

수치지형모형을 이용한 최적노선선정에 관한 연구 A Study on the Optimum Route Determination using Digital Terrain Model

정영동* · 박정남** · 박성규*** · 김진기****

Jung, Young-Dong · Park, Jung-nam · Park, Sung-Kyu · Kim, Jin-Gi

요 旨

최근 국토의 효율적인 개발을 목적으로 신신도로의 건설이 급증하고 있다. 그러나 우리나라는 경제 개발사업이 시작되면서 국토개발이 활발히 추진됨에 따라 국토의 자연환경에 많은 손상을 가져 왔던 것도 부인할 수 없는 사실이다.

이런 관점에서 본 연구는 도로개발사업시 효율적인 최적노선을 창출하기 위해 연구대상지를 선정하여 종래방법과 수치지형모형방법으로 구분하고 최적노선 선정시 현황지형, 토공량 변화에 따른 예측지형 및 주변경관해석의 한 방법을 제시하고자 하였다.

연구결과 수치지형모형으로 노선계획시 토공량변화에 따른 예측지형 및 경관도를 작성할 경우 종래 조감도 및 투시도 방법보다 입체적이고 시각적이며, 대상지의 다양한 지형인자를 삽입하면 최적 노선 선정시 토공량산정, 종·횡단면도 작성, 경관도, 조경도 등 모든 노선계획의 수치화가 가능하므로 도로 건설사업시 그 활용도가 기대된다.

ABSTRACT

This study aims to develop an effective model of the optimum route determination by using digital terrain model. So in this study I select testing areas and analyse comparing the usual method with the digital terrain model method. And then I present one of the optimum route determination models by analysing an anticipated view and other roads according to the development plan.

In usual method, the selected area was analysed by using panaoramic terrestrial and aerial photograph. But in this study I represent the present terrain by using digital terrain materials which was acquired by a check form map of the selected area, and predict the route line according to the view points by using basic development plan.

As a result of using the digital terrain model method in the optimum route determination with terrestrial photograph, it is possible to explain the terrain in detail when the present conditions terrain is analysed. As we can anticipated many sided road in large scale development plan with digital terrain materials which was used in analysing the present terrain, it is possible to lead to more effective route planning, landuse planning and the optimum road determination than the usual method in the basic plan.

1. 서 론

최근 급속한 경제성장과 소득증대에 따라 국민생활이 윤택해 짐에 따라 자동차 보유율의 증가로 고

속도로 뿐만 아니라 전국 주요도로의 통행량이 급증하게 되어 이러한 현상을 해소하기 위해 정부 및 지방자치단체에서는 많은 예산을 도로건설에 투자하고 있다. 이에 우리나라의 경제여건, 교통환경 및 주위 경관을 고려한 도로건설시 종래 개념의 노선계획에서 탈피하여 다양한 지형정보와 과학적인 방법을 최대한 활용하여 도로건설에 따른 투자효율 극대화 및 수송능력을 최대화하여야 한다.

*조선대학교 공과대학 토목공학과 교수

**조선대학교 대학원 박사과정

***조선대학교 대학원 박사과정

****조선대학교 산업대학원 산업공학과

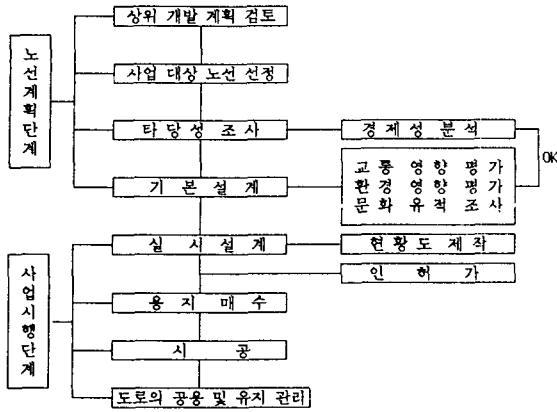


그림 1. 도로 사업 흐름도

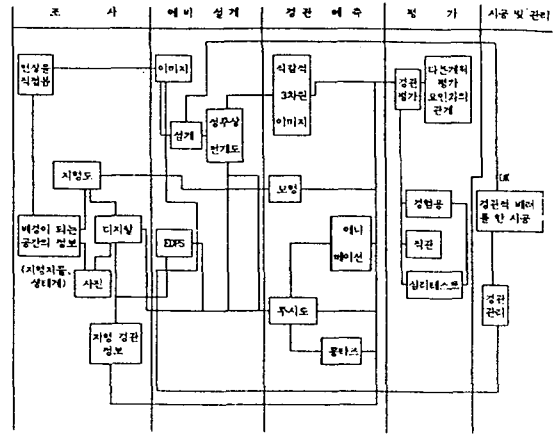


그림 2. 경관 계획 흐름도

본 연구에서는 실제 시공 중인 광주직할시 제2차 순환도로의 제2구간(광주대-화순선)간을 중심으로 종래방법과 지형정보처리기법의 하나인 수치지형모형(Digital Terrain Model)을 대상지에 적용하여 최적 노선 선정시 토공량 변화에 따른 지형변화를 개발 전후로 분류하고 다양한 조망점에서 표출되는 노선을 해석함으로써 최적노선 선정시 예측지형 및 주변경관해석의 한 방법을 제시하고자 하였다.

2. 노선계획 및 최적노선 선정

노선계획은 도로계획의 기초를 이루는 가장 중요한 작업과정이므로 도로의 사회적 환경에 미치는 영향, 경제효과, 교통 및 구조기술상의 특질 등을 파악하고 후보노선에 대해 세밀한 현장조사와 계획선형분석을 실시하여 주거지 및 농경지 편입의 최소화, 자연환경 파괴의 최소화 및 경관과의 조화를 도모하여 최적의 노선계획을 수립하여야 한다.

노선의 계획 및 설계는 크게 도로계획단계와 사업시행단계로 구분할 수 있다. 계획단계는 그림 1에서 보는 바와같이 노선선정, 타당성조사, 기본설계 등으로 나눌 수 있으며, 사업시행단계는 실시설계, 용지매수, 시공, 도로의 공용 및 유지관리 등으로 대별할 수 있다.¹⁾

최적노선의 선정은 후보노선대를 선정한 후 1/5,000, 1/25,000 지형도상에서 다양하게 선정된 최적노선대의 범위내에서 최적노선을 선정할 수 있는 기준을 정하여 현지 답사를 거쳐 1/5,000 지형도에서 비교노선안을 도출시키고 그 대안을 경제적, 기술적, 환

경적 측면에서 비교, 분석, 평가하여 노선을 선정한다.

선정된 최적노선에 대한 평가는 사회, 경제, 문화 등 각 방면에 대하여 고려하게 되는데 특히, 경제적인 평가기준은 비용과 편익면에서, 기술적 평가기준은 노선의 선형과 구조물 시공등의 유지관리 그리고 환경적 평가기준은 도시계획의 적법성, 지역주민과의 민원, 문화재 및 자연파괴 등에 대한 평가를 한다. 또한 사실상의 선형설계 작업이 되는 최적노선의 대표노선에 대한 비교노선의 평가는 최적노선을 선정하는 평가기준이 되며 대안 평가의 완료는 선형설계의 작업으로 본다. 이처럼 선정된 노선은 인근도시의 경제효력 증대와 주변지역의 건전한 개발 및 발전에 상당한 영향을 미친다.

3. 노선의 경관해석

사회가 발전하고 복잡해지면서 경관의 관점 영역은 점차로 확대되고 있으나 일반적인 경관의 대상범위는 최근 많이 논의되는 정원, 도시공원녹지(urban open space), 도로 자연공원, 관광 및 레크레이션 시설, 시설조경 등 다양하게 분류할 수 있다. 또한 최근 도시환경 악화 또는 레크레이션 시설의 증대에 따라 대규모 산림지역 및 강유역 등의 보존 개발방향 등에 대한 평가에 있어서 경관의 관심이 고조되고 있다. 현행 경관분석방법은 여러 사람의 시도에 따라 다르게 되고, 시각체험에 따라 다르게 되므로 체계가 일관될 수는 없으나 일반적으로 그림 2와 같은 체계로 이루어지고 있다. 또한 경관분석의 기법은 일반적으로

기호화의 기법, 심미적 요소의 계량화 방법, 메쉬분 석방법, visual corridor에 의한 방법, 지상사진에 의한 방법, 수치지형모형에 의한 방법 등 여러가지 해석 방법이 있다.²⁾

예측 경관도를 작성하는 데는 지역경관의 특성, 주요 조망점의 변화, 중요한 경관지의 영향예측 등을 고려하여 합리적인 설계 및 시공이 이루어지도록 한다. 주요한 경관 구성요소의 변화 정도 및 그 변화에 의한 지역 경관의 변화예측은 다음과 같은 방법으로 실시할 수 있다. 첫째, 몽타지(montage)법으로서, 이 방법은 현황사진 위에 붙여 다시 사진촬영하여 완성된 조감도에 의해 경관변화를 예측하는 방법이다. 또한 이 방법은 재현성이 비교적 높으며 적용범위가 넓으나 정확도는 적다고 하겠다. 경관의 특성은 사진촬영의 상태에 좌우되며 시야는 렌즈에 의해 제한을 받으므로 철저한 계획이 요구되는 방법이다. 둘째, 모형에 의한 방법으로 완공 후의 시설 및 지형변화 등을 축소하여 모형을 작성하고 이것을 모형상의 주요 조망점으로부터 사진촬영에 의해 경관을 예측하는 방법으로 이 방법을 모형으로 하면 조망점은 다수가 되더라도 작업량이 증가하지 않는다는 장점과 대상범위가 한정되어 있고 모형을 제작하는데 많은 비용이 든다는 단점을 갖고 있다. 셋째, 전산기에 의한 표현방법으로 이 방법은 현재 지형에 대한 3차원 자료를 취득하고 완공 후 지형변화를 예측하기 위해 시설물의 높이, 위치, 지형과의 관계 등 지형자료를 전산기에 입력하고 전산기를 이용하여 개발 후 현황도를 묘사하는 방법으로서 계획처리만으로 쉽게 지역을 예측할 수 있으며, 조망점 수가 많은 경우에도 조망점에 따른 경관의 변화를 효율적으로 파악할 수 있다.

4. 수치지형모형 및 토공량 산정

4.1 수치지형모형

수치지형모형이란 지표면상에서 관측된 모든 점의 3차원 좌표값을 각종 구조물의 설계 및 최적설계를 하기 위해 전산처리에 적합하도록 불규칙한 지형을 보간법 및 자료처리 과정을 통하여 기하학적 혹은 수치적으로 해석하는 기법이다.

수치지형의 목적은 지형의 기하학적인 성질을 수치적으로 표현하고 전산에 응용할 수 있도록 수학적 지형자료를 제공하고 효율적인 자료은행을 설치하

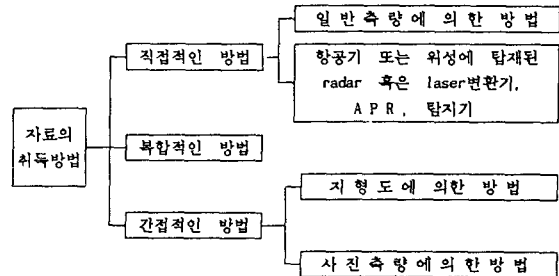


그림 3. 자료취득 방법의 분류

로써 이들 자료를 효과적으로 활용할 수 있도록 함에 있다. 수치지형모형의 수행과정은 자료취득, 자료처리, 효용목적에 따른 작업수행으로 나눌 수 있다. 지형 자료의 취득원 및 밀도결정 등의 자료취득 과정과 추출된 자료의 입력형태결정 및 보간방법 등의 처리 과정이 요구되며, 효용목적에 따른 자료의 출력형태 등이 결정되어야 한다. 이상의 사항이 결정되면 취득한 수치지형자료를 전산기에 입력하여 미지점의 수평위치좌표 (x, y)에 대응하는 표고 (z)를 보간법을 이용하여 구한다. 입력된 자료형태를 곡면으로 나타낼 경우, 하나의 함수로 표현하면 고차함수로 되기 때문에 계산이 복잡하다. 근접한 두개의 곡면은 경계에서 접평면에 연속이어야 하며, 곡면이 정의되는 범위내에서 경사도를 변화시킬 수 있는 보간계산이 용이하여야 한다. 자료의 추출법과 보간법은 같은 중요성을 갖지만 일반적으로 지형은 불규칙한 단면을 형성하기 때문에 지형과 보간법 관계보다는 자료추출법과의 관계가 더 중요하다고 할 수 있다. 그렇지만 실제지형과 유사한 지형을 추출하기 위해서는 지형과 자료추출법 관계에 보간법의 적용이 요구된다.^{3,4)}

수치지형모형에 사용되는 자료의 취득 수단은 직접법, 간접법, 혼합법 등으로 구분되며, 이것은 그림 3에 나타난 바와같이 지도, 항공사진의 입체모델, 현장측량, 항공기나 인공위성에 탑재된 레이더와 레이저 고도계에 의한 방법으로 자료를 취득할 수 있다.

수치지형모형을 이용하여 지형을 근사화하기 위해서는 주어진 자료상에 효율적인 보간방법을 적용하여야만 현 지형에 근접할 수 있다. 보간은 내삽과 외삽으로 나눌 수 있고, 수치지형모형에서는 일반적으로 내삽하게 된다. 또한 보간은 관측오차의 영향을 줄이는 것이 목적이다. 수치지형모형에서의 보간이란 주어진 자료의 좌표로부터 보간함수를 적용하여 미

지점의 높이, 좌표값을 추정하는 것으로 보간방법에는 적용대상에 따라 기준점을 하나의 연속함수 $F(x, y)$ 로 표현하는 전체적인 보간법과 각 작은 부분마다 각각의 함수로 나타내는 격자 요소별 보간, 모든 보간점마다 독립적으로 분류하는 점 보간법이 있다. 또한, 보간법에 적용하는 함수식에 따른 분류는 1차 보간법, 다항식보간법, Spline 보간법, 거리경중률 함수방법, Kriging 보간법으로 나눌 수 있다.⁵⁻⁷⁾

4.2 토공량 산정방법

도로건설 사업에 있어서 토공량산정은 공기 및 공사비에 가장 영향을 많이 미치므로 현 지형을 고려한 정확한 토공량 산정방법이 요구된다. 토공량을 산출하는 경우에는 도상이나 실측으로 면적을 관측한 다음 높이나 길이를 곱하므로써 산출되므로 정확한 면적 관측이 필수적이다. 면적을 관측하는 방법에는 수치법과 도해법으로 구분할 수 있으며 수치법에는 삼사법, 삼변법, 다각형법, 지거법, 좌표법 등으로 나누어지며 직선적 지형에는 삼사법, 삼변법, 좌표법이 이용되고 지거법은 주로 불규칙 지형의 면적산정에 이용된다. 지거법은 지형의 형태에 따라 심프슨(simpson) 1법칙과 2법칙으로 구분된다. 또한 도상에서 불규칙 단면의 면적을 산정하는 데에는 주로 구적기 방법이 가장 일반적으로 이용되고 있다. 토공량을 산정하는 데는 현장에서 많이 행하여지고 있는 방법으로 단면법, 점고법, 등고선법 등이며, 단면법은 철도, 도로 및 수로 등의 선형적 지형에 많이 이용되고 점고법은 대단위 개발사업시 넓은 지역의 토공량 산정에 특히 유용하게 활용된다.⁸⁾

5. 대상지 적용에 따른 비교 고찰

5.1 연구 대상지 선정 및 연구 방법

기존 노선계획 방법과 수치지형모형을 이용한 지형변화에 따른 최적노선의 효과적인 예측을 하기 위해 본 연구에서는 인근 지역의 지형과 기존 도로망을 토대로 본 연구 대상지가 갖는 지형 자료를 파악하고 이에 상응하는 효율적인 도로 이용 계획 및 교통정책을 도모하고 급증하는 연구지의 교통수요를 대처하기 위해 타당성 조사연구 후, 도시계획으로 고시된 노선을 연구대상지로 선택하였다.

본 연구 대상지의 위치는 그림 4에 나타난 바와



그림 4. 연구 대상지 위치도

같이 행정구역상 광주직할시 동구 용산동과 서구 진월동까지의 일대이며 광주직할시 제2차 순환도로의 일부구간으로서 1990. 11월-1991. 10월에 실시한 타당성 조사연구시 제시된 우선 순위에 따라 실시 설계된 폭 35 m, 총연장 3,690 m의 제2구간의 일부로 일명 광주대-화순선간이라 한다.⁹⁾

또한 본 대상지의 1991년 기준한 1996년에서 2011년까지의 연평균 일일계획교통량의 연평균 증가율이 평균 5-5.5%로 예정되고 있어 광주직할시 제2순환도로중 가장 높은 증가율로 나타나고 있다. 도로의 구조 및 기준이 주로 계획교통량의 양과 질에 따라서 결정되는 만큼 종합적이고 타당성있는 조사분석이 요구되는 노선이다.

특히, 이곳은 광주직할시와 광주직할시의 외곽도시인 화순간의 경계 지점과 목포간 고속화 도로의 통과 지역으로서 서남권 개발정책에 의한 목표지역의 급속한 산업발달에 따른 교통량 폭증의 대안책이며, 광주직할시의 행정구역 확대와 공업단지 및 첨단과학 연구단지 조성등으로 더욱 증가할 교통수요에 대처하기 위한 도로이다.

본 연구에서는 현황지형해석과 개발 후 예측노선의 지형변화 및 주변 경관을 예측하기 위해 그림 5와 같이 여러 방법으로 구분하여 해석하였다.

지형을 해석하는 방법에는 종래 모형에 의한 방법, 투시도에 의한 방법 등이 많이 이용되어 왔으나 시간과 공학적인 수치해석이 어려운 단점을 지니고 있다. 본 연구에서는 조망점을 이용한 현황 지상사진 방법, 지형도에 의한 방법 및 수치지형모형에 의한 방법 등으로 현황지형을 해석하였다. 또한, 예측지형 해석은 현재 진행중인 광주 순환도로 기본 설계를

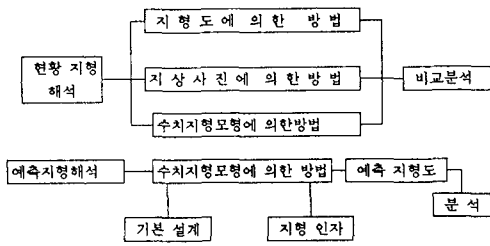


그림 5. 지형 해석 방법

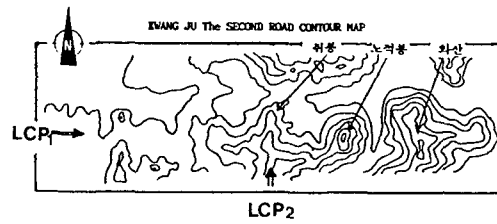


그림 6. 지상 사진 촬영의 조망지점도

중심으로 다양하게 변하는 경관 및 지형을 예측하였으며, 지형 인자는 대상지 경사, 공간감과 공간깊이, 지형보존 및 강조, 지형의 변경 및 파고 등을 이용하여 최적노선의 예측지형을 분석하였다. 해석된 최적노선의 예측지형을 다양하게 창출하여 도심지와 산지 그리고 도로가 적절하게 조화되는 기본 설계가 되도록 새로운 예측지형 해석의 방향을 제시하고자 하였다.

5.2 현황 지형 해석

대상지 현황 지형을 해석하는 방법에는 종래 지형도상에서 표고를 추출하여 종·횡단면도 작성에 의한 방법, 지상사진에 의한 방법, 투시도를 이용하여 해석하는 여러가지 방법들이 이용되어 왔다. 본 연구에서는 신속하고 공학적 측면에서 보다 정확도가 있는 수치지형모형에 의한 방법을 대상지에 적용하여 현황 지형을 해석하여 종래 방법과 비교 고찰하였다.

5.2.1 종·횡단면도에 의한 방법

종·횡단면도에 의한 현황지형해석은 주단면 지역을 구성하여 대상지의 주요 대상 지역을 표현한 것이다. 이 방법은 자세한 현황지형을 해석하는 데는 유리한 방법이나 시간이 많이 소요되며 전 대상지역의 지형을 세밀히 해석하는 데는 부적합한 방법이다.

5.2.2 지상사진에 의한 지형해석

지상사진에 의한 현황 지형 해석 방법은 지상의 2개 이상의 관측지점에서 지상 측량용 사진기 및 일반 사진기를 사용하여 피사체의 특성 및 위치 파악에 효과적으로 이용할 수 있는 방법으로 매우 넓은 이용 범위를 갖고 있다. 본 연구에서는 지상사진에 의한 방법으로 대상지 현황을 분석함에 있어서 그림 6에서 보는 바와 같이 조망점을 2개 지정하여 현황을 1993년 3월 10일 CANON SAF(ZOOM) 사진기로 대상지를 파노라믹 사진으로 구성하였다. LCP₁은 그림 7에서 보는 바와같이 광주대학교에서 조망한 최적노선 지

역을 표출한 것이고 LCP₂는 서구쪽에서 동구쪽을 조망한 최적노선 건설지역을 표출한 것이다.

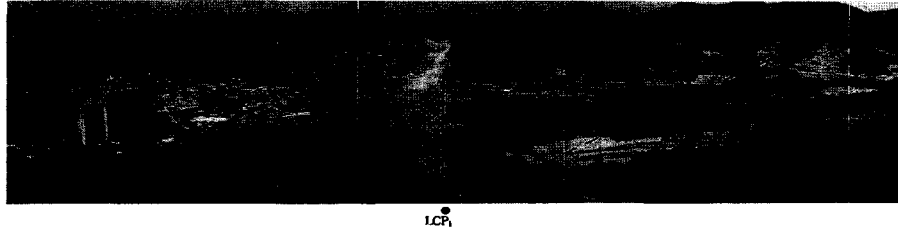
조망점에서 촬영된 대상지 현황지상사진은 그림 7이며, 현황지상사진에 의한 경관해석은 LCP₁에서는 원거리경, 중거리경, 근거리경 등을 다양하게 소유하고 있으며 파노라믹 경관도 약간 창출되는 양호한 경관을 표출하고 있다. LCP₂에서는 전방으로는 중거리경과 근거리경을 나타내는 경관요소가 많이 차지하고 있고, 도심지와 어울리는 경관은 약간 막힌 공간을 유지하고 있다. 또한 세부적으로는 수목, 들, 가옥 등이 자연과 적절히 조화를 이루고 있는 지역이다. 이와같이 지상사진에 의해 대상지를 분석한 결과 지형 및 현황경관을 세부적으로 표출하는 데는 아주 효과적인 방법이나, 조망점 수가 적으면 대상지 현황지형 및 경관해석이 단편적이고, 조망점 수가 많으면 작업시간 및 비용이 많이 소요되며, 대상지가 넓은 지역에서는 촬영시 축척의 개념 및 특수한 사진기법을 요하고 대상지를 멀리에서 촬영할 경우 정밀한 지형해석이 어렵다는 단점을 내포하고 있다.

5.2.3 수치지형모형에 의한 지형해석

수치지형모형이란 지표면상에서 관측된 모든 불연속점의 좌표값과 이에 연관된 보간법을 이용하여 불규칙한 지표면을 수치적으로 해석하는 기법으로, 이 방법을 이용하면 노선선정, 토공량 산정과 노선변경 등에 있어서 새로운 노선의 종·횡단면의 자동화, 토목계획 및 설계목적에 따른 각종 지형정보의 합성을 정보화할 수 있고, 최적노선계획을 위한 지형자료의 기록, 최적계획고를 구하기 위한 토공계획의 변경문제, 경사지역 및 붕괴되기 쉬운 지역에서의 위험도 예측, 토지이용계획, 경관계획해석 등에 다양하게 적용될 수 있다.

본 연구에서는 대상지 지형해석을 수치지형모형을 이용하여 해석하였는데 표본 자료 유출은 정규격자

광주 제2 순환도로 현황지상사진(조망점 I)



광주 제2 순환도로 현황지상사진(조망점 II)

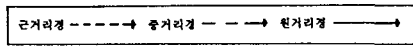
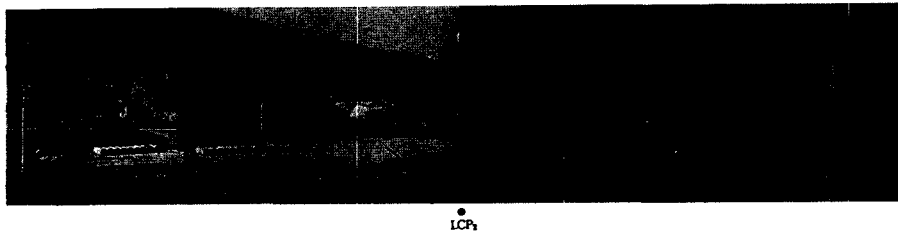


그림 7. 조망지점에서의 현황지상 사진도

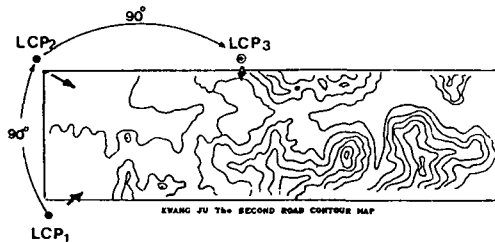


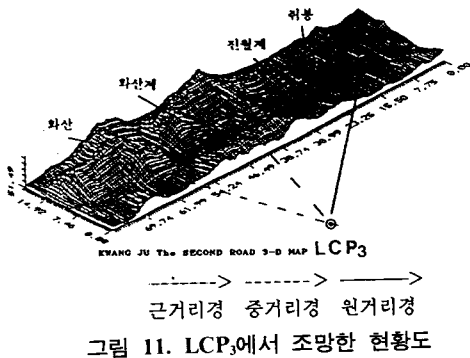
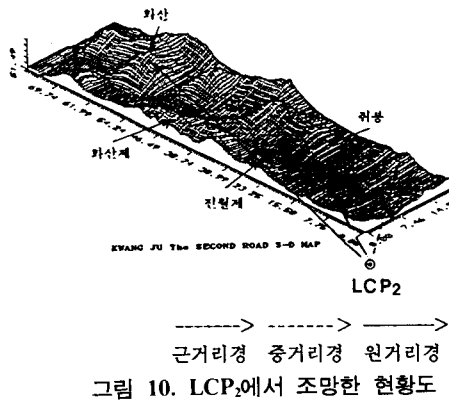
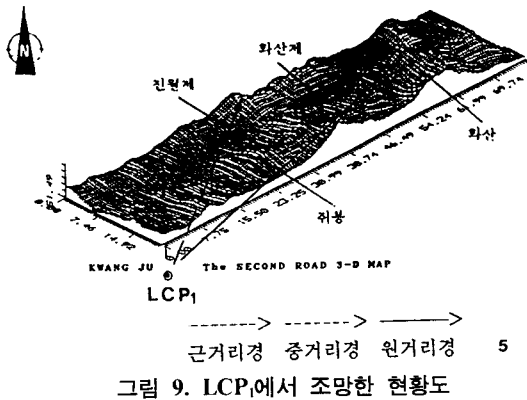
그림 8. 조망점 배치도

법을 이용하였다. 자료취득은 국립지리원발행 1/5,000의 지형도에서 대상지를 50m×50m 격자로 구성하여 동일 단면내의 등고선을 이용하여 격자점 표고를 취득하였고 지형을 세밀히 묘사하기 위해 보간법을 적용하여 대상지를 3차원으로 표현하였다. 대상지를 표현하기 위해 본 연구에서는 3차원 수치지형도 작성을 SURFER PROGRAM을 이용하였으며, 자료의 입력은 분류된 지형에 따라 추출한 정규격자나 불규칙격자 형태로 각 점의 x, y, z 좌표를 취득하여 키보드로 입력하였다. 입력된 자료는 보간법에 따라 거리경중 율법, Kriging 보간법, Spline 보간법을 이용하여 보간점의 표고를 계산하였다. 계산된 자료는 2차원 및 3차원의 그래픽을 위한 자료로서 정규격자화한 파일이며, 아스키(ASCII)나 이진법 형태로 생성된다. 이와같이 생성된 격자점의 좌표는 수치적으로 이용할

수도 있고 SURFER PROGRAM내의 TOPO. EXE PROGRAM에 의해 2차원 등고선도를 작성할 수 있는 파일도 형성할 수 있으며 또한 SURF. EXE PROGRAM에 의해 3차원 투시도 작성에 필요한 파일을 형성할 수도 있다.

대상지 현황 지형해석은 그림 8에서 보는 바와 같이 조망점을 3점 지정하여 LCP₁에서 LCP₃까지 90°씩 이동시켜 대상지 현황을 다양하게 해석하였다. LCP₁은 광주대학교에서 조망한 지형도이며 LCP₂는 서구 효덕국민학교에서 조망한 지형도, 그리고 LCP₃는 동구 화산제에서 조망한 지형도이다. 표출된 현황 수치지형도는 그림 9, 10, 11이다.

수치지형모형에 의한 현황 지형해석은 그림 8에서 보는 바와 같이 조망지점을 다양하게 표출할 수 있고 시각적이며 입체적일 뿐만 아니라 정확한 자료취득과 현지 조사를 병행하면 다양하고 세밀한 현황도를 작성할 수 있으며, 최적노선 선정시 대상지를 직접 조사하기 않고 지형도와 병행하여 개략적인 대상지 지형 해석에 의한 현황지형을 해석할 수 있어 초기 노선 선정시에 유용하게 활용되고 노선건설 전후의 지형 변화 및 지형의 음영과 반사의 방향을 결정함으로써 지형의 기복상태를 나타낼 수 있어 지형을 예측할 수 있고 주변경관 변화를 예측할 수 있다.



5.3 최적노선선정

최적노선선정은 도로계획에 기초를 두고 있는 중요한 작업과정이므로 도로의 사회적 환경에 미치는 영향, 경제적 효과, 교통 및 구조기술상의 특징을 파악하고 여러 예상노선에 대해 세밀한 현장조사, 주변 지가, 인문사회환경, 주거 및 농경지 편입의 최소화, 자연환경 파괴의 최소화 및 주변경관과의 조화를 도

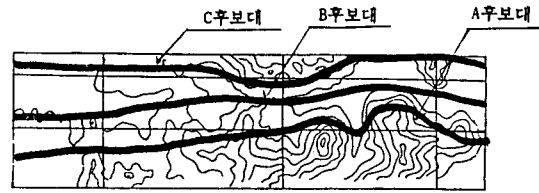


그림 12. 최적노선 선정 후보대

표 1. 절성토 균형에 따른 예측토공량(F.L₁)

구분	절토량(m ³)	성토량(m ³)	비고
A 지역	316,000	82,000	
B 지역	663,000	265,000	
C 지역		614,000	
계	979,000	961,000	사토량 18,000

표 2. 주변경관을 고려한 예측토공량(F.L₂)

구분	절토량(m ³)	성토량(m ³)	비고
A 지역	96,000	52,000	
B 지역	112,000	318,000	
C 지역	24,000	138,000	
계	232,000	508,000	사토량 276,000

모하여 최적노선을 선정하여야 한다.

본 연구에서는 대상지를 그림 12에서 보는 바와 같이 3개 후보노선을 선정하여 그 후보노선의 인문, 사회환경, 지가, 토질, 토공량 등 지형인자를 해석하였다. 지형해석결과 그림 12에서 보는 바와 같이 A 후보대는 산악지역으로 지가는 저렴하나 무리한 토공이 이루어지는 구역으로 많은 지형파괴가 예상되며, C후보대는 지형파괴는 거의 없으나 지가 및 주변환경에 많은 악영향이 예상된다. 그러므로 본 연구에서는 지형파괴가 거의 없고, 주변 경관과 조화를 이루는 B후보대의 노선을 최적노선으로 선정하여 토공량 변화에 따른 지형변화를 해석하였다.

5.4 수치지형모형을 이용한 개발 후 최적노선의 지형해석

5.4.1 지형변화에 따른 최적노선의 토공량 예측

본 연구대상지는 광주시 외곽지역의 도로시설로서 주거지, 농경지, 산지유지 등이 배치되어 있는 곳이다. 이 사업은 광주시 중심의 진입차량을 우회시키고 광

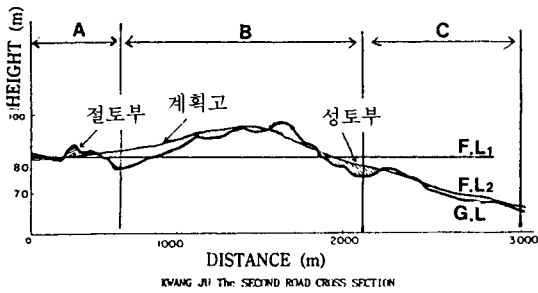


그림 13. 대상지 토공량산정 모식도

주시의 교통난을 해소하기 위해 광주에서 발주한 사업으로써 광주시 제2차 순환도로 제2구간으로서 기존도로 병행등으로 평균 7m 정도의 성토와 짧은 구간의 절토구역이 존재하는 도심 외곽지의 도로건설이고 특히, 개발제한구역, 자연녹지가 주를 이루는 도시계획구역이고 진월, 화산제 등의 유지가 있는 지역으로 자연경관 및 지형파괴에 대한 점검이 요구되고 있다. 대상지 기본설계도는 그림 13에서 보는 바와 같이 대부분이 성토지역인데 반해 화산제와 진월제 사이 약 1,800m 구간내에서 많은 절토가 나타나는 등 구간별 계획고를 나타내 주고 있다.

또한 토공계획은 절토지역과 성토지역, 보전지역으로 구분하였고 이중 절토지역 및 성토지역은 토공량 변화에 따라 절성토 균형에 따른 예측 토공량, 국부적 지형변화를 고려한 예측 토공량 등으로 구분하여 표 1, 2를 획득하였다. 절토지역은 양측 절토지역과 편 절토지역을 포함하여 지형에 따라 1:1.2, 1:0.7, 1:0.5의 구배를 취하였으며, 성토지역은 1:1.5, 1:1.8의 구배를 취하여 토공량을 양단면 평균법에 의하여 산출하였다. 표에서 보는 바와 같이 절, 성토 균형시 많은 절토량이 이루어지고 자연경관이 심하게 훼손되는 것을 알 수 있었으므로, 주로 주변경관을 고려한 최적노선대를 개발 후 지형예측지역으로 선정하였다.

5.4.2 예측방법 및 자료취득

대상지 기본설계도는 1992년에 작성된 광주시 제2차 순환도로 제2구간(광주대-화순)의 기본설계도를 사용하였다. 자료취득은 현황 경관 해석방법과 동일하게 1/5,000 지형도를 이용하여 대상지를 50m×50m 격자로 구성하여 격자점에서 표고를 추출하고 기본설계에 표기된 구간별 계획고를 원좌표도상에서 생성된 격자점좌표로 SURFER PROGRAM으로 예측 지형도를 3차원으로 표현하였다.

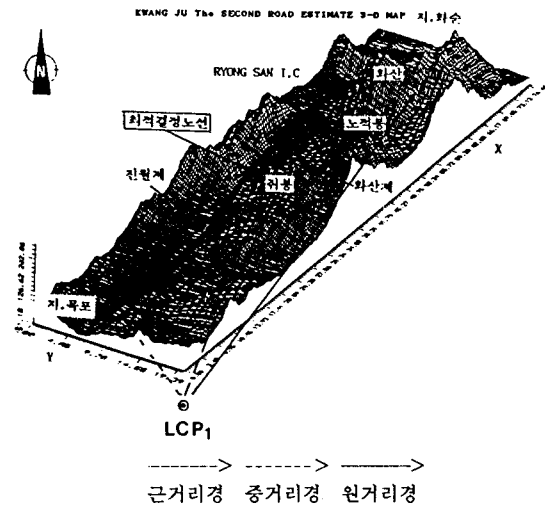


그림 14. LCP에서의 3차원 예측 지형도

또한 토공량은 기본설계도를 이용하여 다양하게 표고를 변화시켜 예측되는 최적노선을 나타내었다.

5.4.3 최적노선의 예측지형해석

수치지형모형을 이용한 예측지형 해석은 지표면상에서 관측된 모든 불연속점과 이에 연관된 보간법을 이용하여 불규칙 지표면을 수치적으로 해석하는 기법으로 이 방법을 이용하면 도로건설 후 지형 및 지형의 변이, 경관 등을 다양하게 예측, 표현할 수 있다. 본 연구에서는 개발 후 예측지형을 기본설계에 표기된 구간별 계획고를 중심으로 대상지 지형을 표출하였다.

도로건설을 계획함에 있어 토지의 형태를 변경, 구성하는 것은 기초적이며 필수적인 단계이다. 그러므로 자연보존과 관리에 관심을 갖고 문화적, 과학적, 지식을 활용하여 자연요소와 인공요소를 배치함으로써 유익하고 쾌적한 경관을 조성하는 것이 최대 과제라 하겠다. 이러한 관점에서 최적도로건설은 토공량 및 주위환경과 조화를 이루는 지형을 창출하여야 하며 지형보존, 변환, 파괴 등의 지형 표현방법과 시각적 인자들을 적절히 조화시켜 도로건설시 주변경관과 최대한 어울리도록 배치하여야 한다.

지형 예측방법은 현황 수치지형모형 자료기반부에서 표 2에서 제시한 주변경관을 고려한 예측토공량의 인자인 각점의 표고를 전산기에 삽입하여 수정 대체하였으며 같은 방법으로 창출시킨 예측 3차원 수치 지형도는 그림 14, 15, 16과 같다.

예측결과 주변경관의 변화에 따른 대상지의 최적

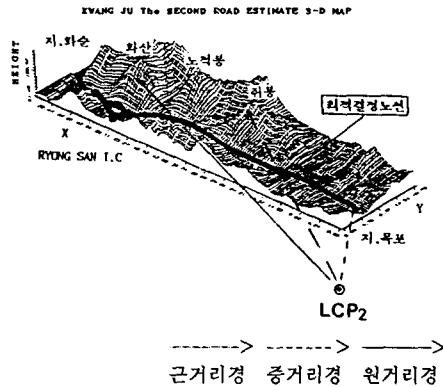


그림 15. LCP₂에서의 3차원 예측 지형도

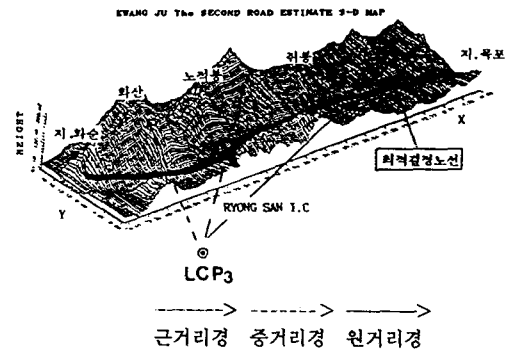


그림 16. LCP₃에서의 3차원 예측 지형도

노선은 지형의 표고차에 의해 지형현황이 각 조망점에 따라 변화됨을 알 수 있었다. 또한 국부적 지형 훼손으로 주위 경관과 적절한 조화를 이루고 있음을 알 수 있고 예측 data를 이용하여 개발 후 종·횡단면도, 토공량 산출, 최적노선계획을 위한 지형자료의 기록, 최적계획고 등을 일괄처리할 수 있는 장점을 가지고 있음을 알았다.

6. 결 론

수치지형모형을 이용한 효율적인 최적노선의 지형 및 경관해석을 제시하고자 본 연구에서 선정한 대상지의 현황 및 예측지형을 다양하게 표현한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 최적노선 선정시 수치지형모형을 이용하면 종래 지상사진 및 2차원 지형도에 의한 현황 지형해석보다 다양하게 조망점을 구성할 수 있으므로 최적노선선정에 있어 현황 지형해석에 가장 효과적인 방법임을 알았다.

둘째, 최적노선 선정시 예측지형 및 경관도를 작성할 경우 종래 조감도 및 투시도 방법보다 입체적이며 시각적인 수치지형모형을 이용하면 시간 및 비용이 절감되고, 다양한 지형변화를 정확하게 예측할 수 있으므로 최적노선의 예측지형 해석에 유용한 방법임을 알았다.

셋째, 수치지형모형을 노선계획시 이용하면 모든 자료가 전산기로 처리되므로 노선선정, 최적노선의 지형해석, 최적시공기면 설정 등 노선계획에 관련된 작업을 일괄적으로 수행할 수 있음을 알 수 있었다.

넷째, 수치지형모형에 대상지의 다양한 지형인자를 삽입하면 노선계획시 토공량 산정, 종·횡단면도 작성, 경관도, 조경도 등 모든 노선계획 및 설계의 수치화가 가능하여 도로건설사업에 유용한 방법임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 조선대학교 교비로 진행된 것이며 연구비를 지원해 주신 것을 감사드립니다.

참고문헌

1. "도로계획 및 기하구조" 제1권, 한국도로공사, 1992, pp. 26-27.
2. 한국조경학회지, 한국조경학회, Vol. 15, No. 1, 1987, 7, pp. 40-41.
3. Temfli, K., "Spectral Analysis of Terrain Relief for the Accuracy Estimation of Digital Terrain Models", *ITC Journal*, Vol. 3, 1980.
4. Doyle, F.J., "Digital Terrain Models: An Overview", *PE & RS*, Vol. 44, No. 12, December 1978, pp. 1481-1485.
5. Linkwitz, K. "Digital Terrain Models", *ITC Journal*, 1970, pp. 34-76.
6. 정영동, 오창수. "DTM을 이용한 토공량 계산 정확도의 예측모델에 관한 연구", 대한토목학회 학술발표회 개요집(II), 1987, pp. 323-330.
7. 권현, "수치지형모델에 있어서 지형의 분류에 따른 보간법 적용에 관한 연구", 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1989.

8. 유복모, 측량학원론 I, 개문사, 1984, pp. 409-422.
9. 광주직할시 제2차 순환도로(광주대-화순선간) 건설 실시 설계보고서 광주직할시 종합건설본부, 1992.
10. “고속도로의 계획과 설계”, 건설부, 1979, pp. 36-39.
11. Laurene, James, “Desktop Scanning for Cartographic Digitization and Spatial Analysis”, PE & RS, No 11, Vol. 57, 1991, pp. 1437-1446.
12. 송선영, 황창윤, 경관계획, 명보문화사, 1987.
13. 조규장, “수치지형모형을 이용한 경관해석에 관한 연구” 연세대학교 산업대학원 석사논문.