

환경을 고려한 도로선형 설계

권 혁*

1. 개 요

도로는 국가의 산업기반이자 사회기반이 되는 가장 기본적인 시설이다.

근대 이후 우리나라는 비약적인 경제성장을 이룩하였고, 그에 따라 자동차의 성능향상과 교통량의 폭발적인 증가현상이 나타나게 되었다. 1980년대 50여만대에 불과하던 차량등록 대수는 1985년에 100만대를 넘어섰고, 2001년에는 1,240만대의 자동차 등록대수를 기록하였다.

이에 따라 지속적인 도로확충이 이루어졌으며, 고속국도, 일반도로 등을 모두 포함하는 도로의 총 연장이 1980년 46,950km에서 1995년대에는 87,534km로 증가하였다. 그러나 같은 기간 자동차 대수가 10배이상 증가한데 반하여 도로는 2배정도 밖에 확충되지 않아 교통혼잡이 심각한 상황이다. 도로교통 혼잡으로 인한 물류비용 증가와 시간비용 손실은 국가경쟁력을 떨어뜨리고 국토의 균형발전을 저해하는 심각한 문제로 인식되고 있으며 시급한 도로망의 확충이 필요한 실정이다. 사회적인 순기능과 함께 수십km에서 수백km에 달하는 광범위한 환경훼손이 수반되어 최근 들어 도로건설이라는 개발논리와 환경보전이라는 보존논리가 첨예하게 대립하고 있다.

도로는 국민생활과 국가경제에 가장 밀접하고 중요한 사회간접자본 시설로서 이의 건설과 관리에는 막대한 예산이 소요되므로 일반적으로 도로의 기능성, 경제성, 교통안정성이 우선적으로 검토되어 건설되어지며, 그동안 단기적으로 경제성 분석이 어려운 환경보전에 따른 편익이 거의 무시되고 도로건설이 이루어 졌던게 사실이다.

신진국에서는 도로개발부서에서 환경전담반을 두고 개발과 보전의 조화를 도모하고 있으나, 우리나라는 이와 같은 체계가 갖추어지지 않고 도로계획 및 설계가 이루어지고 있으며, 현재 도로사업 환경영향평가를 담당하는 환경보전부서에는 도로전문가가 없어 복잡한 도로계획·설계과정 및 기준에 대한 이해가 부족한 실정이어서 개발론과 극단적인 환경보호론이 대립되어 사회적인 의사합의 과정에 난항을 겪고 있으며 도로사업에 대한 국민의 혼란을 가중시키고 있다.

따라서 도로사업에 따른 환경훼손을 과학적으로 분석하고 도로선형 계획시부터 이를 고려하여야 할 필요가 있으며, 특히 국토면적의 70%가 산악지로 구성되어 있는 우리나라의 지형적인 특성을 고려한 한국형 환경도로에 대한 개념정립이 시급한 실정이다.

* 한국도로공사 환경관리부장

2. 노선선정 절차

2.1 노선선정 절차

노선선정은 타당성조사단계와 기본설계단계에 걸쳐 수행되게 된다.

타당성조사단계에서 여러후보 노선대를 선정하여 사회적, 경제적, 그리고 기술적 측면을 고려하여 최적노선대를 선정하며, 기본설계단계에서 기술적, 경제적 및 환경적 측면을 고려하여 도로의 선형을 확정하는 절차에 따라 최적의 노선을 선정하며, 이를 요약·정리하여 도식화하면 다음 그림과 같다.

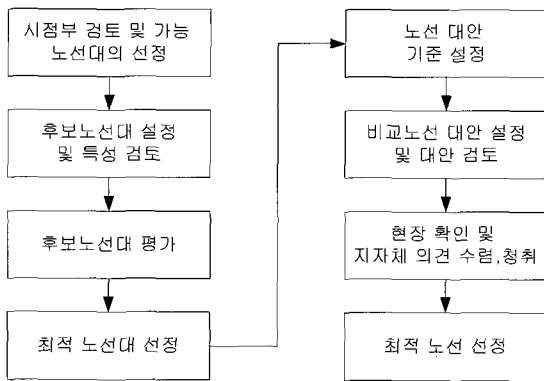


그림 1. 노선선정 절차

2.2 최적노선대 선정시 고려사항

타당성조사단계의 주된 업무가 최적노선대 선정이다. 1/25,000~1/50,000 지형도를 이용하여 후보노선대를 설정하며, 노선대별로 검토한 후 최적노선대를 선정하게 된다.

현재 노선선정의 영향 요소는 다음과 같은 세 가지 측면을 고려한 평가를 통하여 이루어진다.

- 사회적 측면 : 도로 교통망의 개선을 통해 지역 사회에 가져오는 의의를 평가하는 것으로, 다른 개발 계획과 연계하여 지역의 개발에 가져오는 효과를 평가한다.
- 기술적 측면 : 도로의 본래 목적인 교통을 안전하고 원활하게 소통시킨다는 측면의 평가 및 구조 기술에 대해서 시공상의 가능성과 안전성 및 유지, 방재상의 안전성 및 확실성에 대한 평가를 수행한다.
- 경제적 측면 : 도로 건설의 타당성 여부를 건설비와 유지 관리비 등의 투자 측면과 그 투자에 따른 경제적인 편익에 대해서 평가하고, 계획의 타당성을 검토한다.

노선 선정은 도로계획의 각 단계 중에서 가장 큰 영향을 주는 것으로, 노선 선정이 잘못되면 설계와 시공 단계에서 이를 돌이키는 것은 불가능에 가깝다. 가능한 여러 노선 대안을 선정한 후 각 대안에 대하여 지형, 지세, 지역 개발, 교통흐름, 환경적 영향 등 정성적인 평가를 실시하게 된다. 정성적인 평가 후 채택된 대안에 대해 세부 평가를 실시하게되며, 세부 평가에서는 가능 노선대 선정에서 시행한 정성적인 분석 외에 접근되나 개략적인 공사비를 포함하는 정략적인 분석을 추가하여 실시한다. 대안별 비교·평가에서는 표 1의 세부 항목을 고려하여 최적의 노선대를 선정하게 된다.

표 1. 노선대의 세부 평가 항목

평가 항목	평가 내용
접근성 측면	사업 시행에 따른 영향권 지역의 접근성을 평가
시공성 측면	건설시 터널, 교량, 지장물 등 공사의 난이도를 평가
지역개발 측면	대안별 지역개발 수준을 영향권의 대소에 따라 평가하여 지자체의 의견을 반영
기존계획과의 관련성 측면	도로 및 철도 등 교통망 확충계획과 도시기본계획 및 도시재정비계획 등 관련 계획과 적합성 평가
교통흐름 측면	기존 도로의 통행량 전환 관계 및 소통 측면 반영
환경 측면	자연환경 및 생활환경에 대한 주요 영향의 조사 평가
공사비 측면	개략 공사비를 산정하여 대안별 비교

자료 : 도로설계편람(1), 건설교통부, 1999

2.3 최적노선 선정시 고려사항

선정된 최적노선대의 범위 내에서 도로 등급에 부응할 수 있는 설계기준을 설정하고 현지답사를 거쳐 1/5,000 지형도상에 비교 노선 대안을 도출한다. 이 비교 노선 대안을 경제적, 기술적, 환경적 측면에서 표 2 노선선정시 고려요소를 비교·평가하여 최적노선을 선정한다.

표 2. 노선선정시 고려요소

구분	고려요소
기술적 측면	<ul style="list-style-type: none"> 주요경유지를 통과하되 기존 도로 노선과의 중복을 피함 평면선형과 종단선형의 조화를 고려 교차시설의 설치가 용이한 노선 선정 적설이 많은 지역은 가능한 한 남향 노선을 택함 가급적 연약지반은 피함
경제적 측면	<ul style="list-style-type: none"> 공사비 및 유지보수비가 경제적으로 되도록 함 공사비의 최소화로 경제적 편익이 최대가 되도록 함
환경적 측면	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획구역의 저축 여부 판단 소부락 생활권의 피해 여부 파악 공동묘지, 공원묘지, 절탑 등의 저축 여부 농경지 잠식 정도 문화재, 천연기념물 저축 여부 자연환경의 훼손 정도 민원소지 여부

자료 : 도로설계편람(1), 건설교통부, 1999

2.4 노선선정시 환경성검토 고찰

도로건설을 위한 의사결정단계는 타당성조사, 기본설계, 그리고 실시설계 단계로 구성되어 있으며, 각 단계별 주요결정내용은 타당성조사단계에서 노선대를 선정하고, 기본설계 단계에서 선형을 확정하며, 확정된 노선에 대하여 실시설계 단계에서 상세설계를 수행하는 것이다.

현재 대부분의 도로건설사업은 실시설계단계에서 실시하고 있으므로 환경영향평가 수행 이전에 의사결정단계에서 노선과 관련된 환경성평가 및 노선선정시 환경적 측면의 고려는 필수적이라 할 수 있다.

그러나, 각 단계별 주요 고려사항 중에서 환경적 측면에 대한 고려사항은 큰 비중을 차지하지 못하고 있으며, 노선 결정자의 주관적 견해에 따라 노선이 결정되고 있으므로 누구나 객관적으로 인정할 수 있는 노선선정시 환경성 부분에 대한 평가기준 및 방법의 개발이 절실한 실정이라 할 수 있다.

3. 환경친화적 선형 설계요령

3.1 평면 및 종단선형

3.1.1 환경친화적 도로의 계획

환경친화적 도로의 계획이란 계획단계에서 도로의 환경성을 최대한 반영하는 것이다. 도로계획은 표 3과 같이 노선계획과 개략적인 설계로 구분된다.

노선계획에서는 법률에 의해 지정된 보호지구나 특별히 보호가 필요하다고 판단되는 종이나 군락이 출현하는 지역을 피하여 노선을 선정한다. 개략적인 계획에서는 그 지역의 자연환경 보호의 관점에서 중요한 환경을 보전 대상으로 추출함과 동시에 공사단계에서 문제가 발

생하기 쉬운 지역과 구간에 대해서도 명확히 하여 자연환경에 가능한 영향이 적도록 선형이나 구조물을 배치한다.

표 3. 환경친화적 도로계획과 내용

단 계	보 전 대 상	조 사	대 응 방 침
노선 계획	<ul style="list-style-type: none"> • 법률등에 기초한 지정 지역 • 보호가 필요하다고 정한 종이나 군락이 출현한 지역 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사(현지의 확인 조사를 시행) • 현지조사 (충분한 문헌이나 자료가 없는 경우) 	<ul style="list-style-type: none"> • 노선선정
개략 계획	<ul style="list-style-type: none"> • 지역의 자연환경 보전 관점에서 보아 중요한 환경 	<ul style="list-style-type: none"> • 현지조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 선형검토 • 도로구조 검토

3.1.2 계획단계의 검토내용

도로계획에서는 법률에 의해 지정된 보호구역이나 특별히 보호가 필요하다고 생각되는 생물종이나 군락이 출현하는 지역을 피해서 노선을 선정한다.

지역적인 정보에 기초하여 도로계획을 가능한 빠른시간내에 검토하는 것이 바람직하다.

주변환경을 고려한 도로계획단계의 검토는 다음과 같은 순서로 실시한다.

- ① 자연환경에 관한 현상파악을 위한 조사를 실시한다.
- ② 보전대상을 추출한다.
- ③ 도로건설을 회피해야할 구간을 추출하여 대체노선을 검토한다.

문헌조사와 현지조사로부터 보전대상을 추출한다. 문헌조사에서 지정된 지역이나 종이름 등이 명기되어 있으므로 그 속에서 도로건설에 있어서 문제가 되는 것을 보전대상으로 추출하며 그 내용은 다음과 같다.

- ① 자연환경보전지역, 자연생태계보전지역, 문

화재보호지역, 천연기념물, 상수원보호구역, 조수보호구역 등 중요 보호대상지역·시설의 존재여부

- ② 보호종, 희귀종의 집단서식 및 철새도래지 등의 존재여부
- ③ 보호가치가 큰 식물군락 또는 백두대간, 늑지자연도 8등급이상지역의 존재
- ④ 생태자연도 I·II등급이상 권역의 존재여부
- ⑤ 고유종 및 희귀종
- ⑥ 분포에 한계가 있는 종, 격리분포종 및 그것이 존재하는 지역
- ⑦ 희소한 종과 생태적으로 밀접한 관계가 있는 환경
- ⑧ 습지등 도로건설에 의한 영향을 받기 쉬운 환경

추출된 보전대상과 계획노선과의 위치관계를 알수 있도록 평면도로로 나타낸다.

또 대체노선의 검토는 법률과 제도를 근거로 보전대상과 계획노선과의 관계를 검토해서 도로건설을 회피해야하는 구간을 추출하며, 이 구간에서 대체노선을 검토한다.

3.1.3 개략설계단계에서의 검토사항

개략설계단계에서는 노선의 대폭적인 변경은 불가능하지만 선정된 노선을 기초로 대축척의 도면을 이용한 상세한 검토가 가능하다.

이 단계에서는 지역의 자연환경을 파악하기 위한 현지조사를 하여 그 결과를 기초로 이 지역의 자연환경보전의 관점에서 본 중요한 환경을 추출한다. 또한 도로건설시 문제가 발생하기 쉬운 지역이나 구간에 대해서도 명확히 대안을 세워야 한다.

이 결과를 근거로 주변 자연환경에 대해 가능한 영향이 적은 선형이나 도로구조를 검토하며,

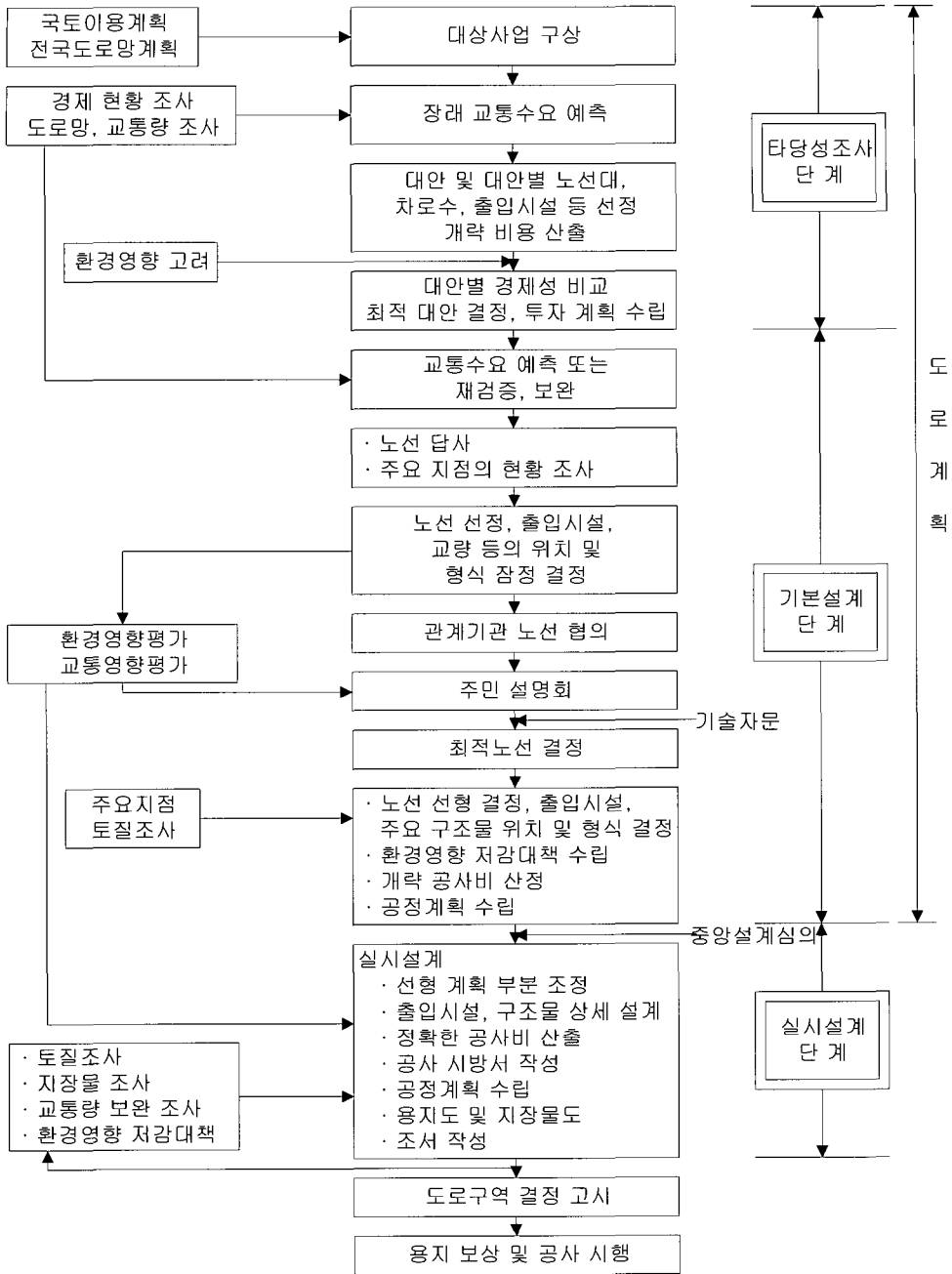


그림 2 도로건설사업의 의사결정과정
[자료 : 도로설계편람(1), 건설교통부(1999)]

다음과 같은 순서로 진행한다.

- ① 계획노선을 기초로 현지조사를 실시한다.
- ② 보전대상을 추출한다.
- ③ 영향이 적은 선형이나 도로구조를 검토한다

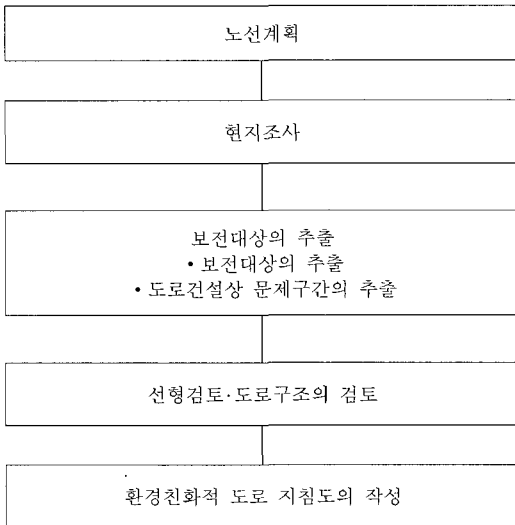


그림 3. 환경친화적 도로의 개략설계의 검토흐름도

3.1.4 환경친화적 선형계획의 검토

선형계획 단계에서 검토해야 할 가장 중요한 사항은 자연보전 대상을 공사구간에서 제외시키는 일이다. 절토나 성토 등의 토목공사는 현존하는 식생을 소실시킬 뿐만 아니라 그곳을 보금자리로 하는 동물에게도 영향을 미친다. 성토고가 높아질수록 토지의 변동 면적이 커지고, 절성토는 도로 전체에 이동되는 토공양의 균형과 관계되므로 될 수 있는 한 낮은 성토가 되도록 선형을 검토하여 토지의 변동 면적을 적게 한다. (그림 4-1 참조).

이러한 선형계획과 관련된 사항은 지형의 변동을 적게 하므로 주변의 경관도 보전할 수 있다.

절토에 의한 토지의 변동이 주변 생태계에 미칠 영향을 고려해서 터널구조로 한다. 터널 입구

는 bell mouse형 등으로 하고 입구주변의 변동도 최소한으로 한다(그림 4-2 참조). 성토의 경사를 급하게 하면 토지의 변동면적을 적게 할 수 있지만 사면의 식재가 곤란해진다.

환경사로 하면 변동부분은 커지지만 키 큰 나무의 식재 등 복원 대책이 가능하게 되므로 환경보전의 입장에서는 유효할 수 있다(그림 4-4 참조).

표 4. 환경친화적 도로검토 방침과 요점

보전대상의 위치	방 침	요 점
계획노선에 위치한다	• 회피	<ul style="list-style-type: none"> • 노선의 상세한 검토를 한다 (노선의 미세한 조정) • 종단,경사등 선형을 검토한다 • 터널이나 교량등의 채용을 검토한다 • 옹벽등의 구조물 채용을 검토한다 • 이식이나 이동등의 대응책을 검토한다
계획노선에 접한다	• 회피 • 최소화	<ul style="list-style-type: none"> • 절토나 성토의 최소화나 구간의 최소화를 검토한다 • 옹벽등의 구조물 채용을 검토한다 • 영향완화를 위한 대응책을 검토한다
계획노선의 주변에 위치한다	• 영향이 미치지 않도록함	<ul style="list-style-type: none"> • 영향완화를 위한 대응책을 검토한다 • 동물같은 이동능력이 있는 종이 보전 대상이 되는 경우 도로내로의 침입 방지나 분단회피에 대해 검토한다

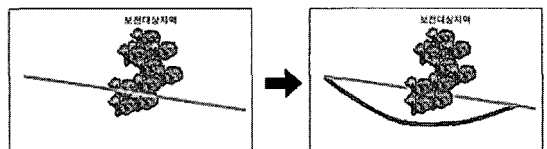


그림 4-1. 보전지역의 회피 및 터널구조 채용검토

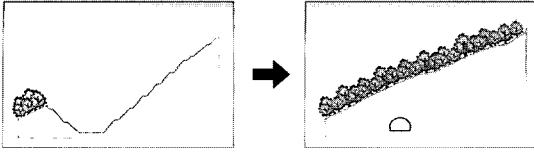


그림 4-2. 터널 채움의 도로구조 검토

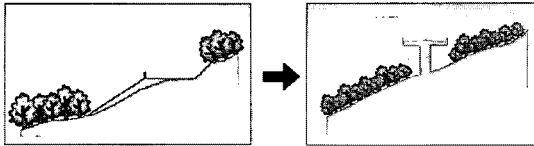


그림 4-3. 교량 채움의 도로구조 검토

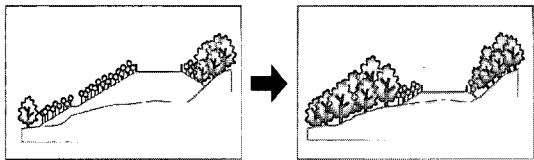


그림 4-4. 낮은 성토의 선형검토

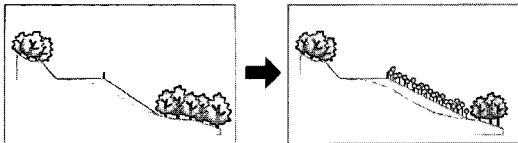


그림 4-5. 완구배의 도로구조 검토

3.2 경관설계

3.2.1 경관도로의 개념

경관은 바라보는 주체(시점)와 바라보는 사물(대상)로 성립하는 것으로 경관의 질은 시점에서 대상이 어떻게 보이는가에 따라 달라진다. 도로경관이란 도로가 경관의 중심(주대상)이 되는 경관이다. '경관'은 일반적으로 '풍경'의 동의어로 널리 쓰이고 있다. '풍경' 중에 뛰어난 요소를 발견해서 이를 보존하거나 돋보이도록 하여 가치를 부여할 수 있다.

'경관'은 사람이 풍경을 보고 그 가치를 인식하는 것에서 성립되는 것으로 ① 바라다보는 주

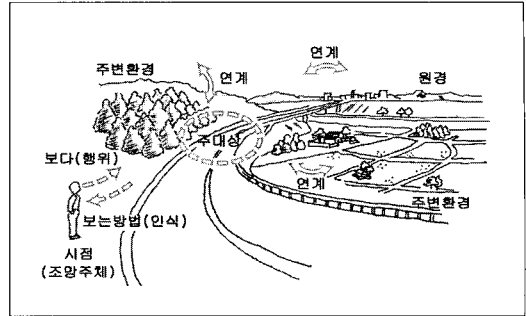


그림 5. 도로경관의 구성

체(시점)와 ② 바라보는 물체(대상)가 필요하다.

3.2.2 경관도로의 설계

1) 도로경관의 계획 및 설계

도로경관의 계획 및 설계는 다음 5가지 원칙을 염두에 두고 진행해 가는 것이 바람직하다. 아울러 표 5에는 도로의 성격에 따른 계획 설계시 유의점을 나타냈다.

- ① 도로의 성격에 따른 설계를 한다.
- ② 도로이용자 및 지역주민을 위한 디자인을 생각한다.
- ③ 균형 있는 모양으로 완성한다.
- ④ 통일과 신축성을 생각한다.
- ⑤ 시간과 함께 경관을 키워간다.

2) 도로경관 정비의 목표

도로경관 정비는 도로의 성격에 따라 정비 목표를 설정하여 각 사업단계에서 경관정비 방침을 검토하는 것이 바람직하다.

- ① 개성과 지역성을 표현한다.
- ② 역사를 느끼게 한다.
- ③ 풍치를 만든다.
- ④ 화려하게 한다.
- ⑤ 산뜻하게 한다.
- ⑥ 주변과 조화있게 한다.
- ⑦ 사계를 느낄 수 있게 한다.

⑧ 시간이 갈수록 좋아지도록 한다.

도로경관 정비를 시행하는데 있어서 주변지역이나 도로의 성격과의 조화를 이루는 일은 물론이고 각각의 도로 특색을 어떻게 표현할지, 혹은 도로가 지나는 개성을 어떻게 돋보이게 할 것인지 검토하는 일이 중요하다.

3) 노선의 개략검토 단계에서의 검토

(1) 경관자원의 보전

노선의 개략검토에서 지역의 개성있는 경관이 훼손되거나 귀중한 경관자원이 손실되거나 하는 일이 없도록 충분히 주의하여 노선을 선정하여야 한다. 특히 주택지나 자연적 요소가 높은 지역에 도로를 신설할 경우 도로정비 후의 경관변화에 유의할 필요가 있다. 자연적 요소가 높은 지역을 요약하면 다음과 같다.

- ① 원시적 자연환경을 유지하고 있는 지역
- ② 고산대, 급경사지, 파괴되기 쉬운 지형·지질의 지역 등 녹화 복원이 어려운 지역
- ③ 뛰어난 경관을 유지하고 있는 지역

(2) 경관자원의 활용

쾌적한 도로의 첫째 조건은 도로 본래의 기능을 충분히 충족시키고 있는 점이지만, 노선계획에 있어서는 이 조건을 만족하면서 도로경관을 충실하게 만드는 고안이 필요하다. 특히 운전자는 시간, 장소에 따라 바뀌어지는 색조나 상징이 주행의 쾌적성을 높이는 주요한 요소가 된다. 노선선정에 따른 경관자원의 활용에 대해 유의해야할 점은 다음과 같다.

- ① 지역에 존재하는 특징 있는 건축물, 산, 호수, 하천 등은 지역 상징으로 도로내 경관의 질을 높이는 것이다. 노선의 선정에는 정책적인 관점이나 교통공학적인 관점에서 뿐만 아니라 이들 지역상징이 되는 요소도 control point로 덧붙여서 계획할 필요가

있다.

- ② 지역 상징을 단순히 같은 방향에서만 보여 주고 산이나 숲 등의 우회에 따른 '눈가림'을 지양하고 변화가 있는 노선을 선정하도록 고려할 필요가 있다.
- ③ 물가, 가로수, 예로부터 있던 거리 등과 같은 양질의 길가경관은 그곳을 지나는 사람들에게 마음의 안정을 주는 것이므로 이들 경관 자원을 효과적으로 이용한 노선을 선정하는 것이 필요하다.

4) 선형계획 단계에서의 검토

(1) 쾌적한 주행성의 확보

선형계획에서 쾌적한 주행성을 확보하는 것은 도로경관의 질을 높이는 기본적인 요인이다. 선형은 장래에 쉽게 수정할 수 없으므로, 계획단계에서 검토가 중요하다. 따라서 선형계획에서 주행성을 높이고 동시에 주행 안전성을 확보하는 것이 중요하다. 다음의 점에 유의하여 검토되어야 한다.

- ① 곡선을 이용한 경우에는 평면이나 종단에서 연속적으로 부드러운 곡선을 이용한다.
- ② 평면과 종단의 조합에 대해서도 고려하여 입체적으로 부드러운 선형으로 한다.
- ③ 너무 똑바른 직선의 도로는 단조롭기 때문에 위험과 직결되는 경우도 있다.

(2) 지형, 토지 이용과의 정합

선형 설계에는 선형 자체가 부드러움과 동시에 도로내외의 경관을 고려하여 지역의 지형과 연도 환경과도 조화를 꾀하는 것이 필요하다.

(a) 전원지대, 구릉부

전원지대와 구릉부 등 지형변화가 비교적 완만하고 연도 경치의 변화가 별로 없는 지역에 도로를 연결한 경우는 운전자들에게 단조로운

표 5. 도로의 성격과 계획시 유의점

도로의 분류		도로의 성격과 계획설계의 유의점
지방의 도로	명승지의 도로	<ul style="list-style-type: none"> · 명승지의 도로는 조망성의 확보에 힘쓰고 동시에 적당한 커브를 도입하는 등 선형을 고려하여 운전자에게 주변의 경치를 보다 효과적으로 보여주도록 할 필요가 있다. · 자연을 훼손하는 일이 없도록 주변의 지형이나 경관에 친숙한 도로선형이나 구조를 선택한다. 대절토나 높은 성토에 의한 지형의 변형이 있을 때는 rounding이나 식재 등으로 양호한 경관을 얻을 수 있도록 노력한다.
	전원지대의 도로	<ul style="list-style-type: none"> · 넓은 전원지대를 통과하는 도로는 그 개방적인 조망이 도로경관의 특징이기도 하다. 따라서 이러한 도로에서는 시야를 막는 식재 등은 피한다. · 성토의 경우 완만한 경사의 낮은 성토로 하여 주변 지형과의 조화를 이루게 한다.
	산지의 도로	<ul style="list-style-type: none"> · 산지의 도로는 기복이 있어서 변화가 있는 쾌적한 도로경관이 기대된다. 가능한 선형을 고안하여 수림의 통과나 산고개에 의한 과노라마를 엮는 등 역동적인 경관변화를 주도록 한다.
	일반 도로	<ul style="list-style-type: none"> · 보통 지방도로는 개성 있는 경관조성에 어려움이 있으나 노선을 soft shoulder로 할 수 있다. 또한 길가광고, 토지이용의 규제 등을 통해 양호한 도로경관을 유지할 수 있게 한다.
도시의 도로	중심가	<ul style="list-style-type: none"> · 중심가는 도시의 얼굴이 되는 품격을 지닌 도로가 절마다. 이러한 도로에서는 'vista'의 형성에서 나온 직선모양의 선형이 바람직하다.
	변화가	<ul style="list-style-type: none"> · 변화가의 매력은 길가의 상점이나 거기에 모이는 사람들에 의해서도 창조된다. 또한 사람들이 편안히 쉬며 즐길 수 있는 분위기를 만들어 내는 일도 중요하다. 단, 식재 등은 교통기능 면에서도 충분히 고려한 설계를 해야 한다.
	전통 마을	<ul style="list-style-type: none"> · 전통 마을은 그 자체가 개성적이어서 도로 경관형성에 도움을 준다. 이러한 도로에서는 가능한 종래의 마을을 살려 두는 형태로 정비를 하는 것이 바람직하다. 생울타리나 토담, 마을 안에 예로부터 뿌리내리고 있는 주제를 효과적으로 이용해서 친숙하게 한다.
	일반 거리	<ul style="list-style-type: none"> · 도시 도로에서는 표지판, 조명등, 전봇대, 혹은 길가광고 등이 많이 설치되어 있어서 도로 경관이 번잡한 경향이 있다. 이러한 거리에는 도로에 설치된 여러 시설의 정리, 통합하여 광고류의 규제를 하는 등 번잡한 요소를 될 수 있는 한 제거하여 도로경관을 향상시킨다.

도로경관이 되기 쉽다. 한편 광대한 조망은 하나의 경관자원으로 우수한 것이라 할 수 있다. 때문에 다음과 같이 도로내 연속성을 높이도록 검토함과 동시에 외부경관의 보전에도 배려할 필요가 있다.

- ① 적당한 굴곡을 만들어서 주행성과 운전자의 조망에 변화를 준다.
- ② 부드러운 종횡을 가진 선형으로 주행성과 도로 이용자의 조망에 변화를 준다.
- ③ 구릉부에서는 평면, 종횡선형과 함께 곡선을 구성하여 주변 경관과의 조화를 꾀할 필요가 있다. 또 전원지대에서도 직선의 다양성은 피하고, 광대한 전원경관의 분단이 생기지 않도록 배려한다.

(b) 시가지

시가지와 주거지에서는 기존의 도로가 바둑판 모양과 방사상으로 규칙적으로 정비되어 있는 경우가 많기 때문에 이러한 기존의 도로망과의 정합성을 꾀한 선형계획을 할 필요가 있다. 중심가와 지역의 상징이 되는 도로나 지역을 대표하는 도로는 직선적이고, 기복이 적은 선형이 바람직하고 도로의 격을 표현하는 데 어울린다. 한편 주거지에서는 부드러운 곡선을 적지에 적용하여 마을 조성에 깊이가 있는 도로경관을 창출한다.

(c) 산간부

산간이나 산등성이를 통과하는 노선은 도로내 경관보다 도로 밖의 경관을 고려한 선형계획을 할 필요가 있다. 도로 밖에서의 경관에 대해 유의할 사항은 다음과 같다.

- ① 선형은 지형과 지물에 근접시키고 대규모 사면의 출현을 억제하며 시가지와 중요한 조망지점에서 경관보전에 노력한다.
- ② 명승지처럼 자연이 풍부한 지역을 통과하는

곳에서는 설계속도를 낮추도록 선형을 조절하거나 터널과 교량형식을 검토하는 등 자연의 변형을 가능한 적게 한다.

- ③ 특히 계곡이 있는 지형을 가진 지역에는 교량, 고가형식, 성토형식 등의 검토를 하여 외부경관을 보전한다.
- ④ 평면선형을 고려하여 수림을 노변 가로수로 사용하고, 상하선의 분리와 고저차를 이용하여 중앙분리대에 기존 수림을 이용하는 등 외부경관을 보전한다.

(3) 지역의 경관자원의 활용

(a) 주요 거점의 이용

유명한 산, 특징이 있는 산세와 건물은 주요 거점(landmark)이 되고, 도로경관의 개성을 높여 준다. 선형계획에서는 상당한 굴곡을 이용하여 이러한 거점이 되는 지물 등이 변화를 가지고 조망하도록 선형의 방향성에 주의해야 한다. 특히, 지방의 경관변화가 적은 도로에서는 landmark가 보였다 안보였다 하면서 변화해가는 모습을 볼 수 있는 것도 매력적인 경관을 만들어 내는 요소가 된다.

(b) 수변의 통과

바다, 호수, 하천 등 아름다운 수변을 도로경관의 질을 높이는 경관구성요소이며, 수변의 통과는 노선의 개략 검토시 중요한 요건의 하나이다. 단, 수변의 통과에 있어서는 그 경관가치를 잃어버리지 않도록 하고, 특히 수제선을 파괴하지 않도록 주의하면서 선형계획을 할 필요가 있다. 운전자에게 동일방향으로 수면이 보이는 상태가 너무 길게 연속되면 단조로움을 느끼게 된다. 눈앞에 수면이 펼쳐지는 경관, 수로는 수제에서 조금 떨어진 수목 사이로 수면을 엿볼 수 있는 경관 등 수면의 효과적인 조망법을 의식한 선형계획이 필요하다.

(c) 수림의 통과

수림을 통과하는 도로의 선형계획에서 수림을 분석하는 것과 같은 직선 통과는 가능한 한 피하는 것이 좋다. 수림경관을 살려 인상 깊은 도로경관을 형성하기 위해서는 적당한 곡선을 삽입하여 운전진행에 따라 수림의 깊이를 느낄 수 있는 선형을 배려한다. 또 상하선을 분단하여 수목을 남긴 중앙분리대로 설치하는 것은 수림과 경관의 조화를 높이게 된다.

(d) 폐쇄적인 구간의 통과

절토구간이 너무 길게 연속된 산간부와 구릉, 터널 등의 폐쇄적인 구간을 통과하는 도로에서는 언덕을 넘으면 광대한 파노라마 경관이 펼쳐지고, 커브를 지나면 갑자기 장엄한 산이 눈 앞에 나타나는 드라마틱한 경관 변화를 고려한 선형을 마음에 두는 것도 중요하다. 또 산간부의 구간에서 평야부의 열린 구간으로 변화하는 장소는 조망점으로 강한 인상을 준다. 특히 언덕길의 구배를 고려하여 경관변화를 적극적으로 이용한 선형계획이 필요하다.

4. 사례분석

4.1 서울외곽순환고속도로(일산-퇴계원간) 건설사업

서울외곽순환고속도로의 북부구간은 기본설계시 북한산국립공원을 통과하도록 계획되었으나, 실시설계시 국립공원의 훼손을 최소화하기 위하여 여러 대안노선이 검토되었다. 의정부의 팽 우회노선은 국립공원을 통과하지 않지만 서울북부지역의 교통처리가 어렵고 막대한 공사비 증가, 지장물 문제로 현실적으로 적용하기 어려운 대안이었다. 실시설계노선은 서울북부지역의 교통처리를 가능하게 하면서 국립공원

통과구간을 최소화하고 최대한 터널로 통과하여 국립공원의 훼손을 최소화하기 위하여 검토한 여러 대안노선중 최적노선으로 결정되었다.

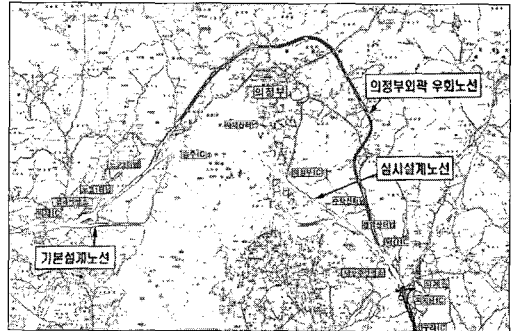


그림 6. 북한산국립공원 통과방안

4.2 익산-장수간 고속도로(신촌-장계간) 건설사업

실시설계시 마이산도립공원 북측을 통과하는 것으로 계획되어 있으나, 북측진입로로 진입시 마이교에 의한 마이산 조망 저하문제가 발생함에 따라, 실시설계 노선의 종단을 하향(20m정도) 조정하여 마이산도립공원 대절토 구간을 터널로 변경하고 마이교를 소교량으로 변경하여 마이산의 원거리 경관을 확보하였고 도립공원의 훼손을 최소화 하였다.

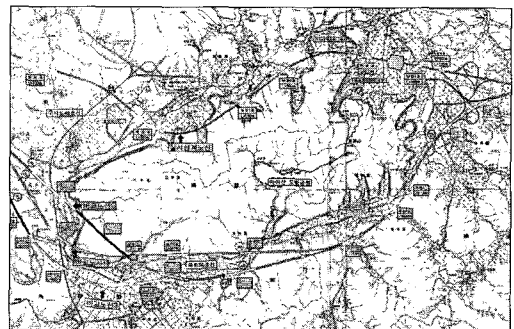
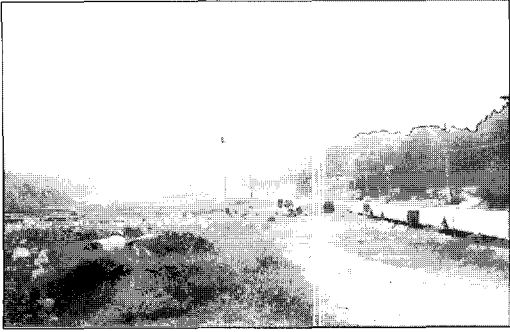
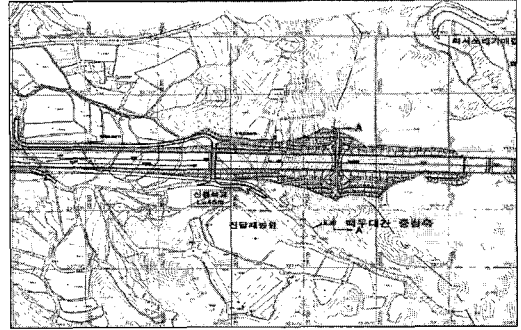


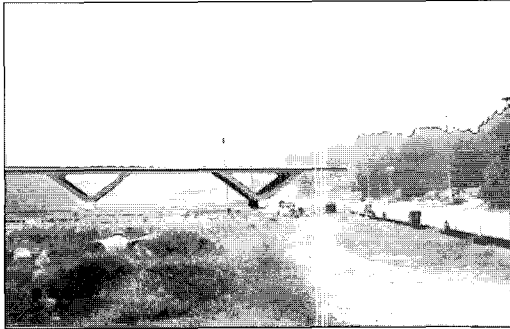
그림 7. 마이산 통과구간의 대안노선비교



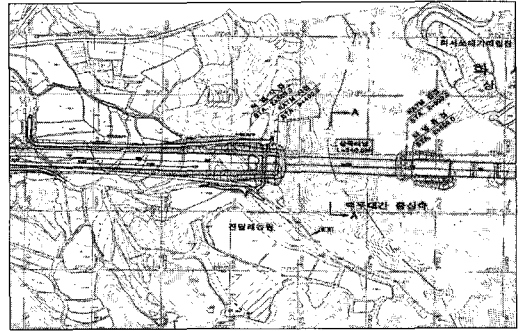
① 현황



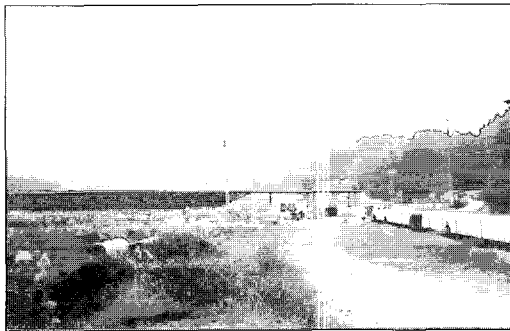
당초(대절토)



② 실시설계



변경(터널)



③ 종단선형조정

그림 8. 마이산 통과구간의 종단 하향조정

그림 9. 백두대간 터널통과

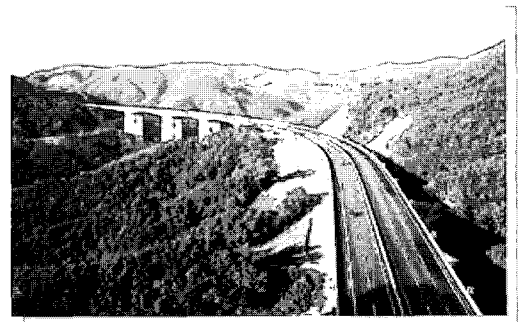


그림 10. 황성대교 전경

4.3 청주~상주간 고속도로(보은-서상주 간) 건설사업

실시설계시 경북 상주시 화서면 화령재에 위치하는 백두대간 통과구간에 대하여 화서IC와의 근

접, 지질특성, 구조적 안전성의 문제 등을 고려하여 토공으로 약 300m를 절토하여 통과하고, 백두대간 중심축에 동물이동통로(Eco-bridge)를 설치하는 것으로 계획하였으나, 백두대간은 끊어지지 않고 이어져야 한다는 산자분수령(山自分水嶺)의

대명제, 즉 대간의 본질인 산마루가 훼손되지 않아야 하는 대원칙을 최우선적으로 고려하여 터널로 통과하여 백두대간의 단절을 피하고 환경훼손이 최소화되도록 변경하였다.

4.4 영동고속도로(횡성대교)

1995년 12월부터 1999년 8월까지 약 4년의 공사기간이 걸렸던 영동고속도로상의 횡성대교는 영동고속도로의 곧은 선형을 위하여 봉화산 험준한 계곡부를 통과할 수밖에 없어 수려한 자연경관의 훼손이 우려되었으나 장대교량으로 처리할 수 있도록 선형을 최소화하여 자연훼손을 최소화 하였다. 또한 자연훼손을 최소화하기 위해 F.C.M(Free Cantilever Method) 공법, 슬립폼(Slip Form) 공법 등 여러 가지 첨단 공법이 적용되었다. 교량상부의 시공방법인 F.C.M(Free Cantilever Method) 공법은 산악지형의 자연훼손을 최소화시키는 공법으로 별도의 동바리를 설치하지 않고 교각 위의 주두부로부터 이동식 작업차를 이용하여 3~5m 길이의 거푸집을 좌우로 순차적으로 시공한 뒤 중앙부에서 연결하는 특수 공법이다

5. 맺음말

도로는 인간 생활에 필요한 각종 시설을 서로 연결해주는 네트워크이자 중요한 사회자본이므로 국가 발전을 위해 도로의 지속적인 확충은 불가피하나 더불어 생태계파괴 등 심각한 환경문제를 반영시키기 때문에 적절한 대응책이 마련되어야 한다. 최근들어 환경친화적인 도로 선형계획의 욕구가 증대되고 있으나 과학적인 분석에 의한 환경친화적 도로건설시침이 마련되지 않고 단편적인 면만을 고려하여 도로의 기능이 떨어지거나 환경친화적 도로건설사업의 실효성을 달성하지 못하고 있는 실정이다.

환경을 고려한 도로 선형설계를 위하여는 선형의 대안 검토시 환경을 비중있게 다루어야 하며, 이를 위해서는 환경친화적인 도로 선형설계기준의 개발과 함께 도로기술자의 의식전환이 이루어져야 한다.

최적의 도로선형이란 경제성, 기능성, 안정성, 환경성을 모두 확보하여야하며 어느 한면에 치우치지 않도록 하여야 한다.

토 목 지 식

◆ 롤드 아스팔트 포장(Rolled Asphalt Pavement)

영국의 추운 지방에서 많이 사용하는 포장종류로 모래와 아스팔트를 섞은 아스팔트 모르터에 세석을 혼합하여 포설한다. 그 위에 아스팔트로 코팅한 세석, 일명 프리코트 칩(procoated chip)을 표면에 뿌리고 롤러로 전압하는 포장이다. 따라서 표면으로 돌출한 세석으로 인해 미끄러움을 방지할 수 있다. 그러나 보통의 밀입도 아스팔트 혼합물보다는 세석이 적게 사용되기 때문에 골재 맞물림에 의한 안정성이 떨어지는 단점이 있다.

◆ 반강성 포장(半剛性鋪裝, Semi-Rigid Pavement)

일명 살비아심(Salviacim)포장이라 불리기도 하는 이 포장은 프랑스에서 약 40년 전에 개발된 포장이다. 반강성 포장은 개립도 아스팔트 혼합물에 침투용 시멘트 밀크를 주입하여 굳어져 콘크리트처럼 되는 포장이다. 골재와 골재의 결합은 원래 아스팔트로 연결되어 있어서 침투용 시멘트 밀크의 온도에 따라 팽창이나 수축은 아스팔트가 흡수한다. 따라서 시멘트 콘크리트 포장과 같은 줄눈은 넣을 필요가 없다.

(자료제공 : 중앙대학교 도로 및 교통연구실 김진선)