

低汚染外装加工

ハイドロサーフ

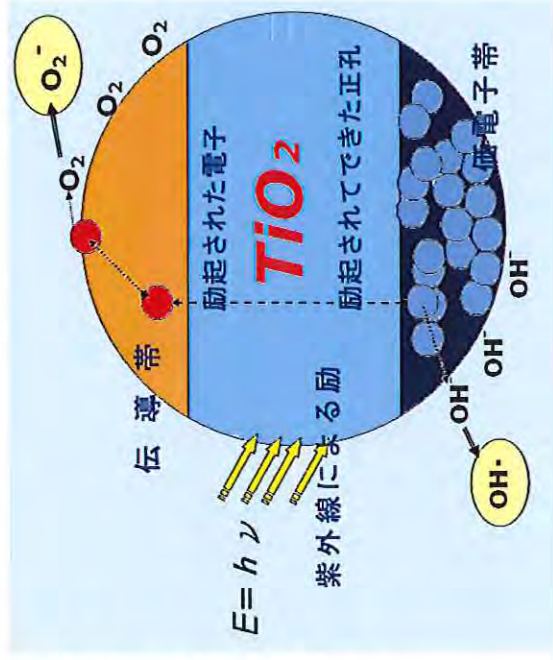


株式会社ハイドロ

## 1. 光触媒の反応原理

光触媒は光が当たることにより、紫外線の波長エネルギーが与えられれば、二酸化チタン内部で電子は自由に動き回れるため、二酸化チタンの表面では電子が抜けてしまった孔の状態と、抜けて表面にいる電子の状態とができます。

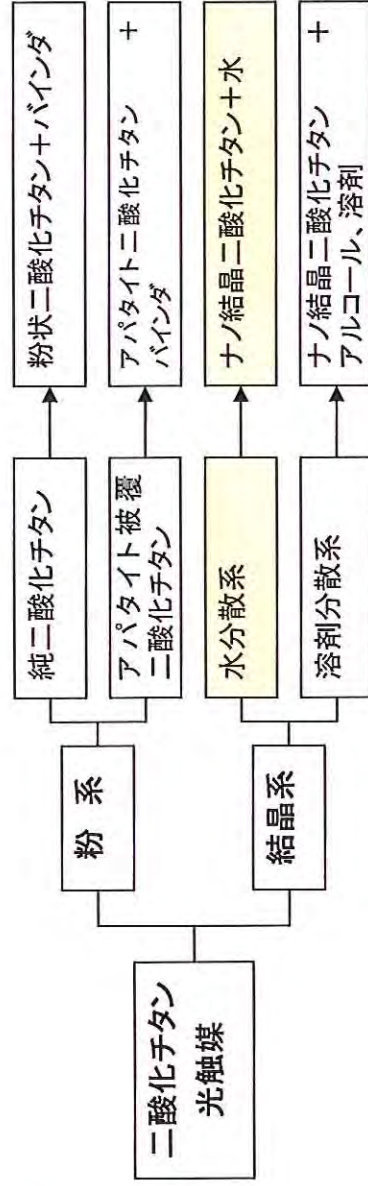
ここで電子はマイナスに荷電しているため、電子が抜けた孔はプラスに荷電されるため、孔は正孔と呼ばれ、電子が抜けた孔を埋めるかのように二酸化チタン表面に吸着している水分から OH 基の外の電子を引き抜いてしまいます。電子が引き抜かれた OH 基は、不安定になるとなるため、さらに自身の外で接触してくる空気中の臭い成分や、水中に溶けた化合物など、鎖状有機化合物から電子を奪い活性化した OH 基となり、この OH 基そのものが安定になろうとします。この OH 基を水酸ラジカルと呼び、塩素やオゾンよりも高い酸化力を持つものとして理解されています。



## 2. 光触媒の種類

光触媒には二酸化チタンを用いますが、元来白色隠蔽塗料として、もともと粉状で市販されてきた二酸化チタンは光触媒として用いるにも粉状でバインダと共に用いられることが多いのですが、ナノ材料としての特性を活かすべく別の適用法が見出されました。

右に光触媒を二酸化チタンの材料的観点で分類します。弊社の剤は水分散系に属しますが、アルコール溶媒にも分散可能な特性を有します。



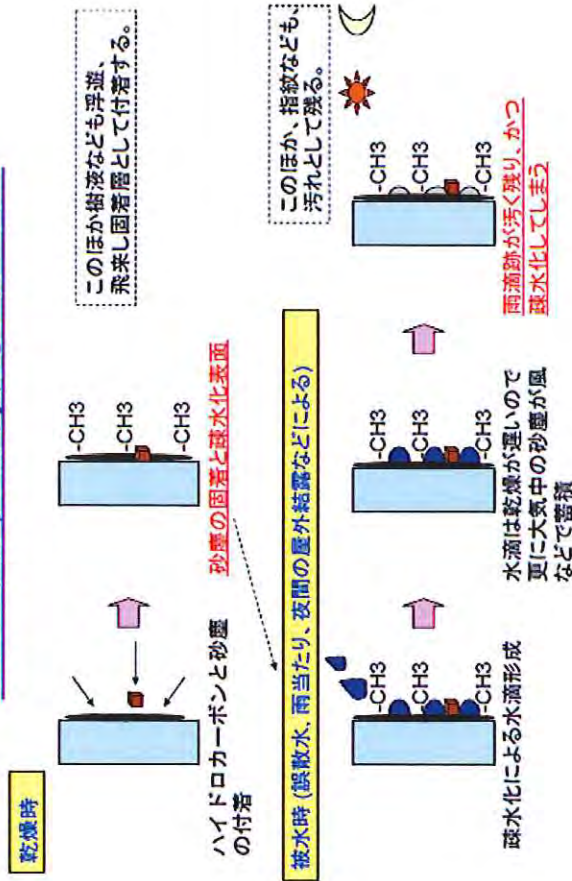


### 3. 建物外壁の汚染メカニズム

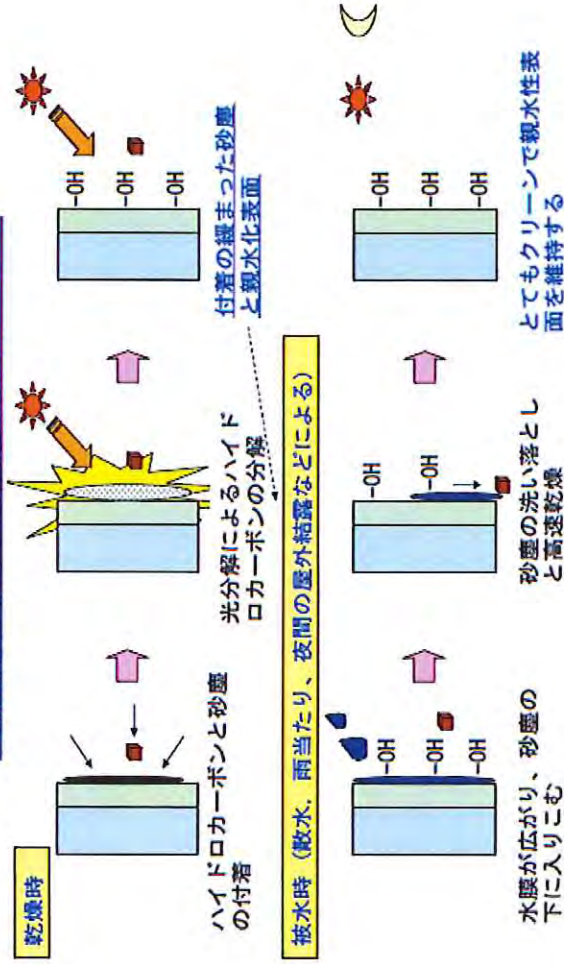
建物の美観が時間経過後、損なわれてくる理由を以下のように検討しました。

汚れは大気中に含まれる自動車排ガスの油分、黒鉛であるカーボン、有機化合物、それに砂埃などが混ざって附着するため、降雨などでは取れず清掃により強制的に擦り落とさないと、綺麗になりません

#### フロートガラスが汚れるメカニズム



#### 光触媒クリーニングのメカニズム



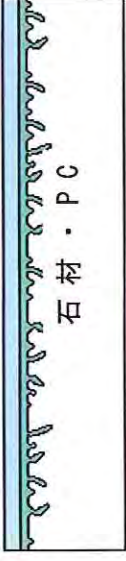
左図は通常、何も対策がなされていないビルの表面で起こる汚染現象です。

これに対して右図は光触媒薄膜が紫外線分解と親水性により汚染物質を建物表面から洗い流し、低汚染で美観を維持するメカニズムを検討したものです。フッ素樹脂塗装のように、水を撥水するのでは水滴の玉ができてしまい、玉状の水は乾燥が遅いので、そこに砂埃が附着しやすくなりますが薄い水膜は乾燥が速く、綺麗になった表面がさらに汚れるのを防止します。

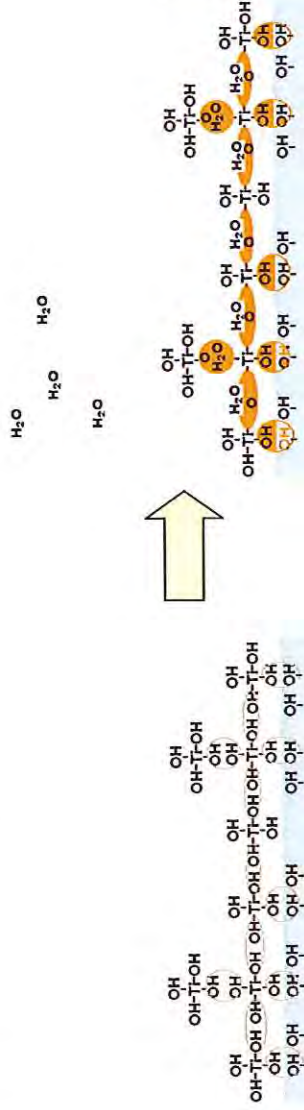
## 5. 成膜のメカニズム

### 第1工程 浸透性吸水防止剤の浸透硬化:

主成分はアルカリ金属塩、珪酸化合物と高反応無機質性触媒を添加した無機質溶液でセメント質・石質に強い浸透性を有し、セメント・石材中の主成分である二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)と反応させ、内部の水隙・空隙に強固な非水溶性の結晶体を形成します。このシリカ化合物の基本骨格は、珪素と酸素の連鎖体であるシロキサン結合で疎水性のメチル基を持っていますが、こと光触媒との併用には親水基が不可欠であり、当該製品ハイドロサームには無機親水性浸透性吸水防止剤が準備されております。



### 第2工程 光触媒薄膜の成膜:



TiO<sub>2</sub> 結晶水膜により水酸基が連続隣接

アナターゼ結晶二酸化チタンを水中に分散させ、これを超微細な水滴としてスプレー噴霧させ、チタン結晶の混入した水膜が生成します。この微細な水滴は水の粒として表面に付着したのち、水分が蒸発しながら互いに引き付けあい、二酸化チタンの結晶同士が隣り合って並び、膜状に生成されます。

TiO<sub>2</sub> 結晶水酸基が結合して水分子化

この並びあう結晶同士には、それぞれ OH 基、O 基があり、互いに引き付けあい並びます。この状態で水分の蒸発は進み、OH 基同士は結合し合って水を創り出し、余剰の O 基同士もまた結合しあって、隣同士、或いは層間でのそれぞれの分子結合が起こります。

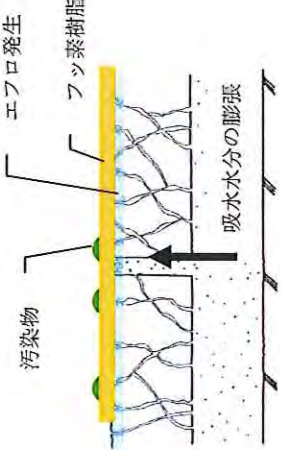

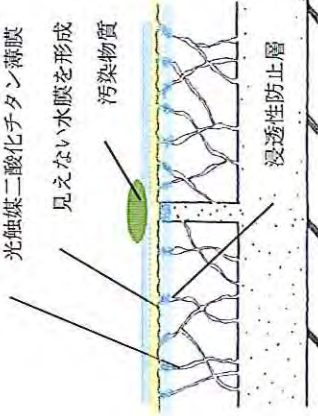
水分子が蒸発して TiO<sub>2</sub> が結晶膜


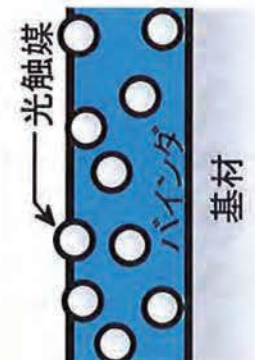
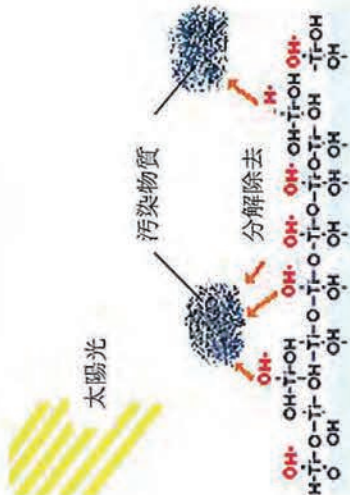
互いに引き寄せられあい、膜状の二酸化チタン分子はお互いの分子間の距離を締めあいながら、分子の基を共有しあい、やがてこの共有により創り出された水分も蒸発していつて、膜状の結合はチタン原子、酸素原子のみで構成される成膜が完成します。



## 6. 他低汚染技術とハイドロサーフ技術との比較

以下にフッ素樹脂塗料による低汚染技術、旧来の粉系光触媒技術、そして結晶系光触媒技術の比較を示します。

<p>水性高耐候性4フッ化フッ素樹脂 クリア塗層</p>	<p>粉系光触媒 (TOTTOハイドロテクト)</p>	<p>水分散結晶光触媒 (ハイドロサーフ)</p>
 <p>下塗：撥水剤（特殊シリコン）がコンクリート基材に浸透し、裏面からの水の侵入を長期間防ぐ防水層を形成します。</p> <p>中塗：雨水と炭酸ガスの侵入を防いで撥水剤を保護し上塗り塗層で黒くぬれ肌になることを防止します。</p> <p>上塗：熱・紫外線・酸性雨・炭酸ガス・汚れ・藻・かびなどコンクリートを劣化させる原因から長期間ガードします。</p>	 <p>上塗層：0.3～1.0<math>\mu\text{m}</math>          中塗着色層：40～100<math>\mu\text{m}</math>          下塗プライマ層：30～40<math>\mu\text{m}</math>          の3層施工により構成されます。</p> <p>上塗層＝光触媒層は二酸化チタン粉粒子とバインダにより構成され、全表面が二酸化チタンで覆われることはありません。塗装面との密着を向上すべくプライマにはアクリルが利用され、中塗層はアクリルシリコン、但し光触媒層との界面では光触媒効果による有機成分分解を起こりづらくできるよう、無機成分を配向しています。</p>	 <p>下塗浸透性防止層：表層より2～3mmハイドロサーフによりセメント・石材中の主成分である二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)と反応させ、内部の水隙・空隙に強固な非水溶性の結晶体を形成します。</p> <p>光触媒層：表面0.1～0.3<math>\mu\text{m}</math>          光触媒 ATN-2 により成膜され親水性・分解性に優れた二酸化チタン層を形成します。</p>

<p style="text-align: center;">汚染物質</p>  <p style="text-align: center;">F-C=C-F F-C=C-F F-C=C-F       F F F</p>		
<p>フッ素樹脂の撥水性により水分混じりの汚染物質は塗膜表面で水滴が球状に弾かれるため、汚れが密着しないとされています。しかし汚染物質は表面を転がるように弾かれますが無くならないので、球状の水滴汚染物質の通り道が生じ、やがてこの道筋が汚れの絡み状になって、目に見えるようになります。</p>	<p>ハイドロクトは粉状アナターゼ型二酸化チタンを如何に細かく粒を砕いてバインダに混ぜるか、が性能を決定付けています。</p> <p>ところが粉を如何に細かく粉砕してバインダにより固着しても、表面で光触媒として反応できる粉の数は限りがあり、内部に埋没した粉状二酸化チタンは性能に寄与しません。</p>	<p>薄膜二酸化チタンで覆われた表面は OH 基による親水現象で汚染物質を水膜のように浮かせるため、表面に密着しません。</p> <p>さらに太陽光によって励起される光触媒分解が、水分が枯渇する環境下でも汚れは接触表面で分解されているため、密着することがありません。</p> <p>このため常時、親水状態を維持し続けます。</p>
<p>塗工法；スプレー・ローラー</p> <p>乾燥時間：下塗後 4 時間 中塗後 4 時間 上塗後 4 時間</p>	<p>塗工法；スプレー</p> <p>乾燥時間：下塗後 16～48 時間 中塗後 3～5 時間 上塗後 3～16 時間</p>	<p>塗工法；スプレー</p> <p>乾燥時間：下塗後 4～8 時間 上塗後 4～12 時間</p>

このように光触媒機能と浸透性吸水防止剤技術をハイブリッドに組み合わせさせた新技術は既存の低汚染施工技術では満足できなかつた防汚特性を誇ります。



## 7. 光触媒施工実例

### 外壁タイル施工例 (名古屋市庄内緑地公園)



前清掃及び施工 以前

建築後 5 年経過して汚れたタイル壁を洗浄、光触媒施工し経過観察  
雨筋による黒かび発生が見られない



施工後 4 年経過

### 外壁珪瑯建材施工例 (愛知トヨタ小田井営業所)



珪瑯建材の大気汚染

建築後 5 年経過して汚れた建材壁を洗浄、光触媒施工し経過観察  
ホウロウ建材壁に排気ガス汚染の黒ずみが見られない



施工後 5 年経過

### 微汚れ施工例 (Singapore 衛星パラボラ)



洗浄後、施工箇所を区分

洗浄後、施工箇所区分を行って (下半分施工) 経過観察  
施工箇所下半分は上半分からの汚れに汚染されない



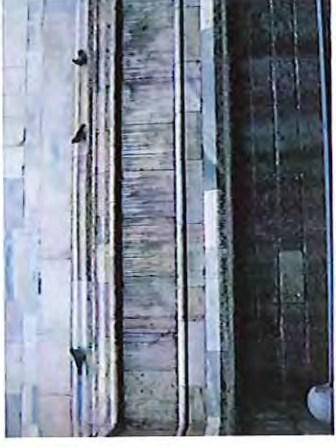
1 年 2 ヶ月経過

### 外壁石材施工例 (Duomo of Milano)



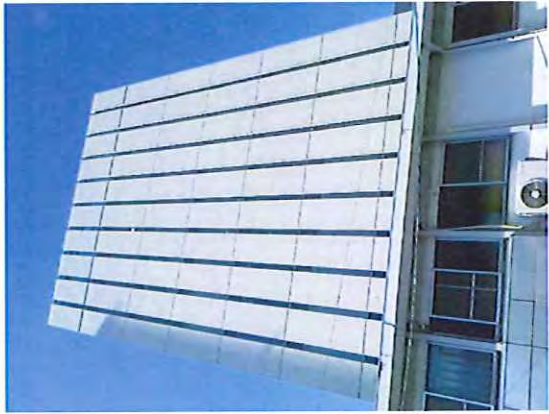
大理石洗浄後施工

建築後 100 年経過して汚れた大理石壁を洗浄、光触媒施工し経過観察  
施工箇所には雨垂れの黒筋発生が見られない

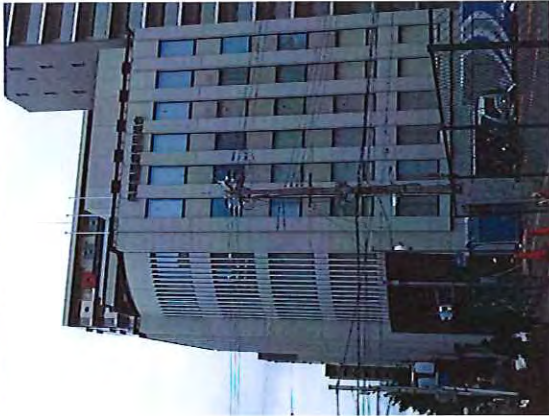


1 年経過





大理石外装 2 年経過 (三重県津市)



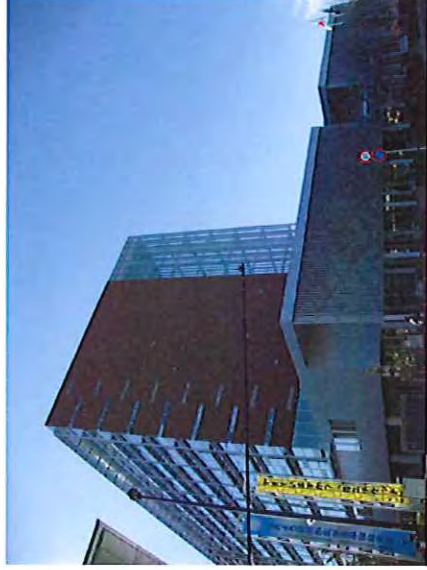
御影外装 1 年経過 (神戸市)



RCコンクリート外装 10 年経過







テラコッタタイル 1年経過 (東京都町田市)



ガラス外装 1年経過 (東京都)

# ハイドロサーフ施工要領書



株式会社 ハイドロ



## I. ハイドロサーム施工

- 1) 塗布量；180 g/m<sup>2</sup>～250 g/m<sup>2</sup> (90～125 g/m<sup>2</sup>・回2回塗布にて塗布量を充たす)
- 2) 塗布方法； スプレー塗布・刷毛塗布・ローラー塗布
- 3) 塗布回数； 上述2回塗布厳守
- 4) 塗布後の処理；①コンクリート面は特になし  
②石材面の仕上げ状況により、表面の拭き取り作業  
(鏡面仕上げの表面にハイドロサームの結晶体が残存のおそれ)  
③タイル面は塗布後、タイル表面をウエスにて拭き取る  
(タイル表面にハイドロサームの結晶体が残存のおそれ)  
※各項目共通；塗布後、夏季12時間冬季24時間の雨養生が必要
- 5) その他

## II. 光触媒施工

- 1) 塗布量；30g/m<sup>2</sup> (10～15g/m<sup>2</sup>・回×3回塗布にて塗布量を充たす)
- 2) 塗布方法； スプレー塗布  
(塗布表面に応じてローラー塗布可能)
- 3) 塗布回数；上述3回塗布厳守
- 4) 塗布後の処理；  
特に処置はない；直接雨に掛からないことが重要
- 5) 塗布後、次工程までの乾燥時間  
(ア)指触乾燥； 15～20分  
(イ)初期硬化； 12時間 (夏季；気温20℃以上)にて移動積み重ね可  
(ウ)完全硬化； 60日間 (冬季；気温20℃未満)にて移動積み重ね可
- 6) その他

## 1. 施工場所・準備

施工は基本的に壁などの直立面に対して行い、床や天井などの水平面はこれに準じて応用するものとする。

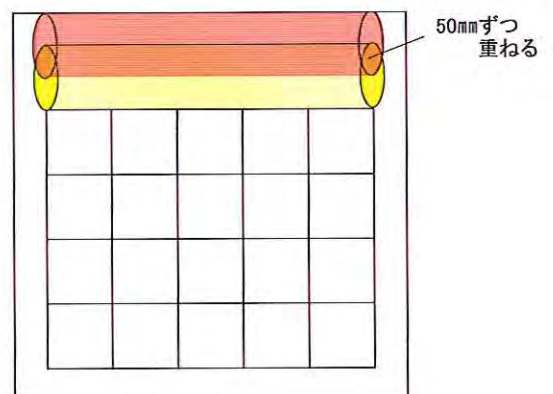
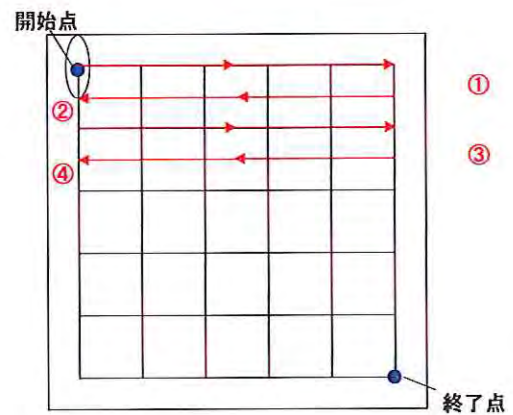
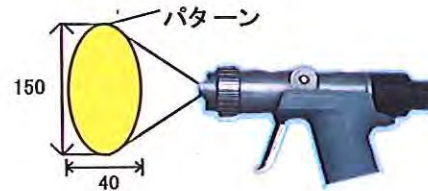
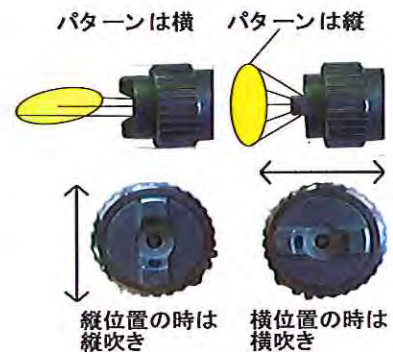
- 1) ガンと対象面の距離：20～25cm  
風速 3 m未満では 25cm、風速 3 m以上では 20cm とする  
風速 5m 以上の場合は施工を行わない
- 2) 吹付け要領：腰の揺動と腕の伸縮とを用いて水平 1m を一振りで噴く  
一振り 1m を 1 秒で噴くように腰と腕を振る  
対象面とガンは距離を常に同一で垂直を保持する  
対象面との垂直が維持できるよう手首を廻しながら噴く  
対象面の両端で U 字に折り返して次の段を噴く  
詳細は次項「施工作业手順」による
- 3) 対象面と立位置距離：身長・リーチにもよるが概ね 65～80cm  
あまり距離を詰めすぎると、腕が振れないので水平距離 1m を噴けない
- 4) 対象面と垂直距離：腕のリーチ一杯の高さを上限高さ、しゃがんで腕を下ろせる高さを下限高さとして規定する；上限 2 m～下限 30cm
- 5) 施工に必要な動面積：対象面幅＋両脇 30cm × 対象面からの距離 1.2m  
TAIVER Coater 設置面積：幅 35×奥行 45×高さ 75cm（ホース長：5m）





## 2. 施工作業手順

- 1) 施工対象表面を洗浄/清浄化する
- 2) 塗布量の calibration を行い 0.3~0.5g/秒に調整
- 3) ノズル風向を水平吐出にセット
- 4) 吐出面積が 15cm になるよう対象との距離を決める(約 20~25cm)
- 5) 水平方向塗工を開始 左→右
- 6) 吐出面積 15cm のうち 5cm をオーバーラップ
- 7) 1m 毎にU字反転して逆方向にスプレー塗工
- 8) 10回水平塗工を終えた時点で高さ1m 塗工完
- 9) 次の高さ方向 1m を塗工
- 10) 対象面の水平塗工を終えた時点でノズル方向を垂直 塗出に切り替え
- 11) 垂直方向塗工を開始 上→下
- 12) 以降は垂直、水平の違いこそあれ、同様に吹きつけを行う



## II. 施工留意事項

- コーティング前に対象表面が清浄であることを確認すること
- 対象表面に特に油性と思われる自動車排ガスの黒鉛汚れなどは念入りに洗浄すること
- 表面が一見綺麗そうに見えても、一度水をスプレー掛けしてみて、対象表面が親水状態になっていることを確認してからコーティングにはいること
- コーティング剤容器は使用前に揺すったり、倒したりして内容物が攪拌されるようにしてから使用すること
- 対象表面に一旦、見えにくい場所で試験的にコートしてみて、対象物質が変色したりしないかどうかを確認すること
- 一見大丈夫そうに見える対象物も、よく材質が判らなかつたり、親水にならない場合は躊躇無くプライマの使用を考えるほうが、より安全サイドにたてる
- 常に光触媒として光がどの程度に利用できるか否かを判断の最初に行うこと
- 試吹きしてみて変色してくるような表面には加工しないこと
- コート済み表面をわざと試験と称して引っかいたり、無機物を吹きかけたりしないこと
- コート済み表面の出来を確認するために、あえて直後に水を掛けたりしないこと（最低でも 24 時間でできれば 48 時間おいてから親水性評価を行うこと）
- 光触媒コートした表面の上から何もコートしたり塗装しないこと
- コート後 24 時間以内に自然の雨滴がコート表面にかかった場合、その後の表面をよく観察してコートが雨滴により流れていないかを確認すること
- コート後ほんの 1,2 時間後に雨が当たった場合、また 24 時間以内に激しい雨に当たった場合、コート表面は流れたと考えてやり直しコートを行うほうが早い；少なくとも、そうならないように天候状態を常に考えながら施工を行い、雨が予測されるようなら施主を説得して延期を申し述べる度胸がないと、かえって信頼を失う
- コート直後の膜硬度は指触乾燥確認時点で概ね 6 B、4 時間後 2 B 程度の柔らかさなので直後の取り扱いには注意を要する
- 風雨・自然光に晒されながら膜硬度は上昇し、1 ヶ月で 4 H 程度に、3 ヶ月経過では 9 H 程度まで向上する。この段階では市販の薬剤では除去できない
- 半年経過後、除去が必要な場合は、酸化セリウムなどの高硬度超微粒研磨剤のスラリーによる擦搔除去を要する。