

# JECTEC NEWS

一般社団法人 電線総合技術センター

MARCH  
2015.3  
No.74



浜松市 奥山公園 桜まつり 撮影：情報サービス部 事務員 児玉 晴加

## CONTENTS

巻頭言	2	試験認証	
技術レポート		・ IEC/TC20/WG17・WG18 バリ会議 報告	16
・ バルス NMR によるポリマーの分子運動解析	3	・ 耐火・耐熱電線等認定・評定番号一覧表	17
研究開発		情報サービス	
・ 化学物質規制調査研究会 工場見学報告～大洋塩ビ株式会社～	7	・ 平成 26 年 JECTEC 九州研修会開催報告	18
・ 導体サイズアップの施工上の課題に関する調査研究	8	・ 第 80 回 JECTEC セミナー 「電線絶縁材料開発・応用と異物解析・分析技術」開催報告	19
技術サービス		・ 平成 26 年度電線押出技術・技能伝承研修 「電線技術者・材料設計者のための実習付電線押出機研修会」開催報告	20
・ JECTEC の電線・ケーブルの燃焼試験について (その 6)	10	談話室	
・ Massy Yamada の物理教室 (その 6)：導体と導体構成及び導体抵抗	12	・ 皇居乾通り・秋の一般公開	22
・ 欧州の試験所調査報告	14	会員の声	23



# 巻頭言



## JECTEC殿と共に

一般社団法人 日本電線工業会  
専務理事

### 本郷 祥介

私はかつてケーブルメーカー在籍時には電力ケーブルから巻線、電子ワイヤー、通信ケーブル等各種の電線・ケーブルを販売してきました。そこで感じたのは、電線に関わる技術の奥深さであり、部品や装置類とは違う長手方向への品質管理の重要性です。昨年、東京電力殿「電気の史料館」を見学させてもらいましたが、大正～昭和の初期に製造されたベルトケーブルや日本最古のOFケーブルが展示されており、先人の優れた技術力に大変感銘を受けました。現在に至るまで、脈々とその技術が繋がっている訳ですが、製品の品質や安全性を担保する役割としてJECTEC殿に期待するところが大きく、今後も日本電線工業会と共に社会に貢献して頂ければと考えております。

JECTEC殿には各種の燃焼試験装置が揃っており、アジアに唯一のスタイナートンネル燃焼試験装置、国内に唯一の欧州建築資材指令に則ったEN50399試験装置や原子力発電所用ケーブルの難燃性規格IEEE1202試験装置など最先端設備を有しておられます。日本電線工業会におきましても、日本国内規格での安全評価や認証のみならず、世界の基準にも合致した評価を行う必要からJECTEC殿と共同で「ケーブル防災特性評価手法検討委員会」や「耐火・耐熱電線専門委員会」における活動を通じて、欧州ケーブル難燃試験EN50399への対応や海外状況にも準じた耐火ケーブルの技術基準の策定などを行っています。さらに、今後は環境という視点での評価や認証の重要性も増加するものと考えられます。そういった背景から、JECTEC殿は現在「燃焼ガス分析用気相FTIR装置」の導入を進めておられ、ビル等の建造物や鉄道・船舶等に使用する部材の欧米などでの燃焼ガス毒性評価の規制が強まる中、先手を打って対応されておられることは頼もしい限りであります。

また、電線の「ものづくり」の観点から共催させて頂いている各種セミナーや長物製品の根幹である実習付きの電線押出研修も会員各社様から大変好評であり、さらには先日開催された「海外電線製造機械メーカーの技術動向」についてのセミナーは正に時宜を得たものであり、このような企画をしていただいたことに感謝申し上げる次第です。

現在、日本電線工業会では、東京オリンピック・パラリンピックを2020年に控え無電柱化を推進する為の技術課題検討会に参加しております。又、軽量化・低コスト化を狙った導体のAL化WGも立ち上げ、EVケーブル・PVケーブルについては、長期信頼性確認・標準化に向けて取組んでいるところです。その他にも技術課題がありますが、電線は前述しましたように簡単そうに見えますが奥深いもので様々な角度から検証していく必要があります。そのような状況の下、JECTEC殿と共にその社会的使命を果たしていきたいと思っておりますので、今後ともご支援、ご協力を宜しくお願い申し上げます。

## パルス NMR によるポリマーの分子運動解析

株式会社三井化学分析センター 関根 素馨

### 1. パルス NMR について

#### (1) 概要

NMRの利用法の多くは、高分解能装置のスペクトル解析より、分子の化学構造を決めるときに使用されている。NMRは化学シフトを用いた化学構造解析以外に緩和時間による相関時間(分子運動性)の情報も得ることが可能である<sup>1-4)</sup>。パルスNMRは、この緩和時間測定による分子運動性の情報から、物性的な評価<sup>5)</sup>をすることを目的として利用されている。緩和時間は、縦緩和時間( $T_1$ )と横緩和時間( $T_2$ )があり、パルスNMRは、主にプロトンがもつ磁石の磁気双極子相互作用した横緩和時間( $T_2$ )を測定することが多い。横緩和時間( $T_2$ )は分子運動性が凍結したところからゴム状のサンプルのときに用いる。測定時間は、汎用的なポリマーの場合、1～10分くらいと短く、多数のサンプルを短期間に測定することが可能である。そのため製品の工程管理、もしくは開発サンプルの物性比較などの相関関係<sup>6,7)</sup>を調べるのに有用である。装置は静磁場に永久磁石を用い、20～25MHzのプロトンの共鳴周波数のものが多く使われている。その他の観測核種として<sup>19</sup>F核も検出できるため、フッ素系樹脂の分子運動性を調べることも可能である。

#### (2) パルス NMR の簡単な原理と実測データ

パルスNMRはゲルや液状に近いものから固体状態までの広範囲な材料に対応できる。実際に観測される横緩和時間( $T_2$ )は磁場中に置かれたサンプル内のプロトン-プロトン間の磁石の相互作用の大きさにより決まる。その相互作用は、プロトン-プロトン間の距離が近ければ相互作用は大きく、離れていると小さくなる。また分子運動性が低い場合は、近接するプロトンの磁石影響が強いため相互作用が大きく、分子運動性が高い場合は、近接するプロトンの影響が小さくなるため相互作用は小さくなる。横緩和時間( $T_2$ )は、この相互作用が観測時間に対する磁化強度という減衰曲線にて現される。相互作用が大きい(分子運動性が低い)場合、減衰時間は短く、相互作用が小さい(分子運動性が高い)場合、減衰時間は長くなる。

実際の測定例として、ポリプロピレンを40℃にて測定した減衰曲線と3成分近似による運動性の異なる成分を波形分離解析した結果を図1に示す。この3成分近似によるそれぞれのy切片が各成分比率となり、同時に $T_2$

値も求まる(表1)。ポリプロピレンは結晶性高分子であり、分子運動性が凍結している結晶(ハード成分)と非晶成分(中間成分とソフト成分2成分)に分離して、存在比率を求めることができる。

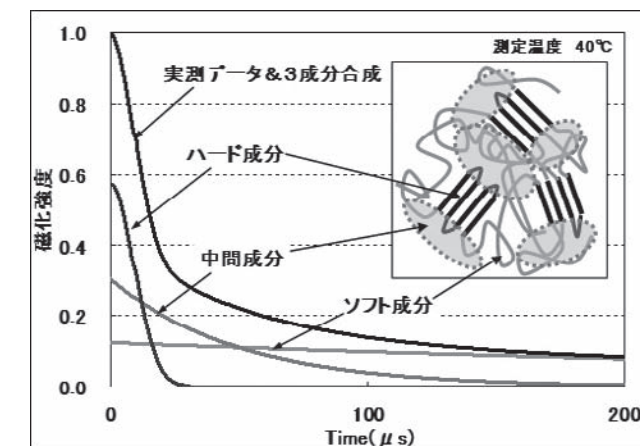


図1. 測定温度40℃におけるポリプロピレンの減衰曲線と波形分離データ

表1. 40℃におけるポリプロピレン各成分比率と $T_2$ 値

	存在比率(%)	$T_2$ 値(μs)
ハード成分	57.2	12.8
中間成分	30.4	49.4
ソフト成分	12.4	441

参考までにポリエチレン、ポリプロピレン系のサンプルについて、ハード成分量とX線回折、DSCより求めた結晶化度を図2に示す。

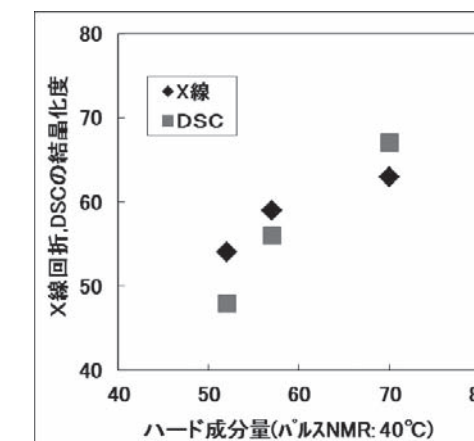


図2. パルスNMRとX線回折、DSCの比較



パルスNMRはプロトン量を観測しているため、ウレタン材料<sup>8,9)</sup>などの場合、2成分近似されたハード成分とソフト成分(図3)は化学構造が異なるため、そのままでは存在(重量)比率にはならない。重量比率を求める場合、実測から求めた値に単位ユニットにおける構造の分子量あたりのプロトン比を用いて換算する必要がある。

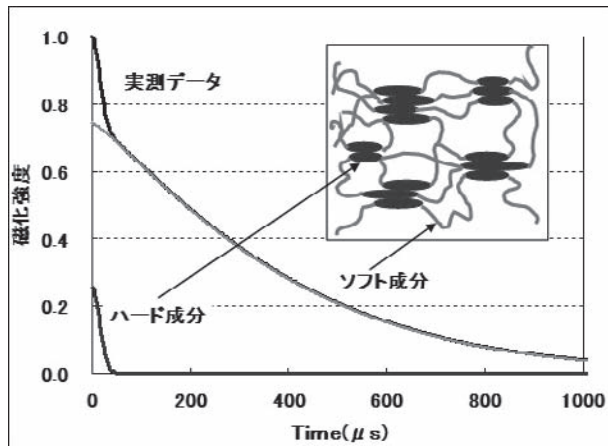


図3. 室温測定における軟質ウレタンフォームの減衰曲線と波形分離データ

### (3) パルス NMR から得られる情報

パルスNMRは、空間的な分子鎖の自由度により分子鎖の運動性が異なるため、結晶と非晶の違いのみでなく非晶中の運動性の違いについても、状態が異なる成分の存在比率と分子運動性(緩和時間( $T_2$ ))を調べることができる。

またパルスNMRは、プロトンを観測しているため、目的のポリマーに無機フィラーやガラス繊維のようにプロトンをもたない添加物が混ざった状態において、ポリマーのみの情報を得ることができる。例えば同様に物性的評価を行う粘弾性測定の場合、サンプル全体の弾性率を求めているため無機フィラーを含めたデータとなる。したがって材料としての評価は粘弾性のデータとなるが、その中でポリマーのみの状態を調べるのはパルスNMRが有用である。

さらに測定時間が短いため、経時変化を数分おきに測定することができる。たとえば等温における結晶化、架橋反応などの物性(分子運動性)が変化するサンプルにて、結晶や架橋した状態の存在比率や分子運動性の変化を調べることができる。

## 2. 実際の材料評価

### (1) ゴム材料

#### ① 架橋密度と分子運動性の関係

ゴム材料は、規則構造を持たない非晶のゴム(エントロピー)弾性を示す高分子である。ゴム材料は三次元網目構造を形成し、ガラス転移温度以上のゴム弾性を示す領域では、硬さ、伸び、および弾性率については、網目構造の架橋密度により決まる。この架橋密度の違いにより、架橋近傍の分子鎖の自由度が変わるため、分子運動性と架橋密度<sup>10,11)</sup>には相関関係がある。

実際の測定例として、エチレン-プロピレン-ジエンゴム(EPDM)のソリッドゴムを測定した結果を図4に示す。このときEPDMの架橋と絡み合いとの違いを分離しやすくするため、四塩化炭素など(プロトンのない溶媒)にて膨潤し、絡み合い分子鎖の自由度を高くし、架橋と区別できるように実施した。測定データは波形分離により2成分近似し、架橋近傍の領域(束縛領域)と架橋から離れた領域(非束縛領域)に分離することができ、架橋近傍の領域(束縛領域)の $T_2$ 値より、分子鎖の拘束度合いの比較が調べられる。

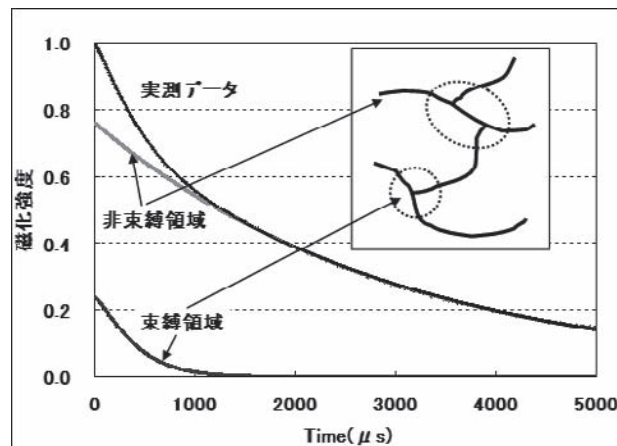


図4. EPDMの減衰曲線と波形分離データ

この測定に用いたソリッドゴムを親和性の良い溶媒にて膨潤させ、変化した体積量よりFlory-Rehnerの式を用いて架橋密度を算出し、架橋近傍の領域の分子運動性( $T_2$ 値)との相関関係を調べた結果を図5に示す。この結果より、架橋密度が高くなるにつれて、架橋周辺領域に分子運動性が低下する傾向が確認された。このことより、架橋の評価に関して、架橋剤量や劣化条件の違いによる架橋度について、パルスNMRを利用することで調べられる。

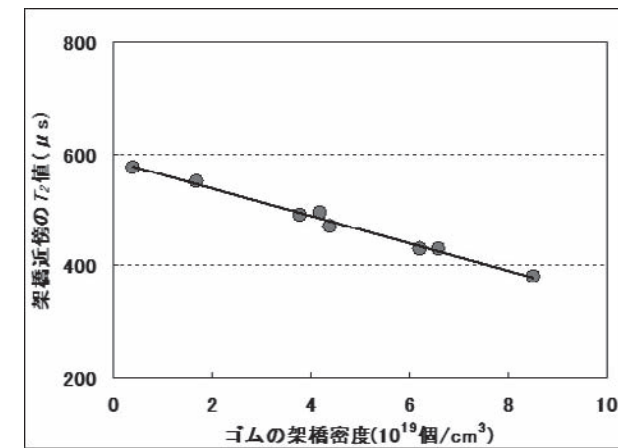


図5. 架橋密度と架橋近傍の $T_2$ 値の関係

#### ② 発泡ゴムにおける架橋密度評価

発泡ゴムは、セル構造(気泡)を有しているため、ソリッドゴムのように溶媒に膨潤させた体積量よりFlory-Rehnerの式からそのまま架橋密度を算出することはできない。そのため既存の方法にて架橋密度を測定することはできないが、ソリッドゴムの $T_2$ 値をもとに、同系統のゴムであれば、発泡ゴムを測定した $T_2$ 値と比較することで、概算の架橋密度を推定することができる。

### (2) 熱硬化性樹脂の物性評価

#### ① 架橋度合いと分子運動性の関係

エポキシなどの熱硬化性樹脂は、硬化前の液状の原料が反応し、分子鎖間の架橋が進行し、硬化していく。硬化により分子運動性が低下していくが、架橋の進行度合いが均一でないため、同じ分子鎖内に分子運動性が高い領域と低い領域が混在する。架橋の異なる状態が混在したサンプルに関して、パルスNMRを用いて分子運動性の違いによる架橋状態の相違を比較することができる。

実際の測定例として硬化途中のエポキシについて解析した結果を図6に示す。このときの分子運動性より、ハード成分は架橋により分子運動性がほぼ凍結した状態(高架橋状態)、中間成分は架橋しているが十分ではなく、分子鎖が動ける状態(中架橋状態)、ソフト成分は架橋が少なく、分子鎖の自由度が高い状態(低架橋状態)と考えられる。

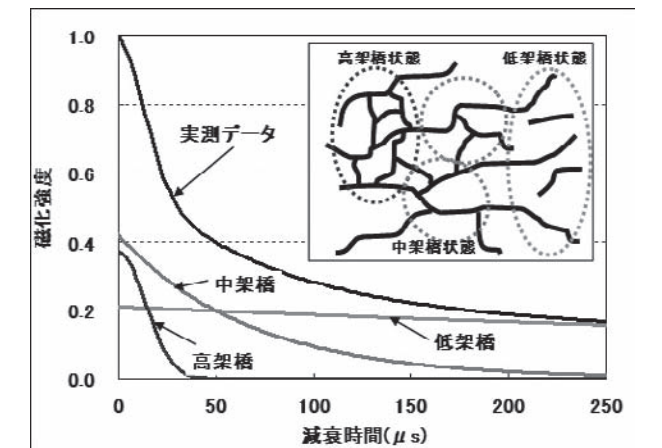


図6. エポキシの硬化状態とパルスNMRによる減衰曲線と波形分離データ

#### ② 硬化反応過程の測定

パルスNMRは測定時間が短く、最短1分ほどの間隔にて経時で測定できる。そのためサンプルの反応による状態変化を分子運動性から調べることが可能である。

実際の測定例として、エポキシの反応時間における分子運動性からみた架橋状態の変化を図7に示す。この硬化反応により、高架橋状態が増加し、低架橋状態が減少していく様子が分子の動きから調べられる。また硬化条件を変えることで、反応速度等が変化するため、硬化反応の条件検討にも用いることができる。

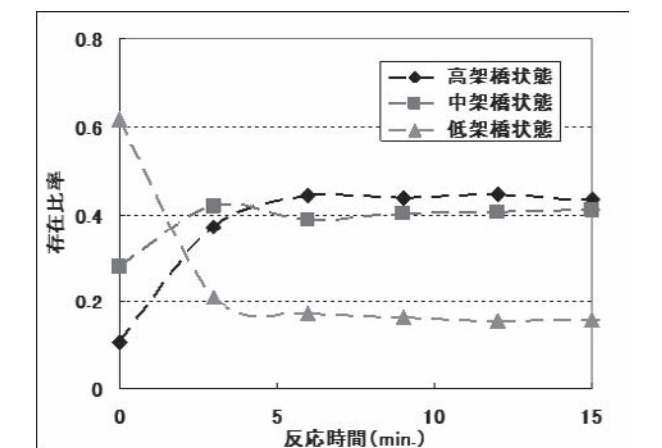


図7. エポキシの硬化過程における架橋状態と成分比率の経時変化

### (3) 塩化ビニルの劣化について

塩化ビニルは、それ自身では硬い材料であるが、フタル酸系などの可塑剤を添加することにより、柔軟性を付与して、電線材料などに用いられる。しかし長年使用していると経年劣化し、硬くなっていく。この劣化による硬化は可塑剤が抜けるなどの要因によると考えられる。

劣化度合いに関しては、硬度や機械強度などの物性的な評価もあるが、パルスNMRによる分子運動性の変化を調べることができる。

図8に新品の電線被覆材の塩化ビニルと加熱耐久試験後のパルスNMRの測定結果(室温測定)の減衰曲線と分子運動性の違いによる3成分近似の波形分離の解析結果を表2に示す。

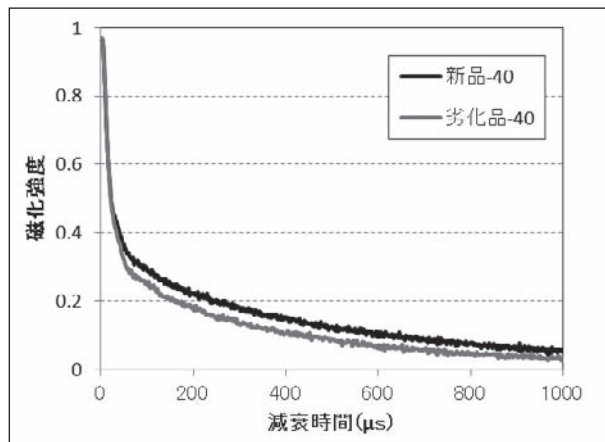


図8. 塩化ビニルの劣化前後の減衰曲線(室温測定)

表2. 塩化ビニルの劣化前後の成分比率と $T_2$ 値

	新品		劣化品	
	存在比	$T_2$ 値(μs)	存在比	$T_2$ 値(μs)
ハード成分	57.1%	14.9	57.2%	15.5
中間成分	25.8%	54.4	29.8%	47.3
ソフト成分	17.1%	414	13.0%	342

新品と劣化品の減衰曲線の比較より、減衰時間初期の分子運動性の低い成分は重なっている。しかし減衰時間が遅く、分子運動性の高い成分は劣化品の方が減衰は速くなっており、分子運動性が低下している。表2の解析結果より、ソフト成分の存在量が約4%少なくなっており、かつ $T_2$ 値も小さくなっている。ハード成分は可塑剤の影響を受けていない成分であり、新品と劣化品における差はほとんどない。可塑剤の影響を受けている主にソフト成分が、可塑剤の減少により、運動性が低下したと考えられる。

### 参考文献

- 1) 安藤 勲編:“高分子の固体NMR”, 講談社サイエンティフィック (1994) .
- 2) 斉藤 肇, 森島 績編:“高分解能NMR”, 東京化学同人 (1987) .
- 3) 安藤 勲他編:“NMRの応用”, 第5版実験化学講座8, 丸善 (2006) .
- 4) M. Mehring, “High Resolution NMR in Solid”, Springer (1983) .
- 5) 西岡 利勝, 寶崎 達也編:“プラスチック分析入門”, 丸善出版 (2011) .
- 6) H. Uehara, T. Yamanobe and T. Komoto, Macromolecules, 33, 4861 (2000) .
- 7) S. Sekine, H. Akieda, I. Ando and T. Asakura, Polym. J., 40, 10 (2008) .
- 8) R. A. Assink, J. Polym. Phys., Ed. 15, 59 (1977) .
- 9) 関根 素馨, 青木 正義, ネットワークポリマー, 19(1), 11 (1998) .
- 10) M. Ito, K. Kaneko, J. Sawanobori, Hori, H.: 日本ゴム協会誌, 76, 81 (2003)
- 11) Iwabuki, H., Nagata, K., Noguchi, T., Yamada, E.: 日本ゴム協会誌, 75, 469 (2002)

## 化学物質規制調査研究会 工場見学報告～大洋塩ビ株式会社～

### 1. はじめに

当センター主催の化学物質規制調査研究会では、化学物質規制に関連する調査研究・情報収集を行っています。その活動の一環として、以前から参加委員の要望のあった川上メーカーの見学会を開催しました。今回は被覆材の主材料として使用されている塩化ビニル樹脂を製造している大洋塩ビ株式会社にご協力頂きました。その内容について報告します。

■日時 2014年12月15日 14:00～16:40

■見学先 大洋塩ビ株式会社 四日市工場  
三重県四日市市霞1-8  
(東ソー(株) 四日市事業所内)

■参加者 当センターの化学物質規制調査研究会の委員計15名(13社)及びJECTEC4名の計19名

### 2. 見学会の概要

大洋塩ビ(株)は東ソー(株)(68%)、三井化学(株)(16%)、電気化学工業(株)(16%)からの出資により2000年4月1日より営業を開始した塩化ビニル樹脂の製造・販売を行っている会社です。今回は東ソー(株)四日市事業所内にある大洋塩ビ(株)四日市工場の塩化ビニル樹脂の製造現場を見学させて頂きました。最初に会議室にて四日市工場について、大洋塩ビ(株)の取扱製品及び塩化ビニル樹脂の製造方法についてご説明を頂きました。(写真1:会議室風景)



写真1 会議室での説明風景

次に、現場にて原材料である工業塩から塩ビモノマーの製造、重合缶での重合、袋詰め等の設備を見学させて頂きました。(写真2:塩化ビニル樹脂ストックサイロ)

化学物質規制に対する取り組みについては、塩化

ビニル樹脂中にRoHS<sup>1)</sup>指令の禁止物質、REACH<sup>2)</sup>規則のSVHC<sup>3)</sup>候補物質及びEN71 Part3 (欧州玩具安全規格)の禁止物質が含有されていないか定期的に外部機関で分析調査していることが報告されました。

- 1) RoHS「電気・電子機器中の特定有害物質の使用制限: Restriction of Hazardous Substancesの略」
- 2) REACH「EUにおける化学物質の登録(Registration)、評価(Evaluation)、認可(Authorisation)、制限(Restriction)に関わる規則: Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicalsの略」
- 3) SVHC「高懸念物質: Substances of Very High Concernの略」



写真2 塩化ビニル樹脂ストックサイロ



写真3 見学会参加者

### 3. おわりに

このような見学会は当研究会として初めての試みになりましたが、大勢の方にご参加を頂きました。活発な質問が多数あり、有意義な活動になったと思います。今後も引き続き、他業界の見学会の開催を計画したいと思います。

年末のお忙しい中、見学会の対応をして頂いた大洋塩ビ株式会社の関係者の皆様に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

(研究開発グループ 副主席研究員 谷本 一浩)



## 導体サイズアップの施工上の課題に関する調査研究

### 1. はじめに

JECTECでは、(一社)日本電線工業会(JCMA)と連携して、経済性と環境を考慮した電線ケーブルの最適導体サイズ(ECSO: Environmental and Economical Conductor Size Optimization)の調査研究・普及啓蒙に取り組んでいます。平成22～24年には、大手電線メーカーにご協力いただき、最適導体サイズの効果を実地検証する試験を行い、通電時の電力ロス低減が理論通りに得られることを確認しました。また、実証試験と併行して、普及に向けた標準化やソフト面の整備がJCMAの元で進められ、JCS規格制定、ツール開発、国際規格化などが着々と進められています。

一方、軽薄短小、小型化が進む流れの中で、電線ケーブルを太径化することは、施工上で問題が生じる可能性があることが懸念されます。そこで、JECTECでは、平成25年から導体サイズアップの施工上の課題に関する調査研究を行っています。ここでは、本調査研究の概要、成果について紹介します。

### 2. 調査研究の概要

電線ケーブルの最適導体サイズが適用される需要家内配線の詳細な施工事情は電線メーカーでは掴みきれません。そこで、本研究は(一社)電気設備学会に委託することにより実施しています。(一社)電気設備学会では、学識経験者、電気設備機器メーカー、設計事務所、ゼネコン、サブコンなどの専門家構成される委員会を関西支部内に設置し、調査研究を進めています。なお、本委員会は当センターの原理事(元関西大学)が委員長を務めています。

委員会では、アンケートや聞き込み調査などによる施工上の課題の抽出とそれに対する解決策の検討、配線用遮断器選定への影響の検討などを行っています。

### 3. 調査研究の成果

#### (1) 施工上の課題と解決策

アンケートや聞き込み調査などによって得られた施工上の課題について、①配電盤・分電盤、②電動機、③配線用遮断器、④電線・ケーブル、⑤シャフト・ケーブルラック等の5つのアイテムごとにまとめ、アイテムごとに解決策を検討した結果を表1に示し

ます。なお、解決策はコストアップを極力抑えた方策・工夫が盛り込まれています。

#### (2) 配線用遮断器選定への影響

配線を過電流や短絡電流から保護するために配線用遮断器(MCCB)が設置されています。MCCBの選定に当たっては、その定格電流と定格遮断容量を決める必要があり、導体サイズアップがこれらに与える影響の有無が検討されました。

定格電流への影響については、負荷の種類(電灯や電熱負荷の場合、電動機負荷の場合)で選定基準が異なるものの、いずれの場合も通常ケーブルサイズ時からMCCBの定格電流を変更する必要が無いことが確認されました。

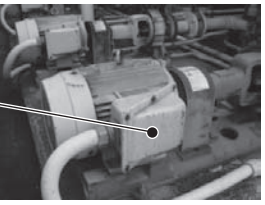

定格遮断容量への影響については、ケーブルサイズ太径化に伴い回路のインピーダンスが低くなり、短絡事故時の電流(短絡電流)が増大することが想定されることから、モデルケースを想定して試算検討を行いました。その結果、サイズアップをしてもMCCBの定格遮断容量を大きくする必要が無いことが確認されました。

### 4. おわりに

(一社)電気設備学会の調査研究により、導体サイズアップの施工上の課題とその解決策が明確になったものと思われます。解決策の中には、使用者側、施工者側で実施する内容も多く見受けられます。今後も、より安易・安価な解決策を見出すべく、本調査研究を継続していきたいと考えます。

最後に、本調査研究は(一社)日本銅センターからJECTECに委託された「電線ケーブルの導体サイズ適正化事業に係る調査研究活動」の中で行われたものです。関係者の皆様のご厚意に感謝申し上げます。  
(研究開発グループ長 村松 佳孝)

表1 電線ケーブルのサイズアップに伴う工事上の課題と解決策 アイテム別まとめ

アイテム	課題・問題点	解決策
①配電盤・分電盤	配電盤・分電盤の配線スペースが狭く、盤内での配線布設ができない。	配線スペースを考慮し、通常サイズより大きなキャビネットを採用する。 分電盤内の配線スペースを大きくした分電盤の開発・商品化。
②電動機	電源端子箱が小さいため、最適導体サイズケーブルの接続ができない。 	最適導体サイズケーブルを接続できる電源端子箱を有した電動機の開発・商品化。 施工サイドで電源端子箱を大きなサイズのものに変更する。
③配線用遮断器(MCCB)	サイズアップに伴いケーブル接続端子が大きくなるため、MCCB端子部に接続できない。 	最適導体サイズケーブルを接続できる端子を有したMCCBの開発・商品化。 配電盤の場合、MCCB裏面バースタッド受けとし、ケーブルを複数もしくは太いサイズを接続できるバー(導体)を使用して対応する。 端子台受けの配電盤や分電盤であれば、ケーブルを複数もしくは太いサイズを接続できるような接続用端子台を設ける。 最適導体サイズケーブルを接続できるMCCB用端子アダプタの開発・商品化。 最適導体サイズケーブルを接続できる圧着端子やバー(導体)の開発・商品化。
	ケーブルのサイズアップに対応した端子カバーがない。	最適導体サイズケーブルを接続できるMCCB用端子カバーの開発・商品化。
④電線・ケーブル	ケーブルが太くなるため、許容曲げ半径が取れない(特に分電盤内)。 ケーブル側で最適導体サイズを通常サイズに変換する方法がない。 最適導体サイズケーブルと通常サイズケーブルを接続するための中間接続材がない。	曲げ半径を小さくとれるケーブル(フレックスパワーケーブル等)の採用。 最適導体サイズケーブルを通常サイズケーブルに変換するプレハブケーブル加工等の開発・商品化。 最適導体サイズケーブルと通常サイズケーブルを直線接続できる突合せ用スリーブの開発・商品化。 最適導体サイズケーブルと通常サイズケーブルをT形コネクタを使用して重ね合わせ接続する。 最適導体サイズケーブルと通常サイズケーブルを接続できる中間接続材の開発・商品化。
⑤シャフト(EPS)ケーブルラック等	敷設するケーブルの布設条数の増大や導体サイズのUPに伴い、ケーブルラック、シャフト(EPS)等の配線スペースが大きくなる。  敷設するケーブルの布設条数の増大や導体サイズのUPに伴い、ラックの耐荷重・強度に問題がないか？	新築物件であれば、当初から最適導体サイズケーブルで配線することを考慮して、ケーブルラックやシャフト(EPS)を設計する。 ケーブルラック布設では、二段積み可とする(但し、最適導体サイズ適用である旨、明記する)。 ラックの吊ピッチを細かくする。



## JECTEC の電線・ケーブルの燃焼試験について (その6)

### 1. はじめに

本稿は燃焼試験の概要を解説するシリーズの第6回目で、今回が最終回になります。

前回のJECTEC NEWS No.73 2014.11では発煙性評価試験の続きと燃焼時発生ガス評価試験、発熱性評価試験、および酸素指数評価試験について解説しました。今回は耐火耐熱性能試験と大型耐火炉を用いた各種試験について解説します。また、様々な実製品燃焼試験に活用できる燃焼試験室を紹介します。

### 2. 耐火耐熱性能試験

ここで述べる耐火耐熱性能とは、いわゆる消防用電線を対象としたもので、火災によって絶縁被覆が燃焼した状況下での絶縁性能を示すものです。表1にJECTECで実施可能な耐火耐熱性能試験を示します。

表1 JECTECで実施可能な耐火耐熱性能試験

種別	試験対象品	適用規格
消防用電線 (注) [内用品]	耐火電線	平成9年消防庁告示 第10号
	耐熱電線	平成9年消防庁告示 第11号
	耐熱同軸	JCS5501
	耐熱光ケーブル	JCS5502
その他	船舶用電線等	IEC60331シリーズ

(注) 消防法施行規則に規定のもの

#### (1) 消防用電線の耐火耐熱性能試験

耐火電線と耐熱電線は平成9年消防庁告示に技術基準が定められています。JECTECは日本で唯一の耐火・耐熱電線等の登録認定機関であり、消防庁告示による耐火・耐熱電線の適合性検査を行い、認定証書を発行しています。また、第三者認証機関として、耐熱同軸ケーブル等について一般社団法人日本電線工業会規格(JCS)への適合性検査を行い、認定証書を発行しています。

表1に示した消防用電線の耐火耐熱性能試験は、JIS A1304に規定の標準温度曲線(図1参照)に沿って加熱し、加熱前後を通じた絶縁性能を評価するものです。試験対象品により多少の違いはありますが、この点は全て共通です。そこで、本稿では代表例として、小型加熱炉による低圧耐火電線の試験について解説します。

この試験では、試料の大きさに応じて、小型耐火炉(図2参照)と大型耐火炉(図3参照)の2種類を使用します。また、試験中は所定の位置に設置した熱

電対で試料付近と火炎の温度を測定し、加熱温度が標準曲線に沿うように、温度を自動制御します。

加熱の方法は、型式の区分により露出試験と電線管試験の2種類があります。どちらも長さ約1.3mの試料を約300mm角×10mm厚のケイ酸カルシウム板等の板(以下、耐火板と記す)に取り付け、加熱炉で加熱しながら試料に課電します。試料加熱前後の電気特性は表2のとおりです。

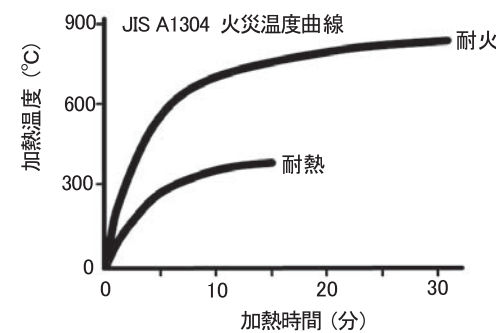
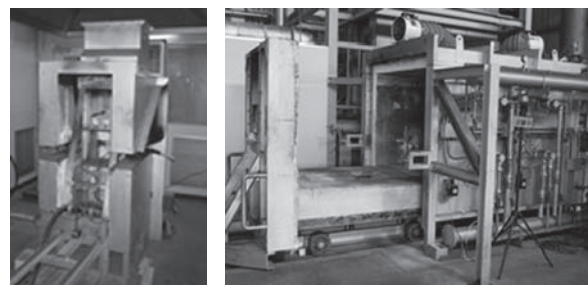


図1 耐火・耐熱電線の加熱標準曲線



《適用対象品》  
単心：1,000mm<sup>2</sup>以下  
多心：325mm<sup>2</sup>以下

図2 小型耐火炉

《適用対象品》  
単心：1,000mm<sup>2</sup>超  
多心：325mm<sup>2</sup>超

図3 大型耐火炉

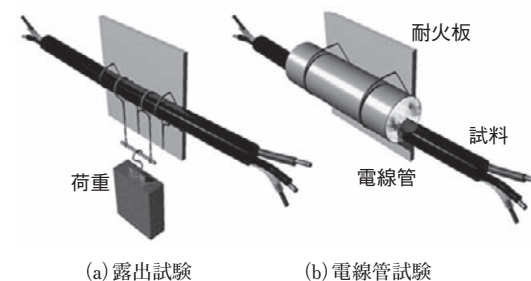


図4 試料の取付け状況のイメージ図

表2 低圧耐火電線の加熱前後の電気特性

	絶縁抵抗値 (MΩ)	絶縁耐力(耐電圧)	
		交流電圧(V)	時間(分)
加熱前	50	1,500	1
加熱中	—	600	30
加熱終了直前	0.1	—	—
加熱終了後	—	1,500	1

露出試験では、表3に示す条件で試料を屈曲した後で耐火板に取り付け、試料自重の2倍の荷重を試料に取付けた状態(図4a参照)で加熱します。加熱中、炉内壁から150mm以上燃焼してはならないと規定されています。この試験は、屈曲によるダメージに加え、試験中も荷重によるストレスが加わるので、非常に厳しい試験条件となっています。

表3 低圧耐火電線の露出試験の屈曲条件

仕上外径D	曲げ半径(Dの倍数)	曲げ回数
30mm以下	単心:6D 多心:4D	4回
30mm超	単心:8D 多心:6D	

一方、電線管試験は、試料の仕上外径に応じた口径の電線管に試料を挿入し、端部にロックウールを充填したものを耐火板に取り付けた状態(図4b参照)で加熱します。加熱中に熱分解した試料の構成材料には絶縁性能を低下させる作用があり、この試験はサイズによって程度は異なりますが、露出試験よりも更に厳しくなる傾向があります。

#### (2) その他の耐火耐熱性能試験

前述の耐火耐熱性能試験以外に、JECTECではIEC60331シリーズの耐火耐熱性能試験(表4、図5参照)が実施可能です。試験中に試料に振動を与えるというユニークな試験方法で、主に船舶用の耐火電線に適用されます。

表4 IEC60331シリーズの試験条件

項目	試験条件
加熱温度×時間	830℃×20分以上
加熱中の測定	絶縁耐力と絶縁抵抗
その他	5分間隔で試料取付ラダーを打撃

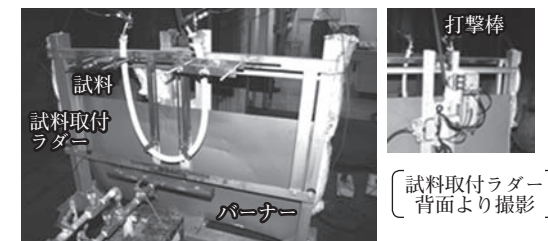


図5 IEC60331シリーズの試験装置

### 3. 大型耐火炉を用いた各種試験

大型耐火炉の内容積は約4m<sup>3</sup>あり、そこに強力な火炎を当てるのが可能なため、大寸法の試料の加熱に適しています。JECTECでは、大型耐火炉を使用した次の試験が実施可能です。

#### (1) 防火区画貫通部試験

火災の拡大や煙の拡散防止のために部屋全体で防

火措置された区画を防火区画、そこを貫通する部分を防火区画貫通部といい、両者とも同様の耐火性能が求められます。この試験は建築基準法に準拠した「建物の防火区画貫通部」を対象にしていますが、正規サイズの試験ではないので、予備試験の扱いになります。

#### (2) コンクリート試験

この試験は高耐火性コンクリートの性能評価を目的としたもので、火災時の急激な温度変化の下でも、ひび割れ、剥離、爆裂が生じない、耐火性に優れたコンクリートの開発試験に使用されます。

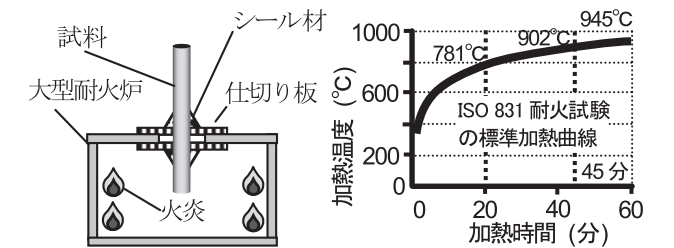


図6 防火区画貫通部試験のイメージ図

図7 コンクリート試験に適用する加熱曲線(代表例)

### 4. 燃焼試験室

JECTECでは、表5に示す燃焼試験室を設置しています。既成の規格に依らない特殊な燃焼試験や、家電製品や建材等の各種実製品の燃焼試験などで活躍しています。

表5 各種燃焼委試験室

	中規模燃焼試験室	大規模燃焼試験室
寸法	W4m×L4m×H7.5m	W10m×L10m×H8m
排気量	最大60nm <sup>3</sup> /分	最大250nm <sup>3</sup> /分
外観		

### 5. 今回のまとめ

今回は耐火耐熱性能試験と大型耐火炉を用いた各種試験について解説しました。また、様々な実製品燃焼試験に活用できる燃焼試験室を紹介しました。

計6回に亘り各種燃焼試験の概要を解説してきましたが、今回が最終回です。ご愛読有難うございました。

JECTECでは、国際レベルの試験機関を目指し、設備の新規導入や試験の新規立上げに日々取り組んでいます。今後もお客様の御要望に応えるため、より一層の向上に取り組んでまいります。

(燃焼技術グループ長 田中 孝)



## Massy Yamada の物理教室（その6）：導体と導体構成及び導体抵抗

今回は「誘電体と静電容量」につき基礎的・実務的なことを紹介しましたが、今回は「導体と導体構成及び導体抵抗」というテーマで基礎的なことを紹介します。

### 1. 導体とは

電線・ケーブルの導体は、電流を流す部分であり、良導体である銅が主力です。架空線では、比重が小さく（銅：8.89、アルミ：2.70）、その軽さをメリットとして、ACSRを含むアルミ導体が架空線に多用されています。

また自動車内の電線も、アルミの軽さをメリットとして使用の拡大が検討されています。

### 2. 導体の材質と導電率

銅・アルミは、硬銅線・軟銅線、硬アルミ線・軟アルミ線及びこれらの合金に分類されます。

導体の電気の流れやすさは「導電率」という数値で示されます。（「導電率」の逆数が「抵抗率」）

導電率  $\kappa$  は、次式で定義されます。

$$\kappa = L / (R \cdot A) \quad (\text{S/m}) \quad (1)$$

ここでRは、断面積A (m<sup>2</sup>)、長さL (m)の導体の電気抵抗(単位:Ω)であり、 $\kappa$ の単位のジーメンズ(S)はオーム(Ω)の逆数です。

電線・ケーブルの導体の場合、通常「導電率」の代わりに「パーセント導電率」という数値も使用します。

これは「標準軟銅」の「パーセント導電率」を100%として、相対評価するものです。

各種金属の「パーセント導電率」を表1に示します。

表1 各種金属のパーセント導電率(※)

金属名	%導電率	金属名	%導電率
銀 Ag	105	ニッケル Ni	35
銅 Cu	100	亜鉛 Zn	28
金 Au	71	鉄 Fe	17
アルミ Al	62	黄銅 Cu-Zn	34

※純度・軟化度等により若干の差が生じます。

### 3. 標準軟銅とは

次の要件を満たす軟銅を標準軟銅と呼んでいます。

- 20℃において長さ1m、断面積1mm<sup>2</sup>の抵抗が1/58 (0.017241)Ωであること。
- 20℃の密度が8.89g/cm<sup>3</sup>であること。

(3) 20℃での線膨張係数抵抗が1℃につき0.00017であること。

(4) 20℃での抵抗の定質量温度係数が1℃につき0.00393 (1/254.45)であること。

このことは、万国で認められている定義です。

### 4. 電線・ケーブルの導体構成

#### (1) 銅導体

電線・ケーブルの導体は殆どが銅導体ですが、用途に応じて導体構成が異なります。

例えば、固定配線である電力用の電線・ケーブルでは、円形同心より線が使用されています。一部の電力ケーブルでは、外径コンパクト化のため円形圧縮同心より線が使用されています。

移動配線であるコード、キャブタイヤコード、キャブタイヤケーブルでは、可とう性が必要なため、細い軟銅線を多数束ねてよった集合より線(バンチャーより線)が使用されます。

導体サイズの大きいものでは、集合より線を同心よりにした「撚々線」(表3参照)も使用されています。

なお、IEC規格60228「Conductor of insulated cables」ではクラス1の単線、クラス2の同心より線、クラス5、6の集合より線が規定されています。(クラス6はクラス5より更に細い線で集合されています。)

#### 【円形同心より線の構成】

円形同心より線とは、図1に示す断面構成をした導体です。

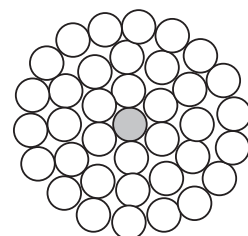


図1 円形同心より線の例

図は37本よりの例。中心線(灰色)の周囲に3層が同心によられています。(通常は、各層交互よります。)

日本では、各種電力用電線・ケーブルのJIS規格により、導体サイズ毎に円形同心より線の素線数・素線径が表2のように定められています。

中心線を配置する形の円形同心より線の素線数は「7、19、37、61、91、127…」になります。

表2 円形同心より線の構成(素線数/素線径mm)

導体サイズ	導体構成	導体サイズ	導体構成
0.9mm <sup>2</sup>	7/0.4	14mm <sup>2</sup>	7/1.6
1.25	7/0.45	22	7/2.0
2.0	7/0.6	38	7/2.6 or 19/1.6
3.5	7/0.8	60	19/2.0
5.5	7/1.0	……	……
8	7/1.2	500	61/3.2

なお、前記IEC規格では、JIS規格と導体サイズ系列がことなり、かつ、サイズ毎に最小の素線数が定められています。

IEC規格の導体サイズ系列は、0.5、0.75、1.0、1.5、2.5、4、6、10、16、25、35、…、1000mm<sup>2</sup>となっており、クラス1のサイズ系列は35mm<sup>2</sup>までは7本以上、1000mm<sup>2</sup>では91本以上と定められています。

なお、米国のUL規格は全く異なる導体サイズ系列です。

#### 【円形圧縮同心より線の構成】

円形圧縮同心より線は、外径のコンパクト化とあわせ、被覆の絶縁体がより線の隙間から入り込まないようにするために使用されます。

圧縮による内層素線との交差点での素線変形を防止するため、各層同方向よりが使用されているようです。

円形圧縮同心より線は、通常、外径が太い14mm<sup>2</sup>以上のサイズで使用されており、サイズ系列は表2と同じですが、素線数は、圧縮の容易さを考慮して、表2とは若干差異があるようです。

#### 【集合より線の構成】

表3にJIS C 3312「600Vビニルキャブタイヤケーブル」の導体構成を示します。(コードでは0.5mm<sup>2</sup>:20/0.18もあります。)

表3 集合より線の構成(素線数/素線径mm)

導体サイズ	導体構成	導体サイズ	導体構成
0.75mm <sup>2</sup>	30/0.18	8mm <sup>2</sup>	50/0.45
1.25	50/0.18	14	88/0.45
2.0	37/0.26	22	7/20/0.45
3.5	45/0.32	……	……
5.5	70/0.32	100	19/34/0.45

#### (2) アルミ導体

アルミ導体は、軽いことから、古くから架空線に使用されています。アルミは銅より導電率は低いのですが、同一重量であればアルミの方が大きな電流を流すことができます。

架空に張るため、張力が必要であり、径間の短い配電線では硬アルミ同心より線が使用されますが、径間の長い送電線では同心よりの中心部に補強の鋼線を配置したACSRが使用されます。鋼線は腐食に弱いため、垂鉛メッキ鋼線やアルミ被鋼線が使用されます。

最近では自動車の燃費向上のため、軽量のアルミ導体の電線が、主にバッテリー回りの太径の電線を対象に進行しているようです。

なお、アルミ導体は、古くは、外径コンパクト化のため紙絶縁ケーブルの扇形形成導体(ソリダール)として使用され、また1970年代の銅価高騰の折はCVケーブルの導体として一部で採用されましたが、接続の難しさがあり、現在は使用されていないようです。

#### 【ACSRの構成】

表4に、JEC3404「アルミ電線」に規定されているACSR(架空送電線の主力)の構成を示します。

表4 ACSRの構成(素線数/素線径mm)

導体サイズ	アルミ導体	亜鉛メッキ鋼線
25mm <sup>2</sup>	6/2.3	1/2.3
32	6/2.6	1/2.6
58	6/3.5	1/3.5
95	6/4.5	1/4.5
120	30/2.3	7/2.3
……	……	……
610	54/3.8	7/3.8

### 5. 導体抵抗の計算式

導体抵抗の計算式はJCS168「電力ケーブルの許容電流」に定められています。

$$r = r_0 \times k_1 \times k_2 \quad (\Omega / \text{km})$$

$r$  : T<sub>1</sub> (°C)での交流導体抵抗(Ω/km)

$r_0$  : 20℃での直流導体抵抗(Ω/km)

$k_1$  : T<sub>1</sub>℃と20℃の導体抵抗の比

$k_2$  : 交流抵抗と直流抵抗の比

$$k_1 = 1 + \alpha (T_1 - 20)$$

$\alpha$  : 抵抗温度係数

(銅:0.00393、アルミ:0.00403)

$k_2$  = (省略。100mm<sup>2</sup>以下のサイズなら1.00)

$$r_0 = \frac{10^3}{58A \eta_c} \quad (\Omega / \text{km})$$

A : 導体断面積(mm<sup>2</sup>)

$\eta_c$  : 導電率(100%導電率を1.00とする)

(電線技術グループ 山田 正治)



## 欧州の試験所調査報告

### 1. 目的

EN50399とEN45545-2（何れも後述）の燃焼試験に関する、規格の動向と装置の状況を調査するため、欧州各地の試験所を訪問したので、報告する。（期間2014年11月10日～12日）

### 2. 訪問した試験所の概要

今回の調査対象であるEN50399とEN45545-2を実施している、下記の3試験所を訪問した。

#### (1) MPA Dresden GmbH（ドイツ）

鉱業安全のための研究所で、燃焼試験関係では、部材の防火性能と消火設備等の評価を行っている。現在は、鉄道車両用部材の評価を主に実施している。

#### (2) Interscience communications（イギリス）

英国火災科学・工学学会の主権団体で、火災試験は、英国国防省の認可を受けている。

#### (3) SP Swedish Technical Institute（スウェーデン）

スウェーデン最大の研究機関で、全ての科学分野を網羅している。火災分野は、燃焼試験部門と耐火/防災部門とに分かれている。

### 3. 規格動向

#### (1) CPR（欧州建築資材規制）

欧州域の建築物に使用される電線や建材の技術基準を定めた規制である。電線の火災安全性は、耐延焼性、発煙性、発熱量が同時に測定できるEN50399試験で評価する。JECTECではH25年に同試験装置を導入済みである。CPR適合を示すCEマークの表示が近々義務化の見込みで、それ以後は、欧州向け電線はEN50399試験が必須となる。その時期は明確に定まっていない模様であり、ウォッチを続けていく。

#### (2) EN45545-2

鉄道車両用電線・各種材料の火災安全性評価基準を定めた欧州統一規格で、欧州域の他に、東南アジアの鉄道にもこれが適用された事例がある。試験対象品を90種類に分類し、17種類の試験で評価する。電線、非電線を問わず、JECTECへの試験依頼が最近増加している。近い将来、気体分析用FTIR（以下、気相FTIRと記す）による燃焼ガス毒性試験が電線にも適用される見込みとの情報を事前に得ていたが、その時期等の新たな情報は今回得られなかった。引き続き注視する。

### 4. 試験所の調査

#### (1) CPR 関連：EN50399 試験装置

規格に規定のない部分で、様々な工夫が見られた。特に参考になると感じた事項を次に示す。

- ①ケーブルトレイの設置：トレイを定位置に設置のため、チャンパ内にトレイ固定治具を設置(写真1)。
- ②トレイへの試料(ケーブル)結束：結束工具を使用し、針金結束強さのばらつきを低減(写真2)。
- ③バーナ消火後の残炎時間短縮：残炎消火のためチャンパ内に消火装置を設置(SPのみ。写真3)。

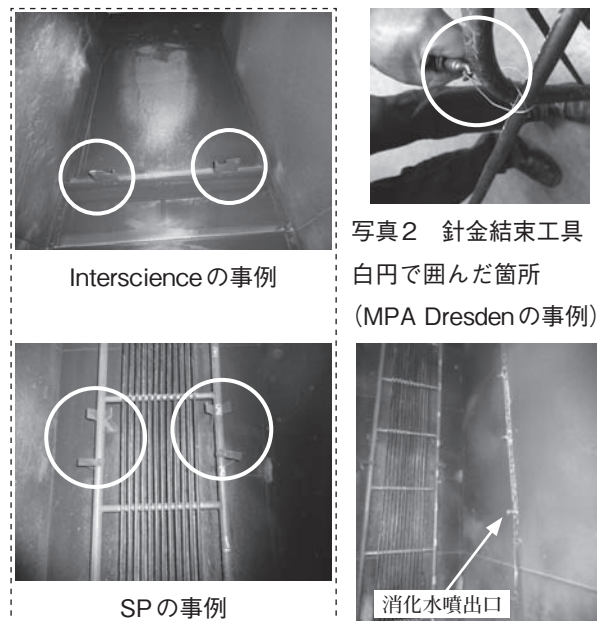


写真1 トレイ固定治具 白円で囲んだ箇所  
写真2 針金結束工具 白円で囲んだ箇所 (MPA Dresdenの事例)  
写真3 チャンパ内 消火装置 (SPの事例)

#### (2) EN45545-2 関連

同規格に関連する試験装置のうち、表1の装置を調査した。特に参考になると感じた事項を次に示す。

表1 調査対象試験装置

試験規格	試験装置名	対象
EN45545-2 Annex C.1	気相FTIR	部材
EN60332-1, (-2)	一条燃焼試験装置	電線
EN60332-3	多条燃焼試験装置	電線
EN61034	3mキューブ発煙性試験装置	電線
ISO5658-2	火炎伝播試験装置	部材
ISO4589-2	酸素指数測定装置	部材
ISO5660	コーンカロリメータ	部材

##### 1) EN45545-2 Annex C Method 1

この試験は、ISO5659-2発煙性試験機で試料を燃やして発生したガスを気相FTIRに導入して、そ

の毒性を分析・評価するもの(図1)である。気相FTIRは、複数種の気体を同時かつ連続で分析できる画期的な方法で、JECTECではH27年度早々に気相FTIRを導入の予定である。

この試験では、発煙性試験機と気相FTIR本体を繋ぐ燃焼ガス配管の設計にノウハウが必要との情報を事前に得ていたため、その点を重点的に調査した。

気相FTIR本体と燃焼ガス配管は、何れも市販品を使用しており、燃焼ガス配管は、この分野で実績のあるメーカーを選定している。ガスセルの保温には各試験所で独自の工夫を凝らしていた。また、SPでは、加熱フィルタの材質を1段目はセラミック、2段目は鉄とし、燃焼ガスに含まれる煤は、オープンで焼いて除去できるようにしていた(表2)。

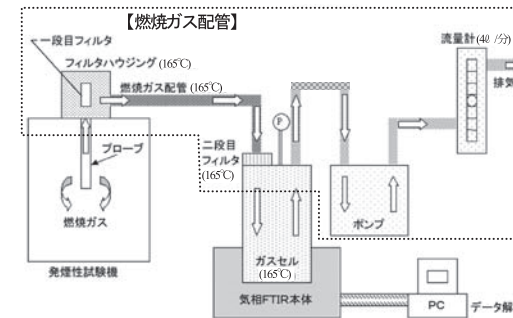


図1 気相FTIRの構成

表2 気相FTIR (InterscienceとSPの事例)

	Interscience	SP
装置本体	ガスセル ヒーター	ガスセル 温調機
燃焼ガス配管	ヒータインクチューブ	ヒータインクチューブ フィルタハウジング
フィルタ		【一段目】セラミック 【二段目】鉄

##### 2) EN60332-1 一条燃焼試験装置(事例：MPA Dresden)

ガスと空気のマスフローコントローラは可搬式で、多条燃焼試験装置(IEC60332-3)と兼用している(写真4)。

##### 3) EN60332-2 一条燃焼試験装置(事例：Interscience)

この規格は細物ケーブルが対象の一条燃焼試験で、バーナは一般的な化学実験用を使用している。要望

があれば、JECTECでも導入を検討したい(写真5)。

#### 4) ISO5658-2 火炎伝播試験

この試験は、EN45545-2の試験対象品90種類中55種類に適用される、同規格では最も主要なものである。最近、JECTECへの問合せが増えており、導入を検討している(写真6)。

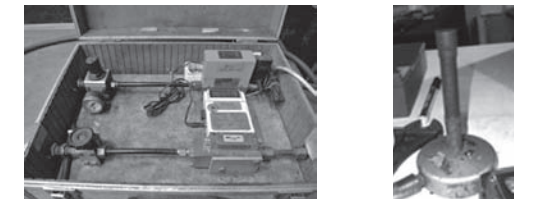


写真4 可搬式マスフローコントローラ  
写真5 EN60332-2用バーナ

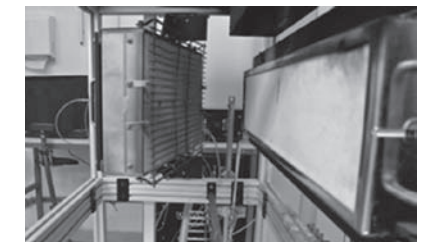


写真6 ISO5658-2試験装置(MPA Dresdenの事例)

#### 5) ISO5660 コーンカロリメータ試験装置(事例：SP)

JECTECの装置と異なり、分析計ユニットは独立しており、他の試験装置と接続して使用できる。



写真7 コーンカロリメータ

### 5. 所感

今回の調査では、試験所毎で試験装置に様々な工夫が施されている様子が確認でき、参考になる部分が多々あった。一方、JECTECの試験装置は欧州試験所と比べて、決して遜色ないことが分かったことも、大きな成果である。良いところは取り入れて改善に繋げたい。今後も、顧客からの要望が多い試験は対応し、燃焼試験のパリエーション拡大に取り組んでいく。

(燃焼技術グループ 主査研究員 堀畑 豊和)



## IEC/TC20/WG17・WG18 パリ会議 報告

### 1. はじめに

国際電気標準会議 (IEC) における電力ケーブルの専門委員会 (TC) である TC20 にて、低圧電力ケーブルを扱う WG17 及びケーブル燃焼試験を扱う WG18 の各会議が、昨年11月にパリで開催された。今回、これらの会議に参加したので報告する。

### 2. IEC/TC20/WG17 会議

#### (1) 概要

当会議は、2014年11月4日に開催され、16ヶ国、24名が出席した。



図1 WG17会議の様子

#### (2) 主な審議内容

##### ① IEC62821 (LSHF ケーブル)

低発煙ノンハロゲン (LSHF) のコードを規定した規格で、現在、最終国際規格案 (FDIS) の段階にあり、次回会議で投票結果が報告される。

当該規格では、発煙性試験、燃焼ガス試験及び一条ケーブル燃焼試験の3項目が規定されており、導體サイズ等は限定されるものの、国内のEMケーブルに相当する同種ケーブルが、IECでも規格化されることになる。

なお、類似のものとしてIEC60502-1があるが、これには多条ケーブル燃焼試験を加えた4項目が規定されている。

##### ② IEC62930 (PV ケーブル)

委員会原案 (CD) に対する各国のコメントを審議した。日本からはCDに対して、3点についてコメントをしていたが、次の理由から、いずれも却下された。

##### 1) 多心ケーブルの2重シース廃止

ある特定の用途では、他のIEC規格で2重シースを要求している。

##### 2) めっき無導體の使用

めっき導體は、PVケーブルが使用される高温環境に有利である。

##### 3) シース厚さをIEC60502-1に整合

シース厚さは、現状のPVケーブルのシース厚さを考慮して決定したものである。

その他、米国よりAWGサイズ導體の使用を容認するようコメントがあったが、TC20全般に影響を及ぼすことでもあり、WG17単独では判断不能としたものの、その後のTC20総会におけるWG19の報告では、AWGサイズ導體の新たなIEC規格を制定する予定であるとの報告がされた。

この規格が制定された場合には、将来、IECにおいてAWGサイズ導體の使用が認められることとなる。

##### ③ IEC62983 (EV ケーブル)

日本から、Mode4ケーブルの追加提案書を提出した。コンビナーからは、このMode4ケーブルについては、日本が2015年初頭に規格提案をタスクフォースに提出する予定のため、次回会議の際に、現在発行されているCDへのコメントの審議と同時に日本の規格案についても審議することとし、Mode4ケーブルの追加に伴う現状のパート1、2における必要な変更点についても併せて議論したいとの見解が示され、WGはこれに合意した。

#### (3) 次回会議

次回は、2015年5月5日及び6日にフランクフルトで開催の予定である。

### 3. IEC/TC20/WG18 会議

#### (1) 概要

当会議は、2014年11月3日に開催され、12ヶ国、14名が出席した。



図2 WG18会議の様子

#### (2) 主な審議内容

##### ① IEC60331 シリーズ (ケーブル耐火試験)

IEC60331-1 ~ -3のCD案を審議した。数点の軽微な変更を施した後、CDとして発行することに合意した。現行規格からの主な変更点を以下に記す。

##### 1) IEC60331-1: 外径20mmを超えるケーブル

- ・データケーブルと光ファイバケーブルを適用範囲に追加する。
- ・曲げ半径が400mmを超えるケーブルでは、ケーブルの取り付け位置が、規格の図面の寸法を超え、ケーブルを取り付けられないため、両サイドに保持バーを追加する。
- ・金属遮蔽なしの単心ケーブルだと、現行規格では試験中にケーブルの加熱部分が接地されおらず、短絡しない。そこでケーブルを曲げずに直線に取り付けた上で、ケーブルの加熱部分に接地した試料サポートを新たに設置する。

##### 2) IEC60331-2 (外径20mm以下のケーブル) 及び IEC60331-3 (電線管試験)

- ・データケーブルと光ファイバケーブルを適用範囲に追加する。

##### ② IEC60332-1 シリーズ (1条ケーブル燃焼試験)

IEC60332-1 ~ -3の投票用委員会原案 (CDV) に対する各国のコメントを審議した。数点の編集上の変更はあるが、技術的な変更はなく、FDISへの移行に合意した。

##### ③ IEC60332-3 シリーズ (多条ケーブル燃焼試験)

本シリーズについては追補を発行する予定であり、その追補案を審議した。主な審議内容を以下に記す。

- ・バーナとラダーの位置関係について、規格の図面に寸法の矛盾があるため、バーナの高さを現行の600mmから630mmへ変更する。
- ・バーナ本体とガス・空気混合器との位置関係がバーナ火炎に影響を与えるとの意見があった。バーナ製造元へ、再度詳細を確認する必要がある。
- ・ラダーの厚みの違いが試験結果に影響する可能性があるため、ラダーの厚みを調査する。

##### ④ IEC61034 シリーズ (3mキューブ発煙性試験)

現行規格の問題点として、外径が150mmを超える (太径の) 高圧ケーブルの場合、再現性が悪いことと、多量の可燃物を含むため最小光透過率60%の要求値を満たすことが困難であることが報告された。

##### ⑤ NP60754-3 (イオンクロマトグラフィによる燃焼時発生ガス評価試験)

新規業務項目提案 (NP) の投票期限は1月9日であり、会議時点では投票期間中であった。NP案へは、昨年提出した日本のコメントが反映されていないため、NP投票時に再度コメントを付すようコンビナーから日本へ要請があった。

#### (3) 次回会議

次年度の春会議は4月28日にミラノで、秋会議は11月4日にケーブルタウンで開催の予定である。

(試験認証部 主査研究員 新屋 一馬)

## 耐火・耐熱電線等認定・評価番号一覧表

平成26年10月～12月認定・評価分

認定番号	認定日	申請者	製造者(連名申請時)	品名
小勢力回路用耐熱電線				
JH8187	H26.12.22	住電日立ケーブル(株)	住友電工産業電線(株)	架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル
JH8188	H26.12.22	富士電線(株)	青森昭和電線(株)	架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル
JH8189	H26.12.22	富士電線(株)	青森昭和電線(株)	架橋ポリエチレン絶縁耐燃性ポリエチレンシースケーブル

認定番号	認定日	申請者	製造者(連名申請時)	品名
耐熱形漏えい同軸ケーブル等				
JH0043	H26.10.22	(株)フジクラ	米沢電線(株)	耐熱形同軸ケーブル
JH0044	H26.10.22	日立金属(株)	—	耐熱形同軸ケーブル
JH0045	H26.10.22	日立金属(株)	—	耐熱形同軸ケーブル
JH0046	H26.11.21	三菱電線工業(株)	—	耐熱形漏えい同軸ケーブル

認定番号	認定日	申請者	製造者(連名申請時)	品名
高圧耐火ケーブル接続部				
JFS2046	H26.12.22	スリーエムジャパン(株)	山形スリーエム(株)	高圧耐火ケーブル接続部(直線接続)



## 平成 26 年 JECTEC 九州研修会開催報告

### 1. はじめに

#### (1) 開催概要

当センターは「新人研修」を毎年7月頃に開催し、更に次のステップとなる中堅から管理職の方々を対象とした研修会を九州及び東北地区で交互に開催しています。昨年10月に福岡市にて「JECTEC九州研修会」を開催いたしましたので、その概要をご報告致します。

■日時：平成26年10月23日 10:00～16:30

■場所：ホテルレガロ福岡 会議室(福岡市博多区)

■受講者数：29名(11社)

#### ■講義概要

講義題目	担当
日本の電線産業の概要と最近の動向について	(一社)日本電線工業会 調査部長 川端 俊介 氏
電線・ケーブルの劣化と寿命	JECTEC 電線技術G 山田 正治
電線・ケーブルの各種燃焼試験の概要および各種新規格への対応状況	JECTEC 燃焼技術G長 田中 孝
電線被覆用架橋ポリエチレン、難燃ポリオレフィンの材料概論	三菱化学(株) 機能性樹脂事業部 テクニカルセンター機能PO開発室 二村 達夫 氏
九州電力配電部門の用品開発スタンスと開発動向	九州電力(株) お客さま本部 配電技術G長 三浦 浩司 氏

#### (2) 今回の研修のトピックス



研修の様子

JECTECや日本電線工業会の業務内容紹介以外に、外部講師を2名お招きし、講演していただきました。

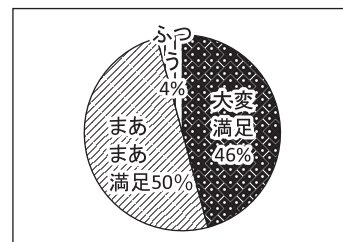
三菱化学株式会社 機能性樹脂事業部の二村講師には、電線被覆材料として幅広く使用されているシラン

架橋ポリエチレンと難燃ポリオレフィンについて、最近の開発状況も踏まえて詳しくご説明いただきました。

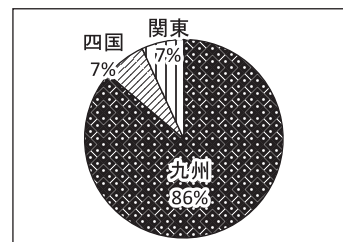
九州電力株式会社 お客さま本部配電技術グループの三浦講師には、九州電力管内で使用する配電用品の開発改良のプロセスを通じて、配電用品開発のスタンスや九電規格に込められた意図など、ユーモアを交えてわかりやすくご紹介いただきました。

### 2. 研修を終えて

受講者アンケートより



＜研修 満足度＞



＜受講者 勤務地域 内訳＞

受講者アンケート結果より、概ね好評をいただいたようです。ご要望も取り入れて今後の研修に反映していきたいと思えます。

### 3. おわりに

本研修を3年ぶりに開催するにあたって、ご協力いただきました西日本電線株式会社 材料開発グループ 利光グループ長、大電株式会社 研究開発部 千徳主査には、企画の段階から準備・募集に関わる際までご相談に乗っていただき、心より感謝申し上げます。

また、外部講師の皆様には、ご多忙中にもかかわらず貴重な内容の講演をしていただき、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

なお、次回は東北地区での開催を予定しております。

(情報サービス部 事務員 児玉 晴加)

## 第 80 回 JECTEC セミナー「電線絶縁材料開発・応用と異物解析・分析技術」開催報告

平成26年11月14日に第80回JECTECセミナー「電線絶縁材料開発・応用と異物解析・分析技術」を東京で開催いたしました。

以下にその概要を報告します。

### 1. 開催日・会場・受講者数

■日時：平成26年11月14日(金) 13:00～16:30

■会場：日本電線工業会 会議室(東銀座)

■受講者数：27名

(セミナーの個別講演テーマは表1に掲載)

### 2. 講演概要

電線用の絶縁材料としては、汎用的に使用されるもの(塩化ビニル、ポリエチレン等)から特殊用途に使用されるもの(例えば、エコ難燃マテリアル)等多種・多様な物質が存在します。

今回のセミナーでは、ポリオレフィン系の材料に焦点をあてて、三井化学株式会社殿にそのポリマーの開発経緯や電線への適用例等に関して解説して頂きました。

続いて、株式会社三井分析センター殿に、ポリマーに含まれる異物の解析・分析技術の事例紹介及び解析技術の一つである「パルスNMR」によるポリマーの分子運動解析の事例を解説していただきました。

表1 第80回JECTECセミナー講演別テーマ

【題目】	ポリオレフィン材料開発と応用
【講師】	三井化学株式会社 高分子材料研究所 吉本 洸哉 氏
【題目】	異物解析に関わる前処理・分析技術と事例の紹介
【講師】	株式会社三井化学分析センター 構造解析研究部 花田 幸一 氏
【題目】	パルスNMRによるポリマーの分子運動解析
【講師】	株式会社三井化学分析センター 営業統括部 東京支店 関根 素馨 氏



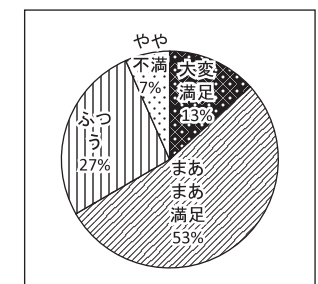
セミナー風景

### 3. セミナーを終えて

使用環境・要求特性の多様化による特殊材料のニーズの高まりを背景に、熱心に耳を傾ける姿が多く見られました。

パルスNMRによる解析方法については、初めて聞かれる方が多く、新しい知識として参考になったとの感想を多数頂きました。

また、受講者アンケートの結果、約7割の方から満足との回答が得られました。



＜アンケート調査結果＞

今後も会員企業のニーズに沿って、研修・セミナーを企画・開催して参ります。テーマ等のご希望がございましたらご意見をお寄せ下さるようお願い申し上げます。また、今後のセミナー開催については、JECTECから案内送付と合わせてJECTECホームページの「研修・セミナー予定」にアップ致しますので、ご参照願います。

(情報サービス部長 野口 浩)



## 平成26年度電線押出技術・技能伝承研修 「電線技術者・材料設計者のための実習付電線押出機研修会」開催報告

### 1. はじめに

この度、当センターは平成26年度の電線押出技術・技能伝承研修の一環として『電線技術者・材料設計者のための実習付電線押出技術研修会』を押し成形設備(押し機他)の製造メーカーである大宮精機株式会社のご協力を得て、平成26年12月2日(火)～12月5日(金)の4日間、静岡県富士宮市内で開催しました。

本研修は、会員会社、特に中小企業におけるケーブル製造技術において中核となる電線技術者及び材料設計者を対象とし、電線押出技術全般に関する講義(設備、押出用材料、不良対策)及び課題を設定した押し実技実習を実施しました。

今回の研修には、16名(16社)の受講者に参加いただき、好評のうちに終了しました。

また、本研修は、(一社)日本電線工業会殿に賛同して頂き、一昨年度から会員に対する受講料の補助をして頂いております。

以下、本研修の概要を報告いたします。

### 2. スケジュールと研修プログラム

#### (1) 研修スケジュール

日程	会場	研修内容
12/02	ホテル会議室	座学
12/03	大宮精機(株) 殿	2班に分かれ座学と実技。
12/04	大宮精機(株) 殿	翌日は座学・実技を逆に実施。
12/05	ホテル会議室	実技成果発表、講評他

#### (2) 研修プログラム

座学Ⅰ	テーマ	「押し成形設備」
	講師	大宮精機(株) 齋藤 利勝 氏
	概要	①押し成形設備の概要 ②押し成形設備の最近の動向 ③設備技術者として求められる知識
座学Ⅱ	テーマ	「押し用材料(エコマテリアル)」
	講師	(株)長野三洋化成 小林 和貴 氏
	概要	①エコマテリアルと樹脂特性
		②難燃規格と樹脂特性
③様々な機能性と添加剤		
④プラスチック材料に関わる環境規則		

座学Ⅲ	テーマ	「押し加工の基本技術と最近の動向」
	講師	西澤技術研究所 西澤 仁 氏
	概要	①エコ難燃材料の特徴と押し加工性の課題 ②押し機、押しラインの基本技術 ③押し加工性指標 他
座学Ⅳ	テーマ	「汎用有機材料とエコ難燃有機材料の電線被覆材への適用」
	講師	(株)フジクラOB 松田 隆夫 氏
	概要	①押し材料(非架橋材料/架橋材料) ②エコ材料 ③混練の考え方と混練設備
座学Ⅴ	テーマ	「使用材料に起因する不良とその原因・対策」
	講師	(株)フジクラOB 松田 隆夫 氏
	概要	①材料に起因する不良と対策 ②電線特有の不良と対策 ③どこでも発生する不良 ④押し機の製造
実技	テーマ	「押し機を用いた実技実習」
	講師	JECTEC 古橋 道雄
	概要	①押し方法選定→充実、半充実他
		②押し条件選定
		③押し機操作→電線サンプル作成
④評価(屈曲試験/引張試験)		
⑤実技実習成果発表		

### 3. 開催結果

#### (1) 座学

初日から3日間で、「押し成形設備」、「押し用材料(エコマテリアルの最新の動向)」、「押し加工の基本技術と最近の動向」、「汎用有機材料及びエコ難燃有機材料の電線被覆への適用」及び「使用材料に起因する不良とその原因・対策」のテーマで5項目の座学(講義)を行ないました。

「押し成形設備」の講義では、大宮精機(株)の齋藤講師により、押し機の構造、ポイントとなるスクリュウの種類と設計ポイント他押し技術の基礎となる項目を講義して頂きました。また、動画教材を用いて押し作業の実際の紹介があり効果的でした。

また、小林講師、西澤講師及び松田講師の講義は理論的な面は当然のことですが、講師自身の経験則からくる失敗例なども随所に織り込んで頂き、実に興味深い内容でした。



座学風景(於：大宮精機(株))

#### (2) 押し実技実習

押し実技実習では、受講者を2班に分けて、2日目及び3日目に各班1日交代で実施しました。

具体的には、各班でグループ討議を開き、役割分担を決め、その分担に従って取り組みました。

また、最終日に押し条件と製品の評価(伸び率、屈曲他)、反省を実習の成果として班毎に報告書にまとめ、個々の役割分担に従い発表していただきました。



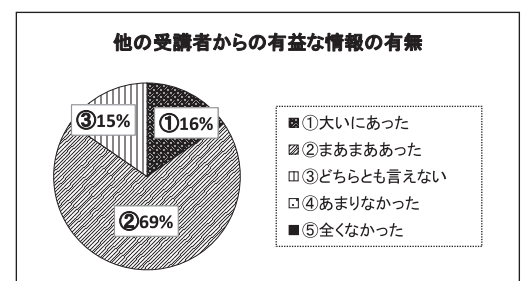
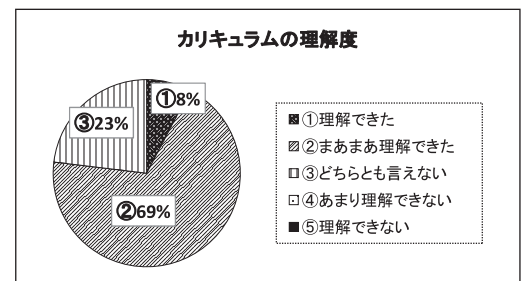
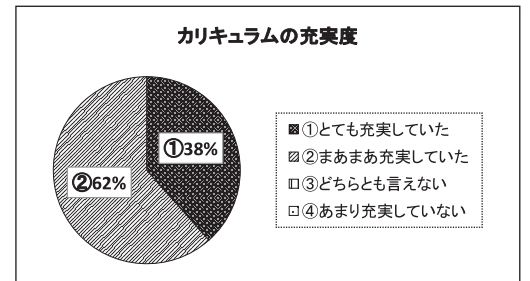
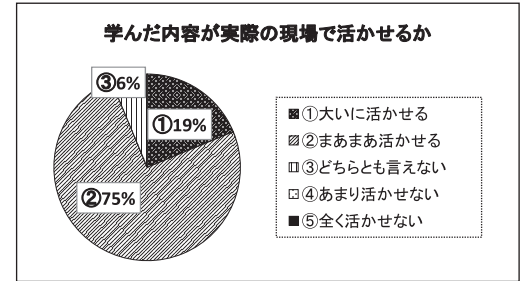
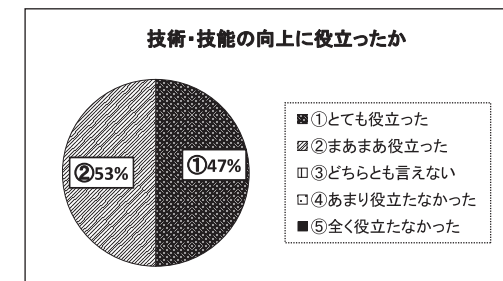
押し実技実習風景(於：大宮精機(株))



成果発表風景(於：ホテル会議室)

#### (3) アンケート結果

今後の研修に活かすため、研修時に受講生及び所属企業に対してアンケート調査した結果を行なった結果の一例を紹介いたします。



### 4. おわりに

本研修を開催するにあたり、座学及び押し実技実習に設備・会場他、全面的にご協力を頂いた大宮精機(株)殿に感謝の意を表するとともに、研修テキストの作成並びに貴重な時間を割いて講義を行っていただいた各講師の方に厚く御礼を申し上げます。

電線押出技術・技能伝承研修事業は継続して開催する意向ですので、会員会社からの受講生の派遣を切望いたします。

最後に、今回も補助事業としてご協力頂いた(一社)日本電線工業会の関係者に感謝の意を表します。

(情報サービス部 主席部員 緒方 輝実)



## 皇居乾通り・秋の一般公開

### 1. はじめに

天皇陛下の傘寿(80歳)を記念して皇居の乾通り(坂下門から乾門までの約750m)が平成26年12月3日(水)～12月7日(日)に「通り抜け」の形で一般公開されたので、その一部を紹介する。

### 2. 一般公開ルート

一般公開ルートは、①坂下門(入門)→(乾通り)→乾門(出門)、②坂下門(入門)→(乾通り)→(皇居東御苑)→大手門(出門)の二通り。逆のコースは設定されていない。\*皇居東御苑は、通年公開中。

### 3. 乾通り散策

筆者は12月6日(土)にJR東京駅丸の内南口から坂下門前まで向かった。途中、皇居ランナーにすれ違ったが、皇居へ向かう人が多く、皇居ランナーには迷惑だったかもしれない。

二重橋前付近から人で溢れかえり、4グループに分かれて手荷物検査、ボディチェックを受けて坂下門から入門した。入門まで、約1時間を要したが、天気予報と異なり、穏やかな快晴に恵まれ待ち時間も苦にはならなかった。また、サッカーのワールドカップ予選で一躍有名になった警視庁のDJポリスの活躍が随所に見受けられた。

乾通りを散策しながら、モミジや銀杏の紅葉を満喫した。都会の雑踏から逃れ、命の洗濯ができたように感じた。乾通り内には、桜の木も植えられており、春は満開の桜を満喫できそうである。

余談ではあるが、宮内庁の職員の話によると、森があるので偶に狸が迷い込んでくるらしい。

### 4. 写真集



乾通りの一般公開に向かう人々(二重橋前)



乾門の様子：人でごった返している



紅葉①



紅葉②



紅葉③

### 5. おわりに

恒例の一般参賀以外には入れない皇居内を散策でき、貴重な一日であった。

(情報サービス部 主席部員 緒方 輝実)

## 会員の声 (正会員)

### 理研電線株式会社

#### 取締役社長

## 藤吉 昭博氏を訪ねて



今回は、東京都中央区にある「理研電線株式会社」の本社を訪問し、藤吉昭博社長にお話を伺いました。

#### 1) 会社の生い立ち・沿革；

1934年 理化学研究所長 大河内正敏博士らにより大和電線(株)設立。伸線、錫メッキ線の製造開始。

1935年 理研電線(株)に改称。エナメル銅線・綿絹巻線の製造開始。

1984年 光ファイバケーブルの製造開始。

1992年 平川製線(株)と合併し、業容拡大。

2003年 理研電線有限公司(香港・深圳)を設立。

2010年 巻線およびステンレス線を古河マグネットワイヤ(株)に分割承継。

2012年 エレベーターケーブル製造のため、中国河北省に理研華通線纜有限公司を設立。

#### 2) 事業・製品構成；

主要製品は1950年より製造しているエレベーター用ケーブルです。お客様の多様な要求にも応えられるよう各種品種を取り揃えています。

製品群としては、「電線ケーブル」「光部品」「電子部品・加工品」「エレクトロニクス材料」に区別され、多種多様な製品で社会に貢献しています。

#### 3) 開発状況・今後の事業展開；

1934年(昭和9年)、理化学研究所からエナメル塗装絶縁電線に関する特許実施権を取得して事業をスタートして以来、マグネットワイヤー、各種ケーブル、ステンレス鋼線、コイル加工など「線」に特化した企業として確固たる地位を築いてきました。

現在では、電線だけでなく、光エレクトロニクス部品・電子部品をはじめ、電子・情報機器、通信機器とそのインフラなど広範な分野へも進出しています。

今後もクオリティとテクノロジーを両輪として、顧客企業はもちろん、時代のニーズに応える最先端の製品をお届けしていくつもりです。

#### 4) 経営理念・方針；

「わたしたちは、お客様に魅力ある製品やサービスを提供することにより、社業の発展と当社の関

係するすべてのひとびとの繁栄をはかり、広く社会に貢献します。」を企業理念として、より豊かな未来へと直結させる「線」を、開発・提供し続けます。

#### 5) 環境への配慮；

古河電工グループの環境基本理念「地球環境の保全が国際社会の最重要課題と認識し、素材力を活かした技術革新により、持続可能な地球の未来に貢献する」をベースとし、「次世代育成」「スポーツ・文化振興」「地域社会との共生」の三つを軸に活動を推進しています。

理研電線独自の取り組みとしては、次世代育成支援対策推進法に基づく行動計画として、「短時間勤務制度」の制定、「年次有給休暇」取得促進の活動を図っています。

#### 6) 趣味・健康法；

スポーツ系の趣味は、テニスとウォーキング。テニスは20年ほど前から「草テニス」を土日に2-3時間楽しんでいます。目標は、市民大会 団体戦2勝。ウォーキングの方は10年ほど前から、雨が降っていなければ、出勤前に1時間(5-6km)ほどストレッチ運動も含めてやっています。こちらの目標は年間700km。

文化系の方は、鉄道模型のジオラマ製作と艦船模型の製作。この2-3年眼疲れがひどく、長時間続けられませんが、コツコツと作っています。ジオラマの方は、「2001年 箱根駅伝の風景」を作っています。作り始めて十数年経ちますが、まだ完成に至りません。

艦船模型は、先般「戦艦比叡」1/700を久しぶりに製作しました。まだ作っていないキットが20隻くらいあります。

何かに没頭することで、新しい元気が湧いてくる気がします。

#### 7) JECTEC に対する意見・要望；

現在活動されている「研修・人材育成事業」について、継続し、さらに充実させて頂きたい。また、技術情報や製造設備の最新動向等、会員に有益な情報のさらなる発信を望んでいます。

(聞き手:センター長 玉井 富士夫、文責:情報サービス部長 野口 浩)



## 表紙の写真 「浜松市 奥山公園 桜まつり」

浜松市北区引佐町に位置する奥山公園は、名前のお通り奥深い山間部の小さな集落の中にあります。

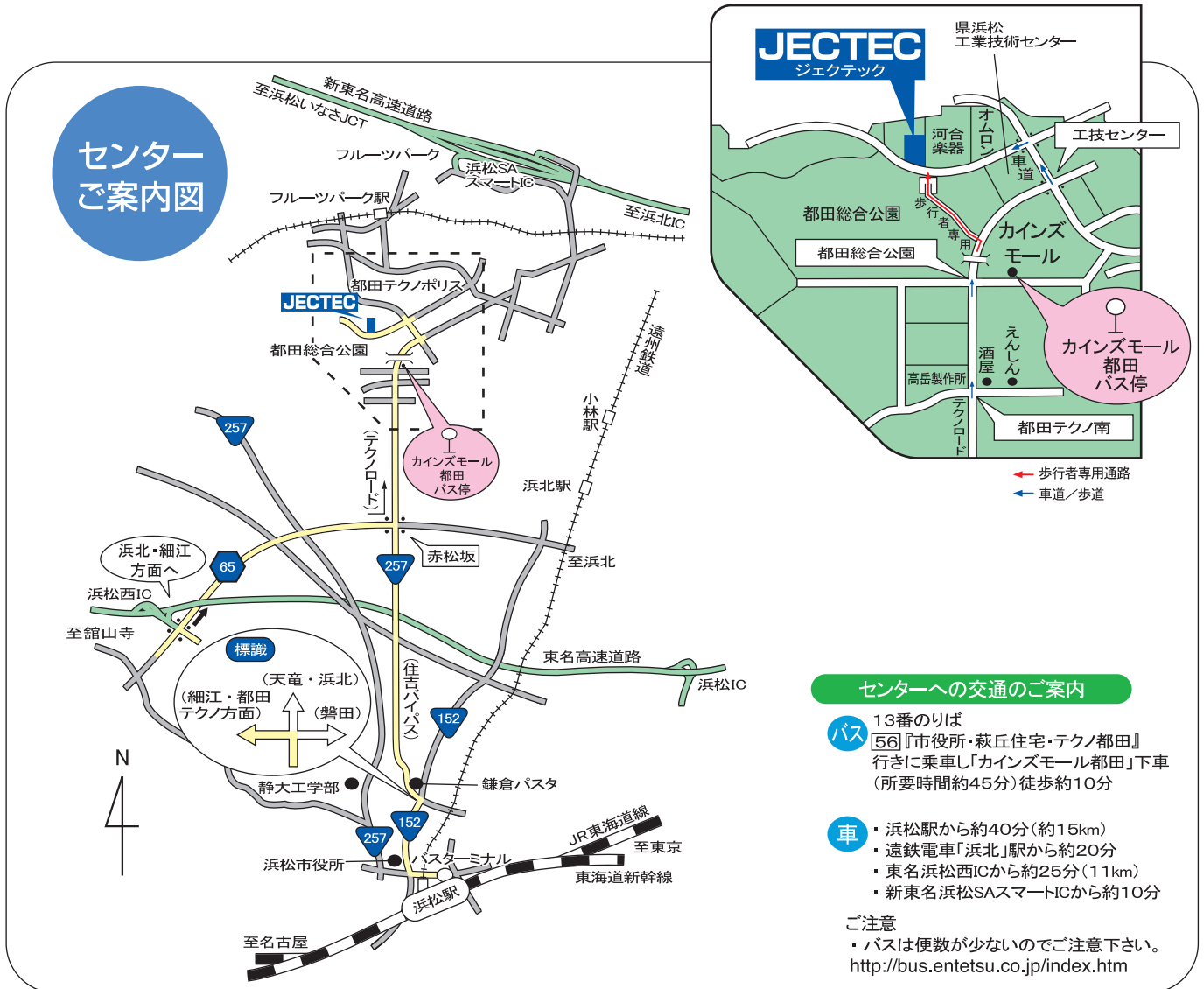
こちらの公園は、隠れた桜の名所となっていて3月末～4月上旬は、ソメイヨシノなど約1,000本が咲き誇ります。

公園内の池に架けられている浮棧橋から見上げる桜は絶景です。

日中は、池周辺や“奥山半僧坊”への散策、夜は湖上の浮棧橋もライトアップするので昼間とは違った幻想的な風情が楽しめます。

JECTECからは30分弱、浜松いなさICからは10分程の場所です。

(情報サービス部 事務員 児玉 晴加)



### センター ご案内図

#### センターへの交通のご案内

- バス** 13番のりば  
 56『市役所・萩丘住宅・テクノ都田』  
 行きに乗車し「カインズモール都田」下車  
 (所要時間約45分) 徒歩約10分
- 車**
  - ・浜松駅から約40分(約15km)
  - ・遠鉄電車「浜北」駅から約20分
  - ・東名浜松西ICから約25分(11km)
  - ・新東名浜松SAスマートICから約10分

#### ご注意

- ・バスは便数が少ないのでご注意ください。  
<http://bus.entetsu.co.jp/index.htm>

無断転載禁

## JECTEC NEWS No.74 MARCH 2015

発行日 2015年3月31日 発行 一般社団法人 電線総合技術センター

〒431-2103 静岡県浜松市北区新都田1-4-4 TEL: 053-428-4681 FAX: 053-428-4690

ホームページ <http://www.jectec.or.jp/>

編集者/情報サービス部長 野口 浩