

『電気協同研究』第70巻第3号

既設送電用鉄塔の設計基準類の変遷と信頼性評価

平成26年12月25日

一般社団法人 電気協同研究会



【発刊に際しての委員長推薦のことば】

既設送電用鉄塔の設計基準類調査専門委員会

委員長 東京電力株式会社 太田浩

送電用鉄塔は、100年以上前から建設されており、現在、日本国内に約25万基が建設されている。送電用鉄塔が建設され始めて以降、送電用鉄塔の設計に関する基準類（電気設備に関する技術基準など）は、台風などの自然災害を契機に改正・改定が繰り返されているが、改正・改定されたそれぞれの基準類の特徴や、これに基づき設計された送電用鉄塔の信頼性について、詳細にまとめられた資料はない。また、近年の大型台風による災害の経験を踏まえ、風観測、風応答観測、風洞実験、風応答解析などの研究が行われ、局地的影響、地表面粗度の影響および風の動的特性を考慮した荷重算定法（以下、風荷重指針と略す）が開発されており、風荷重に対する現時点の最新知見を用いて、各基準類により設計された送電用鉄塔の信頼性を評価することも必要と考えられる。

送電用鉄塔に対する設備保全の現状は、劣化診断に基づく塗装や部材取替等による延命化策を基本としつつ、延命化が困難な鉄塔については建替による設備更新が行われている。一方、高度経済成長期に建設された鉄塔を中心に今後急激に増加する高経年設備に対して、将来の鉄塔建替量の平準化を見据えた長期的な建替計画の展開または策定などが始まりつつある状況にあるが、長期建替計画の策定にあたっては、工事量の平準化のほか、設備の信頼性を一指標として考慮することも重要である。

このような背景を踏まえて、送電用鉄塔の設計に関する基準類の変遷調査と、設計年代別の送電用鉄塔の信頼性について、現行の設計基準と最新知見に基づいて評価を行い、その信頼性評価結果に基づき優先順位付けをした設備改修が行えるよう、技術資料として取りまとめた。

本書は、電力会社や送電用鉄塔を実際に維持管理している関係者の方々を初め、送電設備に関わる方々にも広く活用頂けるものと確信しており、より多くの皆様に本書を購入し活用して頂けることを希望しております。

1. 本研究の主な活用方法

○送電用鉄塔設備の現状

送電用鉄塔設備の現状として、以下の点を中心に整理し、設備保全の実態を把握する資料としてご活用頂きたい。

- ・建設年代別の送電用鉄塔基数の変遷や設備保全の実態。
- ・至近の鉄塔建替基数とその建替理由の内訳。
- ・現時点における長期鉄塔建替計画策定の考え方。

○送電用鉄塔の基準類の変遷

送電用鉄塔の設計に関する基準類は、1911年に初めて制定され、その後、幾多の変遷を遂げている。各基準類で規定されている設計条件や鋼材の規格値、部材強度の決定方法などについて、改正・改定の背景や設計条件の変遷について整理しており、各基準類の特徴を把握する際にご活用頂きたい。

○送電用鉄塔の信頼性評価

送電用鉄塔の信頼性評価として、設計年代別の送電用鉄塔の信頼性を現行の設計基準と最新知見に基づいて評価を行っており、設計年代別の信頼性の把握と、長期鉄塔建替計画の策定の一指標としてご活用頂きたい。

2. 主な記載内容

第1章では、「総説」として、本研究発足の経緯と研究概要を示している。

第2章「送電用鉄塔設備の現状」では、2011年末時点における建設年別の送電用鉄塔の設備量調査と、2010年、2011年の鉄塔建替基数および建替理由について調査結果を行っている（図1、図2）

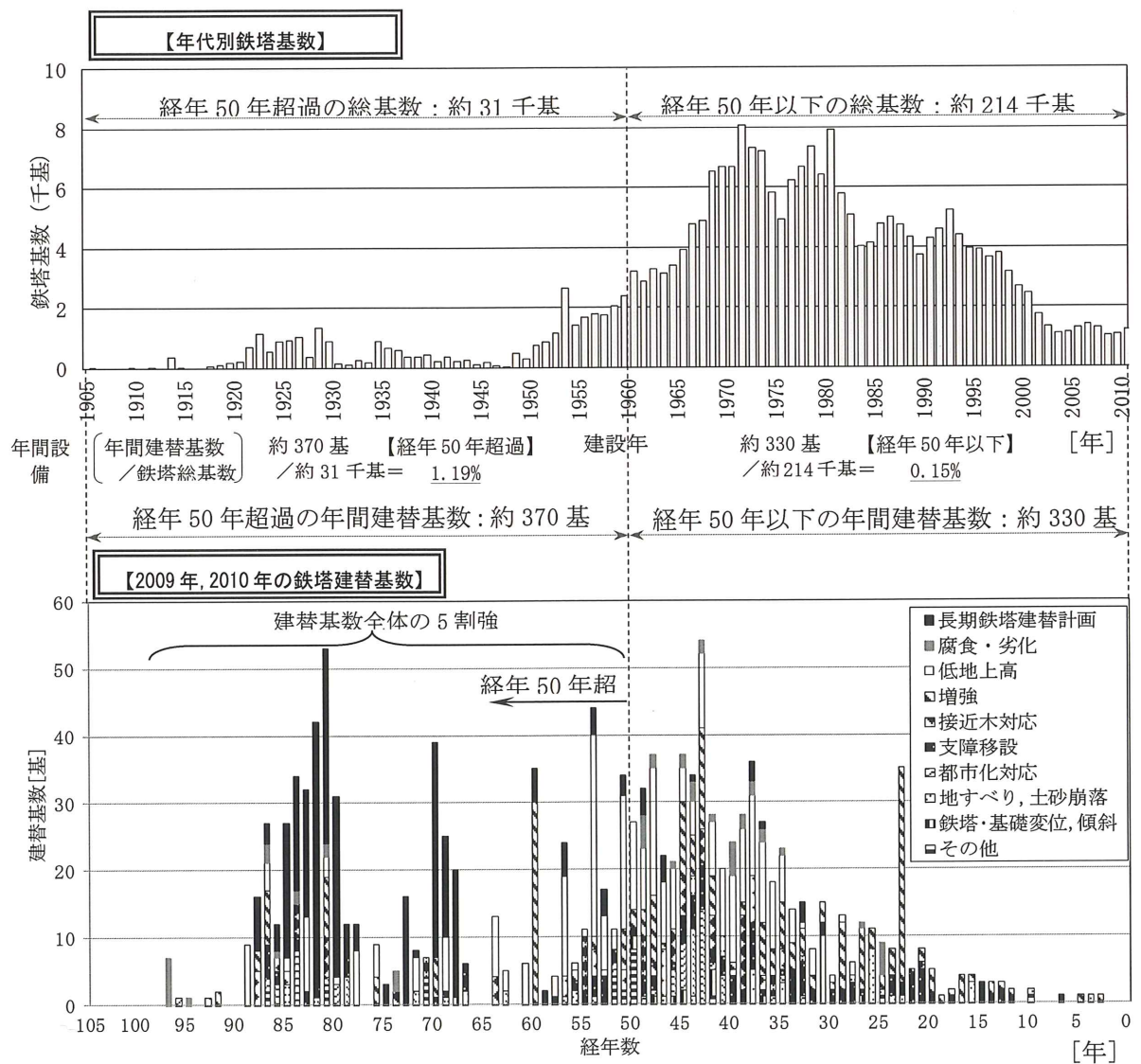


図1. 既設鉄塔の経年分布と年間建替基数の分布

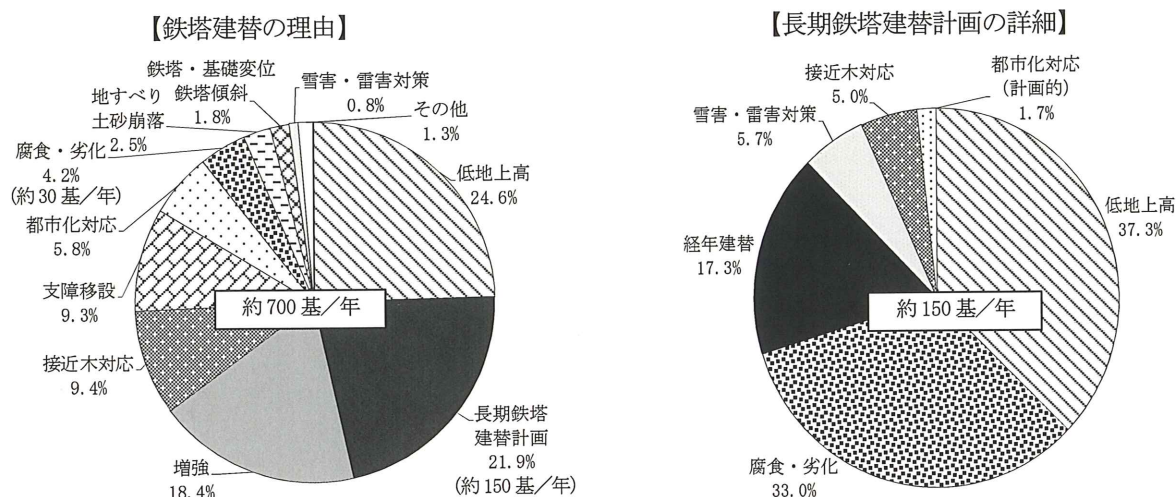


図2. 2009年度, 2010年度に行われた鉄塔建替の理由

第3章「送電用鉄塔の基準類の変遷」では、送電用鉄塔の設計に用いられる基準、すなわち荷重条件や鋼材の規格値、部材強度の決定方法などの移り変わりを把握することを目的とし、法的規制である電気設備に関する技術基準およびその解釈をはじめ、電気工事規程、電気工作物規程、架空送電規程、送電用支持物設計標準について、制定および改正・改定の背景や変遷について整理するとともに、それらの位置づけを取りまとめている。

また、本研究の目的の一つである各基準類で設計された送電用鉄塔の信頼性評価を行うにあたり、評価対象とする基準類を以下のとおり第1～第8世代に位置づけ、特徴を整理している。

表1. 基準類の変遷および主な変更内容

世代	制定/改正年月	主な変更内容	基準類名称
第1世代	1911.09	鉄塔風圧(196kg)のみ記載	電気工事規程
第2世代	1919.10	架渉線の風圧(118kg)・着氷雪(7.5mm)追記	電気工作物規程
第3世代	1932.11	風圧変更(鉄塔 300kg, 架渉線 110kg), 直線・角度で1/2断線追加, 着氷雪(6mm) 異常時不平均荷重に対し許容応力対応	
第4世代	1949.12	風圧変更(鉄塔 290kg, 架渉線 100kg), 直線・角度で断線省略, 許容応力変更	
第5世代	1954.04	常時, 異常時の条件設定(異常時は断線を降伏点对応), 許容応力変更	
第6世代	1959.05	新規鋼材(SS490材)の追加	
第7世代	1965.06	風圧上空通増推奨, 鋼管鉄塔の風圧・鋼管規格追加, 許容応力変更	電気設備に関する技術基準
第8世代	1997.07	基準の性能規定化, 1965年に制定された電技の規定内容に, 湿型着雪設計, 難着雪化対策の規定が追加	

第4章「旧基準類で設計された送電用鉄塔の信頼性評価」では、第1～第6世代の基準類(以下、旧基準類と略す)で設計された送電用鉄塔を現行電技(第7世代)および風荷重指針に基づき評価した場合、どの程度の裕度を有しているのか評価を行い、その結果を整理している。なお、最新の電技は、1997年に

制定された第8世代にあたるが、第8世代で規定された湿型着雪に対する設計荷重については、対象設備が限定されていることなどから、第7世代を現行電技と位置づけ評価を行っている。

評価対象とするモデル鉄塔は、表2に示すとおり、電圧規模別（66kV, 275kV, 500kV）、主要構成材別（山形鋼鉄塔、鋼管鉄塔）、鉄塔型別（懸垂型、耐張型）に仮想的な鉄塔をそれぞれ1型設定した。なお、鋼管鉄塔は、設備が大型となる超高压送電線に採用されることが一般的であることから、275kV, 500kVのモデル鉄塔に反映した。

表2. モデル鉄塔と信頼性評価実施ケース（凡例：○評価実施ケース）

鉄塔規模	電圧	鉄塔種別	鉄塔型	信頼性評価実施ケース	
				現行電技	風荷重指針
普通鉄塔	66kV	山形鋼鉄塔	懸垂型 (A型)	○	○
			耐張型 (B型)	○	○
超高压鉄塔	275kV	山形鋼鉄塔	懸垂型 (A型)	○	○
			耐張型 (B型)	○	○
		鋼管鉄塔	懸垂型 (A型)	—	○
			耐張型 (B型)	—	○
	500kV	山形鋼鉄塔	懸垂型 (A型)	○	○
			耐張型 (B型)	○	○
		鋼管鉄塔	懸垂型 (A型)	—	○
			耐張型 (B型)	—	○

現行電技による評価では、第1～第6世代別に定められた荷重条件や部材強度の決定方法をもとに鉄塔設計を行い、その結果、決定した部材サイズを固定したまま、現行電技（第7世代）により再評価を行った。

風荷重指針による評価では、第1～第8世代の設計条件により部材決定した送電用鉄塔に対し、風荷重指針に示される設計手法により評価を行い、部材の設計裕度が1.00以上となる最大の風速(限界評価風速)を算定している。

以上のように本書は、現状の送電用鉄塔の設備実態や各基準類で規定された設計条件の変遷、ならびに各基準類に基づき設計された送電用鉄塔の信頼性評価結果をまとめた資料であり、今後急増する高経年設備の建替計画策定にあたり、効率的な設備保全を行ううえで有益な知見となると考える。

以上