

環境対応形フッ素樹脂塗料 - 粉体形・水性形 - Fluoro-polymer Paints Environment Friendly — Powder and Water Base Paints —

野村貞之*・増田祥**・齋藤俊***・早川和成****・高柳敬志**
Sadayuki Nomura, Sho Masuda, Shun Saitou,
Kazunari Hayakawa and Takashi Takayanagi

溶剤形塗料用フッ素樹脂「ルミフロン」は一般塗料樹脂より耐候性が格段に高いため、長寿命となり、塗替え周期を大幅に延長可能で、VOC*削減に大きな効果がある。弱溶剤形、水性・エマルジョン形、粉体形塗料用を次々に開発・生産してきた。これらは溶剤形よりもVOC低減に初回塗装時より大きく寄与出来る。本報告では最もVOC削減可能な塗装系として熱硬化型粉体塗料用フッ素樹脂を解説する。粉体塗料フッ素樹脂は最も優れた環境対応塗料として新設分野で焼きつけて用いられる。主な用途として焼き付け用途アルミカーテンウォール、サッシ等建築部材、空調室外機のケーシング、変圧器、メーターなど電気機器の外装、ケーシングなどに使用されている。付加的に現場塗装の塗替え用水性塗料用フッ素樹脂についても報告する。

Lumiflon as a solvent soluble fluoro-polymer for coating is able to reduce large amount of VOC, because Lumiflon can expand re-coating cycle due to its long life what is provided by its high durability. Additionally, AGC released several types of fluoro-polymer for mild solvent, water and powder. Those grades are able to reduce further amount of VOC than solvent base type. In this document, powder coating of fluoro-polymer will be mentioned precicely. The main application of powder coating is are Aluminum curtain wall, chassis of air-conditioner and electrical transformer And it is further more mentioned about water base polymer coating for repainting of VOC minimum.

*VOC : Volatile Organic Compounds (揮発性有機化合物)

*AGC Asia Pacific

**化学品カンパニー 機能性材料事業部 技術グループ

***化学品カンパニー 技術統括 コーティンググループ

****化学品カンパニー 機能性材料事業部 コーティンググループ

1. はじめに

長期の基礎検討を経て1982年に塗料用フッ素樹脂「ルミフロン (Lumiflon)」が市販されて30年以上が経過した。本報告の粉体塗料用フッ素樹脂はフルオロエチレン-ビニルエーテル (FEVE) 共重合体である。硬化剤としてポリイソシアネートにて架橋する。

この間エンドユーザー、塗料メーカー、ゼネコン、ファブリケーター様、学会関係者の基礎・応用技術開発・評価により、広い分野での活用が可能となった。関係各位に深く感謝申し上げる次第である。

これまで数多くの高層ビルや明石海峡大橋などの巨大土木構造物などに応用されたルミフロンであるが、日本では対象物件の塗装仕様の根拠となる、国土交通省による「鋼道路橋・塗装防食便覧」により、原則一般橋梁でもフッ素樹脂塗装が標準的となった。建築物では丸の内ビルディングなどの巨大構造物から戸建家屋、また航空機、自動車まで数万件の外面塗装に使用されている。最近の応用例として東京スカイツリーがある。

フッ素樹脂塗料はポリウレタン樹脂塗料などの従来の汎用塗料と比較して格段に優れた長期耐久性を持つ。長期耐久性はほぼ30年の実績で証明されている。高耐候性もたらす美観の長期維持および塗り替えサイクルの延長など、メンテナンス低減によりライフサイクルコストの低減を可能にした。

塗料溶剤の中に含まれる揮発性物質はVOC (Volatile Organic Compound) と呼ばれ、光化学スモッグの主原因といわれている。フッ素樹脂塗料では溶剤形であっても塗り替え期間が長いことから、溶剤形汎用塗料と比較して同じ期間での塗り替え回数が少ないため、発生するVOCはおおよそ1/2~1/3になる。また、長期に塗装している物品を保護するということは、保護している下層の塗膜や物品、材料を再生産する必要がないので結果的には炭酸ガス発生量が低減されることになる。

現在では溶剤形塗料だけでなく、弱溶剤形、水性・エマルジョン形、粉体形塗料も生産しているので更に

VOC低減に寄与出来るようになった。本報告では最もVOC削減可能な塗装系として熱硬化型粉体塗料用フッ素樹脂を解説する。粉体塗料用フッ素樹脂は最も優れた環境対応塗料として新設分野で焼きつけて用いられる。主な用途としてアルミカーテンウォール、サッシ等建築部材、空調室外機、変圧器、メーターなど電気機器の外装、ケーシングなどに使用されている。付加的に現場塗装の水性塗料用フッ素樹脂についても報告する。

2. 環境対応形樹脂—粉体形と水性形—

2.1 VOC排出量

地球環境保全の見地から塗膜寿命 (ライフサイクル) を考慮した単位時間当たりのVOC量の検討が必要である。可能な限り塗装初期からVOC排出量が少ない塗装が好ましい。Table 1では各種形態の塗料における塗装初期のVOC排出量を通常溶剤系を100として指数で示した。

水系樹脂の多くはエマルジョンであり、常温下で塗膜を形成するとき、成膜性を向上させる目的で造膜助剤と呼ばれる有機溶剤が使用される。そのため水系塗料はVOC排出量が粉体塗料形よりも多い。したがって焼付形塗料を使用する場合は粉体塗料を使用し、常温乾燥形塗料を使用する場合は水性塗料を使うのがVOCを低減する上で有効である。

3. 粉体塗料用フッ素樹脂

3.1 世界の粉体塗料の生産量推移

塗料すべてでみても2010年で中国では1200万トン、日本では180万トンと10年前に比較すると格段に中国の生産量が多くなっているが、粉体塗料でも同様な傾向で、全世界の伸びの大部分が中国での増加分となっている。

粉体塗料はVOCの発生がないので使用量は著しく伸長している。(Fig.1,2)

Table 1 VOC related with Paint form and reduction ratio (Organic Solvent =100)

| Paint form | Solvent Base | High Solid (solvent base) | Exempt solvent*1 (US) | Mild solvent (mineral turpentine) | Water Base | Powder |
|------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------|--------|
| VOC | 100 | 20 - 50 | 0-30 | 40 | 20-30 | 0 |
| VOC Reducing ratio (%) | 0 | 50-80 | 70-100 | 60 (MIR VOC)*2 | 70-80 | 100 |

*1 : Exempt Solvent ; including volatile organic compound (VOC) exempt decided by EPA, mentioning Hazardous air Pollutant Solvents Free conception, for example tert-butyl acetate.

*2 : MIR VOC ; maximum incremental reactivity VOC. It is classified by ability of ozone generation. Mild solvent has smaller number of that.

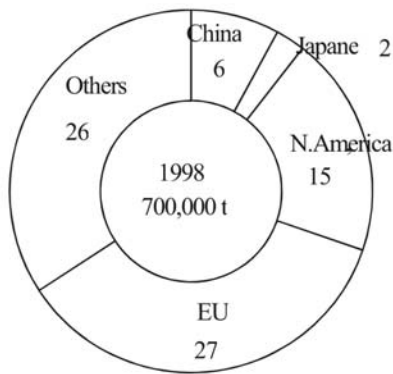


Fig.1 World Products Amount of powder coating (1998) ³⁾

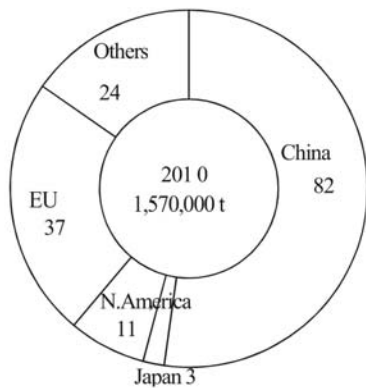


Fig.2 World Products Amount of powder coating (2010) ⁴⁾

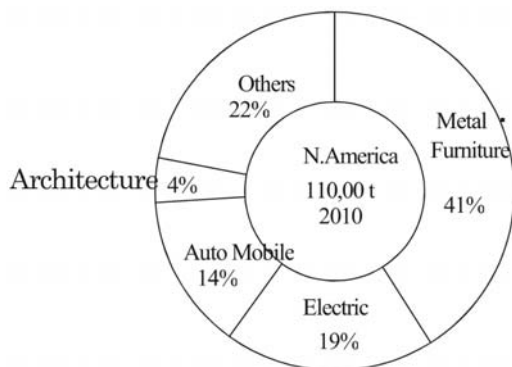


Fig.3 Application of Powder coating (2010) ⁴⁾

3.2 粉体塗料の用途と種類

Fig.3に北米の例を示したが粉体塗料の用途はほとんどが屋内用か10年以内の屋外の用途である。粉体塗料にはTable 2に示すような種類がある。

Fig.4にフッ素粉体塗膜と高耐候性ポリエステル粉体塗料の屋外暴露結果を示す。粉体塗料の中では非常に耐候性の良いとされる高耐候性ポリエステル樹脂塗料であっても屋外暴露による光沢保持率は低く、数年でチョーキングなどの不具合がおきると考えられる。

それに対してフッ素樹脂粉体塗料は室内向けでなく確実に長期にわたり、屋外使用を前提に使用されている。最近、フッ素粉体樹脂塗料が広まってきたこともあり、今まで屋内用しかなかった規格を屋外用に改める規格も出現してきた。以下のQuolicoatのクラス3規格 (Table 3) がまさにその規格である。

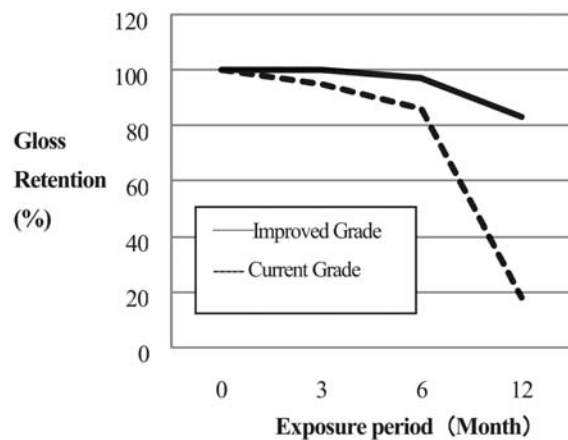


Fig.4 Out door exposure result of High Durable Polyester Powder Coating ³⁾

Table 3 Quolicoat specification for powder coating

| Quolicoat | Florida Exposure > Gloss retention 50% |
|-----------|--|
| Class 1 | 1 year |
| Class 2 | 3 years |
| Class 3 | 10 years |

Table 2 Types of Powder coating and Production Amount

| Powder Paints | Japan (%) | N.America (%) |
|-----------------------------|----------------------|---------------|
| Epoxy | 20 | 11 |
| Polyesteer/Epoxy Hybrid | 26 | 29 |
| Polyester /HAA | 6 | 39 |
| Polyester/ TGIC | 1 | - |
| Polyester/ Polyurethane(PU) | 42 | 15 |
| Acrylic and Others | 5 | 6 |
| Reference | Coating Media (2010) | PCI (2010) |

3.3 フッ素樹脂粉体塗料の市場の広がり

海外ではすでに180万㎡を超える建築物外装に使用されている。特に米国では建築物の環境性能評価手法である「LEED」(Leadership in Energy and Environmental Design)が普及しており、環境に優しい素材を使用する事への下地が出来ている。また、中近東でも溶剤を含まない塗装且つAAMA (American Architectural Manufacturers Association) 2605相当の高耐候塗装の要求があり、これらの地域に於いてVOCフリーのフッ素樹脂粉体塗料の需要が高まっている。近年、アジア・オセアニア地域でも同様の考え方の普及により、旺盛な需要が見込まれる。中国でも環境対応モデル都市などへの採用期待される。主な用途としてアルミカーテンウォール、サッシ等建築仕上げ材である。

重要なことはフッ素樹脂の長期の耐久性により、溶剤系・水系で塗り替えることが少ないため、ライフサイクルで考えると、VOCの低減効果はかなり大きくなる。同じことは炭酸ガス排出量においても同様に影響し、どんな塗料系よりもCO₂排出量は少なくなり地球温暖化抑制に大きく貢献していると考えている。長期耐久性をもつフッ素樹脂粉体の応用を発展させることで、塗り替え回数減少によるLCC (Life Cycle Cost) の低減ばかりでなく、強い社会的要請のあるゼロVOC化、さらには塗装物を保護しながらも社会の低炭素化などに貢献できるものと考えている。

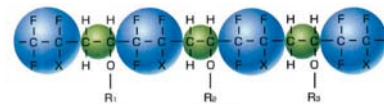
3.4 粉体塗料用フッ素樹脂の構造とその性能

粉体塗料用フッ素樹脂の一つはフルオロエチレンービニルエーテル (FEVE) 樹脂である。フッ素樹脂のC-F結合エネルギーは523kJ/molで自然光の紫外線最大エネルギー411kJ/molよりも大きく、またFEVE共重合体は構成単位が交互構造を持ち、主鎖の結合が強化され紫外線に対し、分解しにくいと考えられる。「ルミフロン®」の粉体塗料用フッ素樹脂の基本的な構造は30年近い実績のある溶剤形樹脂と同様である。

旭硝子の粉体塗料用フッ素樹脂LF710Fの特性値をTable 4に示す。第1に常温環境下で固体としての粉体

として特性を維持し軟化や融着を防ぐ必要があるので高いガラス転位点を付与する必要がある。第2に既存の製造設備、塗装設備を用いて塗料製造及び塗装を行うので既存の設備の乾燥温度でレベリングするよう適切な軟化点を持たせた。また塗装後、強固な3次元マトリックスを形成させるため、硬化剤と反応させる水酸基を持たせている。硬化剤は通常、固体状のプロックイソシアネートを用いるが、架橋密度が十分確保できるように溶剤形と同様レベルの水酸基価を持たせている。

Lumiflonの粉体樹脂の構造は、Fig.5に示すように溶剤系FEVE樹脂と同様であり熱硬化性樹脂である。交互共重合構造がもたらす高い耐久性は溶剤系と変わらない。また、溶剤系樹脂と同様に非結晶性で高い透明性を持ち、架橋硬化する。架橋によりさらに耐溶剤性、耐薬品性も良好となる。さらに、熱可塑性樹脂が熱再溶融したり逆に固化したあと、結晶の種類と結晶化度の変化により樹脂バルクの変化がおきるようなことはない。



- Soluble in many kinds of conventional organic solvents (Xylene, MEK...)
- Non-crystallized polymer: high transparency (Also UV)
- Possible to install cross linkable functional group on R1-3 : curable at ambient
- High durability by perfect alternative structure : High weatherability and high chemical resistance

Fig.5 The structure of Lumiflon

Table 4 LF-710F features of fluoro-polymer for powder coating

| | |
|-------------------------------|--------------------------|
| Appearance | Pale yellow flakes |
| Non volatile content | Higher than 99% |
| OH number | 46 ± 6mgKOH/g as polymer |
| Tg(DSC) | Higher than 51degC |
| Softening point (Ball & Ring) | 136degC |

Table 5 Paint formulation process for testing panel making

| Item | Discription |
|--------------------------|--|
| Color | White (TiO ₂ : PWC [*] =35) |
| Hardener | Blocked Polyisocyanate (IPDIAdacts ^{**}) |
| Mixture | Small mixer |
| Mixture condition | Small Twin screw extruder at 120°C, feeding: 2.5kg/h |
| Grinding condition | Small pin mill at room temp. |
| Particle size selection | 150mesh sieve |
| Mean particle size (50%) | 40µm (Laser diffraction) |
| Surface treatment | 0.8mm A5054 Chromate treated |
| Film thickness | 50 ~ 60µm |

* Weight Concentration
** Isophorone Diisocyanate

3.5 塗料製造中のコンタミネーションに関する試験

粉体塗料は同じ製造ラインで複数の樹脂の粉体塗料を製造することが多く、製造毎に清掃はするものの、他の樹脂が混合（コンタミネーション）することで‘はじき’、‘ピンホール’などの塗膜欠陥が起こることがある。一般的にフッ素樹脂は表面張力が低いため、コンタミによる塗膜異常の発生が心配された。Table 5にこのコンタミネーション試験を行った塗料の製造条件を記した。結果は、汎用的に使用される高耐候性ポリエステル樹脂粉体塗料と比べて同程度で実用に堪えるものであった。既存の粉体塗料塗膜と比較して遜色のない初期性能を示し、既存の設備を利用して製造、塗装焼付が可能であることを確認でき、工場での製造、塗料塗装現場で十分適用が可能なものであった。

3.6 粉体塗料用フッ素樹脂の耐候性と耐薬品性

Fig.6にルミフロンLF710Fを使用したFEVE樹脂粉体塗膜と各種粉体樹脂塗膜および溶剤形PVdF塗膜の長期促進耐候性試験の結果を示した。試験は促進耐候性試験機QUVを9000時間まで実施した。Fig.7,8にキセノンおよびEMMAQUA (Equatorial Mount with Mirrors for Acceleration with Water 自然光集光型促進耐候性試験) による試験結果を示した。

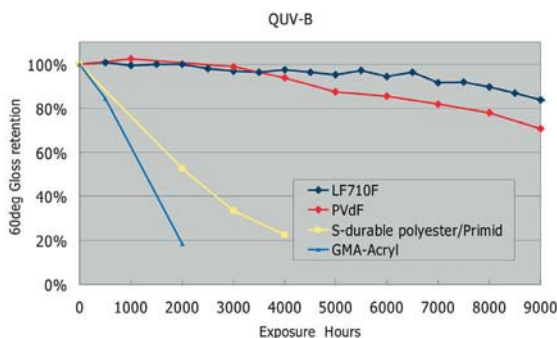


Fig.6 QUV-B exposure testing for several powder coatings

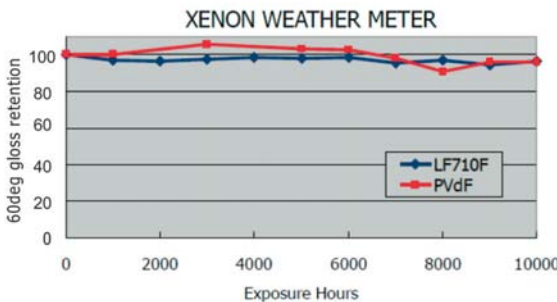


Fig.7 XENON Accelerated Weathering Test Results

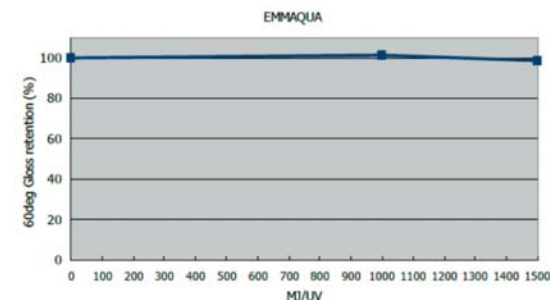


Fig.8 EMMAQUA Wethering Test Results

フッ素樹脂粉体塗膜は外層塗膜に一部使用されている高耐候性ポリエステル塗膜と比較すると格段に優れた耐候性を示している。GMAアクリル樹脂粉体塗膜、高耐候性ポリエステル塗膜が急激に光沢保持率が低下するのに対してフッ素樹脂塗膜ははるかに長期に高い光沢を保持している。

また粉体フッ素樹脂塗膜は耐酸性、耐アルカリ性などの耐薬品性が良好である。他の粉体樹脂塗膜や高温焼付け溶剤形PVdF塗膜は薬品のスポットで大きく侵食されているが、粉体フッ素樹脂塗膜は侵食が少ない。

Table 6に他の粉体樹脂による塗料塗膜および溶剤形フッ素樹脂塗膜 (PVdFオルガノゾル) との物性比較表を掲げた。一般物性に関しては他の粉体樹脂と比べてほぼ同等である。

また、粉体塗装で重要となるのはコンタミによる塗膜欠陥の発生度合である。塗装性試験のうちコンタミ試験を実施したところ、フタル酸を使用した高耐候性ポリエステル粉体塗料への本樹脂塗料の微量コンタミではハジキを発生しないことが分かった。この点は実用面では重要であって、実用性が確認されたことになる。

Table 6 Film performances for several paints

| ITEM | LUMIFLON LF710F | Super durable polyester | GMA Acryl | PVdF Wet paint |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|
| Hardener | IPDI adduct | TGIC | DDA | - |
| Substrate | Acid chromate Aluminum 0.8mmt | | 0.8mmt | Primer |
| Baking schedule | 190°C 20min | 180°Cx20min | 180°Cx20min | Higher than 250°C |
| Film thickness (microns) | 50-60 | | | |
| Smoothness (PCI) | 4 | 3 | 7 | 7 |
| Gloss(20deg/60deg) | 50/80 | 60/90 | 60/90 | -/35 |
| Pencil hardness | 2H-H | H-F | 2H-H | - |
| Dupont direct impact | 1/2x0.5kg x0.4m | 1/2x0.5kg x0.2m | 1/2x0.5kg x0.2m | 1/2x0.5kg x0.5m |
| Cupping test | 5mm | 1mm | 1mm | - |
| Cylindrical mandrel | 8mm | 8mm以上 | 8mm以上 | 5mm |
| Adhesion (1mm cross cut tape pull) | 100/100 | 100/100 | 100/100 | 100/100 |

Table 6 (Continued) Film performances for several paints

| ITEM | LUMIFLON LF710F | Super durable polyester | GMA Acryl | PVdF Wet paint |
|--|-------------------------------|-------------------------|-------------|-------------------|
| Hardener | IPDI adduct | TGIC | DDA | - |
| Substrate | Acid chromate Aluminum 0.8mmt | | 0.8mmt | Primer |
| Baking schedule | 190°C 20min | 180°Cx20min | 180°Cx20min | Higher than 250°C |
| Film thickness (micron) | 50-60 | | | 20-25 |
| Adhesion of 2K silicone sealant | OK | OK | - | Need sanding |
| Solvent resistance (Rubbing test: Xylene 100times) | NE | Gloss reduction | NE | NE |
| Taber abrasion resistance (CS-17 1000g 1000rounds) | 86mg | 79mg | - | 130mg |

上記LF710F粉体塗料試験についての配合・基材・塗装方法・条件を示す。

塗 色：白色 2酸化チタン顔料：PWC=35 (Pigment Weight Concentration)

硬化剤：ポリイソシアネート IPDIアダクト (Isophorone Diisocyanate)

塗 装：粉体塗料静電塗装機 (コロナガン)

粒子径：50%体積平均粒子径40μm

基 材：A5054 アルミ板

膜厚：50~60μm

外観：評価は鮮映性とした。(数値が大きいほうが鮮映性が高い)

なおコンタミによるハジキ発生試験：ポリエステル粉体塗料に対し問題がなかった。

Photo.1,2に硫酸、硝酸に対する耐酸性試験結果および水酸化ナトリウムによる耐アルカリ試験結果を示す。Lumiflon塗膜は他の粉体樹脂塗膜に比べて酸、アルカリに強く差が明確となっている。Photo.3に耐汚染性を示すが、Lumiflonの粉体樹脂による塗膜は良好なふき取り性能を示す。また、Table 7に示した燃焼酸素係数により、フッ素樹脂はアクリル樹脂に比べて燃えにくいことが分かる。

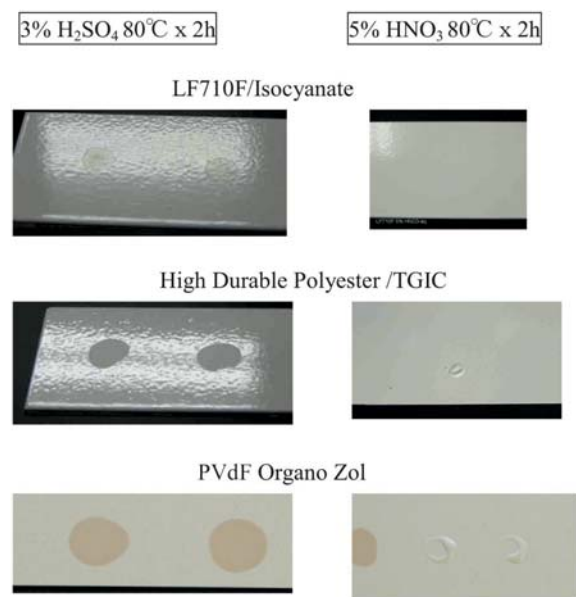
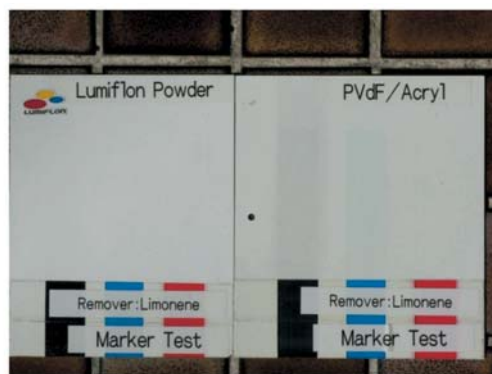


Photo.1 Acid resistances

5% NaOH 80°C x 2h

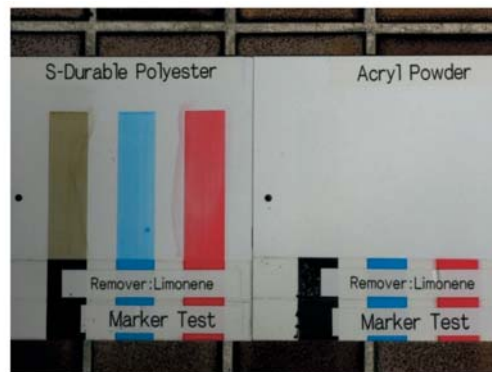


Photo.2 Alkaline resistance



Lumiflon powder

PVdF sol



High durable polyester

Acrylic powder

Photo.3 Soil release performances for each coating film

Table 7 Oxygen Combustion Index

Oxygen index

Pigment concentration : 43phr (TiO₂)

Hardener : Isocyanate

| Resin | Film thickness (micron) | Oxygen index |
|----------|-------------------------|--------------|
| LUMIFLON | 60-90 | 23.4 |
| Acryl | 60-90 | 19.4 |

*Solvent base paint

4. 配合・評価技術の進歩

4.1 複層形成塗膜の作成

Photo.4に特定のポリエステル粉体塗料と混合して、二層形成塗膜となる場合の断面元素分析写真を示す。青がフッ素樹脂のドメイン、赤は酸化チタンである。酸化チタンは同時にポリエステル樹脂のドメインにリッチに存在している。タイプ1ではフッ素樹脂の傾斜構造が形成されていると考えている。タイプ2ではきれいな二層形成塗膜が形成され、表面は酸化チタンのないクリアーのフッ素樹脂がリッチとなり光触媒作用劣化のない耐候性を確保し、さらに下層のポリエステル樹脂で密着性（防食性）、柔軟性などを向上させた塗膜システムを形成できる。このような形成工程のコントロール技術も旭硝子では開発している。

次にフッ素樹脂へ種々の配合比でポリエステル樹脂を混合した場合の塗膜の断面の例をphoto.5に示す。フッ素樹脂のクリアー層が表面に集まる様子がよくわかる。

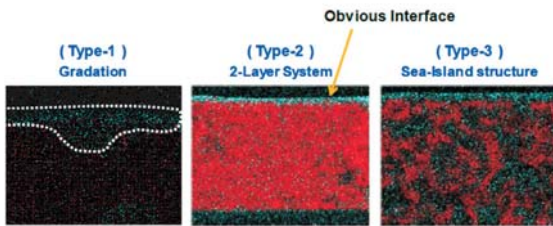


Photo.4 Domain formation with polyester and fluoro polymer

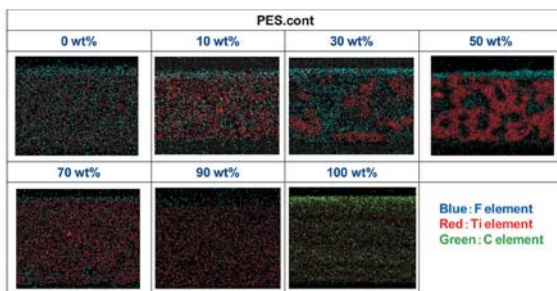


Photo.5 Formation of clear layer of fluoro polymer near the surfaces with each blending content ratio of polyester

4.2 酸化チタンの影響の促進耐候性評価

酸化チタンの光触媒作用の効果をみる促進試験方法も開発している。過酸化水素水をスプレーしながら促進耐候性をしていくもので、酸化チタンの良否、クリアー層の形成効果などを100時間内外の短時間で判定できる評価方法である。Fig.9に4.1で述べたパネルについての結果を示す。クリアー層がしっかり形成されている50%の場合が最も良い光沢保持率を示し、次に30%となっており、断面観察によるクリアー層の形成状態と相関性の高い結果となっている。

現時点では高湿にさらされる環境の沖縄などでの結果Fig.10とよく一致を見せている。Table 3で述べたクラス3はフロリダ10年暴露が規格化されており、本促進試験は酸化チタンの配合された塗膜におけるフロリダ暴露試験の結果を早期に予測できる試験として期待されている。

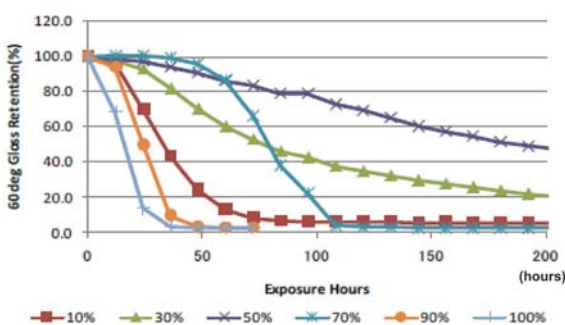


Fig.9 Accelerated weathering results with hydrogenperoxide

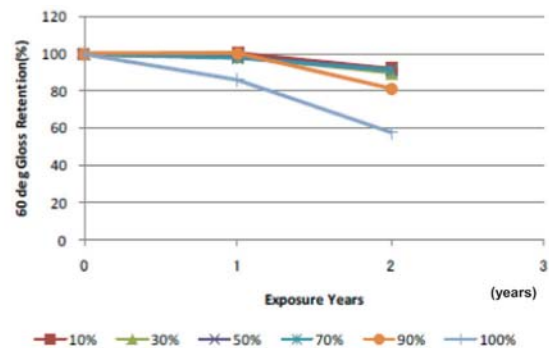


Fig.10 Relative OKINAWA exposure results.

5. グリーンの考え方と実施例

5.1 グリーンコンセプト

グリーンコンセプトは世界的な広がりを見せている。VOCやエコなど、それぞれの国々で異なる項目について注力している。しかしながら世界グリーン協会も設立された中、その進行スピードは次第に増している。塗料業界ではやはりVOC低減がその中心となる。グリーンには様々な項目がある。

USでのグリーンコンセプトの中心活動団体の規定Leedの一例とルミフロンの可能性について述べたものをTab.8に示す。また、Fig.11に各国のグリーンビルディングのスタンダードとそのマークを示す。

5.2 LCAの比較

ここで炭酸ガスの発生量に関しての計算を試みた。Fig.12にその結果を示す。ルミフロ樹脂粉体塗料を塗装した場合は30年中、あったとしても1回の塗り替えである。塗り替えの塗料をフッ素樹脂粉体塗料 (Fig.12中表記LF710F)、溶剤系PVdF (図中PVdF) に対してはフッ素樹脂弱溶剤系を想定し、ポリエステル粉体塗料に関してはポリウレタン弱溶剤系を想定した場合である。フッ素樹脂系は30年間で1回塗り替えたとしてもポリエステル系とウレタン塗料の組み合わせよりも塗装回数が少なくなり炭酸ガスの単位面積当たりの排出量は少なくなるというLCA計算結果となった。

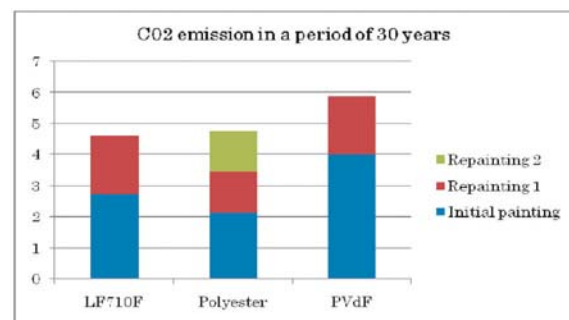


Fig.12 CO₂ emission in relation to the coating's lifecycle of 30 years (Unit: kg-CO₂/m²)

5.3 実際の応用例

こうした社会的背景によりフッ素樹脂粉体塗料の市

Table 8 Example of Leed evaluation for Lumiflon fluoro-paints

| LEED Credit and Intent | Contribution of Fluoro polymer (LUMIFLON) |
|---|--|
| Storm water Design Quality Control Credit 6.2(1pt) To limit disruption and pollution of natural water flows by managing storm water | Using binder as Top coating on the water proof paints and materials. They can maintain to control storm water. |
| Heat Island Effect: Roof Credit 7.2(1pt) To reduce heat island to minimize | Binder of fluoro-polymer for reflecting coating and pavement may maintain cool effects long term |



Fig.11 Green specification and conception for each country with Green marks

場での応用伸張は目を見張るものがある。Photo.6-1 ~6-5にフッ素粉体樹脂塗料で塗装されたビルディングを紹介する。Photo.6-1 Deolitte Centerはニュージーランドのグリーンマークを取得しているビルディングである。その他エコシティーのマスターシティ、キングアブドラなどにも数多くのフッ素粉体塗装ビルディングが存在採用されている。

6. 水性形フッ素樹脂

水性フッ素樹脂塗料は既存の塗り替えに使用できる。現場において常温で施工できるためである。耐候性についても他のフッ素樹脂と同等である。したがって他のルミフロン樹脂と比較してライフサイクルでみたコスト低減、VOC低減、CO₂低減は非常に大きなものとなる。Fig.13に促進耐候性試験結果を示す。

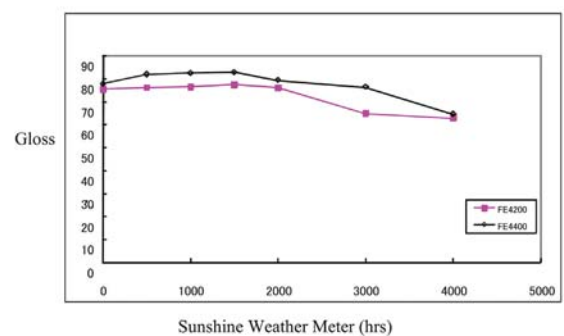


Fig.13 Accelerated weathering test result for water base fluoro-paints

7. VOC低減とまとめ

耐候性のよいフッ素樹脂と高耐候性ポリエステルをVOCの観点から比較するとフッ素樹脂塗料では塗り替えが長期にわたらないため、年月を経過しても

VOCの発生は少ない。Fig.14にその概念図を示した。高耐候性ポリエステルでは7年で塗り替えると仮定すると、溶剤形で塗り替えたり、また水系で塗り替えてりしてもVOCの排出が大きくなってゆく。初期にフッ素樹脂粉体塗料を塗装し、塗りかえが必要な場合、水性フッ素樹脂を使用することがVOC低減のもっとも大きな効果を持つ。

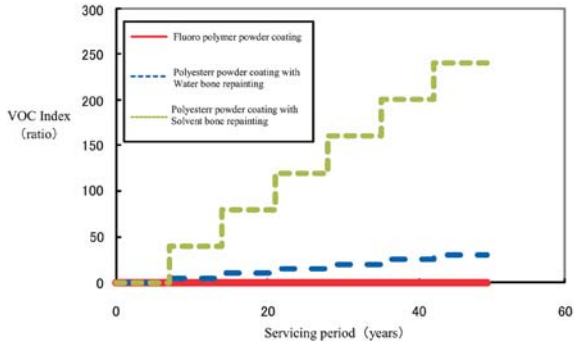


Fig.14 VOC Generation Index (ratio image) for each painting system with repainting

以上環境対応形フッ素樹脂塗料と位置づけているフッ素樹脂粉体および水性フッ素樹脂塗料の技術面と実績について述べた。

今後もユーザー様と協調しながら、長期耐久性を持つフッ素樹脂粉体の応用を発展させることで、塗り替え回数減少によるLCCの低減ばかりでなく、強い社会的要請のあるゼロVOC化、さらには塗装物を保護しながらも社会のLife Cycle Assessment (LCA) による低炭素化などに貢献してゆく所存である。

—参考文献—

- (1)「高耐候フッ素粉体塗料用樹脂の開発と展開」, 増田 祥,高柳敬志 塗装技術 10月号 PP68-70 (2010)
- (2)「フッ素粉体塗料樹脂の最新動向」, 増田祥 工業塗装 No224 PP38-41 (2010)
- (3)「環境対応塗料技術」大西 塗料の研究 No136, P17, (2001)
- (4) 日本パウダーコーティング協同組合ホームページ (2011/07/26)
URL:<http://www.powder-coating.or.jp>



Photo.6-1 Deolitte Center (New Zealand)



Photo.6-2 Perth Arena (Australia)
Photo: Cameron Chisholm Nicol/Greg Hocking Photography



Photo.6-3 Bennelong Point (Sydney)



Photo.6-4 the Royal Beach Hotet (Tel Aviv Israel)



Photo.6-5 Clyde Quay (Wellington NZ)