

火力発電プラントエンジニアリングのIT化

Utilization of Information Technology in Thermal Power Plant Engineering

山木 正彦 田代 豊 館 隆一

YAMAKI Masahiko

TASHIRO Yutaka

TACHI Ryuichi

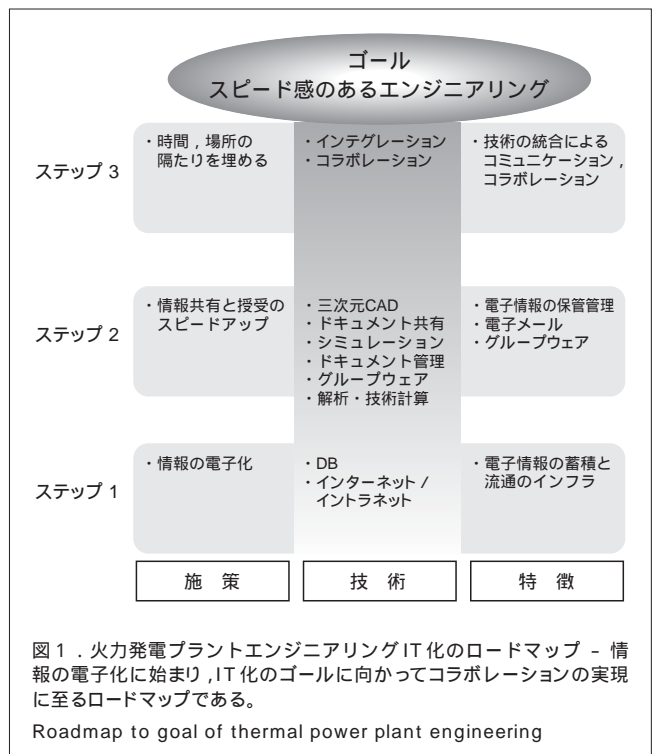
火力発電プラントのエンジニアリングにおいてもIT(情報技術)化が進んでいる。代表的な例として、三次元CADによるプラントエンジニアリングにより、エンジニアリングのスピードアップに寄与している。ほかにも、電子化された図書情報の社内・社外との共有にインターネットを活用し、建設サイトにもVPN(Virtual Private Network)技術を利用したネットワーク環境が構築され、距離と時間の壁を越えたエンジニアリング環境が実現している。今後、システムの統合により、より顧客に満足がいただける製品・サービスの提供を目指していく。

This paper provides an update on the recent progress made in applying information technology to thermal power plant engineering, including 3D CAD, Web-based document sharing, and virtual private network technology, in order to remain abreast of the recent developments in fast-track engineering. The direction of integration to further enhance customer satisfaction is also described.

1 まえがき

これまで業務効率向上,競争力強化の目的で種々の機械化がなされてきたが,近年,プラントエンジニアリングでは,三次元CADなどのいわゆるエンジニアリングツールと,ERP(Enterprise Resource Planning)やSCM(Supply Chain Management)などの基幹系システムが有機的に結合されて,エンジニアリングのスピード,コスト競争力を作り出し維持するための,統合された情報を提供する仕組みがEPC(Engineering,Procurement,Construction)コントラクターを中心に広がってきている。その目的は,エンジニアリングをいかに早く完遂して顧客に製品を提供し,かつ満足していただけるかということであり,その目的を達成するために,その時々に必要な情報がタイムリーに集まり,配布されるような仕組みとなっている。

東芝でも同様に,その目的達成のために種々の取組みを行っている。図1は,当社の目指す火力発電プラントエンジニアリングITのロードマップであり,ここにあるように,その最終ゴールは,スピード感のあるエンジニアリングの実現である。このためには,まず情報が電子化され共有される姿から,その伝達が高速化されるに従って時間・場所の隔たりが埋められ,コミュニケーションの効率化が図られなければならない。一方,それを支える技術として,ネットワークやデータベース(DB)などに代表される基盤技術,その上に成り立つCADやドキュメント管理などの応用技術があり,それらを統合して実現されるサービスがある。このサービスとあい



まって,真のコミュニケーションの効率化が実現され,初めてスピード感のあるエンジニアリングが可能となる。

この実現のために,当社は三次元CAD,情報の共有・連携,エンジニアリング支援の各機能についての整備と連携を進めている。ここでは,プラント配置設計,電気エンジニアリング,試運転業務支援,情報共有,通信インフラの各分野の

主なトピック、及び各システムの統合イメージについて述べる。

2 東芝におけるエンジニアリングのIT化への取組み

2.1 プラント配置設計

プラント配置設計においては、図面がプラスチックモデルに取って代わられてから久しく、更に三次元CADモデルによるものへと主流が完全に移っているのは周知のとおりである。

当社においても、三次元CADによるエンジニアリングを積極的に取り入れているが、ここで当社が追求しているものは、次の三点である。

- (1) プラントのビジュアライゼーション 限られた空間に機器、配管、鉄骨、ケーブルトレイなどの物体が複雑に入り組んで配置されている火力発電プラントにおいて、図面に記された配置情報を読み取って配置のイメージを頭に浮かべるにはスキルが必要であった。これを、モデルを使って、例えば電気、計装、据付技術者及び安全担当者などにビジュアルに伝えることにより、勘違いをなくし、より明確な情報や指示を与えることが可能になる。これにより、エンジニアリングの下流工程から現地据付けまでの後戻り作業を削減することが可能となる。
- (2) コミュニケーションのスピードアップ 従来、紙又は電子情報の形態の図面で授受されていた配置情報は、作成、配布、修正のいずれにおいても手間が掛かり、例えば一部の機器形状に変更が発生した後、その変更が関連部門の設計・エンジニアリングに反映されるのに時間が掛かっていた。三次元CADモデルを関連部門が共有して使うことにより、このような変更は即座に反映され、関連部門は瞬時にその変更を知ることができる。これにより、変更情報の伝達の時間が短縮され、エンジニアリングのリードタイムが短縮される。
- (3) 三次元CADデータの徹底活用 三次元CADモデルは最終的に調達・据付けまで使われることを意識して作成される。このようにして構築・作成されたモデルのデータは図面作成、材料集計、据付け検討、構造解析など可能な限り利用し、データの再作成、重複入力によるむだを省き、不整合に起因する各種不具合を削減する。

当社では現在、国内及び輸出火力発電プラントすべてに三次元CADを適用しており、着実にその効果を上げている。以下に、当社の三次元CADのいくつかの適用例を紹介する。

図2は当社が引合い・見積りの段階から三次元CADを適用したプラントの例であり、短期間で三次元CADモデルによる基本設計を完了し、客先プレゼンテーション及び見積り作業を実施したものである。実施にあたっては、機器配置、機器設計、配管、電気、計装などの関連部門が、計画の初期段階からデータ入力を実施し、その結果を三次元CAD上

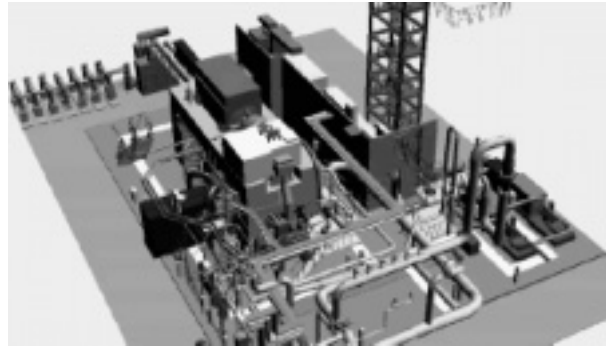


図2．短期間で概略エンジニアリングを実施したプラントのモデル - 引合い・見積りの段階から三次元CADを適用して、短期間で基本設計を完了した。

Model of successful fast-track engineering project

で確認しながらエンジニアリングを進めた。これにより、紙による情報伝達のロスが削減でき、三次元CADモデルを中心とした配置調整を行うことで、エンジニアリング期間を短縮することができた。

また、2001年に当社が納入した国内事業用火力発電プラントにおいては、設計の初期から顧客と綿密な協同エンジニアリングレビューを実施し、機器配置、干渉、通路性、保守性、安全など多角的なレビューを行ったことにより、現地での改造及び干渉による後戻り作業が激減した。これは、従来紙で行われていた配置レビューに比較して、プラントがビジュアルにとらえられることにより問題点が早期に発見され、事前にその対策を施すことができたこと、変更が即座に反映され、その結果もビジュアルに確認できたことによる。

輸出案件で当社が蒸気タービンや発電機の供給者となる場合も、海外のEPCコントラクターとの三次元CADデータの交流は必須であり、相手とのCADシステムの違いを吸収したうえで、当社のCADモデルを相手の背景CADモデルと合成し、干渉チェックや配置レビューなどを双方で日常的に実施し、海外のEPCコントラクターからも信頼を得ている。

最近では、当社がメインコントラクターとなったプロジェクトについて、三次元CADを利用して、社外の関連部門とのデータ交流を図りながらエンジニアリングを進めている(図3)。特に、このようなプロジェクトでは、プラントを構成する様々な要素をモデリングしたうえで、調整やエンジニアリングを行う必要があるが、従来はそのモデリング作業がネックとなり、必要なもののモデル入力ができず、三次元CADによるエンジニアリングの効果を上げることがなかなか難しかった。そこで、このモデリングに要する手間を極力省くため、外部からのデータの取込み、ライブラリ化、またOffice系ソフトウェアからの簡易入力ツールなどの手段を用意した。また、三次元CADに含まれる属性類は最低限必要なものに絞

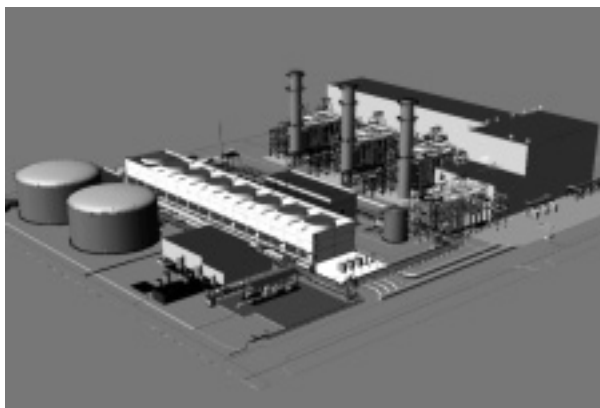


図3 . EPC プロジェクトの三次元 CAD モデル - EPC 案件においては、当社がプラント全体の三次元 CAD モデルを構築してエンジニアリングを進めている。

EPC(Engineering, procurement, construction) project model

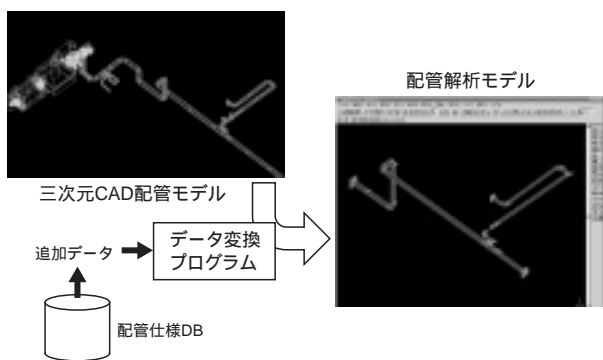


図4 . 三次元 CAD モデルの解析データへの変換 - 三次元CAD配管モデルを解析データへ変換し、解析ソフトウェアでのデータ再作成の手間を省いた。更に付加的信息の一部は配管仕様DBからインタフェースされる。

Data transfer to stress analysis via converter

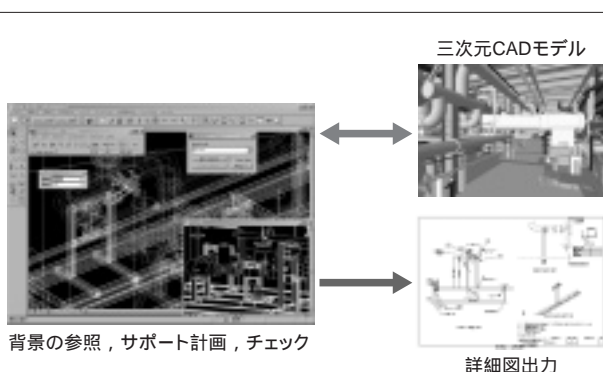


図5 . 三次元 CAD を使ったサポート設計 - 三次元CADで配管・鉄骨などの背景を参照しながら、同一環境の中でサポート設計とチェックを実施し、サポート詳細図を作成できる。

Pipe support design in 3D CAD environment

り、残りを外部のDBに持たせることにより、入力作業及び変更・修正に要する手間を最小にしている。このようにして構築されたモデリング環境のなかで、機器配置、建築、配管、電気、計装、据付けの各エンジニアリングが進められる。

また、配管の熱応力解析についても三次元CADでモデリングした配管ルート情報をそのまま活用しており、データを再入力することなく解析が完了する(図4)。

サポート設計においても、三次元CADモデルを共有しながらエンジニアリングをコンカレントに進めることが可能となっている(図5)。

2.2 電気エンジニアリング支援

プラント内にはポンプやファン、照明、制御装置など多くの種類の電気機器があり、これらの負荷に電源を供給する配電盤のフィードも膨大である。電気エンジニアリングも電気負荷リストに始まり、制御、機械とインタフェース先が多岐にわたり、また業務のタイミングもエンジニアリング上流から現場への設置・施工と幅広くあり、関連エンジニアリングとの同期をいかにうまく取るかが一つのポイントである。当社では、電気負荷DBを中心として、保護協調解析、モータ仕様決定、起動抵抗計算、MCC(Motor Control Center)盤配列設計機能、また単線結線図、盤配列図などの作成機能を備えるシステムを開発し、エンジニアリングの効率向上に役立てており、更にその結果を工場の設計・生産システムにインタフェースしている(図6)。

電気、制御、計装エンジニアリングについては、その物量が多いこと及び盤やケーブルトレイの配置が配管と並びプラント全体の配置にインパクトが大きく、また現場での改造も多く、現地工事工数、期間短縮の面で改善が必要なものであった。当社では、I/O(Input/Output)リストや電気負荷リス

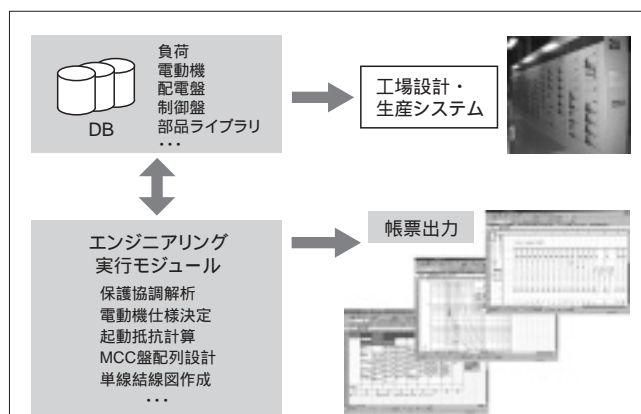


図6 . 電気エンジニアリングシステム - 所内電源に関するエンジニアリングの結果がデータベースに書き込まれると同時に各種図書が作成され、作業結果が工場に渡される。

Electrical engineering system

トなどの仕様情報と、三次元CADでの配置情報の連携により、早期に最適なケーブルトレイ配置及びケーブル物量の把握ができることを目指して環境整備を進めている。

2.3 試運転業務支援

エンジニアリングの最終フェーズである試運転業務においては、試運転中に収集・処理しなければならないデータが長期にわたり大量に発生する。従来は、試運転担当者が長期間サイトに滞在し、必要に応じて関連の技術者が数多く現地に出張して試運転を支援してきたが、現在は、プラントの運転状態をリアルタイムに収集し、遠隔地で監視するシステムを開発し、現地業務の大幅な合理化を行っている。これにより、正常時のもとより異常時においても、工場のエキスパートによってすばやく適切な対応を取ることが可能になる。この技術は試運転終了後もプラントに設置して、客先プラントを正常かつ最適に運転できるようなサービスを提供することができる。

2.4 ITによる情報共有

プロジェクトを円滑かつスピーディに実施するためには、関係者の間で必要な情報が適切に共有されなければならない。当社のエンジニアは、全員がプロジェクト情報の交換・共有のために、グループウェアを利用している。通常の電子メール機能のほかにDB機能が用意され、いつでも、どこでもプロジェクトごと、トピックごとに構造化された情報にアクセスできる。また、社外の相手に対しては、当社の社外向けWebサーバにこのDBのレプリカを置くことにより、インターネットに接続さえできれば、ブラウザだけでアクセスが可能となっている。

情報の登録・発信にあたっては、必要なチェック及び承認が与えられるようにワークフローが設定され、また出張先であっても、モバイル環境で容易に情報にアクセスできる環境が整っている。当社では、この仕組みを使って、プロジェクトごとにエンジニアリングドキュメントの公開や、授受の管理を実施しており、特に海外の相手先との情報流通のスピードアップに大きな効果을上げています(図7)。

このプロセスで作成・生成された各種図書は、最終的に当社図書管理システムに登録され、容易に検索や改訂がなされるように整備されている。この全体のプロセスを通じてドキュメントリリースのスケジュール管理がなされ、プロジェクトの円滑な進行に寄与している。更には、プロジェクト完了時には完成図書のインデックスとともに一括してCD、MO(Magneto-Optical disk)などのメディアにコピーし、客先に提出することにより、顧客のドキュメント管理の効率向上に寄与している。

2.5 通信インフラ

現在のように、エンジニアリングを行う場所が一か所どころか一國の中にあるとも限らず、また顧客や調達先も全世界

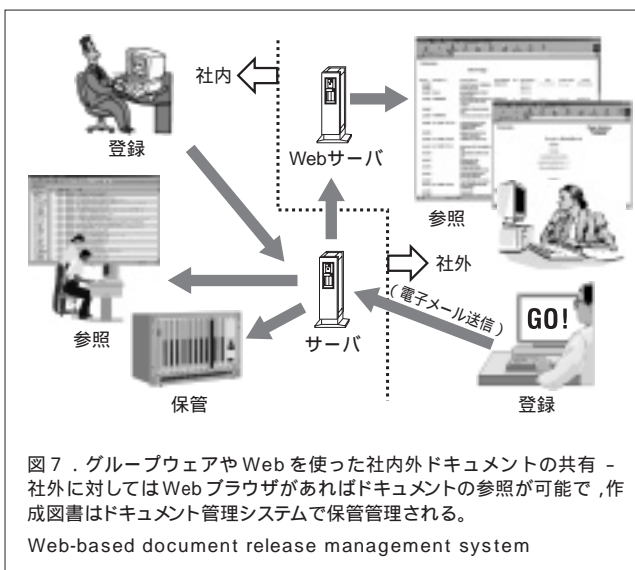


図7. グループウェアやWebを使った社内外ドキュメントの共有 - 社外に対してはWebブラウザがあればドキュメントの参照が可能で、作成図書はドキュメント管理システムで保管管理される。

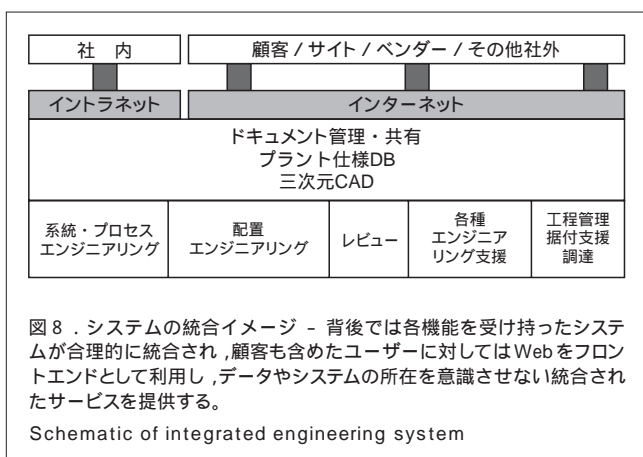
Web-based document release management system

に散らばっているという状況においては、通信をいかに確保するかは業務効率に直結する問題である。当社においては、前述のように技術者全員がグループウェアのアカウントを持っており電子メールをはじめとするプロジェクト情報の交流、共有、管理はすべてこの上で行われているが、昨今のブロードバンド通信の普及により、海外を含む現地事務所や現地法人とも高速回線で接続され、更にVPN技術により、遠隔地でも、あたかも社内にいるのと同様のネットワーク環境が実現された。これにより、社内外の図書、エンジニアリングデータがストレスなく授受でき、エンジニアリングサービスの高度化に寄与している。また、現地事務所内など機動的な配置が要求される場所については、適宜無線LAN環境が構築されている。

3 各システムの統合

適切なエンジニアリング情報が提供され、活用されるためには冒頭に述べたように、各システムが有機的に統合され、かつ業務の流れの面でも変革があって初めて実現される必要がある。当社が目指している統合イメージを図8に示す。

システムの核となるのがP&ID(Piping and Instrument Diagram)などの二次元系、空間情報を扱う三次元系、プラント仕様のDB、そしてドキュメント管理システムであり、それらを基盤で支えるのがインターネットとイントラネットである。プラントの仕様はプラント仕様DBとして共通に参照されるようにしており、データの不整合による不具合を避けるようになっている。このようなシステムの形態が実現することにより、従来のドキュメントベースでシリアルな仕事のやり方から、真にデータ中心的(Data Centric)でコンカレントな業務のスタイルに移行できると考えている。



4 今後の展望 - 顧客満足の視点から

世界的なエンジニアリング業界の流れは、高度なエンジニアリング力を駆使して、いかに顧客に満足していただける製品・サービスを提供できるかという命題に向かって、ますますその競争の度合いを強めている。具体的には、同じく激しい競争にさらされている顧客に対して、いかに早く、高品質なプラントを提供し、顧客の収益力や競争力の維持・向上に貢献するかとすることである。当社も、この要請に対して、次の四つの点において貢献したいと考えている。

- (1) 見積り段階からの迅速なエンジニアリング 見積り段階から三次元CADによる配置エンジニアリングを立ち上げ、早期に、精度の良い見積りを作成して顧客での検討に迅速に対応するとともに調達リードタイムを確保する。
- (2) 建設期間の更なる短縮 三次元CAD及び工程管理システムを利用して、計画段階から据付工程の検討とシミュレーションを行い、現地での据付期間を短縮する。

- (3) 運転プラント保守サービスの高度化 ITを駆使したリモートメンテナンスや予防保全、知識ベースを利用したヘルプデスクなどによる提案型のサービスを、プラントのライフサイクルにわたって提供する。
- (4) Webでのサービス 従来のサービスや新しいサービスをWeb中心的(Web Centric)な形態に移行し、時間と地域の違いを乗り越えた24時間ノンストップかつ高度なサービスを提供する。

5 あとがき

これまで三次元CAD、エンジニアリング支援及び連携などについて概略を述べた。

当社は、世界的なIT化の潮流のなか、ますますシステムとデータの統合を進めてエンジニアリングの効率を高め、質の高い製品・サービスの提供を通じて顧客満足度の向上を図っていく所存である。



山木 正彦 YAMAKI Masahiko

電力システム社 火力・水力事業部 火力情報システム部グループ長。火力発電プラントエンジニアリングのシステム化に従事。

Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.



田代 豊 TASHIRO Yutaka

電力システム社 火力・水力事業部 火力プラント技術部主務。火力発電プラントの機械系エンジニアリング業務に従事。日本ガスタービン学会会員。

Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.



館 隆一 TACHI Ryuichi

電力システム社 火力・水力事業部 火力プラント技術部。火力発電プラントの配管設計業務に従事。

Thermal Power & Hydroelectric Power Systems & Services Div.