

환경 친화적인 철도 노선선정 정량화 기법 사례의 검토

Review Study on Method of Valuation Basis on Selction for Environrent - Friendly Railway Alignment by AHP(Analytic Hierarchy Process)

김동기* 권영철** 김성용***
Kim, Dong Ki · Kwaun, Yeong Chul · Kim, Seong Yong,

ABSTRACT

The energy efficiency and environment-friendly aspect of the railway system would be superior to other on-land transportation systems. In a preliminary feasibility study stage, the energy efficiency and problems related with environment are usually not considered. Selection of optimal railway line is taken into consideration include of the purpose of railway, geographical features and facility of management. The railway Alignment which could be reasons of environmental problems are focused and studied in this paper. This study performed opinions of specialists, checking of industrial environment, analysis of bid guideline to select the optimal line and executed AHP method to make quality model and choose weight factors. The investment for railway systems could be encouraged by the considering of main environmental elements evaluated with the modified noise and vibration standard for environment-friendly railway construction.

1. 서론

본 연구의 목적은 친환경적인 철도건설을 위해 노선선정단계에서부터 정량적 의사결정 기법을 도입하여 노선선정시 사업자(설계자) 또는 평가대행자가 이용할 수 있도록 하는 것이다. 우선 철도사업의 노선선정 단계에서의 환경성 평가에 대한 현황 및 문제점을 분석한 다음 노선선정단계인 타당성조사단계와 기본설계단계에서 노선의 입지에 따른 환경적 영향을 어떠한 단계에서 어느 정도 고려하고 있는지에 대한 현황 및 문제점을 분석하고 이를 기초로 본 연구의 기본방향을 설정하였다.

환경 친화적인 철도노선 선정에 대한 노선 계획·설계단계에서 고려하여야 철도설계기법의 여러 검토요소 중에서 “환경영향평가 작성 등에 관한 규정”에서는 철도사업에 대해서 총 9개 주요 평가항목을 제시하여 환경훼손 저감방안에 대한 설계기법을 제시하고 있다. 환경훼손 저감방안에 대한 설계기법은 항목별로 환경훼손을 저감하기 위한 다양한 설계기법을 회피, 완화로 구분하여 제시하고 있으며, 제시된 설계기법들은 해당 계획노선 및 지역특성에 따라 다양하게 적용될 수 있다.

본 연구에서는 환경 친화적인 노선 선정 정량화 기법 과 노선 선정 시 환경성 고려방안, 노선 선정 현황 그리고 정량적 기법 사례로서 AHP기법을 이용한 노선선정 프로토콜 개발에 대하여 기술하였다.

* 유신코퍼레이션 철도부
E-mail : dgkim54@hanmail.net
TEL : (02)6202-0409, FAX : (02)6202-0469
** 한국철도시설공단 기술본부
*** 한국철도시설공단 기술본부

2. 환경 친화적인 철도노선선정 정량화 기법

2.1 환경 친화적 철도노선 선정을 위한 추진체계

환경 친화적인 철도건설을 위해서는 기본·실시 설계단계에서부터 환경을 고려한 철도노선이 선정될 수 있도록 하여야 한다. 철도사업의 환경평가와 관련한 사항으로는 환경정책기본법에 근거한 사전환경성검토와 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가 법에 근거한 환경영향평가로 크게 구분되어지며 철도사업의 계획체계와 환경평가의 관계는 그림1과 같다.

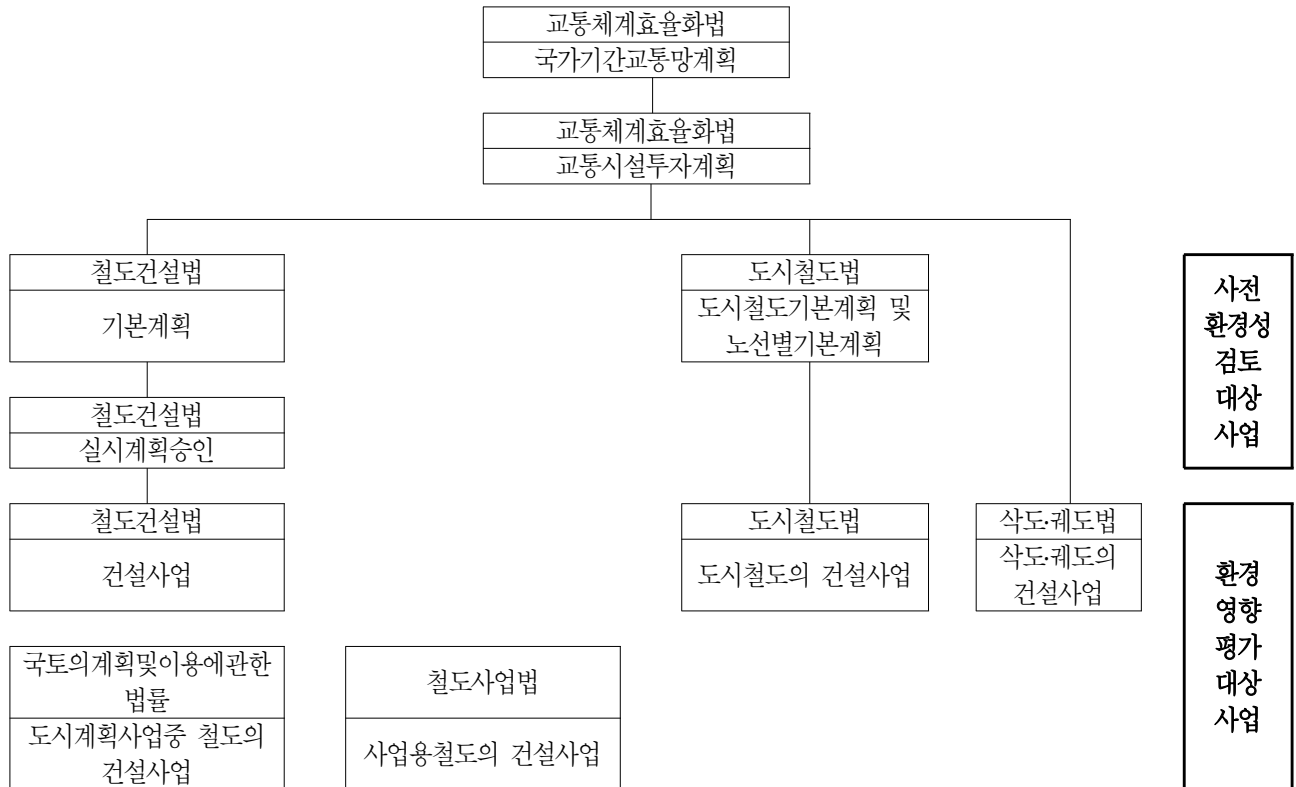


그림 1 철도건설사업의 환경평가체계

철도건설사업의 흐름은 관련계획 검토 설계기준 선정, 기본계획 노선 재검토, 각종 반영사항 검토, 기본설계 수행, 구조물 및 정거장 계획, 기본설계 성과물 작성 및 보완 등으로 구성되었다. 환경 친화적인 철도노선선정을 위해서는 관련분야 전문가와 관련 행정기관(지방자치단체, 농림부, 지방 환경청 등)이 공동으로 참여하여 각 분야의 주요사항을 검토하여 노선을 선정이후 노선설명회와 환경영향평가서(초안) 등을 통해 주민 및 관계기관 의견을 수렴하여 최적노선을 선정한 후 상세설계와 환경영향 저감대책 등을 수립하여야 한다.

2.2 노선 선정 시 환경성 고려방안

환경적으로 중요한 지역·지구를 고려한 노선 및 입지 선정을 위해서 철도노선 및 정거장입지 선정이 이루어지는 지역의 여건 및 특성을 파악하는 것이 선행되어야 하며 환경적인 측면에서 중요하게 여겨지는 지역·지구가 포함되었는지의 여부를 알아보는 일이 먼저 이루어져야 한다. 철도사업계획에 관한 노선 조사 시에 문헌조사 및 현장조사 등을 통하여 포함여부를 파악할 수가 있다. 표2는 중요하게 고려되는 환경보호구역을 나타낸 것이다.

표2. 중요하게 고려 되어야 할 환경보호구역

- (1) 자연환경보전법에 의한 생태계보전지역
- (2) 습지보전법에 의한 습지보호지역
- (3) 자연공원법에 의한 국립공원, 도립공원, 군립공원, 자연보존지구
- (4) 문화재보존법에 의한 문화재, 기념물(경승지 포함), 천연기념물
- (5) 국토이용관리법에 의한 자연환경보전지역
- (6) 상수원보호구역, 수변구역, 특별대책지역, 수질이 양호한 하천수계
- (7) 조수보호구역(철새도래지, 법적보호종지역 등을 포함)
- (8) 백두대간 지정지역
- (9) 식생 및 녹지자연도, 생태자연도 등의 자연환경적인 분포를 바탕으로 하여 생태 및 환경적으로 보전가치가 있는 지역
- (10) 해안선의 조간대지역(암반, 사빈, 사구, 갯벌 등)

정온지역의 분포를 고려한 노선 및 입지 선정 시 고려사항은 철도노선이나 정거장입지 주변의 정온시설 현황을 상세히 파악하여 철도건설 및 운영 시에 발생할 수 있는 환경적인 문제들을 최소화할 수 있는 방안의 고려가 필요하다. 특히, 철도산업의 발전으로 인하여 속도향상의 가능성이 높아지면서 철도소음과 관련한 민원문제의 증가를 고려한다면 정온시설이 밀집해 있는 지역에 대한 철도건설의 추진은 세심한 주의를 기울여야 한다. 철도노선 및 정거장입지를 위한 계획지역의 주위에 특성이 있는 경관이나 귀중한 경관자원 등이 있을 경우에 이를 고려하는 것이 필요하다. 기존 노선 및 정거장의 활용 시 고려방안은 선형사업에서 많이 발생하고 있는 지형훼손 및 생태계단절 등의 환경적인 영향을 최소화하기 위해서 기존 노선 및 정거장을 개량 화하여 활용하는 방안을 고려할 수 있다. 타 교통시설(도로 및 철도)과의 평행노선 고려 시 고려방안은 기존의 도로 및 철도와 평행하게 배치되는 노선의 선정은 생태계의 이중적인 단절, 운행의 안정성 문제를 언급하기도 하지만 교통시설간의 접근성 향상뿐만 아니라 환경훼손의 최소화로 인한 환경비용의 감소효과를 가져올 수가 있다.

3. 노선선정 기준

현재 노선 계획의 기준은 "철도건설규칙(건설교통부령 제453호 신규제정 2005. 7. 6)", "선로측량지침(개정 2005. 12. 13 철도산업팀-0505)", "선로 건조물 제도 및 정비지침(2004. 12. 30 철도시설과-1620)" 및 해당 사업의 과업지시서이다. 노선선정이라 함은 정치, 경제, 기술적으로 미치는 영향을 최대한 고려하여 문헌과 각종 기록 등을 참조하여 시공성, 경제성 등을 감안하여 도상계획을 수립하는 것으로 제시하고 있다. 노선 선정을 위하여 고려되는 기본적인 사항은 다음과 같다.

열차운영 효율향상을 위해서는 열차운행 및 수송능력 극대화, 동력차의 성능 및 운전특성 반영, 정거장 운영성 최적화 그리고 열차의 정시 안전 운행성 확보가 필요하다. 고객의 편의 우선적으로 제공하기 위해서는 기존 역세권 유지 및 개발성확보, 정거장의 접근성 향상 및 기능성 다양화 그리고 여객의 환승연계 수송성 최적화가 이루어 져야 한다. 경제성은 노선선정 시 철도사업의 추진여부를 결정하는데 가장 중요한 영향이 미친다. 따라서 노선선정 시 시설물의 LCC 분석 기법 활용 설계 VE 활동을 통한 가치향상 하고 기존 부지 활용 극대화 등을 적극 검토 활용하여야 한다. 환경 및 민원성을 고려하기 위해서는 지형특성에 순응하는 노선선정하고 환경영향 저감방안을 확보하기위한 시설계획을 수립한다.

현재 노선선정시 안전성을 포함하는 기술성과 경제성 검토가 주를 이루고 있으며, 민원을 포함한 환경성에 관련된 부분은 환경영향평가에 많은 부분을 의존하고 있으므로 인하여 환경영향평가 시 환경적으로 부적절한 노선의 조정이 매우 어려운 실정이다. 따라서 사업 초기, 즉 노선선정 시 적극적으로 환경성을 검토하고 노선선정에 반영할 필요성이 있다. 이를 위하여 본 과업에서 노선선정 의사결정자가 이용할 수 있는 환경성검토 도구(tool)의 개발이 시급하다.

4. AHP 기법

4.1 개요

AHP 기법은 많은 의사결정 방법 중에서 노선선정의 정량적 의사결정에 많은 도움을 줄 수 있으며, 특히 객관성 확보 차원에서 많은 도움을 줄 수 있는 방법으로 본문에서는 AHP 기법을 이용한 노선선정 기법을 기술하고자 한다. 특히, 이 기법은 최준규(2002) 등이 도로의 노선 선정에 적용하여 그 효율성을 입증한 바 있다. 계층분석적 의사결정방법(Analytic Hierarchy Process: 이하 AHP)은 의사결정의 계층 구조를 구성하고 있는 요소간의 일대일비교(pairwise comparison)에 의한 판단을 통하여 평가차의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 하나의 새로운 의사결정방법론이다. AHP는 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 말미암아 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어 왔으며, 이론 구조 자체에 관해서도 활발한 연구가 진행되고 있다. 일반적으로 의사결정문제는 서로 상반된 기준과 불완전한 정보 및 제한된 자원 하에서 최적의 대안을 선택해야 하는 문제를 내포하고 있다. AHP는 이러한 다수 기준 하에서 평가되는 다수 대안들의 우선순위를 선정하는 문제를 다루며 기존의 의사결정이론 체계에서 보면 다속성의사결정분석(multi-attribute decision making)의 선호보정이 있는 모형(compensatory preference model)으로 그 속성을 위치시킬 수 있다.

4.2. 의사결정

어떤 문제에 대처하였을 때 그 해결을 위한 방법은 '의사결정(decision making)' 또는 '문제 풀이(problem solving)'를 통하여 문제를 해결할 수 있다. 현실적으로 우리가 직면하게 되는 문제들은 그 답이 하나가 아닌 여러 개가 존재하며 그 중 하나를 선택하여야 하는 기로에 서게 된다. 여러 가지 대안 중 하나를 선택하는 것을 의사결정이라 한다. 의사결정과정은 문제와 관련된 사실을 수집·분석하고 이를 정량적 관점에서 해석하여 여러 대안 중 하나를 선택하는 과정이며, 의사결정자는 주어진 문제 또는 여러 대안 중 하나를 선택하여야 하는 결정자를 의미한다. 철도 건설 사업에서 기본구상단계와 노선선정단계, 그리고 실시설계단계, 시공단계에서 의사결정자는 각각 다르게 존재하며, 각 단계별 결정사항 역시 다르게 나타난다. 의사결정의 이론적 접근 방법은 결과 지향적 접근방법(outcome oriented approach)과 과정 지향적 접근방법(process oriented approach)으로 구분 할 수 있으며, 이것은 다시 합리적 접근법(rationalistic approach)과 점증적 접근법(instrumental approach)으로 나누어진다. 결과 지향적 접근방법(outcome oriented approach)은 문제해결을 위해 가능한 모든 대안을 광범위하게 설정하고 그 대안의 선택에 따른 모든 결과를 철저히 고려한 후에 결정하는 이상적인 접근방법이며, 점증적 접근법(instrumental approach)은 제한된 시간과 예산, 의사결정자의 인식능력상 한계를 인정하고 기존의 결과를 점차 개선할 수 있는 제한된 수의 대안만을 선정하여 점증적 분석을 실시하는 접근방법을 말한다.

4.2. 환경의사결정

일반적인 의사결정과 같이 환경적 측면에서의 의사결정 역시 항상 혼란스럽고 명확한 답을 얻기 어렵다. 더구나 '환경(environment)'은 수많은 인자들로 구성되어 있으며, 심지어 서로 상이한 개념의 인자들이 상호작용을 하면서 존재하게 된다. 예를 들어 환경영향평가에서는 환경을 고려하는 인자로 크게 자연환경, 생활환경, 사회·경제 환경의 3가지 분야로 구분하고 있으며, 작게는 자연환경분야의 지형·지질, 동·식물 등과 생활환경분야의 대기질, 수질 등, 그리고 사회·경제 환경 분야의 인구·주거, 문화재 등 총 23개 항목으로 분류된다. 또한 각 항목에서 평가되는 내용도 수없이 많이 존재하게 된다. 이들 평가자료를 기초로 하여 어떤 판단을 내려야만 할 경우 수많은 의견충돌이 발생할 수 있으며 이는 의사결정자로 하여금 큰 혼란을 초래할 수 있다. 일반적 의사결정에서 환경의사결정이 나타내는 차이점은 다음과 같이 일반적 의사결정 상황보다 더 복잡성을 갖거나, 더 큰 불확실성을 갖는다. 또한 결정과 결과 사이에 큰 시간차를 갖게 되는 생태계를 포함한다. 그리고 시민의 의사가 직·간접적으로 결정에 영향을 미치고 경제적 측면과 관점이 상이하다. 또한 환경 윤리적 문제가 대두되며, 빠른 기술의 진보로 최적의 의사결정이 어려워진다.

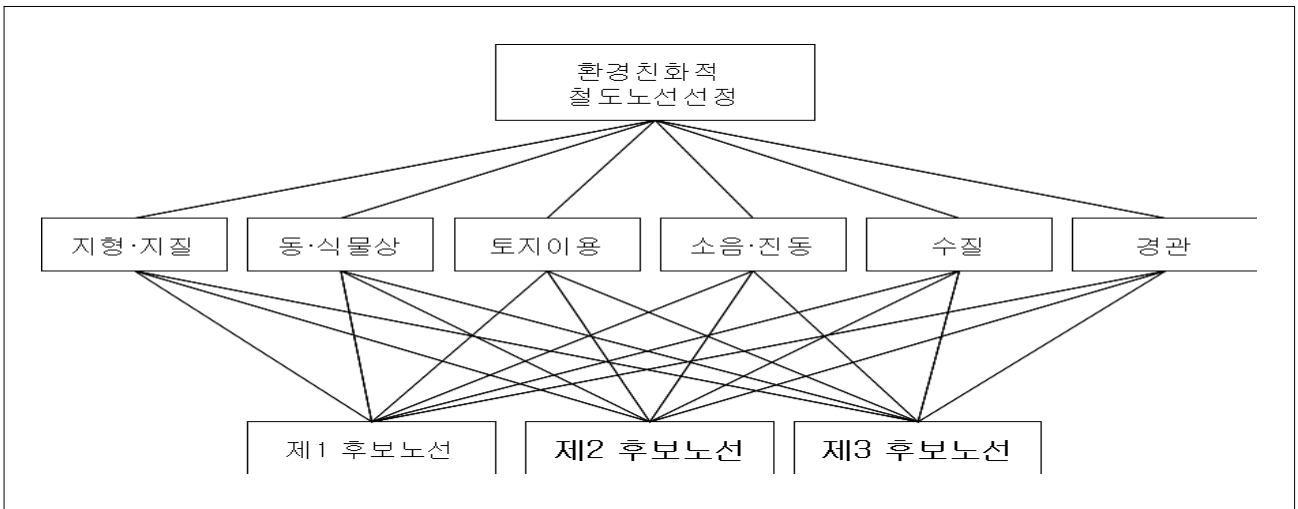


그림 2. AHP 기법을 이용한 노선선정을 위한 계층화

4.3. AHP기법을 이용한 노선선정 프로토콜 개발

본 연구에서 위에서 언급된 철도사업의 환경성 검토 내용을 기초로 하여, AHP를 이용한 노선선정 프로그램의 기본 틀을 개발이 필요하였다. 이를 위하여 먼저 그림 2의 예에서와 같이 환경영향인자의 계층화 작업을 수행할 것이다. 이때 노선선정 단계에서 준비되는 각각의 설계인자를 고려하도록 하며, 계층화 단계의 결과를 설계자, 환경영향평가 대행자, 환경영향평가 검토자, NGO 등의 자문을 받도록 함으로써 AHP 기법의 가장 기본적인 작업이면서 동시에 가장 중요한 작업인 계층화를 완성하도록 할 것이다. 계층화 작업 후 그림 3의 예와 같이 기본 AHP 프로그램을 개발하도록 하며, 이를 이용하여 철도관련 환경전문가가 참여하는 집단의사결정을 수행함으로써 계층화된 환경성검토 내용의 기본적인 가중치를 부여함으로써 지역적 특성(사업의 특성)이 배제된 기본적인 철도건설에 대한 환경성 검토 지침을 제시하도록 하며, 향후 상용화된 프로그램의 개발의 indicator가 될 수 있도록 한다.

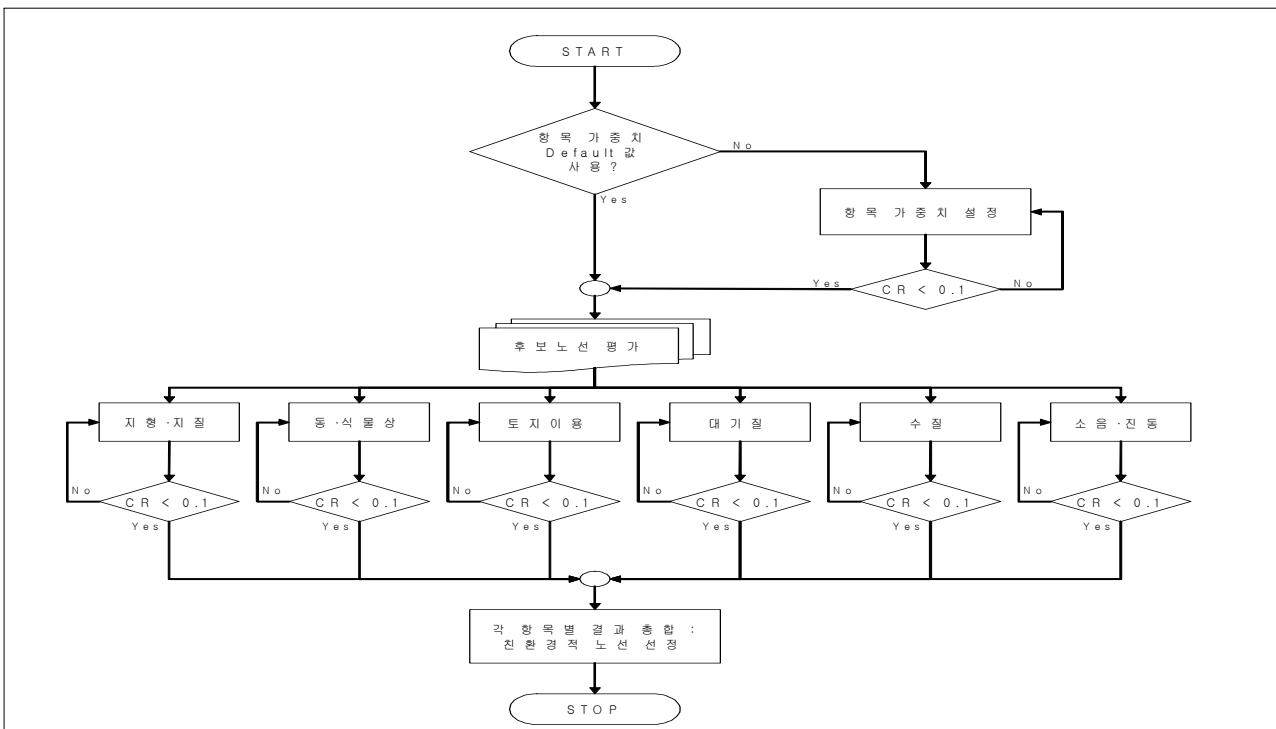


그림 3. AHP기법을 이용한 노선선정 프로토콜 흐름도

5. 결론

본 연구의 목적은 친환경적인 철도건설을 위해 노선선정단계에서 에 정량적 의사결정 기법을 도입하여 환경 친화적 철도건설을 위한 노선선정 시 사업자(설계자) 또는 평가대행자가 이용할 수 있도록 하는 것이다. 본 연구에서는 환경 친화적인 노선 선정 정량화 기법 과 노선 선정 시 환경성 고려방안, 노선 선정 현황 그리고 정량적 기법 사례로서 AHP기법을 이용한 노선선정 프로토콜 개발에 대하여 기술하였다. AHP 기법은 많은 의사결정 방법 중에서 노선선정의 정량적 의사결정에 많은 도움을 줄 수 있으며, 특히 객관성 확보 차원에서 많은 도움을 줄 수 있는 방법으로 이 기법은 최준규(2002) 등이 도로의 노선 선정에 적용하여 그 효율성을 입증한 바 있다.

환경 친화적인 철도건설을 위해서는 기본·실시 설계단계에서부터 환경을 고려한 철도노선이 선정될 수 있도록 하여야 한다. 그러나 환경영향평가에서는 환경을 고려하는 인자로 크게 자연환경, 생활환경, 사회·경제 환경의 3가지 분야로 구분하고 있으며, 작게는 자연환경분야의 지형·지질, 동·식물 등과 생활환경 분야의 대기질, 수질 등, 그리고 사회·경제 환경 분야의 인구·주거, 문화재 등 총 23개 항목으로 분류된다. 또한 각 항목에서 평가되는 내용도 수없이 많이 존재하게 된다. 이를 위하여 본 과업에서 노선선정 의사결정자가 이용할 수 있는 환경성검토 도구(tool)의 개발이 시급하다.

철도사업의 환경평가와 관련한 사항으로는 환경정책기본법에 근거한 사전환경성검토와 환경·교통·재해 등에 관한 영향평가 법에 근거한 환경영향평가로 크게 구분되었다. 따라서 사업 초기, 즉 노선선정 시 적극적으로 환경성을 검토하고 노선선정에 반영할 필요성이 있다. 노선선정 단계에서 준비되는 각각의 설계인자를 고려하도록 하며, 계층화 단계의 결과를 설계자, 환경영향평가 대행자, 환경영향평가 검토자, NGO 등의 자문 등을 정량적으로 활용 하는 것이 필요하다.

정량화 작업에 필요한 AHP 기법에서 가장 기본적인 작업이면서 동시에 가장 중요한 작업인 계층화 작업과 기본적인 가중치를 부여한 기본 AHP 프로그램을 개발함으로써, 이를 이용하여 철도관련 전문가가 참여하는 집단 의사결정을 수행함으로써 친환경적인 철도노선 선정단계에 정량적 의사결정 기법 도입이 가능 할 것이다.

참고문헌

1. 최준규, 환경친화적인 도로노선 선정을 위한 계량적 평가기법 개발에 관한연구 (2002.02 건국대학교 박사학위논문).
2. 한국환경정책평가연구원, 철도건설사업의 중요환경 영향에 관한연구, (2004.12).
3. 한국개발연구원, 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정 보완 [제4판], (2004.12).
4. 한국개발연구원, 도로 철도부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정 보완 연구[제4판], (2004.09).
5. 한국환경정책평가연구원, 환경친화적 계획기법 및 운용방안 개발에 관한 연구, (2003.01).
6. 한국환경정책평가연구원, 유상교통수단의 환경성 비교분석, (2002.12).
7. 한국개발연구원, 교통부문사업 예비타당성 조사의 환경비용 추정 연구, (2002.02).
8. 한국개발연구원, 철도사업의 예비타당성 조사 표준지침 연구[제3판], (2001.01).