

使用環境に対応した配電用絶縁電線・ケーブル および付属品の技術的な変遷と課題

使用環境に対応した配電用絶縁電線・ケーブルおよび付属品の 技術的な変遷と課題 調査専門委員会編

目次	
1. はじめに	3
1.1 調査目的と調査範囲	3
1.1.1 調査目的	3
1.1.2 調査方法と調査範囲	3
1.1.3 調査体制	3
1.2 配電設備の社会的背景	3
1.2.1 日本における電気の広がり	3
1.2.2 配電設備の電圧の変遷	3
1.2.3 配電設備を取巻く技術開発の変遷	4
1.2.4 絶縁電線・ケーブルの技術開発と社会的背景	5
1.3 各章の概要	6
2. 絶縁電線	10
2.1 基本的構造・性能と技術的な変遷	10
2.1.1 導体	10
2.1.2 絶縁体	10
2.1.3 絶縁電線の技術的な変遷	11
2.2 使用環境・ニーズに対応した機能・構造	18
2.2.1 応力腐食割れ対策	18
2.2.2 着雪防止対策	19
2.2.3 長径間敷設対策	20
2.2.4 風圧低減対策	21
2.2.5 樹木接触対策	22
2.2.6 引込線のトラッキング対策	24
3. 絶縁電線付属品	26
3.1 基本的構造・性能と技術的な変遷	26
3.1.1 導体接続部の種類と構造	26
3.1.2 絶縁カバーの種類と構造	27
3.1.3 絶縁電線付属品の技術的な変遷	28
3.2 使用環境・ニーズに対応した機能・構造	31
3.2.1 コンパクト化対応	31
3.2.2 省力化対応	31
3.2.3 異種金属腐食対策	33
4. ケーブル	35
4.1 基本的構造・性能と技術的な変遷	35
4.1.1 ケーブルの技術的な変遷	35
4.1.2 CV ケーブルの構造およびその特徴	35
4.1.3 CV ケーブルの水トリー対策に対する変遷	38
4.2 使用環境・ニーズに対応した機能・構造	43
4.2.1 地中敷設	43
4.2.2 架空敷設	43
4.2.3 水底敷設	43
4.2.4 橋梁添架	45
4.2.5 防蟻・防鼠対策	45
4.2.6 通信線用パイプ併設	46
5. ケーブル付属品	47
5.1 基本的構造・性能と技術的な変遷	47
5.1.1 ケーブル接続処理の必要性	47
5.1.2 終端接続部	48
5.1.3 直線接続部	51
5.1.4 分岐接続部	53
5.2 使用環境・ニーズに対応した機能・構造	64
5.2.1 コンパクト化	64
5.2.2 省力化	66
5.2.3 軽量化	67
5.2.4 耐汚損特性向上	67
6. その他の絶縁電線・ケーブルの使用例	68
6.1 船用電線	68
6.2 車両用電線	69
6.3 EM・難燃ノンハロゲン電線・ケーブル	69
6.4 キャブタイヤケーブル	70
6.5 エレベータ用ケーブル	71
7. 新たなニーズと今後の課題	73
7.1 社会的な情勢をふまえた新たなニーズ	73
7.1.1 低廉かつ安定的な電力供給に應えるためのニーズ	73
7.1.2 人口減少に適応するためのニーズ	73
7.1.3 無電柱化関係のニーズ	73
7.2 低廉かつ安定的な電力供給に應えるための課題	74
7.2.1 ケーブルの寿命把握	74
7.2.2 ケーブルの許容電流増加	74
7.3 人口減少に適応するための課題	75
7.3.1 ケーブル保守の容易化	76
7.3.2 接続作業の簡素化・スキルレス化	76
7.4 無電柱化関係の課題	76
7.4.1 ケーブルの可とう性向上	76
7.4.2 ケーブル導体材料コストの削減	77
7.4.3 ケーブル敷設工事の低コスト化	77
8. おわりに	78
付録 略語集	79

使用環境に対応した配電用絶縁電線・ケーブルおよび 付属品の技術的な変遷と課題調査専門委員会委員

委員長	上野 秀樹(兵庫県立大学)	作業会	
幹事	木島 孝(フジクラ)	主査	堀 康彦(電力中央研究所)
幹事	藤井 常義(住電機器システム)	副主査	石川 貴久(関西電力)
幹事補佐	石川 貴久(関西電力)	委員	多田 和也(兵庫県立大学)
委員	西村 誠介(横浜国立大学)		五来 高志(日本電線工業会)
	村上 義信(豊橋技術科学大学)		森川 裕峰(北海道電力)
	堀 康彦(電力中央研究所)		宮古 尚(東北電力)
	五来 高志(日本電線工業会)		春山 浩(東京電力パワーグリッド)
	倉田 勝(電線総合技術センター)		仲山 雄貴(東京電力パワーグリッド)
	松村 徹(日本電力ケーブル接続協会)		香取 秀治(中部電力)
	川原 陽一(北海道電力)		京極 喜一郎(北陸電力)
	堀越 和宏(東北電力)		北村 時宏(関西電力)
	井上 考介(東京電力パワーグリッド)		藤井 良治(中国電力)
	大庭 弘(中部電力)		合田 宏明(四国電力)
	浦田 恒則(北陸電力)		井上 耕介(九州電力)
	田中 康一(関西電力)		上原 啓史(沖縄電力)
	小野 進(中国電力)		川島 毅(フジクラコンポーネンツ)
	秋友 伸二(四国電力)		平野 順士(古河電工パワーシステムズ)
	壁村 克樹(九州電力)		山田 俊介(住友電気工業)
	阿波根 直也(沖縄電力)		堀 豊貴(昭和電線ケーブルシステム)
	西野 宏(フジクラ)		小池 健一(大阪電具)
	茂田 啓充(古河電工パワーシステムズ)	オブザーバー	木島 孝(フジクラ)
	山崎 直哉(住友電気工業)		藤井 常義(住電機器システム)
	三浦 浩二(昭和電線ケーブルシステム)	途中退任	
	西垣 貴夫(大阪電具)	副主査	大江 麻依子(関西電力)
途中退任			小松 優樹(関西電力)
幹事補佐	大江 麻依子(関西電力)	委員	稲村 英信(東北電力)
委員	小田 勇一郎(電線総合技術センター)		青野 文泰(東京電力パワーグリッド)
	片山 幸一(北海道電力)		岩松 秀俊(中部電力)
	湯澤 伸也(東北電力)		土田 憲(中部電力)
	佐野 健太(東京電力パワーグリッド)		川口 裕二(中部電力)
	箸本 憲保(北陸電力)		島崎 克彦(北陸電力)
	坂下 浩(関西電力)		細川 充海(北陸電力)
	北村 豊秋(中国電力)		江口 智也(関西電力)
	安藝 克典(中国電力)		木本 厚徳(中国電力)
	武田 雅昭(四国電力)		竹本 聡(中国電力)
	田中 幸喜(九州電力)		島尾 聡(中国電力)
	栗田 浩三(古河電工パワーシステムズ)		穴見 直也(九州電力)
			松島 茂良(沖縄電力)
			下地 靖弘(沖縄電力)
			崎山 大介(住友電気工業)

1. はじめに

1.1 調査目的と調査範囲

1.1.1 調査目的

配電設備に用いられている絶縁電線・ケーブルおよび付属品は、さまざまな社会のニーズに対応しながら、これまで公衆の安全性と信頼性向上を目指して改善がなされてきた。これは、多種多様な環境での使用に対応した改良のみならず、接続作業の省力化を目的として技術革新された接続材料などの付属品も含まれる。

また、ケーブルおよび付属品は、「景観・観光」、「安全・快適」、「防災」の観点から配電線の地中化などが推進されており、コストダウン技術へのニーズも高まっている。

そこで、配電用の絶縁電線・ケーブルおよび付属品の技術的な変遷や、さまざまな使用環境、ニーズに対応するための機能や構造などについて体系的に整理・解説し、新たなニーズに応じて、適切な安全性、信頼性と経済性を有する配電用の絶縁電線・ケーブルおよび付属品の開発などに資することを目的として「使用環境に対応した配電用絶縁電線・ケーブルおよび付属品の技術的な変遷と課題」調査専門委員会を設立した。絶縁電線とケーブルの開発イメージを図 1.1 示す。

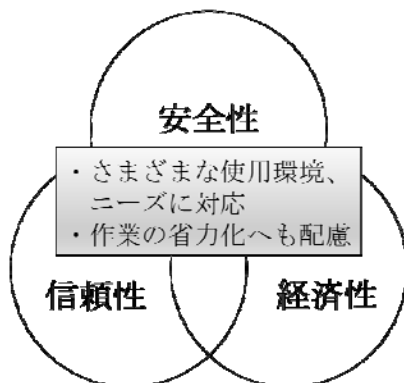


図 1.1 絶縁電線・ケーブルの開発イメージ

Fig 1.1. Development image of electrical wire and cable

1.1.2 調査方法と調査範囲

配電設備に用いられている絶縁電線・ケーブルおよび付属品が開発・改良されてきた変遷調査は、電力会社、関連工業会、製造会社などにアンケート調査を実施した。また、今回の変遷調査においては構造の変遷調査と並行して、文献調査や記録類により、それらの資機材が開発・改良されてきた技術開発の背景や、社会情勢についても調査を行った。さらに、新たなニーズと今後の課題についても、電力会社などにアンケート調査を行い整理した。

なお、本調査における調査範囲は、日本国内の配電設備として図 1.2 に示す以下の範囲とする。

- ・絶縁電線、ケーブル
- ・絶縁電線、ケーブルに直接接続される接続材料、およびその絶縁カバー
- ・対象電圧：100V～33kV（弱電流電線を除く）
- ・日本工業規格（JIS）、電気規格調査会（JEC）規格、日本電線工業会規格（JCS）、日本電力ケーブル接続技術協会（JCAA）規格、および電力用規格の調査を含める

1.1.3 調査体制

本調査専門委員会は、2017年5月から2019年5月の間に、9回の作業会により調査・整理を行い、8回の委員会にて審議することで行った。

1.2 配電設備の社会的背景

1.2.1 日本における電気の広がり

1882年に東京・銀座にて日本初の電灯（アーク灯）が灯された。以降、1887年に東京電灯が第二電灯局を建設、日本初の火力発電所が誕生（出力25kW）し、家庭配電（直流210V）が開始され、電力供給は東京を中心に急速に普及した。さらにエレベーターや電車など、電気は動力用としても利用され、次々と発電所が建設されていった。

その後、第1次世界大戦から第2次世界大戦に至るまで、軍需景気に沸き工場動力の電化が進み、大多数の家庭には電灯が普及した。しかし、戦雲の漂うなか電力は国家に管理され、第2次世界大戦に突入した後は「ぜいたくは敵だ」の声のもとに電力消費規制が行われた。

終戦を迎え、新しい日本は第2次世界大戦後（以下、「戦後」という。）の窮乏を乗り越え、豊かな生活を求めて目ざましい経済成長を遂げた。それに対し、電力会社は、増え続ける需要に安定して電気を供給していくため、供給設備の構築と電源の多様化に力を傾注し、我が国の経済成長を「電気の安定供給」で支えた。

テレビ・洗濯機・冷蔵庫の3種の神器が登場し、家庭には次々と電化製品が普及した。鉱工業生産は1945年後半には戦前の水準まで回復し、その後1955年頃からの高度成長期を迎え、1964年の東京オリンピックを機に、日本は経済大国への道を歩み出した。1968年には、我が国のGDPは世界第2位に躍進し、高まる電力需要に応じて大規模な電源開発が始まった。

1.2.2 配電設備の電圧の変遷

昭和初期の配電電圧は3,300Vであったが、高度成長に伴う電力需要急増に対し、供給力の確保、電力損失の減少ならびに電圧降下・電圧変動の軽減を目的とした配電電圧の昇圧が検討された。そこで老朽設備の更新を含めた抜本的な改善対策として、非接地三相3線式6,600V配電方式が有効と判断され、1959年から政府による昇圧15年計画に基づ