



写真1 原料は天然材料でかつ無機塗料であるので、紫外線に対し安定性がある。



写真2 スイス・シュピッツの市庁舎(1891年建設)



写真6 メンデルゾーン設計によるポツダムのアインシュタイン塔



写真3 スイス・ヴァレンシュタットの家



写真7 ヴァイセンホーフジードルングに建つコルビジェハウス外観



写真8 ヴァイセンホーフジードルングに建つコルビジェハウス室内



写真10 ドイツ、フランクフルト・アン・デル・オーデルの欧州大学アトリウム(Yamaguchi-Essig 建築事務所設計)



写真11 ドイツ・プロビンゲン・ファンデルトヴァッサーハウス(湿式外断熱が施されている、奇才ファンデルトヴァッサー設計)



ブルーノ・タウトが使用した ドイツの無機塗料

田中 辰明

お茶の水女子大学 名誉教授

はじめに

筆者は“色彩の建築家”とも呼ばれたブルーノ・タウトに関する研究を行ってきた。タウトが使用した塗料の殆どがドイツ製の無機塗料であった事は、本誌先月号(平成23年4月号)で紹介した。当時わが国でも無機塗料は存在していたが、それ程好まれて使用されなかった。これは塗装後、塗膜ができるまでに時間がかかり、塗装屋さんがコントロールにてこずった事が一番の大きな理由であった。ドイツ製の無機塗料は塗膜形成まで12時間で、塗装屋さんのコントロールには極めて適した時間に収められているのが特徴である。この時間が短すぎると、乾燥が早いという事になり、これも塗装屋さんにとって厄介な問題になる。タウトが何故無機塗料を好んで使用したか、またタウトの建築の保存に忠実であったベルリンの建築家ヴィンフリート・ブレンネ(Winfried Brenne)氏がやはりこの無機塗料を好んで使用したかという事は、筆者にとって興味あることであった。この調査を行ったので紹介する。

1. ドイツ製無機塗料の原料と特徴

・原料は天然材料である(28P:写真1)

ドイツ製無機塗料はシリケート(珪酸塩、英:silicate)塗料である。これは人工的に製造されたものではなく、十分に選抜された天然材料である。バインダーとして液状カリウムシリケート、さらに充填材料として天然ミネラル、さらに無機色素が使用されている。これらの融合により、耐久性と耐候性を備えた色褪せの無い塗料となっている。

・保護作用

バインダーの水ガラスがミネラル系の下地(漆喰、自然石、コンクリート、モルタル等)に浸透すると反応を起こ

し、下地と一体化する。これにより塗装面が保護され、耐久性が向上する。表面を覆うだけのコーティングとは全く異なる保護作用が発揮されるのである。

・耐久性

この無機塗料で塗装された100年以上昔の建物もドイツやスイスには美しい状態で残っている(28P:写真2、写真3)。その耐久性を支えているものはカリウムシリケートによる耐候性である。さらにミネラル系充填剤が下地表面と完璧に一体化することにより発揮される高度な保護作用である。塗膜のひび割れや色褪せが発生せず、剥げ落ちることもない。直射日光、酸性雨や工場などから排気される汚染空気にも強く、建築物理学的見地からも理想的な塗料である。

建築物の表面汚染は微生物汚染である。外表面が湿潤になる時間帯が長いと、そこに藻類やカビが発生し汚染されるが、この塗料は表面での撥水性が高く汚染が生じない。

・経済性

この無機塗料が持つ耐久性は当然高い経済性をもたらす。長い年月を経ても色彩と下地の状態が安定していることから、メンテナンス塗装の頻度を大幅に削減することが出来る。コンクリートや天然石など様々な壁体に対応でき、メンテナンス塗装時に古い壁の塗料を剥離させる必要はない。少ない使用量で塗装できるのと、塗装時に塗料が垂れ落ちることがない。これらにより、貴重な人件費、材料費を削減することが出来る。

・安全性

火災時にも有毒ガスが発生しない不燃性である。学校、病院、劇場、集会場、百貨店といった不特定多数の人が集まる特殊建築物において、この無機塗料を用いることで安全性を保つことが出来る。塗装後も有機塗料と異なり揮発性有機化合物(VOCs)が発生することがない。

・生態系への影響

原料の取得から製造、塗布作業、塗装後に至る全過程

において、生態系の観点からも理想的な製品と言える。バインダーに水ガラスを用いるという技術が、溶剤や可塑剤の使用を不要にしている。外壁の補修塗装にしても水を使用した洗浄で塗装作業に入ることが出来る。古いペンキの剥離剤などを使用しないので、環境にも優しく、塗装作業者の健康にも全く影響しない材料と言える。

2. ドイツ製無機塗料の外壁への適用

撥水性のシリケート塗料のため、様々な天候などの外的要因から建築物の外壁を保護出来る。不燃性であるので安全性が高く、変色・色あせも生じない。コンクリートや天然石などすべての材料の下地材に使用することが出来る。高い耐久性を備えているので、補修回数が減少し、経済性が高い。高い透湿性を持ちながら外部の水滴を吸収や透過させることはない。冬期は室内の水蒸気圧が高くなり、室内で発生した水蒸気を外壁を通して外部に出そうとする力が働く。この際に透湿性の無い塗膜を形成するような塗料を用いると、水蒸気の放出を阻害し、内部結露が生じるのである。筆者らが長く提唱してきた湿式外断熱工法はその理論によるもので、湿式外断熱の塗装材料として最も適するものである。

外壁塗料の物性値と仕様

透湿量	≥2000 g/(m ² ·d)
透湿抵抗sd値	≤0.01m(乾燥後の塗膜厚さ約236 μm)
水分透過率(24時間)	w≤0.1kg/(m ² ·h ^{0.5}) (乾燥後の塗膜厚さ約236 μm)
密度	1.45g/cm ³
標準的な使用量	0.35kg/m ² (2回塗装)
乾燥時間 (2回目塗装までの間隔)	12時間
塗装作業可能な最低温度	+5℃
色	白色(着色には専用の着色剤を混合する)
製品サイズ・形状	5kg缶・25kg缶
パレットあたりの個数	70×5kg缶・24×25kg
塗装作業に必要な道具類	ローラー、ブラシ、エアレススプレー

注:この物性値の中で透湿抵抗sd値を示した。わが国では建材の水蒸気の通りやすさを透湿率とか湿気伝導率といった表現で示していた。国際的には水蒸気拡散抵抗係数(μ)で示し、これは無次元数である。μ値は建材の水蒸気の通しにくさが同じ厚さの空気層の何倍になるかという数値である。例えばビーズ発泡スチレンで30~70、押出發泡スチレンで80~300、松や樺など木材で40である。ガラスなどは無限大になる。

Sd値は薄い建材に対して使用される。熱的にはほとんど意味を持たないが、水蒸気の通しにくさには意味を持つという材料を対象に使用される。Sd値とは材料と同等の水蒸気の通しにくさとなる空気層の厚さである。単位はmで、0.15mm厚さのポリエチレンフィルムで50m、PVCフィルムで30m、0.05mm厚さのアルミニウムフィルムで1500mである。

3. ドイツ製無機塗料の室内への適用

適用されるのは室内の壁と天井である。一般住宅の居間や寝室をはじめとし、高湿度の浴室にも適している。一般病棟をはじめ、特にガン患者や集中治療室(ICU)など高度治療を必要とする患者の病室に適している。揮発性有機化合物(VOCs)が放散しないからである。また、老人ホーム、幼稚園、学校などへの塗装に適している。当然食品や医薬品の製造、保管施設への塗装にも適している。1項で述べたことの繰り返しになるがこの無機塗料は環境保全を重要視した製品で、溶剤を添加していない、可塑剤や造膜剤を添加していない、高い透湿性で水蒸気を通過させる、不燃性である、食品に対する安全性がある、ミネラル・アルカリ性である、防カビ作用がある、VOCsを放散しないので、アレルギー性疾患を引き起こさない、などの特徴がある。

内装用塗料の物性値と仕様

透湿量	≥2000 g/(m ² ·d)
透湿抵抗sd値	≤0.01m(乾燥後の塗膜厚さ約236 μm)
水分透過率(24時間)	w≤0.1kg/(m ² ·h ^{0.5}) (乾燥後の塗膜厚さ約236 μm)
密度	1.45g/cm ³
標準的な使用量	0.220kg/m ² (2回塗装)
乾燥時間 (2回目塗装までの間隔)	12時間
塗装作業可能な最低温度	+5℃
色	白色(着色には専用の着色剤を混合する)
製品サイズ・形状	5kg缶・15kg缶
パレットあたりの個数	70×5kg缶・24×15kg
塗装作業に必要な道具類	ローラー、ブラシ

4. ドイツ製無機塗料の コンクリートへの適用

屋内外のコンクリート用塗料としても使用される。特に打放しコンクリートの風合いを損なうことなく表面を保護し、安全性を高めることが出来る。シリケート(珪酸塩、英: silicate)の作用によって塗装面に浸透した塗料が表面と一体化して強度を増すのが特徴である。厳しい外部天候にさらされる外壁を保護し、耐久性を高めるので、補修塗装の頻度が少なくなり、結果において経済性が高まる。基本色は白色であるが、これに専用の希釈剤

を混入することで、透明感を出すことも可能である。補修塗装などにより、コンクリート表面に色合いの相違が出た場合にもこの無機塗料を使用することで、色合いの調整を行うことが出来る。また、色調は専用の着色剤で細かく調整が可能である。

これらを整理すると、コンクリートの特徴を生かしたつや消しの仕上がりができる、紫外線に強い材料のみを使用しているので、変色や色あせがない、天候に対する抵抗性が高い、工場からの排気や酸性雨に対する耐久性が高い、少ない塗布量で塗装ができるので経済的である、不燃性である、耐熱性が高く、静電気を帯びない、高い撥水性がある、高い透湿性がある、防藻性、防カビ性が高い、塗装時にタレが無いので、経済的に塗装できる、溶剤を含んでいないので、室内で利用しても人体に影響を及ぼさない、などの特徴を持つ。

コンクリート用塗料の物性値と仕様

透湿量	≥1000 g/(m ² ・d)
透湿抵抗sd値	≤0.02m(乾燥後の塗膜厚さ約236 μm)
密度	1.20g/cm ³
塗装作業に必要な道具類	ローラー、ブラシ、エアレススプレー
標準的な使用量	0.250kg/m ² (2回塗装)
乾燥時間 (2回目塗装までの間隔)	12時間
塗装作業可能な最低温度	+5℃~30℃
色	白色(着色には専用の着色剤を混合する)
製品サイズ・形状	5kg缶・25kg缶
パレットあたりの個数	70×5kg缶・24×25kg
希釈品製品サイズ	5L・20Lキャニスター
パレット当たりの個数	96×5L・24×20L

5. ドイツ製無機塗料の 下地調整プラスター

この下地調整プラスターは、石灰セメントベースで壁や天井の下地処理に使用するものである。仕上げ塗装前の下地調整にも使用することが出来る。有機成分と強化繊維が使用されており、2~4項で紹介したシリケートの無機塗料の下地となるものである。壁や天井のひび割れやへこみ、表面の剥げ落ち等の補修に適しており、セメント、樹脂、石灰系の古い壁や、古い塗装の上に使用することが出来る。ひび割れの防止が必要な部分ではグラスファイバーネットを使用することもある。室内外で使用が可能である。

下地調整プラスターの物性値と仕様

圧縮強さ	3.5~7.5N/mm ²
透湿抵抗sd値	≤0.01m(乾燥後の塗膜厚さ約236 μm)
水蒸気拡散抵抗係数(μ)	9
熱伝導率	≤0.83W/(mK) (P=50%)、 ≤0.93W/(mK) (P=90%)
標準的な使用量	約1.1kg/m ² (1mm厚)
乾燥時間 (2回目塗装までの間隔)	1日(1mm)
塗装作業可能な最低温度	+5℃(下地)
粒のサイズ	0~1.3mm
密度	1.35g/cm ³
製品サイズ・形状	25kg袋入り
パレットあたりの個数	25kg×42袋
塗装作業に必要な道具類	こて、スポンジ、吹付マシン等

6. ドイツ製無機塗料が使用された 有名建築物

カラーページに世界の有名建築でドイツ製無機塗料が使用されたものを紹介した。“色彩の建築家”と言われた、ブルーノ・タウトがドイツ製無機塗料を好んで使用したことは本誌前月号(平成23年4月号)で紹介したので、ここではカラー写真は省略し、2点白黒写真で紹介する(写真4、写真5)。

・ポツダムのアインシュタイン塔

写真6(28P)にはポツダムに建つエーリッヒ・メンデルゾーン(1887~1953)の設計による「アインシュタイン塔」を示す。ドイツのケーニヒスベルク(現在ロシア領カリニングラード)出身であるので、タウトと同郷である。ユーゲントシュティール(日本ではアールヌーボーと言うのが一般的)の様式を引き継ぎ、彫刻性に富んだ表現主義の建築を作った。この建造物は彼の代表作であり、ドイツ製の無機塗料で塗装された。タウトもメンデルゾーンもテオドール・フィッシャーに師事している。

・ヴァイセンホーフ・ジードルングのホルビジェハウス

1927年ドイツ工作連盟主催の展覧会「住居展」としてヨーロッパをはじめ世界各国から17名の建築家を招き、33棟のモデル住宅が建設された。第一次世界大戦で敗戦国となったドイツは、その賠償金の支払いで住宅水準が著しく低下した。これを急速に回復するために「住宅展」という展示会が開催されたのである。1926年7月26日、シュツットガルト市議会はミース・ファンデル・ローエ



写真4 ベルリン市テーゲル地区フライエ・ショレ・ジードルングの住宅玄関



写真5 ベルリン市ブリッツにある馬蹄形住宅(ユネスコの世界文化遺産)

に全体計画を、ヒヤルド・デッカーに建設の総監督を依頼している。展示会の期間は1927年7月23日から1927年10月9日まで3ヶ月余りであったが、約50万人の来訪者があった。大変な盛況であったが、住宅は展示会后、市議会の決定で一般に譲渡された。

1939年から1945年の第二次世界大戦により団地内の建物が破壊されている。敷地内に設置された案内によると、ブルーノ・タウト、弟のマックス・タウト、グロピウスの作品を含め10棟が破壊されたことが分かる。戦後ドイツ連邦共和国の所有となり、さらなる破壊防止のため1958年には記念建築物の指定を行い、1981年から1987年にかけて記念建築物保護法による改修が行われている。

1977年7月23日、ドイツ工作連盟の展示会開催50周年記念祝典が開催され、シュツットガルト市は2002年、ル・コルビジェの2家族専用住宅を取得し、2006年から博物館として一般に公開している(28P:写真7、写真8)。この建物の外観は白色であるが、室内は着色されている。室内に塗装しても安全なように外部と同様、ドイツ製無機塗料が使用された。

ミースの中層集合住宅、タウトやマルト・スタムの連棟型住宅など実験的住宅が建ち並ぶ、この団地一帯は、現在では記念建築物の指定を受けており、筆者が2010年10月に視察中も見学者を相次いで見かけた。

写真9にヴァイセンホーフ・ジードルングの配置図を示す。ミースの中層集合住宅、タウトやスタムの連棟型住宅、そして左右に階段を設置したコルビジェの2家族専用住宅など実験的なモデル住宅群が保存されている。ドイツは第一次世界大戦、第二次世界大戦で敗戦国となっている。敗戦後わが国では住宅の復興はさておき、産業の復興に力を入れた。ドイツは敗戦後住宅の復興を

優先させ、国民が安心して生活ができるようになって自然と産業が復活するという考え方で対処している。第二次世界大戦後、国際コンペを行い、疲弊したドイツの住宅建築技術を一気に取り戻すことを目的に作られた大団地としては、ベルリンのティアガルテンのハンザフィアテル団地が有名である。コルビジェはここでも応募をしたが、規模が大きすぎハンザフィアテルには入りきらなかったため、オリンピック競技場の近くに建設された。

・欧州大学(フランクフルト・アン・デル・オーデル)
写真10(28P)に欧州大学(Europa Universität)の例を示す。41年間にわたって分断されていた東西ドイツは1990年に再統一を果たした。西側諸国の最優等生と言われた旧西ドイツと旧東欧圏の最優等生と言われた旧東ドイツが結婚したようなわけであるので、これはまさに一大実験であった。旧西ドイツ住民には「連帯税」という税金を課し、旧東ドイツ地区の復興に充てた。

フランクフルトというと国際空港があり、金融の町であるフランクフルト・アム・マイン(Frankfurt am Main)を思い出す方が一般であるが、旧東ドイツにはフランクフルト・アン・デル・オーデル(Frankfurt an der Oder)という町がある。ここに復興資金を導入し、欧州大学を創設しようとする動きがあった。ドイツとポーランドの国境にもなっているオーデル河沿いに建つ国際大学であるので、特にポーランドからの学生が多い。全学生数は4000名である。

設計を担当したのはベルリンの設計事務所ヤマグチエッシヒ(Yamaguchi-Essig)である。山口よしみさんという日本人とマチアス・エッシヒ(Mathias Essig)さんという2人の建築家の共同事務所である。山口さんは1955年に東京で生まれ、1974年にドイツのヴェルツブルグ

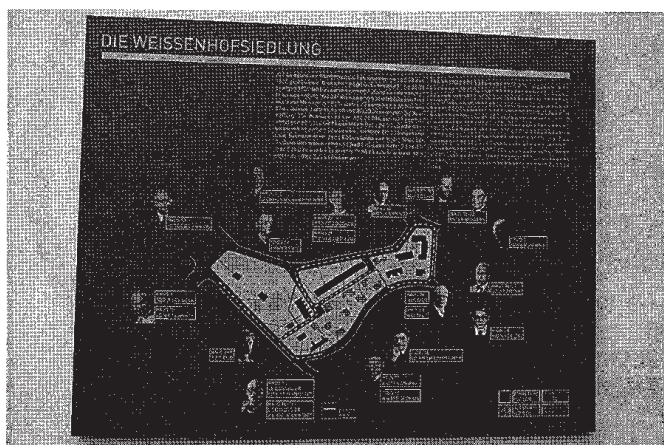


写真9 ヴァイセンホーフジードルングの敷地配置図

(Würzburg)で大学入学資格を得、1980年にシュツットガルト大学を卒業している。その後いくつかの建築設計事務所で修業をし、1989年にこの設計事務所を設立し活躍をしている。

この欧州大学は2002年に建設され、打ち放しコンクリートにドイツ製無機塗料が使用された。大きなアトリウムがあり、広場から講義室、学生食堂につながっている。アトリウムの内壁には赤、白、緑そして灰色の着色が施され、色彩は均一性を示している。ドイツ製無機塗料の下地材が打ち放しコンクリートに塗られ、表面を安定させている。全体の配色でアトリウム空間に力強さを示している。

・フンデルトヴァッサーハウス

オーストリアの建築家で複雑な形状に湿式外断熱を行い、かつ派手な塗装を行ったフリーデンスライヒ・フンデルトヴァッサー(1928~2000)の建築にもこの塗料が使用されている。ここではドイツのプロヒンゲン(Prochingen)に建つフンデルトヴァッサーハウスの例を示す(28P:写真11)。

フンデルトヴァッサーはナチス占領下のウィーンで、ユダヤ人として迫害を受ける幼・少年時代を過ごす。クリムトなどウィーン世紀末分離派やウィーン幻想派に関係が深い時代に育った。自然との共存を訴え、渦巻きや草屋根、オニオンタワーなどを多用した独創的な色彩・フォルムの絵画と建築を手がけた。直線を嫌い、「直線に神は宿らない」と主張し、近代合理主義建築を批判した。タウト同様、日本文化にあこがれを持ち、北斎や広重の浮世絵に感銘を受け、日本婦人とも結婚をしている。

他にもドイツ製無機塗料を使用した有名建築として米国のホワイトハウス、オーストラリア・シドニーのオペ

ラハウス、ドイツ・ベルリンの内閣府など多数ある。アジアでは香港やシンガポールでの使用例が多い。

おわりに

ブルーノ・タウトは自ら設計した建物には全てカイクファルベン社(Keimfarben)の無機塗料を使用した。タウトが“すべての建築に色彩を”という色彩宣言をあげ、マクデブルグ市の役人として活躍したのが1921~1923年である。そしてリフォルム(Reform:改革)と呼ばれるジードルングを造っていった。現存するジードルングの住宅やオットーリヒター通りの集合住宅に派手な色彩を塗りまくったのである。この原稿を書いたのが2011年であるから、90年昔の事である。

カイクファルベン社の塗料はそれだけ歴史がある。実際の創業は1878年で、アドルフ・ヴィルヘルム・カイク氏(Adolf Wilhelm Keim)によって起業された。創業133年という事になる。これほど長期に同社の塗料が愛用されたのは、塗装作業がしやすく、塗装後も安定性があり、価格もリーズナブルなものであったからである。無機であるから揮発性有機化合物も放出されず、室内の塗装にも適していたのである。ブレンネさんもタウト建築の修復には忠実にこの塗料を採用した。

本文で述べた外壁に適用される無機塗料は「ロイヤラン(Royalan)」、室内へ適用される無機塗料は「ビオシール(Biosil)」、室内外のコンクリート壁に適用される無機塗料は「コンクレタル(Concretal)」、下地調整プラスターは「ユニバーサルプッツ(Universalputz)」という。室内外コンクリート塗料に用いられる希釈剤は「フィクザティブ(Fixativ)」という商品名を持っている。わが国ではエコ・トランスファー・ジャパン社(東京都千代田区、担当ノルベルト・バウマン、岩瀬信和)が代理店を務めている。

<参考文献>

1. 田中辰明、柚本玲著『建築家ブルーノ・タウト一人とその時代、建築、工芸』オーム社(2010)
2. Winfried Brenne, Bruno Taut, Meister des farbigen Bauens in Berlin, Verlaghaus Braun 2005
3. Ausstellung der Akademie der Künste vom 29. Juni bis 3. August 1980 "Bruno Taut"
4. マンフレッド・シュバイデル解説、ワタリウム美術館編集『ブルーノ・タウト桂離宮とユートピア建築』オクターブ(2007)
5. Keimfarben社技術資料
6. 田中辰明著『建築家ブルーノ・タウトと色彩』月刊建築仕上技術、工文社(2011/4)
7. 田中辰明著『建築家ブルーノ・タウトと二人の伴侶』月刊建築仕上技術、工文社(2011/3)
8. 田中辰明著『建築家ブルーノ・タウトの作品群』月刊建築仕上技術、工文社(2011/2)



ブルーノ・タウト
(1890~1938)

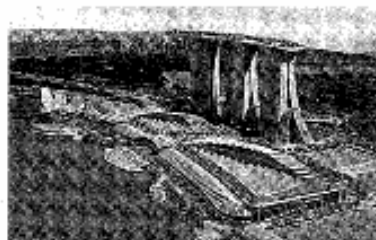
色彩の建築家タウトの選択—カイク塗料



KEIM Royalan®

カイク ロイヤラン 外壁用 シリケート塗料

タウトの時代から現代まで、長い歴史を持つカイク塗料の自然系無機塗料製品は、素晴らしい耐久性と色彩で建築物を保護し彩り続けています。



マリーナ・ベイ・サンズ・リゾート(シンガポール)
ロイヤラン使用

カイク塗料製品
日本国内取扱



ECOTRANSFER JAPAN

エコ・トランスファー・ジャパン

〒102-0075 東京都千代田区三番町二番地 三番町KSビル 6階 SKWイーストアジア館内
TEL03-3288-7354 FAX03-3288-7358 info@ecotransfer-japan.com www.ecotransfer-japan.com