Raster GIS를 활용한 도로선형설계
Road Alignment Design using Raster GIS

이준석, 최현, 강인준
Lee Jun Seok · Choi Hyun · Kang In Joon

부산대학교 공과대학교 토목공학과
(609-735) 부산시 금정동 장전동 산 30번지

要旨

본 연구에서는 사회발전과 더불어 성장하는 주요도로의 교통량을 충족시키기 위해 지속적으로 진행되는 도로건설사업의 노선선정 및 그에 따른 환경적인 문제의 중요성이 인식되는 바 가장 적절한 도로건설사업을 위해 지리정보시스템 기법을 도입하여 도로건설에 있어서 고려되는 몇 가지 기본자료를 선택하고 데이터베이스를 구축하여 구축된 데이터의 분석과 활용에 의해 노선선정에 따른 절·성토량과 기존의 도로설계프로그램으로 절·성토량을 산정하여 비교하였고 기존의 수작업에 의한 설계된 최적노선과 GIS에서 자동 선정된 노선을 비교하여 도로건설사업에 따른 객관적이고 경제적, 환경적, 기술적 문제를 해결·평가하고 Virtual GIS로 가상현실 구현과 기존의 도로설계 프로그램을 이용한 삼차원 도로설계를 제시하였다.

1. 서론

도로건설사업은 국가의 기간산업으로서 도로를 신설하거나 개량하고자 할 때 목적에 맞는 적절한 조사를 하고 신설 또는 개량의 필요성을 파악할 뿐만 아니라 이를 통한 파급효과 파악 및 사업의 규모, 시기 등에 대해 과학적으로 검토하여 최적 계획을 수립해야 한다. 이러한 것을 위해서는 도로현황조사, 도로교통에 관한 조사, 노선조사, 경제조사, 환경조사, 토질조사, 기타 용지 및 보상조사, 물가조사 등이 반드시 조사되어야 한다. 이러한 자료들을 처리하기 위해서 지리정보시스템이 이용되고 있다.

본 연구에서는 사회발전과 더불어 성장하는 주요도로의 교통량을 충족시키기 위해 지속적으로 진행되는 도로건설사업의 노선선정 및 그에 따른 환경적인 문제의 중요성이 인식되는 바, 가장 적절한 도로건설사업을 위해 지리정보시스템 기법을 도입하여 도로건설에 있어서 고려되는 몇 가지 기본자료를 선택하고 데이터베이스를 구축하여, 구축된 데이터의 분석과 활용에 의해 노선선정에 따른 절·성토량과 기존의 도로설계프로그램으로 절·성토량을 산정하여 비교하고 기존의 수작업에 의한 설계된 최적노선과 GIS에서 자동 선정된 노선을 비교하여 도로건설사업에 따른 객관적이고 경제적, 환경적, 기술적 문제를 해결·평가하고 Virtual GIS로 가상현실 구현과 기존의 도로설계 프로그램으로도 삼차원적인 작업을 제시한다.

도로 GIS에 있어서 1989년 Jonathan Raper는 지형의 전체모형을 DTM으로 구성하여 시거성, 쾌적성 및 안정성 등을 시각적으로 예측할 수 있는 합리적인 도로설계 방법을 연구하였으며, 1994년 Mark Hollingshead 와 Bob Gerlt는 교통계획, corridor 위치연구, 배수계산 등을 포괄적으로 연구하였다.

국내에서는 1991년 서용운의 GIS기법을 활용한 최적노선선정에서는 GIS를 이용하여 연구대상 지역을 일정한 초기의 정규격자로 구분하고 각 정규 격자에서 토지이용도, 지가, 경사도 등을 고려하여 얻어진 가중치를 적용하였다. 이를 GIS의 속성데이터로 사용하여 최적노선선정에 적용함으로써 실제노선의 선정과정에서 GIS의 활용 가능성을 제시하였다.

1993년, 수치지형모형을 이용한 최적노선선정에 관한 연구에서는 도로개발사업에서 효율적인 최적노선을 선정하기 위해 종래의 방법과 수치지형모형방법으로 구분하고 최적노선 선정 시 현황지형, 토공량 변화에 따른 예측지형 및 주변경관해석의 한 방법을 제시하였다. 또한, 노선선형의 결정에서 토공량 산정에 관한 연구에서는 도로노선 결정시 각 노선의 토공량 산정을 자동화하여 토목설계업무의 효율성을 높이고자 하였으며 지형도에 DTM개념을 도입하여 지형정보를 자동취득 할 수 있도록 프로그램화 한 후 이 데이터를 가지고 LISP언어를 이용하여 체계적인 알고리즘을 만든 후 CAD시스템과 접목시켜 종·횡단 면적과 토공량을 산정해서 유토곡선을 출력하는 자동설계 시스템을 시험적으로 구축하였다. 1994년, 지형정보체계를 응용한 토량에 관한 연구에서는 GIS의 DEM기법을 응용한 토량에 관한 연구로서 공간자료와 속성자료의 획득방법과 각각의 지형정보 획득방법에 따른 단면적 결정방법 그리고 토공량 산정의 정확도를 분석하여 효과적인 지형정보의 획득방법과 최적 토공량 산정방법을 제시하였으며, DTM에서 최단노선과 토공량을 고려한 최적노선선정에 관한 연구에서는 3차원 공간상에 위치한 두 점 사이의 최단노선을 결정하는 인자와 토공량의 균형을 고려한 인자를 사용하여 최적노선을 결정하는 인자와 토공량의 균형을 고려한 인자를 사용하여 최적노선을 결정하는 방법과 이를 전산 프로그램에 의한 자동화 실행방안에 대하여 연구하였다. 1995년 박인철, 전경휘의 GIS를 이용한 도로의 기본 설계기법에서 노선선정을 위한 데이터의 주요구성으로 지가, 표고 경사도, 시·종점간의 최단거리등을 우선적 요인으로 설정하여, PC ARC/INFO의 매크로 언어인 SML을 이용하여 작성한 알고리즘으로 도로 노선선정에 있어서 비교노선에 대한 자동선정의 활용가능성을 제시하였다. 1996년, 노선 위치 선정을 위한 SQL의 응용에서는 등고선도와 지형도를 래스터 자료로 획득한 후 벡터화하여 지적도, 수계도 및 교통망도 등의 주제도와 수치지형모형을 생성하였으며, 주제도에 대한 데이터베이스를 구축하고, 노선의 위치 선정에 대해 SQL을 응용하여 지형정보를 분석하였으며, 수치지형도를 이용하여 시각적인 분석 방안을 제시하였으며, 현재 지형공간정보체계를 이용한 도로의 최적노선선정 방법은 초기 단계로 많은 연구가 진행되어져야 할 것이다. 1998년 조승흠의 도로선형결정에 있어서 GIS와 Neural Network의 응용에서 계획부분에서의 설계자의 효율적인 노선선정을 위해 신경망과 GIS 기법을 적용하여 노선 선정 시 경제적, 기술적, 환경적 조건을 고려한 최적노선을 제시하였으며, 신경망과 GIS를 이용한 최적노선과 실제 설계된 노선

과의 비교에 의해 신경망을 이용한 GIS의 응용가능성을 제시하였다.

본 연구에서는 효율적이고 보다 경제적인 노선선정을 하기 위해 GIS 기법을 적용함으로써 노선선정 시 경제적, 기술적, 환경적 조건을 고려한 노선의 자동선정과 기존의 방법에 의해 선정된 노선의 비교·분석을 통해 최적노선 선정의 방안을 제시하며, 도로건설에 있어서 정확한 절·성토량과 완공후의 환경문제 등을 비교·분석하고자 한다.

분석에 사용된 GIS기법은 방대한 양의 자료를 관리하거나 그것을 사용자가 원하는 형태의 자료로 표현하는 기능이 탁월하기 때문에 계획, 계획에 대한 평가, 그리고 종합적인 결론 유도의 용이성으로 그 효용가치가 매우 크다고 할 수 있다.

GIS기법에서 분석을 위한 데이터베이스로는 위치정보와 특성정보로 구별되며, 연속적인 위치정보를 표현하는데 있어 가장 적합한 것이 Grid의 Cell-based modeling 기법으로 이를 이용하여 분석한다. Cell-based modeling은 Cell이라는 불연속적이고 균일한 형태의 단위자료들의 집합으로서 분석을 위한 기본자료가 된다. Cell의 크기는 사용자가 임의로 규정하며 실질적인 제한은 없다. 그러나 Cell의 크기는 Data의 정밀도와 일치하며, 정밀도는 자료의 양과 연산 효율에 직결되므로 합리적으로 결정되어야 한다. 정밀도에 따라 Cell의 크기가 너무 크면 정밀도가 낮아지고 Cell의 크기가 너무 작으면 정밀도는 높아지지만 분석을 위한 데이터의 양이 방대할 뿐만 아니라 분석에 상당한 시간을 필요로 하게 된다.

따라서 각 Cell의 크기 지정은 필요에 따라 적절하게 하여야 한다. 각각의 Cell은 사상이나 배수유역, 토양 형태, 주거분류로 규정된 특징들과 부합하는 값으로 노선결정의 함수역할을 한다. 위치는 속성으로서 규정될 뿐만 아니라 자료의 저장·관리를 위한 고유값으로 다루게 된다.

이러한 위치정보와 특성정보로 구축된 지리정보를 바탕으로 수치지형모형(DTM) 분석을 응용하고, GIS 소프트웨어인 ARC/INFO의 매크로 언어인 AML을 이용하여 노선선정에 있어서 전체노선의 선형흐름 분석, 환경문제 등을 분석함으로서 계획 입안자 및 정책 결정자가 효율적으로 대안노선을 설정하는데 있어서 보다 나은 시각적인 효과를 제공하고 다양한 대안을 수립하게 하는 것이다.

선정된 후보노선에 대하여 RoadDesign 2000 도로설계 프로그램을 이용하였으며, 기본설계를 위해 설계속도 120Km/hr, 왕복 2차선으로 설정하여 평면선형 및 종단선형, 확폭, 편경사, 시거 등을 고려한 기본설계를 하였다.

후보노선에 대한 사회적인 측면, 경제적인 측면, 기술적인 측면, 환경적인 측면을 다양한 통계자료로 비교 및 분석하여 최적의 노선을 선정하고자 한다.

2. 도로 선형 계획시 RASTER GIS의 활용

2.1 최적노선의 결정

최적노선을 선정하는데 있어 기본이 되는 도로노선은 다양하고 종합적인 자료와 객관적인 분석을 토대로 하여 후보노선을 선정하고, 최적경로를 선정하는 업무처리 단계를 거치게 된다. 실제 노선을 결정하는데 있어서는 각종 자료와 공간분석 능력의 부족으로 인해 기존에 많은 경험을 가진 선형기술자 등 사람의 직관적인 판단으로 대부분 결정되는 것이 현실이다.

도로설계는 1/25,000이나 1/50,000 축척

의 지형도를 이용하여 도로계획이나 노선 선정 등의 업무를 처리하는 개략설계단계, 1/5,000 축척의 지형도를 이용하여 작업하는 예비설계단계, 1/1,000 축척의 지형도를 이용하여 업무를 처리하는 실시설계단계 등의 과정을 통해서 이루어진다.

노선선정시 고려사항으로는 기술적·경제적 측면과 환경적인 측면을 모두 고려해야 한다. 기술적인 측면을 고려할 때에는 자동차 교통의 흐름을 처리하기 위한 교통 기술적 측면과 그것을 자연 조건과 대응시켜 구조적으로 정착시키기 위한 구조 기술적 측면으로 나누어 생각할 수 있다. 교통 기술적 요인은 자동차를 안전하고 원활하게 처리하기 위해서 고려해야 할 요인으로 교통사고를 유발할 수 있는 불합리한 선형의 조합이 없는지, 주행의 쾌적성에 나쁜 영향을 줄 수 있는 문제는 없는지 등을 평가한다. 또한, 구조 기술적 요인은 시공의 가능성과 안전성, 유지관리의 용이성, 경제성 등을 평가 검토한다. 이를 위해서는 지형도, 등고선도, 지질도, 도로망도 등이 필요하다.

경제적 분석 측면에서는 도로계획의 타당성 여부를 건설비와 유지관리비 등의 투자측면과 그 투자에 따른 경제적인 편익에 대해서 계량적으로 평가하고, 타당성을 검토한다. 노선의 위치에 따라 건설비가 크게 달라지지만 건설비가 적게 들어도 그것을 이용하는 교통량이 적거나, 주행비용과 주행시간 등이 많아져서는 투자효과가 저하된다.

환경적인 분석 측면을 고려할 경우는 도시계획 구역의 저촉여부, 소부락 생활권의 침해여부, 공동묘지 등 민원발생 소지여부, 문화재, 천연기념물 등의 저촉여부를 고려해야 한다. 이를 위해서는 도시계획도, 지형도, 국토이용계획도 등이 필요하다. 도로노선의 선정을 위해서는 앞에서 언급된 각종 자료의 데이터베이스화가 필요하다. 여러 종류의 도로관련자료가 필요한데 도로노선선정을 위한 링크별 속성자료는 기본속성자료에 필요한 자료를 추가하여 자료를 구축한다. 또한 노선의 분석을 위한 지가, 경사도 등 데이터 중에 일부는 Mesh 또는 Cell형태의 격자형 자료로 구축할 수도 있다.

데이터베이스에 구축된 기본속성자료와 등고선, 지가, 방향, 경사도, 표고, 지장물 등의 속성자료를 동시에 고려하여 두 지점간의 최단경로 및 노선대안을 선정한다. 노선 주변지역을 mesh 또는 cell로 구분한 후 노선분석에 필요한 속성자료를 연결하여 요인분석, 주성분 분석 등 통계분석을 통해 우선순위가 높은 Cell을 연결하여 최적노선을 선정하고, 대안별로 평가한다. 또한 1/500~1/5,000의 대축척 수치지도를 이용하여 도로의 설계 및 도로선형에 따라 절·성토량을 계산하여 비용 등을 산출하며, 도로설계안에 대해 3차원 입체적인 시뮬레이션을 통해 시각적으로 노선을 평가한다.

2.3 도로 선형 계획 시 RASTER GIS의 적용 방법

도로계획의 수립과정을 간략하게 요약하면 현황조사 및 분석단계, 교통수요 예측단계, 노선선정 및 개략설계단계, 예비설계 단계, 사업계획 수립단계를 나누어 볼 수 있다. 현황조사 및 분석단계에서는 대상지역의 사회적, 경제적 지표를 조사·분석하고, 관련계획의 검토가 이루어져야 한다. 교통수요 예측단계에서는 사회·경제지표의 예측과 장래 교통수요의 예측이 이루어져야 한다. 노선선정 및 개략설계단계에서는 최적노선의 선정과 개략 설계가 이루어져야 한다. 예비설계 단계에서는 기

술적인 타당성의 검토와 예비설계 그리고 경제성의 분석이 이루어져야 한다. 사업계획 수립단계에서는 단계별 건설계획에 의한 투자계획의 수립이 이루어져야 한다.

이와 같이 여러 단계를 거쳐 수립되는 도로계획 수립과정에서 많은 경우에 수작업에 의존했던 기존 방법의 문제점은 표준화된 데이터베이스의 부재, 대상지역의 지리적, 공간적인 특성고려 미흡, 설계결과의 다양한 분석이나 표현이 극히 어려움, 도로사업계획을 종합적으로 관리하지 못하는 점이 있다.

GIS를 이용하면 위와 같은 여러 가지 문제점들의 상당 부분을 해결할 수 있다. 즉 GIS의 데이터베이스 기능을 활용하여 폴리곤별로 표준화된 데이터베이스와 도로관련 속성자료의 데이터베이스를 구축하면 다양한 분석이 가능하다. 또한 노선선정의 단계에서는 GIS의 뛰어난 공간분석 기능과 네트워크분석 기능을 활용하면 최적노선의 선정을 쉽게 할 수 있다. 본 연구는 여러 가지 문제점들을 가지고 있는 기존의 방법에 의해 설계된 최적노선과 GIS를 통해 자동 선정된 최적노선을 비교·평가하기 위해서 사용되어진 분석기법들은 Cell-Based Modeling 기법, 가중치 적용, Euclidean Distance, Costpath, Cutfill 등이다.

3. 연구대상지 적용사례

3.1 연구대상지역

본 연구는 경부 고속도로 대전-구미간의 대체 도로 기능을 하고 청주-상주 지역 수송체계 개선 및 지역개발 촉진하는 청주-상주간 고속도로(80.5km)중에서 제6공구(11.2km)를 선정하였다.

3.2 데이터베이스 구축

본 연구에서 활용한 자료는 국립지리원에서 제작·판매하는 1/5,000 수치지도를 이용하여 컴퓨터가 인식하고 분석 판단할 수 있도록 각 주제도 별로 분류하고, 연구에 활용할 수 있는 범위를 설정하여 단순화 시켰다. 데이터베이스로는 지질도, 등고선도, 경사도, 안개가 자주 끼는 지역, 도로가 절대로 통과 할 수 없는 댐, 주거지역, 수계망도, 보은 위성 지구 등을 AutoCAD MAP 2000, ArcView 3.2a 그리고 ArcInfo 8.0.2를 이용하여 자료 추출 및 편집 · 수정하고 속성 데이터를 입력하여 CostGrid를 만들기 위한 각 각의 주제도를 Arcview 3.2a Modeller의 Weighted Overlay 기능을 이용하여 가중치를 쉽게 주고 변화 할 수 있도록 CostPath를 만들었다.

ArcInfo 8.0.2 WorkStation Grid Modeller의 Step Manager로 최종 도로선형을 모델링 하고 Erdas Imagine 8.4과 RD2000을 사용하여 시뮬레이션 했다.

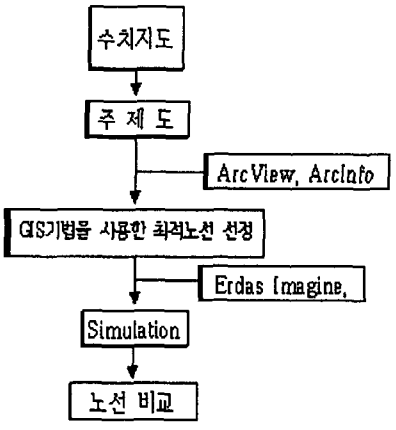

그림1. 주제도 구축 흐름도

3.3 데이터베이스 분석

3.3.1 COSTGRID MODEL

CostGrid를 모델링 하기 위해서 공간 모델링 도구, 지리적 분석을 위한 시각적이고 동적인 프로세스 모델링, 마법사 기반의 인터페이스의 Arcview의 Modeller를 이용했다. 데이터 분석에서 수치 지도를 이용해서 등고선을 추출하여 수정하고 각 등고선의 높이를 입력하여 만들어진 경사도와 공간을 나타내는 도형 정보로서 경계선을 가지고 있으며 어느 토지가 어떤 용도로 사용되는지를 파악할 수 있는 속성 정보를 입력했다. 이러한 속성 정보를 이용하여 노선의 위치 선정을 위한 계획 단계에서 계산되는 토지보상비를 책정하고 토지 보상비는 도로건설 사업에 있어서 많은 부분을 차지하는 매우 중요한 부분이다.

도로 설계에 있어서 노선의 위치에 대한 경제성 분석은 필수라고 할 수 있다. 시점과 종점을 연결하는 최단 노선은 직선을 연결하는 노선 일 것이다. 하지만 GIS에서는 Cell의 값을 비교하여 경로를 찾아가기 때문에 직선의 최단 거리에서 우회하게 되는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 최단 노선에서 떨어지는 거리만큼의 값을 각각의 Cell에 할당하기 위해서 Euclidean Distance 분석을 하였다. Euclidean Distance의 중심에서부터 주위를 둘러싸고 있는 cell 각각의 중심까지를 계산한 것이다. Euclidean Distance를 분석한 결과는 다음과 같다. 도로 선형에서 한국통신보은위성지국, 사방댐, 공동묘지를 통과 할 수 없으므로 적당한 버퍼링을 해서 거리에 따른 버퍼링 구역에 따라 가중치를 줄 수 있도록 버퍼링 분석을 한다.

Raster GIS를 이용한 하천 추출 분석을 했다. 지형도에서 움푹 패인 곳을 Sink라고 하는데 Filling과정으로 Sink를 제거하고 이 과정을 통해서 하천의 흐름을 결정하는 결정적인 역할을 한다.

Flowaccumulation 과정을 거쳐 구축된 Grid에 대해 일정하게Threshold를 100으로 설정해서 100이상의 값을 갖는 Grid의 셀은 1로 지정이 되고, 그 외의 셀들은 Nodata가 되는 1로 지정된 셀들은 하천으로 생성된다.

그림2. 지형도에 추출한 하천

그림3. 유역 하천 경계 추출한 모습

CostGrid를 만들기 위해서 만든 각 주제도를 이용하여 각 셀에 대한 단가를 산출하기 위해서 가중치를 ArcView Modeller를 이용하여 자동으로 산출했다.

도로 선형 결정시 가중치가 변경될 경우 가중치를 변경해서 새로운 CostGrid생성이 가능하였다.

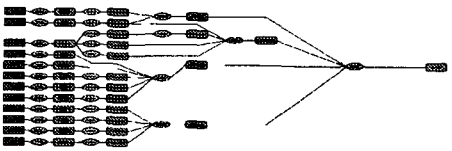

그림4. CostGrid를 모델링한 모습

3.3.2 COSTPATH MODEL

CostPath Model을 만들기 위해서 ArcInfo Grid Modeller를 사용했다.

Grid modeller는 선형 모델링 작업의 수행을 위해 구조화된 프레임워크이고, Step

Manager는 한 step의 출력이 나중 step의 입력에 사용될 수 있는 모델을 만들어 주는 관리자이고 작성, 순서, 실행을 관리하는 인터페이스가 제공된다.

모델내의 각 단계는 하나의 GRID Expression을 나타내고 이것은 expression builder로 만들어졌다.

3.4 RASTER GIS를 이용한 노선 선정의 비교

기존의 수작업으로 선정된 최적노선을 평가하기 위해서 먼저 GIS를 이용하여 가중치를 다르게 주었을 경우에 생긴 비교노선을 선정하여 기존의 방법에 의해 선정된 최적노선과 비교하였다. 비교노선을 가로, 세로 1m 크기의 정규 격자형 자료를 구축하여 각각의 절·성토량을 RASTER GIS기법과 도로 설계 프로그램인 ROAD DESIGNER 2000을 사용하여 나타내었다. RASTER GIS에서 Grid Cell 크기가 1m로 선정하고 기존의 수작업(Hand Free)으로 선정된 최적 노선과 가중치의 변화에 따라 비교 노선은 그림7과 같고 같이 나타내고 노선의 절·성토량은 표1과 같다.

3.5 3차원 SIMULATION 작업

기존의 수작업에서 도입할 수 없었던 3차원 작업을 GIS Application과 도로 전문 설계 프로그램으로 구현하였다. 이로써 경관 시뮬레이션과 시각적인 영향 평가를 좀 더 쉽게 할 수 있게 되었다.

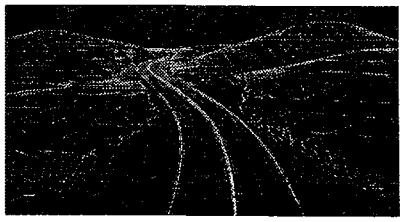

그림5. Virtual DRIVE

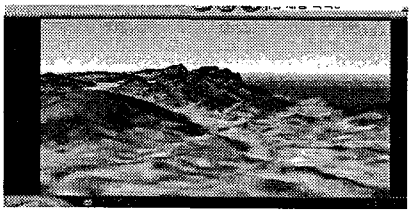

그림6. Virtual FLIGHT

3.6 분석결과의 고찰

본 연구는 경북 청주-상주 지역 일대를 연구 대상지역으로 하여 기존의 방법에 의해 선정된 최적노선과 GIS에 의해 자동 선정된 최적노선을 비교하여 평가하였다. 도로설계에 있어서 기존의 방법은 각종 자료의 공간분석 능력의 부족으로 인해 기존의 많은 경험을 가진 소수의 선형 기술자들에 직관적이고 주관적인 판단으로 대부분의 최적 노선이 결정되어지는 것이 현실이다. 하지만 GIS 기법을 통해서 자료의 종합적이고 객관적인 분석을 토대로 하여 기존의 방법에 의해 선정된 최적노선 보다 비교 노선에서 보다 객관적이고 민원대처 능력에 보다 탁월한 최적노선 결정을 할 수 있었다.

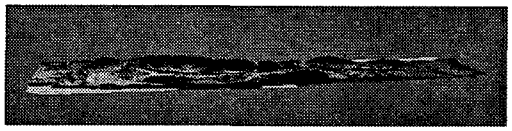

그림7. 각 방법에 의한 최적노선들

표1. 각 최적노선의 절·성토량의 비교

방법 / 노선	GIS를 이용한 토공량		도로 설계 프로그램의 토공량	
	절 토	성 토	절 토	성 토
기존의 최적노선	2,010,000	4,001,000	3,090,000	3,740,000
비교노선 1	2,550,000	3,800,000	3,150,000	3,960,000
비교노선 2	2,305,000	4,060,000	3,050,000	3,520,000
비교노선 3	2,800,000	3,680,000	3,490,000	3,665,000

본 연구에서 노선의 선정 추출에서 RASTER GIS을 활용하기 위해서 많은 인자 중에서 최적 노선 선정에 고려되는 경제적, 기술적, 사회·환경적 요소들을 중요시하여 산출하였으며 각 각의 가중치를 쉽게 변화할 수 있어서 예상 민원에 대한 대처 방안이 쉬우며 3차원 Virtual GIS를 사용함으로써 친환경적이고 경관 시뮬레이션 및 시각적 영향을 쉽게 예측할 수 있었다. 실제 설계한 노선과 비교하여 도로 선정에 있어서 실시 설계에 고려된 세부적인 사항들이 충분히 고려된다면 GIS를 이용한 최적노선 선정의 활용도가 더욱 높아 질 수 있을 것이다.

4. 결 론

본 연구에서는 도로 건설 사업에서 가장 기본이 되는 최적노선을 결정하는 데 있어서 기존의 설계방법을 사용하여 산출된 최적 노선과 GIS기법을 사용하여 자동 선정된 노선을 비교·분석하고, 기존의 최적 노선 설계와 달리 자동화 및 시스템 구축을 통한 의사 결정과 합리적인 도로 노선의 선정 방안에 관하여 연구하였다.

기존의 설계 방법에 의한 노선과 GIS기법을 적용하여 자동 산출된 최적 노선을 비교하기 위하여 경제적, 기술적, 사회·환경적인 측면을 고려하여 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기존의 방법에 의해 설계된 노선과 GIS에서 선정된 노선을 비교 할 때 GIS에서 선정된 최적노선은 가중치를 쉽게 변화하여 예상 민원에 대한 고려를 쉽게 할 수 있어서 시간적·경제적 손실을 최소화 할 수 있었다.
2. RASTER GIS기법을 이용하기 때문에 경제성을 바탕으로 최적 노선을 자동 산출 할 수 있고, 도로 설계 프로그램을 이용하여 토공량을 비교하였다.
3. 기존의 2차원 평면 지형도에서 수작업에 의한 최적 노선에서는 시각적·입체적인 측면이 없으나 3차원 Virtual GIS와 Road Designer를 이용하여 시뮬레이션 작업을 하여 경관분석 및 시각적인 영향 평가가 가능했다.
4. GIS에서 선정된 노선은 최적 노선을 나타내지만 결과적으로 노선 설계에 있어서 중요한 교량, 터널등과 같은 구조물을 이용하여 최적 노선을 선정한다면 보다 객관적이고 체계적인 최적 노선을 결정할 수 있을 것으로 판단된다.

실제 도로 선형 설계에서 중요한 몇 가지 데이터베이스를 사용하여 기존의 설계방법과 비교한 결과 경제성이 있고 이에 관련된 더 많은 데이터베이스를 선정하여 전산화 한다면 GIS 기법으로 도로 설계가 가능하고 정책 결정자나 계획자에게 보다 객관적이고 체계적인 의사결정지원 시스템으로서 노선 선정 업무에 활용하고 추후 도로 관리 시스템에도 활용할 수 있으리라 생각된다.

참고문헌

1. 조승흠, 도로선형결정에 있어서 GIS와

Neural Network의 응용에 관한 연구, 영남대학교 대학원 석사학위논문, 1998.

2. 김정호, 이영균, 신동빈, GIS를 이용한 도로계획 수립 연구, 국발개발연구원, 1997.

3. 강인준, 도로설계에 있어서 지형공간정보체계를 활용한 최적노선결정, 도시연구소, 제8권, pp.53-62

4. 서용운, GIS 기법을 활용한 최적노선 선정에 관한 연구, 성균관대학교 대학원

5. 박인철, GIS를 이용한 도로의 기본 설계 기법, The 5th 95 GIS WORKSHOP, 1995, pp.371~381

6. 이성순, 노선위치 선정을 위한 SQL의 응용, 충남대학교 대학원 석사학위논문, 1996

7. ESRI, Cell-based Modeling, Arcdoc Online Manual, 1997.

8. ESRI, Cell-based Modeling with GRID, 1991.