

小勢力回路用耐火ケーブルの開発

Development of Instrumentation, Control and Communication Fire Proof Cables

茂木 淑豪
Yoshitake MOTEGI

岡崎 英明
Hideaki OKAZAKI

浦 卓也
Takuya URA

2017年に埼玉県で発生した大規模倉庫火災では、火災感知器の周囲（耐熱電線）などにおいてショートが発生し、防火シャッターが作動せず消火活動に長時間を要した。これを受け、国土交通省は、耐熱電線の端末部分にショート防止対策として、マイカテープ処理を義務付ける告示改正を行った。そこで当社は、長年培ってきた低圧耐火ケーブルの設計・製造ノウハウを活かし、より細く・軽く・取扱性に優れた弱電向けの耐火ケーブルを開発し、国土交通省の告示改正に対応したケーブルとしてリリースした。

In the large-scale warehouse fire that occurred in Saitama in 2017, the heat-resistant cable was short-circuited, the fire shutter did not work, and it took a lot of time to extinguish the fire. Because of this incident, with a revision of the relevant law, the Ministry of Land, Infrastructure and Transport obliged the use of mica tape at the terminal sections of a heat-resistance cable. This is why, based on years of our company's expertise in designing and producing low voltage fire-proof cables, our company has developed and released a thinner, lighter, easier to use fire-proof cable for light electricity as a cable compatible with the Ministry's requirements with the law revision.

1. はじめに

2017年に埼玉県で発生した大規模倉庫火災では、鎮火まで12日間を要する事となり、非常に大きなニュースとなった。国土交通省と消防庁は、共同で検討会を立ち上げ、本件の延焼拡大原因の一つが防火シャッターの未作動にあったことを突き止めた。本来、被害を局所化する為の防火シャッターが、60%も作動しておらず、これは、本火災が、段ボール等、可燃物が極めて多い大規模倉庫で発生したことにより、その燃焼の影響を受け、主要な幹線に直結しているアナログ式感知器の配線（耐熱配線）でショートが発生し、系統全体の制御機能が喪失したことによると結論付けられた（図1）。

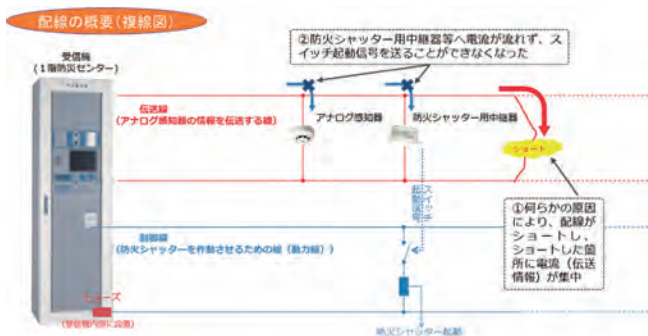


図1 配線の概要（報告書²⁾引用）

検討会は、上記に対する対策の必要性を報告書²⁾に纏め、これを受けた国土交通省は、告示³⁾の改正を行い、50000 m²以上の大規模倉庫に、火災情報信号を発生するアナログ式

感知器を設置する場合、その電気配線に下記いずれかの対策を行う事を義務付けた。

①配線（耐熱電線）の短絡を防止する措置

配線（耐熱電線）が感知器に接続する部分に耐熱性能を有する材料（マイカテープ等）で被覆すること、その他の短絡を有効に防止する措置を講じること。

②短絡の影響を局限化する措置

短絡が発生した場合でもその影響が床面積 3000 m² 以内の防火区画された部分以外に及ばないように、断路器その他これに類するものを設けること。

ケーブルに関する事項である①の措置を要約すると、現状は、耐熱電線の外被・絶縁を剥ぎ、感知器に接続しているが、改正後は、露出する絶縁の上から、マイカテープを巻き、接続する必要がある。また、その他短絡を有効に防止する措置としては、ケーブル構造上既にマイカテープを有する耐火ケーブルを使用する事が予想される（図2）。

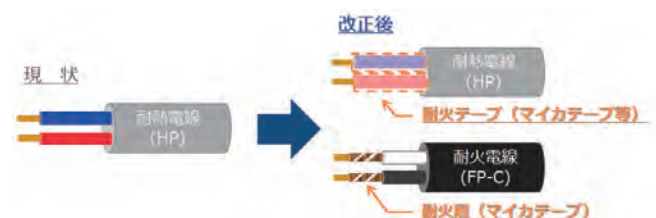


図2 配線（耐熱電線）の短絡を防止する措置の概要

しかし、これらの措置では耐熱電線の端末部にマイカテープを巻く作業工数の増加が予想され、また、端末部の処理だけでは全長を保護できない。一方で、耐熱電線の代わりに耐火ケーブルを使う場合、耐火ケーブルは低圧向けであるため、絶縁・シースが厚く、外径が大きく重いため、耐熱電線よりも施工性が悪くなってしまふ。

上記を受け当社は、線路全長を保護でき、耐火ケーブルよりも取扱性の優れたケーブルの製品開発を進めた。

2. 消防用ケーブルについて

耐熱電線・耐火ケーブルを含む消防用ケーブルは、人の密集するビル火災で大勢の人命が奪われる事故が相次いで発生したことから、火災時の非常用電源の確保が重要視され、昭和45年に弱電回路用の「耐熱電線の基準」、昭和46年に強電回路用の「耐火電線の基準」として消防庁により定められた。法令により定められた非常用設備における非常電源、操作回路に使用され、現在では、耐火ケーブル、小勢力回路用耐熱電線、警報用ケーブルを主として、全5種類が存在し、その種類(表1)、用途例(図3)を以下に示す。

表1 消防用電線の種類

種類	記号	適用規格
耐火ケーブル (高圧, 低圧)	FP, FP (NH), FP-C, FP-C (NH)	消防庁告示第10号 JCS 4506 JCS 4507
小勢力回路用耐熱電線	HP, HP (NH)	消防庁告示第11号 JCS 3501
警報用ケーブル	AEV, AEE/F	JCS 4396
耐熱形同軸ケーブル	HR-CX, HR-LCX	JCS 5501
耐熱光ファイバケーブル	HP-OP	JCS 5502

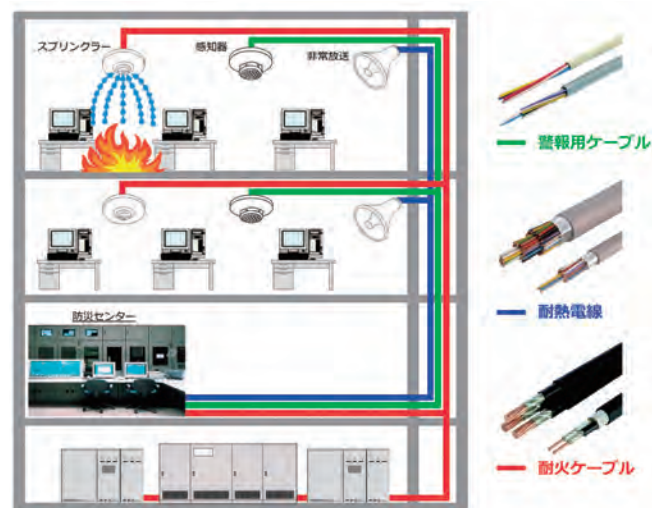


図3 消防用ケーブルの用途例

3. 耐熱電線と耐火ケーブルについて

耐熱電線(正式名称:小勢力回路用耐熱電線)は、被災時に感知器や自動火災報知設備、非常放送配線等に使用され、一定時間の通電ができる耐熱性能を有する60V以下の小勢力回路用の電線であり、現行基準では、15分/

380℃の加熱条件下で性能を維持する事が求められている。(表2, 図4) また、耐熱電線の要求特性は、告示ならびにJCSで規定されており、一般的な特性は、電気設備に関する技術基準を定める省令に基づく。ケーブル構造は一般的な通信ケーブルと類似しているが、耐熱層を絶縁体と兼ねるものとして、架橋ポリエチレンを採用している(表3, 図4)。

一方、耐火ケーブルは、火災時にスプリンクラーを代表とする、消火活動に必要な消火栓設備、排煙設備などに電源を供給する非常電源回路に使用される電源ケーブルであり、火災発生時から避難、誘導、初期消火までの一定時間、通電を確保することを目的としており、現行基準では、30分/840℃の加熱条件下で性能を維持する事が求められている。(表2, 図4) 耐熱電線同様、要求特性は、告示ならびにJCSで規定されており、一般的な特性は、電気用品安全法及びJIS C 3605「600Vポリエチレンケーブル」の適用または準用を受ける。耐火性能の肝となる耐火層は、導体上に施され、電気絶縁性、耐熱性に優れたマイカテープを使用しており、これが、840℃の高温での絶縁性能を発揮する(表3, 図5)。

表2 耐火・耐熱特性

項目	耐火特性	耐熱特性	
到達温度	840℃	380℃	
加熱時間	30 min	15 min	
耐電圧	加熱前	1500 V/1 min	
	加熱中	600 V/30 min	250 V/15 min
	加熱終了直後	1500 V/1 min	—
絶縁抵抗	加熱前	50 MΩ	50 MΩ
	加熱中	—	0.1 MΩ
	加熱30分	0.4 MΩ	—
燃焼性	150 mm以下	150 mm以下	

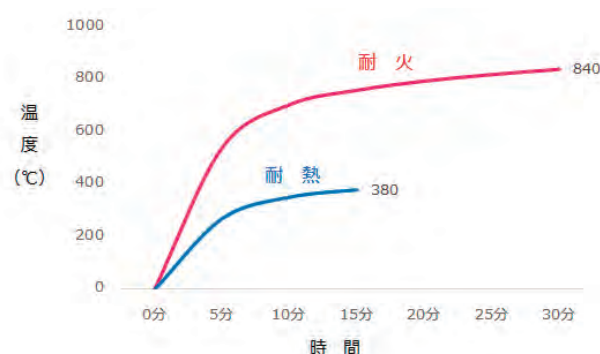


図4 加熱曲線
(JIS A 1304「建築構造部分の耐火試験方法」加熱曲線B)

表3 耐火ケーブル・耐熱電線の仕様比較(例:2C×1.2mm)

項目	耐火ケーブル	耐熱電線
導体	1.2 mm	1.2 mm
耐火・耐熱層	マイカテープ	絶縁(XLPE)
絶縁厚	0.8 mm	0.25 mm
シース厚	1.5 mm	0.95 mm
ケーブル外径	6.5×10 mm	4.0×5.5 mm
概算重量	80 kg/km	38 kg/km

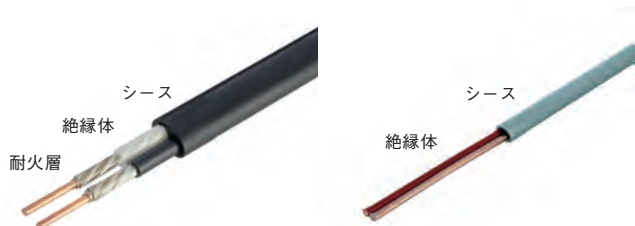


図5 耐火ケーブル（左）耐熱電線（右）

上記に示す通り、耐熱電線と耐火ケーブルには特性・構造上大きな違いがあり、耐火ケーブルはその耐火性能及び電力ケーブルであるが故の構造から、耐熱電線に比べ外径・重量共に大きなものとなる。1項で述べた、改正告示対応策としての、耐熱電線の代替として耐火ケーブルを使う場合、耐熱電線よりも施工性が悪くなってしまふのは、上記に由来するものである。

4. 小勢力回路用耐火ケーブルの開発

国土交通省により改正された告示に対応したケーブルを開発するにおいて、開発のポイントは下記2点となる。

- ①マイカテープ（短絡防止措置）を施した耐熱電線
→小勢力回路（60 V）向けで、耐火・耐熱性能を両立した業界初のケーブル（表4）。
- ②耐火ケーブルよりも細く・軽い仕様であること。

表4 開発ターゲット

項目	定格電圧		配線区分	
	低圧 600 V	小勢力 60 V	耐火 配線	耐熱 配線
耐火ケーブル	○	○	○	○
小勢力回路用 耐火ケーブル	×	○	○	○
耐熱電線	×	○	×	○

設計は、耐火ケーブルと同様に、導体の上にマイカテープを施し、その上から、絶縁・シースを施す構造であるが、耐火ケーブルと異なり、電気用品安全法への適合が必要でない事から、絶縁・シース厚は耐熱電線と同等とし、細径化を図った。更に、使用するシース材料に比重が軽く軟らかい材料を採用し、取扱性を考慮した設計としている。

また、当該製品においては、生産性を考慮し、従来耐火ケーブルでは使用していない、高速撚り合せ機での撚り合せ作業を採用した。しかし、これによりケーブルに掛かる物理的な負荷（遠心力）が大きくなったことで、完成品後のケーブル端末から導体突き出しが発生した（図7、表5）。導体突き出しは、導体・耐火層・絶縁の密着が何らかの理由により低下することで、導体が時間経過と共に露出する現象で、客先にて敷設後、接続端末で導体が露出すると、感電や火災の危険性があることから、当社では、完成品24時間後の導体突き出し量を管理している。

当社の耐火層は、縦添えしたマイカテープをガラス糸で押え巻しており（図6）導体突き出しは、この糸の巻き付

けとケーブル撚り合せの関係性により、ガラス糸の押さえが緩和されたことに起因するものと推測した。

対策として、糸の巻き付けとケーブル撚り合せとの相互関係を調整し作業を行うことで、導体突き出しの発生を抑えることに成功した（図7、表5）。ここで得られたノウハウは現在、権利取得へ向け特許出願中である⁴⁾。

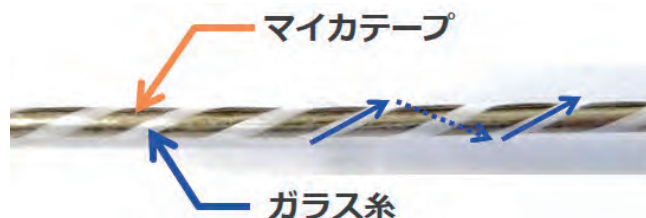


図6 耐火層（ガラス糸での押え巻）

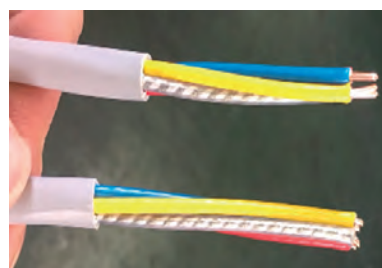


図7 導体突き出し（上：対策前 下：対策後）

表5 導体突き出し量比較

項目	絶縁色		対策前	対策後
	青	赤	8.0 mm	1.5 mm
絶縁色	自然	8.0 mm	1.0 mm	1.0 mm
	黄色	8.0 mm	1.0 mm	1.0 mm

本ケーブルは、耐火・耐熱性能含む全ての社内試験（表6）で合格し、一般社団法人 電線総合技術センターでの耐熱電線としての認定試験及び耐火試験にも合格している。尚、小勢力回路向けの耐火試験は、現状、告示・JCS規格等による試験基準がない事から、当社独自の試験基準を設け、当社及び一般社団法人 電線総合技術センターにて試験を行ったものである（表7）。

更に、本ケーブルは耐火ケーブルと比べ最大30%の細径化、40%の軽量化を達成している（図8、図9、図10、図11）。

表6 評価結果一覧

項目	基準	試験結果
物理試験	JCS 3501	良
構造試験	社内基準	良
電気試験	電気設備技術基準他	良
耐熱性能	JCS 3501	良
耐火性能	社内基準	良
導体突き出し	社内基準	良

表7 小勢力回路向け耐火試験基準（当社独自）

項目		試験基準
到達温度		840℃
加熱時間		30 min
耐電圧	加熱前	—
	加熱中	250 V/30 min
	加熱終了直後	—
絶縁抵抗	加熱前	50 MΩ
	加熱中	—
	加熱 30 分	0.1 MΩ
燃焼性		150 mm 以下

5. ま と め

当社は、2017年に埼玉県で発生した大規模倉庫火災を発端に改正となった告示に対応したケーブルの開発に成功し、2018年6月に製品をリリースした。

営業・PR活動により、上記大規模火災により焼失した倉庫の再構築事業に当該製品が納入され、業界初のケーブルとして実績が積めたことは大変喜ばしい。

また、当該製品の周知が進み、各方面より好評をいただいたことで、現在、当該ケーブルは、ケーブルとしての消防庁告示化・JCS規格化、並びに、認定制度の策定が進んでいる。今後、当該製品が広く世の中で活躍することを切に願う。

参考文献

- 1) 平方和良, 他: 消防用電線の現状と今後の展望, 昭和電線レビュー, Vol.57, No.1, p.5 (2007)
- 2) 埼玉県三芳町倉庫火災を踏まえた防火対策及び消防活動のあり方に関する検討会: 埼玉県三芳町倉庫火災を踏まえた防火対策及び消防活動のあり方に関する検討会報告書 (平成29年6月)
- 3) 国土交通省: 防火区画に用いる防火設備等の構造方法を定める件: 昭和四十八年建設省告示第二千五百六十三 (公布: 平成30年3月27日)
- 4) 岡崎英明, 他: 耐火ケーブル, 特願 2019-215744

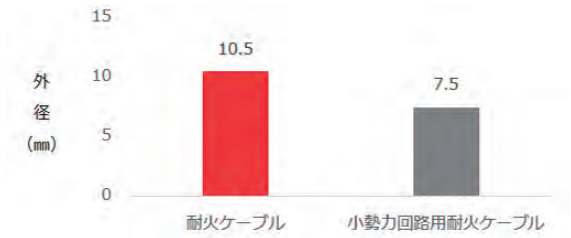


図8 ケーブル外径比較 (例: 3C × 1.2 mm)

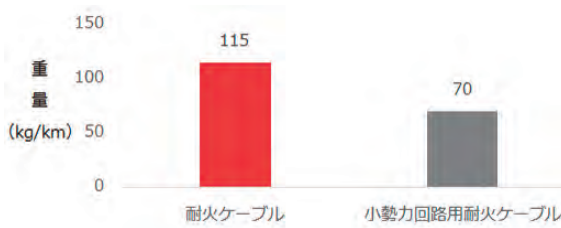


図9 ケーブル重量比較 (例: 3C × 1.2 mm)



図10 ケーブル断面

(左: 耐火ケーブル 右: 小勢力回路用耐火ケーブル)



図11 ケーブル外観

(左: 耐火ケーブル 右: 小勢力回路用耐火ケーブル)

富士電線(株)

茂木 淑豪 (もてぎ よしたけ)

生産本部 伊勢原工場 電力技術課長

消防用ケーブルの設計・開発に従事

富士電線(株)

岡崎 英明 (おかざき ひであき)

生産本部 甲府工場長

通信・消防用ケーブルの設計・開発に従事

富士電線(株)

浦 卓也 (うら たくや)

取締役 生産本部長

通信・消防用ケーブルの設計・開発に従事