

IT 기술을 이용한 송전선로 설계방안

장석한, 김희광, 이봉희, 백남길, 노경열
한국전력공사

Transmission Line Design used by IT Technology

Jang Suk-Han, Kim Hee-Kwang, Lee Bong-Hee, Paik Nam-Gil, Noh Kyoung-Ryool
Korea Electric Power Corporation

Abstract - 최근 급속히 발전하고 있는 IT기술을 이용하여 송전선로 설계를 효율적이고 경제적으로 하기 위한 설계지원 프로그램인 PLS-CADD의 주요 기능을 살펴보고 기존 설계방식과 비교하여 어떠한 이점이 있는지를 알아보았다. 또한, 한국전력공사가 미얀마 500kV 기본 설계에 사용한 실적이 있는 Optimal powerLINE과의 비교를 통해 어떠한 장점이 있는지를 검토하고 향후 국내의 송전선로 설계에 대한 PLS-CADD의 본격적인 적용을 위해 무엇을 검토해야 하는 지에 대한 방안을 제시하였다.

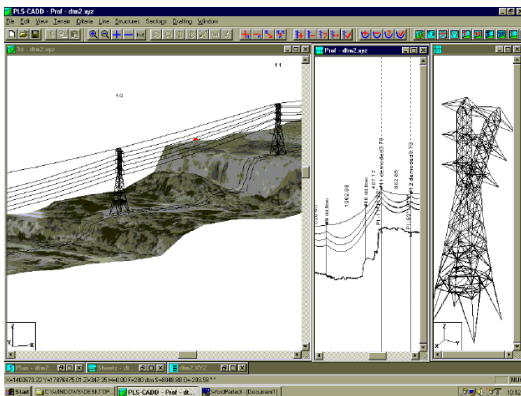
1. 서 론

송전선로를 건설하기 위한 설계과정은 경과지 측량, 중단설계, 기술설계 및 도면작성 등으로 진행된다. 전 세계의 많은 전력회사들이 이러한 일련의 과정을 위해 송전선로 설계지원 프로그램을 사용하고 있다. 한국전력공사도 2004년부터 2005년까지 수행한 미얀마 500kV 격상사업 기본설계용역 프로젝트에서 송전선로 예상거리 425km, 예상철탑기수 880기 이상이 되는 대규모 송전선로 설계에 Optimal PowerLINE을 사용할 실적이 있다. 이를 통해 송전설계 지원프로그램이 설계공기단축과 그에 따른 비용, 인력절감 등으로 기존의 수작업 설계방식 보다 분명 진일보한 설계방식으로 결론내린바 있다. 한국전력공사는 보다 나은 송전설계 프로그램의 도입을 위해 PLS-CADD의 적용을 다각도로 검토하고 있으며 국내 여건에서의 적용가능성 등을 위해 기존 설계방식으로 이미 설계한 송전선로와 PLS-CADD로 설계했을 경우를 154kV급 송전선로를 통해 적용 검증할 예정이다. 본 논문에서는 PLS-CADD와 Optimal PowerLINE과의 비교를 통해 PLS-CADD의 실효성을 검토해 보았다.

2. 본 론

2.1 PLS-CADD 프로그램 개요

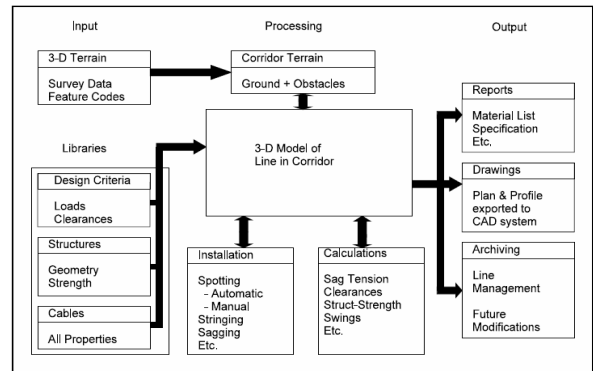
PLS-CADD는 마이크로소프트사의 윈도우즈 프로그램 환경에서 선로의 기하학적, 구조학적 설계를 위해 필요한 모든 데이터와 알고리즘을 하나의 단일 컴퓨터 환경으로 집적시킴으로써 측량자, 송전선로 설계자, 구조물 설계자 등으로 하여금 통합된 작업을 할 수 있도록 도와주는 프로그램이다. PLS-CADD의 제작사인 Power Line System에 의해 수년간 개발되어온 많은 각각의 송전설계 관련 소프트웨어 프로그램을 하나로 집적시켜 놓았다. 즉 경과지 설계, 철탑설계, Pole 설계, 이도장력 계산, 최적 철탑위치선정, 자동적 plan & profile sheet 생산 등 다양한 task를 다루고 있다.



<그림 1> PLS-CADD 프로그램

2.1.1 PLS-CADD의 Data 처리

PLS-CADD에서의 모든 데이터 파일은 ASCII 파일이다. ASCII 파일은 사용자 국가 및 회사에 맞는 데이터베이스를 PLS-CADD에 직접 시켜 쉽게 소프트웨어를 사용하게 만들어 주는 것이다. <그림2>에서 보듯이 PLS-CADD의 전체적인 개념은 선로와 그 구성성분에 대한 3차원 모델이다. 3차원 모델은 지형, 구조물, 애자 및 케이블을 포함하고 있다. 이 모델을 만들고 수정하는 것은 그래픽, 최적 spotting, sagging 알고리즘을 통해 가능한 것이다.



<그림 2> PLS-CADD Data 처리도

2.1.2 PLS-CADD의 주요기능 검토

송전선로 설계지원 프로그램의 주요 장점은 설계 초기에 중단평면도, 설계기준에 대한 데이터베이스만 구축되면 그 이후에는 설계자의 필요에 따라 위의 기능들을 이용하여 복잡한 설계과정을 짧은 기간 내에 수행해 볼 수 있다는 것이다. 이것은 초기 설계결과에 불만족스러운 부분이 있다면 그 즉시 Feedback 하여 재검토 할 수 있다는 점에서 설계의 완성도가 더욱 더 높아질 수 있다는 것이다.

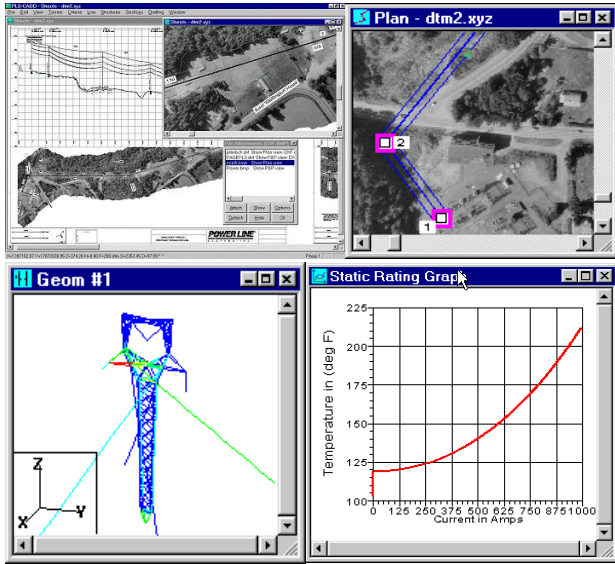
PLS-CADD 프로그램은 지형 모델링, rendering, 수동 spotting 또는 건설비용 최소화 중심의 자동 spotting, 이도-장력계산, clearance 및 strength 계산, 전자기장 계산, 재료대장 생성, plan & profile drafting, 공사비 산출 등 송전선로를 설계하는데 필요한 모든 기능들을 수행할 수 있다.

이 프로그램의 핵심기술은 3차원 기반의 모델링이다. 이 모델링은 지형, 철탑, 전주 등 구조물과 가공전선들을 다양한 관점에서 모델링 할 수 있다. 즉 측면적 관점, 평면적 관점, 3차원적 관점 등이 모두 가능하다. 이미 설계된 송전선로의 어떤 지지물을 추가 또는 삭제하게 되면 중단도와 평면도를 포함한 변경사항들을 모든 관점에서 즉시 볼 수 있게 된다. PLS-CADD는 항공측량, 위성영상 등을 포함한 송전선로 측량기술을 쉽게 적용할 수 있다. 측량데이터는 수치 데이터로 변경되어 PLS-CADD 프로그램 내에서 일련의 과정을 통해 평면도과 중단도를 모두 나타내는 지형모델로 형상화 된다. 등고선, 컬러 랜더링(color renderings), 항공사진 등을 이용하여 선로 경과지와 주변지형을 사용자가 시각적으로 볼 수 있게 하는 기능을 갖고 있다.

PLS-CADD는 이도계산, 장력계산, 애자선의 횡진, 이격거리 (clearance) 등을 검토하기 위한 기술계산 기능은 물론, 선정된 경과지의 중단도면 위에 철탑의 위치를 자동 또는 수동으로 정할 수 있는 기능을 갖고 있다. 철탑위치를 자동으로 선정하는 프로그램은 철탑 장력과 지형 조건 등을 계산하여 공사비가 최소화될 수 있는 위치를 프로그램에서

계산하여 선정하는 방식이다. 이밖에도 단순히 수평하중경간, 수직하중경간, 수평각도로 첩탑 설계하는 기능도 있으며 첩탑높이, 첩탑 압크기 등을 입력하여 첩탑을 형상화하고 형상화된 첩탑모델에서 가장 스트레스를 받는 부재를 색깔로 표시함으로써 부재의 응력에 대해 재검토하게 하고 개략적 건설비용까지 계산할 수 있어 경제적 송전선로 설계를 가능하게 해준다.

PLS-CADD는 송전선로의 종단도면과 평면도면을 사용자가 원하는 축척으로 윈도우 환경의 CAD 시스템 또는 프린터/플로터를 통해 출력할 수 있는 기능이 있으며 설계자가 설계변경을 하면 종단도와 평면도도 실시간으로 변경된다.



<그림 3> 평면/종단도 작성 및 기술계산 기능

2.2 PLS-CADD와 Optimal PowerLINE의 비교

현재 세계적으로 널리 사용되고 있는 송전선로 설계지원 프로그램으로는 PLS-CADD, TL-CADD, Optimal PowerLINE 등이 있으며 Optimal powerLINE의 경우는 한국전력공사에서 미얀마 500kV 기본설계용역에서 실제 사용되었다. PLS-CADD와 Optimal powerLINE의 특징과 주요 기능을 비교하면 다음과 같다.

<표 1> PLS-CADD와 Optimal PowerLINE의 비교

구분	PLS-CADD	Optimal powerLINE
제작사	Power Line System社 (미국)	Optimal Pacific社 (영국)
측량 Data 입력방법	마이크로소프트사의 윈도 우즈 프로그램 환경에서 호환이 가능하여 파일로 일괄적 업-로드 가능	측량된 Data를 사용자가 수동으로 입력
3차원 관점 설계	3차원의 여러 각도의 관점에서 송전선로와 경로지 주변지형을 볼 수 있음	2차원 도면에 송전선로의 종단도만 표시 가능
첩탑위치 선정	수평하중, 수직하중, 수평각도와 첩탑설계프로그램(TOWER)로 모델링된 첩탑을 이용, 최적의 위치(spotting)를 검토함으로써 첩탑하중을 최소화하고 경제적인 설계 가능	수평하중, 수직하중, 수평각도 조건만으로 첩탑위치(spotting) 자동선정
프로그램 국내사용회사	(주)한국전력기술, POSCO, 현대중공업, 현대건설	(주)한국전력기술
Up-date	가능	불가
구입가격	약 \$ 30,000	약 \$ 100,000

2.3 설계 적용성 검토

PLS-CADD는 전 세계의 약 75개국 500여개 이상의 기업체에서 사용하고 있는 프로그램이지만 우리나라의 송전선로 설계에는 아직 적용된 사례가 없다. 아직은 송전설계 지원프로그램의 설계에 필요한 국내 데이터가 구축되지 못한 상태이고, 특히 경제적 효과를 입증할 만한 공사비 관련 자료가 많이 축적된 상태가 아니므로 현재로서는 기존의 설계방식과의 세부적이고 완벽한 비교를 하기에는 부족한 면이 있다. 그래서 한국전력공사에서는 PLS-CADD의 국내 송전선로에 대한 설계 적용성을 검토하기 위해 설계기준을 바탕으로 풍압, 풍속, 온도조건, 수평하중경간 등 송전설계 데이터를 구축 중에 있으며 기존방식으로 설계된 154kV급 첩원-화진 송전선로를 대상으로 송전설계 지원프로그램의 유용성, 정확성, 경제적 절감효과 등 기존 설계방식과의 차이점을 사례를 통해 검토하고 있다.

또한 외국의 경우와 달리, 우리나라 국토의 약 70% 이상이 산악지인 지형조건, 국토의 효율적 이용과 환경보존 측면, 다수의 집단민원 발생 등으로 선정된 경로지가 자주 변경되고 증가도 첩탑의 비중이 큰 우리나라의 송전선로 건설여건이 PLS-CADD와 같은 설계지원 프로그램을 사용하기에 적절한 것인가에 대하여도 실제 송전선로의 비교를 통해 면밀히 검토할 것이다. 참고로, 미얀마 500kV Taungoo S/S-KamanatS/S의 일부구간(적용구간 : 22.39km)을 대상으로 Optimal PowerLINE을 적용하여 설계한 것과 기존방식과의 비교했을 때 아래의 <표2>, <표3>의 결과를 얻었다.

<표 2> 미얀마 500kV 송전선로 시범구간 적용결과 비교

구분	기존방식(CAD)	Optimal PowerLINE
선로구장(km)	22.39	22.39
첩탑기수 (기)	내장	5
	현수	43
평균경간(m)	476	498
최대경간(m)	528	528
최소경간(m)	402	406
첩탑 총중량(ton)	1,157	1,114

<표 3> 공사금액 감소내역(시범구간 22.39km 적용)

내역	감소량	금액
첩탑중량 감소	43(ton)	51,600,000(원)
첩탑기수 감소	2(기)	302,000,000(원)
합계		353,600,000(원)

3. 결 론

송전선로 설계지원프로그램은 최근 빠르게 발달하고 있는 IT기술을 이용하여 설계공기 단축, 그에 따른 비용과 인력절감을 위해 제작된 프로그램으로 세계 각국의 많은 회사에서 사용되고 있다. 그중 가장 많이 사용되고 있는 PLS-CADD의 주요 기능을 살펴보았다. 그 결과 3차원 기반의 지형 모델링, 항공측량, 위성영상 등을 포함한 측량기법을 쉽게 적용할 수 있고 비용 최소화 관점에서의 최적 spotting, 설계 변경의 실시간 반영 등 기존의 설계방식보다는 분명 진일보한 면이 있음을 알 수 있었다. 또한, 기존에 널리 사용되고 있었던 또 다른 설계지원 프로그램인 Optimal powerLINE과의 비교한 결과 PLS-CADD가 3차원 관점설계, 측량Data 입력방법 등 다소 우수한 기능을 갖고 있음을 살펴보았다. 향후 국토의 약 70% 이상이 산악지인 지형조건, 국토의 효율적 이용과 환경보존 측면, 다수의 집단민원 발생 등으로 선정된 경로지가 자주 변경되고 증가도 첩탑의 비중이 큰 우리나라의 송전선로 건설여건이 PLS-CADD와 같은 설계지원 프로그램을 사용하기에 적절한 것인가에 대하여도 실제 154kV급 송전선로의 비교를 통해 면밀히 검토할 것이다

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사, 송전설계기준
- [2] 한국전력공사, IT기술을 이용한 송전선로 설계기법, 2004
- [3] 한국전력공사, 장경간 송전선로 설계, 1998.
- [4] 윤영순의 4명, “송전선로 설계지원 프로그램의 활용에 대한 적용성 연구”, 대한전기학회 하계학술논문집, 2005
- [5] Power line system, PLS-CADD version7 User's manual, 2006.