

3D GIS를 활용한 지중배전설비 시공 관리시스템 연구 개발

황우현*, 김자희**
 *한국전력공사, **서울산업대학교

A Study of Construction and Management System On the Underground Facility Using 3D GIS

W. Hwang, J. Kim
 Korea Electric Power Corporation, Seoul National University of Technology

Abstract -지중배전설비의 시공품질 향상과 정전을 감소시키기 위해 지중설비의 시공과정을 동영상으로 촬영하여 내설 있는 시공을 유도하고, 촬영된 영상 자료를 편집하여 국산 3D GIS 기반의 DB에 저장할 수 있도록 하였다. 평상시엔 개인용 컴퓨터로 설비점검 스케줄에 따라 관리하다가, 돌발적인 정전이 발생하면 시공당시의 정보를 조회하여 신속히 대응할 수 있는 지중배전설비 시공관리시스템을 연구 개발하였다.

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

경제발전에 따라 단계적으로 확장하고 있는 지상 배전설비의 지중화는 매년 약 9%씩 증가하는 반면, 지중분야의 정전발생건수는 기자재 품질향상과 관리기법의 개선으로 감소되고 있다. 정전이 발생하고 있는 주요 원인 중 외상고장과 자연열화에 의한 정전 발생비율은 감소 폭이 적어 별도의 정전예방 대책이 필요한 실정이다. 고장이 발생한 지중설비는 최소 3~4시간에서 최대 6시간가량의 복구시간이 소요됨에 따라 정전으로 인한 전력판매의 지장은 물론 고객의 생활 불편과, 영업과 제품생산의 차질 등 피해도 발생하고 있다. 또한 고장복구를 위해 고가의 장비나 전문 인력을 확보도 경제적인 부담이 되고 있고, 특히 도로나 상하수도관 매설 같은 토목공사 시에 정확한 매설당시의 상태를 알 수 없어 지중케이블을 손상하는 경우가 발생하고 있다. 따라서 최근 급성장하고 있는 IT를 활용하여 지중배전설비의 시공관리상 문제점을 해소하여 고장정전의 발생을 줄이기 위한 시스템을 연구 개발하여 현장에 적용하고, 성과를 분석하여 미비점을 보완한 후 타 업무 영역에도 활용하는 방안을 제시해 보고자 한다.

1.2 연구 범위와 방법

이번 연구에서는 지중설비 시공 시 촬영된 동영상과 3D 제작 GIS Tool을 활용하여 지하에 매설된 지중설비의 위치를 정확히 파악할 수 있는 기능과 기설 지중 설비의 정기적인 점검 및 유지 보수 기능이 포함된 시스템을 개발하고자 한다. 연구에는 기존 축적된 2D 설비 Data의 활용성과 사용자의 편의성을 높이기 위해 호환성이 용이하고 가격이 외산에 비해 저렴한 국산 3D GIS 제작 Tool을 사용하였다. 특히 개발 초기의 시행착오를 방지하고자 주 1회 개발자와 함께 Process를 점검하고, 동영상 촬영기준의 정립, 3D GIS 제작 시 고려사항 등을 상호 협의하여 확정하였다. 개발기간의 단축을 위해 개발자와 Application 전문가간 상시 연락체계도 구비하여 활용하였다.[3][4]

2. 본론

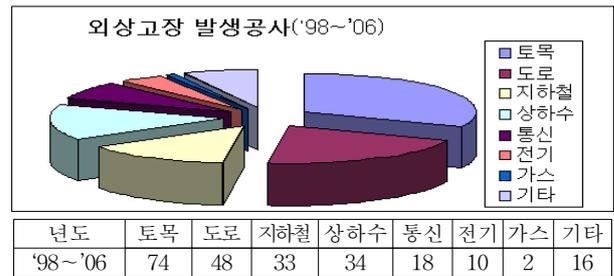
2.1 지중배전설비 시공 관리시스템의 개발

2.1.1 지중배전설비 정전발생 원인 분석

최근 7년간 발생한 지중배전설비의 정전원인을 살펴보면 정전 발생건수는 기자재 품질 향상과 정기 유지보수로 '02년 이후 50% 정도 감소하였으나 정전발생 원인별 점유율의 대부분을 차지하고 있는 외상고장과 자연열화부분은 '00년도의 85%에서 77%로 단지 8% 감소에 머물고 있어 보다 적극적인 대응방안이 요구되고 있다.[5][6]

<표 1> 년도별 지중정전발생 원인

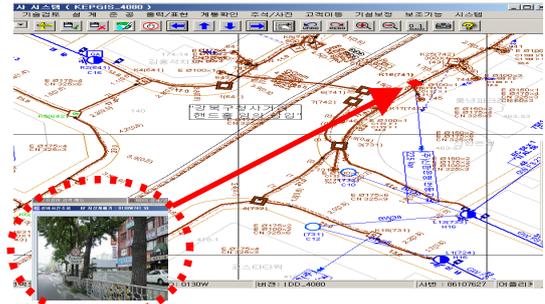
| 정전원인 | '00 | '02 | '04 | '06 |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 외상고장 | 82 | 78 | 65 | 46 |
| 자연열화 | 112 | 115 | 62 | 41 |
| 제작불량 | 16 | 9 | 21 | 7 |
| 시공불량 | 2 | 3 | 7 | 1 |
| 기 타 | 15 | 17 | 26 | 23 |
| 합 계 | 227 | 222 | 181 | 118 |



<그림 1> 주요 지중배전설비 외상고장 유발 공사

2.1.2 사용 중인 지중배전설비 관리용 GIS 화면

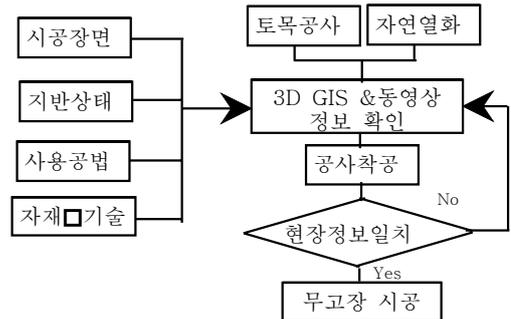
아래 화면은 도심지의 지중설비 도면으로 NGIS상의 지반도를 바탕으로 전력설비 Layer를 만들어 활용하고 있다. 이 도면을 이용하여 지중설비의 지상위치나 시공일, 거리 등의 정보를 얻을 수 있고 최근에는 주요 시공 사진이 첨부되어 있어 상태파악은 가능하나 지하에 매설된 상황을 정확히 판단하기는 곤란하다.



2.1.3 지중배전설비 고장복구처리 Process 개선

지하에 매설된 배전설비는 주로 토목공사나 자연열화된 설비의 교체과정에서 현장의 설비상태 정보를 평면도면상의 단편적인 정보만으로 작업을 하기 때문에 발생할 수밖에 없었다. 이를 개선키 위해 2D 평면도면 대신 동영상으로 공사의 시작과 종료 전 과정을 촬영하여 3D GIS기반의 시설물과 Link 시킨다. 공사가 필요한 경우 현장 정보를 조회하여 확인한 후 착공하게 되면 무 고장 시공이 가능하게 된다. 만일 시공 중 현장상태가 불명확할 경우에는 반복해서 동영상과 지하 입체시공화면을 통해 조회가 가능하므로 문제 발생을 최소화 할 수 있다.

지하에 매설된 배전설비는 주로 토목공사나 자연열화된 설비의 교체과정에서 현장의 설비상태 정보를 평면도면상의 단편적인 정보만으로 작업을 하기 때문에 발생할 수밖에 없었다. 이를 개선키 위해 2D 평면도면 대신 동영상으로 공사의 시작과 종료 전 과정을 촬영하여 3D GIS기반의 시설물과 Link 시킨다. 공사가 필요한 경우 현장 정보를 조회하여 확인한 후 착공하게 되면 무 고장 시공이 가능하게 된다. 만일 시공 중 현장상태가 불명확할 경우에는 반복해서 동영상과 지하 입체시공화면을 통해 조회가 가능하므로 문제 발생을 최소화 할 수 있다.

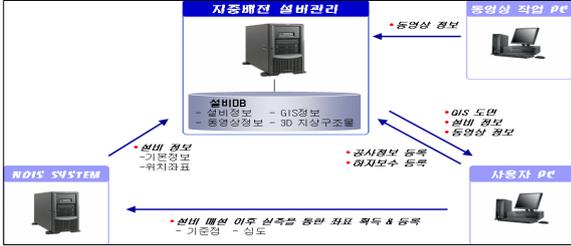


<그림 3> 개선된 지중설비 고장발생 및 복구처리 절차

2.2 3D GIS 제작 Tool을 이용한 시스템 개발 및 적용사례

2.2.1 시공관리시스템 구성도

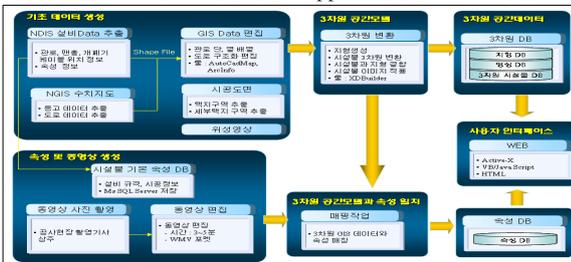
지중배전설비 시공관리시스템의 구성은 기존 시스템(NDIS)의 설비 Data와 NGIS의 수치지형도를 이용하여 Autocad Map과 Arcinfo로 2차원 Shape File을 3D GIS 제작 Tool인 XD Builder를 이용하여 3D로 변환한 다음, 지형과 결합하여 3D 시설물과 속성을 DB에 저장한다. 사용자는 설비정보, 점검관리 및 이력 정보를 Web상에서 생성, 조회, 수정할 수 있도록 구성하였다.



<그림 4> 시스템 구성도

2.2.2 시스템 개발 과정별 추진 내용

시스템 구축 시 NDIS의 기존 자료를 최대한 활용하고 현장에서 동영상으로 촬영된 시공 자료와 3D GIS 제작 Tool을 이용하여 시설물 DB를 구축하고 사용자용 Application을 개발 하였다.



<그림 5> 3D Data Base 구축 과정별 업무 Flow

시스템의 개발은 제 1단계로 3D 시설물 DB를 구축하기 위해 관로, 맨홀, 지상개폐기, 변압기 및 케이블 등의 위치 정보와 규격, 용량, 수량, 설치일자 및 제작사 등의 속성정보를 NDIS (New Distribution Information System)에서 가져와 NGIS의 수치지형도를 이용하여 등고선과 도로 등 추출한 후 Shape File을 만든다. 제 2단계로 지중배전설비를 구축하기 위한 관로 배열방법을 단과 열로 구분하고 도로를 구조화하기 위해 Autocad Map과 Arcinfo Tool로 편집하여 Shape File로 작성한다. 제 3단계는 GIS 2D Data로 편집된 시설물을 1차 변환하여 X, Y, Z 값을 형성하고, 등고 Shape를 활용하여 생성된 지형과 결합함으로써 지형도 상에 실제 매설위치를 표현하고 텍스처 맵핑 방법으로 실제 이미지와 유사하게 만들어 3D 시설물 DB를 구축한다. 제4단계는 기본 속성 Data의 구축을 위해 NDIS의 설비 Data를 이용하여 RDB MS에 저장한 다음, 3D 시설물 DB 구축과정에서 생성된 Data와 현장에서 촬영된 동영상 편집 Data를 서로 Mapping처리하여 시설물 속성 DB에 저장한다. 제5단계는 현장 시공 장면을 주요 공정 단위로 분류하여 촬영한 다음, 편집하여 시설물 속성 정보 DB에 저장한다. 이때 편집 량은 5분 이내로 하고 매설 깊이, 접지저항, 지반 구조 등은 반드시 포함하며, 기록용 사진은 전체, 부분, 근접된 내용을 포함하여 촬영 후 저장한다.

2.3 개발된 시스템의 적용 사례

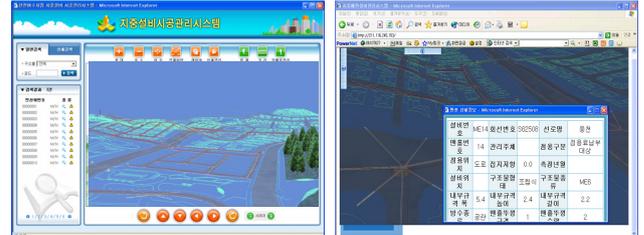
2.3.1 택지개발 규모 및 지중배전설비 구축 계획

약 85만평 부지위에 조처하는 택지지구 3개 구역으로 나누어 추진될 계획이며, 변전소로부터 7km 떨어진 곳에서 택지지구까지 관로를 매설하여 전력을 공급하여야 한다. 택지지구 내에서는 구역별 부하량에 따라 회선을 재구성하여 전력을 공급할 계획이다.

2.3.2 지중설비의 시공과 동영상 촬영 절차

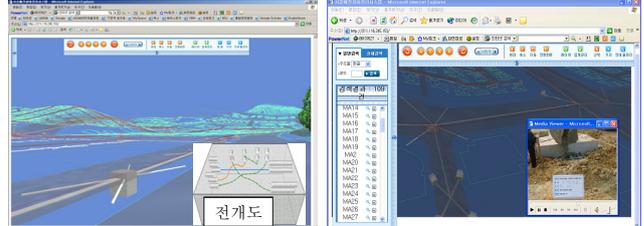
지중설비 시공 장면의 촬영은 공정별로 세분화하여 촬영한다. 먼저 공정 회의에서 촬영과 현장작업이 동시에 진행되도록 세부적인 절차를 협의하고, 공사 현장에서 촬영시 각도, 소요시간, 촬영 위치 등을 확정한다. 다음, 공사 시작부터 종료까지 가능한 단절없이 촬영하고 중요 공정은 디지털 카메라로 근접 촬영하여 보관한다.

2.3.3 개발된 시스템의 주요 화면



<그림 6> 시스템 초기화면

<그림 7> 지중설비 속성정보 화면



<그림 8> 지중 맨홀 및 전개도 <그림 9> 시공과정 동영상정보

지중배전설비 시공이 완료되고 난 뒤 설비 Data를 속성 DB에 저장하여 시공관리시스템으로 구현된 초기화면<그림 6>에서 지중설비 전체의 모습을 확인할 수 있다. <그림 7>에서는 설계당시 확정된 택지지구 내 109개의 맨홀 정보를 NDIS DB에서 Data를 가져와 변환시켜 시공일시, 시공자, 구조물의 종류, 선로번호 등 조회가 가능하다.<그림 8>은 3D 화면상에서 지표와 매설된 맨홀, 관로 등의 심도를 비교확인 가능하며 내부에는 케이블 접속 상태의 조회가 가능하다. <그림 9>에서는 동영상으로 촬영된 시공장면을 통해 굴착 개소의 토질, 기초 다짐, 맨홀주변 과정 등 현장의 상세한 정보를 조회하여 활용할 수 있다. 특히 지하에 매설된 맨홀, 케이블 접속점, 접지 저항 등 정기적인 점검 일정별 대상을 지원해 주기 위해 점검일 24시간 전에 점검자에게 자동으로 통보해주고 점검 결과를 입력할 수 있으며, 이상이 있는 설비는 개수 후 이력을 입력하도록 반영되었다.

3. 결론

이번 연구를 통해 지중배전설비 부근에서 토목공사를 시행 시 작업자는 동영상 조회만으로 현장 주변의 매설 상황을 한눈에 파악이 가능해졌으며, 특히 지표면에서 어느 정도 깊이에 지하 매설물이 있는지를 3D로 쉽게 확인 가능해짐에 따라 토목공사로 인한 정전 발생을 근본적으로 예방할 수 있게 되었다. 또 자연열화로 인한 지중설비 고장을 예방하기 위해 점검 24시간 전에 컴퓨터에 의해 자동으로 대상을 추출하고 담당자가 점검 List를 Down 받아 현장에서 활용이 가능하도록 구성되어 있어 내실 있는 점검이 가능할 것으로 전망된다. 실제로 시공 상태의 확인을 위해 3D GIS에서 현장 시공정보를 동영상으로 이용한 결과, 개발 전에는 현장까지 이동하여 단지 표면상태의 확인에만 1~2시간씩 소요 되던 것이 개발 후에는 10분 이내에 주요 항목의 상태를 확인할 수 있게 되어 향후 지중설비 정전예방에 기여할 것으로 판단된다. 폐쇄된 환경에서 생활하고자 하는 욕구증가로 지중설비는 지속적으로 증가될 것으로 전망되기 때문에 본 연구 개발 결과는 다른 분야의 지하시설물 관리에도 활용이 가능할 것으로 전망된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Karen L .Butler-Purry & N.D.R Sarma, "Visualization for Shipboard Power Systems, Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Science(HICSS '03) IEEE 2002
- [2] 최선식, "지중송전설비관리시스템의 GIS구축에 관한 연구" 연세대학교 석사학위 논문 pp. 39-49, 2002
- [3] 조정운, "인터넷상에서 3차원 가상도시공간정보 구축", 경성대, 석사학위 논문 pp. 3-37, 2002
- [4] 신계중, "지하시설물관리를 위한 GIS 적용"충주대 논문집 38권, 2003
- [5] 한국전력공사 "배전설비 교육 교재" 배전처, 2001~7
- [6] 한국전력공사 "배전설비고장분석 및 예방대책" 배전처, 2007, 2002