

快適以上を、世の中へ。

TOENEC

中部電力グループ

Technology TDR

Technology
Development
Report

2019.10

Technology Development Report

vol.35

C O N T E N T S

はじめに

- 令和と共に 新しい時代へ 3
取締役 専務執行役員 平田 幸次

特別寄稿

- 建物ライフサイクルでの建築設備BIM情報の活用 4
中部大学 工学部 建築学科 教授 山羽 基

技術報告

- 配電線の電圧不平衡抑制装置の開発と実証 12
技術研究開発部 研究開発グループ/藤田 悠・小林 浩
- ダイカスト工場向け省エネ支援システム「MiELDieCAST®」の開発 16
技術研究開発部 研究開発グループ/西村 叔介
- 工事用配電線の敷設・撤収工事のかいぜん 20
配電本部 配電技術部 工法・用品グループ/北野 慎二・伏屋 貴文
- 空気圧設備台数制御盤「エアーマイスター」を活用した省エネ手法の紹介 24
営業本部 営業部 技術提案グループ/佐々木 光則
- 中部国際空港セントレアホテル新棟工事及び既設棟改修工事におけるリスク管理 28
空調管本部 設計部 設計・積算グループ/安藤 勇二
中部本部 空調管部 工事第一グループ/三津田 由衣・齊藤 航祐
- 特高受電設備のリニューアル事例 32
中部本部 内線部 工事第二グループ/楯 雄斗
中部本部 内線部 工事第三グループ/崎畑 優一・市川 孝二
- 芸術文化施設における照明設備のリニューアル事例 36
中部本部 内線部 工事第一グループ/大津 宏之
中部本部 内線部 工事第三グループ/北原 義之
- 音響実験室におけるノイズ対策施工事例 38
静岡支店 浜松営業所 工事グループ/中津川 祐基・松下 貴彦
静岡支店 技術グループ/稲本 真吾

- 技術研究開発部だより 40

編集後記

快適以上を、世の中へ。

TOENEC

TDR Technology
Development Report
2019.10



FUTURE



令和と共に 新しい時代へ

取締役 専務執行役員

平田 幸次



私事ではありますが、今年の1月にとうとう還暦を迎えました。ふと振り返ると、昭和で30年、平成で30年と、ちょうど同じ歳月を生きた事に少々驚きと、昭和時代がとても長く感じ、自分は昭和の人間と思っていましたが、そうでもない事に気が付いた次第であります。

幼少の頃、記憶にありませんが東京オリンピックが開催され、東海道新幹線、東名・名神高速道路が開通し、日本が高度成長時代へ突入し世の中が大きく変わっていきました。小学3年生の頃、我が家にカラーテレビが登場、家の中が明るくなった記憶があります。小学6年生の時には、『人類の進歩と調和』をテーマに大阪万博が開催され、世界を身近に感じると共に未来への夢が大きく膨らみました。特に印象に残ったのが日本館での夢の超特急「リニアモーターカー」の展示でした。磁気で車体を浮上させて推進するもので、東京一大阪間を1時間で結ぶ計画です。初めて新幹線に乗って万博に来たばかりなのに本当に驚きました。

一方、私たちの建設業、電設技術も大きく進化していきました。私が入社した頃（昭和56年）、合成樹脂製可とう電線管（CD管・PF管）が普及し始め、「ずいぶん作業効率が良くなった」と諸先輩方から聞かされました。従来は、金属製電線管をコンクリートに敷設することで、配管の曲げ・切断、運搬において大変苦勞していましたが、CD管の普及により作業時間が大幅に短縮されました。

現場管理面においては、平成に入りCADが導入され、2000年頃にはパソコンの普及と共にCAD化が進み現場事務所から図面台が無くなりました。それまでの手書きの図面・書類作成からOA化が急速に進むと同時に、建築工程もよりスピードアップしていきました。

さて令和時代がスタートし、来年いよいよ東京オリンピック・パラリンピックが開幕します。2025年には再び大阪万博の開催、さらに2027年には東京一名古屋間でのリニア開通（予定）など、令和はどのような時代になっていくのでしょうか？

政府が進める「働き方改革」は、建設業界においても急速に進められ、週休二日制の普及による長時間労働の是正や、少子高齢化が進む中、人手不足による外国人労働者の受入れ、また、酷暑期における作業環境の整備、作業計画の見直しなど、業界全体が大きく変わろうとしています。こうした状況の中で重要なことは「生産性の向上」であり建設業界が成長していくためのキーポイントとなります。

更なる「生産性の向上」に向け、建設資材の工場加工・ユニット化や、新工法・新商品等の開発により技術革新が進展すると予想されます。

設計・計画段階からのBIM活用による現場での負荷軽減、i-Pad活用による業務効率化やクラウド型現場管理など、ICT(情報伝達技術)やAI(人工知能)の活用、ひいては現場作業ロボットの活用等、最新技術の動向にも注力する必要があると考えます。その全てが「働き方改革」であり、そのものが新しい時代への変革期でもあります。

TDレポートは当社の技術の結晶です。「働き方改革」を推進する中で、多くの知恵が出され技術革新が進むと考えており、この結晶を更に大きくするチャンスでもあります。今年、創立75周年を迎えました。時代が大きく変化する中で、その変化を的確に捉え、進化し続ける企業のみが勝ち残ることができます。創立100周年をめざし、みなさんと力を合わせて未来へ挑戦し続けて参りましょう。

建物ライフサイクルでの 建築設備BIM情報の活用

中部大学 工学部 建築学科

教授 山羽 基



1. はじめに

BIM (Building Information Modeling) という言葉は多くの人々が耳にするようになってきている。その認識にはレベルがあり、実際にBIMを使って設計している人、聞いたことはあるがどんなものかわからない等、いろいろだろう。BIMは建設プロセスにおいて、これまでのやり方を大きく変えてしまう可能性があるシステムである。

本稿では、BIMについての概説と利用事例、情報という観点からの建物の扱い方、建築設備情報について説明する。

2. コンピュータと建築設計

建築におけるコンピュータ利用は、1970年代から構造設計などに導入され、1980年代の後半から設計にCADが導入されはじめた。当時は、コンピュータの図形処理能力、計算能力は劣っていたが急速に進歩し、パーソナルコンピュータの急速な普及により、1990年代には設計は全てCADで行われるようになった。

一品多生産の機械の分野では、設計データを工作機械に転送し工作まで行うCAM(Computer Aided Manufacturing) が当たり前となっている。建築生産においても、データを統合的に扱うコンセプトは古くから提案されているが、一品生産で多くの業種が関わり合うこともあり、機械分野のように普及してはいなかった。

BIMの概念は1990年代後半から2000年代に現れて来た¹⁾。世界的に使用されているBIMアプリケーションRevitの開発もこの頃に着手されている。3次元の図面データとその属性情報を包括的に扱い関係者で共有することは、コンピュータ

の性能がめざましく向上することで可能になった。BIMの普及により建設分野での生産性の向上や建物の性能維持が実現できると期待される。

3. BIMとは

2014年に発行された国土交通省のガイドラインでは、BIMは

「コンピュータ上に作成した3次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建築物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築することをいう」と定義されている²⁾。

建物の3次元の形状、部屋用途などの機能、材料名称や物性値など建築部材の属性情報が編集できるシステムで、コンピュータに建物をデジタルで構築するものである。

代表的なアプリケーションを表1に示す。これら以外がBIMでないということではなく、前述した定義を満足するような機能があればBIMと考えられ、複数のアプリケーションでそれを実現しても構わない。建築設備専用のCADにも、3次元で図面表現できる能力や属性情報を編集できる能力はあるので、建築CADと合わせてBIMシステムと呼ぶこともできるだろう。

表1 代表的なBIMアプリケーション

ベンダー	アプリケーション名称
Autodesk	Revit
GRAPHISOFT	ARCHICAD
福井コンピュータアーキテクト	GLOOBE
Vectorworks	Vectorworks

BIMは3Dモデラーを建築にカスタマイズした機能を持っている。建築という条件において垂直方

向については、階高（フロア）という概念で制限して、高さ方向の入力を省き3次元入力を行う。そのため、壁などは始点と終点を指定し2次元的な感覚で3次元の空間が作成されていく。

建築設計の初心者悩ます階段の作成も、パーツを置いていく感覚で段数や収まりを計算してくれるので、煩わしい手間をかけなくても設計できる。一方で、3次元であるので、2次元なら考慮しなくて良かった部分を正確に入力しなければならないこと、属性情報を追加するためにアプリケーション特有の操作が必要になる、等が手間と感じられ導入の抵抗になる場合がある。

4. BIMでできること

3次元のデータと属性情報が入力されているので、3次元情報の可視化による共有、情報の活用という点がBIMを使うメリットとしてあげられる。以下、BIM利用の事例について、参考文献に示した事例を列挙するが、詳細はそれぞれのホームページを参照されたい。

4.1 情報の共有

多くの業種間での干渉チェックを3次元表示しアプリケーションで確認できる。各専門工事が後述するIFC形式でデータを持ち寄り、総合図を作成し、表示確認する。これは3次元で表示されるので関係者の理解が得やすく、持ち帰って検討していたことが、会議にて即決できるようになった³⁾。確認された情報は、ファブリケーション会社の工作機械にて活用することができる。

4.2 検討時間の短縮

従来であれば、チェック用の図面を作成するだけで10日間、さらにチェックに10日間の合計20日かかっていたものが、そこでBIMモデルとモデルチェックアプリケーションを用いることで、人間が行う作業の7～8割を自動化できる⁴⁾。

こうして作成された、3次元のデータはViewerアプリにより、PCだけでなくタブレットの様々な装置での表示ができる。顧客やプロジェクト関係者への3次元での提示ができる。

4.3 複雑な形状の検討

3次元の建築を2次元の図面で表現せずに、直接3次元で検討することで、複雑な構造の理解ができる。木造で再建予定の名古屋城の計画では、焼失前に残された図面、写真、調査資料などの膨大な情報を3次元モデルに落とし込み、構造、工法の検討を行った⁵⁾。

4.4 多次元のモデル

部材に施工スケジュールの情報をもたせることで、時間による変化をトレースすることができ、施工手順を事前に確認できる。重機のモデルを作成すれば施工計画を行うことができる。立体的な3つの次元に加えて時間の次元を加えたモデルを4Dモデルと呼んでいる。

建築部材の属性情報が入力されていれば、壁や床の面積は計算でき、部材の数量を集計する、いわゆる「拾い」作業をBIMにやらせることができる。前述した4Dモデルにコストの次元を加えて5Dモデルと称することがある。

4.5 アルゴリズムを用いた設計

BIMの3Dモデルは、アプリケーションのモデリングプログラムで作成されている。設計者がこの部分まで立ち入ることができれば、アルゴリズムによる設計ができる。近年では、プログラミング言語ではなく、マウスで図を描くようにアルゴリズムが構築できるビジュアルプログラミング手法が開発されており、プログラミング言語の知識のない技術者も利用できるようになっている。これらを用いて、設計に不可避の条件変更に対応した再作図の自動化を行うことができる⁶⁾。

4.6 エネルギー・環境シミュレーション

BIMモデルの属性情報に、部材の厚さや熱抵抗などの値が入っていれば、エネルギー計算を行うことができる。BIMソフトにはエネルギー分析ツールが同梱されている場合が多く、初期段階でのエネルギー計算ができる⁷⁾。

4.7 建築確認の自動化

建物が法規に適合しているかをチェックする業務が建築確認であるが、申請物は紙の図面である。

十分な情報が入力されたBIMモデルを用いれば、面積計算、斜線規制、構造の検討あるいは昼光率などを自動でチェックすることが可能である⁹⁾。

小規模な建物に限定されているが、BIMモデルでの確認申請を行っている事例も増えている。

BIMモデルを作成するには、3次元のデータを作成しなければならないが、既存の施設についてはレーザースキャナーで作り出す技術が開発され実用されている。

現在は未対応であるが、建築設備分野では、BIM情報を生かして、コミショニングなど性能チェックへの活用、建物情報・設備情報を用いたファシリティマネジメントへの展開が期待できる。

5. 標準化について

BIMは、建物に関する情報を扱うシステムであり、特定のアプリケーションをもってBIMとすることは適当ではなく、複数のアプリケーションでのデータにて構成されることもあり得る。このような観点から、BIMモデルを作成するアプリケーションをBIMオーサリングツールと呼ぶことがある。オーサリングツールは、動画作成のような音声・動画を編集・効果の追加を行えるシステムのことである。

データの形式はそれぞれのツール、アプリケーションで独自のものになっており、ツール間のデータの受け渡しには標準化が必要である。BIMの標準化されたデータ書式には、IFC (Industrial Foundation Class)と呼ばれるものがあり、これは国際標準ISO 16739として認定されている。IFCはオブジェクト指向のデータベースの規格であり、BIMソフトであれば規格の内容を知らなくても、出力（エクスポート）、入力（インポート）ができるようになっている。計測データやBEMSデータの csv 形式、2次元CADのDXF形式に相当すると考えれば良い。

IFCは建築物のすべてを包含する規格であるため、個別の部材や機器にたいして細かいところまで規定されていない。規格に無い情報は、付加情報として保持することができる。設備部材の情報については、建築保全センターがBIMライブラリコンソーシアムを形成し、Be-bridge, Stemという名称の規格を制定している。設備CADの多くは

これに準拠してIFCとしてデータを交換することができるようになっている。

6. 建物を論理的に捉える

建築は人類とともに存在する最も古い工学製品であり、人に比べて大きな3次元の工作物である。おそらくはじめは現場で試行錯誤しながら建物を作り、専門の技術者が現れ高度な建物を作るようになって来ていると考えられる。

施工に取り掛かるまえに検討をすすめることで効率よく建設できるようになる。我々は縮小した図面にて検討することが思いつくが、図面は2次元の表現であり3次元から変換技術が必要となる。建築製図は、建築を学ぶ学生にとって必須事項であるが、図面による建築設計は比較的最近に確立した技術である。

ゴシックの大聖堂は、建築技術者が模型を作りながら指示をしており、我が国では木割のように木造建築の施工方法と直結した作図方法があり、簡単な図面で設計を行うことができた。現在のそのような建物を2次元平面に正確に記述する方法は、ルネサンス期にパトロンに出資を納得させるために出現したと言われている。

このように歴史を見てみると3次元の建物を作成させるためには、2次元の図面による方法でなくとも良く、3次元情報を扱えるコンピュータとBIMシステムが出現した現在は大きな転換点であると考えられる。

建築生産において、例えば図面に正方形が2本の直線と包絡して描かれていれば、技術者はこれを柱と壁と解釈し、必要な材料、工法を検討し作りあげていく。そこに施工会社のノウハウなどが生かされていた。BIMを用いることで3次元で建物モデルを作成し、そこに建築情報を設計者が付加すれば、設計段階で建物について詳しく提示することができる。

6.1 建設分類コード

そこで必要になるのが、建物を論理的に捉える考え方である。図面上の正方形が文脈から柱と解釈されて生産されていたが、BIMで建物を作る場合には早い段階で作成したものが建物でどのような機能を持つものかを指定するべきである。

表2 Omniclass 分類 (レベル2まで)

Omniclass 番号	レベル1	レベル2
21-01 00	基礎構造 (Substructure)	
21-01 10		基礎 (Foundations)
21-01 20		地盤壁 (Subgrade Enclosures)
21-01 40		ベタ基礎 (Slabs-On-Grade)
21-01 60		排水と排気 (Water and Gas Mitigation)
21-01 90		基礎構造に関連する活動 (Substructure Related Activities)
21-02 00	構造体 (Shell)	
21-02 10		上部構造 (Superstructure)
21-02 20		外部垂直壁 (Exterior Vertical Enclosures)
21-02 30		外部スラブ面 (Exterior Horizontal Enclosures)
21-03 00	内装 (Interiors)	
21-03 10		内装工事 (Interior Construction)
21-03 20		室内仕上げ (Interior Finishes)
21-04 00	設備 (Services)	
21-05 00	機器および仕上げ (Equipment and Furnishings)	
21-06 00	特別建設・解体 (Special Construction and Demolition)	
21-07 00	現場工事 (Sitework)	

BIMではパーツを配置するように建物を作り上げることが可能であるが、配置する属性を意識しないとわかりにくいかもしれないが壁で柱を作ってしまうことになる。これまでは、図面は現場で指示するための記号のようなもので、施工技術者の判断により建物が作られたが、BIMでは実体情報を設定できるので設計者は早い段階で確定させることができる。

このためには、建物情報を体系的に分類する方法が有効である。米国ではOmniclass、英国ではUniclassという分類体系が開発されている。たとえば窓は、建物の採光や通風に寄与する部位であるとともに、メーカーで生産されている製品でもあり、同じものがちがった側面から定義することができる。

Omniclassはいくつかの分類表により建物を定義する仕組みになっている。たとえば表2は、建物要素の分類定義となっており、大分類として、基礎 (Substructure)、構造体 (Shell)、内装 (Interior)、設備 (Service)、機器・仕上げ (Equipment and Furnishings)、特別建設・解体 (Special Construction and Demolition)、現場工事 (Sitework) があげられており、構造体

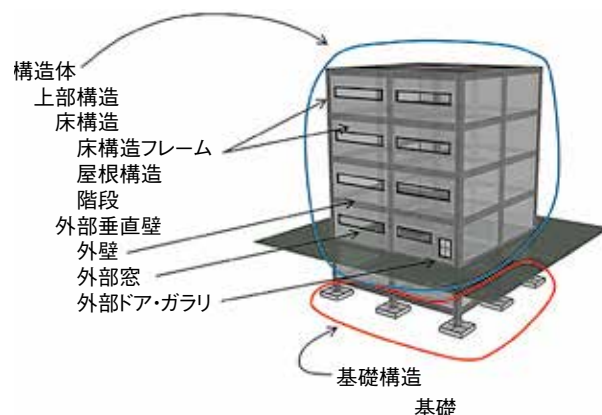


図1 Omniclassによる建築の分類イメージ

(Shell) は図1に示すような分類となっている。

BIMにより建物モデルを作成する場合には、このような構成要素を論理的に捉えて作業する必要があり、具体的には作成にかかる前にレイヤー分けを定義し、これに従い入力することを徹底する。後からの変更は容易でないので、初期からのこのような意識を持たなければならない。

6.2 設計の詳細度

設備機器の外形は図面の詳細度によってレベル分けしなければならない。米国建築家協会 (AIA) では、BIMのためのモデルの詳細度LOD (Level of Development) を定め公開している。前述の国土交通省にて策定されたBIMガイドラインにおいても、「基本設計方針の策定」、「基本設計図書の作成」、「実施設計図書の作成」の3段階にて詳細度を規定している。

空気調和機を例に設備機器のLODを表3に示す。

LOD100：建築の外形が決まっている段階であるが、躯体以外の情報は未定である。機器については記号などで示される。この段階で設備機器は図面に表現されない。

LOD200：建築にかかわる部材機器のおおよその外形が決まる段階で、設備機器は外形のみを表し、配置の検討などを行う。この段階では設備機器の設計計算が行われていないと設定する。

LOD300：建築にかかわる部材機器の寸法が決まる段階で、設備機器については設計計算が終わり機器能力などの仕様が確定

する段階として扱う。

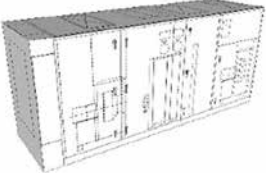
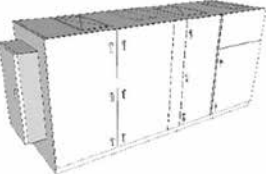
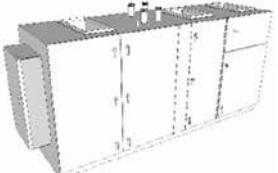
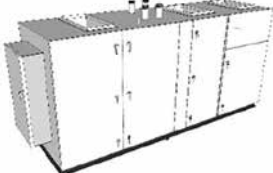
LOD350：部材や機器の接続関係が決定される段階。設備機器ではダクト・配管の取り出し位置が決まる段階

LOD400：施工方法が決まる段階で、設備機器では取り付け架台やボルトの位置が決まり、ダクト・配管なども作図される。

7. 建築設備とBIM

BIMは紙の図面から3次元モデルに属性情報を付加して扱うシステムであり、特に情報の部分が重要である。情報を扱う場合には、論理的に分類することが有効であり、分類コード、設計の詳細度LODについて述べた。

表3 図面詳細度(LOD) と機器モデルの対応(空調機)

LOD	機器モデル	備考
100		設備機器は作図されない
200		機器仕様は未定であるが、形状と寸法を概略的に表示する。
300		設計計算が済み、機器の仕様が特定され、その形状と寸法が決定される。
350		形状と寸法に加え、ダクト・配管など接続口を表示する。
400		LOD350に加え、施工情報である架台等を表示する

建築設備を考えてみると、空調機を例にとりあげているが、現場に収める空調機の物理的な形状情報と、加熱・冷却能力、冷温水の温度、流量などの機器仕様に関する情報がある。設備の場合には機器仕様の情報が必須でその量も多い。「形」の情報が主である建築分野の分類方法だけでは対応が難しい。

図2に空調機を例にLODに従って、建設プロセスの段階で必要な設備情報のイメージを示した。プロジェクトの初期にこのような情報モデルを決定することで、企画から運用まで情報がスムーズに伝達できると考える。以下にそれぞれの段階での概要を示す。詳細については文献9)を参照されたい。

7.1 企画段階

AIAの詳細度の定義によると、LOD100（企画段階）では、建物の概要が決定されるレベルとされており、設備機器は作図されない。

設備情報としては、建物使用用途、設計敷地が決定するため、設計外気温湿度や電動周波数等があげられる。

7.2 基本設計段階

LOD200（基本設計段階）では、建物の概要が決定され、構造タイプや建物の部材の概略サイズが決まる段階である。空調方式・システムに関しては設備技術者により検討が行われ、提案・比較検討の段階である。建物の用途や面積の概要が決まるので、建物面積と負荷原単位から概略負荷を、換気回数から概略風量が算定できる。そのため、空調機の概略の仕様と概算台数が求まり、概略の積算も算出する事ができる。

7.3 実施設計段階

LOD300/350（実施設計段階）では、システムが確定し負荷計算を実施し、空調機について設計計算が済み、詳細な仕様が決まる段階である。空調機の詳細仕様や積算情報が確定する。この段階では、機器の詳細が決まるため項目は増加する。

LOD100

企画

建築概要

設計外気温度

設計外気湿度

電動周波数

空調方式

CAの性能・条件

概略負荷

概算台数

概算送風量

概略積算負荷

コンパクトタイプ

外気混合形

全外気形

運気ファン組込形

全熱交換機組込形

ターミナルタイプ

外気混合形

垂直形

ユニットタイプ

水平形

LOD200

基本設計

ATF目標値

WTIF目標値

積算負荷

機器間配管付属品

スリーブ位置

設計冷房時：乾球温度

設計冷房時：湿球温度

設計暖房時：乾球温度

設計暖房時：湿球温度

外気量

台数

電動機出力

騒音値

寸法

荷重

加湿方式

加湿器

高圧水スプレー式加湿器

蒸気式加湿器

TY型蒸気加湿器

本気化式加湿器

型番

個数

加湿量

kg/h

圧力

kPa

配管口径

mm

電圧

V

種類

シロッコファン

ブラグファン

リミットロードファン

サイズ

個数

BT

風量

m³/h

静圧

Pa

電動機容量

kW

データ

単位

PQ簡図

ファン/クーリング情報

形式

コンパクトタイプ

外気混合形

全外気形

運気ファン組込形

全熱交換機組込形

ターミナルタイプ

外気混合形

垂直形

ユニットタイプ

水平形

LOD300/350

実施設計

ATF目標値

WTIF目標値

積算負荷

機器間配管付属品

スリーブ位置

設計冷房時：乾球温度

設計冷房時：湿球温度

設計暖房時：乾球温度

設計暖房時：湿球温度

外気量

台数

電動機出力

騒音値

寸法

荷重

加湿方式

加湿器

高圧水スプレー式加湿器

蒸気式加湿器

TY型蒸気加湿器

本気化式加湿器

型番

個数

加湿量

kg/h

圧力

kPa

配管口径

mm

電圧

V

種類

シロッコファン

ブラグファン

リミットロードファン

サイズ

個数

BT

風量

m³/h

静圧

Pa

電動機容量

kW

データ

単位

PQ簡図

再生型エアフィルタ

中性性能エアフィルタ

ミニブリーツ型エアフィルタ

バグ型フィルタ

不織布エアフィルタ

ロングライフエアフィルタ

セル型中性性能エアフィルタ

ミニブリーツ型エアフィルタ

バグ型フィルタ

効率

サイズ

mm²

枚数

型式

冷水・温水

蒸気

コイル列数

処理風量

m³/h

全熱量

kW

冷却能力

kW

加熱能力

kW

通過風速

m/s

水量

L/min

損失水頭

kPa

入口配管口径

mm

出口配管口径

mm

コイル入口DB/WB

℃

コイル出口DB/WB

℃

LOD400

施工段階

型番

メーカー

詳細機器仕様

機器表記番号

据え付け詳細

空調機点検スペース

付属品

各部品名(空調機)

納入仕様書

空調調和機 構成図

納入仕様書

クロスファンコイル計算書

アンカーボルト耐震強度計算書

型番

メーカー

詳細機器仕様

機器表記番号

据え付け詳細

空調機点検スペース

付属品

各部品名(空調機)

納入仕様書

空調調和機 構成図

納入仕様書

クロスファンコイル計算書

アンカーボルト耐震強度計算書

LOD500

運用段階

型番

メーカー

詳細機器仕様

機器表記番号

据え付け詳細

空調機点検スペース

付属品

各部品名(空調機)

納入仕様書

空調調和機 構成図

納入仕様書

クロスファンコイル計算書

アンカーボルト耐震強度計算書

型番

メーカー

詳細機器仕様

機器表記番号

据え付け詳細

空調機点検スペース

付属品

各部品名(空調機)

納入仕様書

空調調和機 構成図

納入仕様書

クロスファンコイル計算書

アンカーボルト耐震強度計算書

項目は

以降の段階に

継承される。

図2 建設プロセスにおける空気調和機の情報フロー

7.4 施工段階

LOD400では、施工業者が決まり機器の発注が行われるので、機器のメーカー・型番が決定され追加されるが、これ以外は実施設計段階と同じであり、内容が更新される。

7.5 運用段階

LOD500(運用段階)では、引渡し後に運用を行う段階であり、建物運用の検証を行う上で必要となる給気温度や室内温湿度等の情報が追加される。また機器仕様は更新され、ファシリティマネジメントに必要なものが追加され、メンテナンスのための納入年月日、納入者連絡先も情報として含まれる。

8. 設備業界の対応

建設業の合理化、生産性の向上を考えるとBIMの利用は時代の流れであり、生産プロセスに取り入れられていくと考える。しかし、3次元化や様々な情報の入力、本来は設計時の作業であるが、現状でそれに対応できる体制は整っていないと思う。

建築設備では、施工段階では3次元で施工図を作成し、機器を発注するので、そこでの情報の扱いについて、図2に示すような情報モデルを作成し運用する能力をつけていくことが必要と考える。情報を扱っているという意識を持ち、論理的に扱うことに慣れていくべきである。

9. まとめ

本稿では、BIMの概要とその利用事例を示し、建物を作成するプロセスにおいて、設計情報の表現について考察して、その論理的な分類方法、設計の詳細度LODを説明した。また、空気調和機を例に設備情報についてLOD毎にどうあるべきかを示した。

BIMは建設プロセスをトータルで合理化するものであるが、プロセスにおける作業量の各段階でこれまで大きく異なってくるので、それが普及の障害になってくる。普及に取り組む場合には、トップダウンでの意思決定とその徹底が必要である。さらに建物を情報として扱う考え方とその実践方

法を、組織内でエキスパートを活用しながら広めていくことが重要であると考えます。

参考文献

- 1) BIM (ビルディング インフォメーション モデリング) の歴史
<https://www.autodesk.co.jp/redshift/bim-building-information-modeling/>
- 2) 国土交通省：官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成及び利用に関するガイドライン
<http://www.mlit.go.jp/common/001247622.pdf>
- 3) BIM モデルで鉄骨梁貫通スリーブのチェックや製作を自動化 東急建設が協力会社と連携したBIM活用を実践
http://bim-design.com/catalog/pdf/BIM_Case_Study_Collection_2018_ja_Low-rez.pdf (p.8)
- 4) ARCHICAD BIM事例レポート 特別インタビュー大成建設株式会社
https://www.graphisoft.co.jp/users/special/taisei_2015.html
- 5) ARCHICAD BIM事例レポート 特別インタビュー株式会社 竹中工務店
https://www.graphisoft.co.jp/users/special/takenakakoumuten_2018.html
- 6) Revit MEPとDynamoで設備の性能を決める日本設計のIntegrated BIM戦略
<http://ieiri-lab.jp/success/2015/12/integrated-bim-ns.html>
- 7) エネルギー分析ツールを建築事務所と地球環境に役立てる4つの方法
<https://www.autodesk.co.jp/redshift/energy-analysis-tools/>
- 8) ARCHICADでも実現！ BIMxを使った電子申請で初の確認済証を交付
<http://ieiri-lab.jp/it/2018/06/building-certificate-by-archicad.html>
- 9) 山羽、佐橋、Nepal、横江、BIMでの活用を目的とした空気調和機の機器情報について、空気調和・衛生工学会大会(名古屋)、2018

【略 歴】

山羽 基（やまは もと）

- 1985年 名古屋大学大学院工学研究科博士前期
課程修了
- 1985年 日立プラント建設(当時)入社
半導体クリーンルームの設計/施工に従事
- 1989年 名古屋大学工学部建築学科助手
氷蓄熱槽の熱特性などを研究
- 1995年 中部大学工学建築学科講師
潜熱蓄熱システムなどを研究
- 1998年 中部大学工学建築学科助教授
- 2007年 中部大学工学建築学科教授
建築設備のコミショニング
BIMのデータモデルなどを研究

【受賞歴】

- 1997年 空気調和・衛生工学会論文賞
- 2013年 空気調和・衛生工学会技術賞
- 2018年 空気調和・衛生工学会技術賞振興賞

配電線の電圧不平衡抑制装置の開発と実証

1 はじめに

近年、太陽光発電システム(PV)の普及が急速に進み、逆潮流による配電線の電圧上昇が顕在化している。そのため、電気事業法施行規則第38条で定められた適正電圧(101±6Vあるいは202±20V)の維持がこれまで以上に困難になりつつある。また、住宅用PVは、配電線に単相で接続されるため、電圧不平衡が拡大し、電圧管理が難しくなっている。そのため、電圧不平衡の抑制は電圧を適正範囲内に維持するための重要な課題の一つである。

また、配電線の電圧不平衡発生要因の一つに柱上変圧器の接続相の片寄りがある。これを解消するため、柱上変圧器の接続相替えが実施される場合があるが、負荷やPV出力の変化に対応できないなどの課題がある。これに対応した既存の電圧不平衡対策機器としては、無効電力補償装置(SVC)が考えられるが、コストの問題から普及していない。

そこで、比較的安価な進相コンデンサ(SC)を用いた2種類の電圧不平衡抑制装置を開発した。一つ目は、電圧不平衡の変動に応じて単相SCの投入台数を相毎に制御する装置である。二つ目は、単相SCを相毎に制御する必要性の少ない配電線向けの固定容量の単相SCを常時投入する装置であり、SC装置と比較して低コストである。そして、実配電線に簡易SC装置を設置し電圧不平衡を抑制できることを確認した。

当社では、配電線工事を通して電力インフラ構築に関わっている立場から、配電システムの電力品質向上に貢献することを目的に本研究開発を行ってきた。本稿で概要を紹介する。

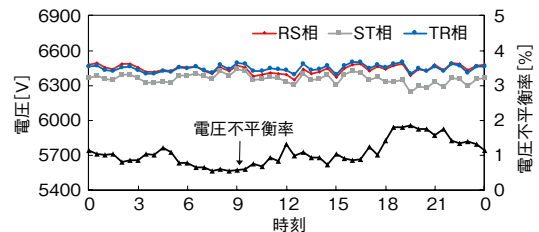
2 配電線における電圧不平衡の実態

電圧不平衡率が比較的高い郊外の配電線A、Bの末端において2016年夏季に実測した線間電圧と電圧不平衡率を図1に示す。

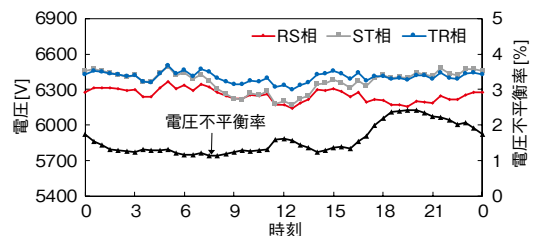
図1より、配電線A、Bとも19時頃に電圧不平衡率が2%程度と高くなるのは同じであるが、三相電圧のバランスには違いがある。

具体的には、配電線Aでは常時ST相の電圧が相対的に最も低い、配電線Bでは昼夜で異なり、夜間はRS相の電圧が低く、昼間はRS相と

ST相の電圧が低い。そこで配電線における三相電圧のバランスの変動に応じて電圧不平衡を抑制する手法および装置を検討した。



(a)配電線A



(b)配電線B

図1 配電線における電圧不平衡率の実測例

3 単相 SC を用いた電圧不平衡抑制

3.1 単相SC投入による電圧不平衡抑制原理

本手法では単相SC投入により電圧が上昇することを利用して電圧不平衡を解消している。

図2に簡易的な配電系統モデルを示す。簡単化のため、負荷を1箇所に集約し、単相SCを系統末端のa-b間に設置したモデルである。図2より、単相SCによる電圧上昇量の計算式を導出すると(1)式のとおりである。なお、b-c間またはc-a間に単相SCを投入した場合も同様に計算できる。

$$\begin{bmatrix} V'_{ab} \\ V'_{bc} \\ V'_{ca} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{ab} - \frac{2Z_\ell}{Z_{sc} + 2Z_\ell} V_{ab} \\ V_{bc} - \frac{Z_\ell}{Z_{sc} + 2Z_\ell} V_{ab} \\ V_{ca} - \frac{Z_\ell}{Z_{sc} + 2Z_\ell} V_{ab} \end{bmatrix} \quad (1)$$

ただし、 V_{jk} (j,k=a,b,c): 単相SC投入前の電圧(j-k間) V'_{jk} : 単相SC投入後の電圧、 Z_{sc} : 単相SCインピーダンス、 Z_ℓ : 配電線インピーダンス

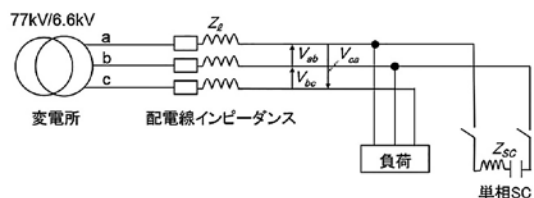


図2 簡易的な配電系統モデル

技術研究開発部
研究開発グループ
／藤田 悠



技術研究開発部
研究開発グループ
／小林 浩

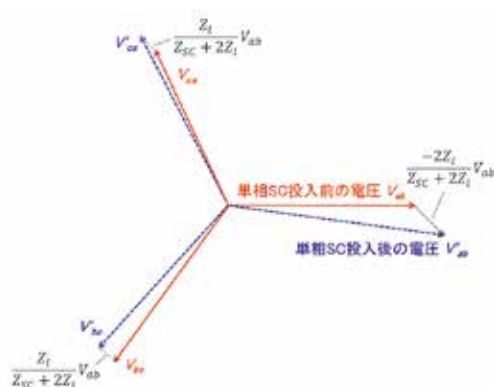


図3 単相SC投入前後(a-b間)の電圧変化

式(1)をもとに作成した単相SC投入前後における電圧変化のイメージ図を図3に示す。この図では、単相SC投入前において三相電圧のうち V_{bc} が最も高い場合にa-b間にSCを投入した場合を示している。図のようにa-b間に単相SCを投入すると、 V_{ab} は V'_{ab} と V_{ca} は V'_{ca} となり、投入前と比較して大きくなる。一方で、単相SCの投入による電圧変化分と V_{bc} の位相差がほぼ90度であるため、 V_{bc} の大きさは V_{bc} とほとんど変わらない。その結果、三相電圧の大きさの差が小さくなる。なお、この電圧変化は、b-c間またはc-a間に単相SCを投入した場合も同様である。

よって、三相電圧のうち最も電圧が高い相に対して120度進みの相に単相SCを投入することで電圧不平衡を抑制できる。

3.2 単相SC投入後の電力品質への影響と対策

単相SCを配電線に投入する際には過渡的に突入電流が発生する。また、単相SCと配電線の共振による高調波電圧の拡大が懸念される。そこで、これらの対策として、6%の直列リアクトルを単相SCに直列に設置する。これにより、配電線への単相SC投入時の突入電流と高調波電圧拡大を抑制する。このように、単相SCの設置が配電線の電力品質に影響を与えないように配慮した。

4 SC台数制御型電圧不平衡抑制装置の開発

4.1 単相SC台数を削減した回路構成

図1の配電線Bのように三相電圧のバランスが変動する配電線向けにSC台数制御型電圧不平衡抑制装置(SC装置)を開発した。

SC装置の低コスト化のため、以下の点から単相SC台数を削減した回路を検討した。

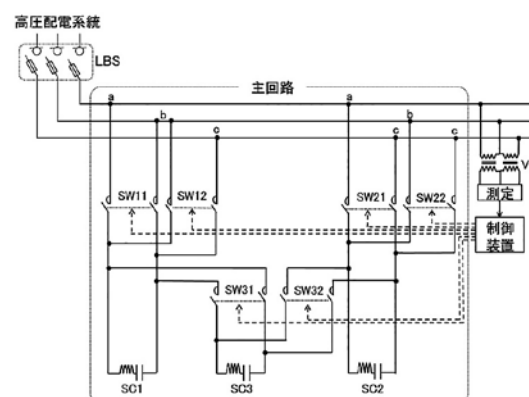


図4 SC装置試作機の回路構成

- ・三相に単相SCを同容量投入しても、電圧の変化は三相で等しく、電圧不平衡解消には寄与しない。
- ・電圧不平衡を抑制するには、各相異容量の単相SCを投入するのが効果的である。各相異容量の必要最小限の投入パターンは、各相で0、1、2台の組み合わせ(例：a-b間1台、b-c間2台、c-a間0台)である。

例えば、各相に2台までの単相SCを投入可能とするには、2台を三相分で合計6台の単相SCが必要である。これを3台に削減し、各相で0、1、2台の組み合わせの単相SCを投入可能とする回路構成を図4に示す。図4では、SC1をa-b間とb-c間、SC2をb-c間とc-a間のどちらか一方にそれぞれ独立して投入でき、SC3をSC1またはSC2を投入した線間に追加して投入できる。

また、b-c間のみ単相SCを3台投入できる。そこで、b-c間に単相SCを投入した場合に電圧不平衡を抑制できるように、図3より、b-c間の120度遅れの相である装置のc-a間を、配電線の三相電圧のうち電圧が最大の線間に接続する。

なお、開閉器のSW11とSW12、SW21とSW22、SW31とSW32の各2台の同時投入による短絡を防ぐため、インターロック回路を設けている。

4.2 単相SCの制御方法

電圧不平衡率は逆相電圧/正相電圧×100で計算できるが、これを常時計算するのは処理が複雑になる。そこで、電圧不平衡率を代用する指標を求めるため、実測した配電線電圧を分析した結果、電圧不平衡率と電圧差(三相電圧の最大最小の差)には比例の関係があり、電圧差100Vがおおむね電圧不平衡率の1%に相当することが分かった。そのため、電圧不平衡率の代わりに電圧差を制御の指標に用いた。具体的な単相SCの制御の流れ

- ①～③を以下に示す。
- ①各線間電圧を測定し、電圧差 V_d を計算する。
- ②電圧差 V_d が一定時間目標値 V_{dg} を超過した場合、SC投入後の全パターンの電圧を式(1)より計算する。
- ③電圧差が最小となる投入パターンに制御する。

4.3 シミュレーションによる検証

本検証では、シミュレーション回路の一部に実機を使用可能なリアルタイムシミュレータ(RTS)とSC装置用に開発した制御装置を用いた。検証用回路図を図5に示す。図5では、RTS上に亘長10km程度の実配電系統モデルとSC装置の主回路を模擬し、実測電圧を再現するように負荷を設定している。

図5に示す回路を用いて1日のシミュレーションを行なった。なお、RTSでは、実時間で実機の挙動が模擬されることから30分を30秒に縮約している。

シミュレーション結果を図6に示す。図6より、電圧不平衡率に応じて、単相SCの投入台数が変化しており、SC装置設置前において電圧が低かった V_{ab} と V_{bc} が上昇、一方で、SC装置設置前において電圧が高かった V_{ca} の変化は小さくなっている。その結果、三相電圧の大きさの差が小さくなり、電圧不平衡率を常時1.0%以下に抑制できていることが確認できた。

4.4 試作機の製作と検証

SC装置試作機(108kvar)の外観を写真1に示す。装置上部に開閉器6台と単相SCの制御装置、装置の下部に単相SC(36kvar)を3台設置している。

SC装置試作機を6.6kVの高圧模擬配電系統で検証した結果、想定通りに動作することを確認した。

5 SC常時投入型電圧不平衡抑制装置の開発

5.1 装柱方法

図1の配電線Aのように、三相電圧のバランスが変動しない配電線向けに、SC常時投入型電圧不平衡抑制装置(簡易SC装置)を開発した。簡易SC装置の装柱方法は図7のとおりとした。写真2に装柱の様子を示す。必要な機器を一つの箱に収納して装柱するのではなく、個々の機器を別々に設置した。

配電線に接続するためのセンサ付開閉装置RS3からの高圧線は引き下げコネクタを介して耐電カットアウト(PC)へ接続した。そしてPCからの高圧

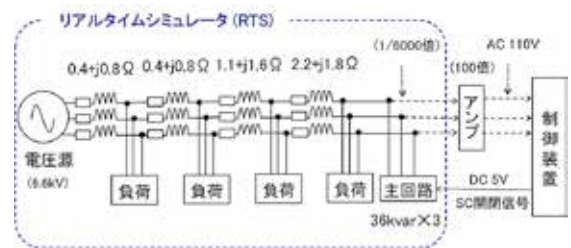
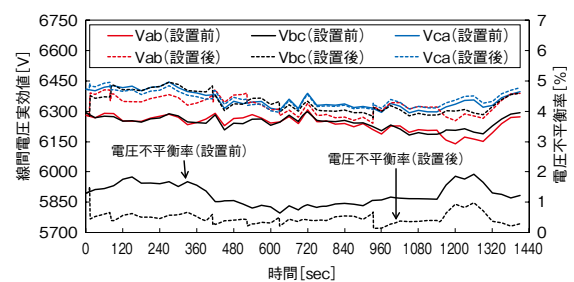
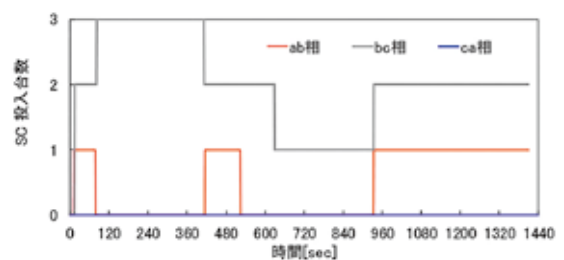


図5 RTSを用いた検証用回路



(a)SC装置設置前後の電圧および電圧不平衡率



(b)SC投入台数

図6 シミュレーション結果



(幅 1880mm×奥行 1660mm×高さ 2400mm)

写真1 SC装置試作機

線は直列リアクトルを介して単相SCに接続した。

単相SCおよび直列リアクトルは、低コストとするため、高価な特注品ではなくJIS規格適合の既製品を用いた。また、屋外に設置するため、単相SCを鉄箱内に設置した。

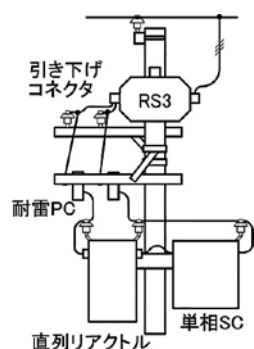


図7 簡易SC装置の装柱図



写真2 簡易SC装置の装柱の様子

5.2 実配電線における検証方法

2章で示した配電線Aに簡易SC装置を設置して、導入効果を検証した。

検証時における簡易SC装置の容量および配電線設置箇所を図8に示す。配電線Aの途中に設置されている自動電圧調整器(SVR)の二次側(中間)と配電線末端付近(末端)に、簡易SC装置を100kvarずつ接続した。簡易SC装置の容量および設置箇所については、事前のシミュレーションにより、電圧上昇量が過大にならず、かつ電圧不平衡抑制効果が高くなるように決定した。

簡易SC装置設置前後の電圧不平衡率を比較するため、2018年1月から一週間ごとに単相SCの投入状態を表1に示すように変化させた。

5.3 検証結果

単相SC投入状態別の代表日における配電線末

端電圧不平衡率の結果を図9に示す。

なお、代表日は単相SC投入状態別で、すべて平日の同一曜日である火曜日とした。

表1 簡易SC装置の検証スケジュール

開始日	終了日	単相SC投入状態	
		中間	末端
1月4日(水)	1月10日(水)	投入	投入
1月10日(水)	1月17日(水)	開放	投入
1月17日(水)	1月24日(水)	開放	開放
1月24日(水)	1月31日(水)	投入	開放

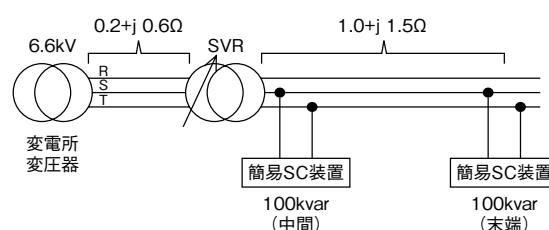


図8 検証時の簡易SC装置設置箇所

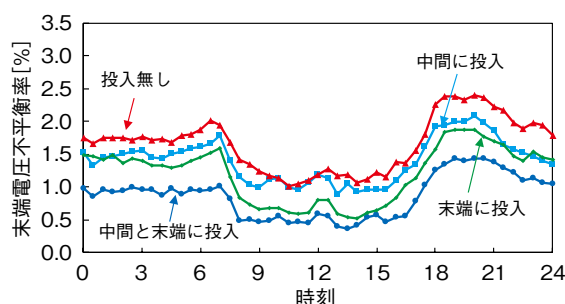


図9 単相SC投入前後の末端電圧不平衡率

図9より、投入無し、中間に投入、末端に投入、中間と末端に投入の順に末端電圧不平衡率が小さくなっている。また、投入無しと比較すると、中間と末端に単相SCを投入する場合では、電圧不平衡率を常時1%程度抑制できている。

6 おわりに

本研究では、三相電圧のバランスの違いに適応した2種類の電圧不平衡抑制装置を開発し、実配電線で電圧不平衡を抑制できることを確認した。本研究では、実務者が配電線の巨長などの配電線特性に応じて最適な単相SC容量や接続相等を選定するための「簡易設計ツール」も作成している。

今後は、電圧不平衡の対策が必要な配電線へのSC装置や簡易SC装置の導入によって、配電システムの電力品質問題の解決が可能となる。

ダイカスト工場向け省エネ支援システム「MiELDieCAST®」の開発

1 はじめに

ダイカスト工場では、金属材料をガスバーナで溶解し、溶けた溶湯を金型に注ぎ冷やすことで、短時間に大量の自動車部品等のダイカスト製品を生産している（図1参照）。

ダイカスト製品の国内生産量は、年間100万トン前後を推移しており、自動車産業に限らず、部品の軽量化や量産に強いダイカスト製品は益々需要が高まると予想される。その一方で、（一社）日本ダイカスト協会は、政府が中期目標として掲げた温室効果ガスの削減目標を受けて、CO₂排出原単位（対生産量）を2018年度より毎年1%ずつ低減する努力目標を掲げている。

図1で示した生産プロセスにおいて、材料の溶解に多くのエネルギーが消費されるため、CO₂排出原単位の低減のためには、材料の効率的な溶解が求められる。しかし、これまでの調査結果から、作業者の勘と経験による操業が多く、炉への材料投入タイミングや投入量が一定でないことから、溶解室内に材料の無い状態で溶解バーナが稼働する「空焚き」によるエネルギーロスが生じるケースを確認している。そこで、空焚きを防止するため最適な材料投入をサポートする省エネ支援システム『MiELDieCAST®（みえるダイカスト®）』

を中部電力株式会社と共同で開発した。なお、株式会社ジェイテクト岡崎工場さまの協力を得てフィールド試験を行った。

2 開発方針

（1）課題の整理

複数のダイカスト工場にて稼働状況やヒアリング調査を実施した結果、3つの課題を抽出した。

【課題①】適切な材料投入時刻と投入量の把握

ダイカストマシンでは、溶湯を消費して製品を生産しているが、金型交換作業やトラブル等により停止する場合があります。不規則に溶湯が消費される。また、溶湯の湯面と満杯センサの接触により、溶湯が更に増加し溢れないように溶解バーナが自動的に停止する。これらの理由から、溶解バーナの稼働・停止は不規則となり、溶解室内の溶け残り重量は把握困難である。そのため、材料の投入タイミング・投入量が作業員の経験に委ねられており、投入遅れから空焚きが発生する。

【課題②】溶解室内の材料重量把握と負担軽減

作業員は材料投入前に、点検扉から溶解室内に材料が投入可能なスペースを確認する。この作業は、他の作業を中断するため可能な限り少ない方が良い。しかし、溶解室内の溶け残り具合を作業

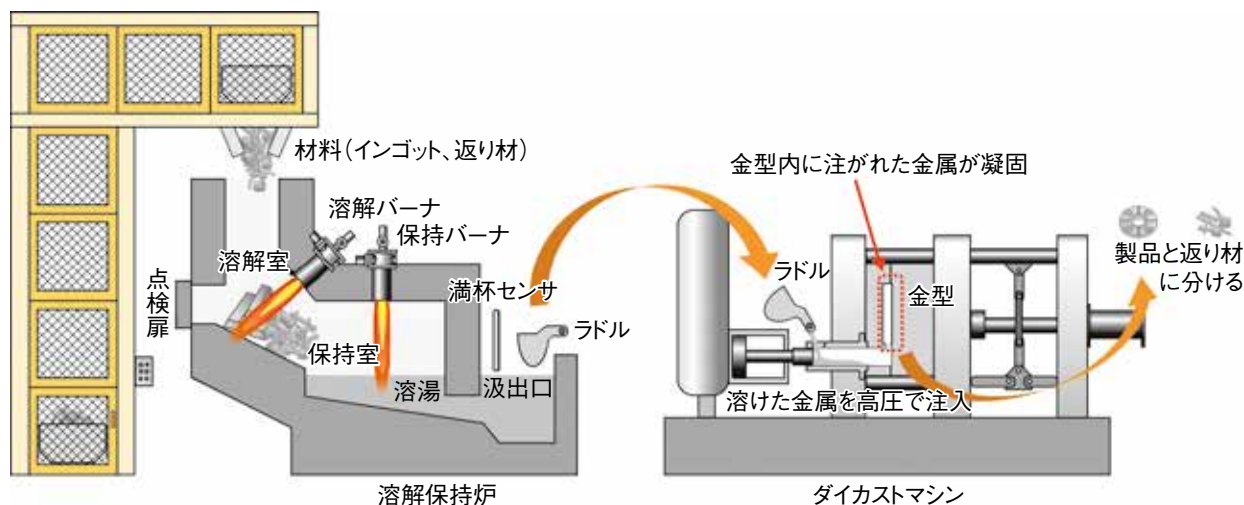


図1 ダイカスト工場における生産プロセス

技術研究開発部
研究開発グループ
／西村 叔介



員の勘と経験から予測するため、確認作業が複数回行われ作業効率が悪化する場合がある。また、点検扉を開け600℃以上の高温炉内を目視するため、火傷の危険があり作業員の負担が大きい。

【課題③】省エネ意識の定着化

顧客からは納期と品質の良い製品を求められるため、ダイカストマシンのトラブル対応や製品の品質チェックを重視した運用がなされている。また、作業員が点検扉から空焚きを確認したとしても、空焚きの発生時刻や、エネルギーロスの量を把握する手段がない。これらの理由から省エネ運用に対する意識は作業員に定着していない。

これら課題の要因である空焚きの発生事例を図2、3に示す。図2は、溶解バーナのガス量と満杯信号の検知、ダイカストマシンの生産数を表すショット数を示している。破線部ではダイカストマシンにトラブルが発生し、ダイカストマシンが運転と停止を繰り返している。ここで、14時03分から08分までダイカストマシンは停止しており、作業員はトラブル対応を行っていたと考えられる。この時、溶湯は満杯センサに接触しなかったため満杯信号は検知されず、図3の点線で示した排ガス温度は急上昇している。この事象は、作業員がトラブル対応中に溶解室内の材料が溶け、材料投入の遅れから空焚きが発生し、溶解バーナの熱で排ガス温度が上昇したと考えられる。

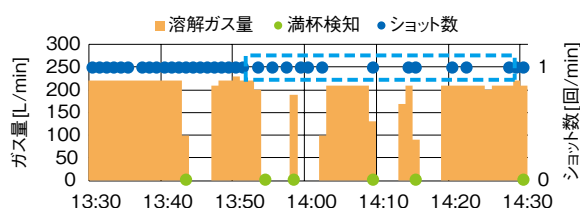


図2 溶解ガス量と満杯検知、ショット数の推移

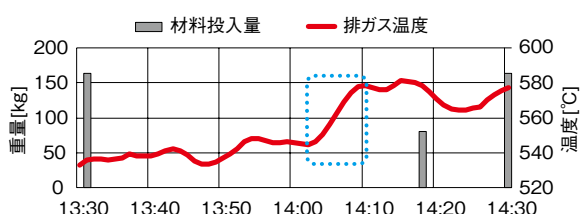


図3 材料投入量と排ガス温度の推移

(2) 開発コンセプト

課題①はリアルタイムに最適な材料投入タイミングを導き出し、最適操業計画を自動作成する「操業計画の見える化」。課題②は材料投入タイミングのお知らせ機能により作業員の炉内確認頻度を低減し、作業性・安全性を向上する「操業状態の見える化」。課題③は、作業員の省エネ意識を向上させるため、いつ、どのくらいエネルギーロスが発生したかを算出する「エネルギーロスの見える化」により課題の解決を目指した。

3 開発内容

(1) 操業計画の見える化

溶解バーナの熱により材料が溶ける速度を、材料重量と材料が溶けるまでの時間から溶解速度平均値を算出し補正・登録する。そして、溶解室内の溶け残り重量を投入した材料重量と溶解速度平均値にて推定する。リアルタイムの計測データから時々刻々と変化する設備の稼働状況を把握し、推定した溶け残り重量を用いて、常に最適な投入タイミング・投入量を導き出す溶解最適化アルゴリズムを考案した。

本アルゴリズムは生産計画に合わせた溶解操業計画を自動作成し、リアルタイムに設備の稼働状況から計画を補正するため課題①を解決する。

図4に操業計画自動作成フローを示し、基本的な考え方を以下に記す。

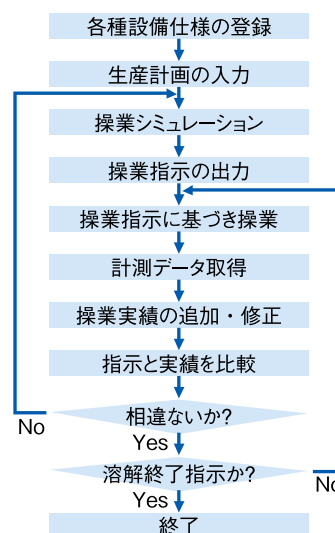


図4 操業計画自動作成フロー

【STEP 1】 予め溶解保持炉の設備仕様、操業条件などの製品情報をシステムに登録する。
 【STEP 2】 生産計画（品番、個数）を入力し、溶解操業計画シミュレーションを実行する。
 【STEP 3】 溶解室への材料投入タイミングと材料種別・重量を算定し、操業指示票を作成する。
 【STEP 4】 STEP3の操業指示票と計測データから得られた操業実績票を比較し、相違があれば最新の操業指示票に自動更新する。

(2) 操業状態の見える化

溶解最適化アルゴリズムにて算出した材料投入タイミングと材料種別・重量をお知らせするモニタ（図5参照）を作成した。これにより、点検扉からの溶解室内確認回数の低減効果があり、作業員の負担軽減と作業性・安全性の向上が期待でき課題②を解決する。

(3) エネルギーロスの見える化

材料投入の遅れによる空焚き発生後の溶解ガスを算出し、エネルギーロスを定量化した（表1参照）。また、空焚きの発生時刻と発生量のグラフ表示機能も備えた。これにより、今まで確認できなかった空焚きによるエネルギーロスを定量的に確認できるため、作業員の省エネ意識を向上させる効果が期待でき、課題③を解決する。

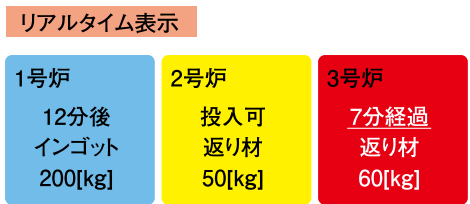


図5 材料投入タイミング お知らせモニタ例

表1 エネルギーロスの見える化画面例

日付	曜日	直	1号炉	2号炉	3号炉
			エネルギーロス m	エネルギーロス m	エネルギーロス m
2017/5/15	月	1直	3.4	2.0	2.4
		2直	3.8	3.3	3.1
2017/5/16	火	1直	5.4	4.4	3.0
		2直	5.5	3.2	2.2
2017/5/17	水	1直	3.1	2.8	2.7
		2直	4.3	3.2	2.7

4 フィールド試験結果

(1) 評価

開発システムをフィールド試験にて評価した結果、以下に示す状況において、登録した溶解速度より計算される材料投入タイミングが操業実態と乖離が発生した。

- ・投入した材料の種別に偏りが生じた時
- ・休業日翌日の操業開始時
- ・操業指示と異なる材料種別・重量が投入された時

(2) 課題と対策

判明した操業実態との乖離要因を調査し、対策を施し解決した。

①材料種別の違いによる溶解速度への影響

お客さまの協力を得て、返り材の温度を測定した結果、常温のインゴットよりも100℃以上も高いため、溶解完了までの時間が短いと判明した。そこで、種別毎に溶解速度平均値を算出し、システムには別々に登録するよう改良した。これにより、操業実態との乖離が解消した。

②炉内温度による溶解速度への影響

操業中は炉内温度が高温に保たれているが、休業日に炉内温度が低下し、翌日の操業開始時は溶解速度が操業中に比べ遅いと判明した。そこで、休業日後の操業開始時から炉内温度が連続操業時の高温に達するまでの時間を計測データより把握し、その間は溶解速度を遅くするようシステムを改良し、解決した。

③指示と異なる種別・重量の投入による影響

種別が異なる材料も投入機および投入方法は同じであるため、投入された材料種別を判断する信号がなかった。また、設備の稼働状況をリアルタイムに把握し、投入する材料種別・重量を算出するアルゴリズムによって、材料投入の直前で種別が変更される場合があった。そのため、指示材料と異なる材料を投入してしまい、その後の投入指示が操業実態と乖離した。そこで、材料投入種別判定スイッチを設置し、作業員が材料種別を指定後、投入することとし、開発システムは材料投入時のスイッチより種別を判断するよう改良した。

(3) 効果

フィールド試験で判明した課題に対する対策の結果、材料投入タイミングは操業実態との乖離を解消でき、システムの操業指示に従い運用を行った。開発システム未利用時の直毎の鋳込み重量から、鋳込みエネルギー原単位※1平均値を求め、システム利用時の直毎の材料溶解量から、溶解エネルギー原単位※2平均値を算出した。利用前後のエネルギー原単位を比較した結果、9.6%改善された。また、材料投入タイミングお知らせモニタの指示内容が「投入可」となり、すぐに材料を投入し溶解室の材料充填率を高く維持することで、高温の排ガスを材料予熱に利用でき省エネ効果が得られることも確認できた。さらに、材料投入タイミングが作業員の経験に左右されないため、熟練作業員に限らず省エネ運用が可能になった。

※1：単位鋳込み重量あたりの溶解ガス量で算出

※2：単位溶解重量あたりの溶解ガス量で算出

5 導入後の効果

現在までに、ダイカスト工場1軒に溶解保持炉5台を対象とするシステムを販売した。お客さまより計測データをご提供いただき、システム導入前の鋳込みエネルギー原単位平均値を算出し、ある1直の導入後溶解エネルギー原単位と比較した。その結果、表2に示す省エネ効果が得られた。特に、1号炉では36%の高い省エネ効果が得られている。仮に、ガス単価50円/m³、操業日240日/年とし、5台の省エネ効果を1年間継続した場合、約3万6千m³のガス量と180万円のコストが削減可能と考えられる。

表2 システム導入前後の省エネ効果算出結果

	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	平均
鋳込みエネルギー原単位[m ³ /t]	52.5	43.2	40.4	42.6	43.9	44.5
溶解エネルギー原単位[m ³ /t]	33.6	40.7	35.7	37.4	35.6	36.6
省エネ効果[%]	36.0	5.6	11.7	12.2	19.1	16.9

6 成果

開発システムは、日々の生産計画や設備の稼働状況に合わせて溶解操業計画を自動作成する「操業計画の見える化」、材料投入タイミングをお知らせする「操業状態の見える化」、操業計画と実績の比較・分析によりエネルギーロスを定量化する「エネルギーロスの見える化」を特長とし、お客さまの省エネルギー活動を支援すると共に、作業員の作業性や安全性の向上、省エネ意識を高める効果もある。ダイカスト工場向けでは世界に例の無いシステムである。

7 おわりに

MiELDieCAST®は、インターネット回線等を利用した遠隔監視に対応可能であり、データ集計・解析機能により全ての溶解保持炉の運用状況やエネルギーロスなどを解析できる。これらの機能を用いて、省エネルギー化を遠隔からサポートするサービスの提供が可能となれば、更なる顧客満足度の向上が期待できる。それにより、お客さまからの信頼が得られ、電気・空調・通信などの工事受注に繋がられる。

2017年4月より都市ガスの小売全面自由化がスタートしており、当社は中部電力グループとして、電気のみならずガスも含めた省エネ・効率利用技術にMiELDieCAST®を加え、新規顧客獲得・受注拡大に貢献していきたい。

工事用配電線の敷設・撤収工事のかいぜん

1 はじめに

架空配電部門では、これまで、高い技術と豊富な経験を持つ熟練技術者が工事現場を支えてきた。しかし、今後、労働力人口が減少するため、従来どおりに人材を確保・育成して工事することが困難になるおそれがある。そこで、少ない要員で、かつ容易に作業ができるように、工事方法を抜本的に変える“かいぜん”に取り組んでいる。今回、工事用配電線の敷設・撤収工事に着目し、汎用工具を採用し、さらに作業工程も見直した結果、大きな効率化を達成することができた。

2 工事用配電線とは

配電線工事を行う場合、樹枝状に広がった配電線の一部をやむを得ず工事停電させることがある。この時、配電線工事を行う場所より負荷側のお客さまを、同時に工事停電させることができないことが多い。特に、お客さま数が多い場合、お客さま全員のご都合を合わせることは現実的ではない。そこで、工事期間中のみ敷設する臨時的配電系統（以下、工事用配電線という）を用いて、工事停電の範囲を極小化している【図1】。

当社は、この工事用配電線の敷設・撤収工事を年間約4千箇所以上行っている。

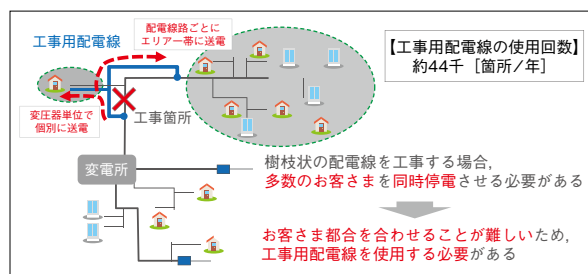


図1 工事用配電線

3 工事用配電線の敷設・撤収工事の概要

工事用配電線の敷設の工程は、3工程に大別できる【写真1】。

(1) 工事用ケーブル（線路用）の取付・撤去

① 工事用ケーブルを延ばす（巻き取る）

必要な長さの工事用ケーブルを専用の線繰台にセットし、3相分を2名にて1線毎延ばす（巻

き取る）をおこなっている【写真2】。

② 工事用ケーブルを吊る・張り上げる（降ろす）

工事用ケーブルは、降雨時のリスクを考慮して架線設置するため、工事用ケーブルを延ばしたあと、1線毎吊り上げ、ケーブルローラーを使用し2名で張り上げ、固定をおこなっている【写真3】。



写真1 工事用配電線の敷設・撤収工事



写真2 ケーブルを延ばす作業

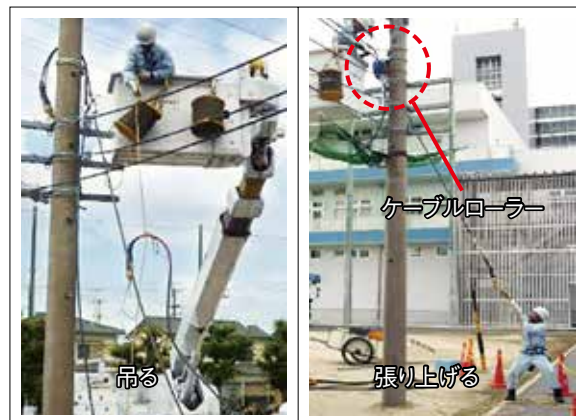


写真3 ケーブルを吊る・張り上げる作業

(2) 工事用開閉器の取付・撤去

工事用開閉器は、電柱にバンド固定する仕様となっており柱上設置している。ハンドル操作、機器裏面のパネル表示（検電・検相表示）確認は、工事用開閉器の下部からおこない、工事用ケーブルの接続は、ヒューマンエラー（誤結線）防止のため、2人で結線確認をおこなっている【写真4】。

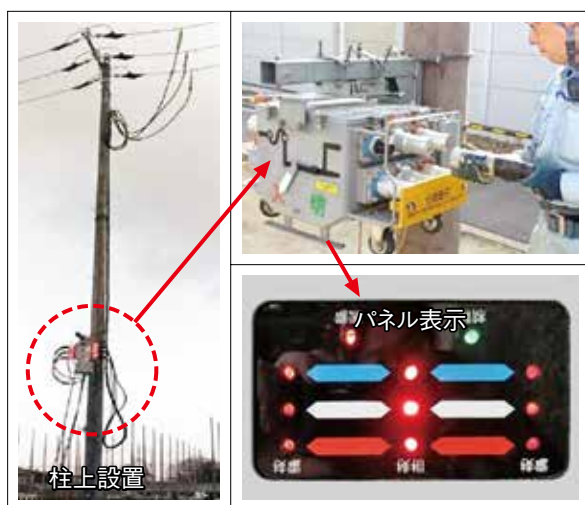


写真4 工事用開閉器の取付する作業

(3) 工事用ケーブル（電源用）の接続・切離

高圧電圧が荷電された状態で、配電線の電線導体に工事用ケーブルの電極の接続・切離作業をおこなっている【写真5】。



写真5 ケーブルを接続する作業

工事全体として具体的な作業内容と作業工数の内訳については以下の通り【表1】。

表1 かいぜん前の作業工数

作業内容	作業工数 (人・分)
工事用ケーブル（線路用）の取付・撤去	152
工事用開閉器の取付・撤去	123
工事用ケーブル（電源用）の接続・切離	95
作業相番、作業監視	165
資機材の積降し・積み込み	50

4 工事用ケーブル（電源用）の接続・切離のかいぜん検討

(1) 現行の接続作業

電極の接続には、電線被覆を剥ぐ、露出した導体を磨く、導体表面の状態を全周確認する、電極を接続する、接続状態を全周確認する手順でおこなっている【図2】。

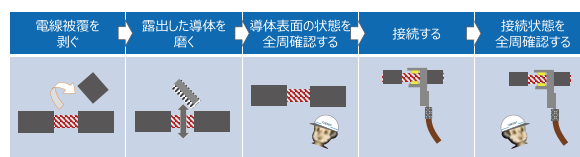


図2 現行工具の接続工程

(2) 電極の形状

現行工具の形状（ケーブル分岐金具）について、電線導体に対し、面にて電極を接続させる仕様である【写真6】。



写真6 ケーブル分岐金具程

(3) 課題

電極の接続作業について、真に必要な作業を見極めると、電極が電線導体に接続されることが真に必要な工程であり、電線被覆を剥ぐ、露出した導体を磨く、導体表面の状態を全周確認する工程は不要であることが分かった。

(4) 汎用工具の検討

電線被覆を剥ぐ、露出した導体を磨く、導体表面の状態を全周確認する工程を省略することで、現場状況によって作業内容が変わることが少なく、安全・品質・生産性の向上を期待できる汎用工具の市場調査をおこない、以下の工具の性能、耐久性について導入検討をおこなった。

(5) 汎用工具の性能評価

中部電力(株)が採用している銅電線(5mmOE、60mm²OC-W、125mm²OC-W)について、針

電極型、電極刃型を取り付け、以下の試験を実施した。なお、電極の経年劣化を考慮し、劣化した電極を用いた【写真7、8】。



写真7 針電極型（西日本電線製）

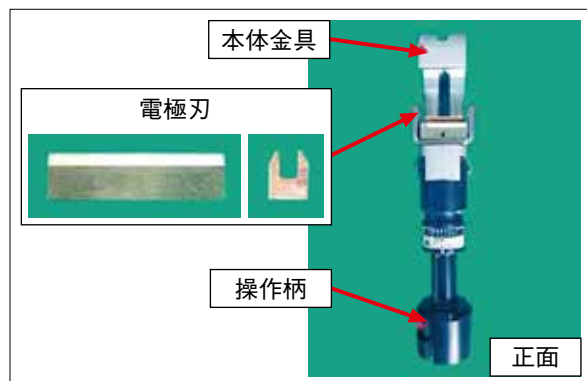


写真8 電極刃型（大東電材製）

①導通抵抗試験

電極を通常の締付トルクにて銅電線に取り付けた状態で、電極の接触抵抗を測定。なお、測定前に銅電線を -20°C 、常温 90°C の状態に十分に長い時間放置しておく。

②温度上昇試験

38mm^2 CVケーブルを接続した針クランプを通常の締付トルクにて銅電線に取り付けた状態で、 38mm^2 CVケーブル定格電流（165A）又はOE電線許容電流（110A）を通電し、電極付近の温度上昇を測定する。

③振動試験

電極を通常の締付トルクにて銅電線に取り付けた状態で、銅電線を上下又は左右に振幅5mm、振動数1000回/分を1時間振動させ、連続して

通電を確認する。

振動時における電線張力は、 5mm 73kgf、 60mm^2 220kgf、 125mm^2 437kgfとする。また、試験前後で、導通抵抗試験、温度上昇試験のとおりに測定した電極付近の温度上昇に有意な変動がないことを確認する。

④引張荷重試験

電極を通常の締付トルクにて銅電線に取り付けた状態で、電極を銅電線延線方向に対して角度 45° 、荷重10kgfで引張り連続300回回転させ、連続して導通を確認する。

⑤銅電線の引張荷重試験

電極を通常の締付トルクにて銅電線に取り付けて外し、銅電線の引張荷重試験をおこなう。

⑥試験の結果

上記の性能検証試験を実施した結果、針電極型、電極刃型ともに性能に異常はなく差もないため、使用にあたり支障がないことが確認できた。

（6）汎用工具によるリスク想定と対策

針電極型、電極刃型ともに性能検証試験において異常は見られないものの、電線被覆の穴、切り込みから侵水し、導体が腐食する恐れがあることが分かった【写真9】。

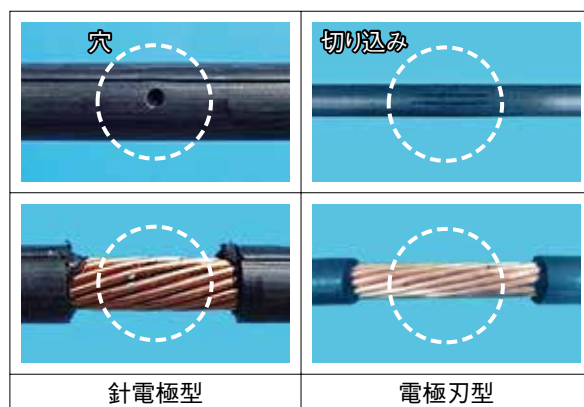


写真9 電線被覆と導体の跡

効率的な電線被覆の穴、切り込みの補修方法を検討した結果、間接活線工具の先端で保持し取り付ける補修材料を採用した。電線に取り付けた後は、保持部が容易に外れる構造となっている【写真10】。

（7）汎用工具の採用

電極刃型は、電極刃が電線導体に接触していない状態でも、誘導電圧により工事用開閉器が電圧

を検知する場合があります。工事用ケーブル（電源用）に流れる電流の測定確認が必要となる。一方、針電極型は接触圧が強く、電線導体に確実に接触することで電流の測定確認が不要である。また、コスト面についても優位であったため、針電極型を採用することとした。



写真10 電線被覆の穴の補修材料

5 かいぜん結果の効果

汎用工具の採用と、各作業の組合せ、作業工程の“かいぜん”をおこなった【図3】。



図3 各作業の組合せと作業工程のかいぜん

工事全体として作業毎の作業工数の大幅な削減を達成した【表2】。

表2 かいぜん後の作業工数

作業内容	作業工数(人・分)	
	前	後
工事用ケーブル(線路用)の取付・撤去	152	47(△105)
工事用開閉器の取付・撤去	123	0(△123)
工事用ケーブル(電源用)の接続・切離	95	50(△45)
作業相番、作業監視	165	36(△129)
資機材の積降し・積込み	50	33(△17)

かいぜん前の585人・分(5人作業) かかっていた作業が、目標とするかいぜん前の1/3(195人・分)以下に対して、かいぜん後では166人・分(3人作業)の“かいぜん”効果が確認できた【図4】。

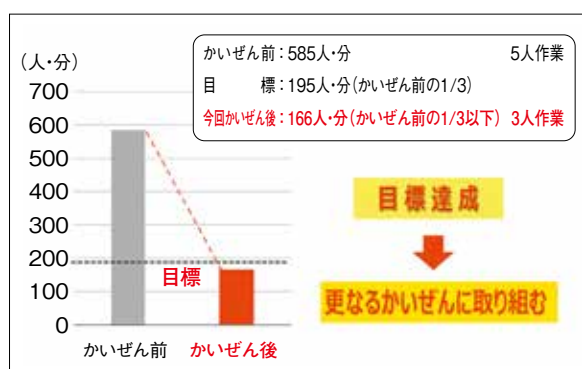


図4 かいぜん結果の比較

6 おわりに

現在、配電技術部工法・用品Gには、現場技術者が8名在籍しており、日々、工法等の“かいぜん”に取り組んでいる。

従来、工具の開発・改良を主とした、「モノ」の“かいぜん”に取り組んできたが、現場作業をよりよくするためにはモノだけではなく、作業者の「動き」複数の作業者との「コンビネーション（作業の連携）」の“かいぜん”も大変重要である。そこで、モノ・動き・コンビネーションを現場技術者自らが考え、作業検証し現場へ導入する取り組みを進めていく。

空気圧設備台数制御盤「エアーマイスター」を活用した省エネ手法の紹介

1 はじめに

当社は、15年程前からESCO省エネ手法の1つとして空気圧設備の省エネに係り、供給側のみならず消費側の装置も意識した最適運転・最適管理手法を顧客に提案・提供してきた。

そして、この経験に基づき、顧客の設備内容に合わせてカスタマイズ可能な中規模生産工場向け（圧縮機台数で5～30台程度）空気圧設備台数制御盤「エアーマイスター」（以降、エアーマイスターという）を8年前に技術研究開発部の協力を得て自社開発し、営業展開を行なっている。

本稿では、エアーマイスターの概要を紹介するとともに、これまで実施してきた最適運転・最適管理手法の事例を紹介する。

2 空気圧設備の管理上の課題

空気圧設備は、供給部と消費部、その両者を繋ぐ配管等の伝達部、制御・監視の役割を担う管理部の4つの部位で構成されている。この管理部、供給部、伝達部は主に施設管理部署が管理を受け持ち、当該部署は生産管理部署から要請された圧力と空気量を保ちつつ省エネ対策を進める役目を担っている。

一方、消費部を管理する生産管理部署は省エネの必要性を意識しつつも、品質の安定を第1と考え、余裕ある圧力と空気量を求めることが多い。

ここに、省エネ推進上の難しさがあると考えている。

また、各部位に対しては設備・装置を各々請け負う専門業者が存在するが、空気圧設備全体を一括で請け負う業者は少なく、設備全体の最適化が図られないという点も、省エネを推進する上での課題と考えられる。

当社では、効果的な空気圧設備の省エネ対策を実施するために、施設管理部署と生産管理部署の双方にその手法と効果を十分に説明し、互いの立場を理解してもらった上で対策を講じ、全体最適化を図ることが重要と考えている。

3 エアーマイスターについて

エアーマイスター（写真1）は複数の圧縮機とその付属装置（ドライヤ、換気装置等）を一括制御・監視する台数制御盤である。その特長は以下の通りである。

- ①メーカーや型式の異なる空気圧設備に対応
- ②吐出能力の異なる圧縮機でも制御が可能
- ③圧縮機の制御に合わせて補機類も同時に制御
- ④特殊な設備構成でもカスタマイズで対応可能
- ⑤敷地内に分散設置された機器を一括制御

また、顧客のニーズに基づく様々なオプション機能を備えている。これらにより、状況の異なる生産現場ごとに最適な制御・監視が実現できる。表-1と表-2に標準機能とカスタマイズ機能の例を紹介する。

さらに、当社が提供するToEMS（トエムス＝トータルエネックエネルギーマネジメントシステム）との連携により、生産工場全体の設備管理・監視・省エネ制御が可能である。



写真1 エアーマイスター

営業本部 営業部
技術提案グループ
／佐々木 光則



表1 標準機能

標準機能の名称と内容		
1	運転状態表示	制御対象機器の運転状況やタンク内の圧力をリアルタイムで表示させます
2	圧力トレンド	圧力発信器の計測値を10分、30分、12時間の圧力トレンドとして画面に表示させます
3	動作トレース	トラブルが発生した場合や運転台数に変化があった場合のログを残し原因確認に役立てます
4	運転時間管理	制御対象機器の累積運転時間や電力量（計測実施時）を表示させます
5	瞬停・停電対策	制御盤内にUPSを設け、瞬停や停電が発生しても復電後には自動で再起動を行います
6	タッチパネル表示	カラー液晶パネルにて制御対象機器の運転制御や状態監視を行います
7	外付けドライヤ制御	外付けドライヤでも内蔵機種と同様に圧縮機と連動して運転制御を行います
8	アラーム・ブザー	空圧設備に異常が発生した場合には、盤表面での報知だけでなく移報（端子有）も可能です
9	INV.機負荷率表示	INV.機の運転電流を計測し、定格を100%とした時の出力割合を%にて画面表示させます
10	週間スケジュール管理	1週間の毎日の起動・停止の時刻を、画面上にて設定することができます
11	ローテーション制御	INV.機を基本的にベース運転機とし、定速機をローテーションさせて台数制御します
12	異常表示・異常履歴記録	異常が発生した場合には、画面にて異常の内容や履歴を表示させることができます
13	コンプレッサー保護機能	起動直後に停止したり、停止直後に起動したりしないように制御を行い圧縮機を保護します

表2 カスタマイズ機能

カスタマイズ機能の内容		
[P]	タッチパネル2以上	管理事務所等にてすべての圧縮機の運転状態を把握したい場合には、親局とは別にタッチパネル盤を設置して状態監視をすることができます
[Q]	子局全台状態管理	親局だけでなく子局でもすべての圧縮機の状態監視をしたい場合には、子局にランプ表示回路を設置できます
[R]	流量アナログ出力	流量計の瞬時アナログ出力を用意できます 瞬時流量による分析を行う時に有効です
[S]	エアー漏れ量計測	工場全体のエアー流れ量を計測し、記録・管理を行います。計測は原則工場停止時に行います。 流量計の設置は不要となるケースもあります
[T]	吐出能力計測機能	機械室内のエアータンクを用いて圧縮機の吐出能力の計測を行います。計測は工場停止時に行います
[U]	水冷機器制御インターロック	水冷機の運転制御は、圧縮機やドライヤだけでなく冷却水ポンプ・冷却塔もエアーマイスターにて行うことが可能です
[V]	室内換気装置インターロック	空圧機械室内に設置された換気装置も圧縮機の稼働に合わせて運転制御させることができます
[W]	フィルタ差圧管理	フィルタの前後に設置された圧力スイッチ等によりフィルタ前後の差圧を監視して、整備タイミングの把握や末端圧力の安定化に役立てます
[W]	ToEMSと連携	ToEMS（トータル・エネルギー・マネジメントシステム）はエネルギーの見える化だけでなく、中央監視・生産設備管理・省エネ制御・異常診断などの機能を備えており、エアーマイスターとも連携可能なシステム

4 省エネ管理手法

省エネ管理手法として、供給側である施設管理部署では、単位電力量あたりの生産空気量（供給効率）を原単位として管理し、消費側である生産管理部署では、生産量に対する空気量の大小を月単位で管理することで省エネ対策の効果を明確にすることができる。

この管理手法を実施するには、供給側に電力量と流量計を、消費側には管理したいエリア毎に流量計を取り付ける必要がある。

管理部では計測結果を統計処理し、月単位での供給効率や空気単価の変動値、供給空気量の増減を供給側と消費側が共有し、工場生産物の原単位管理の1つの指標として活用することが重要である。図1に原単位管理における計測ポイントの例を示す。また、図2は、上記省エネ対策の実施効果がどのような形で現れるかを図式化したものである。同図に示すように、運転データを理想制御線（理想供給効率）にいかに近づけるかが鍵となる。

この管理手法は、圧縮機の整備・更新時期の判断にも有効である。一般的な圧縮機の整備・更新

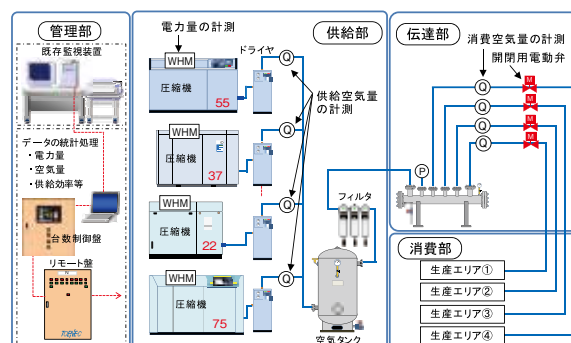


図1 原単位管理のための計測例

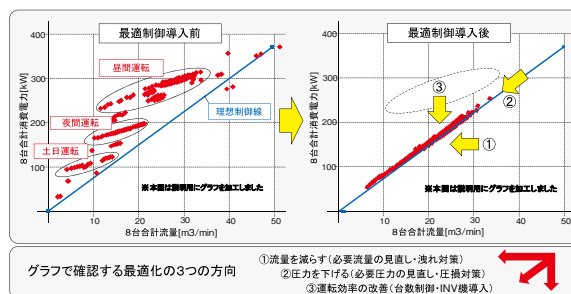


図2 省エネ対策の実施効果イメージ

時期判断は圧縮機のマイコンにてカウントされた稼働時間を参照することが多い。しかし、このようなTBM（Time Based Maintenance）による管理方法は、劣化状況が考慮されていないため適切な方法とは言い難い。

弊社では、これに加え、供給効率を管理することにより、その数値の変化から部品の摩耗や劣化状態を判断する方法を推奨している。このようなCBM（Condition Based Maintenance）による管理方法を併せて実施することで、適切な整備時期や更新の判断が可能となり、整備費用の低減にも役立てることができる。

5 供給側の省エネ対策

供給側が行わなければならない第1の省エネ対策は空気圧縮機を効率的に運転させることである。これは、施設管理部署の判断で行うことが可能であり、空気圧縮機メーカーのカタログにも示されているとおり定速機とインバータ機の組み合わせによる最適運転制御システムの導入が効果的である。

空気圧縮機の内、定速機の運転特性は運用圧に係らず常に100%運転時が最高効率となるので、複数台設置されているシステムでは定速機をフルロードで運転させ、インバータ機を部分負荷運転として空気量の細かな負荷変動を吸収することで理想的な運転特性に近づけることができる。

6 消費側の省エネ対策

消費側では空気漏れの削減に注力すべきである。生産停止時にあちこちで「シューシュー」という空気漏れの音が聞こえることは認識していても、生産に影響が無いとのことで放置されがちである。空気漏れは、ほとんどが消費部で発生し、その割合は供給空気量の10%～20%にもなるケースも珍しくない。

図2に示すように、空気漏れの最小化対策の1つとして、各生産エリアの供給元に電動弁を設置し、生産ラインの操業状態により電動弁を開閉させることが有効である。一部の生産エリアが生産停止となっている場合は、そのエリアへの供給用電動弁を閉鎖しておくことで、消費側での空気漏れを削減できる。この制御は、エアーマスターと関係して行うことも可能である。

また、必要圧力の見直しにより供給圧を下げることは、供給側・消費側双方の観点から空気の省

エネルギーに大きく寄与するが、生産品質への影響も同時に十分検討しておく必要がある。

7 省エネ対策の実施例

これまでに述べた空気圧設備の効果的な省エネ対策手法を整理して以下に示す。

- ①無駄な空気量を減らす（空気漏れの最小化）
＝空気量の削減手法・・・消費部にて対応
- ②必要以上に圧力を上げない＝動力＋空気量の削減手法・・・供給部＋伝達部＋消費部にて対応
- ③高効率機器の導入・運転制御の効率化＝動力の削減手法・・・管理部＋供給部にて対応

某工場において、これら3つの手法を適用し、大きな省エネ効果が得られた実例を紹介する。図3は、省エネ対策前後の空気量と電力量のグラフの1例であり、理想的な制御線に近づけることができている。

このケースでは生産管理部署にご協力を頂き、6箇所に漏れ対策電動弁を設置するなど、①、②、③の手法を適用して省エネ対策を行なった。その結果、8台の圧縮機総容量366kW、空気圧設備としての年間消費電力量5,460,000kWhの施設に対して、電力量は493,000kWh/年（△9%）金額では5,600千円/年の削減効果が得られた。

別のケースとして、顧客と当社が協働で前述の省エネルギー対策を実施し、その効果を確認した実績のグラフを図4に示す。省エネ改善前（2009年）の消費電力量を基準とすると、改善実施直後（2010年）では16.3%の削減が得られ、さらに改善や空気漏れ対策を継続的に進めたことにより、生産状況に大きな変化が無い中で、2018年には実施前より48%の省エネを実現している。

8 おわりに

大規模の生産工場では、空気圧設備の管理が十分に行われ、考えられる省エネ対策はほとんど実施済である場合が多い。一方、省エネの体制が不十分な中規模生産工場では省エネ余地を残している場合が多い。

当社では、今後もこのような顧客を中心に、当

社の持つ制御・管理手法を提案して、その効果を実感していただけるよう、お手伝いが出来ればと考えている。

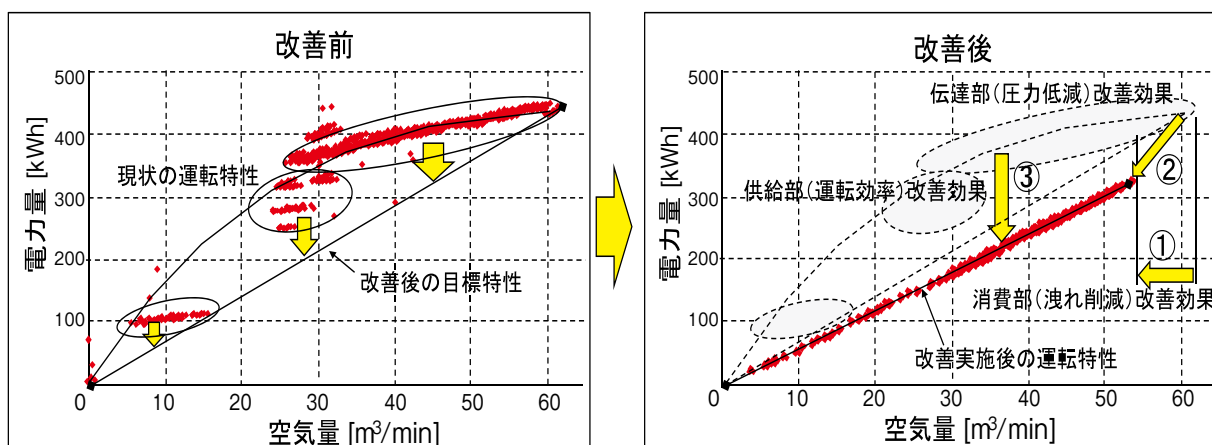


図3 省エネ改善対策実施結果例

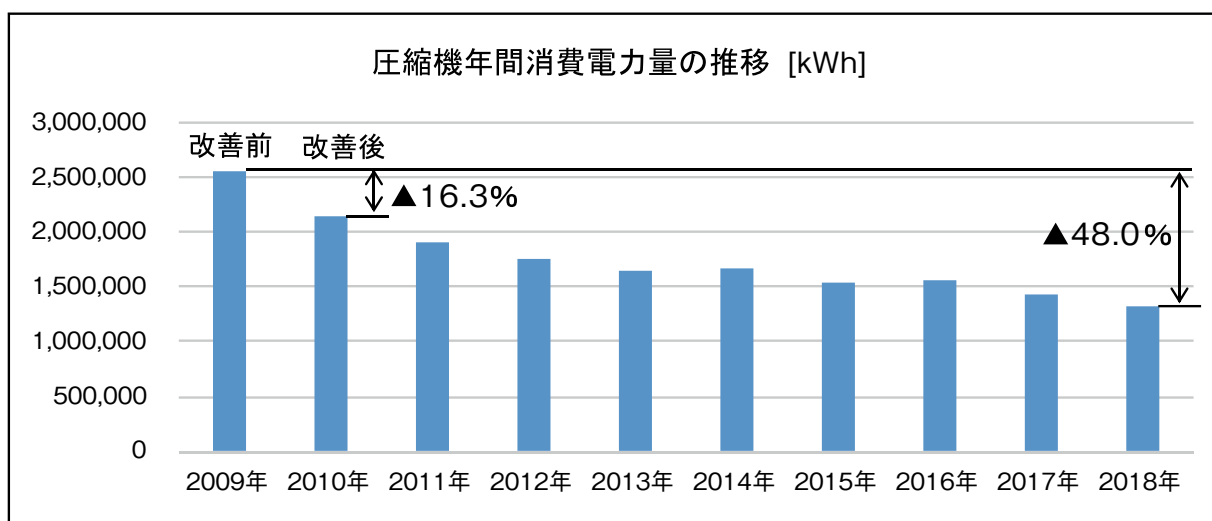


図4 省エネ効果の経年推移グラフ（省エネ対策2010年実施）

中部国際空港セントレアホテル新棟工事及び既設棟改修工事におけるリスク管理

1 はじめに

当該工事物件は、2005年2月に開港した中部国際空港と同時期に開業した当社施工の既設棟（Central Side）南側に増築された160室の客室を持つ新棟（Pacific Side）である。

新棟増築に当たり海岸沿いの建物特有の問題点及び短期工期への対応について施工前の検討を入念に実施した。また、24時間稼働の既存ホテルの改修においても、作業の制約・防災設備の停止制限などへの対応に綿密な調査を行い、海岸沿いに建つ建物の不具合事例を参考に、不具合事項の検討と品質の確保に努めたので、今回施工事例として報告する。

2 建物概要

当ホテルは、常滑市沖の伊勢湾海域の人口島に延べ床面積12,535㎡の既設棟とその南側に11階建・延べ床面積7,164㎡が増築された合計延べ床面積約19,700㎡の建物である。当ホテルの概要を表1に示す。

また、図1に中部国際空港島（以降空港島と称す。）におけるホテルの位置及び写真1に増築後のホテルの全景を示す。

表1 ホテル概要

建物名称	中部国際空港 セントレアホテル
所在地	愛知県常滑市セントレア1-1 (中部国際空港地内)
延べ床面積 構造・階数	新 棟：(Pacific Side) 7,164.09㎡ S造11階 (41.3m) 既設棟：(Central Side) 12,534.96㎡ S造12階 (44.8m) 合 計：19,699.05㎡



図1 空港島全景



写真1 ホテル全景

3 沿岸部において想定される問題

当ホテルは前項図1の通り全周が海であることから、沿岸地区独特の検討すべき事項を定めた。

- (1) 海水の影響による塩害が内外部に設置する機器類へ与える影響
- (2) 周囲に障害物が無い場所に設置する空調機が受ける強風による性能への影響
- (3) 海水温度が影響する周囲湿球温度の上昇が配管及び空調用吹出し口に与える結露影響

3.1 塩害地区における金属腐食対策

空調機屋外機等の外部に設置する機器類は重塩害仕様とし、配管等には溶融亜鉛メッキ製又はステンレス製による外面保護を原則とした。

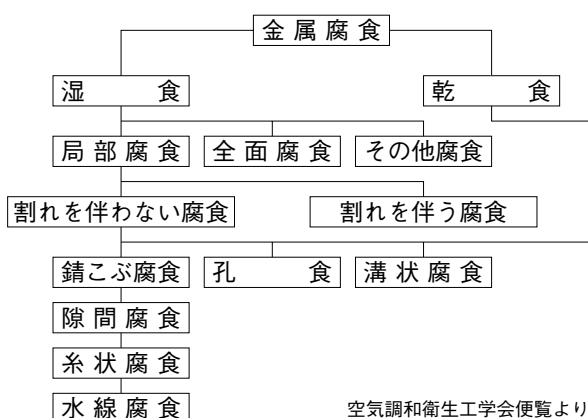
一般に海水には約3.4%の塩分が含まれ、その約80%は塩化ナトリウムと言われている。塩化ナトリウムは周囲の相対湿度が75%以上で空気中の水分を吸収するが、75%以下では水分が蒸発し乾燥状態となる。当ホテルは周囲を海に囲われているため、相対湿度が高く塩が常に湿潤状態にあるものと想定される。写真2は海岸沿いに建つ当ホテルとは別の建物の空調機内の写真である。外気導入により持ち込まれたと思われる「(a) 塩の堆積」及びそれによると想定される空調機「(b) ドレンパンの腐食」である。

図2に腐食の形態を示す。通常の金属腐食は湿食による局部腐食であり、塩が湿潤であると金属腐食が加速される。



(a)塩の堆積 (b)ドレンパンの腐食

写真2 沿岸地域の空調機内部



空調調和衛生工学会便覧より

図2 金属腐食の形態

そのため、外調機には全て塩分除去フィルターを設置するとともに差圧計の設置及び中央監視装置への差圧警報出力により確実な保守メンテナンスが可能な設備を提案した。

3.2 周囲を海に囲まれた施設の風対策

空調機屋外機は、空調負荷に合わせ送風機の回転数制御により熱交換風量調整を行っている。周囲の風の影響により制御風量が空調負荷に合っていない場合、空調機の異常停止等の発生原因となることがある。また、機器の停止中に制御風量以上の空気を取り込まれると、冷媒が液冷媒となり屋外機に蓄積されることが想定され、起動時に圧縮機の異常圧力が発生し機器異常故障の原因となることがある。これらの原因の多くは屋外機の熱交換面に対し直角方向の強風が常時ある場所に設置した機器に発生することが多い。当ホテルの屋外機は海拔約43m付近に設置するため風の影響について検討を行った。

図3に空港島で確認されている約10年間の強風時の風向を示している。強風時の風向の殆どが北西であり建物方向とは約34度程度の方

向であり屋外機吸込み側への影響が懸念される。そこで、屋上設置されるパラペットが、屋外機の基礎を含めた高さと同程度以上の高さを有することにより、直接空調機への影響がないことを確認し引き渡し後の保守管理・屋外機相互の気流分布を考慮して機器の配置を計画した。

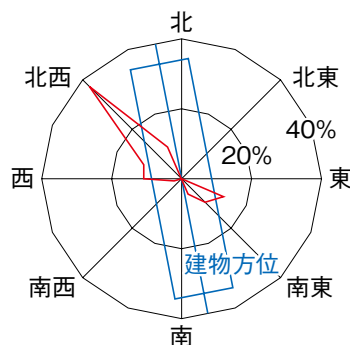


図3 空港島の風向き



写真3 空調屋外機とパラペット

3.3 多湿地域における空調室内機・断熱の検討

空港島は前項に示す塩害及び風に対する対応のみではなく周囲の海面に影響される湿度対策も検討していく必要がある。図4は周囲の海面温度と空港島の外気露点温度を示している。海面温度の上昇に合わせ外気露点温度も上昇していることがわかる。

露点温度は空気中の水蒸気が結露し始める温度を示しており、露点温度が高くなるに従い冷水配管の外周・空調機吹出口などの低温に接する部分が結露する可能性が高くなる。写真4に既設棟の冷水配管の結露状況を示す。冷水配管の断熱材表面（下部）が結露し水滴になっていることが確認できる。

露点温度が高い今回のケースでの対策には、断熱性能の高い保温材への変更か、断熱材の厚さを確保する対応となる。今回は、断熱性能の高い保温材に変更することを提案した。

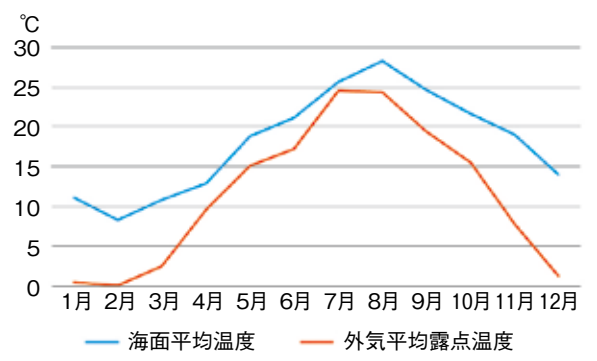


図4 周囲海水温度と空港島の露点温度



写真4 既設棟ラウンジの天井内配管の結露

また、写真5は空調用吹出し口の結露を示している。周囲露点温度が高い場合は配管同様に結露する。空調吹出し口の温度低下には室内機のフィルター・フィンなどの詰まりがあることから、当ホテルの外調機にはフィルターの差圧監視（警報出力）を取り入れ、フィルター詰まり状況を中央監視装置で確認できるようにした。また、既設棟客室などの空調機は運転時間により、空調機のフィルターを交換する対応をしていることを確認し、新棟でも同様の運用を併せてお願いした。



写真5 空調吹出し口の結露

図5はフィルターの詰まりなどにより送風量が変化した場合の吹出し温度の低下と吹出し温度の露点温度を示したグラフである。送風量が約75%以下となると、吹出し口は写真5のような周辺

の結露が想定される。一般的な外気平均露点温度でも75%程度の風量時には同様の状況であるが、露点温度の高い空港島では外気の侵入による結露は常に発生する可能性がある。空港島においては外気の導入を最小限とする運転管理が必要と判断し、空調・換気システムを計画した。

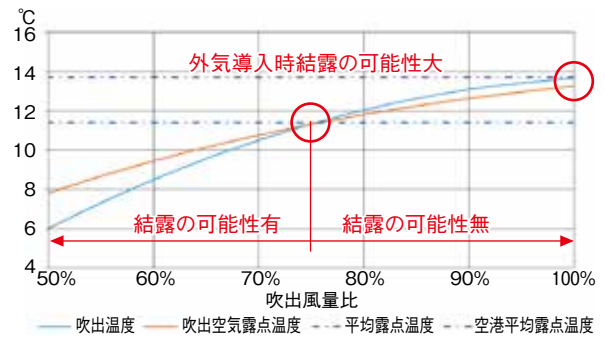


図5 吹出口温度等による結露

4 品質の向上と工期短縮への対応

当ホテルの新棟工事では、既設棟の営業は継続したままであり、造成工事期間を除き約14ヶ月の工期のため既設棟との調整を取りながら営業に支障をきたさないよう竣工までの工程管理と品質管理に努める必要があった。

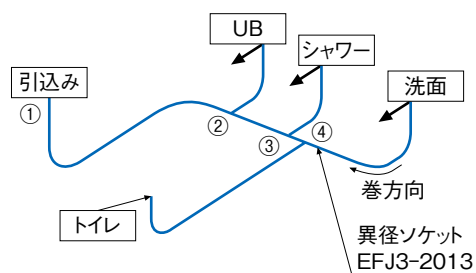
4.1 客室の工期短縮

160室ある客室の給水・給湯配管を各々16パターンにユニット化し、全て工場で気密試験まで完了させたプレハブ配管を現場に搬入した。現場での加工時間短縮と品質確保・漏水事故防止に寄与した。また、室パターン毎に多種のダクトサイズが存在する空調・換気ダクトに定風量ダンパー(CAV)システムを取り入れ、ダクトサイズを2種類に統合したプレハブ化を提案した。ダクトサイズのみならず副資材や接合材サイズも統合できたことは材料選定間違いによる施工ミスの防止にも寄与できた。写真6に「(a)給水・給湯配管の搬入」状況及び「(b)ダクトの組立」状況を示す。また、図6に給水配管の発注用アイソメを示す。



(a)給水・給湯管の搬入 (b) 空調ダクトの組立

写真6 プレハブ化した配管及び空調ダクト



メイン配管 寸法表

記号	サイズ	配管長	平面長	立上り	余長
①	20A	3,970	2,020	1,450	500
②	20A	570	570	—	—
③	20A	200	200	—	—
④	20A	150	150	—	—

分岐管 寸法表

記号	サイズ	配管長	平面長	立上り	余長	接続	支給
UB	13A	1,480	510	85	200	工場	有
シャワー	13A	1,830	500	1,210	200	工場	有
洗面	13A	1,960	1,140	700	200	工場	—
トイレ	13A	2,230	1,860	250	200	工場	—

図6 架橋ポリエチレン管発注用アイソメ

4.2 給水・給湯管のユニット化に伴う事前準備

工期短縮に向け建築工事は、正月の休みを含め約50日で3節（11階まで）の鉄骨組立が計画され、その後休日を含め約3週間で最上階までの床コンクリート打設を計画していた。そのため、1フロア2日ピッチの工期となる。通常打設前作業にはスリーブ（ダクト用箱抜きを含む）・インサートの墨出し、スリーブ入れ・インサート打ち、スリーブ周囲の鉄筋補強の作業があり、2日間で1フロア約70ヶ所のスリーブ入れは困難と判断し、設計・建築との綿密な打ち合わせを行い、打設前に箱スリーブ以外の丸スリーブは施工せず、鉄筋補強のみ施工し、床コンクリート打設後にスリーブ部分をコア抜きとすることを提案し了承された。これによりコンクリート打設工程に影響されず工程通り床コンクリート打設が完了した。写真7に「(a) 墨出し後のスラブ筋切断」及び「(b) 打設後のコア抜き」の状況を示す。



(a) 墨出し

(b) 打設

写真7 スリーブ工事

4.3 既設消火設備関連工事の工期短縮

当ホテルの消防設備は、スプリンクラー設備・補助散水設備及び放水口の設置が義務付けられている建物である。新棟も同様の設備が必要であるが、全ての設備は既設棟の設備と一体とすることが必要である。既設棟は休館日が無く、常にお客様を迎えたまま（設備が使用状況にある状態）既設からの分岐施工をする必要があった。そのため、ホテル及び所轄消防署との打ち合わせを密に行い、分岐工事の中でも最も時間を要し、全館への影響がある管内の水抜き作業を最小限に留めることが可能な凍結配管分岐工法を採用した。

さらに作業中は未警戒区域を明確にし、消火設備の使用できない時間の短縮とその時間帯における巡回パトロールの実施などにより、無事に作業を完了することができた。写真8にスプリンクラー配管の分岐部と凍結作業状況を示す。



写真8 凍結工法による分岐

5 おわりに

当現場では自社施工範囲に留まらず、建築工事を含む全体工期の短縮を目標に施工各社がさまざまな提案を行った。その中でも当社の提案と計画が工期短縮に寄与したことはもとより、安全にも寄与し、且つ品質向上に大きく貢献したと認められ、矢作建設工業株式会社より安全衛生管理の推進に積極的に取り組むと共に、優れた技術力により、品質向上や工期短縮などに大きく貢献した職長に与えられる「優良職長表彰」を受賞した。

最後に、当ホテルの施工中に多方面にわたり多大なご配慮並びにご協力いただきました中部国際空港セントレアホテル様及び矢作建設工業株式会社様の皆様に感謝するとともにこの場を借りて御礼を申し上げます。

特高受変電設備のリニューアル事例

1 はじめに

本事例の施設は、名古屋駅に近接する店舗、ホテル、事務所の複合ビルである。竣工後、30年以上経過していたため、受変電設備の更新が必要となり、当社にこの工事の依頼があった。計画に際しては、店舗とホテルが同時に営業されているために停電時間（停電回数と時間）に制限があった。

また、当該施設は、電力供給方式に33kV/420Vのスポットネットワークが採用されていた。しかし、既設と同様の受変電設備への更新は、機器を新設して切替えるスペースが無いうえに、24時間以上の部分停電と全館停電が制限時間以上が発生することから、困難な状況であった。

そこで、これらの問題点を解決するために、既設の受変電設備を、高压2回線受電（本線、予備電源）方式にリニューアルする提案を行なった。（表1）

本稿では、この更新計画と施工の事例について紹介する。

2 建物および設備の概要

2.1 建物概要

場 所：愛知県名古屋市
主用途：複合施設（店舗、ホテル、事務所）
竣 工：1985年

2.2 既設受変電設備の概要

既設の特高受変電設備の概要を以下に示す。また、単線結線図を図1に示す。

受電方式：33kVスポットネットワーク
3回線受電
受変電設備容量：1,500VA×3
最大需用電力：約1,700kW
非常保安用発電機：750kVA（420V）
二次側幹線の本数：105本

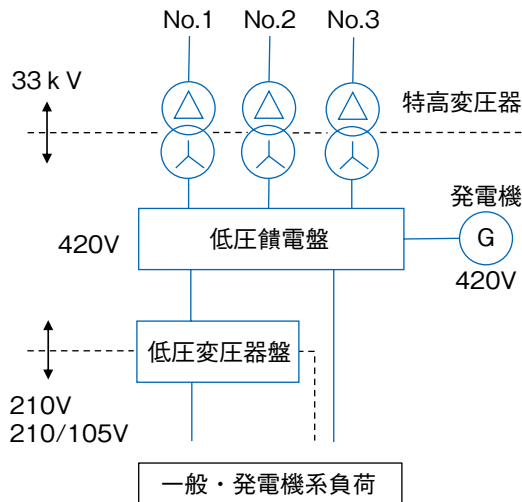


図1 既設特高受変電設備の概略

表1 更新計画の検討

比較項目		【Ⅰ案】 特高受変電設備の全更新	【Ⅱ案】 特高受変電設備の部品交換	【Ⅲ案】 高压受変電設備への全更新
計画概要	特高部分	全更新	部品更新	撤去
	高压部分			新設 (本線+予備電源)
	低压部分			全更新
コスト	イニシャルコスト【A】	△	○	◎
	ランニングコスト【B】	○	○	△ (電気代がアップ)
	【A】+【B】	△	○	◎
停電	回数	少ない	多い	少ない
	1回あたりの停電時間	24時間以上	8時間以上	8時間以内
	停電時間	△	△	◎
総合評価		・設備の信頼性は高い ・停電とコストがネック	・停電回数が多いため、完了までに日数が必要	・本線+予備電源で設備の信頼性を担保 ・コストと停電でメリット
		△	△	◎



3 リニューアル前の状況と問題点

(1) 状況

- ・竣工後30年以上経過し設備が老朽化していた。
- ・電気設備の省エネ化が進められて電気使用量が減少し、高圧受電が可能な状況であった。

(2) 受変電設備を更新する場合の問題点

- ・新たに設備を設置するスペースが無い。
- ・停電時間に制限がある。

4 問題点に対する検討と解決策

当該施設は、高圧受電が可能な電気使用量まで減少していた。また、特高変圧器の2台運転で電力供給が可能なことに着目し、高圧2回線受電（本線、予備電源）の高圧受変電設備に更新する計画とした。高圧化にあたっては、電力会社と配電線の停電や瞬停の発生状況について協議し、電源の信頼性が低下しないことを確認した。

4.1 限られたスペースでの更新の検討

特高変圧器1台を撤去したスペースを活用し、高圧受電盤、及び既設低圧饋電盤（写真1）に電力を供給するための仮設変圧器（6.6kV/420V）盤を設置し、受電方式を高圧へ変更した。その後、残りの特高変圧器2台を撤去し、そのスペースに既設低圧変圧器盤と同等の高圧・低圧変圧器盤を新設し、二次側の幹線を新設側に切替えを行なった。以降は、変圧器毎に撤去・新設を繰り返し、順次二次側の幹線を切替える計画とし、スペースの問題を解決した。



写真1 低圧饋電盤（既設）

4.2 停電回数及び時間の検討

4.1の手順で更新することにより、二次側の幹線を1本ずつ順番に停電して切替えるため1回あたりの停電時間は2～3時間程度となる。これを幹線の本数である105回繰り返した。

また、全館停電の時間も8時間以内で計画でき、停電回数も受電方式変更（1回）、既設発電機の接続変更（2回）、更新完了後の試験調整（2回）の計5回となった。これらにより停電時間の制限をクリアした。

5 受変電設備の機器更新ステップ

機器更新は、以下のステップで行う計画とした。

(1) 受電電圧を33kVから6.6kVへ変更する。

特高変圧器1台の撤去を行い2台運転とする。（図2）

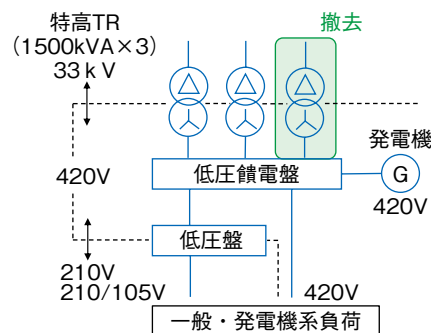


図2 特高変圧器1台の撤去

1台分のスペースを活用して高圧饋電盤、仮設変圧器盤を設置した後に、新規に高圧を受電し、既設受変電設備へ電源の供給を行なう。

（図3）（写真2）

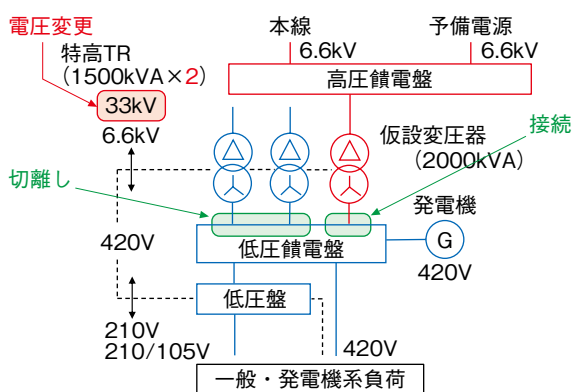


図3 高圧饋電盤・仮設変圧器の設置



写真2 低圧饋電盤（既設）、高圧饋電盤（新設）

(2) 発電機系統（保安・防災）負荷を既設盤から新設側へ切替える。

残りの特高変圧器2台を撤去する。(図4)

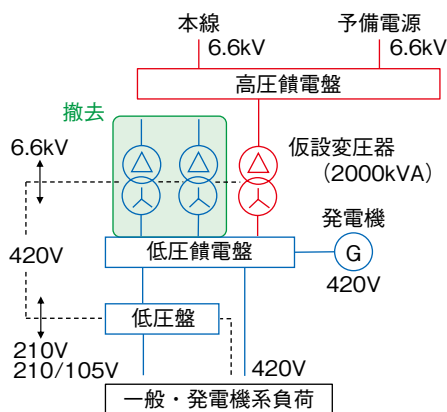


図4 変圧器の撤去

2台分のスペースを活用して、発電機系統の低圧饋電盤と低圧変圧器盤を設置し、発電機を既設、新設側双方に接続した後に、新設側に二次側の幹線を切替える。

(3) 一般系統負荷を既設盤から新設盤へ切替える。

上記(2)で切替えが完了した既設盤を撤去し、そのスペースに一般系統の高圧変圧器盤を設置し、新設饋電盤と接続した後に、二次側の幹線を切替える。(図5)

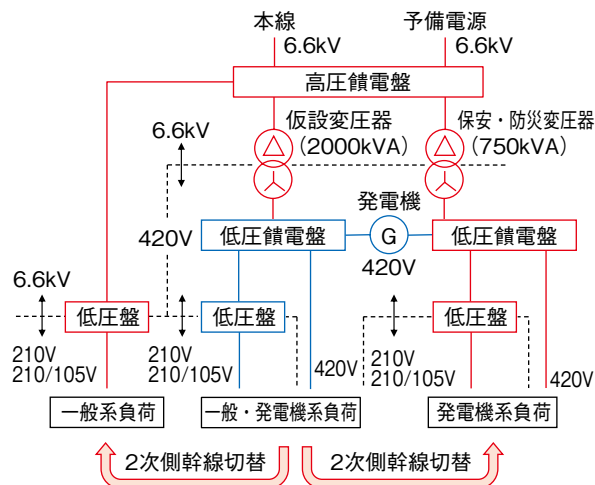


図5 幹線の切替え

(4) 仮設変圧器盤・既設盤の撤去

最後に仮設変圧器盤・既設低圧饋電盤・既設低圧変圧器盤を撤去する。(図6) (図7)

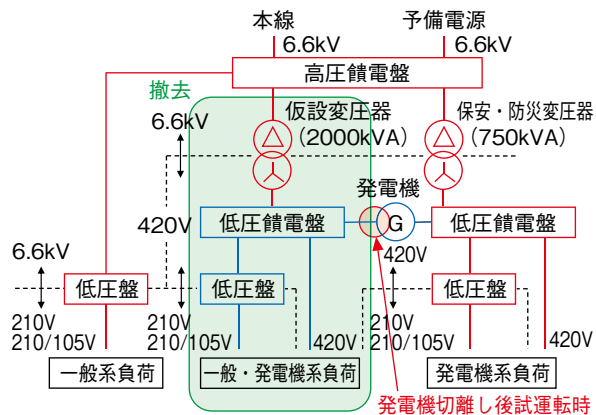


図6 発電機切り離し、仮設・既設の撤去

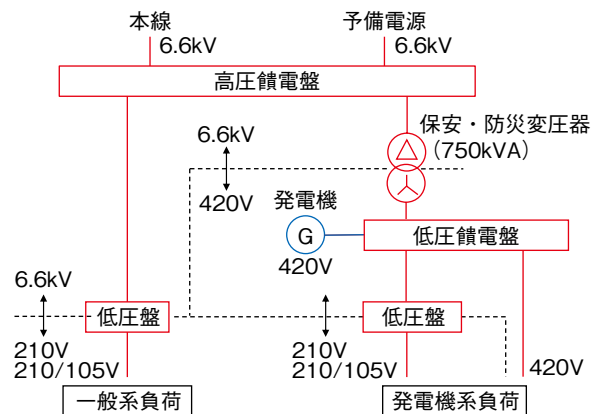


図7 更新完了

6 施工中に困難であった点

特別高圧から高圧への切替えを行うため、同一メーカーで統一された特高受変電設備の一部を解体し、高圧饋電盤を別メーカーへの製作指示し、低圧饋電盤を現地改造する必要があったため、図面の正確な読み解きが必要だった。また、施工中は特高受変電設備の一部を高圧受変電設備として使用したことも困難を極めた。

そして読み解く必要があった既設図面は、停復電フロー・インターロック等の制御図のみで100ページ以上あり、全てに目を通すのに時間を要した。(写真3)

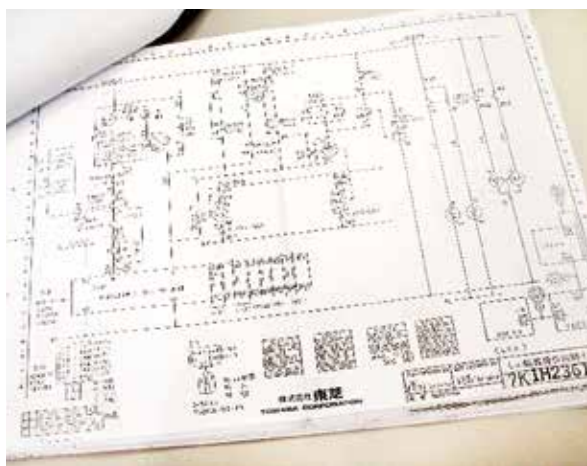


写真3 制御図の一部

7 リニューアル計画実施に際する注意点

- (1) 既設受変電設備の更新であるため、作業の制限や中間期しか切替えが出来ない空調負荷等がある。これらを考慮して更新計画の工期を設定する必要がある。
- (2) 竣工後30年を経過したビルは、受変電設備だけでなく電気設備全般の長期修繕計画が必要である。また、改正された関係法令の遵守や各設備の統一化等による効率運用、さらには省エネへの配慮等を含め総合的な計画が必要である。

8 おわりに

当該計画は、無事に高圧受電に変更が完了し、現在は予定通りに順次、低圧の幹線切替えを行なっている。

本施工を計画するにあたり、関係各社の多大なご指導、ご協力に深く感謝いたします。

芸術文化施設における照明設備のリニューアル事例

1 はじめに

本事例の芸術文化施設は芸術劇場、美術館、文化情報センターを主要施設とし、低層部には、大ホール、中層部にコンサートホール、高層部には美術館、最上部には文化情報センターが配置されており、芸術文化発信の役割を担っている。

今回は、本施設の耐震改修に合わせて照明設備のリニューアルを行なった。その中から、美術館とコンサートホールの事例について紹介する。

2 施設概要及び構成と特徴

2.1 施設概要

場 所：愛知県名古屋市

主用途：芸術劇場（大ホール、小ホール
コンサートホール）、美術館

2.2 施設概要

1) コンサートホール

4階～7階：アリーナ型式の舞台と客席

客 席 形 状：幅30.3m×奥行48m
バルコニー併用型

2) 美術館

8階：市民ギャラリー、展覧会会場

10階：エントランス、常設・企画展示室

12階：屋上庭園、屋外展示スペース

エントランスには自然光をとり入れた空間演出、展示室には回遊型を採用。また、催事の規模や鑑賞者の流れを考慮し、可動間仕切り等で自由に使い分けが出来る施設構成が特徴である。(写真1)



写真1 8階ギャラリーエントランスロビー

3 照明リニューアルポイント

3.1 個別調光調色による最適な空間演出

照明器具ごとに明るさと色温度がコントロール可能な高演色のLED調光調色システムを採用した。

展示作品や展覧会内容に合わせて室内全体の色温度や均斉度を調整できるため、あらゆる場面に対応することが可能となった。(写真2) (写真3)



写真2 色温度3000Kの展示室



写真3 色温度4000Kの展示室

3.2 照明制御用タブレットの採用

現地で展示スペースや展示品を確認しながら、タブレット画面にて設定を行う機能によりきめ細かな設定が可能となった。また、この機能は操作性も良く、作業効率の向上も図ることが出来た。(写真4)



写真4 タブレットのタッチ画面操作状況器具

中部本部 内線部
工事第一グループ
／大津 宏之



中部本部 内線部
工事第三グループ
／北原 義之



3.3 高演色LED器具の採用

展示美術品の色合いを忠実に照らすため、演色評価数Ra95以上の器具性能を確保した。

4 施工上の課題と対応

4.1 既設器具本体の流用

今回、既設の天井改修は行なわないため、既設の照明器具の本体は流用する必要があった。そこで、照明内部はリニューアルユニットを一体で製作した。このリニューアルユニットは電動駆動部を含むと60kg以上の重量となったため、分割して組み付けることにより施工性向上を図った。(写真5)



写真5 リニューアルユニット取付状況

4.2 壁面均斉度の確保

壁面配光については、CGを活用し事前に検討を行なった。そして、この結果に基づき照明器具のレンズや反射板による配光コントロールやフィルター等の調整を行なった。この中で、特にウォールウォッシャーにおいては、壁面への最適な照度分布とするランプ角度の決定が難しく時間を要した。レーザーポインターと専用の固定用治具を用いて指向性を確認しながらランプ角度の調整を行なった。(写真6)



写真6 レーザーポインター固定用治具

一部にはLED光源が強く器具ルーバーの影が発生するなど均斉度が保てない状況が発生した。(写真7)

この対策として、器具下面に透過率の異なる特殊フィルムを採用し、壁面配光の調整を行なった。特殊フィルムは、器具の発熱に対する耐熱性能を確認して採用した。

＜特殊フィルムの性能＞

透過率：45.7%、60%、80%、87.5%

耐熱：180℃

また照明BOX内にはガス消火設備のヘッドや空調吹出口も配置されていたため、光源を包み込む形で光が拡散する位置の確認を行なった。



写真7 壁面に光影が発生した状況

4.3 照明制御システムの整合性

照明器具と既設照明制御システムのメーカーが異なっていたため、照明設計の考え方が異なり調光に対応する反応時間に差異が発生した。調査の結果、メーカー相互で調光信号を受けた後の反応時間が異なっていることが分かった。よって照明器具内の調光ユニットを変更することで反応時間の統一を図った。

5 おわりに

本稿では、照明設備のリニューアル事例について報告した。今後は更なる省施工、省エネ、省メンテナンス等への配慮を含めた総合的な技術提案に努めていきたい。

最後に、事故もなく、計画通りに竣工することができ、関係各位の多大な御指導、御協力に深く感謝致します。

音響実験室におけるノイズ対策施工事例

1 はじめに

昨今の情報通信技術の急速な発展に伴い、様々な機器内部や機器間の通信手段に対して強いノイズ耐力が求められている。

本件は、研究開発機能を集約した新築ビルにおいて、基本設計時のコンセプトの一つとして【実験室の性能を確保するノイズ対策の実施】があった。そのため、建屋内にある音響実験室を施工するにあたり、良質な電源を機器に供給するために電送路からのノイズ発生や混入を抑制した電源環境及び、音響用ケーブルへのノイズ混入を低減し対策すること等を求められた。

本稿では、ノイズ対策の立案から施工にいたる一例として、工事関係者と検討後、実際に施工した方法を記載する。

2 現状把握

受注時段階において、要望されたノイズ対策案を下記に列挙する。

- ①一般負荷と音響実験用負荷の高低圧トランスによる系統分割
- ②ノイズカットトランスを採用（高低圧系統および低低圧系統へ採用）
- ③鋼製電線管を用いた音響実験用分電盤への幹線ケーブルの保護兼ノイズ抑制
- ④音響実験室用の専用接地極を設置
音響実験室用（EA）
音響実験負荷トランス用（EB）
音響実験用負荷の鋼製電線管用（ED）
- ⑤ノイズの発生が懸念される照明器具の電源ユニットを別置き音響実験室からの離隔をとり、ノイズを抑制
- ⑥音響実験室内のコンセント系統に静電遮蔽ケーブルを採用
- ⑦一般負荷と音響実験負荷用のケーブルの並走、および、接触を回避する施工

3 施工上の課題

上記2によるノイズ対策案を施工するにあたり、課題となり得る事項を下記に列挙する。

- ①ノイズカットトランスの外形寸法が大きくなることにより、キュービクル式配電盤の配列調整

と早期製作の必要

- ②ノイズカットトランスを含めた回路の接地系統を決め、最良な接地種別の選定が必要
- ③鋼製電線管を用いて幹線ケーブルを施工する為、EPSおよび天井裏の施工にスペースを確保する必要
- ④専用の接地極を設ける為、接地極間の離隔を十分にとり規定値以下の接地抵抗値を確保する必要
- ⑤照明器具の電源ユニットを隔離する際の延長ケーブルの製作に時間が掛かる為、建築工事との工程調整が必要（写真1）

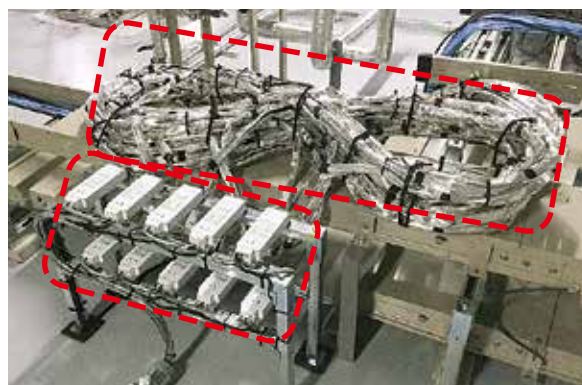


写真1 別置した電源ユニット部と静電遮蔽の施工状況

- ⑥コンセント系統に静電遮蔽ケーブルを採用する為、数量の確定と納期に留意する必要
- ⑦ケーブル同士の並走や互いに接触させない様、施工に十分なスペースや対策が必要（写真2、3）



写真2 ケーブルラック下段の上下蓋付施工と上段音響ケーブルのノイズ低減処置状況

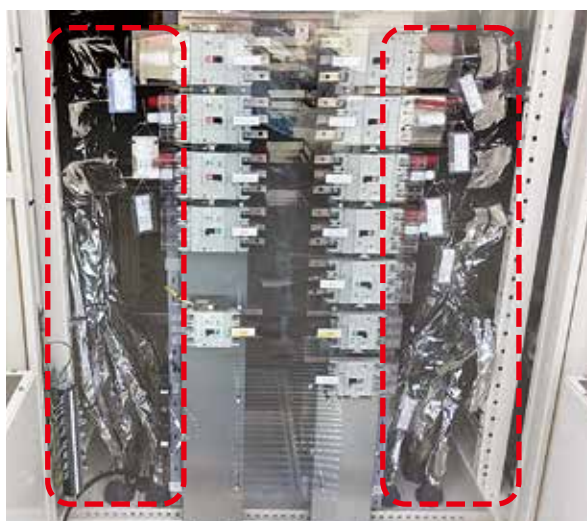


写真3 アルミ箔チューブによる
配電盤内幹線ケーブル接触防止対策

4 対策後の測定結果

施工に対する課題を各々解決し、本件の竣工直前に一般用負荷と音響用負荷（コンセント回路）のノイズ測定を実施した。その結果を表1及び図1、2に示す。なお、測定の条件等を下記に記す。
測定条件：エレベータ(以下、ELV)をノイズ発生源と想定し、ELV稼働中のノイズ波形を測定（表1参照）

測定機器：デジタルストレートオシロスコープ

測定方法：電源ラインで計測される高周波ノイズを、広帯域デジタルストレートオシロスコープで測定

測定会社：株式会社電研精機研究所

表1 ノイズ測定結果（ELV稼働中）

			レベル	周波数	データ No.
一般コンセント	ノーマルモード	全EV停止時	7.5Vp-p	52.3kHz	データ1 トレース上
		EV(3)動作時	7.3Vp-p	51.8kHz	データ1 トレース中
		EV(5)動作時	6.9Vp-p	52.1kHz	データ1 トレース下
	コモンモード	全EV停止時	7.0Vp-p	54.4kHz	データ2 トレース上
		EV(3)動作時	6.9Vp-p	48.1kHz	データ2 トレース中
		EV(5)動作時	7.3Vp-p	48.0kHz	データ2 トレース下
音響用コンセント	ノーマルモード	全EV停止時	1.0Vp-p (測定限界値以下)	—	データ3 トレース上
		EV(3)動作時	1.0Vp-p (測定限界値以下)	—	データ3 トレース中
		EV(5)動作時	1.0Vp-p (測定限界値以下)	—	データ3 トレース下
	コモンモード	全EV停止時	1.0Vp-p (測定限界値以下)	—	データ4 トレース上
		EV(3)動作時	1.0Vp-p (測定限界値以下)	—	データ4 トレース中
		EV(5)動作時	1.0Vp-p (測定限界値以下)	—	データ4 トレース下

波形の説明

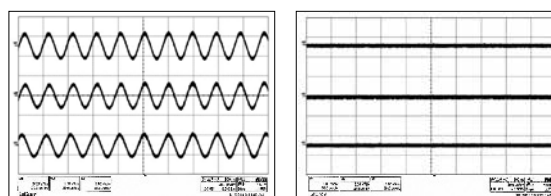
上段：全ELV停止時

中段：ELV3号機稼働時

下段：ELV5号機稼働時

X軸：20[μs/div]

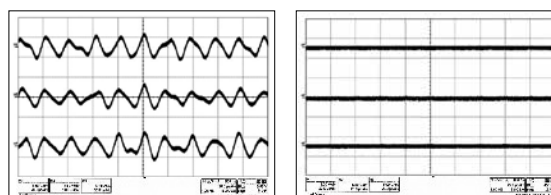
Y軸：5[V/div]



一般用負荷

音響用負荷

図1 波形（ノーマルモード）：黒-白間



一般用負荷

音響用負荷

図2 波形（コモンモード）：白-緑（接地）間
(測定及び資料提供 株式会社電研精機研究所)

測定結果（表1、図1、図2）より、ELV稼働の有無に係わりなく、一般コンセントで測定された高周波ノイズは音響用コンセントでは観測されなかった。

また、ノイズ対策として、ノイズカットトランスの採用・専用接地極の設置等によるノイズ低減を実施した。また、隔離対策としては、電源ユニットの隔離・鋼製電線管、シールドケーブル、ケーブルラックの上下蓋付施工の採用によりノイズ抑制を図った。これらの対策により、音響実験室内コンセントに含まれるノイズは測定限界値以下であることが測定結果により明確となった。

5 おわりに

今回、施工するにあたり設計段階でのノイズ対策について、施工的な課題を踏まえ、施工段階からノイズの発生源と影響範囲を特定すべく対応することとなった。本工事に携わった関係者の協力により工事を完了する事が出来たと考える。ノイズ対策の難しさを実感した現場で、今後の施工に繋げていくと共に、協力頂いた皆様に感謝申し上げる。

技術研究開発部だより

技術研究開発部の研究開発テーマ

2019年度の技術研究開発部は、表1に示すとおり5分野22件の研究開発テーマに取り組んでいる。今年度は昨年度までに開発した研究成果の高機能化や改良の研究を継続しつつ、設計・施工の効率化などの働き方改革につながる研究にも取り組んでいる。昨年度、空調管部門と協力して実施した生産性向上の調査結果に基づき、現業部門ニーズが高かった業務効率化につながる開発研究を行っている。さらに今年度は、対象を内線部門など他部門にも向けた調査を実施している。当社が単独ですべてを開発するだけでなく、他社が開発した既存の技術や製品を評価し、必要に応じて改良を加えて活用することで、現場導入までの迅速化が可能となる。

一方、昨年度に引き続き世の中の急速な技術進歩を踏まえて取り組むべき研究として、将来に向けた基礎的研究にも積極的に取り組んでいる。今年度は、当社が安全創造館で実証実験を行っているマイクログリッドシステムに、CO₂フリー水素生成および燃料電池を加え、さらに高度な運用最適化技術の獲得を目指した研究を行っている。

研究開発成果の活用として、今年度はオンサイトEL測定サービスについて他社と協力体制を構築したうえで本格展開を開始した。当社が開発した技術を、他社の営業網や施工力を十分に活用することで、迅速で確実な展開を目指している。

今年度は本サービスの中核となる分析精度向上の研究と測定分析業務の効率化・自動化に向けた研究を実施している。

技術研究開発部の他の活動として、昨年度から支店・方面本部での説明会を開催している。今年度は具体的な技術紹介や研究事例について15講座を用意し、その中から希望を募り、1時間から半日程度の説明会を下期に開催する。この取り組みにより、当部や研究成果を知っていただくとともに新たな研究テーマへのニーズを得ることができると考えている。

今後も研究開発を着実に推進するだけでなく、現場が活用できるために何をするのかを常に意識して取り組む。そして、エネルギー、環境、情報通信分野における諸問題を独自技術による解決し、快適で安全・安心な社会の実現に貢献していく。

表1 2019年度 技術研究開発部 研究開発テーマ

分 野	2019年度研究テーマ	担当者
電力品質	都市部における高調波電圧抑制に関する研究	藤田、小林
	雷害防止に有効な接地方式に関する基礎研究	山本
保守点検	低圧電路監視装置に関する基礎研究	山本
	既存劣化診断技術の検証 その2	大島
	絶縁油光測定による劣化診断手法の開発	大島
	低圧電動機固定子巻線の絶縁診断手法の研究開発	中村
	ELドローンの高機能化に関する研究	西戸、青山
	太陽光発電のEL画像からの発電性能低下量算出手法の確立	青山
省 エ ネ	燃料電池を含めたマイクログリッドシステムの最適運用技術の開発	西戸、棚橋
	高圧一括受電マンションにおけるデマンドレスポンスに関する研究	青山
	クラウド版ToEMSの開発	高橋、西村、古田、台藏、杉本
	空調機器を活用したデマンドレスポンス制御手法の開発	千葉
	高機能化を目的としたMIELPLASの改良 その3	古田、高橋
	金属熱処理工場におけるエネルギー最適化システムの開発	眞玉橋、棚橋
	集中溶解炉方式における省エネ手法の調査	西村、高橋
	生産プロセス改善による省エネ化・生産効率化に関する調査 その7	杉本、台藏
環 境	独自オイルミスト除去手法開発に向けた検討	近田、成瀬
	微細気泡技術を利用した含油廃棄物減容化手法の開発	加藤
	汚泥・油泥の資源化技術の調査	加藤
設 計	設計・施工業務における生産性向上に関する調査	水野、三井
	人工知能（AI）とその応用に関する基礎検討	三井、棚橋
	配管耐震支持材選定ソフトの開発	成瀬、中井



技術研究開発部の現業支援業務

技術研究開発部では、研究開発業務だけではなく、技術支援業務も行なっている。目的は、現業部署の技術サポートと、お客さまの技術的信頼獲得である。

内容は、現業部署での提案・設計・施工・保守などの実務で生じた技術的な課題の解決であり、具体的な例は以下のとおりである。

・ 障害の原因調査と対策提案

漏電遮断器の不要動作、各種機器の動作不具合などの各種障害に対する、計測などによる原因調査、及び対策の提案

・ お客さまへの技術提案

ToEMS、TLDシステム、みえるシリーズ（MiEL CAST、MiELDieCAST[®]、MiELPLAS[®]）などの当社独自技術や、お客さまのニーズに応じた最適なシステムなどの提案

・ 技術計算を含む設計支援

太陽光発電システムの発電電力や建物影のシミュレーション、高調波流出電流計算など高度な技術計算

・ 新技術・新製品の調査

電気設備の劣化診断技術調査、省エネ機器の技術評価、各種規程・技術文献などの調査

・ 技術関連アドバイス

電気設備や空調設備などに関わる技術的なアドバイス

最近10年間の現業支援件数は図1のとおりであり、合計では433件の支援を行っている。また内容は図2のとおりであり、最近ではToEMSによるエネルギー監視（見える化）に関する支援業務が多い。

表1に、技術支援分野と担当する研究員を示した。技術的な内容での相談があれば、まずはご一報ください。

以 上

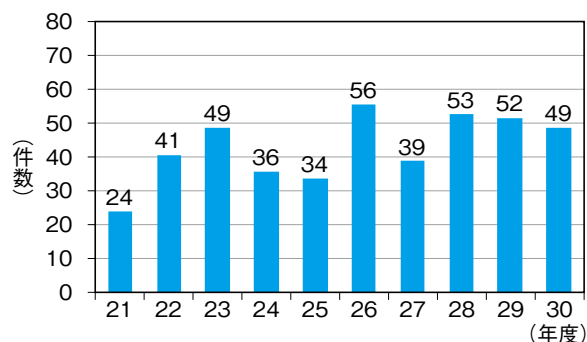


図1 最近10年間の現業支援件数

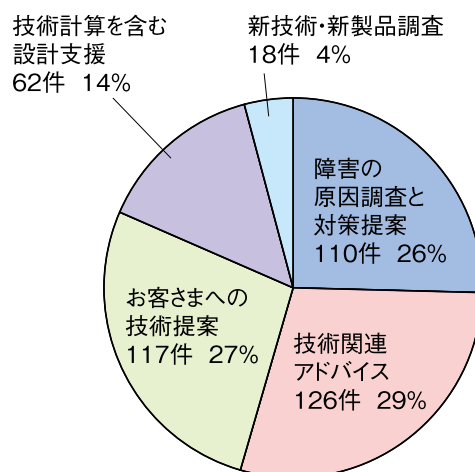


図2 最近10年間の現業支援内容

表1 技術支援分野と担当する研究員

技術支援分野	担当する研究員
各種電気障害	小林、高橋、山本、西戸、大島
ToEMS	高橋、眞玉橋、杉本、台藏
TLDシステム、DGR	山本、西戸、大島
みえるシリーズ	水野、西村、古田、杉本
劣化診断	中村、大島
電気技術計算、電気法規	小林、山本、西戸、藤田
空調全般、空調異常検知	中井、千葉、成瀬
省エネ対策、工場プロセス	水野、高橋、眞玉橋、西村、古田
太陽光発電	西戸、青山
高調波対策	小林、藤田
排水処理、有害物質処理、脱臭	加藤、近田

技術研究開発部成果報告会

平成30年度の研究成果報告会は、社内における研究成果の情報共有を目的として4月24日から26日の3日間、教育センター教育・研究棟6階601教室で開催した。

技術研究開発部の研究員18人がそれぞれの担当する全22テーマについて、1年間の研究成果を報告した。3日間で延べ50人が聴講し、活発な意見交換が行われた。



研究テーマと報告者

月 日	研 究 テ ー マ	報 告 者
4月24日(水)	配電系統の高調波電圧抑制に関する基礎研究	藤田 悠
	SmartAPFCの改良	藤田 悠
	雷害防止に有効な接地方式に関する基礎研究	山本 達也
	既存劣化診断技術の検証 その2	大島誠一郎
	アセットマネジメントツールの改良および検証	大島誠一郎
	低圧電動機固定子巻線の絶縁診断手法の研究	中村 久栄
	マイクログリッドシステムの最適設計・運用ツールの開発	西戸 雄輝 棚橋 優
	CO ₂ フリー水素による燃料電池システムの調査	西戸 雄輝
	太陽光発電設備のメンテナンス用ドローンの開発 その2	西戸 雄輝
	高圧一括受電マンションにおけるデマンドレスポンスに関する研究	青山 泰宏
4月25日(木)	ToEMSの高機能化	高橋 和宏 古田 涼亮
	高機能化を目的としたMiELPLASの改良 その3	古田 涼亮 杉本 太樹
	中小規模EMSの開発	西村 叔介 高橋 和宏
	人工知能（AI）とその応用に関する基礎検討	三井 佑悟 棚橋 優
	金属熱処理工場におけるエネルギー最適化システムの開発	眞玉橋剛志
	生産プロセス改善による省エネ化・生産効率化に関する調査	西村 叔介 杉本 太樹
	コジェネ・熱源運用のための多目的最適化演算ソフトの開発	千葉 理恵 棚橋 優
4月26日(金)	独自オイルミスト除去手法開発に向けた検討（その1）	近田有希子
	独自オイルミスト除去手法開発に向けた検討（その2）	成瀬 仁
	排水系産業廃棄物の減容化技術の調査	加藤 勇治
	既設燃焼装置を利用したVOC処理技術の適用性に関する調査	成瀬 仁
	汚泥・油泥の資源化技術の調査	加藤 勇治
	空調管部門の生産性向上に関する調査	中井 一夫

「学」との交流

技術研究開発部が大学との共同研究を行った際、研究終了時に部署内で成果報告会を開催している。今年は名城大学の山中先生をはじめ5件について報告を受けた。

平成30年度 共同・委託研究一覧

技術研究開発部の研究開発件名	共同・委託研究先の先生
配電系統の高調波拡大現象に関する研究	名古屋工業大学 大学院工学研究科 青木 睦 准教授
太陽電池の異常診断分析手法に関する研究	名城大学 理工学部 電気電子工学科 山中三四郎 教授
雷電流分布シミュレーションの高精度化に関する研究	名古屋工業大学 大学院 電気・機械工学専攻 安井 晋示 教授
電動機の故障劣化診断手法の研究	名古屋工業大学 大学院工学研究科 水野 幸男 教授
旋回式クロスフローによる切削排液（スカム）の高速分離と実用化検証	岐阜大学 大学院工学研究科 環境エネルギーシステム専攻 小林 信介 准教授

2019年度 共同・委託研究一覧

技術研究開発部の研究開発件名	共同・委託研究先の先生
太陽電池の異常診断分析手法に関する研究	名城大学 理工学部 電気電子工学科 山中三四郎 教授
配電系統の高調波電圧抑制に関する基礎研究	名古屋工業大学大学院 工学研究科 青木 睦 准教授
雷電流分布シミュレーションの高精度化に関する研究	名古屋工業大学大学院 電気・機械工学専攻 安井 晋示 教授



名城大学 山中先生



岐阜大学 小林先生



名古屋工業大学 青木先生

第28回全社技術研究発表会

技術研究開発部は、2018年11月16日、教育センターで全社技術研究発表会を開催した。同発表会は、研究開発の成果や新技術および施工事例などの発表を通して、技術情報の共有と技術レベルの向上を図ることを目的としている。開催に先立ち大野社長は「研究に携わる皆さんにとって、お客さまのことをよく知ろうとする姿勢が大切である。お客さまの所に足を運び、現場で本当に求められていることを見聞きして、それに対する回答や解決策を提案することが技術力や提案力だと思う」と話した。

各発表について、当社にとっての有益性や社会への貢献度および着眼点、アイデアなどが審査され、最優秀の発表に贈られる社長賞には、技術研究開発部研究開発グループの西戸雄輝研究副主査の発表が選ばれた。また当日は、音羽電機工業(株)新規事業室の工藤剛史氏が「雷写真から読み解く雷現象」のテーマで特別講演を行った。

発表件名と発表者

発表件名	発表者	受賞名
太陽光発電設備のメンテナンス用ドローンの開発	技術研究開発部 研究開発グループ 西戸 雄輝	社長賞
自動火災報知設備の足場レス更新	岡崎支店 刈谷営業所 工事グループ 岩田 三徳	奨励賞
音響実験室におけるノイズ対策施工事例	静岡支店 浜松営業所 工事グループ 中津川祐基	
マルチチャットコの開発について	配電本部 配電統括部 技術グループ 土屋 公二	
概算積算システムの開発	営業本部 設計部 総括グループ 寺前 紀幸	
低圧電動機の巻線短絡診断システムの開発	技術研究開発部 研究開発グループ 中村 久栄	審査員賞



社外講師・セミナー講師

演 題	講 師	講演先・日付
ドローンを活用した太陽電池のEL測定診断	青山 泰宏	平成30年度 電気主任技術者研修会 長野会場 2018.10.18 松本会場 2018.10.19
蓄熱システムの高効率化と設計のプロセス(2) 負荷計算演習	千葉 理恵	平成30年度 蓄熱技術研修会 (一財ヒートポンプ・蓄熱センター) 2018.10.24
トーエネック安全創造館マイクログリッドシステムのご紹介	西戸 雄輝	(公財)科学技術交流財団 第5回小規模電力 ネットワーク技術に関する研究会 2018.10.25
ドローンを活用した太陽電池のEL測定診断	青山 泰宏	平成30年度 電気主任技術者研修会 三重会場 2018.10.31 岐阜会場 2018.11.2
太陽光発電設備を安全に使用するための保守点検技術	西戸 雄輝	中部大口電力需要家協議会「再生可能エ ネルギーの最新動向について」講演会 2018.11.14
樹脂成形工場での見える化データを活用した省エネ手法	古田 涼亮	中部大口電力需要家協議会 電力コスト分科 会「エネルギーの見える化データを活用し た省エネ手法・事例」講演会 2018.12.12
オンサイトEL測定サービスのご紹介	西戸 雄輝	太陽光発電の健全性の確保とオンサイト EL測定サービス 東京会場 2019.1.23,24 名古屋会場 2019.2.4,5
蓄電池による電力需要調整のための授受情報と情報の流 れ、関係規制(JEC-TR-59002-6～9章)	小林 浩	電気学会「蓄電池システムによるエネルギ ーサービスに関する標準仕様 (JEC-TR-59002:2018)の解説」講習会 2019.5.16
スマートパワーシステム事例解説Ⅳ	小林 浩	名古屋工業大学(非常勤講師) 2019.7.10
電気を届ける技術、安全にかしこく使う技術	大島誠一郎	愛知県立刈谷高等学校、日本電気協会特別 講座「電気の魅力を伝える」 2019.9.25



JECA FAIR 2019 ～第67回 電設工業展～

当社は、東京ビックサイトで5月22日から24日に開催されたJECA FAIR 2019に出展した。

当社ブースでは技術研究開発部、東京本部、旭シンクロテック株式会社の開発製品やサービスを紹介した。

今年は特にオンサイトEL測定サービス（+ドローン）の実演ステージを行い、太陽光パネルの異常個所を早期に発見し診断できる測定サービスを体感できる展示とした。

展示会には3日間で10万人以上の来場者があり、当社ブースも大勢のお客さままでにぎわった。

また、オンサイトEL測定サービス（+ドローン）で製品コンクールに参加し、環境大臣賞という栄えある賞に入賞した。これは当社として11年ぶりの入賞となった。

技術研究開発部 出展製品名
オンサイト EL 測定サービス（+ドローン）/ 太陽電池の健全性を確認する「EL 測定」を屋外の現地（オンサイト）で行い、従来の静止画像撮影を改良し、ドローンによる動画撮影を可能にしたサービス※
ToEMS/ エネルギーの使用状況を計測により見える化するとともに、当社独自開発のコンプレッサー台数制御機能や空調熱源の異常診断機能、コージェネや空調熱源の省コスト・省エネ運用の最適化機能を搭載した、お客様の省エネ活動を支援するシステム
MiELCAST（みえるキャスト）/ 鋳造工場向け省エネシステム
MiELDieCAST®（みえるダイカスト®）/ ダイカスト工場向け省エネシステム
MiELPLAS®（みえるプラス®）/ 樹脂成形工場向け省エネシステム

※製品コンクールに参加、環境大臣賞受賞



太陽光発電システム施工展

開催期間

2018年9月26日(水)～9月28日(金)

会場

インテックス大阪

出展製品名
ドローンを活用した太陽電池のEL測定
オンサイトEL測定サービス



テクノフェア2018

開催期間

2018年10月11日(木)～12日(金)

会場

中部電力技術開発本部

出展製品名
MiELDieCAST® (みえるダイカスト®)
MiELPLAS® (みえるプラス®)
SmartAPFC®



メッセナゴヤ2018

開催期間

2018年11月7日(水)～10日(土)

会場

ポートメッセなごや

出展製品名
ToEMS (トーエネックエネルギーマネジメントシステム)
ドローンによるオンサイトEL測定サービス



ENEX2019

開催期間

2019年1月30日(水)～2月1日(金)

会場

東京ビックサイト

出展製品名
ToEMS (トーエネックエネルギーマネジメントシステム)



太陽光発電システム施工展

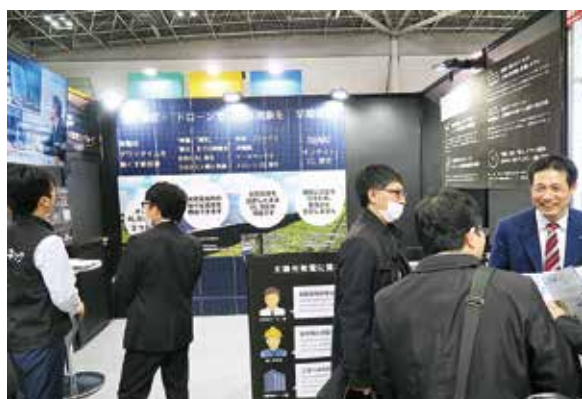
開催期間

2019年2月27日(水)～3月1日(金)

会場

東京ビックサイト

出展製品名
オンサイトEL測定サービス
ドローンを使ったオンサイトEL測定サービス



名古屋 設計・製造ソリューション展

開催期間

2019年4月17日(水)～19日(金)

会場

ポートメッセなごや

出展製品名
ToEMS (トエムス)
MiELCAST (みえるキャスト)
MiELDieCAST® (みえるダイカスト®)
MiELPLAS® (みえるプラス®)



受賞・表彰の記録

受賞日・受賞名	内 容	担当者	備 考
2018.11.14 (公財)電気科学技術奨励会 「電気科学技術奨励賞」	高圧需要向け新型力率改善装置の開発と実用化	小林 浩	共同受賞 東北電力(株) 三菱電機(株)
2019.2.28 (一社)電気学会 静止器研究会 「優秀奨励賞」	単相コンデンサの常時設置による配電線の電圧不平衡抑制手法	藤田 悠	
2019.3.25 (一社)日本電気協会 「特別功績者表彰」	オンサイトEL測定による太陽電池の異常箇所検出手法の開発	小林 浩 西戸 雄輝 青山 泰宏	
2019.6.7 (一社)電気設備学会 学会賞学術部門論文賞	制御方式を簡素化した自動力率調整装置の開発と評価	藤田 悠 小林 浩	共同受賞 青木 睦 (名古屋工業大)
2019.7.3 (一社)日本電設工業協会 「環境大臣賞」	J E C A F A I R 2019 製品コンクール オンサイトEL測定サービス	西戸 雄輝 青山 泰宏	



第37回電気設備学会全国大会に参加して

1 はじめに

2019年8月29日と30日の2日間にわたり、第37回電気設備学会全国大会が福岡工業大学で開催された。本稿では、筆者が聴講した発表や当社の参考になる発表とともに、技術研究開発部からの発表を紹介する。なお、プログラムの詳細は、電気設備学会誌2019年8月号、または電気設備学会ホームページを参照されたい。

2 一般講演

(1)「瞬時負荷分析を基にした最適な変圧器容量に関する考察」

発表者：名古屋工業大学 染葉 美樹 氏
(発表概要)

新設の受電設備で変圧器容量を選定する際には、係数を掛けるなどで大きめにすることが多い。また改修時には負荷電力の測定データを参考にすることがあるが、瞬時負荷変動があるとやはり大きめに選定する場合がある。そこで、適切な変圧器容量を1秒単位の負荷電力実測データを用いて検討した。

実測データを用いて年間の変圧器損失が最小となるように容量を選定すると、夏季などの重負荷季には瞬時的に定格容量以上の過負荷がかかる容量となったため、この影響を検討した。具体的には、負荷電流による変圧器温度を電磁界解析ソフトで変圧器モデルを作成して計算した。その結果瞬時的な過負荷は、変圧器寿命には影響しないことを確認した。

(筆者の感想)

設計事務所との共同研究である。発表後、対象変圧器はトップランナー変圧器か、実際の現場では損失低減よりも電気室を小さくできるメリットが大きいなどの質問や意見があった。変圧器温度を電磁界解析ソフトで定量的に検討しているところに研究の価値がある。実測との整合の検証などの課題はあるが、当社が実施している電気設備劣化診断の研究にも参考になる。

(2)「変動する再生可能エネルギー由来の電力を利用したCO₂フリー水素製造システム その2 蓄電池併設による水素製造効率の改善効果」

発表者：(株)大林組 内海 豊 氏

(発表概要)

大林組では事業継続計画(BCP)と新規事業開発の両面で水素利用可能性を検討しており、同社技術研究所に実験規模の水素製造装置と燃料電池を設置し、研究を進めている。システム設計の経緯などは昨年発表されており、今年は太陽光発電システム(PV)と蓄電池を併設した場合としない場合の水素製造原単位(1Nm³の水素を製造するのに必要な電力量)を比較した結果が発表された。

蓄電池をうまく活用し、短時間に高負荷率で水素製造装置を稼働させるのが、原単位向上にはよい。その理由は、水素製造装置を低負荷率で稼働させると補機電力の比率が高くなり効率が低くなるためである。

(筆者の感想)

水素利用可能性については、様々な分野で研究が始まっており、特にPVなどの再生可能エネルギーの余剰電力貯蔵への活用が注目されている。当社も安全創造館のマイクログリッドに水素製造装置と燃料電池を追加設置し、水素活用方法や関連設備の設計・施工方法の研究を行う予定であるが、この発表のように先行して進んでいる研究の知見を活用し、独自性のある研究成果を出したい。

(3)「ELCB不要動作の原因調査および対策」

発表者：(株)きんでん 切本 裕基 氏

(発表概要)

某工場でファン設備を新設し稼働させたところ、漏電遮断器(ELCB)(100AF、高速型、整定値500mA)の不要動作が発生した。そこで当該設備の動作確認試験を実施し、電流波形の高調波などを測定し分析した。

その結果、主幹開閉器として使用されている電磁接触器の開放時に第3調波を含む漏洩電流が多く流れることが分かった。またこの電磁接触器は海外製であり、T相遮断後にS相・R相が遮断され、



開極時間に差があることが分かった。よって、開極時間のばらつきにより対地電圧が不平衡になり漏洩電流が流れたこと不要動作の原因であると判断した。

対策として、電磁接触器の日本製への交換とELCBの整定変更を検討し、漏洩電流が流れた際の接触電圧が50V以下になることを確認した上で、ELCBを時延型の1s設定に変更した。

(筆者の感想)

海外製機器の導入によるトラブルは、当社もこれまでに多く経験しており、選定時には注意する必要がある。また、このような障害事例は業界内で共有化する必要があり、積極的に学会等で発表していくべきである。

(4) 既存病院施設運用における高圧停電作業削減への取組

発表者：(株)ユアテック 草壁 正典 氏

(発表概要)

BCP対策として非常用発電機500kVAを1000kVAに改修する工事に際し、高圧停電時間の削減と作業時の確認手法を検討し実践した。当初は、高圧母線張替工事や、高圧母線連絡用遮断器、高圧可搬式発電機用遮断器の増設工事などで、計4回、合計27時間の全館停電が必要と試算していた。これに対し、客先から全館停電時間の削減要望があった。

そこで変圧器の低圧側に仮設発電機を接続し、本設電源と仮設電源を切替できる「高速型電源切替装置」の設置を提案した。これは東日本大震災時に可搬式高圧発電機が入手困難であった経験をもとに工事内容を見直したものである。この対策により、停電回数を部分停電2回と全館停電1回に削減し、客先の要望を達成した。

(筆者の感想)

停電作業の削減は、改修工事であればどの現場でも発生する課題である。当社も現場ごとに様々な工夫を行っていると思われる。そういう内容は現場技術力のアピールにつながるため、電気設備学会での発表に値すると考えている。

(5) 高圧進相コンデンサの電流測定手法の検討

発表者：(株)関電工 坂本 英雄 氏

(発表概要)

最近、高調波引き込み現象による進相コンデンサ(SC)用直列リアクトルの障害が多くなっており、波形レベルでのSC電流測定が必要である。しかし、一般的なSC回路には電流計や変流器(CT)がないため、直接電流を計測できない。これまでは、受電電流と各変圧器フィード電流をクランプセンサを用いて測定し、実効値を引算してSC電流を計算していた。しかしこの方法では引き込み現象のような過渡現象を測定できないため、実効値ではなく波形レベルで引算する方法を考案した。多チャンネル入力があるオシロを用いることを考えたが、市販されていなかったため、多チャンネルの波形を入力して内部で引算する回路を持った「結合器」を自作し現場で検証した。その結果、引き込み現象の発生把握には十分な精度を有することを確認した。

(筆者の感想)

発表者は高調波障害に関わる実測を多く行ってきたとのこと。その経験から現場でより正確なデータを測定するという課題の解決とともに、データ分析や対策立案といった技術力向上も実現している。

(6) 試運転・調整業務のデジタル化による建設現場の生産性向上

発表者：(株)竹中工務店 五十嵐 賢 氏

(発表概要)

働き方改革に伴い建設現場における自社の各工程の工数を調査した結果、電気・給排水・空調の設備工事が上位三つを占め、特に工事中期から後期にかけて設置した機器の試運転・調整とその記録に多くの工数を要していることが分かった。具体的には、絶縁抵抗測定・接地抵抗測定・照度測定・コンセントの結線確認などを、限られた時間で行う必要があり、特に照度測定は太陽光の影響を受けない夜間に行うため作業負担が大きい。

そこで、既存の図面高速閲覧・共有アプリに、測定場所と測定値のデジタル記録機能、計測結果の自動判定機能、記録帳票の自動作成機能を追加した新しい計測システムを開発した。これにより、前準備の工数は増えるものの、業務全体の工数が50%削減された。

(筆者の感想)

当社でも同様な課題があることを把握しており、本年度は技術研究開発部も協力して、現業部門の業務効率化・生産性向上に取り組んでいる。新しい手法を導入すると、この発表にもあるように前準備の工数が増えたり、導入初期には一時的に業務時間が増えることもあるが、全体として効率化できる手法であれば積極的に導入すべきである。

(7) 集合住宅向けエネルギーマネジメントシステムの開発

発表者：大成建設(株) 小澤 健司 氏

(発表概要)

駅前の市街地にありシネコンや高齢者施設も併設した161戸のマンションに自社で開発したHEMS (Home Energy Management System)を導入し、居住者が一体で参加できるようなエネルギーマネジメントを実現した。このHEMSの特徴は、シンプルな画面表示、階層が深くなく使いやすい画面構成、前日との比較が容易、表示端末にインターホンの7インチ画面を採用などである。特にインターホン画面の採用は、インターホンがマンション専有部に設置されているが修繕積立対象となる住宅共用設備であり、マンション全体で修繕をしやすい設備であることに着目した仕様である。また、住民に省エネを意識してもらうためランキング表示などの機能を装備している。

(筆者の感想)

このHEMSの画面はとても洗練され、見やすさや分かりやすさを意識したデザインであると感じた。誰が画面をデザインしたか質問したところ、社内でデザインを専門としている部署に依頼したとのこと。当社でもToEMSを活用した見える化システムをお客さまに提案しているが、画面の見やすさや分かりやすさは極めて重要である。また、修繕を考えてインターホン画面を採用したという着眼にも独自性がある。

3 シンポジウム**主テーマ：****「電力貯蔵の主流は何になるか(水素か蓄電池か揚水か)」**

電力貯蔵をキーワードに、水素・蓄電池・揚水発電のそれぞれの立場から、技術開発状況や課題が紹介され、その後質疑応答などのディスカッションが行われた。

(1) 水素エネルギー社会に向けた取り組み

発表者：東芝エネルギーシステムズ(株) 佐藤 純一 氏

水素利用の大きなメリットは、エネルギーの季節シフトをできる点。現在の水素製造コストは100円/Nm³であるが、水素基本戦略では、2030年に30円、将来的に20円を目標としており、ここまで安くなると他の燃料とおおむね同じレベルになる。合わせて、水素を製造する水電解装置のコストも現在の20万円/kWの1/4にすることが目標である。

(2) 再生可能エネルギーの主力電源化に向けたリチウムイオン電池の活用

発表者：パナソニック(株) 吉田 和弘 氏

固定価格買取制度により再生可能エネルギー発電の普及が進んだが、需給バランス維持、電圧変動などの課題があり、すでに九州ではPVの出力抑制が何度も発生している。この対策として同社ではリチウムイオン電池を用いた蓄電池システムを開発している。最近の地震災害での停電時には蓄電池システムが有効であった事例があり、事業継続計画(BCP)対策としての普及も期待される。

(3) 再生可能エネルギーの大量導入と揚水発電所の運用

発表者：九州電力(株) 岩佐 宗八 氏

九州電力管内の揚水発電所は合計230万kWある。以前は負荷平準化を目的に夜間電力で揚水運転を行っていたが、最近は昼間に発生する太陽光発電の余剰電力で揚水運転を行うことで、需給バランス調整に活用しており、現在は揚水発電量の3/4が昼間の運転によるものである。揚水発電所は発電開始までの立ち上げ時間が5分程度と短いのが特徴であり、電力系統事故時などの緊急発電

にも活用できる。ただし、運転回数が増えると点検頻度も増えるため、点検による停止期間を短くすることが課題であり、さまざまな取り組みをしている。

(4) ディスカッション

Q：揚水発電を今後増やすのは可能か。

A：環境調査を含めると運転開始まで20年程度かかり新設は困難。

Q：水素の価格は本当に安くなるのか？

A：水素の需要が増え、多く製造することが必要。大容量の製造装置の方が、水素製造効率は高い。

Q：揚水発電、蓄電池、水素の総合効率は？

A：揚水発電は約70%、蓄電池はシステム効率で約90%、水素は電力→水素→電力の変換効率で約30%が現状である。

Q：リチウムイオン電池の安全対策は？

A：不具合の主要因は電池セル内部に異物が入ることであり、製造過程での対策が重要である。

(筆者の感想)

再生可能エネルギーの大量導入に対する揚水発電所運用の詳細解説を聞いたのは初めてで、当面の電力系統安定化のためには極めて重要な取り組みであることが理解できた。一方、地球温暖化対策のためには水素活用は必須であり、当社もお客さまに提案できるような水素利用方法を検討していく。

4 技術研究開発部からの発表

今年の全国大会では、技術研究開発部から4件の発表を行った。当社の研究成果2件と、電気設備学会の各種委員会等に参加して活動した成果2件である。以下に概要を紹介する。

(1) 多目的最適化手法を用いたコージェネレーションシステム運用計画の作成

発表者：技術研究開発部 棚橋 優

(発表概要)

これまでも取り組んできたコージェネレーションの最適運用計画の作成手法の研究である。2年

前の全国大会では、省コストのみを目的とし、遺伝的アルゴリズムという最適化手法を用いた運用作成手法を提案し、ランニングコストの削減効果があることを発表した。しかし、電力とガスの価格バランス次第では、省コストと省エネルギーが相反する場合があります。エネルギー削減量を一定量確保し、その範囲でコストを最小にすることが必要である。そこでそれを実現する多目的最適化手法を適用した運用計画作成手法を提案し、その有効性を検証した。

(2) リチウムイオン蓄電池システムの実測データを用いた電力変換効率・蓄電池効率の評価

発表者：技術研究開発部 大島 誠一郎

(発表概要)

当社の安全創造館に設置したマイクログリッドシステム(MGS)を活用した研究であり、MGS内のリチウムイオン電池システムを様々な充放電設定で動作させ、蓄電池本体やパワーコンディショナ(PCS)の充放電効率を実測した結果を報告した。PCSの充放電効率の実測値は充放電電力によって変わるが最高93%であり、定格値である87%を上回った。また、蓄電池本体の充放電効率も同様に充放電電力によって変わり、最高98%であった。これらの効率には周囲温度や蓄電池温度が影響すると考えられ、今後はそれらを加味した評価方法の確立が課題である。

(3) 高圧お客さまにおける電気設備のBCP対策の現状に関する調査研究(その1)

～ BCP対策用機器に関するアンケート調査 ～

発表者：技術研究開発部 藤田 悠

(発表概要)

BCPの検討において停電対策は極めて重要である。最近ではPVと蓄電池を組み合わせ、非常時に自立電源として使用できる蓄電池システムなどが製品化されている。しかしこれらのシステムに対する需要家のニーズ、実際の普及率、通常時の運用方法は調査事例が少なく明らかになっていない。そこで、蓄電池、太陽光発電、非常用発電機などのBCP対策に活用できる機器の現状をアンケート調査するとともに、将来蓄電池が普及した場合を想定し、蓄電池の充放電が配電線の電圧に

与える影響を検討した。その結果、現在の蓄電池の普及率は太陽光発電や非常用発電機と比較して極めて低く、充放電による配電線電圧への影響も小さいことなどを確認した。なお、本研究は電気設備学会からの委託研究である。

(4) 蓄電システムの計画・設計に関する調査研究 (第3報)

～ 蓄電池容量簡易計算シートの作成と計算例 ～

発表者：技術研究開発部 小林 浩

(発表概要)

筆者は電気設備学会の地球環境委員会の委員であり、その活動として「蓄電システム設計マニュアル」を作成した。これは国土交通省の建築設備設計基準をもとに、設備設計者が知っておくべき技術的内容を追記して作成したものである。また、このマニュアルに沿って必要な条件を入力し、蓄電池容量を簡易に算定する「簡易計算シート」を、表計算ソフトを用いて作成した。

また、簡易計算シートを用いた計算例として、PCSの効率について考察した結果を紹介した。蓄電池用のPCSや変圧器は負荷率が低いと効率が低下する。よって、BCP用途で蓄電池を設置する場合には、放電時にPCSの負荷率が低くなりすぎないようにPCS容量選定や放電方法の検討が必要である。

5 おわりに

本稿では、第37回電気設備学会全国大会の発表の一部と技術研究開発部からの発表を紹介した。昨年は技術研究開発部以外からの発表は2件であったが、今年は4件であった。学会発表や論文作成というと現業部門の技術者の方々は敷居が高いと感じるかもしれない。しかし、設計や施工の実務での技術的な工夫をまとめればよく、技術士試験の受験とともに、ぜひ興味を持っていただきたい。

2021年の全国大会は名古屋工業大学で開催予定であり、地元である当社から20件程度の発表をしたいと考えている。そのために技術研究開発部では、テーマ選定、論文作成、発表準備などを積極的に支援していく。こうした活動が当社の技術力のさらなる向上につながれば幸いである。

学会・雑誌等への発表・投稿

件 名	著者（発表者○）および関係者	発表機関・掲載誌
PSOを活用したマイクログリッド最適運転計画作成手法	○棚橋 優、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	電気学会システム/スマートファシリティ合同研究会 2018.11
総合エネルギーシミュレーションツールを用いた需要家への蓄電池システム導入効果の評価	○小林 浩(技術研究開発部)、 滝澤 総、二宮博史(日建設計)、 柳原隆司(RY 環境・エネルギー設計)、 村上周三(建築環境・省エネルギー機構)	電気学会システム/スマートファシリティ合同研究会 2018.11
セラミックフィルターを用いた旋回式クロスフローによる切削排液の油水分離	小林信介、早津祥秀、板谷義紀(岐阜大学)、 加藤勇治(技術研究開発部)	廃棄物資源循環学会論文誌、 Vol.29、pp. 219 ~ 236、 2018.11
単相コンデンサの常時設置による配電線の電圧不平衡抑制手法	○藤田 悠、小林 浩(技術研究開発部)、 青木 睦(名古屋工業大学)、上西宏和(中部電力)	電気学会静止器研究会 2018.12
インバータ空調機の普及を考慮した需要設備の高調波対策	○小林 浩、藤田 悠(技術研究開発部)	電気学会スマートファシリティ研究会 2019.1
概算積算業務への機械学習活用の一検討	○三井佑悟、水野 誠、小林 浩(技術研究開発部)	電気学会スマートファシリティ研究会 2019.1
ビル直撃雷における接地極間電位差算出法の検討	○小木曾将人、小森駿矢、安井晋示(名古屋工業大学)、 山本達也、小林 浩(技術研究開発部)	電気学会高電圧研究会 2019.1
太陽電池のEL測定用ドローンの開発	西戸雄輝、青山泰宏(技術研究開発部)	(一社)福岡電業協会 会報誌「福電協会報 第89号」 2019.1、p.12 ~ 16
シミュレーションを活用した運用段階のエネルギーマネジメント手法に関する研究 第2報—水蓄熱とCGSを併設した病院の熱源システムにおける暖房時の運用改善検討	千葉理恵(技術研究開発部)、 田中英紀、奥宮正哉(名古屋大学)	空調調和・衛生工学会 論文集 No.263 pp.1 ~ 9 2019.2
マイクログリッドの運用最適化におけるコージェネレーションの運転実績	○千葉理恵、棚橋 優、西戸雄輝、 小林 浩(技術研究開発部)	空調調和・衛生工学会 中部支部 第20回学術研究発表会 2019.3
トーエネックの2019年度全社技術研究発表会で社長賞を受賞！太陽光発電設備のメンテナンス用ドローンの開発	西戸雄輝(技術研究開発部)	月刊『電気現場』2019年3月
リチウムイオン蓄電池システムの充放電設定に関する実験と考察	○大島誠一郎、小林 浩(技術研究開発部)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3
SVMによる誘導電動機の電氣的・機械的故障診断	○浅野恵介、エサキムトゥ、 バンダラコンシリナータン・グナセカランサントス、 水野幸男(名古屋工業大学)、 中村久栄(技術研究開発部)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3
I-V特性を用いたPVアレイの不具合判定に関する研究	○山田智徳、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3
ガラス割れモジュールのI-Vカーブ推定	○澤田 賢、上田紘巨、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3
%電力量を用いたPVシステムの長期運用評価	○牧野貴駿、山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3
セルの遮光面積とホットスポット発生時間の関係	○上田紘巨、佐藤弘輝、澤田 賢、 山中三四郎(名城大学)、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩(技術研究開発部)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3

件 名	著者（発表者○）および関係者	発表機関・掲載誌
特別高圧系統切替時の配電用変電所における高調波電圧推定方法	○高田尚樹、青木 睦(名古屋工業大学)、 藤田 悠、小林 浩(技術研究開発部)、 上西宏和、金沢由樹(中部電力)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3
ビル直撃雷における接地極間電位差算出法の検討ー電位干渉による算出法ー	○小木曾将人、小森駿矢、安井晋示(名古屋工業大学)、 山本達也、小林 浩(技術研究開発部)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3
電圧変動抑制、高調波抑制等の電力品質適正化技術	○小林 浩(技術研究開発部)	平成31年 電気学会全国大会 2019.3
電圧不平衡の発生原理と影響	藤田 悠、小林 浩(技術研究開発部)	月刊『電設技術』2019年6月号
電圧不平衡への対策例	藤田 悠、小林 浩(技術研究開発部)	月刊『電設技術』2019年6月号
エネルギーデータの分類と診断・異常検出への活用	小林 浩(技術研究開発部)	電気学会電力・エネルギー部門誌 2019年6月号
太陽光発電点検へのドローン活用	○小林 浩、西戸雄輝、青山泰宏(技術研究開発部)	安全工学シンポジウム 2019.7
太陽光発電設備のメンテナンス用ドローンの開発	西戸雄輝、青山泰宏(技術研究開発部)	BELCA NEWS 2019年7月号
集合住宅におけるインセンティブ型デマンドレスポンスの効果検証	○青山泰宏、小林 浩、西戸雄輝(技術研究開発部)	電気学会スマートファシリティ研究会 2019.8
自動火災報知設備の更新における足場レス工具の開発	○岩田三徳、三浦 定(岡崎支店刈谷営業所)	電気設備学会全国大会 2019.8
芸術文化施設における照明設備のリニューアル事例	○大津宏之、北原義之、中村厚志(中部本部内線部)、 發田隆治、日守 鍊、山田拓磨(パナソニック)	電気設備学会全国大会 2019.8
特高受変電設備のリニューアル事例	○楯 雄斗、崎畑優一、市川孝二、 中村厚志(中部本部内線部)	電気設備学会全国大会 2019.8
空気圧設備の最適制御と管理による省エネ手法の紹介	○佐々木光則(営業本部営業部)	電気設備学会全国大会 2019.8
多目的最適化手法を用いたCGS運用計画の作成	○棚橋 優、千葉理恵(技術研究開発部)、 西脇 修(お客さまサービス部)	電気設備学会全国大会 2019.8
蓄電システムの計画・設計に関する調査研究(第1報) ー蓄電システム設計マニュアルの提案ー	○滝澤 総(日建設計)、 寺田克己(東芝インフラシステムズ)、 小林 浩(技術研究開発部)、 鷹野一朗(工学院大学)、 森 明(産業廃棄物処理事業振興財団)、 米原 賢(国土交通省)	電気設備学会全国大会 2019.8
蓄電システムの計画・設計に関する調査研究(第2報) ー容量算定法の概要と留意事項ー	○寺田克己(東芝インフラシステムズ)、 滝澤 総(日建設計)、 小林 浩(技術研究開発部)、 小田島範幸(清水建設)、 小野田修二(大成建設)、 上村 健(鹿島建設)	電気設備学会全国大会 2019.8
蓄電システムの計画・設計に関する調査研究(第3報) ー蓄電池容量簡易計算シートの作成と計算例ー	○小林 浩(技術研究開発部)、 滝澤 総(日建設計)、 寺田克己(東芝インフラシステムズ)、 菊池良直(東光電気工事)、 留目真行(関電工)、 丸林洋大(パナソニック)	電気設備学会全国大会 2019.8
リチウムイオン蓄電池システムの実測データを用いた電力変換効率・蓄電池効率の評価	○大島誠一郎、小林 浩(技術研究開発部)	電気設備学会全国大会 2019.8

件 名	著者（発表者○）および関係者	発表機関・掲載誌
高圧お客さまにおける電気設備のBCP対策の現状に関する調査研究（その1） ～ BCP対策用機器に関するアンケート調査 ～	○藤田 悠、小林 浩、山内雅夫（技術研究開発部）、 金沢由樹、上西宏和（中部電力）、 堀口康児（中部電気保安協会）、 雪田和人、松村年郎（愛知工業大学）	電気設備学会全国大会 2019.8
高圧お客さまにおける電気設備のBCP対策の現状に関する調査研究（その2） ～蓄電池導入による配電線電圧のシミュレーション～	○加藤巨輝、堀江俊介、雪田和人、 松村年郎（愛知工業大学）、 藤田 悠、小林 浩、山内雅夫（技術研究開発部）、 上西宏和、金沢由樹（中部電力）、 堀口康児（中部電気保安協会）	電気設備学会全国大会 2019.8
熱画像を利用したバイパスダイオードの開放故障判定方法に関する研究 ーモジュール12直列での検討ー	○上田紘巨、澤田 賢、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	電気設備学会全国大会 2019.8
PID現象の発生したPVモジュールのEL輝度とシャント抵抗の関係	○澤田 賢、上田紘巨、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	電気設備学会全国大会 2019.8
ビル直撃雷によるIT系統での分電盤過電圧の解析	○小森駿矢、小木曾将人、安井晋示（名古屋工業大学）、 山本達也、小林 浩（技術研究開発部）	電気設備学会全国大会 2019.8
配電系統切替による高調波電圧低減効果の評価	○小林 浩、藤田 悠（技術研究開発部）、 青木 睦（名古屋工業大学）、 金沢由樹、上西宏和（中部電力）	電気学会電力エネルギー部門大会 2019.9
PID現象の発生したPVモジュールのEL輝度とFFの関係	○澤田 賢、上田紘巨、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	電気学会電力エネルギー部門大会 2019.9
熱画像を利用したバイパスダイオード開放故障判定方法に関する研究 ーストリングの開放故障検出ー	○上田紘巨、澤田 賢、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	電気学会電力エネルギー部門大会 2019.9
PVストリングI-V特性の異常検出法に関する研究Ⅱ ー目視評価との比較検討ー	○山田智徳、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	電気学会電力エネルギー部門大会 2019.9
配電系統切替による高調波電圧低減のための基礎検討	○小林 浩、藤田 悠（技術研究開発部）、 青木 睦（名古屋工業大学）、 上西宏和（中部電力）	電気学会電力技術/電力系統技術 合同研究会 2019.9
PVストリング I-V特性の異常検出法に関する研究	○山田智徳、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会 2019.9
PID現象の発生したPVモジュールの R_{sh} とFFの関係	○澤田 賢、上田紘巨、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会 2019.9
熱画像を利用したバイパスダイオードの開放故障判定方法に関する研究 ー抵抗による発熱温度の調節ー	○上田紘巨、澤田 賢、山中三四郎（名城大学）、 青山泰宏、西戸雄輝、小林 浩（技術研究開発部）	電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会 2019.9

各種学会・士会への加入奨励について

当社にとって、技術者一人一人が技術力を向上させることはいうまでもなく重要であり、その手段として図1に示すものが挙げられる。このうちいくつかは、教育センターにより進められているが、最新の技術情報や技術動向をタイムリーに得るには、各種学会・士会への加入が最も有効な方法である。このため当社では社員に対し、学会・士会への加入を奨励している。

また、技術士に挑戦する社員にとって、学会を通じて得られる各種情報は極めて役に立つと言われている。

各種学会は、最新技術の解説や施工事例の紹介を、会誌や見学会、講習会といった学会事業により提供している。これらの情報は、各個人が技術力を高めるきっかけとなることに加え、お客さまへ技術的な提案やアドバイスを行う情報源となる。また各士会も、同様に詳細な技術情報の提供や見学会を行っており、活用が期待できる。

社内に学会・士会の加入者が増えることは、社員の技術への関心を高め、会社全体の技術レベルの向上につながるほか、お客さまの当社技術力に対する信頼を高める期待もある。

特に電気設備学会について、同業他社が競って加入者を増やすのはこのためであろう。

当社業務に関係が深いと思われる学会・士会は表1のとおりであるが、業務上の必要に応じてこの限りではない。自分の業務に関係の深い学会・士会に是非加入し、技術力の向上に努めていただきたい。

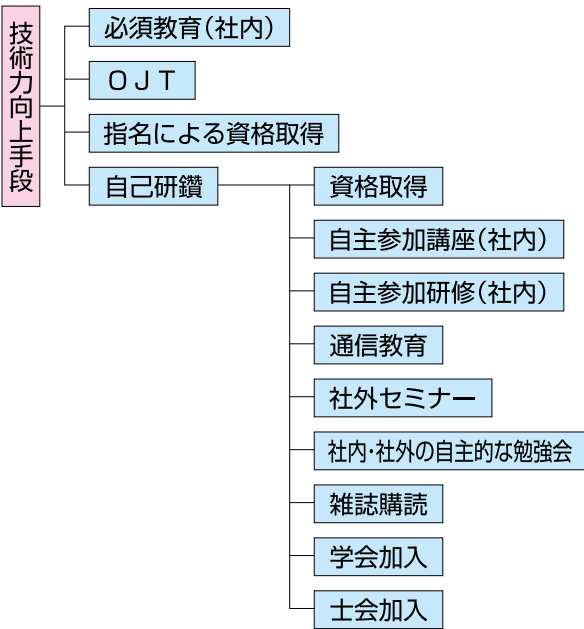


図1 技術力向上手段

表1 学会・士会

学会、士会名
電気設備学会
電気学会
空気調和・衛生工学会
日本建築学会
電子情報通信学会
情報処理学会
照明学会
日本技術士会
計装士会
建築士会

学会加入奨励については、イントラネットの部署情報で、「技術研究開発部だより」内の「各種学会・士会の加入奨励について(通知) (H21.2.3 発信文書)」を参照していただくか、技術研究開発部にお尋ねください。

編集後記



撮影：古田涼亮「長野県 平石農場ひまわり畑」

当社技術力の共有化を目指してTDレポートを創刊したのが昭和61年。それから平成、令和と3時代に亘り研究開発報告や各部門の施工事例などを掲載し続けており35号となった。

平成の前半頃、今から20年ほど前まではFS研究所という部署名で研究開発を行っていたが、社内での認知度は低かったと思う。TDレポートを通じて少しでも私たちの活動を知っていただけるよう編集していたことが想い出される。

それからイントラネットで部署ページを開設したり、社内報へ研究者紹介記事を掲載したりと、少しずつ社内への露出を増やす取り組みを始めてきた。昨年度からは、各支店・方面本部に直接訪問し、開発成果の説明会を開催することを始めた。

何か困ったときなどにすぐに相談してもらえる部署になるためにも、令和になったこれからも様々な取り組みにチャレンジしていきたい。(未)

TDレポート 第35号

令和元年10月発行

編集

株式会社トーエネック技術研究開発部 TDレポート編集委員会
TEL(052)619-1707 FAX(052)619-1705
〒457-0819 名古屋市南区滝春町1番地79

Techn

TDR

vol.35 2019.10 TDRレポート

快適以上を、世の中へ。

TOENEC

株式会社 トーエネック
名古屋市中区栄1丁目20番31号
TEL(052)221-1111