

3차원 GIS & CAD를 기반으로 하는 송전선로 경과지 선정시스템 개발

백승도, 김태영, 민병욱, 위화복, 최진성, 방항권
한국전력공사

A development the system to assist planning and designing a route for transmission line based 3D GIS and CAD technology

Seung-do.Baik, Tai-young.Kim, Byeong-wook.Min, Hwa-bog.Wi, Jin-Sung.Choi, Hang-kwon.Bang
Korea Electric Power Corporation

Abstract - These days, it is not easy to construct the transmission line because of the environmental association activity, a civil appeal, etc. To solve these kinds of difficulties, the program with leading-edge IT technology, such as GIS, 3 dimensions CAD, computer graphic, etc., is developed to be more transparent and objective in the design stage of the transmission line and the selection stage of the transmission line route.

Comparing this program with previous methods, this program is composed of the environmental evaluation program, data producing program for analysis and selecting line route program because it is not possible to conduct those kinds of work without any help from the computer and well-developed program. To confirm the performance of the program, the result from the program and the human were compared.

Therefore, the result from the program was same as the result conducted by human. In addition, the program makes the selection of the transmission line route easier by checking the mountainside, lumbering, the estimated cost of the tower construction, etc. in real-time.

1. 서 론

최근 국민의식 수준의 향상, 남비현상의 증대, 환경단체의 활동 증가 등으로 송전선로 건설사업 추진의 어려움이 급격히 증가하고 있는 실정이다.

이러한 문제를 극복하기 위한 방안으로 송전선로 설계·측량 초기단계에서부터 경과지 선정에 대해 투명성과 객관성을 확보하기 위해 최선의 IT기술(GIS, 항공/영상, 3차원CAD 및 CG 기술 등)을 응용한 해결 방안의 강구가 필요하게 되었다.

본 연구개발은 과거 방법에 비교하여 개선 도출한 경과지 선정 절차 및 방법을 수작업으로 수행하기에는 불가능하므로 시스템적으로 지원할 수 있는 경관영향분석 프로그램, 분석용 데이터 제작 프로그램, 경과대역 선정 프로그램을 개발하였으며, 수작업 방법으로 수행하여 선정된 경과지 선정결과 데이터를 가지고 본 연구를 통해 개발한 시스템과의 검증작업을 수행하였다.

그 결과 유사한 선정결과를 얻을 수 있었으며, 가중단도 및 산복, 벌채, 용지 확보성, 기별 경관 분석, 첩탑 개략 건설비 등을 실시간으로 검토함으로써 경과지 선정 작업을 보다 쉽고 용이하게 수행 할 수 있어 그 내용을 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 송전선로 경과지 선정 방법 및 문제점

최근까지 적용해 오던 수작업에 의한 송전선로 설계 방법은 급변하는 사회적 요구에 효율적으로 대응할 수 없는 한계에 직면하였다.

공정	과거의 설계방법	문제점
루트 선정	<ul style="list-style-type: none"> - 법령으로 피해야 하는 환경, 사회, 위해 시설 등 저항요소를 지도위에 수작업으로 기재하여 표시 - 저항요소의 중요성을 정성적으로 고려 - 첩탑위치를 경험적으로 추출하여 가중단과 현장답사로 적합성 여부를 평가 - 선정루트의 건설비용과 환경측면의 평가를 수작업으로 평가하여 최중루트를 확정 	<ul style="list-style-type: none"> - 이해관계가 다른 대민·관의 지역에서 객관적인 근거를 요구할 때 신속하고 정확한 대응 곤란 - 루트대역선정이 블랙박스 선정보정의 투명성과 객관성 제시가 곤란 - 선정과정을 제3자에게 설명 곤란 - 초기단계 검토업무의 효율성 저하
중단 설계	<ul style="list-style-type: none"> - 건설비용 최소화를 목표로 첩탑 형과 높이를 조합하여 결정 	<ul style="list-style-type: none"> - 설계업무의 효율성 저하 - 중단설계 중심의 경제성 검토로 민원예방과 연계 되지 못함
측량	<ul style="list-style-type: none"> - 현지측량결과를 야간에 기록하여 수작업으로 계산, 도면을 작성 	<ul style="list-style-type: none"> - 측량업무의 효율성이 저하
경관 검토	<ul style="list-style-type: none"> - 환경보전을 필요로 하는 지역의 현장사전에 첩탑을 첨부하는 방식으로 검토 	<ul style="list-style-type: none"> - 대민·관 등 다양한 이해당사자에게 객관적인 경관검토결과 제시가 곤란 - 경관검토 업무의 효율성 저하

〈표-1〉 과거 설계 방법과 문제점 요약

2.2 국외 관련 기술현황

2.2.1 일반사항

선진국에서는 국토면적, 인구밀도, 남비현상의 심화정도 등 국민의 정서와 국책사업에 대한 신뢰도 정도에 따라 각국의 정서와 특성에 맞게 수행기법을 연구하고 그 결과를 시스템 또는 제품으로 개발하여 활용하고 있는 실정이다.

2.2.2 미국, 영국 및 유럽의 기술현황

국토면적이 넓고 인구밀도가 적으면서 지역주민과 환경단체로부터 국책사업에 대하여 비교적 신뢰도가 높기 때문에 경과지 선정 기법보다는 건설비용을 최소화하기 위한 중단설계기법을 CAD, GIS, GPS 등 IT 기술을 접목하여 “최적중단설계시스템”으로 활용하고 있다



<그림-1> 3차원 CAD 기반 설계지원 및 이격거리검토



<그림-2> 종단설계, 인·출입검토 및 현장측량

그림-1~그림-2에서 제시한 샘플 내용은 유럽이나 미국 등지에서 대표적으로 사용되고 있는 제품으로 영국 Optimal에서 개발하여 Optimal Tower CAD의 사용자 인터페이스를 보여주고 있다. 이 기법의 경우에는 루트선택은 국가별 특성과 정서에 맞는 절차에 따라 별도의 방법으로 수행하기를 권장한다. 확정된 루트에 대해서 건설비용을 최소화할 수 있는 최적의 종단설계를 지원하는 방식이다.

이 방식은 송전선로 설계 또는 검토 담당자가 컴퓨터 화면에서 마우스를 이용하여 2차원 또는 3차원 CAD를 기반으로 철타의 위치를 Drag-and-Drop 방식으로 철타의 경간, 높이, 이격 및 건설비 등을 실시간 시뮬레이션하면서 분석·검토할 수 있도록 사용자 인터페이스를 지원한다. 또한 GPS에 의한 측량데이터를 자동으로 연계하여 실측에 의한 최적종단설계를 제공한다.

2.3.1 일본의 기술현황

일본은 인구밀도나 재산권 인식 등 사회적 여건이 우리나라와 유사하며, 북미·유럽의 설계지원시스템을 도입하여 활용하는 것을 검토하였으나 지역주민에 대한 민원 예방의 중요성이 고려되지 않았다.

건설비용 최소화에 초점이 맞추어진 유럽의 "최적종단 설계시스템"은 동경전력이 처해있는 민원예방을 해결하기에는 기술적 한계가 있어 지역주민과 환경단체의 정서를 반영하여 설계과정을 지원할 수 있는 독자적인 수행기법의 연구개발을 '85년부터 자체적으로 설계기법과 시스템의 연구개발을 추진하였다.

또한 90년대 중반에 급속히 발전한 CAD, GIS, 영상(항공 및 위성)자료, GPS, CG등 최선의 IT 기술들을 결합하여 전 설계과정을 통합적으로 지원할 수 있는 "송전선로 설계지원시스템"을 연구개발 하여 사용 중이다.

2.3 경과지 선정시스템 개발

2.3.1 연구개발 목표 및 개발내용

연구개발 목표	연구개발 내용
경과지 선정기준 정리	대학, 실무자, 전문가 등을 대상으로 설문조사를 실시하여 그 내용을 통계적 기법을 통해 기준으로 정립
- 저항요소 분류 기준 정리	
- 저항요소 계량화	
경과대역 선정 시스템	대역 선정에 영향을 미치는 개황 데이터를 개량화 시키고, 민원 영향의 정도를 계량화 하여 대역 선정에 적용하여 민원 발생을 최소화 할 수 있는 대역울 선정할 수 있도록 시스템을 개발
- 개황 데이터 작성	
- 민원 영향 분석	
- 경과대역 분석	
- 철타 후보위치 추천	

연구개발 목표	연구개발 내용
경과지 선정 시스템	선정된 경과 대역을 기준으로 실제 철타 위치를 선정하는데 필요한 검토 사항.
- 송전철타 위치 작성	
- 가중단도 검토	즉 가중단 검토, 벌채 검토,
- 벌채범위 검토	산복 검토, 개략 건설비, 기별
- 기별 경관 영향 분석	경관분석 및 유효성 검토(참고용) 등을 실시간으로 2차원,
- 송전철타 건설비 산출	3차원으로 시뮬레이션 하면서 경과지의 검토, 선정을 지원하
- 산복 검토	는 시스템을 개발
- 경과지 3차원 시뮬레이션	

<표-2> 연구개발 목표 및 내용 요약

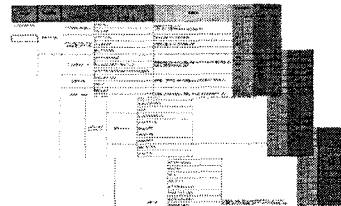
2.3.2 경과지 선정기준 정립

GIS 분석에 의한 단계적 경과지 선정 접근방법의 중심이 되는 경과지 선정 기준에 대해서는 국내 기준과 일본의 기준을 비교하여 정립하였으며, 국내 정서에 따른 가중치 및 저항치를 취득하기 위해 대학의 관련학부 4명의 교수들 전문가 그룹으로, 환경 및 도시계획 관련학부 10명의 대학원생들 이해관계자 그룹으로 선정하여 객관적인 가중치와 저항치를 도출하였으며, 총 5개 기준그룹, 11개 평가항목, 62개 평가항목을 정립하였다

각 평가항목은 영향이 최악이므로 반드시 피해야 할 장소인 N.C.P(Negative Control Point)인 항목과 그렇지 않은 항목으로 나누었고, N.C.P가 아닌 항목은 상대적으로 피해야 하는 가산점을 10점을 만점으로 기준하여 부여하였다.

기준그룹 세부항목	자연환경 과의 조화	생활환경 과의 조화	사회환경 과의 조화	기술면과 의 정합	민원 영향
기준항목	6	6	12	14	-
정립결과	8	7	29	16	2

<표 3> 저항치 분석 항목



<그림-3> 경과지 선정 평가항목

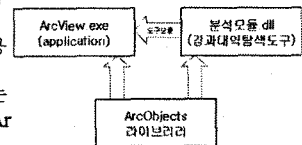
2.3.3 경과대역 탐색

경과대역 탐색 프로

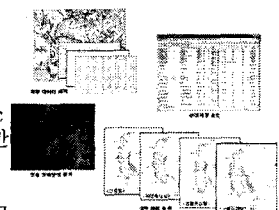
그램은 개황정보를 이용하여 송전선로가 위치 가능한 지역을 탐색하는 것을 목적으로 하여 Arc Objects를 기반으로 개발 되었으며, 구조도는 그림-4와 같다.

사용자 인터페이스는 기본적으로 기본 도구 및 메뉴, 지도 디스플레이영역, 개황 레이어, 범례 표시영역으로 구성되는 Arc Map 애플리케이션을 기반으로 구성하였다.

경과지에 영향을 미치는 개황데이터를 구성하고 민원의 영향을 미치는 요



<그림-4> 시스템 구조도

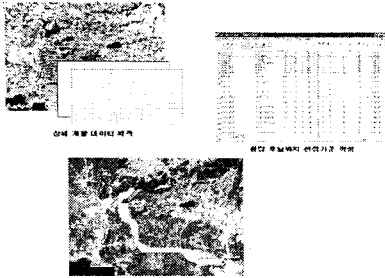


<그림-5> 경과대역 탐색

소들을 제방화하며 객관적인 가중치와 저항치를 적용할 수 있는 시스템으로 개발함으로써 민원 발생 가능성을 최소화 할 수 있는 경과 대역을 탐색할 수 있게 하였다.

2.3.4 철탑 후보위치(상세대역) 탐색

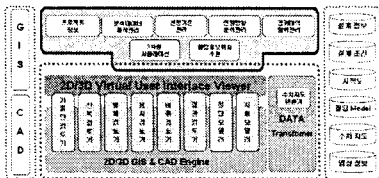
경과 대역 탐색 시 대략적으로 구성된 개황데이터를 추가 조사를 통해 보완하고 철탑 후보위치 선정기준을 작성한 후 경과 대역 내에 대하여 상세 대역을 탐색하여 철탑 후보위치를 추천할 수 있다.



〈그림-6〉 철탑 후보위치 탐색

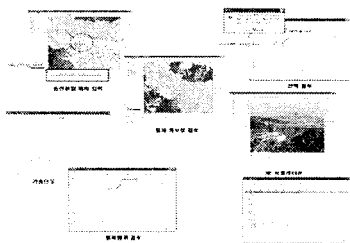
2.3.1 경과지(철탑위치)선정

경과지 안 작성 시 기본적인 지도정보와 위성영상 뿐만 아니라 지적도, 토지이용현황도, 임상도 등을 참고 할 수 있다. 또한 가중단도와 철탑형 검토표(Tower List)를 조회할 수 있고 벌채구간과 주요지물과의 거리, 산복, 철탑 제작비 등을 검토할 수 있다. 최종적으로 경과지를 3차원으로 시뮬레이션 할 수 있으며 Flying Path 기능을 통해 대민/대관 설명회에 사용되는 경과지 동영상을 작성 할 수 있다.



〈그림-7〉 송전선로 경과지 탐색 시스템도

2D/3D GIS & CAD Engine과 경관 검토기는 COM ActiveX 형태로 개발하였으며, 데이터 관리 및 가중단 검토기, 산복 검토기, 벌채 검토기, 비용 검토기 등은 모두 NET 컴퍼넌트 형식으로 개발하여 유지보수성과 시스템 유연성을 높였다.



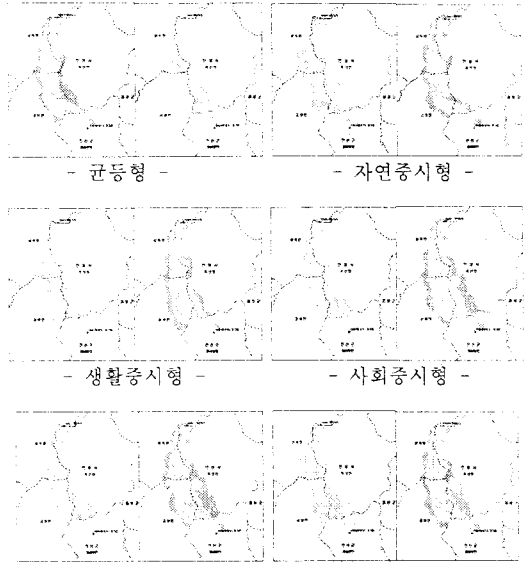
〈그림-8〉 송전선로 경과지 선정 구성

2.4 개발시스템의 검증

연구개발내용 및 시스템의 적정성을 검증하기 위하여 기존의 방식으로 선정된 154kV 단월분기 송전선로 등 3

개의 경과지 선정결과에 대하여 비교 검토하였다. 그 결과 유사한 출력물을 얻을 수 있었으며, 그 대역분석 결과는 그림-9에서 보여주고 있는 내용과 같다.

* 그림별례 : 기존프로그램/개발프로그램



〈그림-9〉 단월분기T/L 검증결과

3. 결 론

본 연구는 기존의 주관적인 경험에 의해서 행해지던 경과지 선정 방법을 보다 설득력 있는 객관적인 방법으로 개선하는데 그 목적이 있다. 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 먼저 국내 국외의 현행 경과지 선정방법을 조사 분석하였다.

특히, 우리나라의 실정과 매우 흡사한 일본의 경과지 선정 방식에 대하여서는 보다 심층적인 연구가 진행되었다. 기존 경과지 선정방법과 관련 시스템에 대한 분석이후 경과지 선정 개선안을 제시하였다. 제시된 개선안을 기반으로 경과지 선정 지원 시스템을 개발하였고 개발 시스템에 대해 그 개념 및 실행에 대하여 제시하였다. 따라서 본 연구 결과를 실무에 적용 할 경우

- 대민·관에게 투명하고 객관적인 근거자료를 제공할 수 있는 경과지 선정 가능
- 현장 조사 및 측량을 효율적으로 지원할 수 있는 상세한 자료제공 가능
- 다양한 측면에서 최적의 건설 원가의 경제성 검토를 용이하게 할 수 있는 기술을 제공
- 송전설비 설계공정의 세부적인 절차, 기법 및 성과물에 대한 체계 확립 등과 같은 기대효과가 있을 것으로 예상된다.

〔참 고 문 헌〕

- [1] 한국전력공사, "송전선로 경과지 선정기준", p1-5, '05.05
- [2] 한국전력공사, "실계기준", p1-15 '97.10
- [3] 한국전력공사, "3차원 GIS & CAD를 기반으로 하는 송전선로 경과지선정시스템개발 최종보고서", p1-300 '06.02
- [4] 한국전력공사, "가공송전선로 경과지선정 및 측량요령", p1-119 '00.07