



## 2. 技術背景と機能目標

「エスコ シリーズ」の基本技術は、ケチミン樹脂(硬化剤)を適用することでさび面に塗料がなじみ易いということと、腐食因子(水や酸素など)の遮断効果の高い塗膜を形成するというものである。「エスコ LTC」の塗料設計において、従来のケチミン樹脂硬化の技術では、低温速乾性とポットライフ(5時間以上使用可能)を満足することが難しく、エポキシ樹脂にポリオール基を導入した主剤とイソシアネート系樹脂硬化剤を用いた樹脂組成で塗料設計を行った。顔料組成などについては、エスコの基本技術を適用し、エスコと同等の塗膜性能(物性や防食性など)を得た。

### 2.1 イソシアネート硬化形変性エポキシ樹脂塗料について

古くから冬用タールエポキシ樹脂塗料などには、イソシアネート硬化形の技術が使われてきた。イソシアネート硬化形では、主剤のエポキシ樹脂に予めアルカノールアミンを反応させて水酸基を導入する。この水酸基を導入したエポキシ樹脂(主剤)とイソシアネート樹脂(硬化剤)が硬化反応することで塗膜が形成される。

「エスコ LTC」は、この技術を用いることで低温速乾性とポットライフ(5時間以上使用可能)を両立する性能を得た。その塗料組成および安全衛生情報を表2に示した。

硬化反応は無触媒系でのエポキシポリオール樹脂とTDI系イソシアネート樹脂の反応によるものであり、低温速乾性を得るため揮発性の高い溶剤組成とした。

### 2.2 「エスコ LTC」の塗膜物性について

「エスコ LTC」は、上述のようにイソシアネート樹脂(硬化剤)を用いて架橋塗膜を形成させるが、従来のアミン系樹脂硬化剤を用いた架橋塗膜と同等の塗膜物性を得るため、変性樹脂(石油樹脂など)や顔料の配合の検討を行った。ここでは、「エスコ LTC」および従来のアミン系硬化形変性エポキシ樹脂塗料の塗膜物性について紹介する。

一般的に、変性エポキシ樹脂塗膜は腐食因子である水・酸素の透過を抑制することで被塗物の腐食を防ぐと考えられている。図1および図2は、腐食因子である水・酸素の透過阻止性能の確認として、それぞれ水蒸気透過係数、酸素透過係数を測定した結果である。「エスコ LTC」は、従来のアミン系硬化形変性エポキシ樹脂塗膜とほぼ同等の水蒸気・酸素透過阻止性能を有する塗膜物性が得られるように塗料設計を行った。

変性エポキシ樹脂塗料は、一般的に鋼構造物の塗り替え

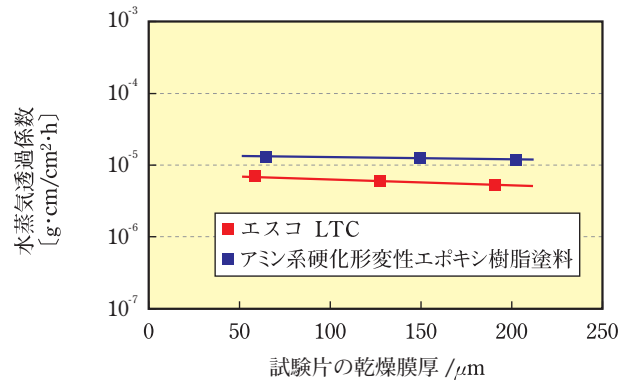


図1 「エスコ LTC」の物性(水蒸気透過阻止性)

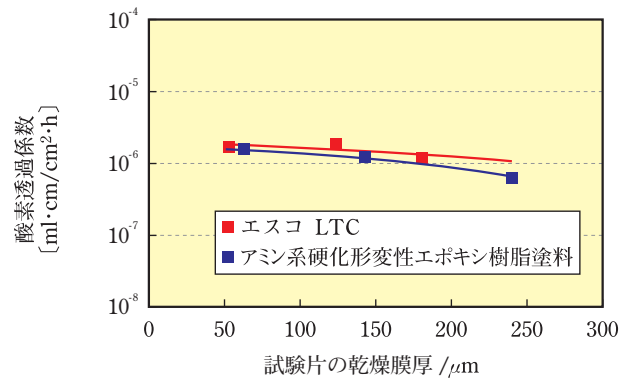


図2 「エスコ LTC」の物性(酸素透過阻止性)

表2 「エスコ LTC」の塗料組成および安全衛生情報

	主 剤	硬化剤
樹脂組成	エポキシポリオール樹脂 石油樹脂	TDI系イソシアネート樹脂
顔料組成	着色顔料(チタン白、ベンガラ、カーボン) 体質顔料(タルクなど)	—
溶剤組成	酢酸エチル、キシレン、トルエン、 エチルベンゼン、メタノール、 メチルイソブチルケトン など	キシレン、メチルイソブチルケトン、 酢酸エチル、エチルベンゼン など
配合比	9 : 1 (重量比)	
加熱残分	65%	
塗料密度	1.36 g/cm <sup>3</sup>	
溶剤密度	0.87 g/cm <sup>3</sup>	
有機溶剤種別	第2種有機溶剤等	第2種有機溶剤等
劇 物	—	—
危険物区分	第四類第1石油類 (非水溶性)	第四類第1石油類 (非水溶性)

用の下塗りとして用いられる。塗り替え用塗料は、旧塗膜(フタル酸系または塩化ゴム系)に塗り重ねられることがある。この塗り替え塗料~塗膜の内部応力が、旧塗膜にかかるため、この内部応力によって旧塗膜が割れる可能性がある。図3は塗膜の応力緩和能を測定した結果である。

応力緩和能の測定は、初期の塗膜内部応力とその後緩和された内部応力(12時間後)の

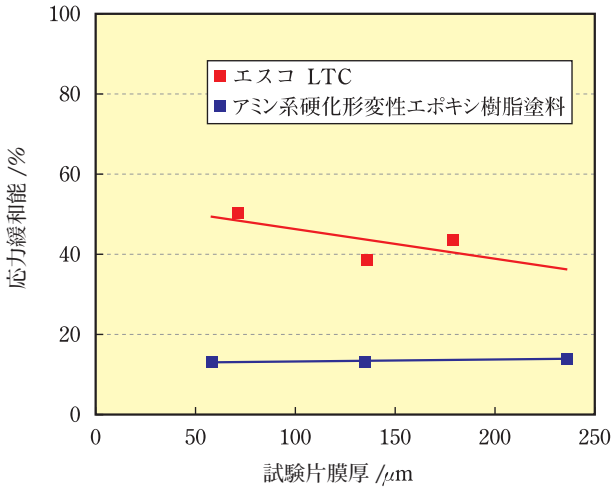


図3 「エスコ LTC」の物性(応力緩和能)

\* [応力緩和能%] = [初期塗膜応力-12時間後の残留塗膜応力] / [初期塗膜応力] × 100

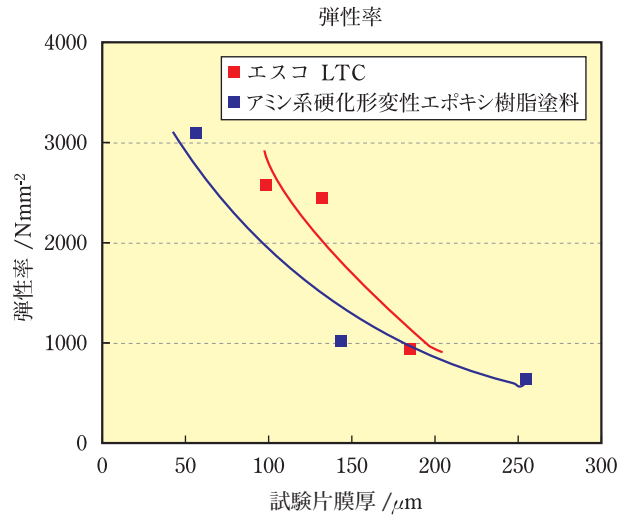


図6 「エスコ LTC」の物性 弾性率(引っ張り試験)

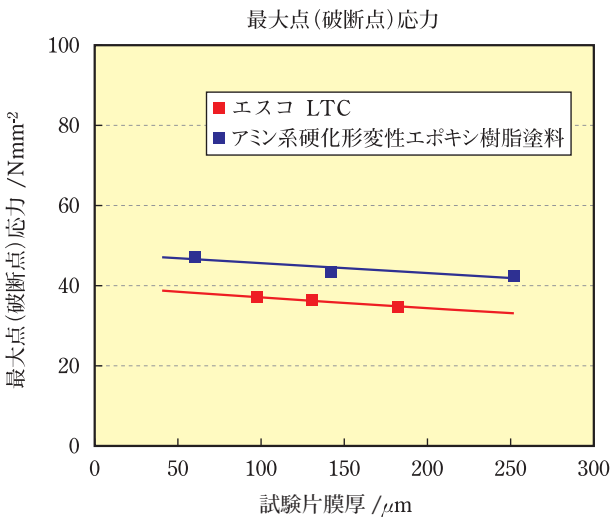


図4 「エスコ LTC」の物性 破断応力(引っ張り試験)

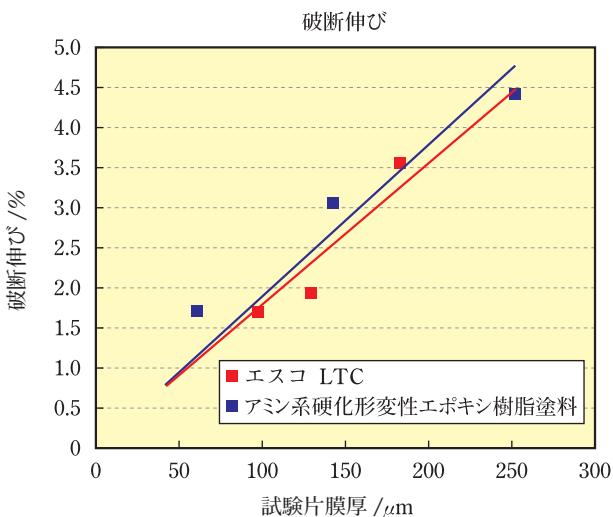


図5 「エスコ LTC」の物性 破断伸び(引っ張り試験)

変化率で示した。「エスコ LTC」の応力緩和能は、従来のアミン系変性エポキシ樹脂塗膜よりも優れており、値として高くなっている。

図4から図6は、塗膜の引っ張り試験(ロードセルによる)による塗膜物性(破断応力・破断伸び・弾性率)を測定した結果である。「エスコ LTC」は速乾性を高めており、従来のアミン系変性エポキシ樹脂塗膜よりも硬く(弾性率が高い)、伸びと破断応力はやや低下しているものの、この用途に求められる塗膜物性は十分に満たしていると思われる。

### 2.3 「エスコ LTC」の機能目標

変性エポキシ樹脂塗料は、主として塗り替え用のさび止め塗料として用いられている。

日本工業規格「JIS K5551:2008 構造物用さび止めペイント」が2008年に制定され、低温環境下で施工する変性エポキシ樹脂塗料としてC種2号が規定されている。

「エスコ LTC」は、この規格を満足することを機能目標としているが、防食性・高耐候性上塗りとの上塗り適性・旧塗膜との塗り重ね適性なども必要な機能である。そして、本塗料のもっとも重要な機能(特長)は低温速乾性であり、「エスコ LTC」の機能目標一覧を表3に示した。

表3 「エスコ LTC」の機能目標

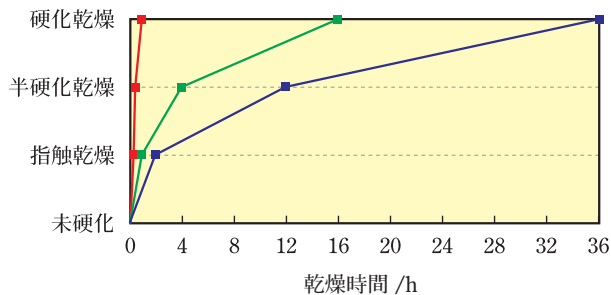
規格適合性	JIS規格に適合する(JIS K5551:2008 構造物用さび止めペイントC種2号)。
防食性	従来の変性エポキシ樹脂塗料と同等以上である。
各種上塗り適性	各種上塗りとの付着性が良い。
塗り重ね適性	各種旧塗膜との塗り重ねに支障がない。
低温乾燥性	5℃-8時間以内で乾燥する(半硬化乾燥)。

### 3.「エスコ LTC」の性能について

「エスコ LTC」の主な性能として、低温乾燥性・規格適合性・防食性・上塗り適性・塗り重ね適性について以下に紹介する。

#### 3.1 低温乾燥性

「エスコ LTC」は、「エスコ シリーズ」の中でもっとも乾燥が速いタイプである。低温（5℃）環境における、標準膜厚60μm塗装した場合の乾燥性試験結果を図7に示した。「エスコ LTC」は、既に上市されているイソシアネート硬化形変性エポキシ樹脂塗料（市販品）およびアミン系硬化形変性エポキシ樹脂塗料と比べても低温乾燥性に優れており、JIS規格に規定されているポットライフも満足する品質となっている。



■ エスコ LTC
■ イソシアネート硬化形変性エポキシ樹脂塗料（市販品）
■ アミン系硬化形変性エポキシ樹脂塗料

図7 「エスコ LTC」の低温乾燥性(5℃)

#### 3.2 規格適合性

「エスコ LTC」は、JIS規格試験結果(表4)に示したように、「JIS K5551:2008 構造物用さび止めペイント」に定められるC種2号の品質項目を満足すると判断しており、製品へのJIS規格適合表示に必要な(2008年10月から第三者機関による認証が必要となった)第三者機関による試験認証取得の準備を進めている

#### 3.3 防食性

「エスコ LTC」の防食性能として、素地調整グレード毎に促進試験を実施した。促進試験は、JIS規格のサイクル腐食試験を用いて、試験サイクル数をJIS規格の2倍(240サイクル)まで行っており、その結果を表5に示した。

「エスコ LTC」は、サイクル腐食試験240サイクル(JIS規格の2倍のサイクル数)後でも、一般部にさび、ふくれ、割れ、はがれなどの塗膜欠陥は見られず、カット部においても、さびの進入幅は4mm以下であった。素地調整グレード別に比較すると、除錆度が低くなると(ISO Sa2 1/2 → St-2 → St-3)、カット部のさび進入幅がやや広がるが、いずれも4mm以下であった。

表5 「エスコ LTC」の防食性  
(サイクル腐食試験、120および240サイクル)

	プラスト鋼板 ISO Sa2 1/2	さび鋼板 ISO St-2	さび鋼板 ISO St-3
サイクル 腐食試験 120サイクル			
サイクル 腐食試験 240サイクル			

#### 3.4 上塗り適性

汎用の変性エポキシ樹脂塗料としては、耐候性に優れた上塗りと塗装システムが組めることも重要な機能である。「エスコ LTC」と鋼構造物に適用される高耐候性上塗り塗料との上塗り適性(塗装間隔と付着性)について表6に示した。

表6 「エスコ LTC」の上塗り適性

品名	樹脂系統	塗装間隔(エスコ LTC塗装後、上塗り塗装までの期間)				
		1日	3日	7日	14日	28日
レタン6000	アクリルウレタン	○	○	○	○	○
レタン6000 HB	アクリルウレタン	○	○	○	○	○
セラテクトU	アクリルウレタン	○	○	○	○	○
ユニテクト20セーフティ	アクリルエポキシ	○	○	○	○	○
ユニテクト30セーフティ	シリコンエポキシ	○	○	○	○	○
セラテクトF	ふっ素	○	○	○	△	△
シリコテクトAC	アクリルシリコン	○	○	○	△	△
エポマリン	エポキシ	○	○	○	○	○

※表中の評価は、塗り重ね後のセロテープ付着性による。

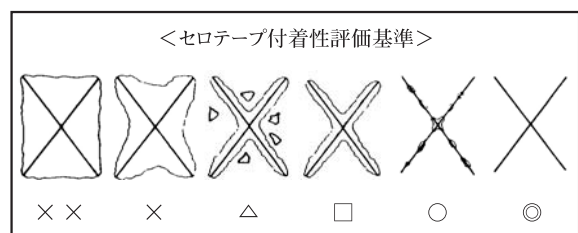






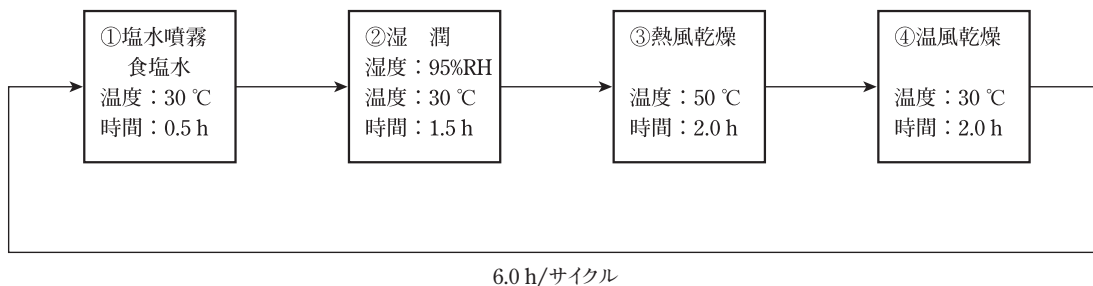
表4 「エスコLTC」のJIS規格試験結果  
(JIS K5551:2008 構造物用さび止めペイント C種2号) 社内試験結果

項目	内容	結果
容器の中での状態	かき混ぜたとき、堅い塊がなくて一様になる。	合格
半硬化乾燥性	24時間以内(5℃)で、半硬化乾燥している。	合格
塗装作業性	塗装作業に支障がない。	合格
塗膜の外観	塗膜の外観が正常である。	合格
ポットライフ	規定時間(5℃-5時間以上)、使用できる。	合格
たるみ性	すき間 200μm以上でたるみがない。	合格
上塗適合性	上塗りの塗り重ねに支障がない。	合格
耐衝撃性	高さ500mm、おもり300gの衝撃で割れ及びはがれがない。	合格
付着性	付着性が分類1又は分類0*1である。	合格
耐熱性	耐熱試験(160℃-30分間加熱)後の外観が正常である。 耐熱試験(160℃-30分間加熱)後の付着性が分類1又は分類0*1である。	合格
サイクル腐食性	サイクル腐食性(サイクルD*2-120サイクル)後にさび、膨れ、割れ及びはがれがない。 カット部のさび進入幅は4mm以下。	合格
塗膜中の鉛の定量	0.06%以下	合格
塗膜中のクロムの定量	0.03%以下	合格
屋外暴露耐候性	24ヶ月間の暴露においてさび、膨れ、割れ及びはがれがない。	合格

※1 付着性試験結果の分類

分類	説明	はがれ状態
分類0	カットの縁が完全に滑らかで、どの格子の目にもはがれがない。	—
分類1	カットの交差点における塗膜の小さなはがれ。 クロスカット部分で影響を受けるのは、明確に5%を上回ることはない。	
分類2	塗膜がカットの縁に沿って、又は交差点においてはがれている。 クロスカット部分で影響を受けるのは明確に5%を超えるが15%を上回ることはない。	
分類3	塗膜がカットの縁に沿って、部分的又は全面的に大はがれを生じており、又は目のいろいろな部分が、部分的又は全面的にはがれている。クロスカット部分で影響を受けるのは、明確に15%を超えるが35%を上回ることはない。	
分類4	塗膜がカットの縁に沿って、部分的又は全面的に大はがれを生じており、又は数か所の目が、部分的又は全面的にはがれている。クロスカット部分で影響を受けるのは、明確に35%を超えるが65%を上回ることはない。	
分類5	はがれの程度が分類4を超える場合。	—

※2 サイクルD条件



新技術

高耐候性上塗り塗料との上塗り適性試験の結果から、7日以内の塗装間隔では付着性が良好であり、「エスコ LTC」はウレタン樹脂系塗料、アクリルシリコン樹脂系塗料およびふっ素樹脂系塗料などの高耐候性上塗り塗料との塗装システムを組むことが可能である。

7日以上の上塗り間隔では、アクリルシリコン樹脂系塗料およびふっ素樹脂系塗料との付着性が低下するため、これらの上塗りを直接「エスコ LTC」の上に塗り重ねる場合には塗装間隔に留意する必要がある。「エスコ LTC」との塗装間隔が長期化する場合は、従来の変性エポキシ樹脂塗料と同様に、「エスコ LTC」塗膜表面をサンドペーパーなどでの目荒しやシンナー拭きすることで付着性を向上させることができる。

### 3.5 (旧塗膜との)塗り重ね適性

塗り替え塗装を行う場合（劣化塗膜は除去されるが）、旧塗膜を残して変性エポキシ樹脂塗料が塗装されることがある。この場合、変性エポキシ樹脂塗料は旧塗膜に付着する必要がある。鋼構造物に適用される旧塗膜に「エスコ LTC」が塗り重ねられたときの付着性について表7に示した。この試験では、各旧塗膜表面を目荒し・シンナー拭きし、「エスコ LTC」を塗り重ねたときのセロテープ付着試験で評価を行った。

「エスコ LTC」は表7に示す旧塗膜すべてに塗り重ね適性があり、塗り替え用塗料として適していると判断している

表7 「エスコ LTC」の(旧塗膜との)塗り重ね適性

旧塗膜の種類(樹脂系統)	初期付着性	二次付着性
長油性フタル酸樹脂系	◎	◎
フェノールアルキド樹脂系	◎	◎
ウレタン化アルキド樹脂系	◎	◎
アクリル樹脂系	◎	◎
アクリルウレタン樹脂系	◎	◎
ふっ素樹脂系	◎	◎
アクリルシリコン樹脂系	◎	◎
エポキシ樹脂系	◎	◎
変性エポキシ樹脂系	◎	◎

※初期付着性：塗り重ね後、7日間養生し、セロテープ付着試験を実施。

※二次付着性：初期付着試験後、24時間一上水浸漬し、セロテープ付着試験を実施。

※評価基準は表6参照。

## 4. おわりに

冒頭でも述べたが、「エスコ」は顧客ニーズに対応し20年の間にシリーズ化されてきた。「エスコ シリーズ」が市場で幅広く認知されてきたのは、「エスコ」の基本技術を応用しニーズにあった性能を付与してきたことによるものと判断している。今後も「エスコ シリーズ」を時代要求にマッチした製品へと進化させていく所存である。

## 参考文献

- 1) 安達良光：防錆防食技術発表大会講演予稿集、9、39-42 (1989)
- 2) 社団法人 日本鋼構造協会：「さび面塗料小委員会最終報告」、JSSCテクニカルレポート、No.28(1994)