

送電線建設技術研究会
技 術 委 員 会
技 術 専 門 委 員 会

送研技術資料No.31
(2000. 3)

送電線工事用ワイヤロープハンドブック



社団法人送電線建設技術研究会

送電線建設技術研究会 技術委員会

送研技術資料 No.31

送電線工事用ワイヤロープハンドブック

緒 言

本書は、送電線建設の諸工事に用いられるワイヤロープについて、平成7年5月より送電線工事用ワイヤロープ検討分科会において、その諸特性と適合品の選択、損傷形態と対策、適正な取扱い等について、とりまとめたもので、技術委員会から発表するものである。

本書の作成に関与した委員は次のとおりである。

技 術 委 員 会

委員長	五月女 久 郎 (佐藤建設工業)	委 員	高 島 康 脩 (中 電 工)
委 員	佐久間 忠 男 (東北電力)	”	兵 洋 捷 (四 電 工)
”	長 野 眞 康 (東京電力)	”	中 村 勝 宣 (九 建)
”	佐々木 賢 次 (中部電力)	代表幹事	松 島 功 (関 電 工)
”	臼 田 修 (関西電力)	幹 事	増 山 幸太郎 (岳南建設)
”	朝 山 修 (中国電力)	”	野 沢 久 良 (サンテック)
”	藤 丸 昭 夫 (九州電力)	”	大 角 卓 也 (東光電気工事)
”	田 中 輝 彦 (電源開発)	”	橋 本 幸太郎 (トーエネック)
”	竹 内 俊 策 (北海電気工事)	”	緒 方 清 一 (ヒメノ)
”	高 橋 恒 進 (ユアテック)	”	池 田 勤 (きんでん)
”	嶋 田 潔 (佐藤建設工業)	”	鳥 越 要 (住友電気工業)
”	岩 原 弘 久 (古河電気工業)	特別参加	澤 田 知 義 (送 研)
”	早 坂 栄 夫 (山加電業)	”	梅 原 力 (”)
”	渡 辺 彰 (第一電機工業)		

技 術 専 門 委 員 会

委員長	緒方清一(ヒメノ)	委員	柴田恭助(九 建)
委員	如沢康博(東北電力)	総括幹事	大角卓也(東光電気工事)
〃	小川正浩(東京電力)	幹 事	鈴木啓文(岳南建設)
〃	堀内征男(中部電力)	〃	小川照夫(関電工)
〃	山元康裕(関西電力)	〃	相良 明(佐藤建設工業)
〃	今村義人(九州電力)	〃	白寄 仁(千歳電気工業)
〃	前川雄一(電源開発)	〃	江本海光(ヒメノ)
〃	高橋恒進(ユアテック)	〃	田野実泰宏(古河電気工業)
〃	渡辺鉄夫(開発電気)	〃	鶴見鉄男(トーエネック)
〃	野沢久良(サンテック)	〃	池田 勤(きんでん)
〃	佐藤 朗(山加電業)	特別参加	澤田知義(送 研)
〃	山崎 武(住友電気工業)	〃	梅原 力(〃)

送 電 線 工 事 用 ワ イ ヤ ロ ー プ 検 討 分 科 会

主 査	田野実泰宏(古河電気工業)	委員	杉原裕征(関電工)
委員	小川正浩(東京電力)	幹 事	木下保一(古河電気工業)
〃	増山幸太郎(岳南建設)	途中退任	大内 実(〃)
〃	森田健一(関電工)	〃	降旗範明(東京電力)
〃	片岡秀明(佐藤建設工業)	〃	小川照夫(関電工)
〃	松尾敏和(千歳電気工業)	〃	毛利晋也(東光電気工事)
〃	太田良治(東光電気工事)	〃	白土武彦(千歳電気工業)
〃	岡畑成樹(テザック)	〃	興津美隆(〃)
〃	山本秀俊(東京製網)	参 加	田中鉦治(送 研)
〃	相羽幸男(ヒカリ興業)	〃	白石 勲(〃)

発刊にあたって

今般「送電線工事用ワイヤロープハンドブック」を発刊するにあたり、技術専門委員会より、一言申し添えます。

電力の需要は昭和40年後半から全国的に大幅に増大し、それに伴って大型送電線を含む送電線の建設工事が行われてきている。

このような状況から、当然ワイヤロープは必要不可欠な建設機材である。

このことから、送電線建設技術研究会では技術開発の一環として、技術専門委員会の中に「送電線工事用ワイヤロープ検討分科会」を設け、ワイヤロープ全般について幅広く検討をすることとした。その後の分科会での検討結果を段階的に発表することとし、既に成果品として4資料を発刊した。

その後も継続的に検討を重ねた結果、今回ワイヤロープ全般についての検討が終了したので、ここに今迄の成果品と併せ、集大成版として、題記のハンドブックを発刊することとした。

本資料が現場に携わる方を初め、管理資料としても広く活用され、安全、経済面に寄与することを願うものである。

終わりに、本資料の作成に関与された、委員各位に深甚の謝意を申し上げる次第である。

技 術 専 門 委 員 会

委 員 長 緒 方 清 一

はじめに

送電線建設工事において、ワイヤロープは欠かすことのできない重要な機材である。

このワイヤロープは手軽で便利に使用できる反面、使用取扱いを間違えると、重大災害に結びつくこととなる。

このため、労働安全衛生規則、クレーン等構造規格、クレーン等安全規則等で、適正な安全率、取扱い、点検や適切な廃棄など、厳しい法規制がなされている。

このようなことから、送電線建設技術研究会では、昭和57年4月に安全工法開発専門委員会の中に「送電線工事用ワイヤロープ検討分科会」を設置し、大電力輸送のための、大型送電線路の建設における、ワイヤロープの対応策として、施工条件、安全および経済面に重点を置き、幅広い検討を行うこととした。

このような諸状況から、当分科会では、ワイヤロープについて、送電線建設工事の中で、必要度の高い順から調査検討を進め現在に至っている。現在までにまとめ、発刊した資料は次のとおりである。

1. ワイヤロープの構造・性能 (送研技術資料No.13 平成2年6月発刊)
2. 送電線工事用クレーンのワイヤロープに関する調査・検討報告書 (送研技術資料No.18 平成5年8月発刊)
3. 延線工事用ワイヤロープのより変化に関する調査・検討報告書 (送研技術資料No.19 平成5年6月発刊)
4. 緊線工事用ワイヤロープに関する調査・検討報告書 (送研技術資料No.25 平成7年12月発刊)

既発刊物の主な内容は、送電線工事で使用されているワイヤロープ全般の構造・性能と各種用途に使用されているワイヤロープの特性および取扱い上の注意事項などを紹介したものである。

一方、近年の送電線建設工事においては設備規模の大型化により、工法・機械工具が、それぞれ一元化されつつあるが、反面、線路条件の過酷化とコストダウン指向により、機械工具の繰り返し余儀なくされ、これまで以上に安全管理を十分に行う必要が生じてきた。

ワイヤロープについても、機械工具同様、取扱いに関する細部の注意事項等、とりまとめの要望がなされているところである。

以上の経緯から、平成7年5月より、既発刊物の集大成版として見直し、また、送電線工事に使用されている全てのワイヤロープについて、その諸特性と適合品の選択、損傷形態と対策、適正な取扱い等について分かりやすくとりまとめ「送電線工事用ワイヤロープハンドブック」として発刊することとした。

なお、発刊にあたって文中の用語などについて、技術専門委員会ならびに当分科会委員にて検討した結果、今まで当分科会に於いて使用していた、“連結ワイヤロープ”を“割ワイヤロープ”に、また、単に“ワイヤまたはロープ”と表現していたものを“ワイヤロープ”と変更した方が理解し易いとの意見があり変更することとした。

一方単位系については、平成11年10月1日からSI単位系の施行に伴い「N」「kN」を主とし、「kgf」「tf」を従として記載してある。

本書、「送電線工事用ワイヤロープハンドブック」が送電線工事に従事されている方々に、深く理解され、幅広くご活用いただければ幸いです。

最後に、本書の作成に関与下された皆様に深く感謝の意を表すものであります。

送電線工事用ワイヤロープ検討分科会

主 査 田野実 泰 宏

送電線工事用ワイヤロープハンドブック

目 次

第1章 ワイヤロープの構造

1.1	基本構成	1
1.1.1	素線	1
1.1.2	ストランド	1
1.1.3	心材	2
1.2	強度	3
1.2.1	素線の強度	3
1.2.2	ワイヤロープの強度	4
1.3	より方	6
1.3.1	よりの種類	6
1.3.2	より方向	10
1.4	より長さ	12
1.5	ワイヤロープ径	14
1.6	断面積	16
1.7	質量	18
1.8	ワイヤロープグリース	18
1.9	ワイヤロープの表示の仕方	19

第2章 ワイヤロープの特性

2.1	伸び	21
2.1.1	荷重と伸びの関係	21
2.1.2	使用による永久伸び	24
2.1.3	温度変化による伸び	25
2.2	曲げやすさ	25
2.2.1	ワイヤロープの柔軟性	25
2.2.2	曲げやすさの表し方	25
2.2.3	ワイヤロープ径の曲げやすさに及ぼす影響	26
2.3	ねじりやすさ	26
2.3.1	ワイヤロープの可撓性	26

2.3.2	ねじりやすさの表し方	28
2.3.3	ワイヤロープ径のねじりやすさに及ぼす影響	28
2.4	自 転 性	29
2.4.1	ワイヤロープの自転性	29
2.4.2	ワイヤロープが自転する場合	29
2.4.3	ワイヤロープの自転性を小さくする方法	30
2.4.4	ワイヤロープの自転と自転力	34

第 3 章 ワイヤロープの寿命に及ぼす影響因子

3.1	張 力	38
3.2	曲げの大きさ	39
3.3	ワイヤロープの曲げ方と曲げ回数	41
3.4	巻付角と曲げ長さ	42
3.5	ドラムの影響	43
3.5.1	ドラムの種類	43
3.5.2	フリートアングル	46
3.5.3	トータルフリートアングル	49
3.5.4	ドラムの滑り	50
3.5.5	ドラム径	56
3.5.6	ドラムの材質	56
3.6	シーブの影響	56
3.6.1	シーブとは	56
3.6.2	シーブの形状および溝部の標準寸法	57
3.6.3	シーブ溝の材質	58
3.7	接触圧力	60
3.7.1	シーブなどとの接触圧力	60
3.7.2	走行車輪の接触圧力	61
3.8	衝撃の影響	62
3.9	より変化の影響	66
3.10	ワイヤロープの表面状態	67
3.11	運転速度の影響	68
3.12	腐食の要因と影響	69
3.13	温度の影響	76
3.14	低温の影響	85
3.15	加工の影響	87

第4章 ワイヤロープの損傷形態

4.1 断線	91
4.1.1 断線損傷の特徴	91
4.1.2 断線の発生形態と特徴	91
4.2 摩耗	105
4.2.1 外部摩耗	105
4.2.2 内部摩耗	107
4.2.3 素線の摩耗形態	108
4.3 腐食	109
4.3.1 腐食の発生形態と特徴	109
4.3.2 ワイヤロープの腐食形態と特徴	111
4.3.3 防食皮膜亜鉛の白錆	112
4.4 形くずれ	113
4.4.1 より長さの変化	113
4.4.2 うねり形くずれ	114
4.4.3 キンク	118
4.4.4 かご状形くずれ	119
4.4.5 つぶれ形くずれ	119
4.4.6 曲がり形くずれ	120
4.4.7 心材のはみ出し	120
4.4.8 ワイヤロープ径の局所的な太り, 細り	123
4.4.9 ストランドの落ち込み, とび出し	123
4.4.10 ストランドの緩み(浮き)	123
4.4.11 素線の緩み(浮き)	124
4.5 アーク(arc)による熔損	125
4.6 熱影響	125

第5章 ワイヤロープのより変化

5.1 より変化とは	126
5.2 より変化の発生要因	126
5.2.1 シープを通過する場合	126
5.2.2 巻付けによる場合	130
5.2.3 異種ワイヤロープの接続による場合	134

5.2.4	電線との接続による場合	135
5.3	より変化とワイヤロープの回転トルクとの関係	137
5.3.1	より変化によって生じる回転トルク	137
5.3.2	普通ワイヤロープのより変化と回転トルクの関係	139
5.3.3	無捻回ワイヤロープのより変化と回転トルクの関係	141

第6章 ワイヤロープの用途別要求特性および選択と留意点

6.1	送電線工事中用索道	143
6.1.1	索道の種類	143
6.1.2	索道用ワイヤロープ	145
6.2	送電線工事中用クレーン	151
6.2.1	クレーンの種類	151
6.2.2	クレーン用ワイヤロープ	164
6.3	架線工事中用ワイヤロープ	171
6.3.1	架線工事の区分	171
6.3.2	架線工事中用ワイヤロープ	174
6.4	玉掛け用・台付け用ワイヤロープ	188

第7章 ワイヤロープの加工・接続・固定

7.1	ワイヤロープの加工	190
7.1.1	アイスプライス加工	190
7.1.2	アイ圧着加工	196
7.1.3	ベケット加工	208
7.1.4	エンドレス加工	210
7.2	ワイヤロープの接続	214
7.3	ワイヤロープの固定	221
7.3.1	ワイヤロープの端末固定	221
7.3.2	ワイヤロープの仮止め	229

第8章 ワイヤロープの安全率

8.1	安全率とは	231
8.2	用途別ワイヤロープの安全率	232
8.2.1	索道用ワイヤロープの安全率	232

8.2.2	クレーン用ワイヤロープ安全率	235
8.2.3	架線用ワイヤロープの安全率	236
8.2.4	台付け用ワイヤロープの安全率	237
8.2.5	玉掛け用ワイヤロープの安全率	237

第9章 ワイヤロープの取扱い方

9.1	荷扱い	239
9.2	保管と管理	239
9.3	解き方	240
9.4	ワイヤロープの引きまわし	242
9.5	シーリング	243
9.6	ドラムリールへの取付け方	244
9.7	金車の取付け方	251
9.8	台付け	254
9.9	玉掛け用ワイヤロープの取扱い	258

第10章 ワイヤロープに係る保守

10.1	取付け前の保守	275
10.2	使用中の保守	277
10.3	使用后（再使用前）の保守	280

第11章 ワイヤロープの点検

11.1	点検のあり方	284
11.2	点検周期	284
11.3	点検個所と点検内容	285
11.3.1	索道用ワイヤロープ	285
11.3.2	クレーン用ワイヤロープ	286
11.3.3	架線工事用ワイヤロープ	289
11.3.4	台付け用ワイヤロープの点検	290
11.3.5	玉掛け用ワイヤロープの点検	291
11.4	点検記録	291
11.5	点検方法	294
11.5.1	断線の点検方法	294

11. 5. 2	摩耗の点検方法	296
11. 5. 3	腐食の点検方法	298
11. 5. 4	形くずれの点検方法	298
11. 5. 5	熱影響の点検方法	300
11. 5. 6	塗油状態の点検方法	300
11. 5. 7	端末取付部の点検方法	300
11. 6	ワイヤロープの磁気探傷点検法	300
11. 6. 1	磁気探傷とは	300
11. 6. 2	磁気探傷点検の特長	302
11. 6. 3	磁気探傷点検の問題点	303
11. 6. 4	磁気探傷点検の留意点	303

第12章 ワイヤロープの廃棄基準

12. 1	廃棄基準の考え方	305
12. 2	廃棄基準に関する現行の労働法規	305
12. 3	送電線工事用ワイヤロープの廃棄基準	306
12. 3. 1	索道用ワイヤロープの廃棄基準	306
12. 3. 2	クレーン用ワイヤロープの廃棄基準	306
12. 3. 3	玉掛け用ワイヤロープの廃棄基準	307
12. 3. 4	台付け用ワイヤロープの廃棄基準	307
12. 3. 5	架線工事用ワイヤロープの廃棄基準	317
12. 3. 6	その他架線工事用ワイヤロープの廃棄の実態	318

添付資料

1.	ワイヤロープの延命方策について	321
2.	送電線工事用ワイヤロープ規格表	327
3.	ワイヤロープと電線の回転トルクの計算法	353
4.	ワイヤロープの自転量とよりの変化率の関係	357
5.	金車抵抗によるワイヤロープ張力の増加	361
6.	プロテクタの金車通過時の張力の増加	363
7.	緊線ウインチの尻手力について	365
8.	より戻し機の構造の特徴と調整例	373
9.	スィーベルの点検要領	377
10.	ワイヤロープ（6ストランド）のspray加工法	381

付 録

1. 単位対照表	409
2. 国際単位系 (S I) について	413
3. 鉄鋼材の硬さ変換表	417
4. 三角関数表	419
参考文献	423
関連法規, 規格, 基準	425
索 引	427