

電力플랜트 건설의 최신기술동향

미쓰비시(三菱)電機 플랜트建設統括部の 전력플랜트 건설공사는 수력·화력플랜트 및 변전설비를 대상으로 하고 있으며, 수차·수차발전기·가스절연개폐장치(이하 "GIS"라 한다), 변압기, 배전반 및 관련 제어기기 등의 설치 및 기기 간의 배선공사 설계·시공을 담당하고 있다.

최근의 전력플랜트를 둘러싼 일본의 시장환경은 신설 플랜트는 감소하고 갱신·기기개수(개조, 수선) 공사의 비율이 커지고 있으며, 신설·개보수 공사를 불문하고 공사품질의 유지와 공사비 저감을 위한 공법·작업의 개선과 설계·계획 업무의 합리화를 추진하여 왔다.

(1) 기자재 개발에 의한 공법·작업 개선

대형수력발전기의 로터조립용 다브테일키 박아넣기(打込)장치, 스테이터코일 분해(갱신)용 코일 엔드절단 및 코일뽑기공구, 터빈발전기 센터링용 유압잭, GIS 설치용 작업용발판을 개발하여 적용함으로써 공법 개선과 작업효율의 향상을 실현하였다.

(2) 공사계획 방법의 개선

변전플랜트에서의 공기단축을 목적으로 하는 현지 설치 최적공정 책정방법의 개발·적용, 또한 화력플랜트에서의 공사물량의 저감과 설계작업의 효율 향상을 목적으로 하는 케이블 배선 설계·계획 방법의 개발 및 적용으로 설계업무의 개선, 공사비 저감을 도모하였다.

1. 머리말

대형발전기 설치의 합리화·성력화(省力化) 기자재의 최신공법, 초초고압 GIS, 변압기의 현지건설 공정의 단축방안, 그리고 최근의 화력플랜트에서의 배전설계 방법에 대해 소개한다.

2. 工法

가. 大型水力發電機의 合理化·省力化 機資材

(1) 로터 組立用 다브테일키 박아넣기(打込) 裝置

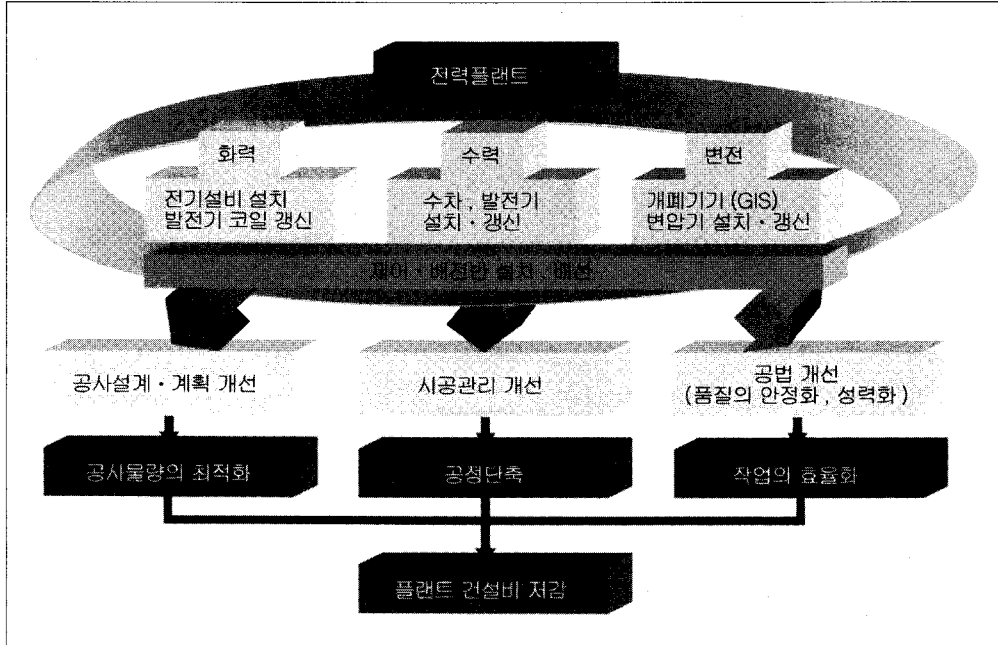
대용량 수차발전기의 건설공사에서는 수송상의 문제, 치수의 제한 등으로 회전자는 로터스포크, 림, 폴로 분할로, 반입되기 때문에 현지에서의 조립작업이 발생한다.

지금까지 폴과 림의 접속고정작업은 그림 1에 표시하는 것과 같이 숙련작업자가 16파운드 햄머를 사용하여 림의 키구(構)에 다브테일키를 박아넣고(打込) 있었다.

그림 2에 표시하는 다브테일키 박아넣는 장치의 개발·적용으로 숙련기능을 필요로 하지 않게 되어 안전하고 또한 안정된 품질로 효율적인 박아넣기 작업을 실현하고 있다. 지주(支柱)는 로터스포크에 볼트로 고정한다. 암은 원주방향으로 360° 회전하며 승강·신축은 전동(電動)으로 조정이 쉽게 되어 있다. 또 햄머를 전자석으로 흡착한 채로 상승시켜 자연낙하시킴으로써 소정의 박아넣기 힘(打込力)을 발생시키고 있다.

(2) 스테이터 코일엔드 절단·코일 뽑기 공구

발전설비의 신뢰성 향상을 목적으로 하는 발전기 고정자 코일의 절연갱신공사가 있다.

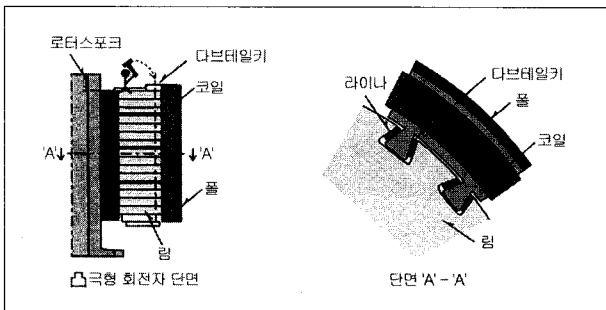


〈전력플랜트건설의 주요공사와 개선책〉

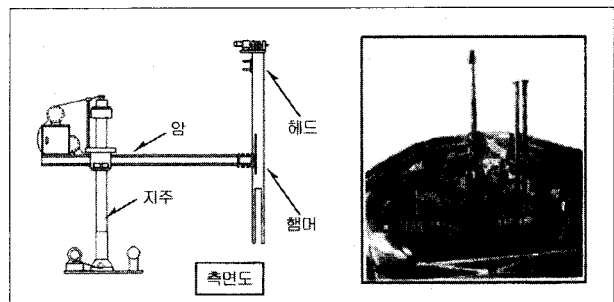
수력·변전·화력플랜트의 주요공사와 건설비 저감을 위한 각종 개선책과의 관계를 표시한다. 수력에서는 수차·수차발전기 설치, 발전기코일의 갱신, 변전에서는 변전기기(GIS, 변압기) 설치, 갱신과 배선공사, 화력에서는 전기설비 설치, 전기용 배선반·배관·배선공사 및 발전기코일의 갱신이 주체이다. 공사 설계·계획, 시공관리, 공법의 개선으로 건설비의 저감을 도모하고 있다.

고정자 코일의 갱신에 따른 분해작업은 ① 코일 절단, ② 웨지 빼기, ③ 코일 뽑기, ④ 커몬링 떼어내기의 순서가 된다. 작업 ①은 종래 전동쇠톱으로 코일 양단을 절단하고, 작업 ③은 그림 3에 표시하는 것과 같이 와이어로프

등을 사용하여 슬롯으로부터 끌어내고 있었다. 작업효율 개선책으로 그림 4, 그림 5에 표시하는 공구를 개발하였다.



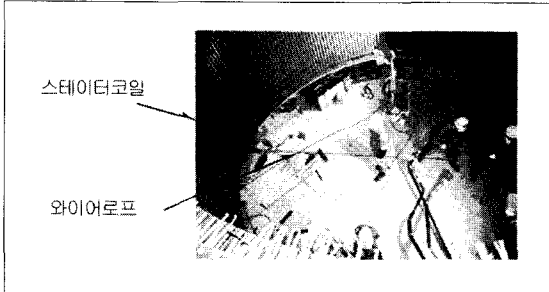
〈그림 1〉 다브테일키 박아내기 공법(종래)



사양

• 시회	360°	• 헬머 질량	40kg
• 승강스트록	2.000mm	• 전자마그넷 흡착력	2.450N
• 암 신축	최대 3.500mm	• 헬머 최대 낙차	2.000mm

〈그림 2〉 다브테일키 박아내기 장치의 외형도와 사양



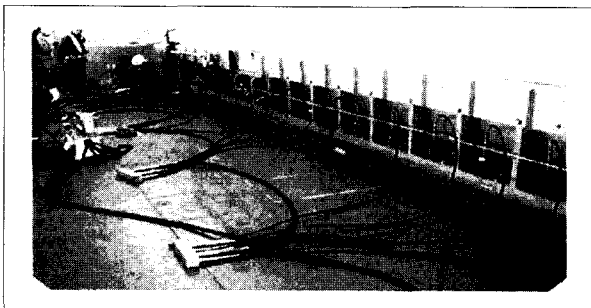
〈그림 3〉 고정자 코일뽑기작업(종래방식)

각 공구는 동일한 유압유닛을 사용하고 있기 때문에 선단부치구(先端部治具)만의 교환으로 절단·뽑기 작업을 할 수 있어 해당작업의 효율은 50% 개선할 수 있었다. 또 발전기 고장자 내의 와이어로프 고정에 필요한 작업 에어리어가 불필요하게 되기 때문에 작업원 및 공구를 증가시킴으로써 2개소 이상에서의 동시작업이 가능하게 되어 작업일수의 단축을 달성할 수 있게 되었다.

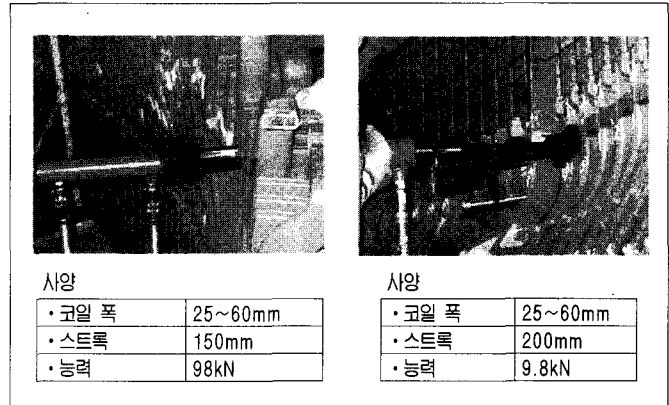
나. 터빈發電機 센터링용 油壓잭 工法

화력 및 원자력용 터빈발전기의 센터링작업의 효율 향상을 목적으로 동사가 개발한 유압잭 공법을 소개한다.

터빈발전기의 스테이터코일의 교체공사 등에서는 발전기의 현저 재조립시 터빈센터에 발전기 스테이터의 센터를 맞추는 센터링작업이 있다. 종래에는 사람의 손으로 잭볼트를 사용하여 라이너를 삽입하여 발전기의 높이, 방



〈그림 6〉 발전기센터링용 유압잭 공법



시양

• 코일 폭	25~60mm
• 스트로크	150mm
• 능력	98kN

시양

• 코일 폭	25~60mm
• 스트로크	200mm
• 능력	9.8kN

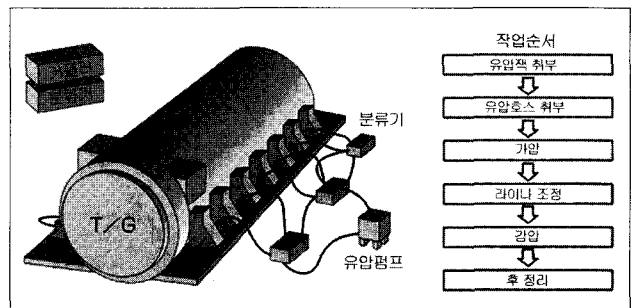
〈그림 4〉 코일 절단공구

〈그림 5〉 코일뽑기 공구

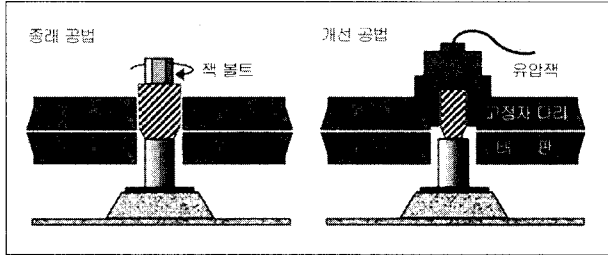
향의 미세(微細)조정을 하고 있었다. 이 작업에 많은 시간이 걸렸으나 그림 6에 표시하는 발전기 센터링용 유압잭공법을 적용함으로써 설치지도원이나 숙련작업자의 경험에 의존하지 않고 정확한 작업을 할 수 있게 되었다. 또 취급도 용이하여 종래에 비해 약 50% 이상 작업효율의 개선을 기할 수 있었다.

유압잭 공법의 구성기기는 그림 7에 표시하는 것과 같이 유압잭·펌프와 분류기(分流器)로 구성되고 각 기기 사이는 유압호스로 접속한다. 유압잭 설치부의 구조를 그림 8, 유압잭 구성기기를 그림 9, 설치사양을 표 1에 표시한다.

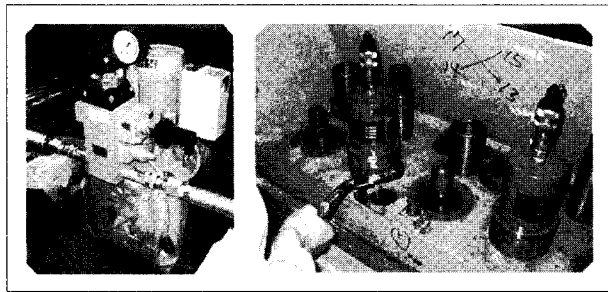
또 그림 10에 표시하는 발전기 센터링잭 착좌(着座)란



〈그림 7〉 발전기센터링용 유압잭 공법개념도/작업수순



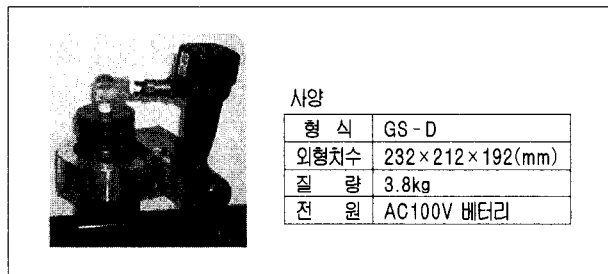
〈그림 8〉 발전기센터링용 유압잭 설치부의 구조



〈그림 9〉 유압잭 구성기기 : (좌) 펌프, (우)잭

〈표 1〉 발전기센터링용 유압잭 설비사양

형 식	GS-A	GS-B	GS-C
보유대수	잭 45本·펌프 1대/세트		
외형치수	잭 $\phi 85 \times 300(\text{mm})$ 유압펌프 $650 \times 380 \times 800(\text{mm})$		
질 량	잭 9kg/本, 펌프 50kg		
전 원	AC 3 ϕ 200V		
양중능력	196kN/本		
적용스태이터 나사 지름	M48 M52 공용	M48 전용	M52 전용



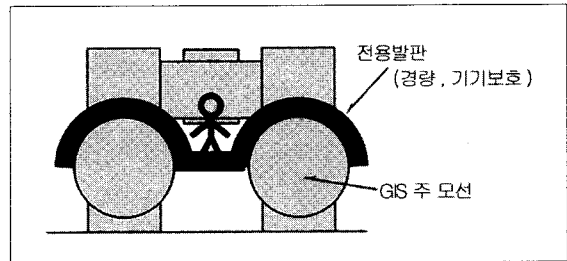
〈그림 10〉 센터링잭 착좌란러

너도 개발하여 잭을 전동(電動)으로 설치함으로써 더욱 작업효율의 향상을 실현하였다.

다. 超々高壓 變電所用 變電機器 설치 공사의 작업개선

이제까지 GIS 설치공사의 작업 개선은 기기 제작부문과 공동으로 본체 설치공사를 중심으로 하여 기기 구조개선 및 경량화, 분할접속공법의 도입 등을 실시하여 왔다. 또 건설현장에서의 방진양생(防塵養生)에 대한 개선과 기기조립공구를 개발하여 작업효율 향상과 효과를 높이고 있다.

본체 설치작업 외에 많은 노력을 요하고 있는 작업은 가설발판 조립작업으로 GIS 설치 총작업시간의 약 20%를 점하고 있었다. 그림 11에 표시하는 것과 같이 주모선(主母線) 주위의 발판 설치에 대해 주모선의 모양에 맞춘 전용발판을 개발·적용함으로써 발판 조립 작업시간을 대폭 단축하였다.

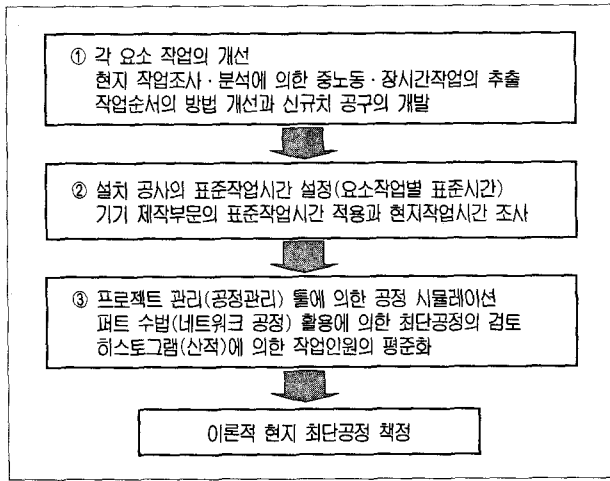


〈그림 11〉 GIS용 작업발판의 개선

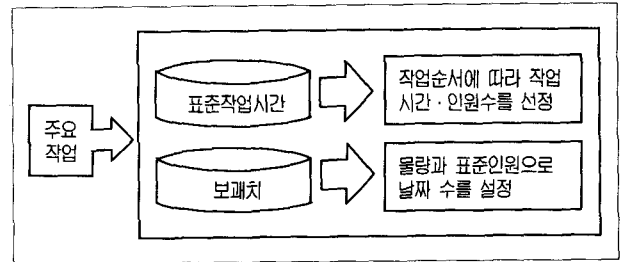
3. 最新電力플랜트 공사계획

가. 變電플랜트에서의 현지설치 최적공정

종래, 현지 설치공정은 계획자의 경험에 의해 작성하고 있었기 때문에 개인차가 발생하고 있었다. 이 개인차의 해소와 현지 설치공정의 단축을 도모하기 위하여 GIS와 변압기 설치공사에 대해 최단공정을 산출하는 시스템을



〈그림 12〉 현지설치공정의 단축검사순서



〈그림 13〉 프로젝트 관리 툴 적용 개념

나. 火力플랜트 케이블 配線設計 및 계획

지금까지의 배선계획에서는 상류측(기기제작부문·기계메이커)으로부터 전개접속도를 입수한 후, 경로(전선로) 정보를 가하여 배선리스트를 완성시키고 있었다. 그

그림 12의 순서로 개발하여 적용하였다.

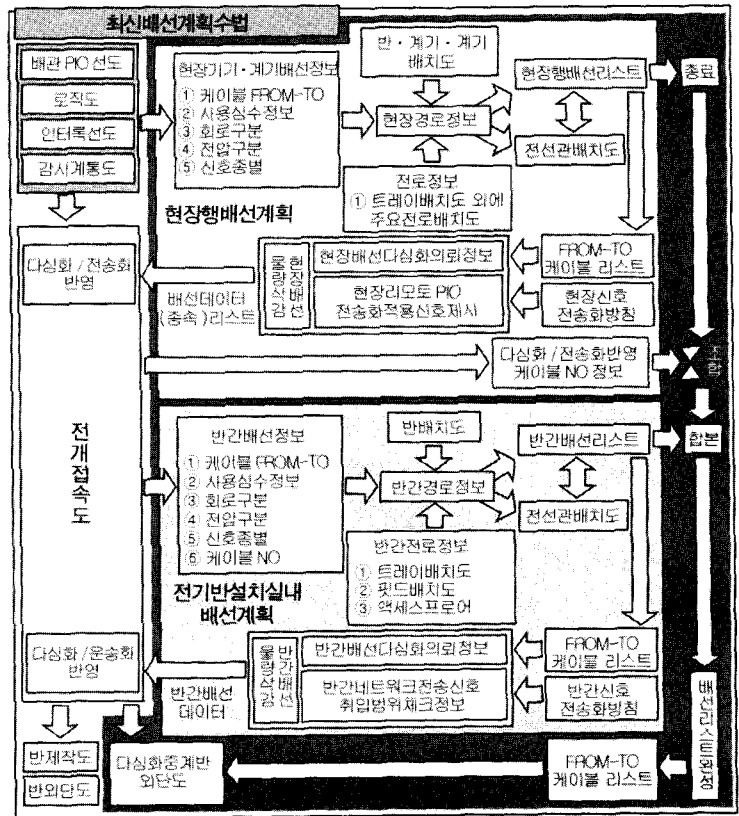
(1) 표준작업시간의 설정

제작부문에서의 표준작업시간과 현지작업 분석결과를 기초로 건설현장의 환경을 가미한 현장표준 작업시간을 주요작업마다 설정한다. 또 건설현장에서 필요한 작업(예 : 준비작업, 발판조립 등)의 표준작업시간을 설정한다.

(2) 프로젝트관리(공정관리) 툴 적용

다음으로 그림 13에 표시하는 것과 같이 실제의 공사순서에 맞추어 주요작업을 프로젝트 관리툴에 입력하여 ① 작업인원의 평준화, ② 퍼트기법(네트워크공정)에 의한 최단공정을 시뮬레이션한다.

또 ① 옥외작업에서의 우천율(雨天率), ② 유사 동일작업의 반복에 의한 작업원의 습숙도(習熟度) 등도 고려하고 있다. 이상에 의하여 최적의 인원투입을 고려한 최단공정을 작성할 수 있으므로 종래의 공정에 비하여 20%의 단축을 기하였다.

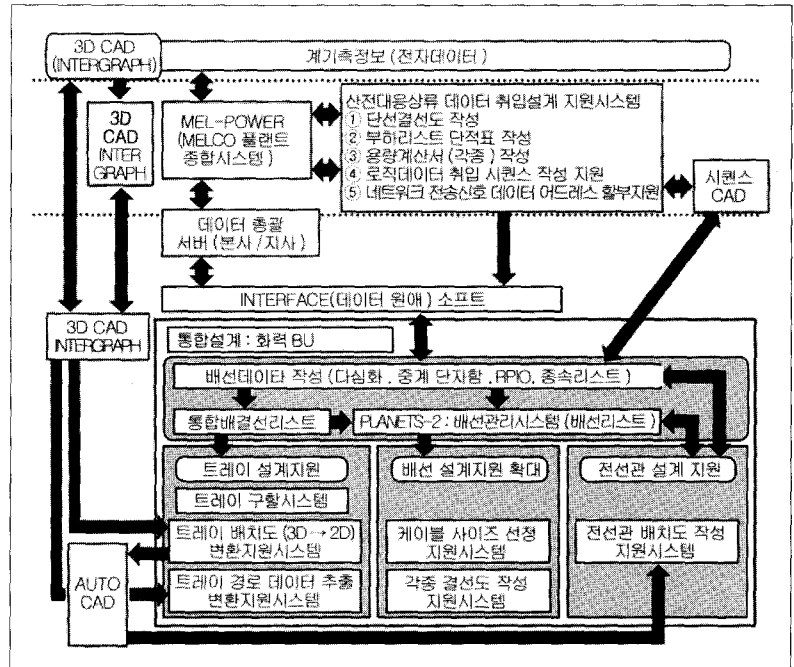


〈그림 14〉 화력플랜트 최신케이블 배선설계·계획

러나 전개접속도는 사양 변경 등으로 공사개시 직전(전기품 출하시)까지 정보가 확정되지 않는 일이 많아 배선물량의 저감을 목적으로 하는 케이블 다심화(多心化)나 다중전송화의 적용 확대를 위해 현장기기·계기신호의 정리 및 집합을 도모하여도 검토시간을 충분히 얻을 수 없어 초기의 저감목표를 달성할 수 없었다.

이와 같은 문제를 해결하는 화력플랜트 최신 배선계획을 그림 14에 표시한다. 종래에는 상류설계측으로부터 전개접속도를 입수한 후, 배선설계에 착수하고 있었다. 그러나 최신방법에서는 전개접속도 작성에 필요한 원(元)정보인 기기측 설계정보(계기리스트, 감시계통도, 로직도 등)로부터 직접 현장용 배선리스트를 작성한다. 이 현장용 배선리스트를 사용함으로써 현장측의 배선계획에 대한 선행 검토가 가능하게 되었다. 그 결과 ① 케이블 배선의 다심화와 현장 RPIO(Remote Processing Input Output)를 사용한 다중전송화의 정보를 전개접속도 작성측에 조기에 반영시킬 수 있어, 배선물량의 삭감이 가능하게 되어 환경개선으로 연결된다. ② 담당부서 배선계획을 상류측의 전개접속도 작성작업과 병행함으로써 담당부서 설계 피크부하의 평준화가 가능하게 되었다. 또 재빨리 기기측 정보와 정합성이 취해진 배선데이터(중계단자반·PRIO용 종속배선리스트 등)를 역으로 상류측에 제공함으로써 종래보다 단기간에 전개접속도의 완성도가 높아지게 되었다.

한편 동사가 개발한 그림 15에 표시하는 통합배선설계시스템(CAE 전개시스템)을 유효이용함으로써 설계의 효율화와 설계공정 단축이 가능하게 되었다. 다심화·다중전송적용 신호대상을 정리한 배선데이터와 후에 작성



〈그림 15〉 통합배선설계시스템

된 전개 접속도를 조합(照合)하여 배선리스트를 완성시킨다. 또 이 배선데이터를 사용함으로써 전선관 배치도에 전선관 입선케이블 정보기기와 결선도작성에 이르기까지 일련의 작업을 CAE화가 가능하게 되었다.

4. 맺음말

이번에 소개한 합리화공법과 공사 설계·계획 방법은 전력플랜트 이외의 플랜트에서도 그 특징에 따라 선택하여 적용할 수 있다. 앞으로도 각종 플랜트의 공사공정의 단축, 작업효율의 개선에 진력하고자 한다.

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.