절토비탈면 현장을 대상으로 정밀지질조사, 안정성해석, 대책공법 제시, 소요예산 산정의 연구를 수행하고 조사우선순위기법, 투자우선순위기법, 대책공법 전문가시스템 개발에 집중적인 연구를 수행하고 있다. 다음 표 1. 은 국내 유지관리 관계법령 및 제도의 변천사를 요약한 목록이다.

표 1. 국내 유지관리 관계법령 및 제도의 변천사

연 도	법령, 제도의 변천 내용	비 고
1987	"건설기술관리법(건기법)"공포	
1995. 1.	"시설물의 안전관리에 관한 특별법(시특법)"공포	법률 제4922호
1995. 7.	시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침 고시	건설교통부 고시
1997. 10.	시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침 개정	건설교통부 고시
1999. 4.	시특법 개정(4차 개정)	법률 제5969호
1999. 6.	시특법 시행령 개정(3차 개정)	대통령령 제 16930호
1999. 6.	시특법 시행규칙 개정(2차 개정)	건설교통부령 제195호
2001. 1	건기법 개정	
2001. 10	건설공사의 안전점검 지침	건설교통부 고시

2.2 선진외국의 유지관리 역사와 기준

2.2.1 미국

미국은 시설물 유지관리 분야에 대한 중요성을 일찍부터 인식하고 이에 대한 많은 연구가 수행되었거나 수행 중에 있다. 그 가운데에서도 산악지형보다 평지가 많은 미국의 지형학적 특성에 의해 교량시설물의 건설이 많은 비중을 차지하기 때문에 이에 대한 지속적인 연구성과가 보고되고 있다. 최근과 같은 세분화된 형태의 점검체계는 1930년대와 1940년대에 연방도로국(Federal Highway Administration)에 의해서 완성되었다.

1967년 웨스트버지니아 주의 포인트 프리젠트에서 오하이오 강을 가로지르는 실버교가 붕괴되면서 55명의 인명피해가 발생하였다. 이를 계기로 안전을 위한 점검과정을 발전시키고 평가하기 위한 위원회가 구성되었고 1970년 1월까지 모든 고속도로 구조물의 현황을 정리한 대장을 정비하도록 하였다. 또한 적어도 5년에 한번은 점검을 받도록 하였으며, 주요 구조물에 대해서는 2년마다 점검하도록 규정하였다.

초기의 교량점검 프로그램은 그 이후의 시설물 유지관리 프로그램에 중요한 기초가 되었으며, 1978년 육상운송법은 주요 교량 중 안전성이 떨어지는 교량의 교체 및 성능 개선에 대한 내용을 신설하였다. 이와 같은 제도의 제정으로 현재 미국은 전국적으로 공통적인 교량점검 평가기준에 의하여 유지관리 하고 있다.

2.2.2 일본

우리나라보다 먼저 시설물의 유지관리에 대한 중요성을 인식한 일본은 시설물의 안전 및 유지관리 형태는 유사하나 국내의 '시특법'과 같은 국가에서 공포한 종합적인 법률은 없으며, 단지 시설물의 건설과 유지관리에 관한 개별법에 의해서 시설물을 구분하여 유지관리하고 있다.

일본에서 수행된 비탈면 유지관리 관련 비탈면붕괴대책사업은 소화 42년(1967년) 7월 일본에서 발생한 재해를 계기로 개시되었다. 이 재해에서는 시가지의 뒷산은 물론 절벽이 붕괴되어 다수의 사상자가 발생되었다. 골짜기에서의 토사류에 따른 재해의 방재는 사방사업의 범위이지만, 골짜기가 관여되지 않은 재해방지에 대해서의 명확한 방재체제는 당시까지 없었다. 이 때문에 소화 44년도부터 "급경사지 붕괴에 따른 재해방지에 관한 법률"(이하 급경사지법)에 따라 경계피난체제를 포함한 종합적인 급경사지붕괴대책이라는 사업이 추진되었다.

일본의 유지관리 역사는 1950년대 일본도로공단의 설립과 함께 국토의 종합적인 개발에 따른 많은 다양한 형태의 토목시설물 증가로 인해 시설물 유지관리에 대한 중요성과 관심을 갖게 되었다. 최근에는 첨단 진단기법과 장비의 개발을 통해 대부분 유지관리의 자동화를 이루었으며 일본의 특성을 반영하듯 시설물에 대해 미시적인 관점에서 안전성을 확보하려는데 노력을 기울이고 있으며 이는 국내의 시설물 유지관리에도 많은 영향을 끼치고 있다.

2.2.3 홍콩

홍콩은 2차대전이 끝난 후 50년간 약 470명이 목숨을 잃을 정도로 비극적인 비탈면재해에 시달려 왔다. 그 결과 홍콩정부에서는 이러한 비탈면붕괴에 따른 피해를 줄이기 위해 1977년 6월 토력공정처(GEO)를 설립, 운영하고 있다. GEO에서는 Slope Information System을 도입하여, 홍콩에 존재하는 모든 규모의 건설공사 비탈면과 옹벽에 대해 관리번호를 부여하고 설계, 시공에 관한 자료와 함께 정기적인 조사와 유지관리를 시행하고 있다. 즉, 각 비탈면들은 엔지니어들에 의해 정기적인 조사를 통해 위험도 평가를 실시하여 비탈면보강 대책을 수립, 시행하고 있다.

홍콩에서의 비탈면안정대책과 국내의 비탈면안정 대책을 비교하여 보면, 아직 국내 실정은 비탈면안정에 대해서 상당히 소극적이고 붕괴전 보강에 대한 인식이 확산되어있지 못하여 많은 문제가 발생한 소지가 있다. 따라서 좀 더 체계적인 비탈면의 유지관리를 위해서는 정부차원에서의 적극적인 투자와 안정화 대책이 요구될 것으로 판단된다.

2.2.4 독일

독일에서는 교량 시설물에 대한 유지관리 기준을 DIN 1076에 규정하고 있으며, 뿐만 아니라 도로상에 존재하는 모든 시설물에 대한 정기적인 점검과 시험을 다음의 표 2. 와 같이 규정하고 있다.

독일에서의 정밀안전진단은 원칙적으로 각 관리주체가 직접수행하고 있으며 이를 위한 자체조직과 인력 및 장비를 보유하고 있다. 또한 정밀안전진단시 현장진단의 충실성과 편의성을 위해 일상점검 및 정기점검을 위탁관리해온 도로관리업체가 지원하도록 하고 있다. 업무량의 과다 등으로 인해 해당 도로교통국이 정밀안전진단을 직접 수행할 수없을 경우, 위의 자격조건과 대등한 자격을 가진 진단전문가와 진단기술자를 보유한 전문업체에 위탁하여 정밀안전진단을 실시하도록 하고 있다. 보조안전진단은 3년을 주기로 도로교통국의 담당부서장 주관 아래 수행된다. 이 진단은 정밀안전진단의 주기가 6년인 관계

로 정밀안전진단 때 발견된 미심쩍은 사항에 대한 중간점검 차원의 진단과 일상 및 정기점검을 할 때 발견된 파손에 대한 진단이 추가된다. 업무량에 따라 전문업체에 위탁진단이 가능하다. 일상점검과 정기점검은 보통 위탁 관리되고 있으며, 이를 위해 전국적인 도로관리 조직이 구성되어 있다. 정밀안전진단이 실시되는 기간에는 일상점검 등 하위 점검 및 진단이 중복되지 않도록 규정하고 있다. 점검과 진단 또는 정밀진단이 이루어진 이후에 중요한 것은 손상등급을 결정하여 개량, 보수·보강 등의 유지관리를 하는 것이다.

표 2. DIN 1076에 의한 점검시기

종 류		시 기
점검시기	일상점검	매 분기마다 (규정상)
	정기점검	매년
시험	보조안전진단	매 3년마다
	정밀안전진단	매 6년마다
	특별진단	특별한 진단사유 발생에 따라(홍수, 사고 등)
시설물의 기계적, 전기적 시설물에 대한 작동 검사 및 점검		특별 구정에 따름

3. 국내외 유지관리기준 분석 및 개선방향

3.1. 안전 및 유지관리 계획상의 문제점

우리나라의 시설물 안전 및 유지관리에서 제기되고 있는 문제점은 시설물의 안전 및 유지관리 계획이 시설물이 완공된 이후에 관리주체에 의하여 안전성을 평가하여 시설물의 특성이 반영된 체계적인 안전 및 유지관리가 이루어지지 않는 점이다.

사후유지관리는 구조물의 안전에 필요한 각종기준과 관리기준치를 설정하지 않고 준공을 한 후 안전점검 및 진단을 수행하게 됨으로써 시설물 유지관리가 효율적으로 이루어지기 어렵다. 특히, 시설물 유지관리와 가장 밀접한 관계가 있는 준공도서가 부정확하게 작성됨으로써 안전 및 유지관리 업무를 수행하는데 있어서 많은 애로사항이 발생하게 되며, 이는 시설물이 완공된 이후에 관리주체가 대상 시설물에 대한 안전 및 유지관리계획을 수립하여 시행한다고 하여도 시설물별 유지관리매뉴얼이 사전에 마련되어 있지 않은 상태에서는 체계적이고 과학적인 유지관리계획을 수립하기 어렵게 만드는 문제를 야기한다.

3.2 안전점검 및 정밀안전진단의 문제점

점검시기를 살펴보면, 일본의 경우는 대상시설물의 손상 위치별로 점검시기를 합리적으로 결정하여 실시하는 반면 국내에서는 시설물의 노후도나 손상정도에 관계없이 신설구조물까지 점검항목 모두를 반복하여 점검하고 있어 안전점검과 관련한 업무량이 과도할 뿐만 아니라 반복적인 점검에 따른 점검소홀 등의 문제가 발생할 가능성이 높다.

표 3. 은 우리나라와 미국의 점검자 자격규정을 나타낸 것으로 우리나라의 경우가 미국에 비해 점검자의 자격규정이 완화되어 있으며, 교육제도도 6개월 간 국가기관에서 체계적인 교육을 받는 미국에 비해 적음으로 인해 자칫 시설물 안전점검이 소홀해 질 수 있다.

특히, 대상시설물의 정기점검을 담당하는 공무원 중에는 잦은 인사발령 등으로 시설물에 대한 기본적

인 지식과 경험이 부족한 직원이 많아 특정분야에 대해서는 외부의 민간 전문가를 활용하고 있으나, 매 점검 때마다 다른 전문가를 활용하게 되는 경우가 발생하게 되어 시설물 안전점검의 일관성이 부족하게 되기 때문에 효과적인 안전점검을 기대하기 어려울 수 있다.

한편, 현재 건설되었거나 건설중인 시설물 중 외국의 선진 기술을 도입하여 시행되고 있는 사업에서 점검, 진단, 계측 및 보수 등 유지관리 분야의 기술이 함께 도입되지 않은 경우에는 현실적으로 국내 기술에 의한 유지관리의 어려움이 예상된다. 이러한 특수기술에 대하여 유지관리 경험 및 기술축적이 되지 않은 시설물이 앞으로는 더욱 증가할 것으로 예상되기에 이에 대한 효율적인 유지관리를 위해 발전된 안전점검 및 진단기법의 개발이 필요한 실정이다.

표 3. 점검자격 규정

점검구분	한 국	미 국
자격규정	- 토목분야의 기술자격증 소지자 또는 학력, 경력자 중 교육 이수자	- 기술자로 등록된 자 - 관련분야 10년 이상 경험자로 종합적인 실무교육을 득한 자
교육제도	- 안전점검 및 정밀안전점검을 실시할 수 있는 책임기술자는 건설교통부장관이 인정하는 안전점검 및 정밀안전진단 교육과정을 이수하여야 함(10일) - 정밀안전진단을 실시하는 기술자는 반드시 교육을 이수하여야 함	- 6개월간 체계적인 교육 이수 (연방 교통국)

3.3 보수 · 보강상의 문제점

「시특법」에 의해 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 후 구조물에 안전상의 문제점이 발생하였거나 이용도를 저하시키는 문제가 발생하게 되면 보수·보강을 실시하게 된다. 그러나 대체로 보수·보강공사는 신설공사에 비해 제약사항이 많기 때문에 전문적인 시방기준에 따라 시행하거나, 시험시공을 통해 보수·보강공사에 대한 시방규정이 거의 없는 실정으로서 보수·보강효과에 대한 충분한 경험마저도 쌓여 있지 않은 상태에서 잦은 보수공사를 실시하게 되어 또 다른 사고로의 위험을 초래할 우려가 있다. 그리고 일부 보수·보강공사의 경우는 교통통제기간의 장기화에 따른 민원이나 기술부족 그리고 예산의 부족 등으로 인해 손상의 원인에 대한 근본적인 치유를 하지 못한 채 보수·보강공사를 마치게 되는 사례도 많다.

3.4 설계도서 등 자료 보존상의 문제점

「시특법」제17조(설계도서 등의 보존의무 등)에 의하면 시설물의 설계자 및 시공자는 설계도서 등 관련서류를 관리주체 및 한국시설안전기술공단에 제출하여야 하며, 대통령령이 정하는 중요한 보수·보강의 경우에도 이와 같다고 규정하고 있으나, 2000년 2월말까지의 통계를 살펴보면 「시특법」제정 이후 준공된 1, 2종 시설물 7,388개소 중 이 규정에 의해 제출한 시설물은 약 65%인 4,824개소로 규정에 대한 이행도가 낮은 수준이다.

현재 각 관리주체별로 완공된 비탈면에 대한 체계적인 자료관리가 이루어지지 않고 있는 가운데 점검·진단 및 보수에 관련된 자료가 계속해서 방대하게 발생되고 있으며, 이를 대부분 인력에 의존하여 관리하고 있어 업무의 효율성 및 자료의 활용도가 낮은 형편이다.

또한 안전 및 유지관리 단계에서 발견된 기술적인 문제점이 설계나 시공단계에 Feed-Back 되는 기능이

미흡하여 사전 계획수립 단계에서 유지관리상에 발생할 수 있는 문제점을 개선하는데 한계가 있다.

건설공사 비탈면 정보화의 전산화 작업을 위해서는 비탈면유형, 부재, 손상유형 등에 대한 코드 체계 분류 작업이 선행되어야 하나 현재까지 국가적으로 코드체계가 확립되어 있지 않아 통합된 전산화의 추진에는 애로가 있으며, 시설물 안전 및 유지관리와 관련된 용어가 통일되어 있지 않기 때문에 사용자가 이해하지 어려우며 이는 부실한 안전 및 유지관리가 이루어지게 만드는 간접적인 요인으로 작용하고 있다.

3.5 안전 및 유지관리 관련기술 발전의 문제점

국내 대학의 시설물에 관련된 교과목은 주로 시설물의 신설에 관련된 학문위주로 발전하여 시설물 유지관리 분야의 학문 및 계측 등 첨단기술의 개발, 활용 등의 기술은 상대적으로 매우 낙후되어 있는 실정이다. 일반적으로 유지관리 분야에 필요한 학문분야로는 평가시설물의 손상원인, 점검·진단 및 계측, 구조물의 잔존수명 예측, 보수·보강 재료분야 등을 들 수 있다. 효과적인 유지관리를 위해서는 과거 비슷한 시설물에서 발생된 손상 및 보수·보강의 사례가 매우 중요한데, 영국의 경우 3년마다 '교량의 유지관리에 관한 국제회의'를 개최하는 등 유지관리에 관한 이론과 경험을 공유하기 위해 세계 각 국이 노력하고 있으나 국내의 경우는 민·관·학계 등 그 참여가 매우 부족한 실정이며, 특히 비탈면에 발생한 변상이나 사고사례 등에 대한 정보를 공유하지 않는 풍조 등으로 인해 관련분야의 기술발전 뿐만 아니라 국제적인 기술발전 동향에 도 적절하게 대응을 하지 못하고 있는 실정이다.

최근과 같이 다양하고 복잡한 형태의 토목시설물이 발생하는 현실에서 이와 같은 문제가 다시는 발생하지 않도록 하고 준공된 후 시설물에 대한 효과적인 유지관리를 수행하기 위해서는 그동안 상대적으로 소홀히 여겼던 시설물의 유지관리분야에 대한 관심을 갖고 지속적인 연구개발을 통해 안전 및 유지관리 분야의 기술을 발전시키고 이를 다시 계획 및 설계에 반영함으로서 시설물의 수명에 소요되는 전체적인 비용을 절감시키는 효과를 기대할 수 있을 것이다.

5. 결 론

국내외 건설공사 비탈면 안전 및 유지관리의 정책과 및 제도, 역사를 조사·분석한 결과는 다음과 같다.

1. 국내외 안전 및 유지관리 정책과 제도를 분석한 결과 건설공사 비탈면의 안전 및 유지관리를 법률로서 규정하고 있지 않지만 중앙정부, 주정부, 지방자치단체 등에서 제시하고 있는 안전 및 유지관리기준은 우리나라 보다 체계적이며 구체적인 것을 알 수 있다.

2. 우리나라의 비탈면 안전 및 유지관리 기준은 관리주체별로 기준을 설정하여 운용하고 있기 때문에 기준의 운용에서 혼란이 올 수 있고 체계적인 관리가 어렵다는 문제점이 있다. 따라서 독일의 경우와 같이 안전 및 유지관리기준에 대한 국가기준이 마련되어야 할 필요가 있다.

3. 국내외 각 기관의 유지관리 체계를 분석한 결과 관리주체가 비탈면 안전 및 유지관리에 대해 의사결정을 하도록 되어있고, 비탈면의 안정성 평가가 검사 및 진단을 중심으로 이루어져 외형적으로 문제가 발생하지 않을 경우 비탈면의 안전 및 유지관리에 대한 관심도가 떨어지며, 또한 유지관리에 대한 투자 우선순위도 떨어지는 경향을 나타내는 것으로 분석되었다.

참고문헌

1. 한국시설안전기술공단-건설교통부(2000), “국내외 시설물에 대한 유지관리기술의 동향파악 및 기술 발전방향 설정을 위한 연구".pp.92~249.
2. 한국도로공사(2001), “도로설계요령-제2권 토공 및 배수“, pp.241~261.
3. 한국도로교통협회(1997), “도로유지보수요령”, pp. 215~252.
4. 건설교통부(2003),“시설물의 안전관리에 관한 특별법령집“, pp. 37~38.
5. 日本道路協會(1999), “道路土工-のり面工·斜面安定工指針, pp.10~13.