

VI-27

変電所機械基礎設計支援システムの開発について

東北電力株式会社 正会員 ○小山内 寛
和田 真一

1. はじめに

当社土木部門では、水力・火力・原子力発電所土木工作物の建設のほか、変電所の敷地造成・鉄構および機械基礎の建設工事を行っており、電力需要の増加に伴い工事件数は年々増加する傾向にある。

今回、原価低減の観点から設計業務の効率化を図るため、変電所の鉄構・機械基礎設計を支援するシステムを開発したので、その内容を報告する。

2. 変電所機械基礎設計の現状

- (1) 変電所機械基礎建設工事の件数が多い。（年間に20地点400ケースの基礎設計を実施）
- (2) 基礎工事を発注するまでに機械の仕様が確定しないことから、基礎の設計は類似した荷重条件で行い、一度工事を発注し、荷重条件が確定した段階で再度設計を行っている。
- (3) 基礎の設計には、安定計算・応力照査・計算書作成・図面作成・数量計算まで1地点40日程度の時間を要し、マンパワーの不足から設計を外注していることが多い。

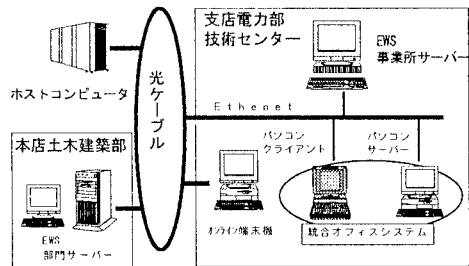


図-1 ハードシステムの概要

3. 業務総合支援システムの概要

当社では業務の総合的な効率化を図る目的で、平成2年度より分散処理を基本とした変電所基礎設計支援システム等を含む土木部門総合支援システムの開発導入を進めており、平成7年度をもって27システムのうち22システムが運用を開始している。

分散処理は図-1に示すように業務内容、処理形態を考慮して最適なハードシステムを利用するもので、このシステムは3次元FEM解析やCADを活用することから小型で高性能なEWS (Engineering Work Station)を利用している。

4. 変電所基礎設計支援システムの概要

設計システムの開発に当たって、基礎設計の実績等を分析し、基礎設計方法の標準化を行った。その結果、変電所の基礎は、鉄構・断路器、遮断器の基礎のように基礎が剛体として設計できる「剛体基礎」と、主要変圧器、ガス絶縁配開装置のように荷重作用面積が広く、基礎の厚さが薄く剛体で設計できない「スラブ基礎」の2タイプに分類される。

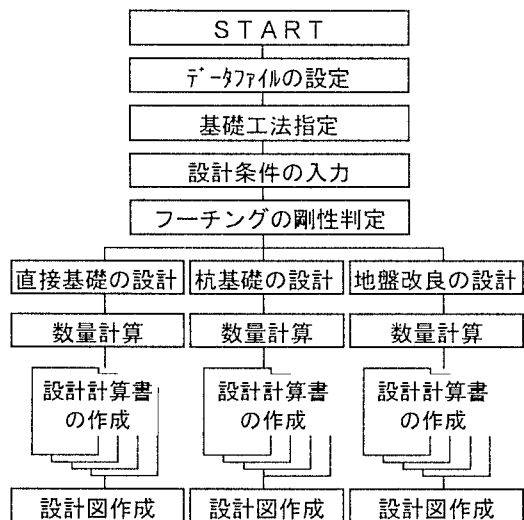


図-2 TRAD処理概要フロー

このことから、2タイプについて、設計方法と支援システムの開発に関する研究を平成5年度から行い、平成7年度に完了した。

(1) 剛体基礎の設計(Touhoku Denryoku Rigid Style Foundation Automatical Design System:TRAD)

剛体基礎設計支援システム「TRAD」の開発に当たって、各種設計基準を分析検討し、道路橋標準示方書を基本とした変電所機械基礎の設計の方法・手順等を定めた「変電所基礎設計マニュアル」を作成した。このシステムは、後述の「KANSAS_IN」と同様に過去の基礎設計の実績を分析して、扱える基礎の形状を鉄構4タイプ・その他1タイプの5タイプに限定し、処理を単純にしている。また、基礎の形状、地盤・荷重条件、支持方法等を入力し、計算を実行すると安定計算、応力照査、数量計算を行い、同時に計算課程が確認できる設計計算書および2次元CADの図面を自動で作成する。TRADの処理概要は図一2のとおりである。

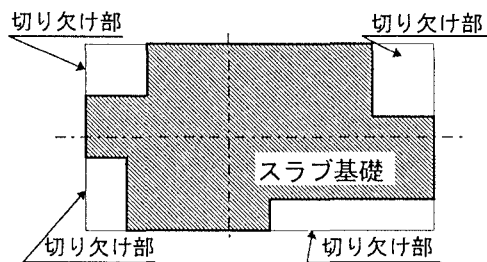
(2) スラブ基礎の設計(KANSAS_IN)

スラブ基礎の設計は、基礎を支持する地盤をバネとして3次元FEM構造解析を行うことが、最も経済的な設計となる。しかし、3次元FEM構造解析の入力データを作成することはノウハウとかなりの作業時間が必要であり、誰でも簡単に行える

ものではない。このことから、会話形式で基礎の形状、荷重条件を入力するだけで、誰でも熟練した技術者と同等のインプットデータを作成できる支援システム「KANSAS_IN」を開発した。

このシステムは処理を単純にするため、取り扱う基礎の平面形状を矩形とし、ただし、その四隅を図一3のとおり矩形に切り欠くことができるようにした。このことにより、L型、T型、+型等の形状の基礎にも対応でき、システムが単純な割に複雑な形状に対応できるようになった。

また、荷重条件も提示された集中荷重、面分布荷重、モーメント荷重をそのまま入力することにより、FEM構造解析に必要なメッシュおよびインプットデータが自動で生成され、直接FEM構造解析が実行でき、応力照査に必要な反力、せん断力、曲げモーメントの計算および架構図、解析結果図等の作成も自動で行われる。



図一3 対象平面形状

5. システムの効果

このシステムが運用を開始することにより、機械基礎の設計は従来の1/10程度の時間となり、設計業務を社員が行うことで、建設コストを5%程度低減することができる。

また、計算結果をデータベース化していることにより、着工直前、工事中の荷重条件の変更にも迅速に、かつ経済的に対応でき、さらに、荷重条件がまだ確定していない類似の設計にも利用でき、業務の効率化に大変効果がある。

6. 今後の課題

このシステムは、当社管内の20の事業所で利用され年間に数多くの基礎の設計に活用されることから、利用者への教育とシステムの運用管理を的確に行う必要がある。

また、各事業所にはEWSが1台配備されており、それを土木のほか送電、発電部門の複数の業務で共用することになる。このため、利用が制限されると予想されることから、高価なEWS増設するのではなく、安価で近年性能が向上してきたパソコンのX端末を利用する予定であり、現在のパソコンのX端末機能について検証を行っている。