

塗ることで塗膜の自然剥離を抑制する革新的な防食塗料

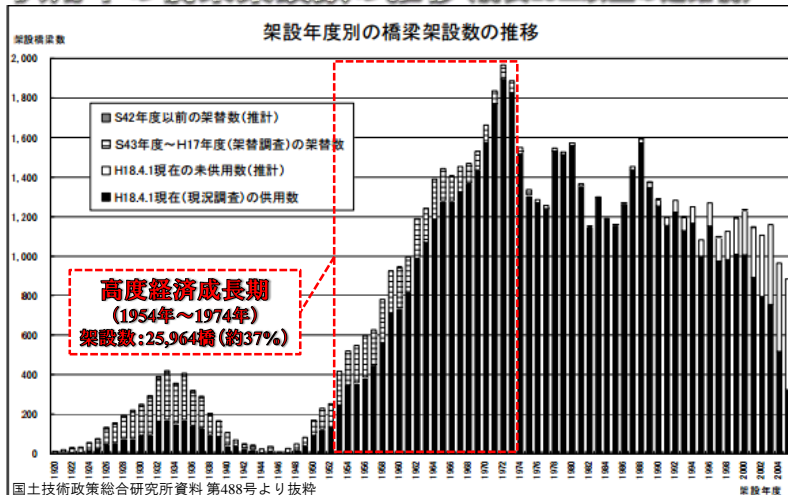
剥離抑制型弱溶剤変性エポキシ樹脂塗料  
『ケルビンα2.5』

(NETIS 登録番号:SK-190005-A)

※業界初の試みとなる複数社による共同研究成果

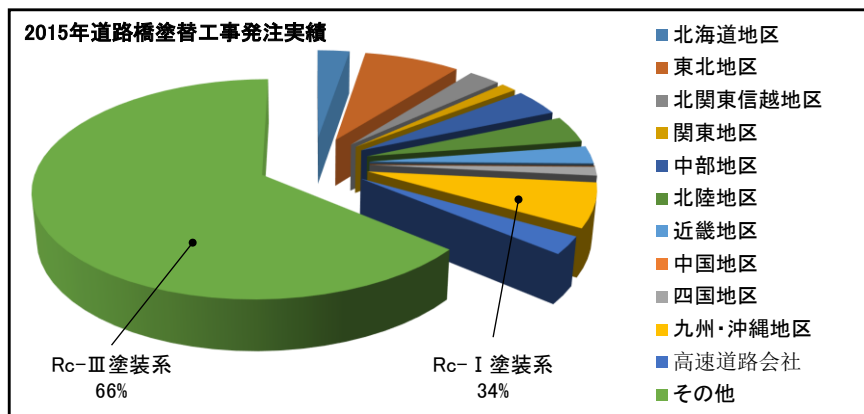
(共同研究会社:株式会社四国総合研究所、関西ペイント株式会社、神東塗料株式会社、大日本塗料株式会社の4社)

供用中の橋梁架設数の推移(橋長15m以上の道路橋)



今後さらに高齢化したインフラストックが増加していく

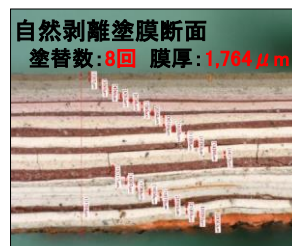
## 道路橋の維持管理－塗替方式



➡ **既存塗膜を残した上に塗り重ねを行う**  
**Rc-Ⅲ塗装系が鋼橋維持管理の大部分を占める**

## Rc-Ⅲ塗装系が抱える問題①

高齢化した鋼構造物は  
 度重なる塗替により塗膜が超過剩膜厚化  
 ↓  
**塗膜内応力の蓄積による  
 塗膜の自然剥離事故が散見**



橋梁:高速道路



橋梁:県土木



タンク外板:民間



## 既存塗膜の膜厚限界に関する報告の一例

一例『鋼構造物塗装設計施工指針』（財団法人鉄道総合技術研究所）

複数回塗替えられた油性系旧塗膜と鋼素地などの界面付着性が低下し、大きな面積での塗膜はがれやわれに至る事例が過去に多く観察されている。  
**その多くは、旧塗膜の厚みが500 $\mu$ m以上の厚膜となった場合に観察されている。（中略）すでに500 $\mu$ mを超える旧塗膜の場合には、活膜とは言えない場合も考えうるので、個別に詳細な調査が必要となる**

### 多数の報告を総括

既往の報告での膜厚限界

➡ **旧塗膜の膜厚が500～800 $\mu$ mで変状を生じる**

塗膜変状の発生による鋼構造物の体力低下を防止するためには、上記膜厚に至る前の段階で塗膜のリセット（全面除去工）が必要となる。

## 脆弱な旧塗膜に対する処置

従来技術による補修方法

**脆弱な旧塗膜の全面除去が必須**

- ・ブラスト工法（1種ケレン）
- ・動力工具工法（2種ケレン）
- ・塗膜剥離剤工法など

ブラスト施工状況



➡ **いずれも塗膜の全面除去が前提となる高額な工法**

- ・工法自体の費用
- ・有害重金属（鉛・クロム）を含む旧塗膜の産廃処理費用 など

全面除去を行わない通常の塗替工法（3種ケレン）  
 と比較し**極めて高額な素地調整費用を要する**

高齢化した鋼構造物の保全対策に内在する課題

脆弱旧塗膜の自然剥離による鋼構造物の寿命低下

脆弱旧塗膜の除去には高額な素地調整が必須



カスタマーファーストな新材料・新技術の開発

防食塗料メーカーとして何ができるか

塗ることで自然剥離を抑制する塗料の開発

塗膜の自然剥離に影響を及ぼす塗膜特性である

『線膨張係数  $\alpha$ 』に着目した今までにないコンセプトの塗料

線膨張係数  $\alpha$  とは

温度変化に応じて物体の長さが変化(膨張・収縮)する現象

線膨張係数  $\alpha$  は温度が $1^{\circ}\text{C}$ 変化した時の変化量で物質固有の値



線膨張係数  $\alpha$  は温度変化に対する物質の寸法安定性を示す

線膨張係数 [ $10^{-5}/\text{K}$ ]

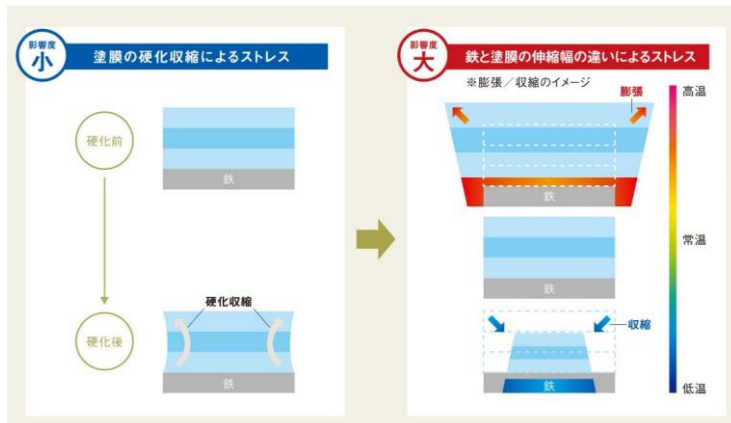


有機物である塗膜は鉄と比較し5~6倍の高い値



『ケルビン $\alpha$ 2.5』は一般的な塗膜よりも鉄に近い値

## 1. 超過剰膜厚となった旧塗膜の剥離メカニズム



従来、塗膜の硬化収縮により蓄積したストレスが素地との付着力を上回ると剥離すると考えていた

塗膜はく離は鉄と塗膜の線膨張係数の差による伸縮幅の違いが支配的な要因と判明

## 2. 『ケルビンα2.5』のはく離抑制メカニズム

塗り重ね膜厚	標準膜厚	厚膜
一般的な塗膜	<p>鉄と比較し伸縮幅の違いが大きいため塗膜内ストレスが増加し、付着力が低下していく</p>	<p>厚膜になるほど塗膜内のストレスが増加し、剥離や割れが発生しやすくなる</p>
ケルビンα2.5	<p>寸法安定性に優れているため、旧塗膜の伸縮を抑制することができる</p>	<p>厚膜になるほど旧塗膜の伸縮を抑制する力が増し、剥離抑制機能が向上</p>

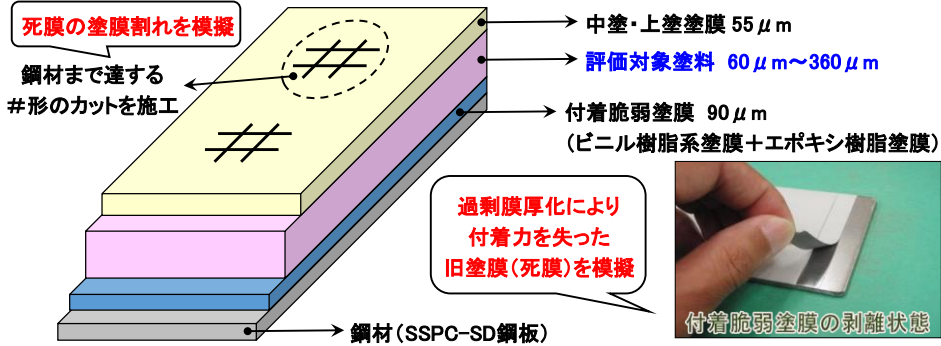
# 『ケルビンα2.5』の性能

## 1. 剥離抑制機能の評価

度重なる塗替により超過剰膜厚(死膜)となった塗膜の自然剥離を模擬するため脆弱塗膜上での冷熱繰返し試験を実施

▶ ケルビンα2.5の剥離抑制効果を検証

### 評価試験片の概要



# 『ケルビンα2.5』の性能

### 供試塗装仕様概略図

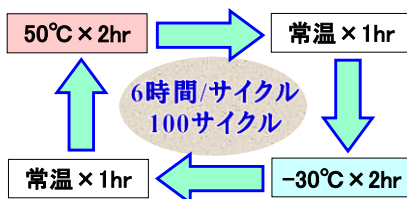
ふっ素樹脂塗料上塗	25 μm
ふっ素樹脂塗料用中塗	30 μm
評価対象塗料	
エポキシ樹脂塗料	60 μm
脆弱塗膜*	30 μm
SPCC-SD鋼板	

※塩化ゴム/ビニール樹脂混合塗膜

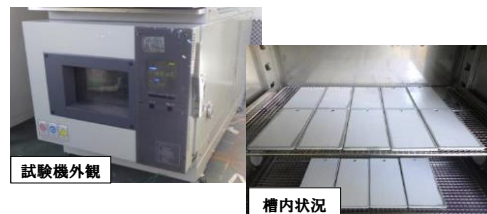
### 評価対象塗料

仕様	評価対象塗料	膜厚
仕様1	ケルビンα2.5(α=2.5)	60μm
仕様2	ケルビンα2.5(α=2.5)	120μm
仕様3	ケルビンα2.5(α=2.5)	360μm
仕様4	従来品(α=6.5)	60μm
仕様5	従来品(α=6.5)	360μm

### ヒートサイクル試験条件



### 試験状況



## 『ケルビンα2.5』の性能

DNT

仕様	仕様1	仕様2	仕様3	仕様4	仕様5
評価塗料	ケルビンα2.5 60μm	ケルビンα2.5 120μm	ケルビンα2.5 360μm	従来品 60μm	従来品 360μm
塗膜外観					
	100cycle △	100cycle ○	100cycle ○	20cycle ×	5cycle ×
変状状態	カット部のみ若干はく離	変状なし	変状なし	塗膜全面に著しいはく離	塗膜全面に著しいはく離

➡ ケルビンα2.5の剥離抑制機能を確認  
はく離抑制機能は厚膜になるほど良好となる傾向

## Rc-Ⅲ適用による効果

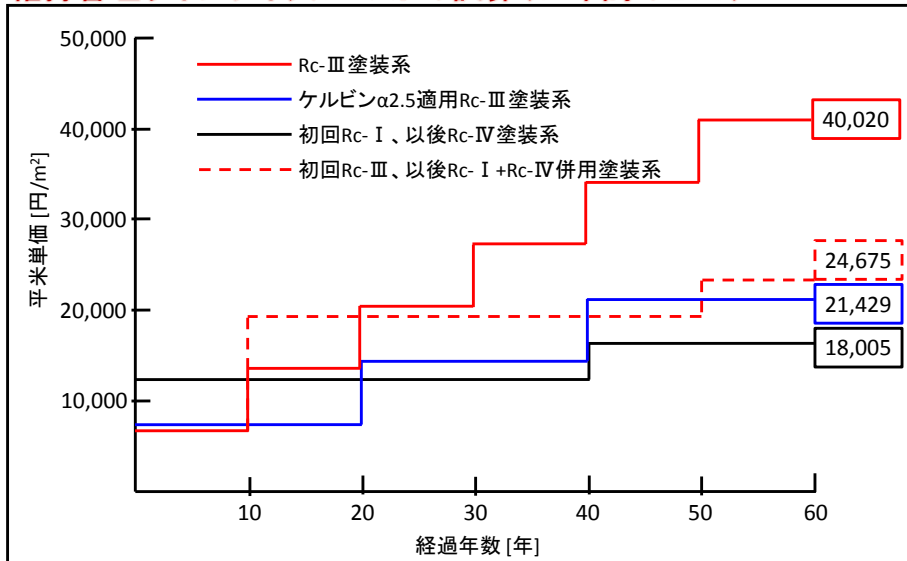
DNT

維持管理ライフサイクルコストの試算(旧塗膜≧500μm)

分類	Rc-Ⅲ塗装系		ケルビンα2.5 適用Rc-Ⅲ塗装系		(参考) Rc-Ⅰ塗装系	
	一般名称	円/m <sup>2</sup>	一般名称	円/m <sup>2</sup>	一般名称	円/m <sup>2</sup>
素地調整	3種ケレンB	920	3種ケレンB	945	1種(含産廃処理費)	6,150
足場防護工	—	3,100	—	3,100	—	3,100
補修塗り/ 防食下地	弱溶剤形 変性エポキシ樹脂塗料下塗	—	ケルビンα2.5	—	有機ジグリッチペイント	855
下塗	弱溶剤形 変性エポキシ樹脂塗料下塗	605	ケルビンα2.5	829	弱溶剤形 変性エポキシ樹脂塗料下塗	495
下塗	弱溶剤形 変性エポキシ樹脂塗料下塗	605	ケルビンα2.5	829	弱溶剤形 変性エポキシ樹脂塗料下塗	495
中塗	弱溶剤形 ふっ素樹脂塗料用中塗	555	弱溶剤形 ふっ素樹脂塗料用中塗	555	弱溶剤形 ふっ素樹脂塗料用中塗	460
上塗	弱溶剤形 ふっ素樹脂塗料上塗	885	弱溶剤形 ふっ素樹脂塗料上塗	885	弱溶剤形 ふっ素樹脂塗料上塗	825
合計	—	6,670	—	7,143	—	12,380
期待耐用年数	10~20年		20年		40年	
品質安定性	△		○		◎	
以降の 塗替塗装系	Rc-Ⅲ(6,670円/m <sup>2</sup> ) or Rc-Ⅰ+Rc-Ⅳ		ケルビンα2.5適用Rc-Ⅲ (7,143円/m <sup>2</sup> )		Rc-Ⅳ (5,625円/m <sup>2</sup> )	

## Rc-Ⅲ適用による効果

### 維持管理ライフサイクルコストの試算(60年間のLCC)



## まとめ

- 1) これまでに建造されたインフラ構造物は塗替塗装の繰り返しにより、**既存塗膜が厚膜化(≥500μm)、剥離リスクを有するものが散見されている。**
- 2) 今般、**塗膜の線膨張係数αに着目した新規下塗塗料を開発し、剥離抑制型弱溶剤変性エポキシ樹脂塗料『ケルビンα2.5』を上市した。**
- 3) 新規開発塗料は、**脆弱な既存塗膜に対する剥離抑制効果を有し、剥離抑制効果は厚膜になるほど向上する。**



脆弱な旧塗膜を有する鋼構造物の補修工法としては、塗膜の全面除去が望ましいが、限られた維持管理費用を考慮した場合に『ケルビンα2.5』の適用が有効である。

『ケルビンα2.5』は塗膜の自然剥離リスクを抑制し、LCC低減に貢献する次世代の塗料である。



## 橋梁



## 4種ケレン適用工事

## 課題点: 過剰膜厚による塗膜剥離

一部の工区において塗膜の割れ、剥離が起こっている。塗膜の全面除去は予算の都合もあり難しく、剥離抑制機能を有するケルビンα2.5の適用により、素地調整グレードの低減、塗膜付着力の維持を目的としている。

## 水圧鉄管



## 3種ケレン適用工事

## 課題点: 過剰膜厚・高湿度環境による塗膜剥離

本構造物は複数回の塗替施工によって既存塗膜が限界膜厚を超え、一部に塗膜膨れや割れを生じている。また架設場所が山中であることから、湿度が高く堆積した塵埃が水分を保持するため塗膜変状部を起点とした発錆が多く認められた。変状塗膜を除去し、ケルビンα2.5適用仕様にて塗替施工実施。施工後3年以上経過し塗膜変状の発生は認めていない。

## 1. 特許取得

特許第6330100号, 第6351896号

『塗料組成物、塗膜及び塗装方法』

## 2. 学協会発表(2018年度実績)

防錆防食技術発表大会(主催:日本防錆技術協会) 1件

土木学会全国大会(主催:土木学会) 2件

材料と環境討論会(主催:腐食防食学会) 1件

鉄鋼塗装技術討論会(主催:日本鋼構造協会) 2件

## 3. 報道発表

日経新聞, 日経新聞電子版, 日経産業新聞, 橋梁新聞

電機新聞, 化学工業日報, 道路構造物ジャーナルネット 等

