

수해예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼 제정



김 일 평 | 건설교통부 도로건설팀 팀장

1. 머리말

2000년 이후 매년 발생하는 집중호우로 인하여 도로 시설물 피해가 증가하고 있다. 특히, 2006년 집중호우시 강원지역의 피해규모가 약 1조 4,000억원으로, 전국 피해규모의 약 95%를 차지하고 있으며, 도로의 특성이 국립공원지역을 통과하며, 지형적으로 산악 계곡부 및 계곡하천을 따라 건설된 도로이다. 이와 같은 산악지 도로는 계곡부를 통과하는 횡단배수시설의 통수능 규모가 작거나 토석류 및 부유목 등이 우수와 함께 도로에 유입되어 도로가 유실 또는 암거 유입부의 막힘 등의 문제점을 지니고 있고, 보다 적극적인 해결방안으로 암거의 규모확대, 교량화 방안 등 산악지 도로에 대한 안전시설의 설계 방안 등이 필요하다.

건설교통부는 집중호우로 인한 산악지 도로의 유실방지 등을 위해 『수해예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼』을 새로이 제정하였다. 본 고는 산악지 도로 피해현황을 고찰하고 『수해예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼』의 주요내용을 기술하였다.

2. 산악지 도로 피해현황

산악지 도로 피해현황을 피해유형별로 살펴보면 3가지로 분류할 수 있다.

첫 번째, 집중 호우시 우수 흐름에 의해 토사, 자갈, 부유목 등이 원지반에서 분리되어 이동하여 도로의 횡단배수 암거 및 배수관, 교량 등에 퇴적되어 피해를 발생시킨다. 두 번째는 산악지 도로에 설치된 횡단배수시설의 규모가 작아 토석류 및 부유목 유입시 통수능이 부족한 경우이다. 세 번째는 산지하천에 인접한 도로로, 급류에 의하여 침식되거나 유실되는 현상이 발생한다. 네 번째로, 집중호우에 의한 수위 상승으로 상부로부터 떠나려 오는 부유목 등의 유송 잡물이 교각 및 교량난간부에 적체되어 월류가 발생하고, 이로 인해 상판이 밀리거나 석축구간에 세굴이 발생하여 도로가 유실된다.

3. 수해예방을 위한 산악지 도로 설계 매뉴얼의 주요내용

3.1 산악지 도로 적용 기준

산악지 도로설계 매뉴얼은 도로법에 의한 고속국도, 일반국도, 국도대체 우회도로, 국가지원지방도에서 다



그림 1. 산악지 도로의 주요 피해 사례

음의 경우에 해당하는 지역을 통과하는 도로에 적용한다. 단, 상기 규정에 해당하지 않는 도로의 경우 도로관리청에서 판단하여 동 매뉴얼을 적용할 수 있다.

- 산림청의 산사태 위험지도상 1, 2 등급으로 분류되는 지역
- 표고 400m 이상 산지를 접한 계곡 등 영향권내의 지역
- 산사태 및 토석류 등으로 피해가 발생한 지역

3.2 산악지 도로 배수설계빈도

산악지의 지형적 특성을 감안하여 토석류 발생 등의 피해를 최소화 하기 위하여 산악지 도로 배수시설의 설계빈도는 다음과 같이 한다. 단, 집중호우 등에 의한 재해발생지역 또는 재해예상지역 등의 중요배수시설의 설계빈도는 관계기관 및 감독관, 설계자, 수문전문가 등의 자문을 통하여 결정한다. 특히, 산악지의 지형·지질 그리고 기상조건 등의 특성을 고려하여 수문전문가의 자문을 통하여 산악지의 주요 배수시설 설계빈도를 적용한다.

- 암거 및 배수관 50년
- 노면 및 비탈면 배수 20년
- 측도 및 도로인접지 배수 20년

3.3 자연재해를 고려한 선형 계획

산악지 도로는 교통량이 적고 폭은 협소하지만 도로인접지역주민의 생활편의, 경제활동을 위하여 지역에 필요한 도로이므로, 재해특성, 지역특성, 교통특성, 환경특성 등을 고려하여 횡단구성 및 노선계획을 한다.

도로의 폭이 협소한 산악지 도로는 기존의 도로를 적극 활용하면서 교통안전과 자동차 통행기능을 확보하기 위하여 구간에 따라 대피소의 설치나 급한 선형개량, 시거확보 등과 같은 국부적인 개량을 검토한다.

산악지 도로는 지형여건과 교통여건을 고려하여 단면과 폭원구성 및 상·하행선 분리방안 그리고 터널 및 교량설치 방안 등의 구조를 검토한다.

산악지 기존도로의 확장이나 신설시 부득이하게 편측으로 대규모 깎기부가 발생하는 경우 피암터널을 설치하여 낙석을 받아내거나, 계곡으로 유도하여 낙석발

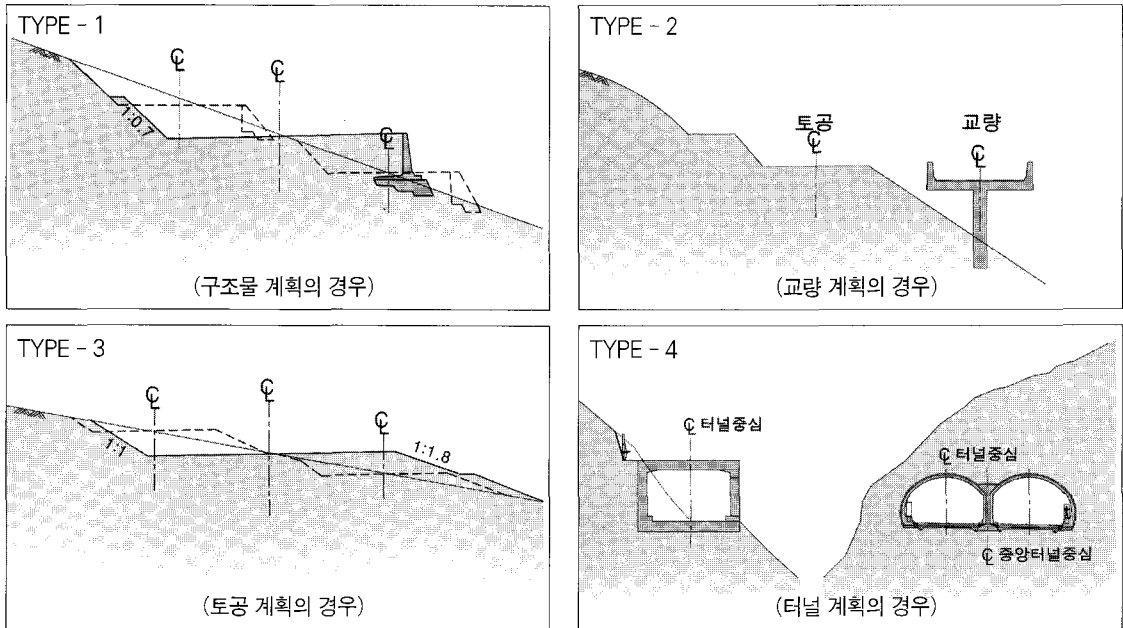


그림 2. 산악지도로의 표준횡단면도 일반도로 단면과 선형분리 단면의 비교

생에 따른 피해를 방지하고, 피암터널 상부에 상부 슬래브콘크리트를 보호할수 있도록 복토를 계획한다.

3.4 토석류 등의 조사 및 차단시설물 설계

토석류 등의 조사 및 차단시설계획은 산림의 벌목

과 개발 등에 따른 산의 황폐화로 토석류 발생의 위험성이 증가하므로, 강우자료 등을 기초로 하며, 현지답사를 통해 토석류 발생빈도, 규모, 토사의 성상, 유출범위, 지층의 변화 등 계곡부의 출입부근을 조사한다. 또한, 이미 설치된 사방시설의 유무를 확인하고 시설의 높이, 길이 등의 제원을 조사한다.

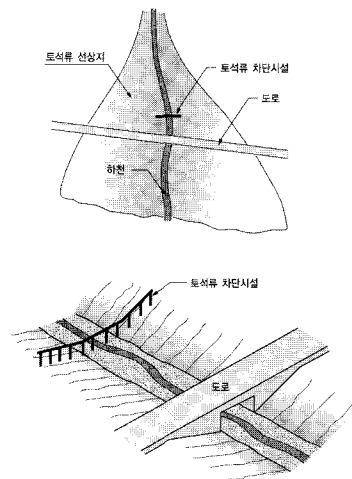
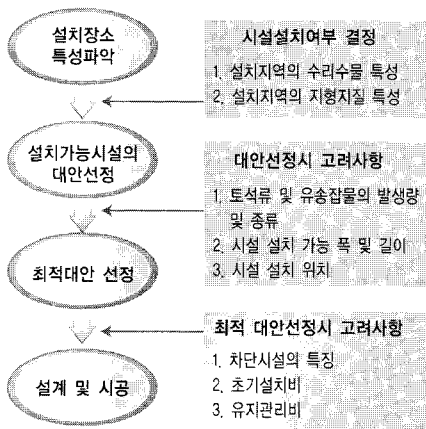
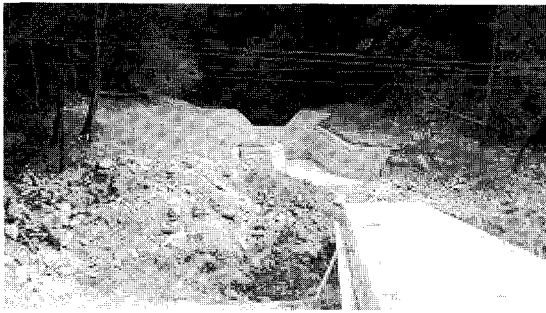
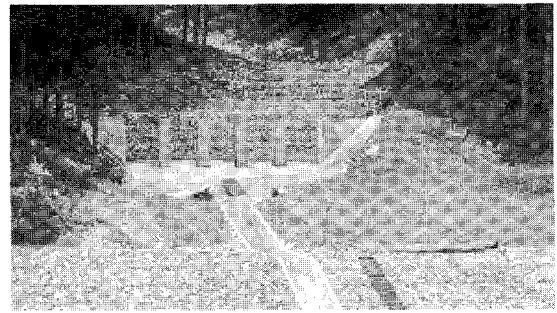


그림 3. 토석류 및 유송잡물 차단시설의 설치장소 선정절차 및 개념도



한계령 국도 43호선



영동고속도로

그림 4. 토석류 및 유송잡물 차단시설물 설치 예

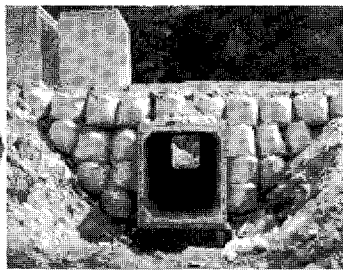


그림 5. 산악지 도로 배수시설물 확대 적용

상시 및 홍수시 유수의 흐름	TYPE-1	TYPE-2
하천수충부의 세굴형태	옹벽 등 구조물의 계획변경으로 세굴지역의 해소	사석보호공 등으로 세굴지역의 보강방안

그림 6. 산악지 도로의 하천 수충부 보강방법

3.5 산악지 도로 배수시설 설계

산악지 도로 배수시설계획은 지형적인 여건으로 인하여, 대규모 깎기 비탈면이나 대규모 쌓기 비탈면 등이 발생되므로, 주변의 지형적인 요소와 토질상태 등을 고려하여 강우시 배수시설물로 유입되는 토석류 및 유송잡물 등이 배수시설물에 영향을 미치지 않

도록 계획한다.

산악지 도로의 지하배수는 우수가 비탈면과 측구 사이로 침투되어 지반지력이 약화되거나 포장체파손 등이 발생할 수 있으므로, 맹암거, 유공배수관의 지하배수시설을 일반도로에서 설치되는 규격보다 크게 설치한다.

산악지 도로의 횡단배수는 도로 인접지역에 내린

우수 등을 배수할 목적으로 설치한다. 따라서, 소하천 및 수로, 산지 계곡부 등 상류지역의 유역면적, 토석류 발생, 장래개발계획 등을 고려하여 도로인접지역의 호우피해예방과 도로의 기능보전을 위하여 충분한 통수단면을 확보한다.

3.6 계곡하천 수충부의 설계

하천을 따라 건설되는 도로가 하천 수충부에 도로가 위치할 경우 다음과 같은 사항을 유의하여 설계에 적용한다.

옹벽을 설치할 시 옹벽의 기초는 기반암에 설치하여 세굴에 의한 침식을 방지한다. 단, 기반암에 설치하지 못할 경우, 옹벽기초에 세굴방지시설을 보완하여 설치한다. 또한, 홍수시 일시적인 세굴깊이를 고려하여 콘크리트 블럭공, 사석공 등 밑다짐을 실시하여 세굴을 방지한다.

옹벽의 상부에 위치하는 쌓기 비탈면에 있어서는 석축, 호안 블럭 등의 수로보호공에 해당하는 구조물로써 쌓기 비탈면을 보호한다.

3.7 산악지 교량의 최소경간장 설계

유송잡물이 교량에 집적되어 하천의 통수능이 상실될 경우, 교량이 댐과 같은 역할을 하게 되어 수압을 이기지 못하고 파괴된다. 이때 상당한 양의 급류가 하류로 흘러 하류부에 피해를 발생시킬 수 있다.

산지 하천을 횡단하는 교량의 경간장은 『하천설계

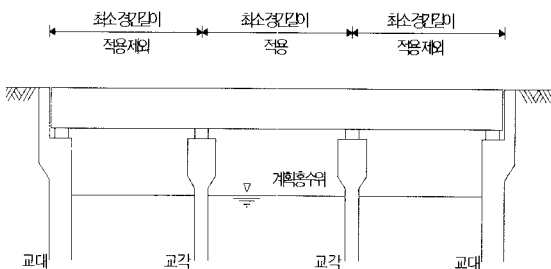


그림 7. 산악지 교량의 경간장

기준』을 적용하며, 설치폭이 20~30m인 경우 가급적 단경간으로 교량을 설치한다. 단, 유송잡물에 의한 교량피해를 최소화하기 위하여 유송잡물이 교각에 집적되지 않도록 최소경간장 14m 이상을 확보하는 것이 바람직하며, 산간 협곡 또는 지형의 상황에 의해 치수상 지장이 없는 경우는 축소 할 수 있다.

4. 맺음말

지구온난화 등 이상기후에 의해 매년 집중호우에 의한 시설물의 피해규모가 증가되고 있다. 특히, 산악지 도로특성은 계곡부를 따라 건설되거나 협곡 인접부에 건설되는 경우가 대부분이다. 따라서, 산악지 도로는 지형적 조건에 따라 토석류 및 부유물에 의한 압거유입부의 막힘 등의 문제점을 해결하는 방안을 제시하여 산악지의 도로재해를 최소화하고 국민의 안전과 도로의 편익성 등이 증대되기를 기대한다.

참고문헌

- 한국도로교통협회, 도로설계기준, 2005.
- 건설교통부, 도로배수시설 설계 및 유지관리 지침, 2003.
- 건설교통부, 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침, 2000.
- 건설교통부, 하천설계기준, 2005.
- 건설교통부, 2006년 7월 태풍 및 집중호우 피해 조사, 2006.
- AASHTO, Highway Drainage Guideline(Metric Version), 1999.
- FHWA, Debris Control Structures Evaluation and Countermeasures, Third Edition, Hydraulic Engineering Circular, No. 9, 2005.
- 日本道路協會, 道路土工—排水工指針, 1987
- 國土開發技術研究 自然になじむ山岳道路-ダム對替道路の事例より考える,山海堂, 1996.
- 土質工學會, 土砂災害の予知と對策, 1985