

고속전차선로 상세설계 자동화 소프트웨어 개발

김주락 이기원 창상훈
한국철도기술연구원

Development of Detail Design Software for High Speed Catenary System

Joorak Kim Kiwon Lee Sanghoon Chang
Korea Railroad Research Institute

Abstract - This study presents a development of DeCatS which is software to design high speed catenary system automatically. This is developed by KRRI with the support of KHSR. This paper presents a process of developing this S/W and a comparison with LEXCAT is demonstrated a preciseness of this.

1. 서 론

경부고속철도는 고속철도 선진국인 프랑스 TGV 시스템을 도입하여 건설되며 그 중에서 전차선로분야는 차량 및 신호분야 등과 함께 코어시스템으로 분류되어 프랑스에서 기본적인 설계내용을 제공하여 건설되고 있다. 국내에 처음 도입되는 고속철도 전차선로는 그 중요성과 함께 이미 핵심적인 설계기술을 분석하여 독자적인 설계기술을 확립하기 위한 연구가 중요 혹은 진행중에 있다[1-3].

본 연구에서는 현재 프랑스 기술에 의존하고 있는 고속전차선로 상세설계 소프트웨어를 국내실정에 적절한 방법을 통하여 개발하였다. 개발한 소프트웨어(DeCatS : Detail Design of High Speed Catenary System)는 장주도 출력과 설비들의 시공에 필요한 자재를 관리하는 DB (Data Base)로 구성된다. 장주도란 전차선로의 단면도를 말하는 것으로 전주, 브래킷, 전선류들의 정보를 포함한다. 한편, 자재관리 DB는 전차선로 시공시 소요되는 자재들을 관리하여 주는 것으로 구간별, 장주도별 소요자재의 산출을 상위 및 하위부품의 관리를 가능하게 해주는 것이다.

프로그램은 AutoCAD를 기반한 장주도 작성과 DB 개발을 위하여 SQL제어가 용이한 Visual Basic 언어를 사용하여 개발하였다.

또한 프랑스에서 개발한 자동설계 소프트웨어(LEXCAT)와의 비교를 통하여 개발한 소프트웨어의 정밀성을 입증하고자 한다.

2. 고속철도 전차선로

2.1 전차선로 구성

전차선로는 전기철도차량에 전기를 공급해주는 설비로서 전차선, 조가선, 급전선 등으로 구성되는 전선류 외에 이것들을 지지하는 전주, 직접 전선들을 현수하는 브래킷 등의 설비로 이루어져 있다.

현재 경부선에 신설되고 있는 고속전철의 경우 국내의 기존 전차선로 설비와는 상이한 구성을 가지고 있으며, 그 구성설비는 크게 나누어 다음과 같다.

- H형강 전주
- 가동 브래킷 (cantilever)
- 전선류 (전차선, 조가선, 급전선)

이와 같은 설비들은 설치된 선로의 환경에 따라 다른 재질, 크기, 혹은 모양으로 설치된다.

2.2 전차선로 설계

전차선로설계는 크게 두 분야로 나뉜다. 하나는 전주 배치(pegging plan)이고, 다른 하나는 장주도 설계이다. 전주배치란 설계대상 구간의 조건에 따라 전주를 설치할 지점을 결정하는 것이다. 이때 장력구간과 전차선의 편위 역시 결정된다. 전주 배치가 결정된 후에는 장주도 설계가 이루어진다. 본 연구에서 개발한 SW는 이 장주도 설계를 위한 것으로 보통 설계시에는 2~3km를 한 구간으로 설정하여 동시에 설계한다.

2.2.1 장주도

장주도는 앞서 기술했듯이 전차선로를 방향에 따른 단면도와 해당 지점의 전차선로 설비들의 상위 자재들의 종류와 수량을 표시하는 자재표 등으로 구성된다. 그림 1은 장주도의 예이다. 그림에서 상부의 도면은 상하선의 전주 및 브래킷의 설계 결과이며, 하위부분의 표는 설비 구성을 위한 자재의 종류와 수량을 나타낸다.

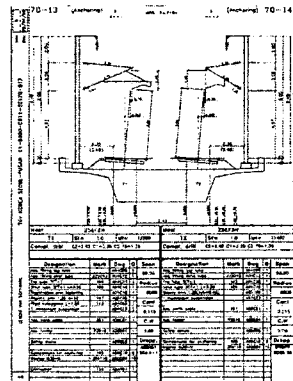


그림 1. 장주도

1) 전차선로 단면도

전차선로의 단면도는 평면도에 해당하는 既 작성된 전주배치와 전차선로 실측을 통하여 얻은 자료를 바탕으로 설계된다. 표 1은 설계를 위하여 필요한 데이터와 설계 결과를 나타낸다.

표 1. 필요 데이터 및 설계결과

| 필요 데이터 | 설계결과 |
|--------|----------|
| 전차선 편위 | 전주길이 |
| 경간 | 전주크기 |
| 전차선 높이 | 전주기초 |
| 전선위치 | 가동 브래킷 |
| 궤도너비 | 가동 브래킷 |
| 가고 | 각 설비의 규격 |

표 1의 설계결과가 도출되면 전차선로 단면도를 설계할 수 있다.

2) 자재표

자재표는 그림 2의 하단부에서 볼 수 있듯이 표 1의 설계결과를 기초로 전차선로를 시공하는데 필요한 자재를 표 형식으로 정리한 것이다.

고속철도 자재는 일정 규칙에 의해 체계적인 관리가 가능하도록 명명되어 있으며, 자재와 자재사이에는 계층적 구조를 가지고 있다. 즉, 단품류의 자재들의 조합으로 상위 자재를 구성하도록 되어있다[2,3].

3. DeCatS

3.1 프로그램 개요

DeCatS는 2년(2000~2001)에 걸쳐 개발하였으며, 프로그램 개발 및 사용환경은 표 2와 같다.

표 2. DeCatS 개발 및 사용환경

| 개발환경 | | 사용환경 | |
|--------|-------------------------------|-------|----------------------|
| CPU | Pentium III | OS | Windows 계열 |
| Memory | 128Mbyte | | |
| OS | Windows 계열 | 필요 SW | AutoCAD MS Access |
| 사용언어 | Visual Basic 6.0 MS Access | | |

DeCatS는 이와 유사한 프랑스의 전차선로 설계 프로그램인 LEXCAT보다 가벼운 프로그램이라는 특징이 있다. 즉, 사용환경이 UNIX/NT sever인 LEXCAT에 비해 DeCatS의 경우 windows 계열의 PC에서 사용 가능하다. 다만, AutoCAD와 MS-Access가 필수적으로 필요한 사항은 있다. AutoCAD의 경우 장주도를 그리는 데 이용되고, MS-Access는 입력자료 및 자재관리를 위한 DB생성 및 저장에 사용된다.

3.2 프로그램 구조

DeCatS는 총 7개의 창으로 구성되어 있으며, 그림 2는 메인창으로 모든 작업의 시발점이 된다. 메인창은 파일, 데이터입력, 자재관리, 드로퍼관리로 구성된다.



그림 2. DeCatS 메인 창

이중 파일은 AutoCAD에서 생성되는 장주도 파일의 관리를 위한 것이다. '데이터입력'은 전차선로 설계를 위한 것으로 장주도 생성은 데이터입력의 클릭과 동시에 활성화되는 그림 3의 창들을 통해 이루어진다.

3.2.1 데이터 입력

그림 3은 그림 2의 데이터입력을 통해 활성화되는 창이다. 그림의 좌측 상단창이 가장 먼저 활성화되는 창으로 프로젝트, 구간을 생성 및 조회하고 레도너비를 입력할 수 있는 창이다. 이 창에서 구간생성 혹은 구간조회를 클릭하면 좌측 하단의 구간창이 활성화된다. 이 창의 역할은 조회 혹은 생성한 프로젝트/구간의 각 전주배치되는 지점의 설계방법(자동/수동), 선로환경 등의 입력이다. 우측 하단의 상세설계창은 구간창의 입력 후에 활성화되는 창으로 각 전주위치의 상세한 데이터 입력을 위한 창이다. 이 창에서 입력하는 값들은 크게 선로, 선종, 자재, 노반, 기타 등으로 각 전주위치에서의 선로종단면, 평면에서 본 실측값들의 입력을 위한 창이다.

이상의 데이터 입력이 완료되면 그림 3의 우측 상단의 장주도출력창이 나타난다. 이 창은 지금까지 입력했던 값들을 DB로 저장하여 사용자가 확인할 수 있도록 구성된 창이며, 또한 장주도출력 명령을 내릴 수 있는 창이기도 하다.

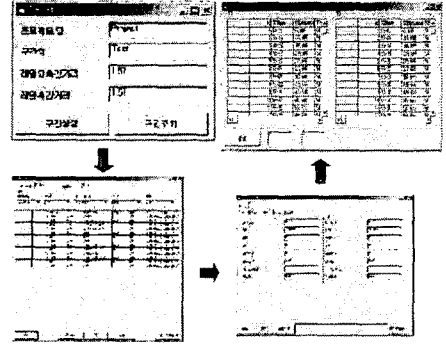


그림 3. 데이터 입력

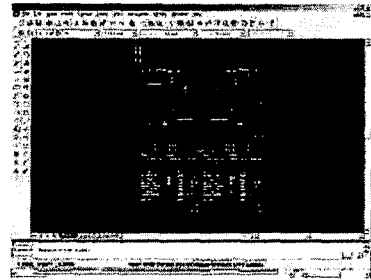


그림 4. 장주도 출력화면

그림 4는 데이터 입력 후에 프로그램 실행으로 작성된 장주도를 출력된 AutoCAD화면을 보여준다. 그림은 자료의 입력으로 전과정이 자동 설계된 장주도이며, 설계자의 판단하에 몇가지의 사항은 직접 수정할 수도 있다.

3.2.2 자재관리

앞장의 데이터 입력으로 설계자가 얻을 수 있는 결과는 장주도에 의해 설계시 소요된 자재목록도 얻을 수 있다. 그림 5는 설계된 구간에서 소요된 자재들(상위조립품)을 조회할 수 있다. 자재관리창에는 그림에서와 같이 프로젝트/구간을 조회한 후에 해당구간의 자재를 ID별, 구간별로 검색할 수 있는 기능을 가지고 있다.

먼저 구간별조회는 검색한 프로젝트/구간에서 사용한 자재의 목록과 수량을 검색하는 기능이며, ID별조회는 전주가 위치한 지점, 즉 각 장주도에서 사용한 자재들을 검색하는 것이다. 이 검색결과는 장주도 하단에 나타난 자재표의 자재들의 목록과 일치할 것이다.

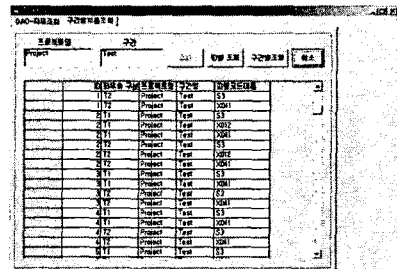


그림 5. 자재관리

3.2.3 드로퍼 관리

본 프로그램의 결과는 장주도, 자재관리와 함께 드로

퍼판리도 포함한다. 드로퍼란 전차선과 조가선간을 기계적 및 전기적으로 연결하는 부품이다. 전주와 전주사이의 한 경간에 7~10개 정도가 사용되는 드로퍼는 경간 길이, 양쪽의 가고 등에 따라 그 길이와 드로퍼 사이의 간격이 달라진다. 대부분의 경우는 표준화된 사양으로 결정되어 있으나 특이 구간의 경우 직접 드로퍼 간격과 길이 계산이 필요하다.

그림 6은 특이구간의 드로퍼 길이를 계산하는 창으로서 상단부에 한 경간의 드로퍼 수와 간격을 입력하면 하단부에 각 드로퍼의 길이가 출력되는 창이다. 계산된 드로퍼 길이정보를 기본으로 새로운 코드를 부여하여 장주도에 표시함으로써 드로퍼 설계과정이 완료된다.

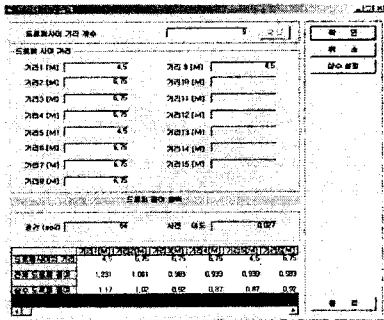


그림 6. 드로퍼 계산

그림 7은 드로퍼 자재를 검색하는 기능을 가진 창이다. 그림 2의 메인창의 드로퍼관리의 클릭으로 활성화되며, 자재관리와 유사한 기능으로 해당구간에서 사용한 드로퍼를 검색할 수 있다.

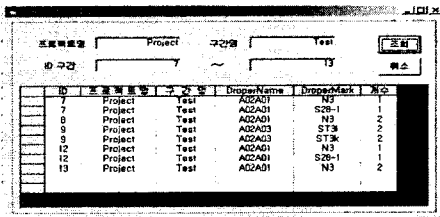


그림 7. 드로퍼 자재

4. DeCatS를 통한 고속전차선로 설계

4.1 설계 입력자료

다음 표 3은 실제 고속전차선로 설계에 필요한 입력 자료이다(). 본 자료는 경부고속철도

표 3. 입력데이터

| 구분 | 입력값 | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 선로 환경 | 구간 | 장주도출력 | 지역 | 지형 | - |
| | 토공구간 | 일반 | 일반 | 일반 | - |
| 선로 | 전식위치 | 경간 | 레도간격 | - | - |
| | 2.23m | 54m | 3.43m | - | - |
| 선종 | 편위 | 전차선높이 | 가고 | 급전선 | 보호선 |
| | 0.2m | 5.08m | 1.4m | -1.35m | -0.14m |
| 자재 | 코드1 | 코드2 | - | - | - |
| | S3 | X041 | - | - | - |

4.2 전차선로 설계

그림 8은 표 3의 데이터를 바탕으로 개발한 DeCatS를 통해 전차선로를 설계한 장주도이다.

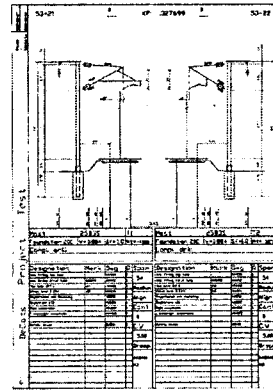


그림 8. DeCatS 결과

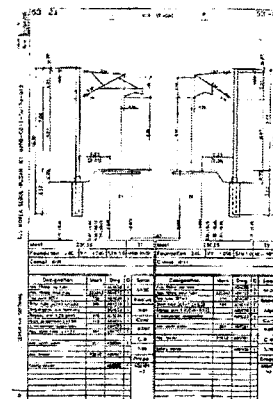


그림 9. LEXCAT 결과

앞서, 2.2.1에서 설명한 장주도가 표 3과 같은 몇 가지의 데이터를 이용하여 자동으로 설계되었다. 그림에서 보듯이 전주, 기초 브라켓 등은 선로환경에 알맞은 크기로 선택되어 1/100의 축척으로 장주도에 표현되었다.

본 연구에서 개발한 소프트웨어의 정밀성은 프랑스의 전차선로 설계 소프트웨어인 LEXCAT과의 비교를 통해 입증할 수 있을 것이다.

그림 9는 DeCatS에 입력한 자료와 동일한 자료의 입력으로 설계한 결과물이다. 두 그림을 비교하면 전주와 기초가 약간의 차이가 있을 뿐 브라켓 등의 길이는 일치함을 알 수 있다.

전주와 기초는 그것들의 선정시 수행하는 모멘트 계산에서 차이가 발생하였기 때문이다. LEXCAT의 모멘트계산은 발생 가능한 모든 경우에 대하여 계산하지 않고 일정조건에 대한 계산값을 저장하여, 몇가지의 대표값을 사용한다. 그러나 DeCatS의 경우 모든 수치를 입력하여 해당하는 조건에 일치하는 모멘트

값을 매번 계산하기 때문에 좀더 최적화된 결과를 얻을 수 있다. 이러한 이유로 전주와 기초가 한단계 작게 선정된 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 현재 도입중인 고속철도 기술중 핵심기술인 전차선로 설계분야의 자동설계 소프트웨어 개발을 목표로 하였다. 개발한 프로그램은 다음과 같은 특징이 있다.

- 프로토타입의 자동설계 S/W의 국산화에 따른 전차선로 설계 자동화 기술력 확보
- 최적화한 설계기술 알고리즘 적용
- AutoCAD를 이용하여 상황에 따라 설계변경 용이
- 고속철도 전차선로 분야의 자재를 DB 구조화

따라서 본 소프트웨어는 시스템 및 설계구간의 변화에 따라 소스코드의 변경이 가능하여 사용자 중심의 설계소프트웨어가 될 수 있다.

[참 고 문 헌]

- (1) 한국철도기술연구원, 고속전차선로 설계계산기준서개발 및 동적시험기술 연구, 한국고속철도건설공단, 1999
- (2) 한국철도기술연구원, 고속전차선로 상세설계 S/W 개발 (I), 한국고속철도건설공단, 2000.
- (3) 한국철도기술연구원, 고속전차선로 상세설계 S/W 개발 (II), 한국고속철도건설공단, 2001.
- (4) 한국고속철도건설공단, '경부고속철도 전차선로 1공구 실시설계', 1999. 12.
- (5) 정보문화사, '한글 VisualBasic6 DataBase How-to', Eric Winermiller 외 3인, 황태연 역, 1999.\