

鉄鋼プラントにおける応用エンジニアリングの高度化

Higher Level of Application Engineering for Steel Plants

丸山 昭男
A. Maruyama

浪岡 保男
Y. Namioka

岩淵 修
O. Iwabuchi

特集
II

鉄鋼プラントのエンジニアリングは、多くの関連企業がコンカレントに進めている。このため、ある企業が提示すべき情報を、あるべきタイミングに提示しないと、関連企業全体が待ちの状態になり、貴重な時間を失うことになる。従来、職人的なエンジニアの判断で進めてきた傾向が強いこのプロセスを、より合理的な方法で進めるための情報システムが浸透してきている。パソコンの高機能化とオープン化によりパソコンソフトウェアの流通が進み、各社が共通のツールを使用できるようになったことが、大きな要因となっている。

In the field of steel plant engineering, many related enterprises proceed with their tasks concurrently. If an enterprise scheduled to submit certain information at a particular time fails to do so, then all of the related enterprises must remain in waiting status and valuable time is lost.

Such processes have conventionally taken place according to the judgment of special engineers. Nowadays, however, engineering information systems which allow tasks to proceed more rationally are being used with increasing frequency. With the growth of personal computer software in the market, it has become possible for each related enterprise to use common tools. As the background to this tendency, the introduction of software having higher functionality and the advent of open systems can be cited.

1 まえがき

ワープロで書いた仕様連絡書や、計算表で作ったデータを、インターネットのファイル通信で関連企業に同報通信する。CAD 図面や、デジタルカメラで撮った機械写真をパソコン通信で送受する。これらの状況は汎(はん)用ソフトウェアの利用技術である。今回紹介する技術は、汎用ソフトウェアを組み合わせて、より高度な環境を提供するエンジニアリングツールである(図1)。

まず、APEC (Advanced Plant Engineering Cycle) は、製鉄機械が必要とするモータデータを入力すると、必要な電源系統図が自動的に生成されるツールである。サイクルとは螺(ら)旋的にエンジニアリングの情報密度が発展することを意味している。知識情報技術とオブジェクト技術を利用しており、実用段階にある。

APLE (Automatic Plant Layout Edition)/TCCP (Total Cabling & Connection Plan) は、工事エンジニアリングを支援するものであり、東芝プラント建設(株)が開発し活用している。

ACE (Advanced CIEMAC_{TM} Engineering) は、制御ソフトウェアの集中管理を支援する一種のCASE (Computer Aided Software Engineering) であり、すでに国内外の鉄鋼プラントに納入され商品化されている。

もう一つの鉄鋼 CALS (Commerce At Light Speed) は、通商産業省の指導のもとに製鉄/産業機械/電機/計測/

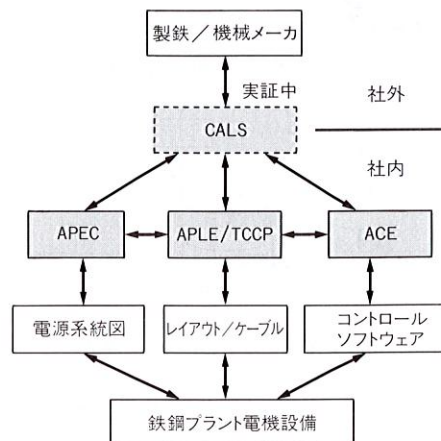


図1. 鉄鋼プラントの電機エンジニアリング CALS の電機品データから、鉄鋼プラントの電機設備情報を提供するシステムである。
Electrical engineering for steel plant

コンピュータの各メーカが技術研究組合を組織し、共同で開発を進めている鉄鋼プラントエンジニアリング用の共通ソフトウェアツールである。当社はその設立と推進に尽力し、実証試験のサイトの一つとなっている。

2 APEC

CALS 時代のアジャイルなプラントエンジニアリングを旨とし、APECの開発を行っている。電機エンジニアリン

グで大きなウェイトを占める単線結線図の作成業務に着目し、この業務の分析から必要な知識やノウハウの整理、作成環境のありかたなどの検討を行い、単線結線図作成支援ツール (APEC2) を開発した。

APEC2の構成を図2に示す。モータリストを入力とし、単線結線図および各種設備機器リストを出力とする。入力となるモータリストは、機械メーカからの情報から Microsoft Excel (注1)を用いて、図3のような当社様式で作成している。機械・電機のメーカ間で統一された様式ができれば、出力の各種リストも合わせてその様式に移行し、機械メーカからのリストをそのまま入力できるように発展する予定である。また、単線結線図を生成する部分は AutoCAD (注2)上に構築しており、図4に生成図の一例を示す。作成された単線結線図と設備機器リストは、機械メーカへの見積資料に利用される。また、受注後は、設備機器ベンダへの発注仕様や設備機器製作部門への仕様連絡に用いられる。

必要な知識やノウハウは、知識ベースにまとめられている。

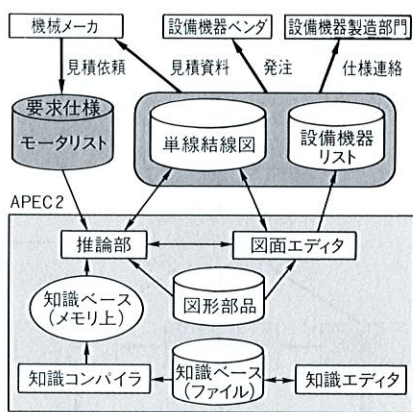


図2. 単線結線図作成支援ツール (APEC2) の構成 モータリストから単線結線図が生成される。

Configuration of power skeleton support tool (APEC2)

| 品番 | 品名 | 数量 | 重量 (kg) | 寸法 (mm) | 電圧 (V) | 電流 (A) | 巻数 | 巻線 | 型式 | 備考 |
|------|--------------------|----|---------|----------|--------|--------|----|------|-----------|-------------|
| 1101 | Entry Tension Reel | 1 | 3000 | 300/1200 | 3200 | | CR | Cont | THE-RCCPN | AC-VV (REV) |
| 1102 | Main Roll Drive | 1 | 5000 | 500/1500 | 3200 | | CR | Cont | THE-RCCPN | AC-VV (REV) |

図3. モータリストの例 モータ情報が表形式で記述される。

(注1) Microsoft Excel は、米国 Microsoft Corporation の商標。
(注2) AutoCAD は、米国 Autodesk 社の商標。

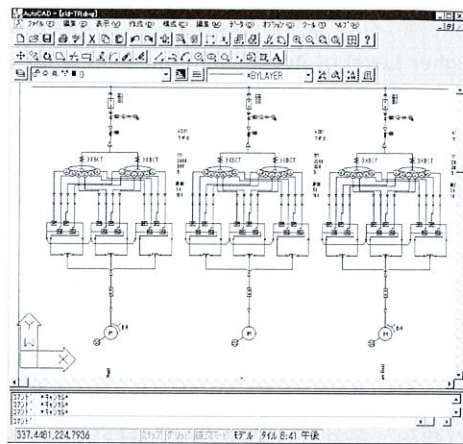


図4. 単線結線図の例 APEC2により単線結線図が自動生成される。

Example of power skeleton

る。知識ベースには、ファイルに保存される形式とメモリ上の形式とがある。前者の形式は、エンジニアが作成・編集しやすいようふうされており、いくつかの表を有機的に組み合わせて表現されている。知識エディタには、Microsoft Excel を利用している。後者の形式は、自動生成処理を効率化するくふうがなされており、オブジェクト指向データモデルを利用して表現されている。ファイルにセーブされた知識は、知識コンパイラによりメモリ上の知識ベースへと変換される。エンジニアが知識ベース編集を会話的に行うことで、顧客のさまざまな要求により合致する提案を数多くの案から選択できる。

単線結線図の作成過程では、推論部が知識ベースを基にモータ群を駆動する電源設備の標準的な単線結線図を生成する。エンジニアは、必要に応じて図面エディタを用いて図面や各機器の仕様を編集し、所望の単線結線図を完成する。設備機器リストは、図面に付加される設備機器の仕様から自動生成される。

APEC2を導入することで見積り業務を中心にリードタイムの短縮、提案力の強化、ドキュメントの充実を図る。

3 APLE/TCCP

工事エンジニアリングを支援するツールであり、APPLEとTCCPを使用している。

3.1 APLE

EXCELシートから機器データを読み込み、レイアウトの平面図をAutoCADで生成するシステムであり、機能と特長はつぎのとおりである。

- (1) Excelシートの該当カラムのデータを自動的に読み、機器の平面図をAutoCAD部品図として自動生成する。
- (2) 生成された各機器の平面図を、AutoCADの下図に配

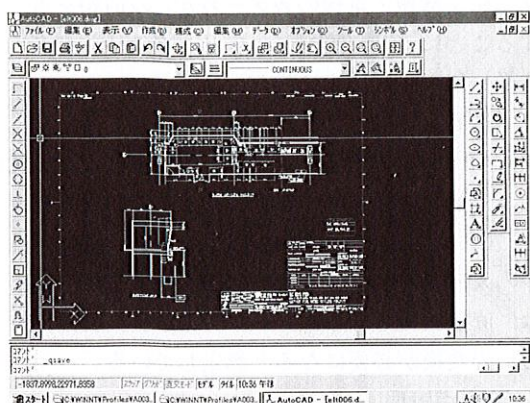


図5. レイアウト図の例 APLEにより、初期配置案が自動生成される。見積資料や初期検討用に活用する。

Example of layout drawing

置する。

- (3) 生成された機器の平面図を、手で切り貼りすることも可能である。打合わせで会話的に変更する場合は、この機能が便利である。

このシステム出力のレイアウトの一例を、図5に示す。現在、見積資料や初期検討用に活用しているが、今後の利用拡大のために、次の方向を検討している。

- (1) トランスやモータなどは、詳細外形図により書き直しているが、標準の形だけで可とする。
- (2) 盤寸法を詳細に記載しているが、キー寸法だけで可とする。

3.2 TCCP

ケーブルの計画・調達・敷設・接続・サイト管理を支援するツールである。設備リストから初期計画を作る使いかたと、設計後の接続データから最終計画を作る使いかたがある。

ツールから得られる情報には、つぎのようなものがある。

- (1) 建設用の情報
 - ケーブル計画、敷設リスト、敷設指示、接続指示
 - ケーブルマーク、コアマーク
- (2) 調達用の情報
 - ケーブル長リスト、ケーブルドラム計画
 - 端末リスト、端子リスト
- (3) サイト管理用の情報
 - ケーブルドラム管理、敷設長報告、接続報告

4 統合エンジニアリングシステム ACE

ACEは、統合制御システム CIEMACTM7000シリーズを対象とした、エンジニアリングの上流工程から下流工程までを通して支援する CAE (Computer Aided Engineering) シス

テムである。現地調整支援、操業支援、保全支援にかかわる特徴的な機能について紹介する。

4.1 仕様書モニタ

4.1.1 インタロック監視機能 手動運転や自動運転で運転指令が出されたのに機器が動作しない場合、何が原因なのかをすぐに知りたい。このシステムでは、インタロック仕様書から生成されたオブジェクトの実行状態をオンラインモニタしているの、インタロックの不成立原因を知ることができる。

4.1.2 順序シーケンス渋滞監視 順序シーケンス仕様を作成すると、起動/運転インタロックが自動的に挿入され、シーケンス渋滞監視のソフトウェアも自動的に作成されるため、渋滞発生時に迅速にオペレータに通知できる。また、アラーム一覧画面をタッチすれば順序シーケンスのオンラインモニタが可能であり、渋滞箇所と原因を迅速に知ることができる。

4.1.3 仕様書クロスレファレンス展開機能 仕様書の画面間の関係を検索するには、使用しているシンボルネームを指定すると、そのシンボルネームが出力されている他の仕様書が自動的に表示される。これは条件の不成立原因を調査する場合などに便利である。

4.1.4 強制ジャンパ機能 制御機器のインタロックや順序シーケンスで使用しているセンサなどが不良になった場合の仮処置として、オペレータが仕様書オンラインモニタの画面でその不良センサの入力信号を強制的に ON/OFF する機能をもっている。強制ジャンパを施した一覧リスト表示機能もある。

4.2 プラント制御のプロセスおよびデータ解析支援

高度な制御システムを開発して調整・維持管理を行うには、プラントのプロセスデータおよび制御履歴などをリアルタイムに収集・保存し、そのデータを利用して制御状態やプラント状況を解析できる便利な支援システムである。

4.2.1 オンラインデータギャザリング ACEが一元管理しているシンボルネーム情報により、収集対象のプロセスデータ(制御用 LAN である ADMAPTM-100F の共通メモリデータ)を任意のタイミングでリアルタイムに収集・保存・表示する機能である。データ収集装置の産業用コンピュータ G 200:1 台での仕様は下記となる。

- (1) サンプルング点数/周期 100/10 ms, 200/100 ms, 300/1 s
- (2) 収集時間/周期 10 min/10 ms, 8 h/100 ms, 24 h/1 s
- (3) 収集データ指定方式 シンボルネーム

4.2.2 プレーバックシミュレータ プロセスの制御履歴を再現する機能であり、PCS7000の実行状態を繰返し再現する。トレンドグラフで再現するデータプレーバックと、仕様書オンラインモニタで再現するモニタプレーバックの

二つの機能がある。

- (1) データプレーバック ビット 256 点、ワード 30 点、過去約 62,000 スキャン
- (2) モニタプレーバック 仕様書 4 ページ、過去約 8,000 スキャン

4.2.3 平行ランシミュレータ 専用の PCS7000 を配置し、新しい制御モデルを実プラントデータを使用して、稼働中のものと平行して検証する。

4.3 実績

熱間圧延のような大規模プラントを支援できる能力があり、実績では約 60 万件のシンボルネーム/計装タグや約 8 万ページの PCS 仕様書を一括管理している。また、国内外の適用実績数は稼働中、設計中を含めて、(熱間圧延：7、形鋼圧延：2、線材/パイプ/冷間圧延：各 1) の 12 である。

5 鉄鋼 CALS

鉄鋼 CALS の機能やしきみについては、研究組合の詳しい報告書に譲るとし、ここでは参加企業の一員として、どう活用していくかの視点で記述する。

5.1 設備管理情報体系

製鉄機械では多くのモータが利用される。これらのモータが必要な電源システムと制御システムを構成するためのキーとなる。電機メーカーから見える製鉄機械は、モータを起点にしており、その情報源であるモータリストがエンジニアリングの中心の一つである。一般的には、産業機械メーカーが作成するモータリストに電機メーカーが電機固有の情報を付加することで運用される(図 6)。

| 会社 | モータ情報 |
|-----------|------------------------|
| 産業機械 + | 機器名称, 台数, 容量, 回転数 + |
| 電機 | 制御方式, 付属品 |
| 製鉄 | モータリスト |

図 6. モータリストの情報の流れ 機械・電機のモータ情報から、製鉄用のモータリストが作成される。
Information flow of motor list

製鉄・産業機械・電機の各メーカーがこの情報を電子的に共有することにより、エンジニアリングのリードタイム短縮と仕様情報の誤解防止に役だつ。

5.2 社内システムとのリンク

鉄鋼 CALS を経て送られたモータリストなどは、社内のエンジニアリングや設計の入力情報として使用される。このとき、CALS 上のフォーマットと社内エンジニアリングツールの入力フォーマットの整合が必要になる。図 1 の関連図は、直接接続されるイメージであるが、実用化時にはなんらかの変換が必要になると想定している。

5.3 変更点管理

実際のプラント建設のエンジニアリング過程では、モータリストの改定が幾回か発生する。これに伴い、社内のエンジニアリングと設計も改定が必要となる。

前回のモータリストと比較して、どこがどのように変更されたかを明確にすることが、電子情報はとかく苦手である。

実運用に向けて、使いかたの検討が必要と考えている。

6 あとがき

鉄鋼プラントの電気エンジニアリングを支援するツールの紹介をした。関連企業間で共通のもの、当社の単独利用のもの、など利用形態が異なるが、長期的には極力共通化することが望ましいと考えている。サードパーティによる普及など、方法を模索していきたい。



丸山 昭男 Akio Maruyama

電機システム事業部 重工システム技術部主幹。
製鉄プラントの電気エンジニアリング業務に従事。電気学会、情報処理学会、人工知能学会、鉄鋼協会会員。
Industrial Automation Systems Div.



浪岡 保男 Yasuo Namioka

研究開発センター S&S 研究所。制御ソフトウェア自動生成、システム設計の研究に従事。電子情報通信学会、情報処理学会、人工知能学会、IEEE、AAAI 会員。
Systems & Software Research Lab.



岩淵 修 Osamu Iwabuchi

府中工場 産業計装・制御システム部主査。
産業プラント制御システムの設計に従事。電気学会会員。
Fuchu Works