

J E S C

支持物の基礎自重の取り扱い

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

平成 1 0 年 5 月 2 9 日 制定
(令和 6 年 8 月 2 6 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

令和元年 10 月 1 日 確認

令和 6 年 8 月 26 日 確認

日本電気技術規格委員会規格
「支持物の基礎自重の取り扱い」
J E S C E 2 0 0 1 (1 9 9 8)

目 次

1. 適用範囲	1
2. 技術的規定	1

解 説

1. 制定経緯	2
2. 制定根拠	2
3. 規格の説明	3
4. 関連資料	3
別紙 1 実規模基礎モデルの引き抜き実験のデータの分析	4
別紙 2 各試験値における引揚抵抗力と引揚量	6
日本電気技術規格委員会規格（JESC）について	8
規格改定に参加した委員の氏名	9

日本電気技術規格委員会規格
「支持物の基礎自重の取り扱い」
J E S C E 2 0 0 1 (1 9 9 8)

1. 適用範囲

この規格は、支持物の基礎を設計する場合の基礎自重の取り扱いについて規定する。

2. 技術的規定

支持物の基礎を設計する場合の基礎自重の扱いは、次の各号によること。

- 一 引揚荷重を受ける基礎にあつては、その重量の $2/3$ 倍（異常時想定荷重が加わる場合における当該異常時想定荷重に対する鉄塔の基礎にあつては 1 倍）を限度に引揚支持力に加算することができる。
- 二 圧縮荷重を受ける基礎にあつては、その重量の 1 倍を圧縮荷重に加算すること。

J E S C E 2 0 0 1 「支持物の基礎自重の取り扱い」解説

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。

JESC E2001(1998)は、前回確認から5年が経過したため、JESC 運営要領に基づき、見直しを行い、現在でも技術的に問題ないものであることを確認した。

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32条には「架空電線路の支持物の構造は、倒壊のおそれがないよう、安全なものでなければならない。」ことが規定されているが、これに関連して、電技解釈第58条（現行：第60条）においては、「支持物から受ける荷重に対する基礎の安全率は2（電技解釈第114条第1項（現行：第58条第1項）に規定する異常時荷重が加わる場合における当該異常時想定荷重に対する鉄塔の基礎にあつては1.33）以上であること」と規定されており、一律に基礎の重量にも安全率を見込むこととなっている。

しかしながら、我が国における送電用支持物の設計に関する制定当時の最新の知見を集約した電気学会電気規格調査会標準規格 JEC-127-1979『送電用支持物設計標準』において、「基礎に引揚荷重が作用した時、・・・確実に信頼できる基礎構造体の自重には安全率を見込む必要がないので、この自重はそのまま許容支持力に加算することとした。」との記載があり、上述の電技解釈の規定内容に対して差異が生じている。

これらの状況から、基礎の重量の取り扱いについて調査・検討したところ、基礎の重量自体に地盤の不確実性に対する安全率を見込む必要がないことが確認できたため、引揚支持力に基礎の重量2/3倍（電技解釈第114条第1項（現行：第58条第1項）に規定する異常時荷重が加わる場合における当該異常時想定荷重に対する鉄塔の基礎にあつては1倍）を加算できるとした規格を制定した。

2. 制定根拠

引揚荷重に対する基礎の重量の取り扱いについて、以下のとおり調査・検討した。

（1）実規模引き抜き試験結果の評価

実際に使用される基礎と同等の規模の基礎モデルを引き抜いた実験のデータを分析したところ、基礎の重量に地盤の不確実性に対する安全率に相当する安全率（1.33）を見込まずとも、引揚力に対して地盤の安定性は十分確保されることが確認できた。

（詳細は「別紙1」参照）

また、上記の引き抜き実験のデータ（詳細は「別紙2」参照）より、基礎の重量に相当する引揚力に対して基礎は不動であることから、基礎の重量は基礎に加わる引揚荷重に対して確実にマイナスの荷重として作用していることが確認できた。

（2）基礎の安全率の根拠調査

基礎の安全率の根拠については、荷重の不確実性に対して安全率1.5としている上部構造

に対して『解説 電気設備の技術基準第7版（資源エネルギー庁公益事業部編）』の中の、「基礎の安全率は、上部構造に比べて不明確な因子が多いことを考慮して定めた。」との記載及び電気協同研究会報告第25巻第2号『送電用鉄塔基礎』中の「地盤特性の判定あるいは（埋戻し時の）施工のばらつきに不確定因子が考えられるので、基礎の安全率はこれらを考慮して上部構造より若干大きい値、すなわち安全率2をとることとしている。」との記載から、「基礎の安全率2＝荷重の不確実性に対して1.5×地盤の不確実性に対して1.33」と整理できる。

3. 規格の説明

支持物の基礎は、支持物から受ける引揚力、圧縮力及び水平力に耐えるように設計しており、引揚耐力、圧縮耐力、水平耐力のおおのにおいて、安全率を常時想定荷重に対しては2（＝荷重の不確実性に対して1.5×土壌の不確実性に対して1.33）以上、異常時想定荷重に対しては土壌の不確実性に対して1.33以上とすることとしている。この安全率は、上部構造物に比べて基礎には不明確な因子が多いことを考慮して、鉄塔の上部構造の安全率（常時想定荷重に対して1，異常時想定荷重に対して2/3）の2倍としている（ただし、鉄塔の上部構造の安全率は部材の許容強度に対するものであり、一方基礎の安全率は降伏支持力に対するものであるため実質1.33倍）。

基礎の安全率として、荷重の不確実性に対して1.5，地盤の不確実性に対して1.33をとれば、引揚及び圧縮力の計算式は下式のとおりとなる。

引揚耐力の計算式

$$T \leq \gamma_e \cdot g (Ve - Vc') / (F_1 \cdot F_2) + Vc \cdot \gamma_c \cdot g / F_1$$

T ：想定荷重により計算される鉄塔上部からの引揚力（N）

γ_e ：土壌の単位質量（kg/m³）

γ_c ：コンクリートの単位質量（kg/m³）

Vc ：コンクリートの容積（m³）

Vc' ：地表面下のコンクリートの容積（m³）

g ：重力加速度

Ve ：さい頭錐体の容積（m³）

$$Ve = t(B^2 + 2B \cdot t \cdot \tan \phi + 4/3 \cdot t^2 \cdot \tan^2 \phi) \quad \cdots \text{角錐}$$

$$Ve = \pi \cdot t / 4 (B^2 + 2B \cdot t \cdot \tan \phi + 4/3 \cdot t^2 \cdot \tan^2 \phi) \quad \cdots \text{円錐}$$

t ：地表面から基礎底面までの高さ（m）

ϕ ：引揚力に抵抗する土の有効角度

F_1 （＝1.5）：荷重の不確実性に対する安全率（常時想定荷重に対してのみ考慮）

F_2 （＝1.33）：土壌の不確実性に対する安全率（常時，異常時想定荷重に対して考慮）

ただし $(F_1 \cdot F_2) = 2$

圧縮耐力の計算式

$$Z / (F_1 \cdot F_2) \geq \{C + (W_c + W_e)g\} / B^2$$

Z ：土の耐圧限度（N/m²）

W_c ：基礎コンクリートの質量（kg）

C ：鉄塔から受ける圧縮力（N）

W_e ：基礎底面上の土壌の質量（kg）

g ：重力加速度

B^2 ：基礎の底面積（m²）

ここで、基礎の重量は引揚支持力に対する地盤の不確実性とは本質的に無関係なものであるため、基礎の重量自体に地盤の不確実性に対する安全率を見込む必要はない。鉄塔の安全性という観点から考えれば、地盤が十分な安全率（常時想定荷重に対して 2，異常時想定荷重に対して 1.33）を持っていればよく、また地盤に実際に加わる荷重は引揚力から基礎自重を差し引いたものである。

4. 関連資料

別紙 1 「実規模基礎モデルの引き抜き実験データの分析」

別紙 2 「各試験地における引揚抵抗力和引揚量」

実規模基礎モデルの引き抜き実験のデータの分析

電気協同研究会報告第 25 巻第 2 号『送電用鉄塔基礎』において行われた実規模基礎モデルの引き抜き試験結果の各試験地のデータの中から、小さな引揚力で変位が出ているケース（いずれも、引揚に対する地盤の影響範囲以上に開削して基礎を構築した後、埋戻し時の地盤の締め固めを 30cm 毎にランマー1 回を実施。）を選定して引揚抵抗力と引揚量の関係で表せば別紙 2 に示すとおりとなる。この試験結果から異常時の設計引揚力に対する変位量を見れば、下表とおり新方式を適用しても変位は十分に小さい。また、降伏支持力を変位 5mm として、これに対する裕度で見れば、実質的に新方式でも 1.33 以上となり、基礎自重を除く地盤の支持力に対する裕度で見ればさらに大きくなる。

表 異常時の設計引揚力に対する変位量ならびに変位 5mm に対する裕度

試験地	試験ケース	① 設計引揚力 (異常時) (t)		② 基礎 自重 (t)	設計引揚力載荷時 の変位量 (mm)		③ 変位 5mm の引揚 抵抗力 (t)	変位 5mm に対する裕度			
								基礎自重含む ③/①		支持地盤単独 (③-②)/①-②	
		従来方式	新方式		従来方式	新方式		従来方式	新方式	従来方式	新方式
(A)	I-2	9.83	10.95	4.49	1 以下	1 以下	17.0	1.73	1.55	2.34	1.94
	II-2	16.88	18.11	4.89	1	2	24.5	1.45	1.35	1.64	1.48
(B)	I-2	6.52	7.46	3.76	1 以下	1 以下	17.0	2.61	2.28	4.80	3.58
	II-2	10.61	11.71	4.42	1 以下	1	21.0	1.98	1.79	2.68	2.27
(C)	I-3	12.09	13.01	3.69	1 以下	1 以下	22.5	1.86	1.73	2.24	2.02
	III-3	16.27	17.54	5.07	1	1	26.5	1.63	1.51	1.91	1.72
	IV-3	8.56	9.21	2.62	1 以下	1 以下	15.0	1.75	1.63	2.08	1.88

(注)

- 試験地 (A) [千葉県市原市；ローム]
試験地 (B) [愛知県半田市；洪積粘土]
試験地 (C) [大阪府枚方市；砂質ローム]

引揚支持力 R をそれぞれの限界引揚支持力、すなわち一定に保持できる最大引揚量 R_{max} で除した値を引揚量に対して示したのが、図 4-27 である。

この図には各種地盤に対する全試験結果が含まれており、その変位量の上下線が点線で示してあるが、何れも同一範囲内にあり、さらに R_{max} の $1/1.5$ に対応する引揚量が粘性土の A, B 試験地の場合とはともに 5mm であり、砂質土の C 試験地の場合は粘性土より非常に少なく 1~1.5mm となっている。いま限界引揚支持力が正しく評価されたとし、降伏支持力が限界支持力に対して $1/1.5$ とすると、図のように粘性土の場合 5mm 砂質土の場合 1.5mm 程度の基礎の変位を許容することになる。

本来基礎の変位量は上部構造耐力と呼応した不同変位量より定めるべきであるが、一般の送電用鉄塔基礎は鉄塔中心に対して対称に荷重が加わるので、各脚変位量は相対的な沈下と引抜けが生じる。したがって、各脚間の相対的な不同変位量は基礎単独の 5mm (粘性土) より下まわるものと判断される。

しかしながら、土の強度を期待する基礎の場合、地盤構成のわずかな相違、施工のばらつきによって各脚の挙動が異なることがあるので、上部構造はある程度の基礎不同変位を考慮して設計すべきであり、事実、送電用鉄塔の場合は若干 (単独基礎の引抜試験値最大 5mm から 2 脚間の相対的な不同変位を 3mm 程度と想定) の不同変位には十分耐えられるよう設計されている。

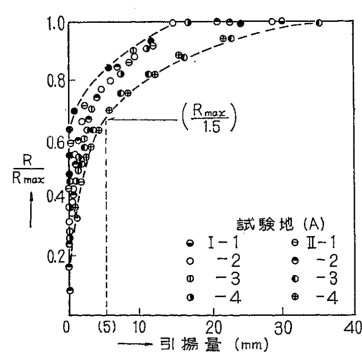


図 4-27 (a)

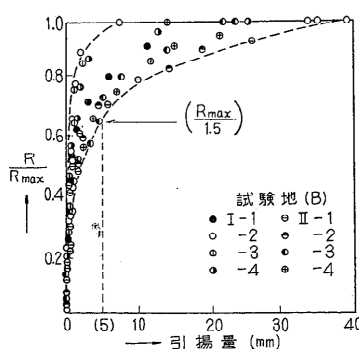


図 4-27 (b)

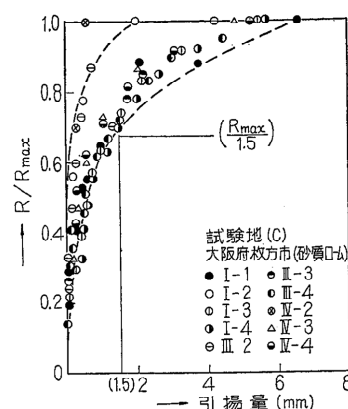


図 4-27 (c)

電協研第 25 巻第 2 号「送電用鉄塔基礎」における試験ケースは、以下のとおり。

I, II, III, IV : 基礎タイプ (別紙 2 参照)

ケース 1 : 直堀の上、元地盤と床盤側面が密着するように施工。

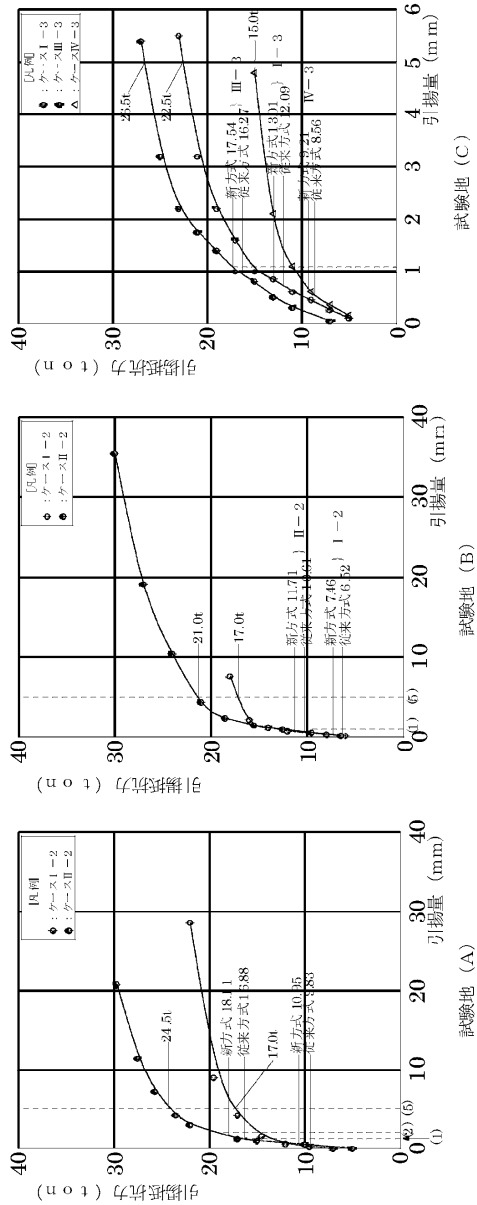
締め固めは、30cm 毎に木ダコ 1 回。

ケース 2~4 : 引揚に対する地盤の影響範囲以上に開削。

締め固めは、30cm 毎にケース 2 はランマー 1 回、

ケース 3 はランマー 3 回、ケース 4 はランマー 6 回。

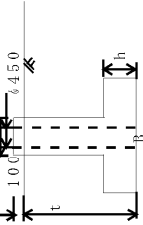
(ただし、試験地 (C) は各々 0, 1, 4 回)



各試験地における引揚抵抗力と引揚量
(引き揚げに対する地盤の影響範囲以上に開削、締め固めランマー1回 [30cm毎])

電協研第25巻第2号「送電用鉄塔基礎」に掲載されている基礎引抜試験供試体の設計引揚力

単位：mm



J E C - I 式 (従来方式)

常時： $\{ \gamma_e (V_e - V_c') + V_c \gamma_c \} / 2.0$... (1)

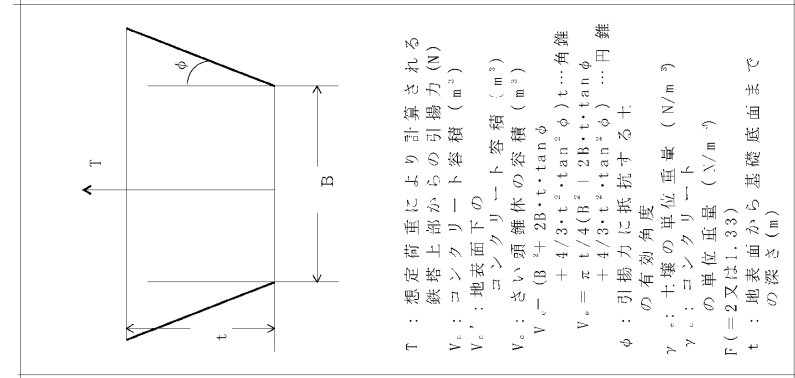
異常時： $\{ \gamma_e (V_e - V_c') + V_c \gamma_c \} / 1.33$... (2)

J E C - I 式 (新方式：基礎自重から地盤の不確定性を除いた場合)

常時： $\{ \gamma_e (V_e - V_c') / 1.33 + V_c \gamma_c \} / 1.5$... (3)

異常時： $\gamma_e (V_e - V_c') / 1.33 + V_c \gamma_c$... (4)

$\gamma_c = 2.4 \text{ t/m}^3$
 $V_e = (B^2 + 2B \cdot t \cdot \tan \phi + 4/3 \cdot t^2 \cdot \tan^2 \phi) t$



T：想定荷重により計算される鉄塔上端からの引揚力 (N)
 V_e ：コンクリート容積 (m^3)
 V_c ：地表面下のコンクリート容積 (m^3)
 $V_e = (B^2 + 2B \cdot t \cdot \tan \phi + 4/3 \cdot t^2 \cdot \tan^2 \phi) t$... 角錐
 $V_c = \pi t / 4 (R^2 + 2B \cdot t \cdot \tan \phi + 4/3 \cdot t^2 \cdot \tan^2 \phi)$... 円錐
 ϕ ：引揚力に抵抗する土の有効角度
 γ_e ：土壌の単位重量 (N/m^3)
 γ_c ：コンクリートの単位重量 (N/m^3)
 $F (= 2 \text{ 又は } 1.33)$
 t ：地表面から基礎底面までの深さ (m)

試験地		(A)	(B)	(C)
地盤の諸元	引揚力に抵抗する土の有効角度 ϕ (°)	千葉県市原市 (p-A)	愛知県半田市 (試験土)	大阪府枚方市 (p-A)
	上端の単位重量 γ_e (t/m^3)	20	10	30
基礎の諸元	タイプ	1.5	1.4	1.6
	t (mm)	I 型 1,500	I 型 1,500	I 型 1,500
	h (mm)	II 型 2,300	II 型 2,300	III 型 1,500
截頭錐体の容積 V_e (m^3)	B (mm)	450	400	400
	B (mm)	1,700	1,600	1,600
	B (mm)	7,716	5,249	9,497
地表面下のコンクリート容積 V_c (m^3)	B (mm)	14,198	9,377	12,696
	B (mm)	2,451	1,728	2,394
	B (mm)	4,49	4,42	5,07
基礎自重	$V_c \gamma_c$ (t)	3.76	3.69	5.71
	(1)	4.34	8.06	10.85
	(2)	6.52	10.61	16.27
設計引揚力 (t)	(3)	7.30	7.81	11.69
	(4)	10.95	11.71	17.54

日本電気技術規格委員会規格（JESC）について

1. 日本電気技術規格委員会の活動

日本電気技術規格委員会は、学識経験者、消費者団体、関連団体等で構成され、公正性、客観性、透明性及び技術的能力・管理能力を有する民間規格評価機関です。

日本電気技術規格委員会は、電気事業法の技術基準等に民間の技術的知識や経験等を迅速に反映すること、自主的な保安確保に資する民間規格の活用を推進することなどの活動により、電気工作物の保安及び公衆の安全並びに電気関連事業の一層の効率化に資することを目的とし、平成9年6月に設立されました。

主な活動として、

- ・ 民間規格等（JESC規格）の制定、改定に関する審議、承認
- ・ 国の基準に関連付ける民間規格等の技術評価及び民間規格等の制改定プロセスに係る適合性評価
- ・ 国の基準の改正要請を実施しています。

2. 本規格の使用について

日本電気技術規格委員会が承認した民間規格等は、公正性、客観性、透明性及び技術的能力・管理能力を有する民間規格評価機関として、委員会規約に基づき学識経験者、消費者団体、関連団体等で幅広く選出された委員で構成し、外部の意見を聞く手続きを経た上で、審議・承認されています。

日本電気技術規格委員会は、この規格内容について説明する責任を有しますが、この規格に従い作られた個々の機器、設備に起因した損害、施工などの活動に起因する損害に対してまで責任を負うものではありません。また、本規格に関連して主張される特許権、著作権等の知的財産権（以下、「知的財産権」という。）の有効性を判断する責任、それらの利用によって生じた知的財産権の有効性を判断する責任、それらの利用によって生じた知的財産権の侵害に係る損害賠償請求に応ずる責任ありません。これらの責任は、この規格の利用者にあるということにご留意下さい。

本規格は、関連する技術基準の解釈に引用され同解釈の規定における選択肢を増やす目的で制定されたもので、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おります。

本規格を使用される方は、この規格の趣旨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	秋 山 守	(財)エネルギー総合工学研究所
〃	朝 田 泰 英	東京大学
〃	高 橋 一 弘	(財)電力中央研究所
〃	野 本 敏 治	東京大学
〃	堀 川 浩 甫	大阪大学
〃	渡 辺 啓 行	埼玉大学
〃	横 倉 尚	武蔵大学
〃	加 藤 真 代	主婦連合会
〃	飛 田 恵理子	東京都地域婦人団体連盟
〃	荒 井 聰 明	(社)電気設備学会
〃	内 田 健	電気事業連合会
〃	蛭 田 佑 一	電気保安協会全国連絡会議

委 員	佐々木 洋 三	(社)日本鉄鋼連盟
〃	志 賀 正 明	中部電力(株)
〃	高 岸 宗 吾	(社)日本電設工業協会
〃	立 花 勲	(社)水門鉄管協会
〃	種 市 健	東京電力(株)
〃	永 井 信 夫	(社)日本電機工業会
〃	中 西 恒 雄	(社)火力原子力発電技術協会
〃	小 田 英 輔	(社)日本電線工業会
〃	坂 東 茂	(財)発電設備技術検査協会
〃	藤 重 邦 夫	(社)電力土木技術協会
〃	富士原 智	(財)原子力発電技術機構
〃	前 田 肇	関西電力(株)
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)バーボレーション

〃 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

(平成10年3月19日現在)

山室剛視電源開発(株)

” 上 林 昭 雄 東北電力(株)

// 神 田 次 良 (送電専門部会担当)