

J E S C

特別高圧架空電線と支持物等との離隔の決定

J E S C E 2 0 0 2 (1 9 9 8)

平成10年5月29日 制定
(平成27年7月23日 確認)

日本電気技術規格委員会

制定及び改定の経緯

平成 10 年 5 月 29 日 制定

平成 22 年 12 月 17 日 確認

平成 27 年 7 月 23 日 確認

日本電気技術規格委員会規格
特別高圧架空電線と支持物等との離隔の決定
J E S C E 2 0 0 2 (1 9 9 8)

目 次

1. 適用範囲	1
2. 引用技術報告	1
3. 技術的規定	1
J E S C E 2 0 0 2 (特別高圧架空電線と支持物等との離隔の決定) 解説	2
1. 制定経緯	2
2. 制定根拠	2
3. 規格の説明	2
4. 関連資料	3
別紙1 電気学会「架空送電線路の絶縁設計要綱」(1986) における考え方	4
別紙2 「架空送電線路の絶縁設計要綱」(1986)における 閃絡確率許容値	7
別紙3 絶縁設計要綱(1986), 技術基準解釈, NESC 及び DIN による腕金長さ試算結果	9
別紙4 事故実績からの考察	10

日本電気技術規格委員会規格
特別高圧架空電線と支持物等との離隔の決定
J E S C E 2 0 0 2 (1 9 9 8)

1. 適用範囲

この規格は、特別高圧架空電線と支持物等との離隔について規定する。

2. 引用技術報告

次に掲げる技術報告は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。この引用技術報告は、その表題、番号、発行年及び引用内容を明示して行うものとする。

電気学会技術報告（Ⅱ部）第 220 号「架空送電線路の絶縁設計要綱」（1986）

3. 技術的規定

特別高圧架空電線と支持物等との離隔は、電気学会技術報告（Ⅱ部）第 220 号「架空送電線路の絶縁設計要綱」（1986）の絶縁間隔の設計手法に準じて決定し施設することができる。

J E S C E 2 0 0 2（特別高圧架空電線と支持物等との離隔の決定）解説

平成 27 年 7 月に見直しを行い、本文の改定を行う必要がないことを確認した。

なお、本解説での電気設備の技術基準の解釈（以下、「電技解釈」という。）の条項は、規格制定時の電技解釈の条項番号を示す。

1. 制定経緯

電気設備の技術基準の省令（以下、省令という。）第 20 条に「電線路は、施設場所の状況及び電圧に応じ、感電又は火災のおそれがないように施設しなければならない。」ことが規定されており、これに関連して、電気設備の技術基準の解釈（以下、解釈という。）第 105 条において、使用電圧区分毎に一律に電線とそれを支持する支持物との離隔距離を規定している。

一方、昭和 61 年に電気学会技術報告（Ⅱ部）第 220 号「架空送電線路の絶縁設計要綱」において、開閉サージ電圧、電線の風による横振れ等を統計分布としてとらえ、閃絡確率を計算し、これを許容値以下に抑えるという新しい絶縁間隔の設計手法（詳細は「別紙 1」参照）が提案され、現状は本要綱に基づいて電線と支持物との離隔設計が行われている。しかし、上述のとおり解釈に使用電圧区分毎に一律の離隔距離が規定されていることから、本要綱の一部が適用できず、鉄塔のコンパクト化（腕金長さの短縮等）の妨げとなっている。

これらの状況から、「架空送電線路の絶縁設計要綱」の適用可否について調査・検討したところ同要綱の妥当性が検証できたため、特別高圧架空電線と支持物等との離隔距離の決定手法に、電気学会技術報告（Ⅱ部）第 220 号「架空送電線路の絶縁設計要綱」を適用できるとする規格を制定した。

2. 制定根拠

「架空送電線路の絶縁設計要綱」の適用可否に関して以下のように調査・検討した。

(1) 電気学会「架空送電線路の絶縁設計要綱」の妥当性評価

「架空電線路の絶縁設計要綱」は、我が国における離隔設計に関する最新の知見を集約したものであり、電気学会という権威ある機関において報告されたものである。

また、本要綱は閃絡確率を許容値として設定しているが、その確率は極めて低いものであり、保安上問題ないレベルである。（詳細は「別紙 2」参照）

(2) 海外の規格・基準との比較

解釈、海外規格及び本要綱に基づき腕金長さを試算した結果、本要綱による場合の値は解釈やアメリカの規格による場合とドイツの規格による場合の中間的な値となっている。

（詳細は「別紙 3」参照）

(3) 過去の事故実績に関する調査

アークホーンを設置等による設備の改善により、断線事故は現行規定制定時の 1/35 まで減少している。電線－鉄塔間の閃絡による断線は、それらの事故のうち極くわずかであり、そのほとんどは雷撃によるものである。また、これまでに雷撃によるものを含めても支持物での閃絡に起因する感電事故は発生していない。（詳細は「別紙 4」参照）

3. 規格の説明

特別高圧架空電線路では、電線とその支持物、腕金類、支柱又は支線との間が対地絶縁距離の最低箇所になるが、昭和 61 年の電気学会技術報告「架空送電線路の絶縁設計要綱」において、開閉サージの電圧及び風の強さを統計量としてとらえ、開閉サージによる閃絡の発生確率を計算し、特別高圧架空電線と支持物の間の離隔距離を決定する手法が提案されており、この手法によれば閃絡確率を事実上問題ない程度に抑制することができることから、同要綱の適用を認めている。

同要綱によれば、電線と支持物との離隔を標準絶縁間隔（電撃に対するアークホーンとの協調間隔）及び異常時絶縁間隔（線路の最高許容電圧に対する絶縁間隔）を確保できるように決めれば、開閉サージ電圧による電線－支持物間での閃絡確率は事実上無視できる程度に小さくなることから、このようなケースでは開閉サージに対する検討は省略できるとされている。

なお、開閉サージ電圧の大きさ、風の強さの分布等については同要綱を参照されたい。

4. 関連資料

別紙 1 「電気学会『架空送電線路の絶縁設計要綱』における考え方」

別紙 2 「『架空送電線路の絶縁設計要綱』における閃絡確率許容値」

別紙 3 「絶縁設計要綱（1986）、技術基準解釈、NESC 及び DIN による腕金長さ試算結果」

別紙 4 「事故実績からの考察」

電気学会「架空送電線の絶縁設計要綱」（1986）における考え方

本要綱は、架空送電線の絶縁設計の指針として電気学会により示されたので、送電線の絶縁設計はほとんど本要綱に従って行われている。

その絶縁設計の基本的な考え方は以下のとおりで、電線と支持物との離隔については、次頁に示すクリアランスダイアグラムを提案している。

- a. 内部過電圧（開閉サージ，線路故障時の過電圧）に対しては閃絡事故を一定の確率以下に抑える。
- b. 雷撃に対しては，がいし連又はアークホーンの 50%衝撃閃絡電圧に相当するギャップ長以上の離隔（標準絶縁間隔）を確保し，閃絡をすべてがいし連で起こさせる。

このうち，開閉サージについては，開閉サージ及び風による横振れを統計量としてとらえ，閃絡を確率的に評価する手法を提案している。この手法は，開閉サージ倍率を下表の統計量とし，風速の発生確率を次の式「菱田氏の式」と仮定し，その組み合わせにより開閉サージ電圧による電線と鉄塔間の閃絡確率を計算する（開閉サージによる閃絡確率の計算概要は，次頁参照）ものである。なお，閃絡確率の許容値として， 1.6×10^{-3} 回（100 基の線路で 50 年に 1 回の発生確率）と提案している。

$$P(>V) = (1 + \alpha V) \cdot e^{-\alpha V}$$

ここで，

$P(>V)$: 風速 V を超える確率

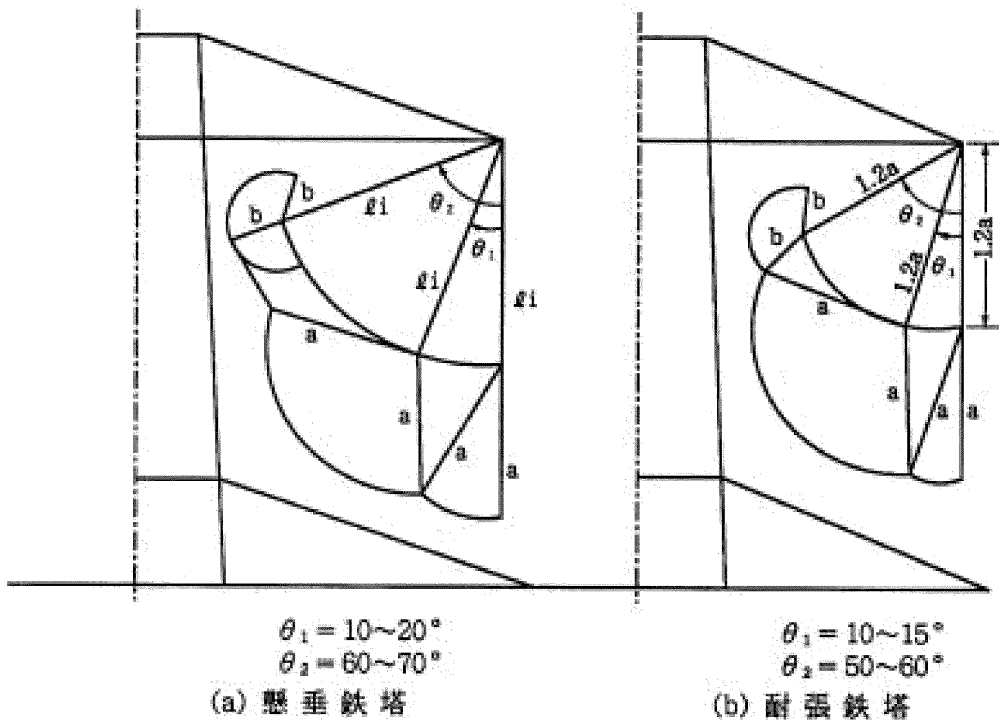
α : $2/V_0$

V_0 : 10 分間平均風速の年間総平均

表 開閉サージ倍率の分布（正規分布）

中性点接地方式	投入抵抗の有無	発生頻度分布（対地）	
		平均値	標準偏差
抵抗リアクトル接地	無	2.25	0.35
有効接地	無	1.9	0.3
	有	1.52	0.16

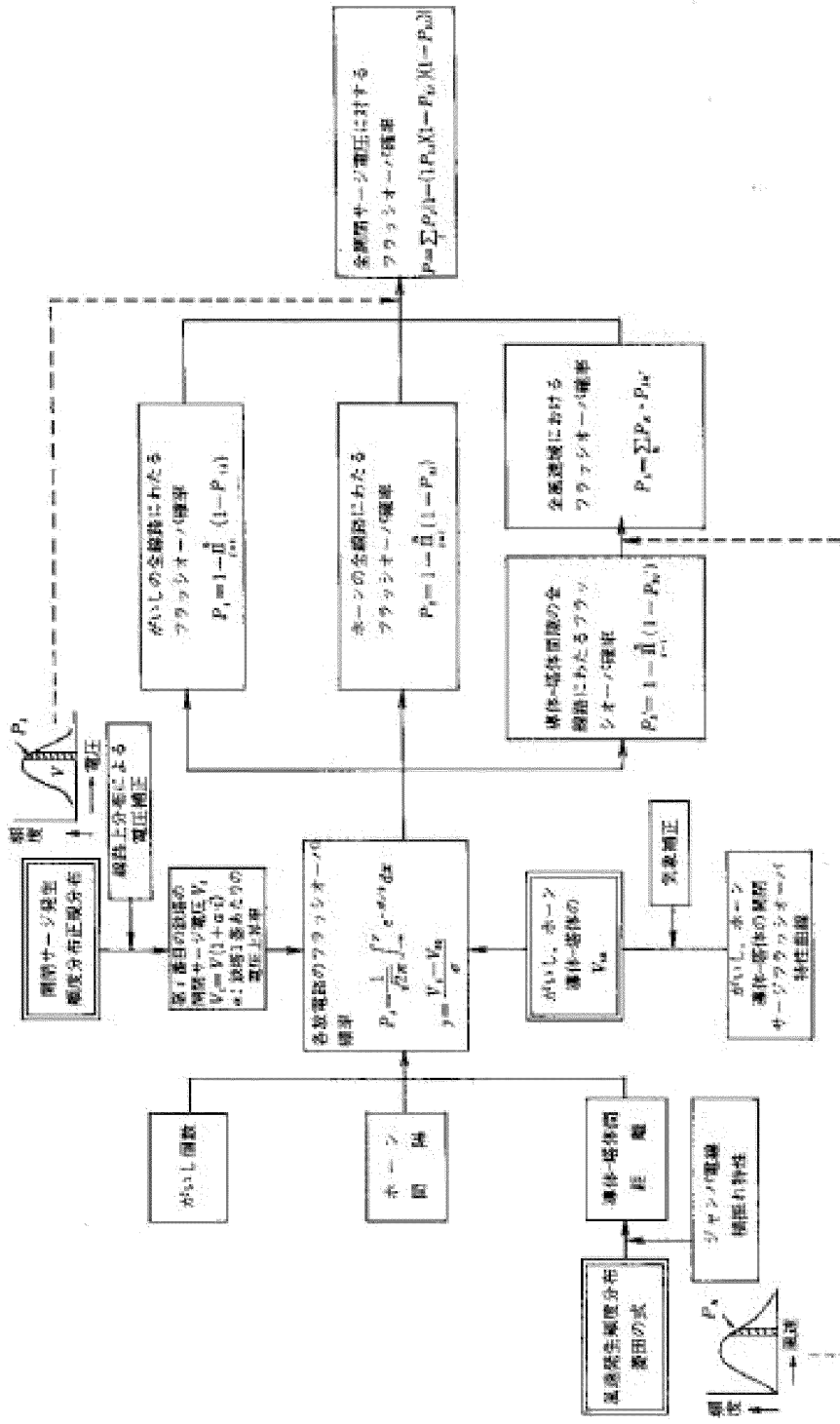
クリアランスダイアグラム



l_i : がいし連長, a : 標準絶縁間隔, b : 異常時絶縁間隔 (商用周波電圧に対する所要離隔)

電気学会「架空送電線路の絶縁設計要綱」(1986) P. 7, 2図

閉閉サージによる閃絡確率の計算概要



電気学会「架空送電線の絶縁設計要綱」(1986) P. 64, 5.3図

「架空送電線路の絶縁設計要綱」(1986)における閃絡確率許容値

本要綱において開閉サージによる閃絡確率の許容値を、 1.6×10^{-3} 回(100基の線路で50年に1回の発生確率)と提案している。

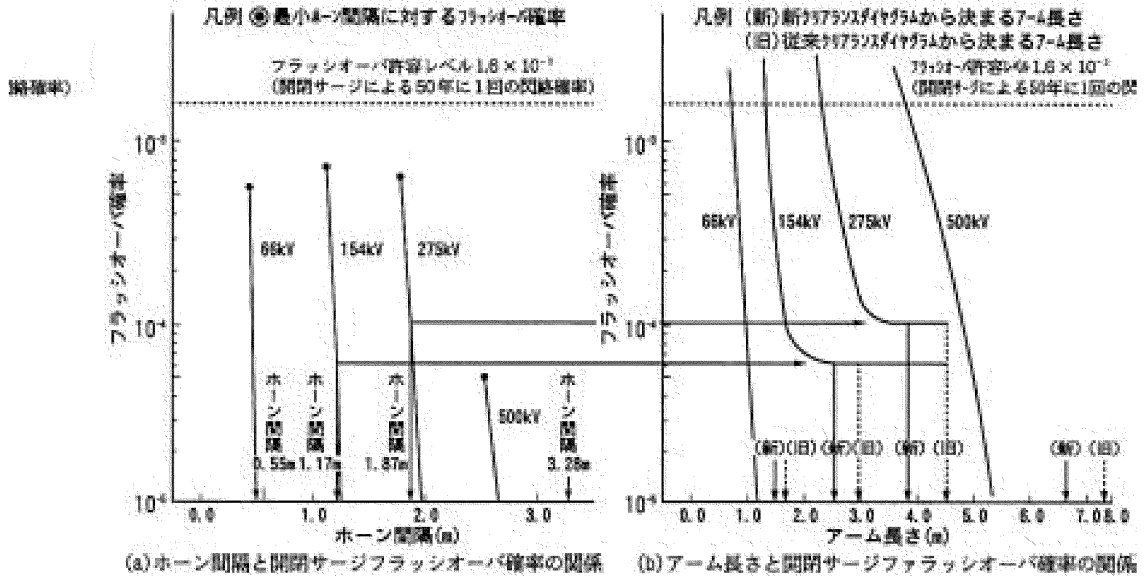
しかし、さらに本要綱では、開閉サージのほかに線路故障時の電圧上昇や雷撃に対する絶縁性能についても考慮するように規定されているため、これらを考慮して設計すると、開閉サージ電圧による閃絡確率は下記のようにさらに低い値となる。

154kV 及び 275kV では、電線-塔体間での閃絡確率0。(電線-塔体間では閃絡しない。)
66kV 及び 500kV では、電線-塔体間の閃絡確率が 1×10^{-5} 回(100基の線路で8000年に1回の発生確率)より低く、無視できる値である。

(詳細は次頁参照)

よって、本要綱に基づいて設計すれば、事実上電線と支持物間で開閉サージによる閃絡は発生しないものと見なすことができる。

ホーン間隔及びアーム長さとの開閉サージによる フラッシュオーバー確率（閃絡確率）の関係



計算条件

電圧 (kV)	66	154	275	500
電線	ACSR160	ACSR610	ACSR810 × 2	ACSR810 × 4
がいし種類	250mm	250mm	250mm	320mm
がいし個数(個)	5	10	16	21
ホーン間隔 (m)	0.55	1.17	1.87	3.28
鉄塔基数(基)	100	100	100	100
径間長 (m)	250	300	350	350
標高 (m)	500	500	500	500

電気学会「架空送電線路の絶縁設計要項」(1986) P. 32, 2.1図

(解説)

(1) ホーン間隔の開閉サージフラッシュオーバー確率

アークホーンの開閉サージフラッシュオーバーに対する信頼度を確認するため、電線-塔体間およびがいし連でフラッシュオーバーが生じない程度にそれぞれの寸法を長くしておき、ホーン間隔のみを変化させた場合のフラッシュオーバー確率の計算を行った。その結果を (a) に示す。

この図より決定論的に定めたホーン間隔の開閉サージフラッシュオーバー確率をチェックしてみると、開閉サージに対して求めた最小ホーン間隔に対しては、許容フラッシュオーバー確率 1.6×10^{-3} (100基の線路で50年に1回の確率) より小さく、信頼度上十分なものであるといえる。

また、耐雷性能面を考慮したホーン間隔に対する開閉サージフラッシュオーバー確率は、154kVおよび275kVでは、 $6 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-4}$ となり、66kVおよび500kVでは、さらにこれを下回る低い値となることがわかる。

これは66kVでは保守に必要な1個を増やしており、また500kVでは軽度の塩じん汚損などを考慮してがいし個数を増やしているため、それに応じてホーン間隔も長くなり、開閉サージフラッシュオーバー確率がきわめて低い値となったものである。

(2) 鉄塔装柱から決まる開閉サージフラッシュオーバー確率

一般的に鉄塔装柱に大きく影響を及ぼす要因の一つにアーム長さが考えられることから、アーム長さを変化させ横振れ時のフラッシュオーバー確率を求めた。この結果を (b) に示す。この図において、154kVおよび275kVでは、66kVおよび500kVとは異なり、あるアーム長さを超えると、それ以上長くしてもフラッシュオーバー確率が変わらない特性を示しているが、これは前述のホーン間のフラッシュオーバー確率に一致しており、このようなアーム長さの領域では、横振れしてもがいし連やジャンパフラッシュオーバーすることなく、すべてホーン間でフラッシュオーバーすることを示すものである。

絶縁設計要綱（1986）、技術基準解釈、NESC 及び DIN による
腕金長さ試算結果

電 圧 (kV)	所 要 腕 金 長 さ (片側, m)							
	懸 垂 鉄 塔				耐 張 鉄 塔			
	絶縁設 計要綱	技術基準 解釈	NESC	DIN	絶縁設 計要綱	技術基準 解釈	NESC	DIN
500	7.6	7.1(注)	7.8	6.4	6.1	5.3(注)	6.1	5.4
275	4.3	4.7	4.7	3.6	3.1	3.5	3.4	2.9
154	2.5	2.7	2.8	2.1	2.0	2.1	2.2	1.7
77	1.6	1.7	1.7	1.2	1.1	1.2	1.2	0.9

[計算諸元]

(懸垂がいし連長, ジャンパー深さ)

項 目	500kV	275kV	154kV	77kV
懸垂がいし連長 (m)	6.50	3.65	2.15	1.40
ジャンパー深さ (m)	5.11	2.52	1.60	0.91

(設計横振角, 所要離隔)

項 目		絶縁設計要綱		技術基準 解釈	NESC	DIN
設計横振角 (度)	懸垂型	20	70	50	55	20
	耐張型	15	60	40	45	15
所要離隔 (m)	500kV	4.26	1.23	1.60(注)	2.03	3.51
	275kV	2.10	0.68	1.60	1.40	1.91
	154kV	1.33	0.38	0.90	0.87	1.07
	77kV	0.76	0.19	0.45	0.45	0.63

(注) 500kV の技術基準解釈による値が他電圧に比べて相対的に短いのは解釈の規定が 230kV 以上は一律の離隔となっているため。実際の設備は解釈規定の他絶縁設計要綱も考慮して設計しており、実運用上の問題はない。

事故実績からの考察

本条規定の目的の 1 つは、開閉サージによる閃絡経路をがいし装置とすることにより、アーク電流による溶断等の電線被害を防止することであると考えられるが、過去の断線実績及びその原因の調査を行った。現在では断線事故率はアークホーンの設置等の設備改善に伴い、本条規定制定時の 1/35 まで減少している。また、万一、電線と支持物間において閃絡したとしても、近年電線が大サイズ化していること、アーマロッド等の保護設備が整備されていること等から、供給や保安に支障をきたすような断線事故に至る可能性は小さい。

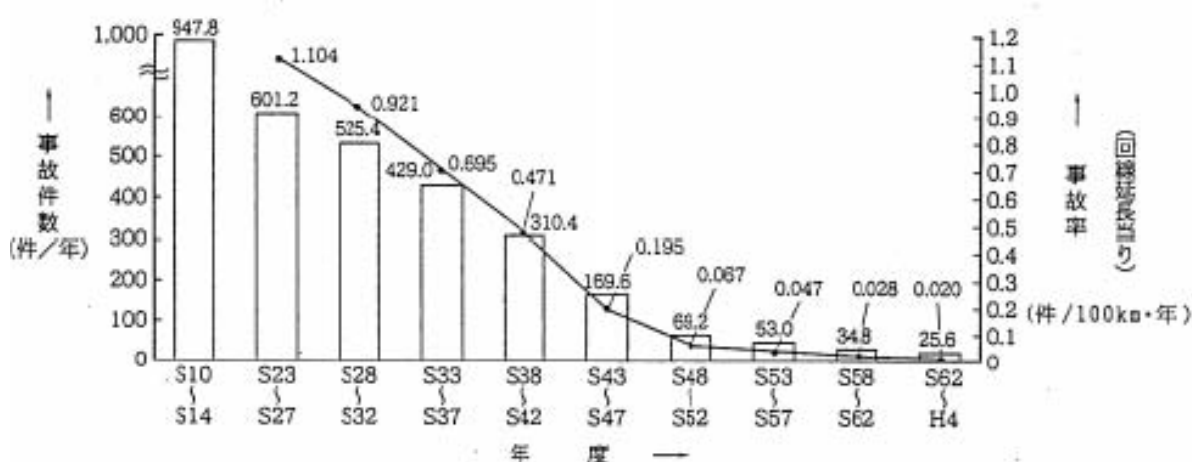


図 送電線断線事故件数・事故率の推移

また、断線事故の原因では、開閉サージによるものか否かの判定は困難ではあるが、冰雪、故意過失、他物接触等径間途中の事故が大半を占めており、鉄塔での断線事故は雷撃によるもの等わずかである。

第 1 表 断線事故原因別内訳 (S. 55~H. 1)

事故原因	発生件数	構成率(%)	備 考
氷 雪	147	40	・スリートジャンプ，電線垂下他
故 意 過 失	108	29	・クレーン車接触他
他 物 接 触	52	14	・樹木接触他
風 雨	17	5	・強風による径間短絡他
設 備 ・ 保 守 不 備	16	4	・スリーブ過熱他
雷 撃	11	3	
そ の 他	18	5	
計	369	100	

開閉サージ電圧による電線と支持物間の閃絡確率は高くても 1×10^{-5} 回（100 基の線路で 8000 年に 1 回の発生確率）と十分に低く、さらに人間が鉄塔に昇塔もしくは接触する確率も考慮すると、開閉サージ電圧により公衆又は作業者が感電する可能性はほとんどないといえる。また、鉄塔に電流が流れる要因として、雷撃による閃絡が挙げられその確率は開閉サージ電圧に比べるとはるかに高いと考えられるが、それを含めても鉄塔での閃絡に起因する感電事故は発生していない。

第 2 表 原因別感電死傷者数 (H. 3～H. 7)

	作業者		公衆				計
	被害者 過失	作業方法 不良	被害者 過失	第三者 過失	自殺	その他	
3	2	1	10	3			16
4	2		9	9	1	1	22
5	2		11	2			15
6	4		4	2	1		11
7	3		7	2	1		13
計	13	1	41	18	3	1	77

日本電気技術規格委員会規格について

電気事業法に基づく技術基準は、公共の安全確保、電気の安定供給の観点から、電気工作物の設計、工事及び維持に関して遵守すべき基準として、電気工作物の保安を支えています。そして近年では、急速な技術進歩に即応した技術基準の改正や民間規格の積極的な活用により、電気工作物の保安確保はもちろん、それに係る業務及び設備の一層の効率化が求められるようになってきました。また、国境を越えた経済の発展により各国の規格についても国際的な整合が求められることとなってきました。

こうした状況を踏まえ、電気事業法に基づく通商産業省令である、発電用水力設備、発電用火力設備、発電用風力設備及び電気設備の技術基準が、平成9年3月に改正公布され同年6月から施行されました。

この改正により、それまで遵守すべき技術的要件を詳細に規定していた技術基準が、保安上達成すべき目標、性能のみを規定する基準となり、具体的な資機材、施工方法等の規定は、同年5月に資源エネルギー庁が制定した「技術基準の解釈」（発電用水力設備、発電用火力設備及び電気設備の技術基準の解釈）に委ねられることとなりました。そして、「技術基準の解釈」は、電気事業法に基づく保安確保上の行政処分を行う場合の判断基準の具体的内容を示す「審査基準」として、技術基準に定められた技術的要件を満たすべき技術的内容の一例を具体的に示すものと位置付けられています。

これにより、公正、中立かつ透明性を有した民間の委員会で制定された規格であれば、この「技術基準の解釈」への引用が可能（原子力を除く。）となり、技術基準に民間の技術的知識、経験等を迅速に反映する道が開かれることとなりました。

このようなことから、公正な民間の規格を制定する委員会として、「日本電気技術規格委員会」が平成9年6月に設立されました。この委員会は、民間が自主的に運営する委員会として、学識経験者、消費者団体、関連団体等及び幹事で構成され、下部の委員会として、関連団体で構成される事務局会議及び財務委員会、また、技術的事項を審議するための各専門部会が設けられています。

この日本電気技術規格委員会の子な目的は、

- ・ 電気事業法の各種技術基準における「技術基準の解釈」に引用を希望する民間規格の制定
- ・ 電気事業法の目的達成のため、民間自らが作成、使用する民間規格の制定、承認
- ・ 制定、承認した民間規格に統一番号を付与し、一般へ公開
- ・ 行政庁に対し、承認した民間規格の「技術基準の解釈」への引用要請
- ・ 技術基準のあり方について、民間の要望を行政庁へ提案
- ・ 規格に関する国際協力

などの業務を通じて、電気工作物の保安、公衆の安全及び電気関連事業の一層の効率化に資することとなっています。

本規格は、「電気設備の技術基準の解釈について」に引用されることにより、同解釈と一体となって必要な技術的要件を明示した規格となっています。この規格の意義を十分にご理解いただき、電気工作物の保安確保等に活用されることを希望いたします。

規格制定に参加した委員の氏名

(順不同, 敬称略)

日本電気技術規格委員会

(平成10年5月29日現在)

委員長	関根泰次	東京理科大学			
委員長代理	正田英介	東京理科大学	委員	佐々木洋三	(社)日本鉄鋼連盟
委員	秋山守	(財)エネルギー総合工学研究所	〃	志賀正明	中部電力(株)
〃	朝田泰英	東京大学	〃	高岸宗吾	(社)日本電設工業協会
〃	高橋一弘	(財)電力中央研究所	〃	立花勲	(社)水門鉄管協会
〃	野本敏治	東京大学	〃	種市健	東京電力(株)
〃	堀川浩甫	大阪大学	〃	永井信夫	(社)日本電機工業会
〃	渡辺啓行	埼玉大学	〃	中西恒雄	(社)火力原子力発電技術協会
〃	横倉尚	武蔵大学	〃	小田英輔	(社)日本電線工業会
〃	加藤真代	主婦連合会	〃	坂東茂	(財)発電設備技術検査協会
〃	飛田恵理子	東京都地域婦人団体連盟	〃	藤重邦夫	(社)電力土木技術協会
〃	荒井聡明	(社)電気設備学会	〃	富士原智	(財)原子力発電技術機構
〃	内田健	電気事業連合会	〃	前田肇	関西電力(株)
〃	蛭田佑一	電気保安協会全国連絡会議	幹事	吉田藤夫	(社)日本電気協会

送電専門部会

(平成10年3月26日現在)

部会長 緒方 誠一 九州電力(株)

委員 大熊 武司 神奈川大学

〃 松浦 虔士 大阪大学

〃 横山 明彦 東京大学

〃 大房 孝宏 北海道電力(株)

〃 佐久間 忠男 東北電力(株)

〃 菊池 武彦 東京電力(株)

〃 石井 明 東京電力(株)

〃 佐々木 賢次 中部電力(株)

〃 小林 郁生 中部電力(株)

〃 田村 利隆 北陸電力(株)

〃 菅田 徹 関西電力(株)

〃 朝山 修 中国電力(株)

〃 箕田 義行 四国電力(株)

委員 藤丸 昭夫 九州電力(株)

〃 岡本 東行 電源開発(株)

〃 宮道 恵司 電源開発(株)

〃 金城 満吉 沖縄電力(株)

〃 河合 英清 住友共同電力(株)

〃 杉浦 信一 日本電信電話(株)

〃 川勝 敏明 大阪メディアポート(株)

〃 緒方 清一 (株)ヒメノ

〃 小田 英輔 (社)日本電線工業会

〃 松井 宗吾 日本ガイシ(株)

〃 佐藤 亘宏 (株)バコーポレーション

〃 横山 茂 (財)電力中央研究所

送電分科会

(平成10年3月19日現在)

分科会長 藤丸 昭夫 九州電力(株)

委員 澤本 敏弘 北海道電力(株)

〃 久保田 雄二 東北電力(株)

〃 山田 敏雄 東京電力(株)

〃 勝田 銀造 東京電力(株)

〃 松山 彰 中部電力(株)

〃 田村 直人 北陸電力(株)

〃 山元 康裕 関西電力(株)

〃 岡田 雅彦 関西電力(株)

〃 神垣 利則 中国電力(株)

委員 宮地 英彰 四国電力(株)

〃 友延 信幸 九州電力(株)

〃 前川 雄一 電源開発(株)

〃 宮里 市雄 沖縄電力(株)

〃 藤波 秀雄 (財)電力中央研究所

〃 北西 光雄 住友電気工業(株)

〃 島田 元生 古河電気工業(株)

〃 深海 浩司 電気事業連合会

架空線作業会

(平成10年3月19日現在)

幹事	友延信幸	九州電力(株)			
委員	内藤宏治	中部電力(株)	主	た	る
〃	崎村大	九州電力(株)	参	加	者
〃	山室剛視	電源開発(株)			
					小川正浩 東京電力(株)
					花田敏城 関西電力(株)
					上林昭雄 東北電力(株)

事務局 ((社) 日本電気協会 技術部)

事務局 浅井 功 (総括)

〃 神田次良 (送電専門部会担当)