



LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

パ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：送電鉄塔の塗装用塗料、及び、送電鉄塔の塗装方法 技術分野

[0001] 本発明は、送電鉄塔の塗装用塗料、及び、送電鉄塔の塗装方法に関する。

背景技術

[0002] 送電鉄塔は長期に亘って風雨等に曝される。このため、防錆対策として亜鉛めっきが施されている。この亜鉛めっきが経年劣化をすることから、送電鉄塔の表面に防錆塗装を定期的に行うことで、防錆効果を維持している。この送電鉄塔は、30 m以上の高さを有しており、山間部等の交通が不便な場所にも設置されている。このため、防錆塗装は、作業者による刷毛塗りで行われている。

[0003] 刷毛塗り作業であることから、塗装用塗料の仕様を決める際には、次の点が考慮されている。第1は、高さ30 m以上の高所での作業を行う点である。第2は、幅が10 cm程度の細いフレームの上で作業を行う点である。第3は、数万ボルトから数十万ボルトで充電された送電線に接近して作業を行う点である。すなわち、塗装用塗料の仕様は、高所で足もとが不安定であり、迅速な作業が求められている点を考慮して決められる。

[0004] 塗装作業のサイクルをできるだけ長くしたい観点から、塗膜には、長期に亘る耐候性が求められる。塗膜の耐用年数を長くするためには、塗膜を厚くするとともに、塗り回数を増やすことが有効である。例えば、厚さ60 μ mの塗膜を1回塗りで形成した場合、耐用年数は5年程度となる。また、厚さ60～65 μ mの塗膜を2回塗りで形成した場合、耐用年数は7～15年程度となり、厚さ90 μ mの塗膜を3回塗りで形成した場合、耐用年数は20～25年程度となる。

[0005] 20～25年程度の耐用年数を確保するためには、3回塗りで膜厚が90 μ mの塗膜を形成することが望ましい。しかし、重ね塗りの回数が増えると作業期間が長くなるため、迅速な作業が困難になる。前述したように、足も

とが不安定な高所作業であり、付近に送電線が設置されていることから、作業期間が長くなることは好ましくない。

[0006] このような事情に鑑み、特許文献1には、亜鉛めっき処理された鋼構造物表面に、下塗り塗料を80～150 μ mの厚さで塗布し、上塗り塗料を15～60 μ mの厚さで塗布する技術が開示されている。また、特許文献2には、金属構造物表面に用いられる防錆塗膜として、下塗り層が湿気硬化型ポリウレタンウレア樹脂、及び雲母状酸化鉄（または亜鉛末）を含み、塗り重ねる層がフッ素樹脂を含む構成が開示されている。さらに、特許文献3には、ウレタン樹脂塗料を用いる中塗り工程と、親水性のフッ素樹脂を用いる上塗り工程とを含む外壁のリフォーム方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第5155723号公報

特許文献2：特開平10-157004号公報

特許文献3：特開2008-223417号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1に記載された技術によれば、亜鉛めっき処理された鋼構造物表面に対し、最大膜厚が210 μ mの塗膜を、2回塗りで形成することができる。しかしながら、この技術では、収縮応力の緩和にしか着目しておらず、耐候性について何ら考慮されていない。このため、長期間に亘って外気に曝された際の影響については未知数である。また、刷毛を用いた塗装は、1回あたりの塗膜の厚さが60 μ mを超えてしまうと作業性が著しく損なわれてしまう。この技術では、下塗り層の厚さが80～150 μ mであることから、迅速な作業は難しいと解される。

[0009] また、特許文献2に記載された防錆塗膜は3層構造である。同様に、特許文献3に記載されたリフォーム方法で形成される塗膜も3層構造である。従

って、これらの特許文献に記載された防錆塗膜やリフォーム方法を行ったとしても、迅速な作業は困難であると解される。加えて、山間部等の交通不便の地に設置された送電鉄塔を塗装する場合、負担軽減の観点から、運搬する塗料の種類をできるだけ少なくすることが望ましい。すなわち、塗料の種類を3種類から2種類に減らせれば、その分だけ作業効率を向上させることができる。

[0010] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、長期間に亘る耐候性を有する塗膜を、送電鉄塔の表面に効率よく形成することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 前述の目的を達成するため、本発明は、亜鉛めっきを施した送電鉄塔の表面に塗布され、耐候性を備える塗膜を前記送電鉄塔の表面に形成する送電鉄塔用塗料であって、前記送電鉄塔の表面に直接塗布される下塗り塗料と、前記下塗り塗料の塗布後に重ねて塗布される上塗り塗料とを備え、前記下塗り塗料は、湿気硬化型ポリウレタン樹脂、及び、第1溶剤を含む一方、導電材を含まず、前記上塗り塗料は、フッ素樹脂、及び、第2溶剤を含むことを特徴とする。

[0012] 前述の送電鉄塔用塗料において、前記第2溶剤は、前記湿気硬化型ポリウレタン樹脂に対する溶解力が前記第1溶剤以下であることが好ましい。

[0013] 前述の送電鉄塔用塗料において、前記第1溶剤が、低沸点芳香族ナフサ、及び、キシレンから選択され、前記第2溶剤が、ミネラルスピリット、及び、低沸点芳香族ナフサから選択されることが好ましい。

[0014] また、本発明は、請求項1から3の何れか1項に記載の送電鉄塔用塗料を、前記送電鉄塔の表面に塗布する送電鉄塔の塗装方法であって、前記上塗り塗料による塗膜の標準厚さを、前記下塗り塗料による塗膜の標準厚さと同じにすることを特徴とする。

[0015] 前述の送電鉄塔の塗装方法において、前記上塗り塗料による塗膜の標準厚さ、及び、前記下塗り塗料による塗膜の標準厚さを、50 μm にすることが

好ましい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、長期間に亘る耐候性を有する塗膜を、送電鉄塔の表面に効率よく形成することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]使用材料（その１）を説明する図である。

[図2]使用材料（その２）を説明する図である。

[図3]使用材料（その３）を説明する図である。

[図4]仕様概要及び複合サイクル試験の結果を示す図である。

[図5]冷熱サイクル試験及び促進耐候性試験の結果を示す図である。

[図6]促進耐候性・腐食性複合サイクル試験の結果を示す図である。

[図7]評価結果を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態について説明する。本実施形態では、顔料成分と、導電材と、湿気硬化型ポリウレタン樹脂と、エポキシ系樹脂と、フッ素系樹脂とを組み合わせる異なる仕様の塗装用塗料を複数種類作製し、評価を行った。評価は、複合サイクル試験、冷熱サイクル試験、促進耐候性試験、及び、促進耐候性・腐食性複合サイクル試験によって行った。

[0019] これらの試験のうち、複合サイクル試験は、塗料の防食性、耐水性、耐湿性、及び可撓性を評価するための試験である。冷熱サイクル試験は、塗料の可撓性、及び付着安定性を評価するための試験である。促進耐候試験は、塗料の耐候性を評価するための試験である。促進耐候性・腐食性複合サイクル試験は、総合的な耐久性を評価するための試験である。なお、各試験の内容については後述する。

[0020] 試験の説明に先立ち、使用材料について説明する。まず、顔料成分について説明する。図１に示すように、顔料成分は、塗料の色を定める着色顔料と、流動性、強度、及び光学的性質等を改善する体質顔料とを有する。着色顔料としては、白色用の酸化チタン、黒色用のカーボンブラック、錆色用の酸

化第二鉄、及び黄色用の黄色酸化鉄を用いた。体質顔料としては、炭酸カルシウム、カオリン、珪藻土、タルク、硫酸バリウム、及び炭酸バリウムを用いた。

[0021] 次に、湿気硬化型ポリウレタン樹脂について説明する。図1に示すように、湿気硬化型ポリウレタン樹脂はA（湿硬ウレタンーA）からC（湿硬ウレタンーC）の3種類を用いた。

[0022] 湿硬ウレタンーAは、樹脂成分が全体の58%であり、残りが顔料成分である。すなわち、導電材を含んでいない。樹脂としては、平均分子量が500～1500の湿気硬化型ポリウレタン樹脂を用いた。溶剤としては、低沸点芳香族ナフサ、及びキシレンを用いた。この塗料としては、例えば中電工業株式会社製の商品名「パイネ#8010T」、大日本塗料株式会社製の商品名「Vグラン」があげられる。

[0023] 湿硬ウレタンーBは、導電材として亜鉛末を含んでいる。そして、樹脂成分が全体の48%であり、残りが顔料成分と導電材である。そして、樹脂としては、平均分子量が500～1500の湿気硬化型ポリウレタン樹脂を用いた。溶剤としては、低沸点芳香族ナフサ、中沸点芳香族ナフサ、及びトリメチルベンゼンを用いた。この樹脂としては、例えば大日本塗料株式会社製の商品名「Vグランジンク」があげられる。

[0024] 湿硬ウレタンーCは、添加材として平均粒子径が約35 μm のアルミニウム微粉末を含んでいる。そして、樹脂成分が全体の55%であり、残りが顔料成分と添加材である。そして、樹脂としては、平均分子量が500～1500の湿気硬化型ポリウレタン樹脂を用いた。溶剤としては、低沸点芳香族ナフサ、中沸点芳香族ナフサ、及びトリメチルベンゼンを用いた。

[0025] 次に、エポキシ系樹脂について説明する。図2に示すように、エポキシ系樹脂はエポキシ樹脂A（エポキシーA）からC（エポキシーC）の3種類とシリコンエポキシの4種類を用いた。

[0026] エポキシーAは、樹脂成分が全体の58%であり、残りが顔料成分である。樹脂成分に関し、主剤にビスフェノールA型のエポキシ樹脂を用い、硬化

剤にHMDI（ヘキサメチレンジイソシアネート）型のイソシアネート樹脂を用いた。溶剤としては、キシレン、エチルベンゼン、メチルイソブチルケトン、トルエン、及び酢酸エチルを用いた。この塗料としては、例えば大日本塗料株式会社製の商品名「エポオール#65-W」があげられる。

[0027] エポキシーBは、樹脂成分が全体の54%であり、残りが顔料成分である。樹脂成分に関し、主剤には2種類のエポキシ樹脂を混合して用いた。1つ目の樹脂としては、重量平均分子量が約900であってエポキシ当量が450～500であるビスフェノールA型のエポキシ樹脂を用いた。2つ目の樹脂としては、重量平均分子量が640でありエポキシ当量が約320であるビスフェノールA型のエポキシ樹脂を用いた。硬化剤にはアミン価60のポリアミドアミンからなるアミン樹脂を用いた。溶剤としては、キシレン、エチルベンゼン、メチルイソブチルケトン、及びイソプロピルアルコールを用いた。この塗料としては、例えば中電工業株式会社製の商品名「パイン#7011」があげられる。

[0028] エポキシーCは、樹脂成分が全体の54%であり、残りが顔料成分である。樹脂成分に関し、主剤にビスフェノールA型のエポキシ樹脂を用い、硬化剤にポリアミドアミンからなるアミン樹脂を用いた。溶剤としては、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、及びイソブチルアルコールを用いた。この塗料としては、例えば中電工業株式会社製の商品名「パイン#9020」があげられる。

[0029] シリコンエポキシは、樹脂成分が全体の52%であり、残りが顔料成分である。樹脂成分に関し、主剤にはビスフェノールA型のエポキシ樹脂とシリコン樹脂とを混合して用いた。硬化剤には脂肪族ポリアミンからなるアミン樹脂を用いた。溶剤としては、メチルイソブチルケトン、ミネラルスピリット、及びイソブチルアルコールを用いた。この塗料としては、例えば大日本塗料株式会社製の商品名「Vシリコンスーパー」があげられる。

[0030] 次に、フッ素樹脂について説明する。図3に示すように、フッ素樹脂はA（フッ素-A）からC（フッ素-C）の3種類を用いた。

- [0031] フッ素－Aは、樹脂成分が全体の74%であり、残りが顔料成分である。樹脂成分に関し、主剤に重量平均分子量7000～40000であってOH価／ポリマーが20～100であるFEVE（フルオロエチレン／ビニルエーテル共重合）型のフッ素樹脂を用いた。硬化剤にHMDI型のイソシアネート樹脂を用いた。溶剤としては、キシレン、エチルベンゼン、及び酢酸ブチルを用いた。
- [0032] フッ素－Bもまた、樹脂成分が全体の74%であり、残りが顔料成分である。樹脂成分に関し、主剤に重量平均分子量7000～40000であってOH価／ポリマーが20～100であり、かつ、弱溶剤可溶型であるFEVE型のフッ素樹脂を用いた。硬化剤にHMDI型のイソシアネート樹脂を用いた。溶剤としては、弱溶剤であるミネラルスピリット、及び低沸点芳香族ナフサを用いた。この塗料としては、例えば中電工業株式会社製の商品名「パイン#9030T」、日本ペイント株式会社製の商品名「デュフロン100ファイン」、及び大日本塗料株式会社製の商品名「VフロンHBクリーンスマイル」があげられる。
- [0033] フッ素－Cは、樹脂成分が全体の75%であり、残りが顔料成分である。樹脂成分に関し、主剤に重量平均分子量7000～40000であってOH価／ポリマーが20～100であるFEVE型のフッ素樹脂を用いた。硬化剤にHMDI型のイソシアネート樹脂を用いた。溶剤としては、キシレン、エチルベンゼン、及び酢酸エチルを用いた。この塗料としては、例えば中電工業株式会社製の商品名「パイン#9030」があげられる。
- [0034] そして、図4に示すように、これらの塗料を組み合わせることで、仕様の異なる複数種類の塗料を作成し、亜鉛溶融めっき鋼板の表面に順次塗布して試験片を作成した。以下、各仕様について説明する。
- [0035] 仕様220－1は、下塗り塗料と中塗り塗料と上塗り塗料の3種類からなり、従来仕様である。下塗り塗料としてはエポキシ－Bを用い、このエポキシ－Bを塗膜の標準厚さが30μmとなるように塗布して下塗り層を形成した。なお、塗膜の標準厚さとは、設計上の厚さを意味する。中塗り塗料とし

てはエポキシ－Cを用い、このエポキシ－Cを塗膜の標準厚さが30 μ mとなるように下塗り層に重ねて塗布して中塗り層を形成した。上塗り塗料としてはフッ素－Cを用い、このフッ素－Cを塗膜の標準厚さが30 μ mとなるように中塗り層に重ねて塗布して上塗り層を形成した。これにより、合計膜厚が90 μ mとなる3層構造の塗膜を、亜鉛溶融めっき鋼板の表面に形成した。

[0036] 仕様220-2は、下塗り塗料と上塗り塗料の2種類からなり、実施例の仕様である。下塗り塗料としては湿硬ウレタン－Aを用い、この湿硬ウレタン－Aを塗膜の標準厚さが50 μ mとなるように塗布して下塗り層を形成した。上塗り塗料としてはフッ素－Aを用い、このフッ素－Aを塗膜の標準厚さが50 μ mとなるように下塗り層に重ねて塗布して上塗り層を形成した。これにより、合計膜厚が100 μ mとなる2層構造の塗膜を、亜鉛溶融めっき鋼板の表面に形成した。

[0037] 仕様220-3もまた、下塗り塗料と上塗り塗料の2種類からなり、実施例の仕様である。下塗り塗料としては湿硬ウレタン－Aを用い、この湿硬ウレタン－Aを塗膜の標準厚さが50 μ mとなるように塗布して下塗り層を形成した。上塗り塗料としてはフッ素－Bを用い、このフッ素－Bを塗膜の標準厚さが50 μ mとなるように下塗り層に重ねて塗布して上塗り層を形成した。これにより、合計膜厚が100 μ mとなる2層構造の塗膜を、亜鉛溶融めっき鋼板の表面に形成した。

[0038] 仕様220-4は、下塗り塗料と上塗り塗料の2種類からなり、比較例の仕様である。下塗り塗料としては湿硬ウレタン－Aを用い、この湿硬ウレタン－Aを塗膜の標準厚さが50 μ mとなるように塗布して下塗り層を形成した。上塗り塗料としてはシリコンエポキシを用い、このシリコンエポキシを塗膜の標準厚さが80 μ mとなるように下塗り層に重ねて塗布して上塗り層を形成した。これにより、合計膜厚が130 μ mとなる2層構造の塗膜を、亜鉛溶融めっき鋼板の表面に形成した。

[0039] 仕様220-5は、下塗り塗料と上塗り塗料の2種類からなり、比較例の

仕様である。下塗り塗料としては湿硬ウレタンーBを用い、この湿硬ウレタンーBを塗膜の標準厚さが $50\mu\text{m}$ となるように塗布して下塗り層を形成した。上塗り塗料としてはフッ素ーBを用い、このフッ素ーBを塗膜の標準厚さが $50\mu\text{m}$ となるように下塗り層に重ねて塗布して上塗り層を形成した。これにより、合計膜厚が $100\mu\text{m}$ となる2層構造の塗膜を、亜鉛溶融めっき鋼板の表面に形成した。

[0040] 仕様220-6は、下塗り塗料と上塗り塗料の2種類からなり、比較例の仕様である。下塗り塗料としては湿硬ウレタンーCを用い、この湿硬ウレタンーCを塗膜の標準厚さが $50\mu\text{m}$ となるように塗布して下塗り層を形成した。上塗り塗料としてはフッ素ーBを用い、このフッ素ーBを塗膜の標準厚さが $50\mu\text{m}$ となるように下塗り層に重ねて塗布して上塗り層を形成した。これにより、合計膜厚が $100\mu\text{m}$ となる2層構造の塗膜を、亜鉛溶融めっき鋼板の表面に形成した。

[0041] 仕様220-7は、下塗り塗料と上塗り塗料の2種類からなり、比較例の仕様である。下塗り塗料としてはエポキシーAを用い、このエポキシーAを塗膜の標準厚さが $60\mu\text{m}$ となるように塗布して下塗り層を形成した。上塗り塗料としてはフッ素ーAを用い、このフッ素ーAを塗膜の標準厚さが $50\mu\text{m}$ となるように下塗り層に重ねて塗布して上塗り層を形成した。これにより、合計膜厚が $110\mu\text{m}$ となる2層構造の塗膜を、亜鉛溶融めっき鋼板の表面に形成した。

[0042] 次に、各仕様の試験片による複合サイクル試験について説明する。この複合サイクル試験は、JIS K 5600-7-9「サイクル試験方法」に準拠して行い、塗膜試験片に素地に達するX字状の切り込みを入れて、腐食サイクル環境に置き、発生する錆やフクレの程度（大きさ）を評価した。なお、この試験における1サイクルは6Hであり、その内訳は次の通りである。「塩水噴霧0.5H」→「湿潤1.5H」→「高温（ 50°C ）2H」→「乾燥2H」。

[0043] 複合サイクル試験の試験結果を図4に示す。同図、及び後述する他の図において、記号◎、○、△、×はそれぞれ結果の優劣を示す。すなわち、記号

◎は最もよい結果を、記号○は2番目により結果を、△は3番目により結果を、×は最も悪い結果を示している。なお、フクレについて、各記号はフクレの大きさ（幅，直径）を示している。すなわち、記号◎はフクレの大きさが0～4 mmであることを、記号○はフクレの大きさが5～8 mmあることをそれぞれ示している。同様に、記号△はフクレの大きさが9～12 mmあることを、記号×はフクレの大きさが13 mm以上であることをそれぞれ示している。

[0044] この複合サイクル試験では、仕様220-2～4に関し、1600サイクルまでの耐久性が従来仕様の仕様220-1よりも良好であった。また、2400サイクル及び3200サイクルについては、仕様220-2～4と仕様220-1との間で大きな違いは見られなかった。なお、比較例の仕様220-4では、3200サイクル時点において、切り込み部のフクレの大きさが8 mmと他の仕様220-1～3よりも僅かに大きかった。

[0045] 一方、比較例の仕様220-5～6については、1600サイクルまでに切り込み部のフクレの大きさが10 mm（仕様220-5），15 mm（仕様220-6）であり、耐久性が不十分と思われたので、1600サイクルよりも後の試験は中止した。また、比較例の仕様220-7については、3200サイクル時点において、切り込み部のフクレの大きさが11 mmと前述の仕様220-1～3よりも大きかった。

[0046] 次に、冷熱サイクル試験について説明する。この冷熱サイクル試験は、JIS K 5400 9.3「耐冷熱繰返し性」に準拠して行い、塗膜試験片を冷熱サイクル（膨張・収縮サイクル）環境に置き、塗膜外観、付着安定性の変化を評価した。なお、この試験における1サイクルは6 Hであり、その内訳は「低温-20℃ 3 H」→「高温50℃ 3 H」である。

[0047] 冷熱サイクル試験の試験結果を図5に示す。なお、付着性について、各記号は、クロスカット付着性試験での剥離格子数を示す。すなわち、5×5の格子状にカットされた塗膜の剥離格子数を示している。そして、記号◎は剥離格子数が0個であることを、記号○は剥離格子数が1～5個であることを

それぞれ示している。同様に、記号△は剥離格子数が6～10個であることを、記号×は剥離格子数が11個以上であることをそれぞれ示している。

[0048] この冷熱サイクル試験において、仕様220-1～3, 5は何れも、1600サイクルまで剥離格子数が0個であり、かつ、ワレもフクレも確認されず、良好な結果であった。一方、仕様220-4は、200サイクルと1600サイクルの何れも剥離格子数が5個であり、付着安定性が多少低い傾向が見られた。また、仕様220-6, 7は何れも、剥離格子数が15～25と多く、付着安定性に欠けると考えられる。

[0049] 次に、促進耐候性試験について説明する。この促進耐候性試験は、JIS K 5400 9.8「促進耐候性（サンシャインカーボンアーク灯式）」に準拠して行い、塗膜試験片に強力な紫外線を照射し、紫外線による劣化（樹脂・顔料分の分解）を促進し、光沢、色彩変化を評価した。

[0050] 促進耐候性試験の試験結果を図5に示す。なお、光沢は光沢保持率（％）を示す。そして、記号◎は光沢保持率が100～80％であることを、記号○は光沢保持率が79～60％であることをそれぞれ示している。同様に、記号△は光沢保持率が59～35％であることを、記号×は光沢保持率が34％以下であることをそれぞれ示している。また、色差は△Eを示す。そして、記号◎は色差が0.0～1.0であることを、記号○は色差が1.1～2.0であることをそれぞれ示している。同様に、記号△は色差が2.1～3.0であることを、記号×は色差が3.1以上であることをそれぞれ示している。

[0051] この促進耐候性試験において、9000Hまで耐える仕様はなかった。このため、6000Hまでの結果で比較すると、仕様220-4については、6000Hでの光沢が低く、紫外線に対する耐性が他の仕様よりも低かった。反対に、仕様220-2については、6000Hにおける光沢や色差が他の仕様よりも良好であった。そして、残りの仕様については、大きな違いは見られなかった。

[0052] 次に、促進耐候性・腐食性複合サイクル試験について説明する。この促進

耐候性・腐食性複合サイクル試験は、実環境を想定した腐食試験環境に塗膜試験片を置き、塗膜外観、付着安定性の変化を評価した。この促進耐候性・腐食性複合サイクル試験において、1サイクルは240Hであり、その内訳は、「促進耐候性試験が120H」→「複合サイクル試験が120H（20サイクル）」である。

[0053] 促進耐候性・腐食性複合サイクル試験の試験結果を図6に示す。なお、付着性について、各記号は、クロスカット付着性試験での剥離格子数を示す。すなわち、5×5の格子状にカットされた塗膜の剥離格子数を示している。そして、記号◎は剥離格子数が0個であることを、記号○は剥離格子数が1～5個であることをそれぞれ示している。同様に、記号△は剥離格子数が6～10個であることを、記号×は剥離格子数が11個以上であることをそれぞれ示している。

[0054] この促進耐候性・腐食性複合サイクル試験において、錆、ワレ、フクレの3項目については、各仕様で優劣はつかなかった。付着安定性については、仕様220-2, 5が最もよく、仕様220-1, 3が次によかった。一方、仕様220-4については、仕様220-1～3, 5に比べてやや劣っていた。また、仕様220-6, 7については、付着安定性が最も悪かった。

[0055] 図7は、前述した試験結果を総合した評価結果である。この図に示すように、仕様220-2, 3については、従来使用と同等以上の耐候性を2回塗りで実現できると解されたので合格と判定した。そして、これらの仕様220-2, 3については、JIS 5600-7-6「屋外暴露耐候性」に準拠した試験塗装を行った。そして、この試験塗装により、必要な耐候性を有していることを確認した。

[0056] 合格判定の仕様220-2において、下塗り塗料である湿硬ウレタン-Aは、樹脂成分として湿気硬化型ポリウレタン樹脂（平均分子量：500～1500）、及び、溶剤（第1溶剤としての低沸点芳香族ナフサ、及びキシレン）を含む一方、導電材は含んでいない。一方、上塗り塗料であるフッ素-Aは、フッ素樹脂（FEVE型のフッ素樹脂とHMDI型のイソシアネート

樹脂の組み合わせ)、及び、溶剤(第2溶剤としてのキシレン、エチルベンゼン、及び酢酸エチル)を含んでいる。

[0057] 同じく合格判定の仕様220-3において、下塗り塗料である湿硬ウレタン-Aは、仕様220-2と同じである。一方、上塗り塗料であるフッ素-Bは、フッ素樹脂(FEVE型のフッ素樹脂とHMDI型のイソシアネート樹脂の組み合わせ)、及び、溶剤(第2溶剤としてのミネラルスピリット、及び低沸点芳香族ナフサ)を含んでいる。

[0058] さらに、仕様220-3に用いられている上塗り塗料の溶剤はいわゆる弱溶剤であり、仕様220-2に用いられている上塗り塗料の溶剤よりも、湿気硬化型ポリウレタン樹脂に対する溶解力が同等以下である。このため、上塗り塗料を重ね塗りする際の作業効率に優れている。

[0059] 加えて、下塗り塗料である湿硬ウレタン-Aの重ね塗り間隔は、最小時間で18時間(1℃)~8時間(30℃)である。そして、仕様220-2, 3では、2回塗りで仕上げが可能になることから、従来仕様のような3回塗りに比べて作業性が各段に向上するし、運搬対象の塗料の種類を減らすことができる。その結果、作業性の大幅な向上が図れる。加えて、下塗り層と上塗り層における塗膜の標準厚さが、共に50μmであることから、1回の刷毛塗り作業であっても良好な作業性を確保できる。

[0060] 一方、仕様220-4については、付着安定性がやや不良であったこと、耐候性が不良であったことから不合格となった。同様に、仕様220-5については、耐水性(耐湿性)が不良であったこと、耐候性がやや不良であったことから不合格となった。また、仕様220-6, 7については、耐水性(耐湿性)や耐候性が不良若しくはやや不良であったことから不合格となった。

[0061] 以上の実施形態の説明は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明はその趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に本発明にはその等価物が含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 亜鉛めっきを施した送電鉄塔の表面に塗布され、耐候性を備える塗膜を前記送電鉄塔の表面に形成する送電鉄塔用塗料であって、
- 前記送電鉄塔の表面に直接塗布される下塗り塗料と、前記下塗り塗料の塗布後に重ねて塗布される上塗り塗料とを備え、
- 前記下塗り塗料は、湿気硬化型ポリウレタン樹脂、及び、第1溶剤を含む一方、導電材を含まず、
- 前記上塗り塗料は、フッ素樹脂、及び、第2溶剤を含むことを特徴とする送電鉄塔塗料。
- [請求項2] 前記第2溶剤は、前記湿気硬化型ポリウレタン樹脂に対する溶解力が前記第1溶剤以下であることを特徴とする請求項1に記載の送電鉄塔用塗料。
- [請求項3] 前記第1溶剤が、低沸点芳香族ナフサ、及び、キシレンから選択され、
- 前記第2溶剤が、ミネラルスピリット、及び、低沸点芳香族ナフサから選択されることを特徴とする請求項2に記載の送電鉄塔用塗料。
- [請求項4] 請求項1から3の何れか1項に記載の送電鉄塔用塗料を、前記送電鉄塔の表面に塗布する送電鉄塔の塗装方法であって、
- 前記上塗り塗料による塗膜の標準厚さを、前記下塗り塗料による塗膜の標準厚さと同じにすることを特徴とする送電鉄塔の塗装方法。
- [請求項5] 前記上塗り塗料による塗膜の標準厚さ、及び、前記下塗り塗料による塗膜の標準厚さを、 $50\mu\text{m}$ にすることを特徴とする請求項4に記載の送電鉄塔の塗装方法。

[図1]

○使用材料(その1)

(1) 顔料成分(各塗料共通)

a. 着色顔料

[白]酸化チタン

[黒]カーボンブラック

[錆]酸化第二鉄

[黄]黄色酸化鉄(ゲータイト)

b. 体質顔料

炭酸カルシウム, カオリン, 珪藻土,
タルク, 硫酸バリウム, 炭酸バリウム

(2) 湿硬ウレタン-A

d. 樹脂成分(58%)

—樹脂—

湿気硬化型ポリウレタン樹脂(重量平均分子量500~1500)

—溶剤—

低沸点芳香族ナフサ, キシレン

(3) 湿硬ウレタン-B

c. 導電材: 亜鉛末

d. 樹脂成分(48%)

—樹脂—

湿気硬化型ポリウレタン樹脂(重量平均分子量500~1500)

—溶剤—

低沸点芳香族ナフサ, 中沸点芳香族ナフサ,
トリメチルベンゼン

(4) 湿硬ウレタン-C

c. 添加材: アルミニウム微粉末(平均粒子径: $35\mu\text{m}$)

d. 樹脂成分(55%)

—樹脂—

湿気硬化型ポリウレタン樹脂(重量平均分子量500~1500)

—溶剤—

低沸点芳香族ナフサ, 中沸点芳香族ナフサ,
トリメチルベンゼン

[図2]

○使用材料(その2)

(5)エポキシ-A

d. 樹脂成分(58%)

ー主剤ー

エポキシ樹脂(ビスフェノールA型)

ー硬化剤ー

イソシアネート樹脂(HMDI:ヘキサメチレンジイソシアネート型)

ー溶剤ー

キシレン, エチルベンゼン, メチルイソブチルケトン,
トルエン, 酢酸エチル

(6)エポキシ-B

d. 樹脂成分(54%)

ー主剤ー

エポキシ樹脂①(ビスフェノールA型)

重量平均分子量:約900

エポキシ当量:450~500

エポキシ樹脂②(ビスフェノールA型)

重量平均分子量:約640

エポキシ当量:320

ー硬化剤ー

アミン樹脂(ポリアミドアミン)

アミン価:60

ー溶剤ー

キシレン, エチルベンゼン, メチルイソブチルケトン,
イソプロピルアルコール

(7)エポキシ-C

d. 樹脂成分(54%)

ー主剤ー

エポキシ樹脂(ビスフェノールA型)

ー硬化剤ー

アミン樹脂(ポリアミドアミン)

アミン価:60

ー溶剤ー

トルエン, キシレン, エチルベンゼン, イソブチルアルコール

(8)シリコンエポキシ

d. 樹脂成分(52%)

ー主剤ー

エポキシ樹脂(ビスフェノールA型)

シリコーン樹脂

ー硬化剤ー

アミン樹脂(脂肪族ポリアミン)

ー溶剤ー

メチルイソブチルケトン, ミネラルスピリット,
イソブチルアルコール

[図3]

○使用材料(その3)

(9)フッ素-A

d. 樹脂成分(74%)

—主剤—

フッ素樹脂(FEVE:フルオロエチレン/ビニル共重合型)

重量平均分子量: 7000~40000

OH価/ポリマー: 20~100

—硬化剤—

イソシアネート樹脂(HMDI: ヘキサメチレンジイソシアネート型)

—溶剤—

キシレン, エチルベンゼン, 酢酸ブチル

(10)フッ素-B

d. 樹脂成分(74%)

—主剤—

フッ素樹脂(FEVE:フルオロエチレン/ビニル共重合型)

重量平均分子量: 7000~40000

OH価/ポリマー: 20~100

—硬化剤—

イソシアネート樹脂(HMDI: ヘキサメチレンジイソシアネート型)

—溶剤—

ミネラルスピリット, 低沸点芳香族ナフサ

(11)フッ素-C

d. 樹脂成分(75%)

—主剤—

フッ素樹脂(FEVE:フルオロエチレン/ビニル共重合型)

重量平均分子量: 7000~40000

OH価/ポリマー: 20~100

—硬化剤—

イソシアネート樹脂(HMDI: ヘキサメチレンジイソシアネート型)

—溶剤—

キシレン, エチルベンゼン, 酢酸ブチル

[図4]

	仕 様 概 要		複合サイクル試験											
仕様 No	塗装系 下塗 (中塗) 上塗	合計 膜厚 (μm)	1600サイクル				2400サイクル				3200サイクル			
			切込部		一般部		切込部		一般部		切込部		一般部	
			錆	フクレ	錆	フクレ	錆	フクレ	錆	フクレ	錆	フクレ	錆	フクレ
220 -01	エポキシ-B[30] エポキシ-C[30] フッ素-C[30]	90	◎	○ ₅	◎	◎	◎	○ ₅	◎	◎	◎	○ ₆	◎	◎
			○				○				○			
220 -02	湿硬ウレタン-A[50] フッ素-A[50]	100	◎	◎ ₄	◎	◎	◎	○ ₅	◎	◎	◎	○ ₅	◎	◎
			◎				○				○			
220 -03	湿硬ウレタン-A[50] フッ素-B[50]	100	◎	◎ ₃	◎	◎	◎	○ ₅	◎	◎	◎	○ ₅	◎	◎
			◎				○				○			
220 -04	湿硬ウレタン-A[50] シリコンエポキシ[80]	130	◎	◎ ₃	◎	◎	◎	○ ₅	◎	◎	◎	○ ₈	◎	◎
			◎				○				○			
220 -05	湿硬ウレタン-B[50] フッ素-B[50]	100	◎	△ ₁₀	◎	◎	試験中止							
			△											
220 -06	湿硬ウレタン-C[50] フッ素-B[50]	100	◎	× ₁₅	◎	◎	試験中止							
			×											
220 -07	エポキシ-A[60] フッ素-A[50]	110	◎	○ ₅	◎	◎	◎	○ ₇	◎	◎	◎	△ ₁₁	◎	◎
			○				○				△			

凡 例
(優◎⇔○⇔△⇔×劣)
[一]試験の未実施(未評価)項目

フクレ:フクレの大きさ[幅・直径:mm]を示す。
0-4mm:◎/5-8mm:○/9-12mm:△/13mm-:×

[図5]

仕様 No	冷熱サイクル試験						促進耐候試験					
	200サイクル			1600サイクル			3000H		6000H		9000H	
	フ レ	フ レ	付 着 性	フ レ	フ レ	付 着 性	光 沢	色 差	光 沢	色 差	光 沢	色 差
220 -01	◎	◎	◎ 0	◎	◎	◎ 0	◎ 83	○ 1.2	△ 45	◎ 0.9	× 21	△ 2.8
	◎			◎			○		△		×	
220 -02	◎	◎	◎ 0	◎	◎	◎ 0	◎ 94	◎ 0.5	◎ 86	◎ 0.4	× 6	○ 1.7
	◎			◎			◎		◎		×	
220 -03	◎	◎	◎ 0	◎	◎	◎ 0	○ 74	○ 1.9	△ 41	△ 2.5	× 6	× 3.2
	◎			◎			○		△		×	
220 -04	◎	◎	○ 5	◎	◎	○ 5	△ 50	◎ 0.2	× 9	△ 2.4	× 13	× 3.2
	○			○			△		×		×	
220 -05	◎	◎	◎ 0	◎	◎	◎ 0	○ 72	△ 2.3	△ 40	○ 1.2	× 9	△ 2.5
	◎			◎			△		△		×	
220 -06	◎	◎	× 17	◎	◎	× 15	○ 77	○ 1.6	△ 40	○ 2.0	× 10	△ 2.9
	×			×			○		△		×	
220 -07	◎	◎	× 25	◎	◎	× 25	◎ 83	◎ 0.6	△ 50	○ 1.5	× 4	△ 2.9
	×			×			◎		△		×	

付着性：クロスカット(5×5=25)付着性試験での剥離格子数を示す。

0:◎/1-5:○/6-10:△/11-:×

光沢：光沢保持率(%)を示す。100-80:◎/79-60:○/59-35:△/34-:×

色差：色差(ΔE)を示す。0.0-1.0:◎/1.1-2.0:○/2.1-3.0:△/3.1-:×

[図6]

	促進耐候性・腐食性複合サイクル試験																			
仕様 No	6サイクル				9サイクル				18サイクル				32サイクル				38サイクル			
	錆	フクレ	ワレ	付着性	錆	フクレ	ワレ	付着性	錆	フクレ	ワレ	付着性	錆	フクレ	ワレ	付着性	錆	フクレ	ワレ	付着性
220 -01	◎	◎	◎	◎ ₀	◎	◎	◎	◎ ₄	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—
	◎				○				—				—				—			
220 -02	◎	◎	◎	◎ ₀	◎	◎	◎	◎ ₀	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—
	◎				◎				—				—				—			
220 -03	◎	◎	◎	◎ ₀	◎	◎	◎	◎ ₄	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—
	◎				○				—				—				—			
220 -04	◎	◎	◎	△ ₈	◎	◎	◎	△ ₁₀	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—
	△				△				—				—				—			
220 -05	◎	◎	◎	◎ ₀	◎	◎	◎	◎ ₀	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—
	◎				◎				—				—				—			
220 -06	◎	◎	◎	× ₂₅	◎	◎	◎	× ₂₅	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—
	×				×				—				—				—			
220 -07	◎	◎	◎	× ₂₅	◎	◎	◎	× ₂₅	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—	◎	◎	◎	—
	×				×				—				—				—			

付着性：クロスカット(5×5=25)付着性試験での剥離格子数を示す。
 付着性試験は、1試験片につき5回程度までが限界であるため、
 12サイクル目以降は実施していない(劣化の差異がより顕著に
 現れた段階で試験を実施する)。

0:◎/1-5:○/6-10:△/11-:×

[図7]

仕様 No	評 価
220 -01	従来仕様
220 -02	合 格 (試験塗装に供試:評価OK)
220 -03	合 格 (試験塗装に供試:評価OK)
220 -04	「付着安定性(付着性)」やや不良 「耐候性」不良
220 -05	「耐水性(耐湿性)」不良 「耐候性」やや不良
220 -06	「耐水性(耐湿性)」 「付着安定性(付着性)」不良
220 -07	「耐水性(耐湿性)」やや不良 「付着安定性(付着性)」不良

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/058379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09D201/00(2006.01)i, B05D1/36(2006.01)i, B05D7/00(2006.01)i, C09D5/00(2006.01)i, C09D127/12(2006.01)i, C09D175/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C09D201/00, B05D1/36, B05D7/00, C09D5/00, C09D127/12, C09D175/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2007-061760 A (Chuden-Kogyo Co., Ltd.), 15 March 2007 (15.03.2007), paragraphs [0007] to [0065] (particularly, example 3; referential example 6) (Family: none)	1 2-5
X Y	JP 2005-314561 A (Chuden-Kogyo Co., Ltd.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraphs [0007] to [0052] (particularly, example 4) (Family: none)	1 2-5
Y A	JP 2009-254939 A (Shikoku Research Institute Inc.), 05 November 2009 (05.11.2009), paragraphs [0031], [0042], [0047] (Family: none)	2-5 1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 July, 2014 (01.07.14)

Date of mailing of the international search report
15 July, 2014 (15.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/058379

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-263138 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 24 September 2004 (24.09.2004), claims; paragraphs [0009] to [0016]; examples 1 to 6 (Family: none)	2-5 1
Y A	WO 2012/128223 A1 (Kansai Paint Co., Ltd.), 27 September 2012 (27.09.2012), claims; paragraphs [0024], [0025]; examples 1 to 37 & JP 5165156 B	2-5 1
A	JP 2009-209299 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 17 September 2009 (17.09.2009), paragraphs [0006] to [0072] (Family: none)	1-5
A	JP 10-157004 A (William J. Brinton), 16 June 1998 (16.06.1998), paragraphs [0008] to [0072] & EP 832908 A1 & SG 54573 A & ID 19648 A & CN 1185466 A	1-5
A	JP 2011-038026 A (Local Independent Administrative Agency Iwate Industrial Research Institute), 24 February 2011 (24.02.2011), paragraphs [0007] to [0059] (Family: none)	1-5
A	JP 2009-007578 A (Shikoku Research Institute Inc.), 15 January 2009 (15.01.2009), paragraphs [0008] to [0095] (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C09D201/00(2006.01)i, B05D1/36(2006.01)i, B05D7/00(2006.01)i, C09D5/00(2006.01)i, C09D127/12(2006.01)i, C09D175/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C09D201/00, B05D1/36, B05D7/00, C09D5/00, C09D127/12, C09D175/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2007-061760 A（中電工業株式会社）2007.03.15, 段落【0007】－【0065】（特に、実施例3及び参考例6）（ファミリーなし）	1 2-5
X Y	JP 2005-314561 A（中電工業株式会社）2005.11.10, 段落【0007】－【0052】（特に、実施例4）（ファミリーなし）	1 2-5
Y A	JP 2009-254939 A（株式会社四国総合研究所）2009.11.05, 段落【0031】、【0042】及び【0047】（ファミリーなし）	2-5 1

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

内藤 康彰

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 8 3

4 V

4 8 6 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2004-263138 A (旭硝子株式会社) 2004. 09. 24, 特許請求の範囲、段落【0009】－【0016】及び実施例1－6 (ファミリーなし)	2-5 1
Y A	WO 2012/128223 A1 (関西ペイント株式会社) 2012. 09. 27, 特許請求の範囲、段落【0024】、【0025】及び実施例1－37 & JP 5165156 B	2-5 1
A	JP 2009-209299 A (中国電力株式会社) 2009. 09. 17, 段落【0006】－【0072】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 10-157004 A (ウィリアム ジェー ブリントン) 1998. 06. 16, 段落【0008】－【0072】 & EP 832908 A1 & SG 54573 A & ID 19648 A & CN 1185466 A	1-5
A	JP 2011-038026 A (地方独立行政法人 岩手県工業技術センター) 2011. 02. 24, 段落【0007】－【0059】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2009-007578 A (株式会社四国総合研究所) 2009. 01. 15, 段落【0008】－【0095】 (ファミリーなし)	1-5