

미얀마 송전선로 설계 기술계산시스템 개발

백승도* 민병욱* 김종화* 신태우* 김세현* 박재웅**
*한국전력공사 **한밭대학교

Development of the Technical Calculation System for Transmission Line in Myanmar

Seung-Do.Baik* Byeong-Wook.Min* Jong-hwa.Kim* Tai-Woo.Shin* Sae-Hyun.Kim* Jae-Ung.Park**
*KEPCO **Hanbat National University

Abstract - Korea takes part in overseas business by use of accumulated advanced technology through construction of the worlds first 765kV double circuit transmission system designed with pure local technology. 'Development Study on the Power System Network Analysis in Myanmar' was received in the year 2001 and was completed in the year 2002. The following project, 'Feasibility Study and Basic Designs for the 500kV Transmission System in Myanmar' has been in progress since January, 2004. With regards to this project the master plan for the Myanmar long term power system was submitted in January 2005, and now the basic designs for the 500kV transmission system construction are in progress. Technical data for the design of the transmission line is calculated using a very complex numerical formula that is almost impossible to be completed by hand. So the transmission technical calculation system was developed to calculate and support Myanmar technical data for the design of transmission line with respect to factors such as wind pressure load, tower design data, conductor design data and insulator design data on the basis of weather conditions for the Myanmar transmission line design area of the Myanmar 500kV trans- mission line construction basic design.

1. 서 론

우리나라는 세계 최초로 765kV 2회선 송전망을 순수 국내 기술로 건설하여 송변전 기술을 정립·축적하였으며, 축적된 선진기술을 이용하여 해외사업을 추진하고 있다. 2001년도에 미얀마 전력망 진단사업을 수주하여 2002년에 완료 하였으며, 2004년 1월부터 후속사업인 미얀마 500kV 송전전압 격상 타당성 조사 및 기본설계사업(Feasibility Study and Basic Designs for the 500kV Transmission System in Myanmar)을 수행하고 있다. 2005년 1월 미얀마 전력계통에 대한 장기 마스터 플랜을 수립하여 미얀마에 제시하였으며, 현재 500kV 송전선로건설 공사에 대한 기본설계를 수행하고 있다.[1] 송전선로 설계를 위한 송전기술자료는 매우 복잡한 수식으로 계산하여야 하므로 수계산(手計算)으로는 거의 불가능하다. 따라서 미얀마 500kV 송전선로 건설공사의 기본설계를 위하여 미얀마의 송전선로 설계 기상조건을 조사하고 이에 따른 송전선로 설계 풍압하중과 철탁설계자료, 전선설계자료, 애자장치 설계자료 등 미얀마의 송전선로 설계용 기술자료를 계산·지원하기 위한 송전기술계산시스템을 개발하였다.

2. 시스템의 개요

2.1 시스템 개발환경

미얀마 송전기술계산시스템(Myanmar-Sag)은 미얀마의 500kV 송전선로 건설공사 설계를 위해 송전기술자료를 계산하는 프로그램이다. 본 시스템은 PC의 O/S (operating system) 환경을 고려하여 개발언어는 Visual Basic 6.0을 사용하여 windows 환경에서 운영할 수 있도록 개발하였으며 database는 system DB와 Excel을 사용하였다. 화면해상도는 1024×768에서 최적화되도록 구성하였으며, 국내 뿐 만 아니라 미얀마에서도 사용할 수 있도록 영문으로 프로그램을 개발하였다.

2.2 시스템 구조

본 시스템은 windows 기능을 활용하여 대화형 창구조 및 메뉴선택방식으로 구성하여 사용자 편의 위주로 개발되었으며 미얀마의 설계기준 데이터를 자동 제공하므로써 입력항목을 최소화하였고 기술자료가 활용될 프로그램 적용 안내기능, 사용자에게 프로그램별 매뉴얼을 제공하는 사용방법 안내기능, 그리고 프로그램 계산조건 데이터 입력절차 안내자료를 제공하는 도움말(help) 기능이 포함되어 있다. 또한 데이터를 잘못 입력하였을 경우 error message를 제공함과 동시에 오류를 자동으로 복구하는 기능이 포함되어 있어 초보자도 쉽게 사용할 수 있도록 하였으며, 프로그램에 쉽게 접근할 수 있도록 site map을 구성하였다.

2.3 데이터베이스 구조

본 시스템에서 사용하는 데이터베이스는 Visual Basic 6.0의 기본 DB인 system DB(*.mdb)와 Microsoft Excel을 사용하였으며, 미얀마 500kV 송전선로에 사용될 scoter 전선의 제원과 특성 데이터를 기본으로 제공하고 있다. 송전선로 기별명세(tower list)는 system DB로 작성할 수 있도록 기별명세관리 프로그램을 별도로 구성하였으며, 계산된 기술자료는 설계자의 편의를 위하여 Excel로 저장하여 활용할 수 있도록 하였다.

3. 시스템의 구성

3.1 프로그램 모듈구조

미얀마 송전기술계산시스템(Myanmar-Sag)은 3개의 module과 3개의 database 그리고 1개의 designer로 구성되어 있다. Module은 송전기술계산을 위한 기초자료를 제공하는 Sag design Data 계산모듈과 등가경간(ruling span), 단일경간(sun-span), 그리고 송전선로 전체 경간(transmission line)에 대한 기술자료 계산을 실행하는 프로그램 모듈로 구성하였다. Transmission line 프로그램에는 송전선로의 기별명세(tower list) 관리 프로그램이 포함되어 있다. 송전선로 기별명세관리 프로그램은 송전선로 기별명세를 database로 생성하고 검색, 인쇄할 수 있으며 설비가 변동되었을 경우 수정, 추가, 삭제할 수 있도록 구성하였다.

Database는 송전기술자료를 계산하기 위하여 전선제원 및 특성, 설계풍압 및 기온 데이터를 자동 지원하는 3개의 송전선로 설계용 database로 구성되어 있으며, 송전기술자료의 계산결과를 인쇄하여 출력할 수 있도록 3개의 data report로 구성된 1개의 designer로 구성되어 있다. 이에 대한 송전기술계산시스템의 모듈구성과 데이터 흐름도는 그림1과 같다.[2]

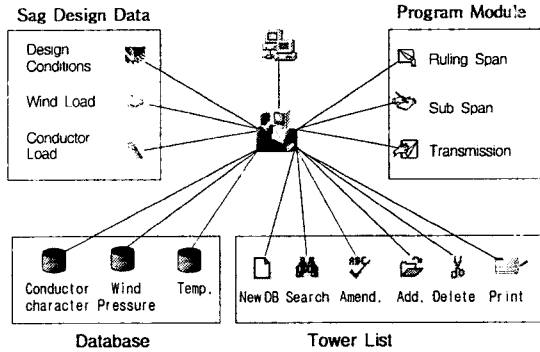


그림 1 시스템 모듈구성 및 데이터 흐름도
Fig. 1 Module structure and data flow diagram of System

3.2 프로그램 구성

본 시스템의 초기화면(top menu)은 그림2와 같다. 본 시스템의 모든 프로그램은 초기화면에서 시작되며 응용 프로그램을 종료할 경우 초기화면으로 복귀하도록 구성되어 있다.

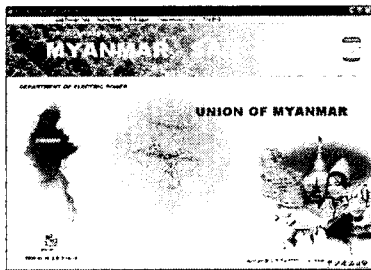


그림 2 송전기술계산시스템 초기화면
Fig. 2 Top menu of Myanmar-Sag

4. 미얀마 송전선로 설계조건

미얀마 송전선로 설계에 적용할 기온 및 풍속, 전선하중 등의 설계조건은 다음과 같다.[3]

- (1) Temperature
 - Every day loading condition : 25 °C
 - Maximum temperature : 45 °C
 - Minimum temperature : 0 °C
- (2) Wind speed and wind pressure
 - Maximum wind velocity : 34.5%³
 - Design wind pressure of conductor
 - High temperature : 52 kgf/m²
 - Low temperature : 57 kgf/m²
- (3) Conductor load conditions
 - Every day loading conditions : 25°C/ No wind
 - High temperature : 25°C/ Wind 52 kgf/m²
 - Low temperature : 0 °C/ Wind 57 kgf/m²

5. 미얀마 송전기술계산시스템

본 시스템에서는 11개 응용 프로그램을 이용하여 송전선로의 설계와 시공, 운영 기술자료를 계산할 수 있으며, 송전선로별로 기별명세를 관리할 수 있다. 또한 송전기술자료를 계산하기 위한 풍압 및 기온 등 기상조건 및 전선설계하중을 검색할 수 있으며 이에 대한 본 시스템의 주요기능은 그림3과 같다.

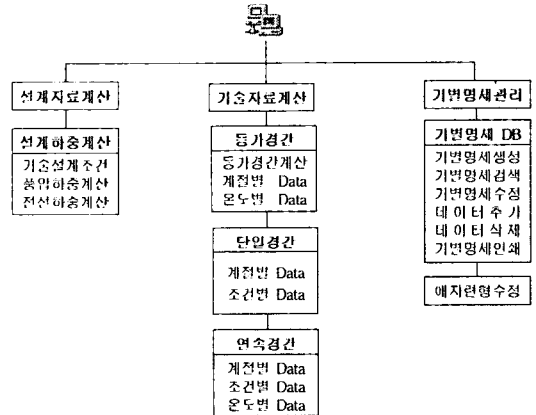


그림 3 시스템의 주요기능
Fig. 3 Function of Myanmar-Sag System

5.1 설계자료 계산 프로그램

송전선로 설계자료 계산 프로그램은 미얀마 송전선로의 설계조건 검색과 풍압하중 계산 및 전선설계하중 계산 프로그램으로 구성되어 있다.

5.1.1 풍압하중 계산 프로그램

풍압하중 계산프로그램은 최대순간풍속과 10분간평균 풍속에 대하여 기온, 기압, 차폐계수, 돌풍률, 체현기간 (return period) 등을 적용하여 기준속도압과 풍압하중을 계산할 수 있으며, 상공체중계수를 적용하여 지상으로부터 전선 높이별 풍압하중을 계산하는 프로그램이다.

5.1.2 전선하중 계산 프로그램

전선하중 계산 프로그램은 이도설계를 위한 각종 하중 자료를 계산하는 프로그램으로 고온계 하중조건 (high temperature loading condition)과 저온계 하중 조건 (low temperature loading condition)을 적용한 전선의 단위길 이당 수직하중, 수평하중, 합성하중과 부하계수 (loading coefficient), 임계경간 (critical span), EDS 허용장력, 최대파라미터를 계산할 수 있으며 또한 사용자가 임의로 입력한 풍압조건을 적용하여 전선의 수직하중·수평하중·합성하중 등 이도설계에 필요한 전선하중데이터를 계산하는 프로그램이다.

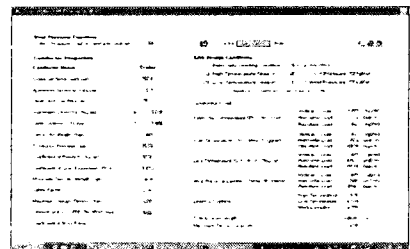


그림 4 설계자료 계산 프로그램
Fig. 4 Program for design data calculation

5.2 송전기술자료 계산 프로그램

송전기술자료 계산 프로그램 모듈은 8개의 응용 프로그램으로 구성되어 있으며, 미얀마 500kV 송전선로용 scoter 전선을 기본으로 등가경간(ruling span), 단일경간(sub span), 연속경간(transmission line)에 대한 송전선로 설계용 기술자료를 계산할 수 있으며 또한 scoter 전선 이외의 다른 전선에 대하여도 송전기술자료를 계산할 수 있도록 개발하였다.[4][5]

5.2.1 등가경간 기술자료 계산 프로그램

<등가경간 계산 프로그램>은 내장애자장치 철탑과 내장애자장치 철탑 간에 있는 모든 경간의 최저 이도점(vertex)의 전선 수평장력이 동일한 송전선로 1구간(1 section), 즉 내장-내장 구간에 대하여 등가적인 경간을 계산하는 프로그램이며, <등가경간 계절별 기술계산 프로그램>은 등가경간에 대한 계절별 기상조건에 의한 설계하중을 적용하여 장력과 이도를 계산하는 프로그램으로 사용자가 임의로 입력하는 범위의 40개 등가경간에 대하여 장력과 이도를 동시에 계산할 수 있다. <등가경간 온도별 기술계산 프로그램>은 사용자가 임의로 입력하는 10개의 등가경간에 대하여 10단계의 온도별로 장력과 이도를 계산하는 프로그램이다.

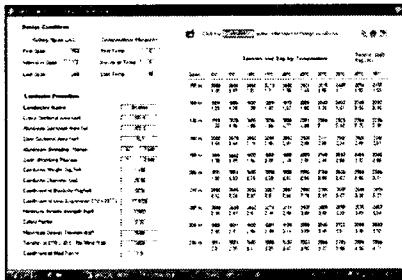


그림 5 등가경간 기술자료 계산 프로그램
Fig. 5 Program for ruling span design

5.2.2 단일경간 기술자료 계산 프로그램

단일경간(sub span)은 내장-내장 간 1 section 내의 임의의 1경간을 말하며, <단일경간 계절별 기술계산 프로그램>은 등가경간 및 계산경간에 대하여 계절별 기상조건에 의한 설계하중을 적용한 전선하중과 장력, 이도를 계산하는 프로그램이다. <단일경간 조건별 기술계산 프로그램>에서는 단일경간에 대하여 사용자가 임의로 입력하는 전선종류, 전선온도에 대하여 전선의 장력과 이도를 계산하는 프로그램으로 전선의 수평장력과 이도, 전선실장, catenary angle, vertex 까지의 수평거리인 수직하중경간(weight span)과 전선 지지점의 전선장력, 이도, 수직하중을 계산하며, 1경간 내 임의의 한 지점에 대한 전선의 장력과 이도 그리고 전선실장을 계산하는 프로그램이다.

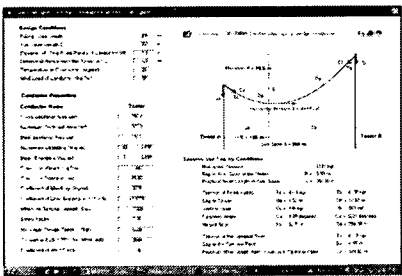


그림 6 단일경간 기술자료 계산 프로그램
Fig. 6 Program for sub-span design

5.2.3 연속경간 기술자료 계산 프로그램

연속경간 기술자료 계산 프로그램은 송전선로 전체 경간에 대한 송전기술자료를 동시에 일괄 계산하는 프로그램으로 <연속경간 계절별 기술계산 프로그램>은 계절별 기상조건에 의한 전선의 설계하중을 적용하여 수평하중경간(wind span), 수직하중경간(weight span), 전선지지점의 장력, 이도 최저점의 수평장력, 등가경간의 이도, 실계경간의 이도, 전선실장, catenary angle, 현수애자리의 수직하중·수평하중·합성하중과 현수애자리의 바람에 의한 횡진각, 수평각도에 의한 횡진각 등 40개의 기술자료를 동시에 계산할 수 있다. <연속경간 조건별 기술계산 프로그램>에서는 송전선로 전체 경간에 대하여 사용자가 임의로 정하는 전선종류, 전선온도에 대하여 40개의 기술자료를 일괄 계산하는 프로그램이며, <연속경간 온도별 기술계산 프로그램>은 전선가선 작업시 전선의 장력과 이도 시공자료를 제공하기 위하여 사용자가 임의로 입력하는 일정 온도범위에 대하여 장력과 이도를 계산하는 프로그램이다.

5.3 송전선로 기별명세 DB 관리시스템

송전선로 전체 경간에 대하여 송전기술자료를 일괄 계산하는 연속경간의 계절별 기술계산 프로그램과 설계조건별 기술자료 계산 프로그램, 온도별 기술계산 프로그램을 실행하려면 해당 송전선로의 철탑기별명세(tower list), 즉 철탑번호, 경간길이, 지반고저차, 철탑높이, 철탑형, 애자런형이 사전에 DB로 생성되어 있어야 한다. 송전선로 기별명세 DB 관리시스템은 송전선로의 기별명세를 DB로 생성하고 검색, 인쇄하는 시스템이다. 또한 철탑을 추가로 신설하거나 철거 등 설비가 변동되었을 경우 기별명세 데이터를 수정, 추가, 삭제할 수 있도록 개발하였다.

6. 결 론

송전선로의 설계 및 시공을 위한 기술자료는 매우 복잡한 수식으로 계산하여야 하므로 수계산으로는 거의 불가능하다. 따라서 미얀마 500kV 송전선로의 기본설계를 위하여 미얀마 기상조건에 의한 설계하중을 적용하여 송전선로 설계용 자료를 계산할 수 있는 시스템을 개발하였다. 본 시스템이 개발되므로써 미얀마의 모든 송전선로의 건설 및 유지보수, 송전설비 운영에 대한 설계, 시공, 관리 업무에 대한 기술자료를 지원할 수 있을 뿐 아니라 철탑 및 애자런형의 설계, 이도설계, 가선공사 시공자료 제공, 송전설비 고장분석 등에 광범위하게 활용할 수 있게 되었다. 본 시스템은 대화형 창, 메뉴선택 기능을 채택하여 사용자 편의 위주로 개발되었으며 미얀마의 기상 조건에 의한 설계하중 데이터를 자동 제공하므로써 입력 항목을 최소화하여 초보자도 쉽게 사용할 수 있도록 하였다. 본 시스템이 개발되므로써 향후에 미얀마 이외의 다른 나라 송전선로에 대한 설계자료 계산시스템도 본 시스템을 기본으로 하여 손쉽게 구축할 수 있을 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김종화, "해의 송변전사업 추진사례(미얀마 전력망 진단 및 분석)", 2004 대한전기학회 하계학술대회논문집 pp.51 53, 2004.7.
- [2] 민병욱, "송전선로 기술자료 계산시스템 개발", 2004 대한전기학회 하계학술대회논문집 pp.488 490, 2004.7.
- [3] Feasibility study and basic designs for the 500kV transmission system in Myanmar, KOICA, KEPCO, pp.160 207, 2005.1.
- [4] 한전설계기준 (절연협조기준, 철탑설계기준, 전선선정기준, 이도설계기준, 애자장치기준), 한국전력공사, 2004.3.
- [5] 송전기술계산시스템 개발 최종보고서, 한국전력공사, pp.7 252, 2003.12.