

# 送電鉄塔補修用超厚膜長寿命塗料 「タワーバリアー」および 塗装機 「タワーペインター」の開発

Development of “Tower Barrier” and “Tower Painter”, a Highly Durable Coating Designed for Repair Works of Power Transmission Tower and an Unique Apparatus for its Application



(株)四国総合研究所  
化学技術部  
西森修次  
Shuji  
Nishimori



関西ペイント販売(株)  
防食技術部  
安達良光  
Yoshimitsu  
Adachi



関西ペイント(株)  
SDセンター  
岩村達也  
Tatsuya  
Iwamura

## 1. はじめに

送電鉄塔の部材は鉄鋼に亜鉛めっきを施しているが、経年により亜鉛めっきが消失し、下地の鉄鋼が腐食劣化する。このため、亜鉛めっきの消失前に塗装を行い、腐食劣化を抑えている。現在導入されている塗装仕様の耐用年数は、環境にもよるが概ね7～15年程度であり、その都度再塗装が必要となり、長期的に見ると多額の費用が発生する。

そこで、ライフサイクルコスト (LCC) の低減に主眼を置き、1回あたりの塗装コストは増えるものの、長期に亘り防食効果を持続させることでLCCを抑えることができる送電鉄塔補修用塗料および塗装仕様「タワーバリアーシステム」の開発を行ったので、その概要を報告する。

また、「タワーバリアーシステム」は上塗に超厚膜型塗料を適用するため、塗料の粘度が高く、従来の手提げ缶方式や背負い式塗装機では塗装作業性が悪く、効率的な塗装が難しい。このため、送電鉄塔等の高所で安全にかつ、効率よく施工を行うことのできる背負い式圧送刷毛塗装装置「タワーペインター」の開発を行ったので、その概要も報告する。なお、本検討は四国電力株式会社の研究所に当たる株式会社四国総合研究所殿からの委託研究として検討し共同開発したシステムである。

## 2. 開発方針

送電鉄塔に塗装を施す被塗装材表面のメッキ層は鉄-亜鉛の合金層になっている。一方、既設の送電鉄塔では、その表面に合金層が露出してくるが、この合金層に塗装を行なう場合、合金層の性質が鉄面に近いと考え、錆面用変性エポキシ塗料を推奨する場合や、合金層と言えども亜鉛の性質が強いと考え、亜鉛メッキ専用塗料を推奨するような場合もあり、さまざまな考え方があ

る。一般に亜鉛メッキ専用塗料は、亜鉛が塗膜を剥離させ易い性質を持つことから、塗膜剥離を抑制するため防食性を犠牲にし硬化収縮応力を低減した設計となっている。新設の亜鉛メッキの場合にはこの剥離懸念が大きいため、防食性を犠牲にしても応力低減が最優先となる。合金層の場合、こ

の剥離欠陥がどの程度あるのかが判っておらず、これまで鉄-亜鉛合金層に注目した塗料開発は行われていない。

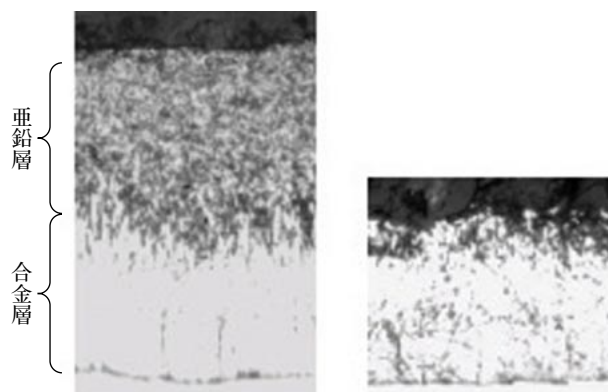
そこで、鉄-亜鉛合金層に対する塗膜の剥離性の程度を把握した上で、従来の亜鉛メッキ用塗料よりも防食性に重きを置いた塗料設計を行うことにより、従来品の数倍の長期耐久性を有する送電鉄塔補修用塗料が開発できるのではないかと考えに立ち、今回の塗料開発を進めることとした。

## 3. 試験の概要

### 3.1 試験の進め方

これまで以上に長期防食効果を有する塗料を開発するためには、塗料に関するあらゆる知見を集約することが望まれる。そこで、どのような性質を持つ塗料材料が合金層に対して有望かを判断するため、多種類の塗料について劣化促進試験を行い、防食効果の高い塗料材料の選定を行った。実機塗装上の工期を考慮し、2回塗りを基本とし、一部3回塗り仕様も評価した。

被塗材試料としては、亜鉛メッキ鋼板および亜鉛メッキ鋼板に薬液処理等を施し、均質な鉄-亜鉛合金層を表出させたもの(写真1)、ならびに合金層が表出した経年鉄塔部材(Lアングル材)を準備した。評価方法等については表1に示す各種試験を実施した。



新設亜鉛 (純亜鉛)

合金層露出

写真1 亜鉛めっき断面

表1 劣化促進試験方法

#	促進試験・評価試験	評価時期	要求特性	
①	塗装性など評価	塗装時	刷毛塗り性	
②	初期評価	硬化後	—	
③	冷熱サイクル試験 (NTT法)	(-30℃×3H)→3H→ (70℃90%RH×3H)→3H→	600サイクル	付着性、応力緩和性、 耐湿性
④	複合サイクル試験 (トヨタC法)	塩水噴霧4H→強制乾燥5H →湿潤12H→強制乾燥2H →自然乾燥1H	300サイクル	付着性、耐湿性、 耐塩水噴霧性
⑤	耐熱水浸漬試験	60℃純水浸漬	7500時間	耐水性、付着性
⑥	塩水噴霧試験	JIS K 5600-7-1 (耐中性塩水噴霧性)	5000時間	耐海浜暴露防食性
⑦	屋外暴露	~1年~	防食性、付着性	

### 3.2 第1次試験結果

第1次試験では、様々な開発思想に基づいた14種類の試作品を評価し、鉄-亜鉛合金層に適した塗料の概要が絞れた。

特に、鉄-亜鉛合金層に対する塗膜剥離性の程度に関し、以下のような興味深い知見を得た。

海水没水部に使用するような極めて硬化収縮応力の高い微溶剤型超厚膜エポキシ塗料を脱脂済み純亜鉛メッキ鋼板と鉄-亜鉛合金層鋼板にそれぞれ500 $\mu$ m塗装し、ヒートサイクル試験に供したところ、純亜鉛メッキ鋼板の場合、300サイクルで塗膜が全面剥離した。鉄-亜鉛合金層鋼板では、部分的にクラックが発生し素地剥離傾向が認められたものの、500サイクル後でも3MPa以上の接着力を保持していた(写真2)。

本結果より、鉄-亜鉛合金層に対しては、防食性に優れた硬化収縮応力(剥離応力)の高い塗料でも、何らかの応力緩和機能を付加させれば、クラックや剥離の起こらない塗膜に改良できることが示唆された。

### 3.3 第2次試験結果

第1次試験結果を踏まえ、既存塗装仕様や第1次試験で最も評価結果の良かった試作品等に加え、計21種類の試作品を作成し第2次試験の評価を実施した。

その結果、第2次試験で最も高耐久性性能を示した試作品は、鉄-亜鉛メッキ合金層との付着安定性に優れた高密着応力緩和型エポキシ樹脂塗料下塗り50 $\mu$ mに、紫外線による塗膜減耗を考慮し超厚膜型としたガラスフレーク入りエポキシ樹脂塗料350 $\mu$ mを上塗りした塗装仕様であった。海岸部など劣化が厳しい地区で15年の耐久実績のある従来品(変性エポキシ樹脂塗料下塗り50 $\mu$ m、エポキシ樹脂塗料中塗り30 $\mu$ m、ポリウレタン樹脂塗料30 $\mu$ mの3回塗り仕様、塗膜厚さ110 $\mu$ m)と比較しても、防食性、付着安定性に優れた結果であった(表2)。また、第2次試験の全評価結果を70点満点で換算した場合、本チャンピオン品が63点に対し、他の試作品塗料や従来品と同様な2回塗り仕様で優れているものでも50点以下であった。

## 4. 開発品の特徴

### 4.1 送電鉄塔補修用長寿命塗料の開発(第2次試験品の改良)

第2次試験チャンピオン品が他の試作品や従来品と大きな性能差がある結果を得たため、さらに最適物性を追求するため本チャンピオン品を中心に塗料設計を行うこととした。第2次試験品では350 $\mu$ mの超厚膜塗装性という点で不十分であったので、溶剤量低減等の改良を行い、塗装性に優れ、長期耐久性が期待できる送電鉄塔補修用塗料を開発した。開発品の特徴を概念図で示した(図1)。

### 4.2 開発品の塗膜性能

防食性、付着安定性の評価として、本開発品および海岸部など劣化が厳しい環境で15年の耐久実績のある従来品(3回塗り仕様、塗膜厚さ110 $\mu$ m)の冷熱サイクル試験、耐熱水浸漬試験、塩水噴霧試験の結果を写真3~5に、また、劣化時間数の比較を表3に示した。

冷熱サイクル試験については、より評価結果の差が大き

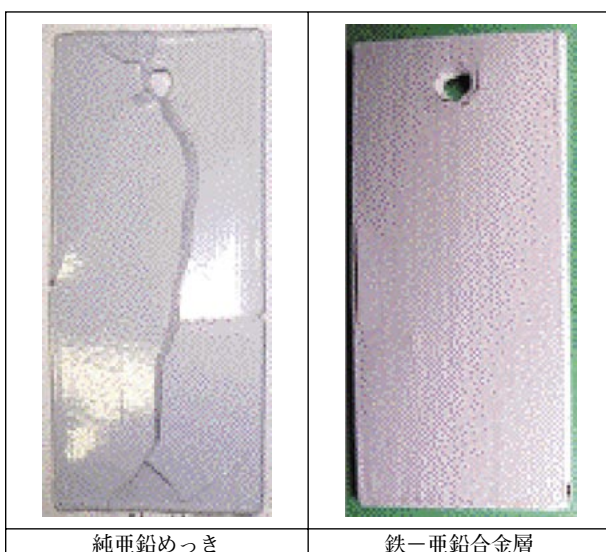


写真2 冷熱サイクル試験：500サイクル後

表2 第2次試験結果

塗 装 系	経年鉄塔部材		メッキ鋼板				合計 (70点満点)	
	冷熱サイクル試験 600サイクル後		冷熱サイクル試験 600サイクル後		耐熱水浸漬試験 7500H後			塩水噴霧試験 5000H後
	外観評価	2次付着性	外観評価	2次付着性	外観評価	2次付着性		外観評価
チャンピオン品	8	8	10	9	9	9	10	63
第2位仕様	4	10	9	9	6	8	4	50
15年耐用従来品	1	1	4	5	4	7	4	26

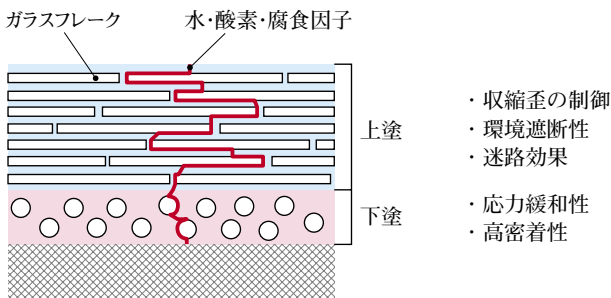


図1 開発品の特徴

	開発品	15年耐久従来品
外観		
接着力	4.2MPa	測定不能 (500サイクル試験中止)

写真3 冷熱サイクル試験結果：600サイクル後

	開発品	15年耐久従来品
外観		
接着力	3.4MPa	部分的に発錆、 全面膨れ

写真4 耐熱水浸漬試験結果：7500H後

	開発品	15年耐用従来品
外観		
カット部	異常なし	1~15mm φの膨れ
接着力	異常なし	3mm φ以下の膨れ0.3% 部分的に発錆

写真5 塩水噴霧試験結果：5000H後

かった経年鉄塔部材に塗装した鋼板の結果を写真3に示した。従来品は100サイクル時点で若干の劣化が始まり、500サイクル時点で写真3のように塗膜が全面剥離したが、開発品は、600サイクル後でも塗膜に異常発生がなく、十分な付着力を保持していた。従って、冷熱サイクル試験において、少なくとも6倍以上の耐久性が確認された。

耐熱水(60℃純水)浸漬試験については、従来品は750時間後で若干の劣化が始まり、7500時間では全面に膨れが発生し部分的に発錆が認められたが、開発品は7500時間後でも塗膜に異常発生がなく十分な付着力を保持していた(写真4)。従って、耐熱水浸漬試験において、10倍以上の耐久性が確認された。

塩水噴霧試験(JIS K 5600-7-1)については、従来品は500時間後でカット部からの若干の劣化が始まり、5000時間後では全面に膨れが発生し、部分的に発錆が認められたが、開発品は5000時間後でも塗膜の異常が認められなかった。従って、塩水噴霧試験においても10倍以上の耐久性が確認された(写真5)。

以上の劣化促進試験の結果より、海岸部など劣化が厳しい環境で15年の耐久実績のある従来品との劣化時間数を比較すると、いずれの試験でも6倍以上の耐久性があり、計

表3 従来品との劣化時間数の比較

	開発品	15年耐久従来品	比較
冷熱サイクル試験	600サイクルで良好	100サイクルで若干劣化	6倍以上
耐熱水浸漬試験	7500時間で良好	750時間で若干劣化	10倍以上
塩水噴霧試験	5000時間で良好	500時間で劣化	10倍以上

算上、開発品の耐久寿命は90年となり、少なく見積もっても50年以上は期待できると考えられる。

### 4.3 開発品の錆面適用性

送電鉄塔の補修塗装は、合金層が健全なうちに行うことが好ましいが、現実には部分的に合金層が消失し、発錆している場合がある。錆面はディスクサンダー等でケレンすることが好ましいが、送電鉄塔では高所作業となり、また、山間地では電源が持ち込めないなどの制約もあり、十分なケレンを施すことが難しい場合が多い。

このような作業環境下での検討として、低ケレンしか施せない錆面に対して優れた防食性を有する塗装仕様についての検討を行っている。低ケレン錆面として、①比較的厚い錆層を形成させた後3種ケレンした鋼板、②磨き鋼板に塩水を噴霧して比較的軽い錆層を形成させた後4種ケレンした鋼板、③自然暴露錆板を4種ケレンした鋼板について、各種錆面に効果が期待できる塗装25仕様(2回塗り)を塗装し、複合サイクル試験(JIS K 5600-7-9:2006 サイクルD) 400サイクル後の外観を評価した。

リファレンスとして本開発品も評価に入れたところ、予想以上に錆面への防食性も優れていることが判り、本錆面防食性試験においても、最も良好な結果となった(表4)。なお、第2位仕様は従来から錆面塗装に優れるとされているアルミフレック入り変性エポキシ樹脂塗料70 $\mu$ mを2回塗りという仕様であり、第3位仕様はエポキシジンク塗料40 $\mu$ m+厚膜エポキシ樹脂塗料150 $\mu$ mという仕様である。経験論的に、錆面のような悪素地に対しては、遮蔽性(水、酸素等のバリアー性)に優れた厚膜塗装が優れる傾向にあり、本開発品が錆面に対しても優れた結果が得られたのも、遮蔽性に優れた仕

様になっていたためと推測される。

### 4.4 開発品のライフサイクルコスト(LCC)

開発品と同じ2回塗り仕様である10年耐用の厚膜塗装仕様(厚膜エポキシ樹脂塗料100 $\mu$ m+ウレタン樹脂塗料30 $\mu$ m)とLCCを比較すると、初期費用

はやや高くなるが、長期的には補修費用が抑えられ、LCCの大幅な低減が見込まれる(図2)。

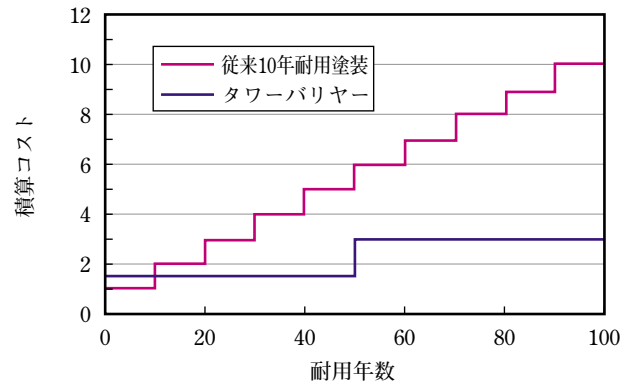


図2 厚膜2回塗り塗装とのLCC試算比較

試算条件：66kV送電鉄塔(290m<sup>2</sup>)  
※10年耐用塗装の1回当たりの費用を1とする。

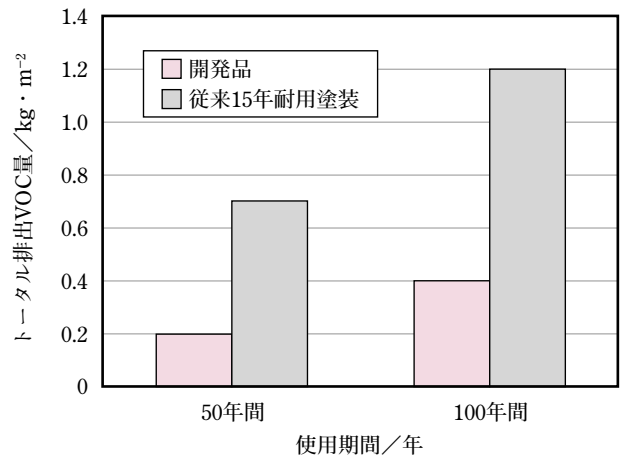


図3 排出VOC量の低減効果

表4 各種錆面塗装における複合サイクル試験(JIS K 5600-7-9:2006 サイクルD) 400サイクル後の外観評価結果

	塩水浸漬厚錆 (3種ケレン)		塩水噴霧軽錆 (4種ケレン)		自然暴露錆板 (4種ケレン)		平均
	フクレ	錆	フクレ	錆	フクレ	錆	
開発品	10	10	10	10	10	10	10.0
第2位仕様	6	10	2	10	10	10	8.0
第3位仕様	8	10	1	8	9	10	7.7

評価：優10>9>8...>2>1劣

表5 タワーバリアー標準塗装仕様

工程	塗料名	標準塗付量 (kg/m <sup>2</sup> )	標準膜厚 (μm/回)	塗装間隔 (時間/20℃)	希釈用シンナー (希釈率)
下地処理	一般汚れ、白錆、赤錆などは、マジクロン、ワイヤーブラシ、電動工具等で十分に除去する。 油分はシンナーで除去する。				
下塗	タワーバリアー下塗	0.20	50	16時間～7日	タワーバリアー専用シンナー 0～7%
上塗	タワーバリアー上塗	0.92	350	16時間～10日	タワーバリアー専用シンナー 0～7%

#### 4.5 開発品の排出VOC (揮発性有機化合物)量

開発品のガラスフレーク入り超厚膜エポキシ樹脂上塗り塗料は溶剤含有量が少なく、低溶剤塗装仕様となっている。さらに、長期耐久性に優れ補修塗装の周期が長いことから、従来品と比較して、排出VOC量の低減効果が期待できる(図3)。

#### 4.6 タワーバリアーシステム(開発品)の標準塗装仕様

開発品であるタワーバリアーシステムの標準塗装仕様を表5に示す。

### 5. 送電鉄塔塗装機の開発

新規開発した送電鉄塔補修用超厚膜長寿命塗料「タワーバリアー上塗」は現用塗料の平均標準膜厚100μmに対して350μmと超厚膜仕様である。さらに塗料の粘度が高く、従来の手掛け缶方式や背負い式塗装機では塗装作業性が悪く、効率的な塗装が困難である。

この問題を解決するために背負い式圧送刷毛塗装システムの開発を行った。

#### 5.1 送電鉄塔塗装機の要件

送電鉄塔塗装は、高所作業に加えて足場の不安定さ等から作業には大きな負担を強いている。その軽減には、塗装機はより軽量なものが求められるため塗装機自体の機能を以下のように設定した。

①厚膜型エポキシ樹脂塗料(15Pa・s、WET膜厚450μm)刷毛塗装が可能な装置

②背負い式で全重量7～8kg(塗料は4kg以上搭載)  
塗装方法としては、環境を考慮し塗料飛散量の少ない事、及び、ボルト周りの膜厚確保の点から刷毛塗りが現状では最適と考えられることから圧送刷毛による塗装システムを取り入れた。更に、長い塗料ホースとエアホースを必要とする塗料供給装置は高所作業上不可能であると判断し、小型加圧ポンプによる塗料圧送方式とした。

#### 5.2 開発のポイント

##### 5.2.1 塗付量と膜厚について

目標とする膜厚350μm(WET450μm以上)を得るための条件を以下の計算式にて算出した。

$$y = x \left( \frac{1}{dt} - \frac{100 - NV}{100 * ds} \right) * \dots \dots (式1)$$

x : 塗付量[g/m<sup>2</sup>]

y : 乾燥膜厚の厚さ[μm]

dt : 塗料の密度[g/cm<sup>3</sup>]

NV : 塗料の不揮発分[wt%]

ds : 揮発分の密度[g/cm<sup>3</sup>]

前提条件

【膜厚350μm、塗料密度1.51g/cm<sup>3</sup>】

塗料不揮発分87wt%、揮発分の密度0.86g/cm<sup>3</sup>】

その結果、理論塗付量として680g/m<sup>2</sup>となる。

但し、現場での実施工においては様々な要因による塗料のロスが発生する。ここでロス率を25～26%程度と見積もると、実際に使用される塗料は1.35となり、この場合の標準塗付量は920g/m<sup>2</sup>とした。

##### 5.2.2 吐出量の確保

予備検討においてタワーバリアー上塗りの吐出量を300g/min、600g/min、900g/minとして仕上がり性と厚膜性を評価した結果、吐出量としては900g/min以上必要であった。そこで、この吐出量を確保するために以下の検討を行った。

①タワーバリアー上塗りの粘性挙動の把握

図4に示すようにタワーバリアー上塗りは構造粘性を有しており、また、この粘性挙動は0から8%シンナー希釈(塗料100に対して)しても同様の構造粘性を示すことが判った。

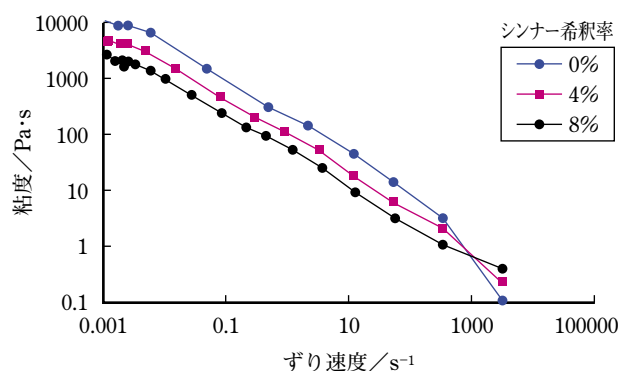


図4 粘度測定効果

表6 ホースの径、長さ と吐出圧力

吐出量 g/min	ホース長さ 1.5m				ホース長さ 1.7m			
	φ 8.0mm	φ 8.5mm	φ 9.0mm	φ 9.5mm	φ 8.0mm	φ 8.5mm	φ 9.0mm	φ 9.5mm
300	0.257	0.228	0.204	0.183	0.291	0.258	0.231	0.208
600	0.321	0.285	0.255	0.229	0.364	0.323	0.289	0.260
900	0.366	0.325	0.291	0.261	0.415	0.369	0.329	0.296
1200	0.402	0.357	0.319	0.287	0.456	0.404	0.361	0.325
1500	0.732	0.384	0.343	0.308	0.490	0.435	0.388	0.349

図4より、ずり速度  $x$  と粘度  $y$  (Pa·s) の関係は

$$\text{Log}(y) = -0.677 \times \text{Log}(x) + 1.88 \dots \dots \dots \text{(式2)}$$

となる。

②塗料の粘性とホース径・吐出圧力・吐出量の関係

(式2) と下記の2つの式を用いて吐出量 900g/min以上  
上得るためのホース径、長さ

吐出圧力(MPa)の理論計算値を表6に示すように算出  
した。

$$\text{粘度 } y \text{ (Pa}\cdot\text{s)} = 1.44 \times D^4 \times P / (Q \times L) \dots \dots \dots \text{(式3)}$$

$$\text{ずり速度 } x = 4 \times (Q/60) / (3.14 \times (D/20)^3) \dots \dots \dots \text{(式4)}$$

表6から『1.5m-φ9.5mm⇒0.261MPa以上、1.7m-φ9.5mm⇒0.296MPa以上』確保出来れば理論上900g/min以上吐出が可能となる。塗装作業する上でホース長さは1.7m必要であるため、開発品ではホース長さ1.7mホース径φ9.5mm 吐出圧力0.3MPaを中心に検討を行った。

表7 開口面積と吐出量

開口面積(mm <sup>2</sup> )			吐出量(g/min)	
入口	胴内	出口	0.25MPa	0.3MPa
33.2	63.6	82.3	831	1200

(条件：コンプレッサーエア、塗料粘度17Pa·s、希釈率1%)

③塗装ノズルの設計

塗料粘度、15Pa·sの塗料を900g/min以上吐出出来ることを目標とし、刷毛に装着できるノズルの設計を行った。吐出量を確保する為にノズルの塗料入口・胴内・塗料出口等の開口面積を検討し、適正な径とする事により、目標が達成できた(表7)(写真6)(図5)。

### 5.3 刷毛の設計

刷毛の材質としては、一般的には、豚毛は腰が強いが毛先は柔らかく、粘度の高い塗料に適しており、一方、ナイロン毛は塗料の含み量の点で劣るが耐久性に優れていると言われている。刷毛材質としては豚毛、ナイロン毛の混合品が本塗料には最適であった(表8)。



写真6 開発塗装ノズル

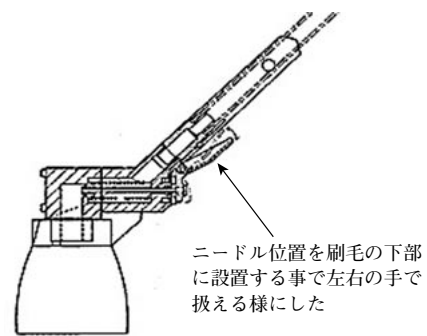


図5 刷毛装着

表8 毛材質の検討

項目	No.1	No.2		No.3		No.4		No.5
毛材質	山羊毛	豚毛	山羊毛	豚毛	ナイロン	豚毛	ナイロン	ナイロン
割合(%)	100	15	85	75	25	30	70	100
硬 さ	柔らかい	→			硬い	→		柔らかい
塗料含み	多い	→						少ない
厚塗り性	△	△+	○△		○	△		
均一性	×	△-	△		△	△		

また、刷毛の形状も、仕上がり、厚膜性、刷毛の塗料溜りに影響を与えており、毛の中・刈り込み高さ・先端厚さを検討した結果、改④の形状が優れていることが判った(表9)。

表9 刷毛形状の結果

	現行	改①	改②	改③	改④	改⑤
巾	70mm	45mm	45mm	70mm	45mm	45mm
刈り込み高さ	なし	20mm	30mm	40mm	40mm	40mm
先端厚さ	50mm	10mm	10mm	10mm	10mm	20mm
仕上り (WET450 $\mu$ m塗装時)	○-	△	○	○△	○	△
作業性	△	△	○△	○△	○	×
刷毛塗料溜まり	多い	多い	多い	少ない	極少	少ない
厚塗り性	○	○-	○	○	○	○
塗料飛散	○△	-	-	-	○	-

## 6. 塗装機の概略

### 6.1 塗装機の構成

塗装機の構成部品を写真9～11に示した。

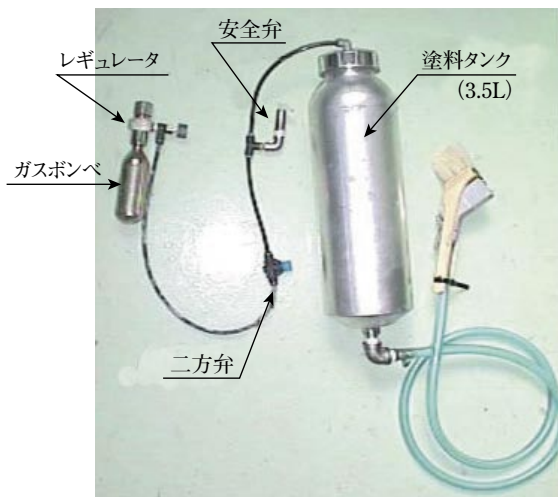


写真9 装置の構成



写真10 専用刷毛と塗装ノズル



写真11 内ふた

タンク内塗装の  
チャネリング防止と  
ガス抜け防止。

### 6.2 塗装機のセッティング

塗装機をセッティングした状態を写真12、装着例を写真13に示した。



写真12 塗装機のセッティング

- ①塗料タンクはリュック中央部に収納。
- ②圧縮ガスボンベはレギュレータと共にサイドポケットに収納。
- ③圧縮ガスは二方弁にて供給を制御。
- ④過剰圧防止のため、塗料タンク手前にガス安全弁を設置。
- ⑤塗料は圧縮ガスにてタンク下部より吐出される。
- ⑥吐出塗料は刷毛接続の塗装ノズルにて制御。
- ⑦塗装は専用刷毛にて行う。



写真13 塗装機装着例

〈重量〉

刷毛	: 0.06kg
塗装ノズル	: 0.14kg
タンク	: 0.90kg
リュック	: 0.50kg
その他	: 1.40kg
<b>総重量</b>	<b>約3.0kg</b>

塗装機の主な概要を以下に示す。

- ①塗料タンクはリュック中央部に収納。
- ②圧縮ガスポンペはレギュレータと共にサイドポケットに収納。
- ③圧縮ガスは二方弁にて供給を制御。
- ④過剰圧防止のため、塗料タンク手前にガス安全弁を設置。
- ⑤塗料は圧縮ガスにてタンク下部より吐出。
- ⑥吐出塗料は刷毛接続の塗装ノズルにて制御。
- ⑦塗装ノズルは専用刷毛に装着。

## 7. 試験塗装結果

本装置の作業性評価を四国電力(株)内の訓練鉄塔にて試験塗装を実施した。

### 7.1 作業性比較

手提げ缶方式と本開発品の比較をすると、手提げ缶方式では $3.3\text{m}^2/\text{hr}$ に対して本開発品では $7.7\text{m}^2/\text{hr}$ と約2.3倍の塗装作業性となった(表10)。また、塗料の飛散も少ない結果であった。

表10 手提げ缶との作業性比較

塗装方式	本開発背負い式 タワーペインター	手提げ缶方式	本開発背負い式 タワーペインター	既存背負い式 TSペインター
	塔上		地上	
塗料名	タワーバリアー		タワーバリアー	パイネ7010AL
塗料使用料	14.85kg	6.0kg	—	—
塗装時間	125分	120分	—	—
標準塗布量	0.92kg/m <sup>2</sup>		0.13kg/m <sup>2</sup>	
塗装効率 <sup>*1</sup>	7.7m <sup>2</sup> /hr	3.3m <sup>2</sup> /hr	9.1m <sup>2</sup> /hr <sup>*2</sup>	6.3m <sup>2</sup> /hr <sup>*2</sup>

\*1 塗料使用量と作業時間、標準塗付量より計算した推定値。

\*2 鉄塔基礎部付近。塗装面積と塗装作業時間より計算。

### 7.2 膜厚の確保

塔上でL材4箇所(水平・垂直面)の部位をウェットフィルムゲージにて測定し(表11)WET膜厚毎の度数分布を図6に示す。(財団法人日本塗料検査協会殿データより)

実測結果より、どの部材でもWET450 $\mu\text{m}$ の目標に近い値を示し、平均値も満足出来る結果が得られた。また、度数分布ではWET450 $\pm$ 100 $\mu\text{m}$ が全体の83%を占めていた。

## 8. 実機鉄塔施工

実機施工例の写真を写真14、15に示す。

タイプの異なる2基の鉄塔(ポール鉄塔、アングル鉄塔)にて開発品の背負い式圧送刷毛塗装システムを用いて2006.6月末日~同年8月上旬の工期の中で実施し、期間中問題無く終了した。

表11 測定結果

箇所	部材面	WET膜厚( $\mu\text{m}$ )				
		1段目	5段目	7段目	平均	
A	①	外	550	400	600	463
		内	450	450	450	
	②	外	350	450	500	
		内	450	450	450	
B	①	外	450	500	350	408
		内	450	450	350	
	②	外	500	350	400	
		内	400	400	300	
C	①	外	450		450	435
		内	350	650	400	
	②	外	450		350	
		内	450	450	350	
D	①	外	300	600	450	471
		内	500	450	700	
	②	外	450	450	600	
		内	300	450	400	

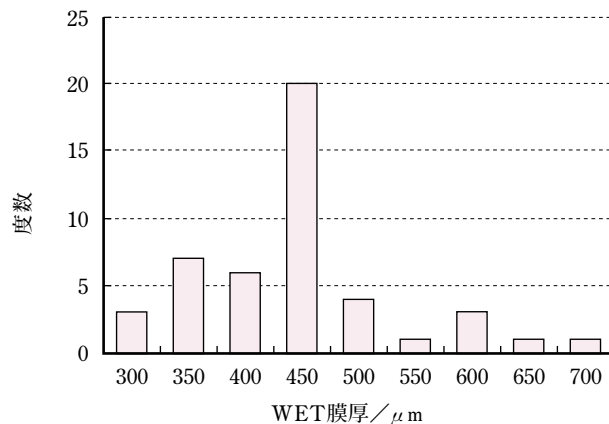


図6 WET膜厚度数分布





写真14 実鉄塔塗装



写真15 塗装作業風景

## 9. まとめ

鉄塔塗装のLCC低減が期待できる送電鉄塔補修用超厚膜長寿命塗料を開発した。

冷熱サイクル試験、耐温水浸漬試験、塩水噴霧試験等の劣化促進試験の結果より、海岸部など劣化が厳しい地区で15年の耐久実績のある従来品との劣化時間数を比較すると、いずれの試験でも6倍以上の耐久性があった。開発品の耐久性寿命は計算上90年となり、少なく見積もっても50年以上は期待できると考えられる。

また、低ケレン錆面への適用性も従来の塗料に比べ優れた結果が得られ、送電鉄塔に部分的に見られる発錆部に対しても、長寿命化が期待できると考えられる。

ライフサイクルコストが低減でき、排出VOC量や塗料飛散量も低減できることから、四国電力(株)殿では、既に試験導入されており、19年度から本格導入が予定されている。

また、新規開発した超厚膜長寿命塗料の標準膜厚350 $\mu\text{m}$ 仕様が可能な新型背負い式塗装機『タワーペインター』を開発し、実鉄塔でも十分に使用に耐え得ることを確認した。

## 10. 謝 辞

本開発にご協力頂いた四国電力株式会社殿をはじめ、関係各位に深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 西森修次、安達良光 第29回鉄構塗装技術討論会発表予稿集(平成18年10月) p.123
- 2) 岩村達也、安部繁行、西森修次 第29回鉄構塗装技術討論会発表予稿集(平成18年10月) p.129
- 3) 浦野一臣、浜村寿弘、山下秀人 第26回鉄構塗装技術討論会発表予稿集(平成15年10月) p.13
- 4) 特願2006-172084 高粘度塗料の厚膜塗装に適した塗装装置及び塗装方法
- 5) 実願2006-004907 高粘度塗料の厚膜塗装に適した塗装装置のための背負い式タンク
- 6) 実願2006-004909 高粘度塗料の厚膜塗装に適した刷毛