

HLGシステム 重防錆工法ご提案書



～鋼構造物の長寿命化・メンテナンスコストの削減に～

HLG システムのトップコートとは？

常温で硬化する完全無機質(ガラス)の物質を最終工程に用いる、工法です。
最終工程にガラス膜を用いることにより、ガラスと同じような、耐久性、耐薬品性、不燃性能、等々を持たせることが可能です。
「基材や目的(予算)により、黒錆転換皮膜表面処理を行い、中塗り工程を選定し、最終的にガラス質の膜で覆う」…これが HLG システム重防錆工法です。

HLG システムに用いるトップコート材 SL600 シリーズの性能評価試験
(SL600 シリーズの評価試験)

◆ 防 錆 効 果

試験方法： JIS Z 2371 に準拠(塩水噴霧試験)

35℃で 3%NaCl 溶液を 350 時間噴霧

試験片	表面状態	クロスカット	試験片の状態
軟鉄板	表面研磨	有り	異常なし
		無し	異常なし
	表面錆発生	有り	異常なし
		無し	異常なし

※ SL-600-1 タイプは防錆効果に優れています。

◆ 耐 透 水 性

試験方法： JIS A 1404 に準拠

試料	1kg/cm ² ×1時間	3kg/cm ² ×1時間
SL600 クリアー	0	0
プレーンモルタル	23.7	34.9

※ SL-600 タイプは透水量は零で防水効果は 100 防錆効果に優れています。

◆ 耐 吸 水 性

試験方法： JIS A 1404 に準拠

試料	3 時間後まで	6 時間後まで	24 時間後まで
SL600 クリアー	0	0	0
プレーンモルタル	27.6	29.7	30.8

※ SL-600 タイプは 24 時間までの吸水量は零で防水効果は 100%です。

◆ 耐酸・耐塩性

試験方法 : 5% H_2SO_4 溶液、5%HCl溶液、5% HNO_3 溶液、または人工海水に供試体を浸漬し、供試体の形状変化を目視により観察する。

試料	試験期間	5% H_2SO_4	5%HCl	5% HNO_3	人工海水
SL-600 クリアー	10 日	良好	良好	良好	良好
	1 ヶ月	良好	良好	良好	良好

※ SL-600 タイプは硫酸・塩酸・硝酸溶液に対して耐性があります。

※ SL-600 タイプは人工海水に対して耐性があります。

◆ 促進耐候性試験

試験機 : サンシャインカーボンアーク方式
試験規格 : JIS K 5400
試験機関 : 財)日本塗料検査協会
試験時間 : 4000 時間
光沢保持率 : 91%

* 試験結果より、非常に長期間の耐候性能があることが分かる

上記のような試験結果により、今までの有機塗料に比べ優れた耐久性・耐薬品性の結果に成ります。

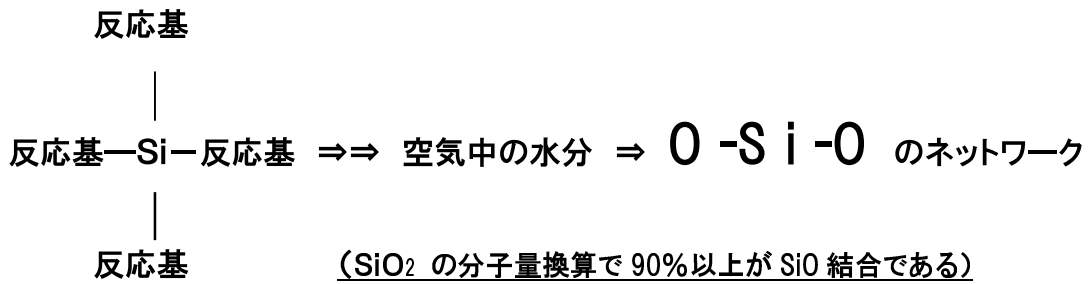
従来型ウレタン等有機塗料 100 ミクロン ≒ SL600 クリアー10 ミクロン

膜厚の薄い SL600 シリーズが性能評価上上位に位置します。(不燃性・洗浄回復性・落書き貼り紙防止効果などが付与されるため)

◆ 理 論

理論としては、アルコール可溶型の有機珪素化合物、その他金属化合物(有機、無機)を液中でイオン化し、触媒を使用、常温(室温～200℃)でガラスと同じ SiO₂ のネットワーク(-O-Si-O-Si-O-)を形成する手法です。

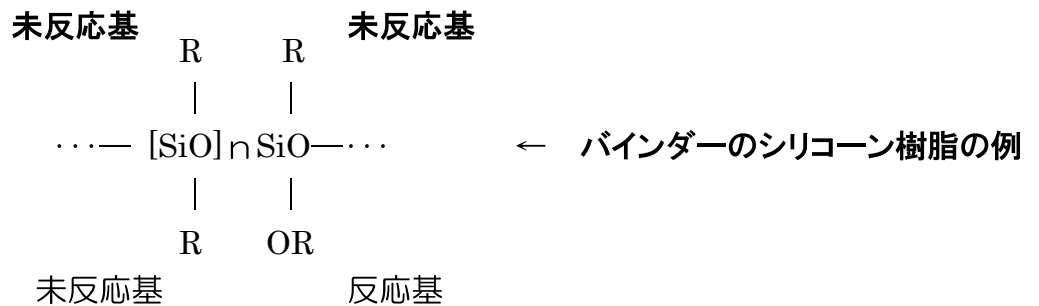
触媒作用のメカニズムは必ずしも明確ではありませんが、一例を挙げると、触媒としてチタン・スズなどの金属元素、溶媒としてアルコールを用いた場合、以下のように推定されます。



{ 塗 料 } ⇒ Wet Gel ⇒ Dried Gel ⇒ Glass

◆ 硬化機構

(1) 主剤



R = メチル基 (-CH₃)、エチル基 (-CH₂CH₃) 等
 アルキル基 (-R)、フェニル基 (-C₆H₅) 等
 アリール基
 OR = メトキシ基 (-OCH₃)

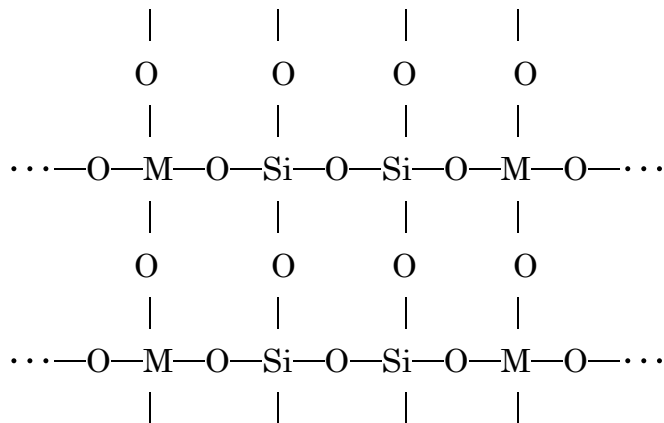
(2) 硬化剤

$M(OR)_n$ M = チタン(Ti)、スズ(Sn)などの 金属元素

(3) 硬化剤 + 空气中水分

$M(OR)_n + nH_2O \rightarrow M(OH)_x + nROH(\text{アルコール})$

(4) (1)+(3)



脱水、脱アルコール反応。

酸素(O)は結合手が2本、金属元素(M)のシリコン(Si)

、チタン(Ti)、スズ(Sn)は、結合手が4本で構成される。

硬化皮膜

① 施工が困難な場所で軽微なメンテナンスで長期延命化を図りたい場合の工法

長期重防錆工法(Ld-s 工法)

④ 常温ガラストップコート SL600 クリアー	7 μ m 程度
③ 有機無機ハイブリッド GT-X カラー	60 μ m 程度
② HLGシステム特殊錆止 IE	60~80 μ m 程度
① 特殊錆止め材「セプターシリーズ」	40 μ m 程度
基材(鋼材)表面 (ブラスト処理等)	

平均膜厚 220~240 μ m 程度

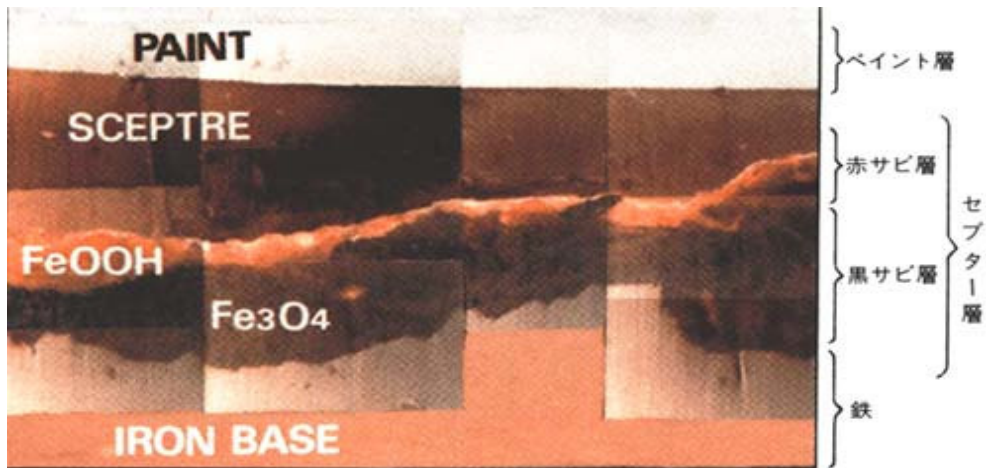
- * 上記のような膜により、既存有機塗料を遥かに越える塩害対策を可能とします。
③④の層にて鉛筆硬度 5H 程度の硬く厚い膜を形成しますので、砂吹雪状の風からも母材を長期に亘り保護します。

①-A 下塗り工程塗料

1. 特殊ポリウレタンを主要成分とするセプターは、酸化の原因に積極的に関わる水分子を除去しながら固化、不活性化し、再びサビの原因となるモノの侵入を防ぐバリアー層を作ります。鉄サビの発生、進行には水分子が深く関わっており、鉄製品に油を塗るのも水が浸透しないようにするためです。鉄サビもビデオテープの素材として人の役立っていますが、一般的には財産価値を減らす嫌われ者です。セプターはこの嫌われ者の錆を、ビデオテープに使われている鉄サビのように変身させます。セプターは、一液タイプの塗料ですが 水分子を硬化剤とする変性ポリウレタン樹脂を主材としたものです。セプターは粘度が低く、非常に浸透性の良い液体ですので隙間の多いサビ層のひび割れに浸透し、より細かな細孔を通り、金属の結晶面まで浸透し、酸化していない金属結晶の細孔に結合している水分子まで到達します。
その後、水分子と化学反応して CO₂ ガスとして外界に放出しながら固化し、水分子を完全に除去した強固なポリウレタンの塗膜を形成します。サビはポリウレタン層に固定され不活性化し、すぐれた防錆皮膜を形成します。
2. セプター塗布により基材表面を安定化、無機塗料にて中塗り・上塗りでカバーする前のバインダー材(両面接着剤の役割)、および外部からの擦傷による保険の錆止として、変性エポキシ系錆止を塗布します。なお、目的により全体塗膜をさらに厚膜化したい場合にはこの工程にて膜厚を稼ぎます。

■セプターの特徴

セプター101P は、水を硬化剤とする変性ポリウレタン樹脂を主材とした防錆下塗り塗料です。セプター101P は非常に浸透性の良い液体ですので錆び層のひび割れ、孔蝕ならびに結晶粒界に進入した水分を求めて奥深く鉄の地肌まで浸透し、水分子と反応しCO₂ ガスとして外界に放出、錆をそのまま固定して、強固なポリウレタンの不活性被膜を形成、優れた防錆効果を挙げます。(下図参照)



セプター101塗布層の解析写真 偏光金属顕微鏡500倍 構造用鋼10年暴露材—新日鉄提供

■セプター120AL の主な特徴

セプター120AL はセプター101P にアルミフレークを入れ、検査性、及び長期鉄面の保護を目的に開発された商品です、アルミフレークを混合することにより優れた性能を発揮します。表面に集積されたアルミ箔の層は、太陽の光を反射し、紫外線による被膜の劣下を防止します。またこのアルミニウムは鉄よりイオン化傾向が大きいという特長から、鉄の代わりに自から犠牲になって溶け出し、鉄がサビることを防ぐ(犠牲防蝕)のはたらきをします。したがって機械的に皮膜面に傷がつき、下地の鉄が露出したような場合にも、この犠牲防蝕作用によってサビの進行を遅くさせる作用が働き長期に渡り鉄を保護します。

*セプターシリーズ使用例

<漁船の清水タンク>	<一般家庭の屋根>	<地下漏水>
		
<p><施工前> 錆・水・セメントが剥離している</p>	<p><施工前> 錆が浮いた状態</p>	<p><施工前> コンクリートの漏水</p>
		
<p><施工後></p>	<p><施工後></p>	<p><施工後></p>

船舶甲板セプター使用例



高圧洗浄により塗膜及汚れを除去



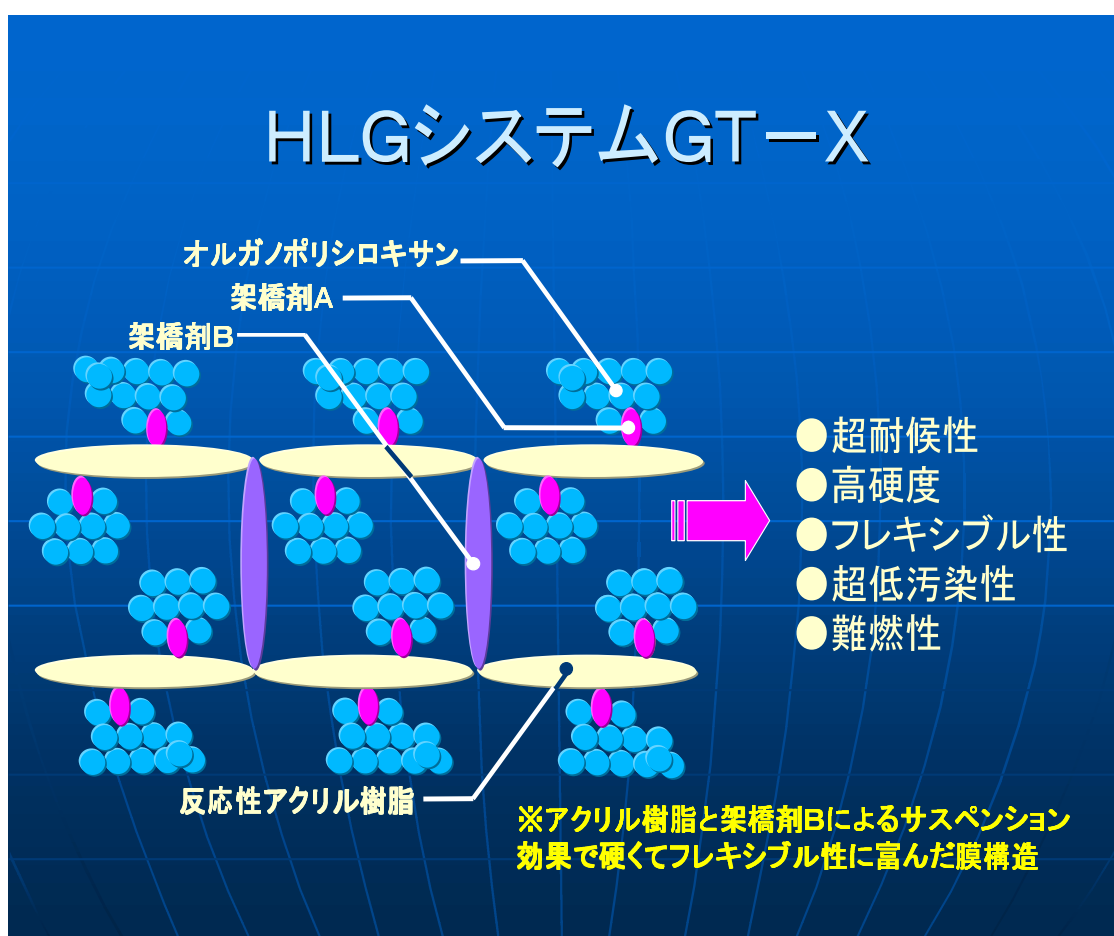
セプター101P を3回塗り



指触乾燥にて上塗り塗装

①-B 中塗り・上塗り工程塗料

中間層に土木システム用中塗り材・GT-Xカラー(有機無機ハイブリッドタイプ)・ハードコートカラー等を塗布。トップコートに完全無機ガラスコーティング SL600 シリーズを塗布します。



* 有機無機ハイブリッドタイプであるGT-Xカラー自体でフッ素樹脂塗料の耐候性を凌駕し、さらにガラス質のトップコートをカバーすることにより、従来の有機塗料では得られない耐久性を実現します。

②塩害対策などを目的とし、導入時コストも重視しつつ、長期メンテナンスコストの軽減化を図りたい場合の工法

また、既設の鋼構造物においてブラスト処理不可で錆除去工程の簡便化を図り、さらに重防錆効果も得たい場合の工法

標準重防錆工法(1d 工法)

④ 常温ガラストップコート SL600 クリアー	7 μ m 程度
③ 有機無機ハイブリッド GT-X カラー	30~40 μ m 程度
② HLGシステム特殊錆止 IE	40 μ m 程度
① 黒錆転換表面処理材「OM-G」 * 錆除去剤でもあります。 * 塗布放置後、水洗いします	(0.2kg/m ² 程度使用)
基材(鋼材)表面 (ブラスト処理等)	

平均膜厚 70~90 μ m 程度

* 既存錆の除去および塗布放置後、水洗いを行うことによりキレート反応を起こし、基材の表面に黒錆転換皮膜を形成する特殊表面処理材「OM-G」処理を行うことにより、無機塗料をコーティングする工程前の表面の安定化を図ります。

また、既設鋼構造物のように、ブラスト処理することが不可能な現場においてもケレン作業の軽減化を図ることが出来ます。この「OM-G」はリンゴ酸などの食品添加物から製造され、完全に無害であり、刺激および臭気も全くありません。

このような表面処理(ケレン作業併用)を行った後、変成エポキシ錆止材を塗布、塗膜厚を確保し、フッ素樹脂塗料以上の耐候性能を持つ有機無機ハイブリッドカラーを塗布、トップコーティングとしてガラス質コーティングを施し、長期重防錆効果を実現します。

重防錆塗装

ANTI-RUST COATING

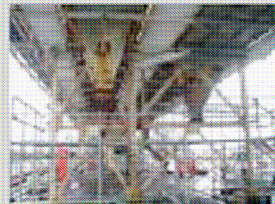
既存錆の除去から始まるコーティングシステム！！



錆除去剤 OM-Gは、リンゴ酸などの食品添加物を用いた完全無公害の錆除去剤です。

プラスト処理ができない場所などで錆除去作業が安全に行えます。

また、既存の赤錆は【キレート反応】により黒錆へ転換されます。



※ キレート反応とは、不安定な赤錆を安定な黒錆へ転換する化学反応を指します。結果、キレート化鉄皮膜が形成されます。

塩害地域では、防錆が重要課題です。



ガラス膜の層で保護します！

驚きの防錆効果で鉄部を保護します！

～ 塗装仕様 ～

トップコーティングは、無機ガラス質塗膜であるため、細かな傷の蓄積にくくなります。

SL600-(001) グレー
(無機ガラス質塗膜)

GT-X カラー
(有機無機ハイブリッド塗料)

鉄部

特殊錆止め IE
(防錆塗料)

OM-G
(既存錆除去剤 & 錆転換作用)

錆発生

赤錆
第一水酸化鉄
 $Fe(OH)_2$

錆転換

黒錆
マグネタイト
 Fe_3O_4

安定化

*** * 塗り替え時期判定について * ***

上述のご説明のように、本商材および工法は非常に耐候性能が高いため、従来型塗料の規定のような塗り替え時期判定方法とは合致しません。

弊社と致しましては次のようにご提案申し上げます。

- ① 表面光沢値(60°鏡面反射率)40%程度を下回り始めた状態。
- ② ボルト周辺部・鋼材溶接周辺部など、塗布不能部分からの錆汁が著しい状態になった時。
- ③ 外部擦傷等により鋼材素地が露出し、その周辺に発錆を生じた状態

ただし、②③においてはその他通常部位の塗膜に①のような状態の劣化が見受けられない場合には補修方法を協議していただき、劣化部周囲のみのケレン・錆止処理・中塗・上塗のタッチアップ処理をお勧め致します。

このようにHLG重防錆工法は特殊なポリウレタン系錆止め材により、鋼材中の水分を脱水・バリアー化した下塗りを二層目錆止材である二液エポキシ系錆止材の厚膜にて保護し、フッ素樹脂塗料を凌駕する有機無機ハイブリッド塗膜＋常温ガラスコーティング膜がその下地層を外部劣化要因より保護する、という理由から、その中塗り性能およびトップコート性能を最大限に引き出すことが予想されます。中塗り材およびトップコートの性能は耐候性試験等により、外部擦傷等の要因のない状態では理論上 20年以上の耐候性が期待できます。

以上、試験塗布実施およびご採用のご検討の程、お願い申し上げます。なお、各種試験・データ取得・技術開発は公設試験所である、鳥取県産業技術センター機能性研究所のバックアップを得て行っております。(開発体制は別紙添付資料ご参照下さい)