

# 第9回アジア太平洋一般溶融亜鉛めっき 国際会議2013に参加して

日本鋳業協会 鉛亜鉛需要開発センター 弘田 吉祐

## 1. はじめに

9月8日から11日まで、シンガポールでアジア太平洋一般溶融亜鉛めっき国際会議（Asia Pacific General Galvanizing Conference, APGGC）が開催された。この国際会議は、最新技術、環境問題、市場、市場を取り巻く動向等に関して、アジア・太平洋周辺の関係者の交流を目的として、アジア太平洋一般溶融亜鉛めっき協会（APGGA）が主催者となり、3年毎に開催している。会場はマリーナ・ベイ・サンズ・エキスポ&コンベンションセンターで、2日間の会議と展示会、更に、会議翌日に溶融亜鉛めっき工場の見学が行われた。これに先立ち、会議前日にはAPGGA ミーティング及びプレワークショップが開催された。また、競馬場でのレースミーティング、歓迎レセプションやガラディナーにおいて各国の参加者との交流を図った。尚、本報告書の作成に当たり、工場見学及びプレミーティングについては、一般社団法人日本溶融亜鉛鍍金協会の報告を参考とさせていただいた。

会議の参加国数は28カ国（アジア・オセアニア15、欧州8、北米3、他2）、会議参加者数は224名、更に会議参加者の同伴者が30名、合計254名となり、前回の台湾の会議と同程度の参加者数であった。アジア・オセアニアを中心として世界中から溶融亜鉛めっきの関係者が参集していた。日本の参加者は展示会出展社の説明員を含めて32名、同伴者1名と参加国中最大であった。参加者は亜鉛めっき会社からだけでなく、金属資源商社や化成品メーカーからの参加も見られた。参加者の多い国は、次回 APGGC を開催するインドネシア及び中国が各22名、オーストラリア18名、インド16

名、シンガポール及び台湾が各13名、マレーシア12名、ドイツ11名、タイ10名の順である。2日間の会議にはおよそ150名が参加していた。会議では英語が使われ、日本語及び中国語の同時通訳が付いた。

この時期のシンガポールの最高気温はおよそ30℃で、日本と同程度の気温である。9月は乾期とのことであるが、今年は雨天が多く、地元の人達は異常気象だと気にしていたようだ。多民族・多宗教のシンガポールは毎月の様にお祭りや行事で街が賑わうのだが、9月は、それらに代わって、下旬に自動車F1のシンガポールグランプリがマリーナ地区の市街地コースで開催されて、盛り上がりを見せる。今回の会場となったマリーナ・ベイ・サンズ・エキスポ&コンベンションセンターは、マリーナ湾を挟んでマーライオンの対岸に2010年に建設されたホテル、ショッピングモール、カジノ、エキスポ・コンベンションセンター等の巨大な複合エンターテインメント施設である。

現地滞在中、宿泊した高層ホテルの部屋からはマーライオンとマリーナ湾、市街地と高層ビル群を常に眺め、ホテル屋上の地上200mの屋外プール等に度肝を抜かれ、ショッピングセンター・カジノを中心にホテル周囲を含む街全体が人で溢れており、様々な言葉が聞こえてきて、また、建設ラッシュで活気に溢れる街、更には、F1レースの準備も加わり、個人的にはざわついた感じが印象に残っている。

## 2. 日程

- 9月7日（土） 成田及び関西発、シンガポール着、合流
- 9月8日（日） 会議参加登録、プレワークショッ



マリーナ・ベイ・サンズ・エキスポ&コンベン  
ションセンター



会議場



日本からの参加メンバー



9thAPGGC2013組織委員会会長・スタッフと

プ、APGGA ミーティング、レー  
スミーティング（シンガポール  
ターフクラブ）、歓迎レセプシ  
ョン

- 9月9日（月） 会議、展示会
- 9月10日（火） 会議、展示会、ガラディナー（プ  
リマ・タワー）
- 9月11日（水） 溶融亜鉛めっき工場への訪問、  
見学会

9月12日（木） シンガポール発、成田及び関西  
着

### 3. 会議の内容

会議は開催・歓迎セレモニーに続き、マレーシ  
ア天然資源環境省副大臣より祝辞、APGGCの開  
会宣言及び持続可能な発展と溶融亜鉛めっきに  
関する講演があった。会議本体の講演は全28件で  
あり、内訳を以下に記す（カッコ内の数字は件数  
を示す）。オープニング（亜鉛の需給動向（1）、  
溶融亜鉛めっき業界の全般動向（3））、市場  
及び市場開拓（5）、新しい工場技術（3）、環  
境調和技術（3）、労働安全衛生の向上（0）、  
工程改善と品質・コスト・効率の改善（5）、  
防食性能とその向上（5）、溶融亜鉛めっき  
鋼の腐食（1）、並びに、溶融亜鉛めっきの  
創造的な活用（2、シンガポール及びマレー  
シア関係者の招待講演）。冒頭、全般動向に  
ついて講演した3件-設計と品質管理の動向  
（中国）、亜鉛と溶融亜鉛めっきの新しい  
視点（国際亜鉛協会）、並びに、サンデリン

鋼の亜鉛めっきにおける亜鉛消費量低減（本会議のメインスポンサー Nyrstar 社、スイス）が基調講演に相当するものであったと思われる。日本からの講演は4件（横浜ガルバー（株）、シーケー金属（株）、（株）デンロコーポレーション、一般社団法人日本溶融亜鉛鍍金協会）であった。

筆者が気に留めたのは以下の内容である。

- ①耐用期間の延長を中心とした新規需要開発を目指した技術開発
- ②改訂 ISO への対応
- ③工場の自動化、安全・環境設備
- ④効率を向上したプロセス及び設備
- ⑤前述の①から④の項目を統合した持続可能性

以下に発表件名、発表者及び発表内容の概略を記す。

9月9日（月曜日）

開会

- ・歓迎の踊り、民族舞踊
- ・歓迎と開会の辞

Barry Bebb（APGGGA 会長）

CS Chen（9th APGGC2013組織委員会会長、マレーシア溶融亜鉛めっき協会）

- ・亜鉛めっき業界のベストプラクティス

YB. Dato Dr. James Dawos Mamit（マレーシア天然資源環境省副大臣、博士（議員、Dato））

マレーシアにおける環境問題を概説した後、鋼の溶融亜鉛めっきの利点（長期の防食、再利用可能、コスト低、環境対策による負荷の低減が可能なこと）は持続可能な発展につながる優位性であると強調した。現在、国内の業界では協会が中心となり、100年の耐用年数、職場のクリーン化、労働環境の向上に取り組んでいる。本会議が関係者にとって実りの多い会議であること祈ると共に、業界の成長を祈る。APGGC 開会を宣言する。

## セッション1 亜鉛の需給動向及び溶融亜鉛めっき業界の全般動向

(1) 溶融亜鉛めっきを可能にする亜鉛、亜鉛の埋蔵量、業界の発展と市場の見通し

D Smale（国際鉛亜鉛研究会、ポルトガル）

2013年は需要・供給ともに5.2%の伸びが予測されている。埋蔵量・供給共に問題は無い。

(2) 香港、マカオ、珠江デルタ地域における溶融亜鉛めっき鋼部材の設計及び品質管理に関する最近の展開

K. F. Chung, H. C. Ho and K. H. Nip（香港理工大学、中国）

香港における溶融亜鉛めっき鋼部材の大気腐食モデルについては、過去50年間、イギリスのシステムが用いられてきたが、効果的な腐食保護と品質管理の独自のシステムを作成すること、最低50～100年以上、120年の耐用年数を目指して研究開発を行った。ISO9223/24の設計モデルの改良並びに ISO1461の品質管理を採用して、形鋼等の最低めっき厚みの算出及びめっき工程の品質管理と併せて、香港、マカオ、珠江デルタ地域で利用可能なシステムを開発した。

(3) 亜鉛及び亜鉛めっきの世界：いくつかの新しい展望

Stephen Wilkinson（国際亜鉛協会（IZA）、ベルギー）

亜鉛の需要拡大に向けた市場開発、環境及び健康に関する活動について報告した。話題の中心は市場開発に関することで、亜鉛めっき高強度鋼板の自動車向け用途拡大、溶融亜鉛めっき鉄筋、着色技術、工場オペレータ向けの対話型トレーニングツール及びアジア・ラテンアメリカ各国の支援の報告があった。めっき鉄筋については中国の生産量が増加していること、また、競合技術の話題として、SUS鉄筋は価格差が6倍位迄であれば検討に値すること、エポキシ樹脂鉄筋は米4州、カナダ1州で使用禁止されているという報告があった。報文、発表資料共に提供されていないため、今後、情報の確認を行う。

(4) ハイパーサンデリン鋼の溶融亜鉛めっきにおける TechniGalva を用いた亜鉛消費量低減によるコスト削減の機会－鉄塔建設の事例

Martin van Leeuwen（Nyrstar Sales & Marketing AG、スイス）

反応性サンデリン鋼に関連する過度の亜鉛めっ

き厚さを減少させて、また、剥離や鈍い灰色の皮膜等の品質上の問題に対処するため、ニッケルが広く使用されてきた。浸漬時間とめっき皮膜厚との関係、並びに、皮膜の成長速度に関する理解を得るために、東南アジアにおいて鉄塔向けの亜鉛めっき事業者においてZnNi母合金、TechniGalvaを用いた試験を行った。めっき厚の減少及び亜鉛消費の低減の効果が確認され、皮膜の成長は指数的成長を示す。

## セッション2 溶融亜鉛めっきの市場及び市場開拓

### (1) ヨーロッパにおける一般溶融亜鉛めっきの課題と展望

Arnaud Zedet (欧州溶融亜鉛めっき協会, 会長, フランス)

欧州における亜鉛めっき鋼の生産量は約750万トンである。環境・規制、技術の標準化及び市場開発における欧州溶融亜鉛めっき協会の業務を報告した。環境・規制については水枠組み指令、ドロスの移動の問題及びスウェーデン政府による各種金属・合金中の鉛濃度を0.03%とする規制等、標準化については欧州建設資材規則における耐久性とリサイクル性に大きな関心が集まっている。また、競争技術として亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金連続めっき鋼板を脅威として捉え、また、評価方法として塩水噴霧試験を寿命予測に用いる問題点を指摘した。

### (2) 北アメリカにおける一般溶融亜鉛めっき協会紹介、主要数値指標及び市場

Richard Cornish (アメリカ溶融亜鉛めっき協会, 前会長)

アメリカにおける亜鉛めっき鋼の生産量は約320万トンである。業界の主要な課題は放流雨水中の亜鉛濃度規制(5ppb)、溶融亜鉛めっき鋼の着色のニーズ(塗装による二重被覆への投資)、太陽光や風力エネルギー発電の建設に代わる需要開発、並びに、鋼の塗装から溶融亜鉛めっきへの代替のチャンスの4点である。また、競争技術としては塗装、鉄筋の市場におけるステンレス及びエポキシ樹脂、鉄塔市場におけるアルミニウム、

亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金連続めっき鋼板、短スパン橋梁における繊維強化プラスチック及び耐候性鋼材等である。溶融亜鉛めっき鋼の着色のニーズ、並びに、鋼の塗装から溶融亜鉛めっきへの代替に注力する。また、エポキシ樹脂鉄筋の使用量は、エポキシ樹脂による保護の提供は30年あるいは40年未満であることが認識されるようになり、減少しているとの情報提供があった。

### (3) 中国における一般溶融亜鉛めっき工業の現状及び技術の進歩

Zhang Qifu (中国溶融亜鉛めっき協会)

中国の一般溶融亜鉛めっき業界の2012年の年間生産量1300万トン以上である。亜鉛の消費量は528万トンで、一般溶融亜鉛めっき業界では総消費量の約55%を消費する。クリーナープロダクション及び持続可能な開発によって業界は、技術や資源・エネルギー消費削減等、大きな進歩を遂げているが、国際先進レベルと比較して一定のギャップがまだある。新たな取り組み例として、以下の項目が挙げられた: 効率的な酸洗・水洗、オゾンを用いたフラックス中からの鉄の除去、亜鉛めっき浴における新しい合金添加技術(マグネシウム・ニッケル・ビスマス・アルミニウム・レアアース)、六価クロムフリー技術、先進的加熱・熱回収システム、廃酸リサイクル技術、水カーテンによる煙・埃処理技術及び排水処理技術。

### (4) インドにおける一般溶融亜鉛めっきの市場 - 現状及び新興市場のためのシナリオ

L Pugazhenthay (インド鉛亜鉛開発協会, 前会長)

近年、世界的に見て、インドは一般溶融亜鉛めっきに関する主要なプレーヤーとして急成長している。これは、国内総生産の著しい成長が主要因(2013年、GDP成長率約5.5%)である。インド政府は、電力、通信、道路、鉄道、港湾、航空、再生可能エネルギーの様な分野で、第12次5カ年計画(2012-2017)として1兆ドル規模の巨額の投資を提案しており、前5カ年計画から倍増している。通信塔、ケーブルトレイ、高速道路のガードレール、照明柱・街灯、プレハブ建物、鉄筋、発電風車等の溶融亜鉛めっきの多くの新しいアプ

リケーションが登場した。2013年の亜鉛消費予測は約660万トンであり、70-80%が亜鉛めっきで使用され、鋼板がそのうちの50%を使用する。経済成長とインフラ分野に大きく重点を置くことで、インド国内の一般溶融亜鉛めっき業界にさらなる弾みをつけるであろう。

#### (5) 鋼の腐食保護のためのライフサイクルコスト (LCC) の算定

Peter Golding (オーストラリア溶融亜鉛めっき協会、最高経営責任者)

開発した LCC 計算ソフトは、一般的な塗料の選択肢の範囲で典型的なコストを提供することにより、更にプロセスを簡素化したことによって、鋼構造部材の溶融亜鉛めっきのコストとの比較を可能にしている。長期的な防食が必要とされる、ほとんどのケースでは、溶融亜鉛めっきが最も費用対効果の高い解決策を提供する。

### セッション3 溶融亜鉛めっきの新しい工場技術

#### (1) 溶融亜鉛めっき工場施設設計の歴史及び未来

Bryan Cathcart (溶融亜鉛めっき業コンサルタント、オーストラリア)

バッチ式溶融亜鉛めっきで使用される技術や工場施設の設計の歴史的発展を概説した。そして、規制、競争力、持続可能性及び安全性を増大する要求を満たすため更に進化することが予想される業界の将来の方向性に関して、著者の評価を提示した。また、まったく異なる発想の下、製品毎に特化したライン設計、密閉された経路内で連続的に行う前処理、めっき厚を制御するための気相蒸着の導入等、未来像を提示した。

#### (2) 環境の持続可能性、エネルギー効率、健康的な作業環境と生産効率、並びに、品質を同じ工場施設で組み合わせることができるか？ 効率的にこの目標を達成するためのソリューション

Ermes Moroni (Gimeco Impianti s.r.l., イタリア)

溶融亜鉛めっき工場施設の各種課題を総合的に解決するエンジニアリングを紹介した。内容は、最適レイアウト設計 (材料搬送と手作業区域の分

離による高い安全性、流動性の向上、高生産性、生産効率向上)、めっき釜を上下に区分したチャンバーを有する高速度炉 (亜鉛浴の温度分布の最適化、低温化によるフローティングドロス低減)、熱回収システム (エネルギー効率改善)、前処理部の区画分け及びガス発生源のエンクロージャー (発生源の囲い込みフード、酸蒸気の拡散防止、作業環境改善、施設の保護、前処理の高温化・迅速化) 等である。

#### (3) 溶融亜鉛めっき工場施設のための効率的な材料搬送及び設備

Philipp Roth (Ingenia GmbH, オーストリア)

溶融亜鉛めっき工場施設のための効率的なレイアウト設計及び材料の搬送に関して最近開発した汎用設備を紹介した。レイアウト設計に関しては最適設計と自動化 (材料搬送と手作業区域の分離による高い安全性、流動性の向上、高生産性、生産効率向上)、並びに、シミュレーションによる最適化と立ち上げ期間の短期化を紹介した。汎用設備については、酸耐性のチェーンホイスト、小部品向けの携帯遠心分離機、材料の昇降式ワークステーションと懸架用ジグ、チェーンコンベア及びフロア台車を紹介した。

### セッション4 環境調和技術

#### (1) 溶融亜鉛めっきの環境規制 - グローバルな展望

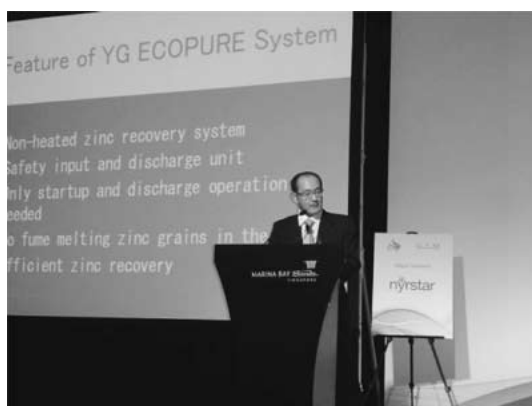
Rob White (国際亜鉛協会、ベルギー)

環境規制に関する世界的な話題 (気候変動、ISO14000、持続的可能な発展) に触れた後に、環境規制はますます厳しくなり、溶融亜鉛めっき業界における、クリーナープロダクションの実践による環境への排出量の削減、作業環境の改善、コスト削減を通して、競合する塗装業界に対する環境イメージ向上の取り組みを説明した。但し、実際の工場内のフェームや騒音の問題を解消できなければイメージ向上は難しく、具体的な、フェームや騒音に関する規制や作業環境基準、フェームを除く利用可能な最善の技術 (BAT, Best Available Techniques) について説明した。

## (2) YGエコピュア機の開発

佐藤 圭一（横浜ガルバー（株）、品質管理課課長代理）

溶融亜鉛めっきにおける亜鉛浴より回収した酸化亜鉛灰（浮遊灰、浮遊ドロス）から、再利用可能な亜鉛を効率的に抽出する非加熱方式の亜鉛回収装置 YG エコピュアを開発した。酸化亜鉛灰から亜鉛を回収する作業では、発生するフュームが工場とその周辺環境の悪化を引き起こしていた。フュームの問題を解消して、亜鉛回収率を向上（従来比約30%）させて、めっき工程における亜鉛の使用量を低減することができる。



横浜ガルバー（株） 佐藤課長代理の講演

## (3) 溶融亜鉛めっき－品質、環境及びコストは対立するものではなく補完し合うものである

Juergen Kader（Stockmeier Chemie, ドイツ）

溶融亜鉛めっきの各工程の適切な処理によってあらゆる問題を避けることができ、環境排出の低減、コスト低減、そして、品質向上のために、特に、前処理は非常に重要であるとの主旨。脱脂（酸またはアルカリ）、水洗、酸洗、水洗、フラックス処理、乾燥、亜鉛めっき、冷却または急冷及び化成皮膜形成の各工程の要件や問題点とその対応の説明、そして、脱脂・酸洗・フラックス処理における自社の前処理薬剤を紹介して、品質、環境、生産性及びコストに及ぼすメリットを概説した。

9月10日（火曜日）

## セッション5 溶融亜鉛めっきの工程改善と品質・コスト・効率の改善

### (1) 溶融亜鉛めっき工場施設におけるエネルギーの効率的な使用

Alexander Harder (Zink Körner GmbH, ドイツ)

溶融亜鉛めっき工場施設におけるエネルギーの効率的な使用を目的として開発された平面炎バーナー FL20/50の技術紹介。FL20/50は鋼製の亜鉛めっき釜向けに開発された天然ガスを用いる平面炎バーナーであり、バーナーの効率は75%に達する。火力調整が出力比1:10の間で可変、高速炎バーナーに比べてオーバーシュートが少ない、釜の保護と効率的な加熱のためにパッフルプレートを用意する、排ガス温度が500-560℃と低温である、急激な加熱を抑えタンク構造の歪み・破損を防止して長寿命を達成、といった特徴を用意する。その他、燃焼ファンや断熱材・被覆等について説明があった。

### (2) 溶融亜鉛めっきの炉のために最適化されたバーナープロファイルへの道筋

Xinyi Liu (Hasco Thermic Ltd., イギリス), Simon Blakey and Christopher Leong (シェフィールド大学, イギリス)

溶融亜鉛めっき業界では、亜鉛めっき釜に関する燃費向上とドロス除去の目的のために、バーナーの最適化された配置の決定、並びに、炉の昇温の制御指針について関心が高まっており、本研究では、高速度炉を用いた亜鉛融液に関する速度及び温度場をシミュレートするために数値解析を実施した。数値流体力学の解析結果によれば、Bablikによって提案された現在のバーナー構成（台形状の加熱プロファイル：釜の上中央部は均等加熱、下部から底部に向けて加熱を減少させる）は、亜鉛融液温度の回復、並びに、ドロス層内における比較的安定した定常流場の複合効果を提供することができる。しかしながら、温度及び速度場の最適な組み合わせを実現するために、炉について、より洗練されたBablik配列の開発が必要である。

### (3) 溶融亜鉛めっきの実践—めっき炉及びめっき釜

Hao Jiantang (Bonan Technology Co. Ltd., 中国)

適切な炉及び釜の設計、並びに、釜の耐用期間を延ばすための留意点について説明した。炉及び釜の設計については高速度炉を取り上げ、バーナー及び炉室の制御及び釜のデザイン等について説明した。一方、釜の耐用期間は多くの要因によって影響を受けるとして、留意点として鋼材の組成・加工方法・溶接方法・炉及び釜の温度、また、亜鉛浴中の化学成分及びドロスに関する留意点を挙げた。

### (4) ベストな溶融亜鉛めっきへの実践的なアプローチ

Mahandran Raj (Metals & Chemicals Technology Sdn. Bhd., マレーシア)

脱脂（酸またはアルカリ）、酸洗、フラックス処理及び亜鉛めっき（ニッケル添加）における自社の薬剤を紹介して、主として品質に及ぼす効果を概説した。

### (5) めっき釜及びめっき炉の管理に関する対話型ワークショップ

Mario Ubiali (Zinco Service S.r.l., イタリア)

過去5年間に渡る、稼働状態の溶融亜鉛めっき釜の厚み等の検査結果から得られた知見に基づき、釜の腐食傾向、腐食の原因を紹介して、その後、釜への影響を軽減するための監視及び管理方法を提示した。原因として炉の熱管理、ドロスの蓄積及び材料・治具の釜への落下等を紹介した。監視及び管理方法としては、稼働状態の釜の厚み検査、エネルギー収支の監視、並びに、炉のインテリジェント制御・工場施設への自動フィードバックを提案した。

## セッション6 溶融亜鉛めっきの防食性能とその向上、溶融亜鉛めっき鋼の腐食

### (1) 金属溶射を可能にする下地用の溶融亜鉛めっき

大橋 一善（シーケー金属（株）、常務取締役）、  
荒 一哲（シーケー金属（株）、技術部開発課）

橋梁等の鋼構造物の寿命を延長する要求が高ま

り、躯体に金属溶射（アルミニウム－マグネシウム等）が適用されるケースが増え、100年の耐用年数を狙っている。一方、接合部（ボルト及びナット）は躯体に比べて防錆性が劣るため、鋼構造物の寿命は接合部に影響される。このため、現場で接合部に金属溶射を施工することが望まれる。このために、低融点金属を除去して、また、耐食性を高めた、金属溶射が可能な溶融亜鉛めっき皮膜（亜鉛、アルミニウム、ビスマス及び銅）を開発した。

### (2) 沿岸環境における溶融亜鉛めっきの性能に関する最新情報

Ann Sheehan（オーストラリア溶融亜鉛めっき協会）

促進試験並びに腐食減量の予測式の不適切な解釈も含めて、沿岸環境における溶融亜鉛めっき鋼の防食性能に関するネガティブな認識に対して、6年前より、ビクトリア州南西部の海岸線において、溶融亜鉛めっき鋼の性能に関する調査が続けられてきた。様々なサイトで溶融亜鉛めっき鋼構造物の現地調査（めっき厚、外観）、また、気候条件が記録された。本調査結果は、適切な設計によって、鋼を長期に保護して、堅牢でメンテナンスフリーな溶融亜鉛めっき鋼構造物の長所を提供可能であることを支持する。具体例として、地域毎の気候データに基づく適切な寿命予測、異種金属接触腐食の防止、溶融亜鉛めっき及び塗装による二重被覆、設計変更に伴う現地補修の低減、並びに、雨水による堆積塩の洗浄を促進するエキス



シーケー金属（株） 大橋常務取締役の講演

バンドメタルの採用を紹介した。

### (3) 鋼材と溶融亜鉛界面における化合物層の成長挙動に関する研究

藤村 和男 ((株) デンロコーポレーション, 副社長, 工博), 辻 英朗 ((株) デンロコーポレーション, 東北ガルバセンター), 貝沼 亮介 (東北大学大学院工学研究科フロンティア工学専攻, 教授, 工博)

操業条件(亜鉛浴中の鉛含有量約1%, 浴温440℃)で, 鉄-亜鉛化合物層の成長の時系列のプロセスを明確にすることを試みた。浸漬初期に $\delta$ 層中の微細構造 $\delta_p$ 層及び浸漬時間100秒以上で $\delta_k$ 層を確認して, その後,  $\delta$ 層の上層の $\zeta$ 層を確認した。それぞれの層の成長速度は平方根則に従うが, 浸漬時間60秒程度以降一時的に $\zeta$ 層の成長速度に減速が認められた。このことは,  $\delta_p$ 層の生成により鉄-亜鉛の拡散のバランスが一時的に崩れたものと考えられた。また, 純粋な溶融亜鉛を用いる場合より $\delta_p$ 層が遅れて形成される原因としては, 亜鉛浴に含まれる不純物の影響を受けたと考えられた。

### (4) 船舶風景に調和した橋梁における溶融亜鉛めっき及び塗装による二重被覆が施された鋼構造物 - Cuihua 自転車道路の専用橋 (台湾高雄市) の一例

Cheng-sheng Pong, Fang-yuan Ho (台湾溶融亜鉛めっき協会)

溶融亜鉛めっき及び塗装による二重被覆が施された鋼構造物は都市景観を装飾すると共に, 構造物を長寿命とする。二重被覆処理された施設は, 防食コストに優れ, 潜在的に60年の耐用年数を保持する。本稿では, 自然や生来の風景を充実したものとして, 並びに, 健康的なライフスタイルを含む最高の環境活動の成功例として高雄市のCuihua 自転車道路の専用橋を紹介する。ここで, 最も重要なことは建築物の腐食防止のための重大なソリューションであり, これは, International Awards for Liveable Communities 2011及びTaiwan Real Estate Excellence Award 2013で認められ, 受賞した。

### (5) 溶融亜鉛めっき上塗装・ふっ素樹脂塗料の

大気曝露試験5ヵ年経過後の調査結果

鈴木 庸一, 田畑 祐太 (一般社団法人日本溶融亜鉛鍍金協会), 大柴 雅紀 (一般社団法人日本塗料工業会), 富山 禎仁 (独立行政法人土木研究所)

溶融亜鉛めっき及び塗装による二重被覆が増加している。上塗り塗料としては, 最近, ふっ素樹脂塗料が用いられるようになってきた。ふっ素樹脂塗料による耐久性を調査するため, 日本の沿岸部及び都市部において屋外曝露試験を実施している。本報告では, 5年を経過した試験の結果を説明する。試験は亜鉛めっき・合金めっき(亜鉛-アルミニウム-マグネシウム)の種類, ジンクリッチペイント, 亜鉛めっき表面の塗装前処理及び塗料の種類(下塗り・中塗り・上塗り)等を変化させている。5年経過した時点では, 外観及び密着強度に差は認められていない。今後, ミネラルターベンに可溶なふっ素樹脂塗料について同様の試験を継続する。



日本溶融亜鉛鍍金協会 田畑氏の講演

### (6) 鉛を微量含有する亜鉛めっき鋼並びに鉛フリーの亜鉛めっき鋼の微細構造及びその腐食挙動のX線光電子分光法による研究

Jiin-Rong Cheng (Taiwan Power Research Institute, Taiwan Power Company, 台湾), Ming-Ta Tsia, Robert Hsiao (Taiwan Galvanizing Co. Ltd., 台湾)

鉛の含有有無の溶融亜鉛めっき鋼の微細構造, 屋外曝露及び塩水噴霧試験における腐食挙動及び



腐食生成物の比較を行った。前者では鉛元素は主に $\eta$ 層と $\zeta$ 層に分布しており、また、表面には鉛は均一に分布する。表面は滑らかで、微細な粒子で構成されている。後者の極めて微量の鉛は $\zeta$ 層を中心に $\delta$ 層にまで分布している。表面は荒く、粗大な粒子で構成されている。亜鉛の表面と塩化物イオンの反応は、多量の塩を含む腐食環境では、アルカリ性の水溶性塩化亜鉛を生成して、風上側は容易に雨で洗い流され、風下側よりも腐食生成物の厚さは薄い。腐食生成物の表層は、前者は炭酸亜鉛を伴う酸化亜鉛等、後者は塩化亜鉛を伴う酸化亜鉛によって主に形成されており、また、双方から硝酸鉛及び硫酸鉛が検出されたとしている。

## セッション7 溶融亜鉛めっきの創造的な活用

### (1) シンガポールの紹介—アジアへのゲートウェイ

シンガポール政府観光局

マレーシアからの分離独立以降、1960年代後半からの海岸線の埋め立てによる土地開発、並びに、1970年代後半から始まったマリーナ・ベイ地区の開発を紹介した。

### (2) 溶融亜鉛めっき鋼の創造的な活用

Ar Chan Seong Aun (マレーシア建築家協会、会長)

マレーシアの代表的な建築物における溶融亜鉛めっき鋼の使用事例を多数紹介した。マレーシア建築家協会賞等を受賞した先進的、革新的な建築物、その他、天井・屋根・外装材・インテリアとしての使用、オフィスや住宅での使用事例を紹介して、溶融亜鉛めっきの創造的な活用を啓蒙した。

閉会

・閉会の辞  
Barry Bebb (APGGA 会長)

最後に、アジア太平洋一般溶融亜鉛めっき協会会長の閉会の挨拶で会議は終了した。

・第10回アジア太平洋一般溶融亜鉛めっき国際会議2016の開催のプレゼンテーション

インドネシア溶融亜鉛めっき協会

次回、2016年の第10回 APGGC はインドネシアのバリ島で開催される。バリ島を紹介するビデオ

が上映され、その後、インドネシア溶融亜鉛めっき協会から招待講演が行われた。

## 4. 展示会

展示会には会議でプレゼンテーションを行う企業が出展しているケースも多く、新製品の情報収集や会議での議論の続きを行うには最適なスペースであった。展示会の出展は22団体であった。アジア太平洋地区からの出展は10団体であり、(株)デンロコーポレーションの中国法人、天隆(常州)精密機械有限公司の展示が目をつけた。今回の出展企業の技術・製品・サービス分野と各企業のホームページを一覧表として添付した。



展示会会場

## 5. 工場見学

工場見学は、9月11日(水曜日)、シンガポール南西部のジュロン工業団地にある2企業、Asia Galvanizing 社(釜サイズ13m × 1.8m × 3m)とUnik Engineering 社(釜サイズ12.5m × 1.5m × 2.5m 及び7.3m × 1.5m × 3mの2系統)を見学した。

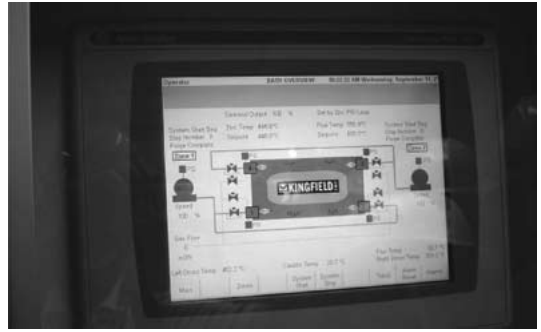
いずれも工場の敷地は手狭である。処理工程はアルカリ脱脂及び塩酸酸洗(複数槽)による一般的な工程で、環境設備として排気ファン、スクラバー、集塵機、中和槽、凝集槽及びフィルタプレスと一通りの設備を備えている。また、いずれもISO9001品質マネジメントシステムの認証取得を受けている。

Asia Galvanizing

めっき前後の製品保管は屋外で、あらゆる製品が積み重ねられていた。目立ったのはめっき前後のH形

出展企業一覧表

No.	企業名	国	ウェブサイト	めっき業		プラント		搬送システム	プロセス、コンサルティング	環境設備・リサイクル	薬品	金属	計測	建築・建設	その他		
				全般	線、ワイヤー	総合	個別										
1	Metals & Chemicals Technology Sdn.Bhd.	Malaysia	-								○	○					垂鉛めっき関連機材全般の商社
2	Zink Körner GmbH	Germany	http://www.koerner-hagen.com/home.html			○	炉			○							
3	Hasco Thermic Ltd.	UK	http://www.hasco.co.uk/			○	炉										
4	Giardina S.r.l.	Italy	http://www.giardinaiimpianti.it/			○				○							
5	Malaysian Institute of Architects	Malaysia	http://www.pam.org.my/												○		マレーシア建築家協会 Pertubuhan Akitek Malaysia (PAM)
6	Intergalva 2015		http://www.intergalva.com/												○		Intergalva 2015 Liverpool 広報宣伝
7	Ingenia GmbH	Austria	http://www.ingenia.at/?de			○				○							
8	Integrated Galvanizing Solutions	Australia	http://igalvsolutions.com/				炉			○							釜の検査
9	Bonan Technology Co. Ltd.	China	http://www.bonantechnology.com/			○	釜										
10	Gimeco Impianti s.r.l.	Italy	http://www.gimeco.it/			○			○	○							HAI-Ga®
11	Denro (Changzhou) Precision Machinery Co. Ltd.	China	http://www.denro.co.jp/			○									○		各種加工・表面処理プラントの製造販売 デンロコーポレーション中国法人、天隆(常州)精密機械有限公司
12	(株)デンロコーポレーション	日本	http://www.denro.co.jp/	○		○		○				○		○	○		鉄塔建設、各種加工プラントの製造販売
13	Floriidienne Chimie S.A.	Belgium	http://www.floriidiennechimie.com/							○	○						
14	Koerner Chemieanlagenbau Ges.m.b.H.	Austria	http://www.koerner.at/de/			○	前処理			○							
15	Dipl-Ing Herwig GmbH	Germany	http://www.herwig-gmbh.com/							○	○	○					垂鉛合金サプライヤ
16	W Pilling Riepe GmbH & Co.KG	Germany	http://www.pilling.de/				釜										metal melting and refining installations zinc pumping services Kettle wall thickness tests of in-situ kettles
17	Kingfield Equipment	Australia	http://www.kingfieldequipment.com.au/			○			○	○							
18	GM Gruppo Maccabeo S.r.l.	Italy	http://www.maccabeo.it/	○		○		○		○							イタリア最大の溶融垂鉛めっきメーカー
19	Soprin S.r.l.	Italy	http://www.bisolzinco.it/ita/index.php								○						
20	Western Technologies China Co. Ltd.	China	http://www.westechchina.com/			○				○	○						
21	Anshan City Anhui Galvanizing Equipment Co. Ltd.	China	http://www.dxsbc.com/				釜										鞍山市鞍海镀锌设备有限公司
22	Furphy Engineering	Australia	http://www.furphy.com.au/furphy-engineering.html	※		○	釜										※関連会社Furphy Galvanizingは溶融垂鉛めっき業Zinco Service(イタリア)と協力関係



Asia Galvanizing 社

鋼及び角パイプ等の、比較的、長い製品であった。前処理槽に排気設備は無い様だが、それ程強い刺激臭や熱気は無かった。工場内は、比較的、整理整頓されていた。1980年代に設置された工場の様であるが、亜鉛めっき浴用の炉は更新されている様で、浴の上下を別々に温度制御するタイプである。

#### Unik Engineering

めっき前後の製品保管は屋内の様。見学時は工場内に製品が少なく、詳細は不明である。工場レイアウトは建屋を3棟横並びにして、両側棟が2系統のめっき工程で、中央棟が仕上げ工場である。この工場の特徴は全て天秤治具に製品をぶら下げクレーンで天秤治具を吊り替えながら作業を行う。めっき用及び前処理用クレーンには固定排気フードが設置されており、各槽のセンターでクレーンが停止すると建屋に吸い口がありその吸い口が接近して排気している。刺激臭や熱気はなかった。工場内は整理整頓されていた。1980年代に設置された工場の様であるが、クレーンシステム及び前処理部・めっき部の排気フード等は更新

された設備の様である。

## 6. プレミーティング

APGGC 会議前日の9月8日(日)に、マリーナ・ベイ・サンズ・エキスポ&コンベンションセンター内の会議室で行われた「提案型ワークショップ-亜鉛めっき工場のオペレータ向けの対話型トレーニングツール」と「アジア太平洋一般溶融亜鉛めっき協会(APGGA)のミーティング」の2件のプレミーティングについて報告する。

### (1) 提案型ワークショップ-亜鉛めっき工場のオペレータ向けの対話型トレーニングツール

国際亜鉛協会の Rob White 氏等が講師となり、コンピュータ及びインターネットベースで、写真やビデオ映像を多数盛り込んだツールを紹介した。ワークショップ参加者は約50名で、各国の溶融亜鉛めっき協会及び地元企業が参加していた。用途としては企業内の従業員教育を想定しており、活用は受講生の自己学習と監督者による進捗管理による。トレーニングの内容は標準的な処理工程、



### Unik Engineering 社

ベストプラクティス、品質管理、材料のハンドリング・保管・発送、廃棄物・排出物・エネルギー管理、並びに、健康と安全規格等工程全般を含み、6～8週間目途で訓練完了とする。英語・中国語・スペイン語をはじめ5カ国語版が整備されているとのことである。

#### (2) アジア太平洋一般溶融亜鉛めっき協会 (APGGA) のミーティング

APGGA ミーティングは、ワークショップ終了後、各国の溶融亜鉛めっき協会が集まって開催された。参加国はオーストラリア、マレーシア、インド、インドネシア、台湾、中国、UAE、シンガポール、南アフリカ、日本であった。日本からは藤村 和男日本溶融亜鉛鍍金協会・国際交流委員長 ((株) デンロコーポレーション 副社長)、田中 雄田中亜鉛鍍金 (株) 社長、柴山 裕日本溶融亜鉛鍍金協会普及啓発部長と筆者の4名が参加した。

前回2012年6月のAPGGA ミーティング以降の活動状況及び財務状況の報告の後、各国が市場動向等の報告を行った。日本からは、需給動向、

事業見通し及び亜鉛めっき鉄筋の状況について報告して、また、亜鉛めっき鉄筋の市場拡大のために各種の情報提供を各国に依頼した。これに関しては、オーストラリアが好意的であり、今後必要な情報提供する旨回答があった。その後、2014年のAPGGA 活動に関する提案 (「ISO14713に従った通気・液抜き孔製作ガイド」各国言語版の開発、APGGA ウェブサイトの更新) が行われた。また、次回2014年のAPGGA ミーティングを10月に京都で開催すること、並びに、次回2016年の第10回



APGGA ミーティング、日本の参加メンバー

APGGCはインドネシア、バリ島で開催することを決定した。

## 7. おわりに

第9回アジア太平洋一般溶融亜鉛めっき国際会議2013に出席して、日本国内の溶融亜鉛めっき企業関係者、アジア太平洋地区の溶融亜鉛めっき業界、並びに、国際亜鉛協会の主要なメンバーと面識を得て、交流を深めることができた。また、溶融亜鉛めっき業界のトレンドを把握することができた。本会議において、①耐用期間の延長を中心とした新規需要開発を目指した技術開発、②改訂ISOへの対応、③工場の自動化、安全・環境設備、

④効率を向上したプロセス及び設備、⑤前述の①から④の項目を統合した持続可能性等に筆者は注目した。

アジア太平洋地区を中心とした溶融亜鉛めっき関係者が3年ごとに参集して、技術、環境、普及・啓発、今後の動向等について意見を交換するアジア太平洋一般溶融亜鉛めっき国際会議に出席することは、国内の状況と世界の動向を比較し、その違いを確認して今後の仕事に活かしていくことでその目的が達せられるのではないかと考える。国外から発せられる情報について、今後とも、弊センターでは情報を入手し関係者に提供していくつもりである。