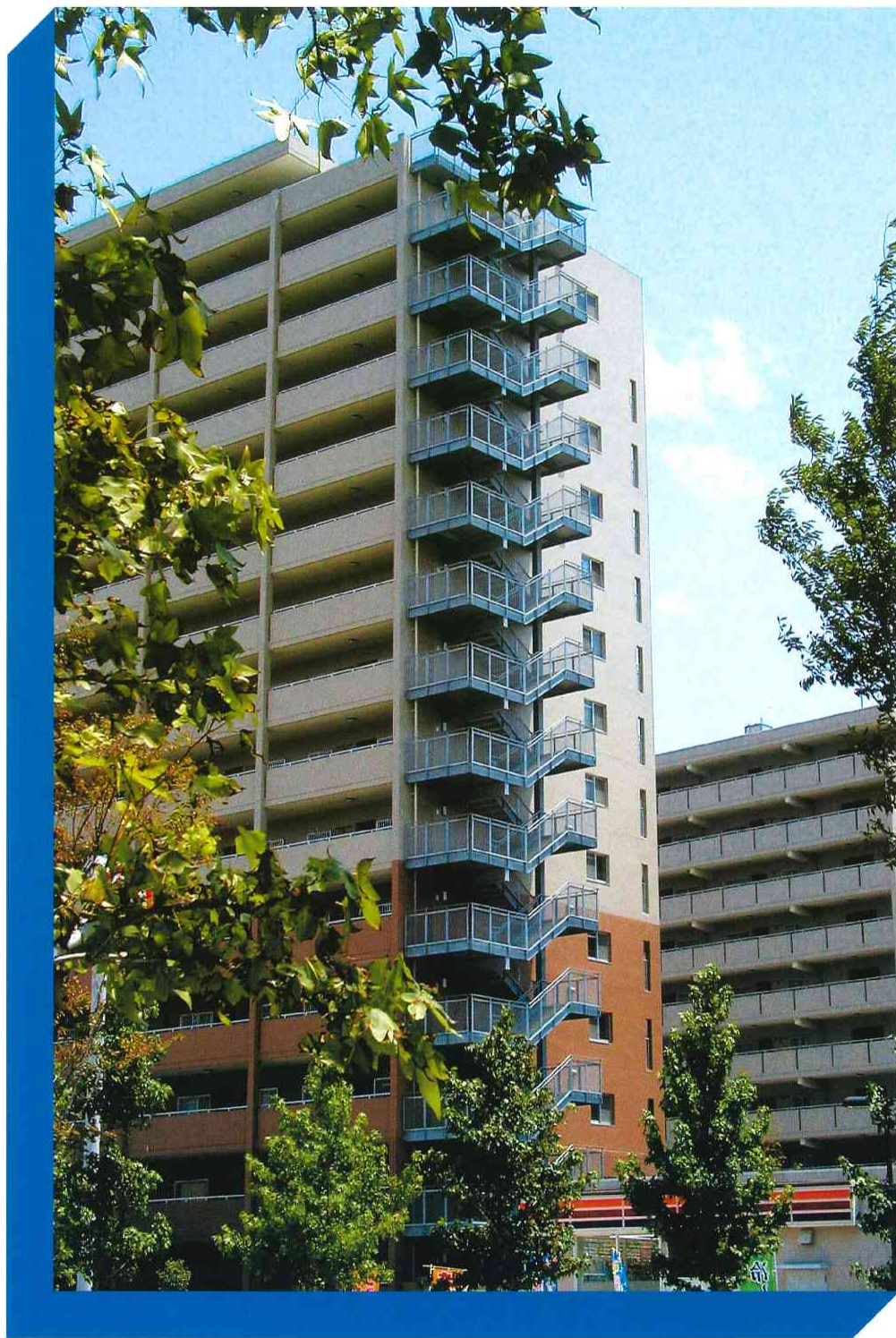
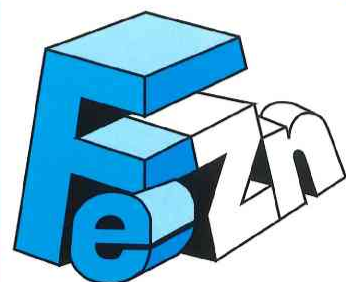


# 鋼構造物の溶融亜鉛めっき



## ▲マンションの外階段

兵庫県神戸市のマンションの外階段（鋼製）はすべて溶融亜鉛めっきが施されている。



NO.49 平成16年10月

# 溶融亜鉛めっきの経済性

## 溶融亜鉛めっきはコストが安く、長寿命である

塗装と比較した場合、溶融亜鉛めっきは、イニシャルコストはほぼ同程度であり、ライフサイクルコスト（LCC）は常に少ない。実際、溶融亜鉛めっきを用いた工法はその少ないライフサイクルコスト（LCC）により、今日さらに将来にわたり賢い選択となるであろう。

多くの場合、溶融亜鉛めっきは、塗装や他のコーティング材と比較したとき優れた特徴をもっている。これらの特徴は、以下のようなものである。

- ・環境によるが、35-75年の耐久性を維持する遮蔽および犠牲防食作用
- ・3600psi (25MPa) 以上の冶金学的な下地鋼への付着力
- ・管状部分の内部や手の届かない部分の完璧な被覆とコーティングの完全性
- ・エッジ、コーナー部分のコーティング厚さの均一性
- ・引掻きに対する抵抗力の強さ

## コストの分解

米国溶融亜鉛めっき協会（AGA = American Galvanizers Association）および NACE 腐食技術協会（National Association of Corrosion Engineers）の全国的な調査で集められたデータを使用したイニシャルコストおよびライフサイクルコスト（LCC）の経済性分析による比較は興味深い。

### イニシャルコスト

防食システムの真のコストを反映していないため薦められないけれども、イニシャルコストはしばしば防食方法を選択するための一次決定要素である。表1に、溶融亜鉛めっきのイニシャルコストと4つの典型的な塗装系のそれを比較している。溶融亜鉛めっきは、1回塗りのジンクリッチペイントおよび2回塗りの水性アクリル塗料を除くと、イニシャルコストの見地からより経済的である。これは、溶融亜鉛めっきを、工業的に通常広く使用されている塗装系と比較した結果である。その上に、溶融亜鉛めっきは、長さ当たりの重量が軽い構造用鋼や組み立てが必要な部品があるとき、さらに、経済的になるかもしれない。なぜならば、溶融亜鉛めっき工程では、たくさんの部品のハンドリングが効率的にできるからである。

### ライフサイクルコスト（LCC）

溶融亜鉛めっきは、長寿命で事実上メンテナンスフリーであることから、構造物の供用年数の観点から、塗装よりも終始一貫してよりよい価値がある。溶融亜鉛めっきの耐久性と一生は、それが最も少ないイニシャルコストの場合、当然の選択となる。しかしながら、材料の長さ当たりの重量が増すにつれ、溶融亜鉛めっきは、いくつかの塗装系よりもイニシャルコストが高くなる。これらのケースでは、ライフサイクルコスト（LCC）の情報が、溶融亜鉛めっきの真の価値を見つけるために検討されなければならない。

ライフサイクルコスト（LCC）とは、被膜に寿命が訪れるまでに必要なすべてのコストの分析結果である。それらには、イニシャルコスト、タッチアップコスト、メンテナンスコスト、再塗装コスト、物価上昇および機会コストを含む。それゆえ、お金の時間価値に対する標準的な公式を用いて、現在の真のコスト（NPV）は、次式で計算される。

$$NPV = NFV / (1 + R)^n$$

ここで、NFV = 流通コスト (1 + I)<sup>n</sup>

ここで、NPV は、正味現在価値

NFV は、正味将来価値

R は、利率

n は、事業計画の供用期間（期待供用年数）

I は、インフレ率

溶融亜鉛めっきは、表1により明らかのように、もっともシンプルな1回あるいは2回塗りの塗装系よりさらに、事業計画の供用期間にわたり、相当により経済的である。

## 溶融亜鉛めっきの特徴と利点

### 遮蔽および犠牲防食

鉄を腐食から守る2つの方法がある。遮蔽防食は、単純に鉄の表面を環境から遮蔽することにより行われる。亜鉛を除いて、塗装のような大多数のコーティング材料は遮蔽による防食だけを提供する。引掻き傷、ピンホール、あるいは被膜の劣化、荒っぽいハンドリングや、取り扱いの不注意などから生じる被膜の浸透性（有孔性）は、塗膜を傷つけ、その結果下地の鉄が腐食を開始する。犠牲防食とは、

表1 溶融亜鉛めっきおよび4つの選択した塗装系のイニシャルおよびライフサイクルコスト

コーティング系	イニシャルコスト (\$/m <sup>2</sup> )	ライフサイクルコスト (\$/m <sup>2</sup> ) 30年事業での結果
溶融亜鉛めっき	\$ 18.0	\$ 18.0
ジンクリッチ ペイント	\$ 9.4	\$ 29.3
水性アクリル下塗り/ 水性アクリル上塗り	\$ 14.3	\$ 45.2
無機亜鉛下塗り/ 厚塗型エポキシ/ アクリルウレタン	\$ 24.5	\$ 57.5
ゴム系下塗り/ ゴム系中塗り/ ゴム系上塗り	\$ 18.4	\$ 69.1

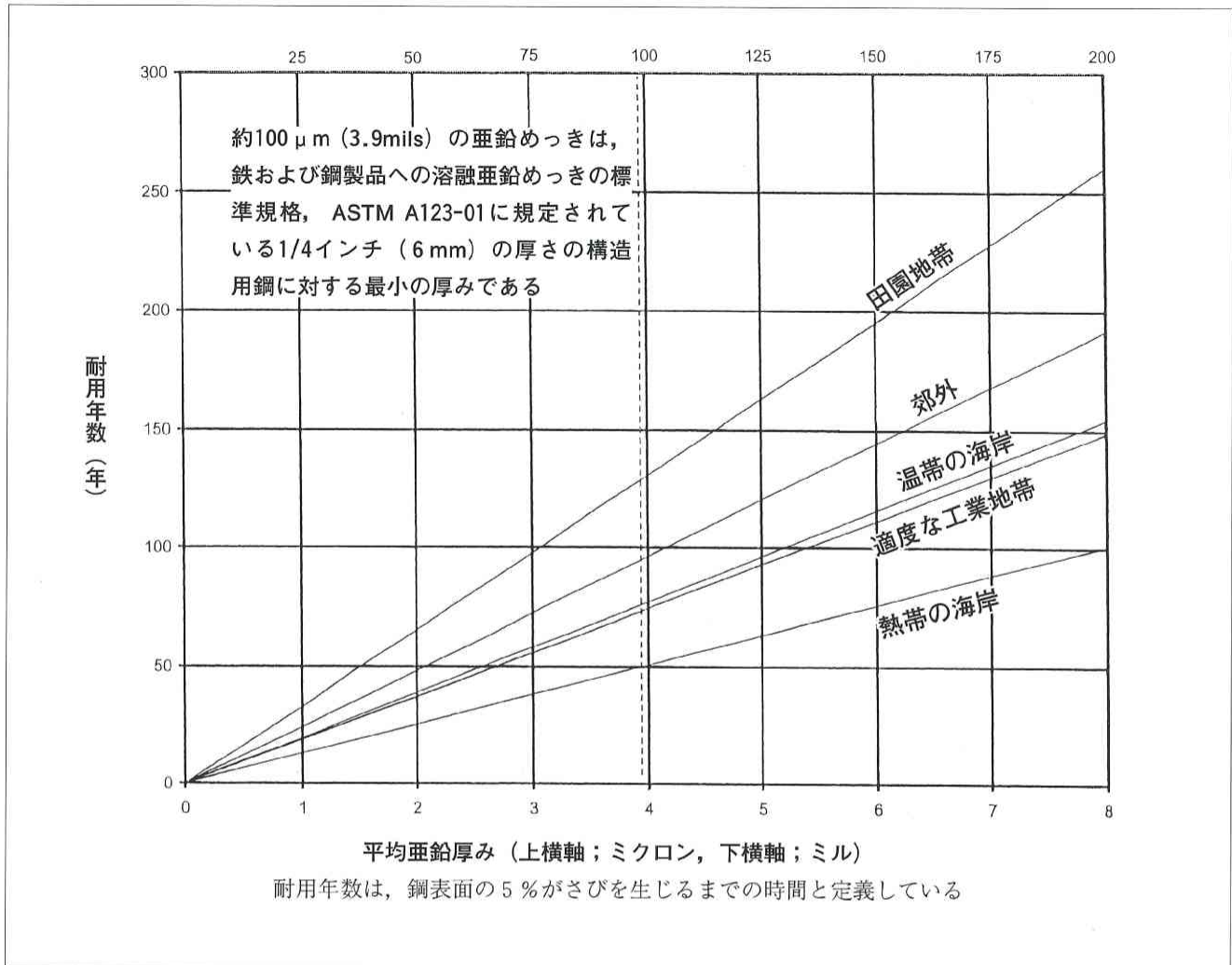


図1 溶融亜鉛めっきの耐用年数チャート

The Zinc Coating Life Predictor (fortjava.com : 8080/zclp/index.html) より引用

亜鉛のような元素が鉄の表面でアノード領域として作用するはたらきである。アノードとして、亜鉛が優先的に腐食することにより、カソード（下地の鉄）が損なわずに済む。この犠牲防食作用は、また、ガルバニック防食として知られ、唯一、溶融亜鉛めっきだけが、鉄に対して経済的な犠牲および遮蔽による防食の総合したものを提供する。

亜鉛めっき層の卓越した耐久性は、亜鉛自身が持つ防食性と鉄の表面に緻密な防食層を形成する能力からきている。新しい亜鉛表面は、確かに反応性が高いが、大気にさらされると防食効果のある反応生成物の薄い層が形成される。この安定した、防食効果のある層（亜鉛の酸化被膜）は、亜鉛の腐食速度を減じるのに欠かせないもので、その腐食速度は、環境によるが、近似的に鉄の10分の1から100分の1と小さい。(図1)

溶融亜鉛めっきが、ジンクリッチペイントよりもずっと高い密度であることは、注目すべき重要なことである。具体的には、溶融亜鉛めっき層の1.7mils (43ミクロン) の亜鉛含有量に相当するためには、塗装標準によるが、3-6mils (76-152ミクロン) のジンクリッチペイントの適用が必要となる。亜鉛含有量の低下は、ジンクリッチペ

ント系の犠牲防食機能を損なう。

#### 冶金学的結合

溶融亜鉛めっき工程において、鉄は溶融亜鉛中に浸漬される。拡散により、亜鉛は冶金学的に鉄と結合し、3つの亜鉛-鉄合金層を形成する。(図2) 亜鉛層の付着力は1平方インチ当たり数千ポンド (25MPa) である。さらに、亜鉛層は、引っ掻きに対する抵抗力があり、下地金属と同じくらい緻密である。

#### 完璧な被覆とコーティングの完全性

溶融亜鉛めっきは全体を浸漬する工程なので、塗装スプレーやブラシの届かない部分を含め、鉄の組み立て部品のすべての部分がめっきされ保護される。さらに、溶融亜鉛めっき被覆の完全性は、亜鉛が清浄な鉄にたいして冶金学的に結合するのでより確実なものとなる。

#### コーティング厚さの均一性

金属の拡散により亜鉛被覆構造が成長する性質によって、溶融亜鉛めっきは、エッジ、コーナー、ねじ山を含め、あらゆる被覆表面上で均一なコーティング厚さを保証する。

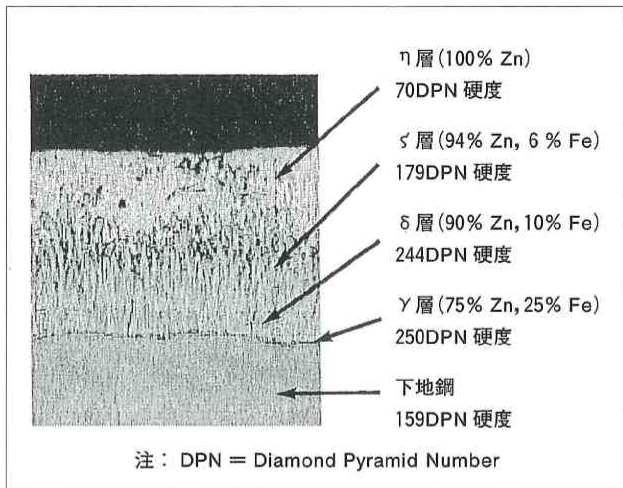


図 2

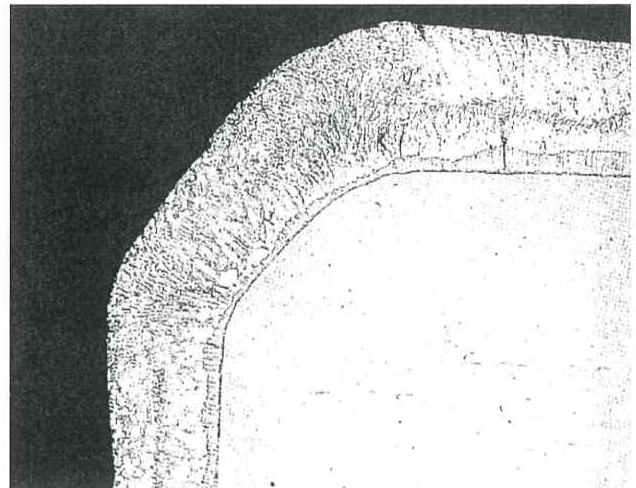


図 3

(図 3) この均一なコーティングにより、弱い個所がなくなり、これらの重要な個所での卓越した防食機能が得られる。

#### 引掻きに対する抵抗力の強さ

容易に引掻き傷のつく塗料とちがい、溶融亜鉛めっき層を構成する亜鉛-鉄合金層は、大多数の構造用鋼に匹敵あるいは凌ぐ硬さを有する。(図 2 参照) このことが、階段や通路など特に引掻きに影響を受けやすいものへの適用に対して溶融亜鉛めっき鋼を卓越なものとしている。

#### 要約

さまざまな防食システムの定性的分析結果は、溶融亜鉛

めっきが最高の選択であることを示唆している。それは、下地金属に対して塗料よりも桁違いの大きさの冶金学的結合を有する耐久性の優れた遮蔽および犠牲防食システムである。溶融亜鉛めっき被覆は管状物の内面や手の届かない部分も完全にカバーすることことができる。それは、均一な厚さであり、エッジやコーナーを保護し、引掻きに対しても強い抵抗力を示す。これらのすべての特徴が、少ないイニシャルおよびライフサイクルコスト (LCC) と共に考慮されるならば、溶融亜鉛めっきは当然の選択となる。

(以上は、AMERICAN GALVANIZERS ASSOCIATION 発行の Hot-Dip Galvanizing Costs Less & Lasts Longer (2001 年改訂版) より抜粋翻訳したものである。)

編集：亜鉛めっき鋼構造物研究会

#### 〔構成団体〕

日本鋳業協会 鉛亜鉛需要開発センター〔事務局〕 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-21-8秀和第三虎ノ門ビル ☎03-3591-0812  
 社団法人 日本鉄鋼連盟 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10鉄鋼会館 ☎03-3669-4811  
 社団法人 日本溶融亜鉛鍍金協会 〒105-0003 東京都港区西新橋2-16-1全国たばこセンタービル ☎03-5776-1420

鋼構造物の溶融亜鉛めっきについてのご照会は、上記団体にお問い合わせ下さい。

また、「鋼構造物の溶融亜鉛めっき Q&A」「建築用溶融亜鉛めっき構造物の手引き」等を発行していますので、あわせてご利用ください。