

第22回インターガルバ国際会議論文集(その1)

中国の一般溶融亜鉛めっきの発展と状況

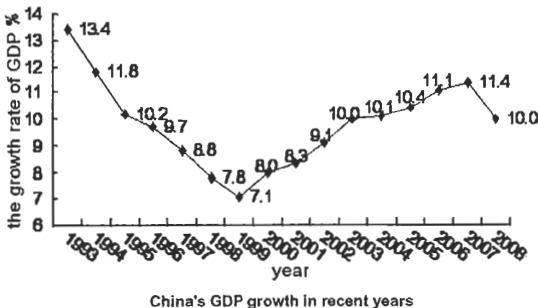
中国溶融亜鉛鍍金協会 副理事長

Zhang Qifu

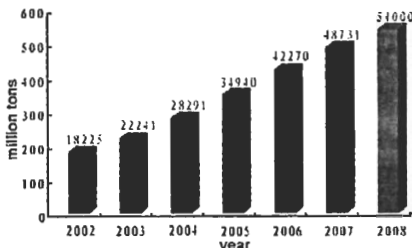
翻訳：鉛亜鉛需要開発センター

中国の一般溶融亜鉛めっきの状況

中国経済の急速な発展と工業化の着実な進展により、国内のGDP(国内総生産)は年間8~11%の成長率で増大した。



中国経済の急速な発展により中国鉄鋼産業もまた急速に発展した。その結果、2008年の中国の粗鋼生産量は5億4000万トンに達した。



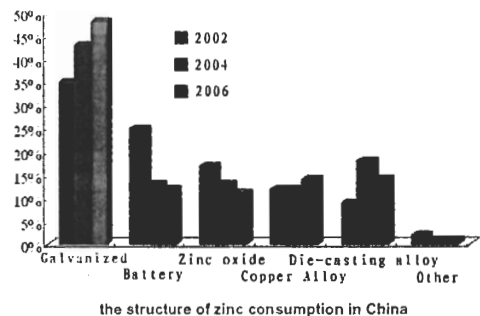
建設工事の実施において、鉄鋼構造物は他の重材料に比べて軽く、耐震特性やエネルギー保存機能に優れ、高い工業化水準に達しているなどのたくさんの長所を持っている。政府の基本政策が、鉄の使用制限から鉄の使用促進に方向転換したの

で、鉄鋼構造物は今後さらに鉄筋コンクリートやレンガ建築物から置き換わるだけでなく、それ以上に幅広く使用される余地がある。

中国の溶融亜鉛めっきの発展を促進するもう一つの重要な要因は亜鉛産業である。亜鉛産業は急速に成長しており、その産業規模は拡大している。その理由は中国では亜鉛資源が豊富だけでなく、相対的に環境保護政策が寛大なためである。精製亜鉛の生産量は2008年に391万3千トンに達したが、今後も毎年、世界の亜鉛生産量に占める比率を増大させていくであろう。

現状では中国に亜鉛製錬工場が400以上ある。個別には Zhuye 社は400,000トン、Huludao 社は330,000トン、そして他の企業の中では Zhongjim Lingnan が180,000トン、Silver Smelting Factory が140,000トン、General Wuhan Bayi が120,000トン、そして50,000トンから100,000トンの企業が Sichuan Honda, Inner Mongolian

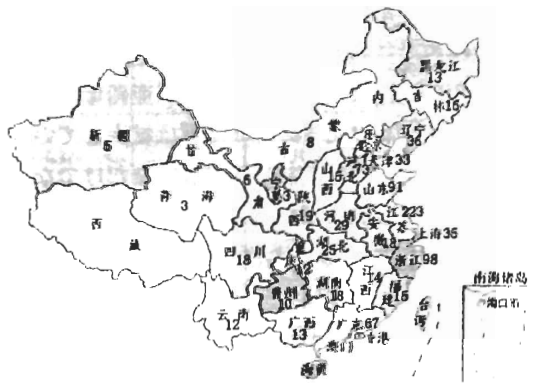
The hot-dip galvanizing is still the main industry of the zinc consumption.



Kubayanzhoule Zijin Mining Industry, Yunnan Xiangyun Flying Drogan など。2008年には一部の亜鉛工場が拡張された。このような状況は溶融亜鉛めっき産業の発展に対して重要な原料供給体制を支える。

中国は国内経済が急速に発展しているため、工業化も着実な発展段階にある。一般溶融亜鉛めっき産業も発展のためのまたとない機会を得た。その上さらに、新しい溶融亜鉛めっき企業は比較的小さな投資で可能で、市場参入障壁が低く、市場ニーズが大きかったために、新しくたくさんの一般溶融亜鉛めっき企業が中国各地に設立された。

不完全な統計ではあるが、2005年末に鋼構造物(鉄鋼と構造物)の溶融亜鉛めっき会社は827社あったが、2006年には935社に増加した。



the distribution of general hot-dip galvanizing enterprises in mainland in 2006

一般溶融亜鉛めっき製品の用途

中国のインフラ建設の急激な伸びにより一般溶融亜鉛めっき製品の用途も広がった。溶融亜鉛めっきされた構造部品は国内経済のすべての基礎産業で幅広く使用された。その用途は、1. 輸送産

1、transport Industry



protect guards of highway

net isolation of highway

noise wall

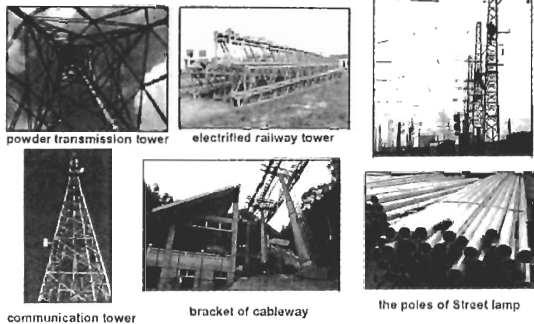


Instruction signs

steel bridge

cross-sea bridge

2、constructions for power supply, communication and tower mast



powder transmission tower

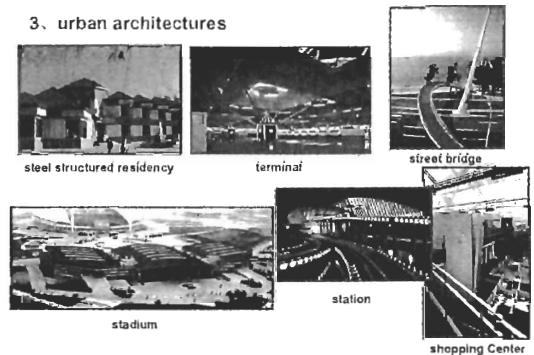
electrified railway tower

communication tower

bracket of cableway

the poles of Street lamp

3、urban architectures



steel structured residency

terminal

street bridge

stadium

station

shopping Center

4、steel construction for industry and agriculture



steel structured factories

ocean steel structure

greenhouse steel structures

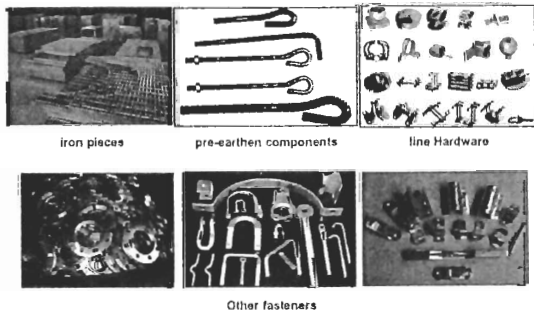


cable bridges

large hot-dip galvanizing

railway

5、Others



iron pieces

pre-earthen components

line Hardware

Other fasteners

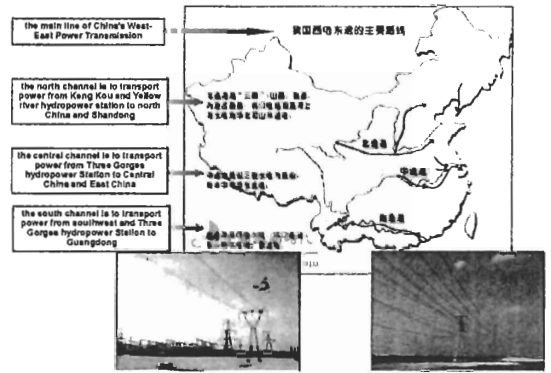
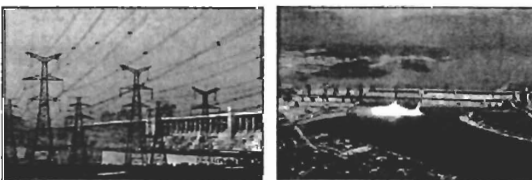
業、2. 電力や通信関係の鉄塔建設、3. 都市の建設物、4. 工業や農業面での鉄鋼建設物、5. その他などである。

近年、中国は輸送能力への資本投入を強化している。中国の第8次5ヵ年計画により高速道路の建設が加速し、国内高速道路網システムと主要なハブからなる幹線道路の建設が計画された。その内容は、重点課題である高速道路による主要な輸送体制を構築することである。2010年の初めまでに、建設され運用される国内高速道路網の全長は35,000kmである。その輸送体制は12の国内高速道路群の幹線道路と高速道路および情報システムの主要なハブから構成される。それは東西、南北を横切る高速道路輸送網である。4つの高速道路だけを考えても、少なくとも250万~260万トンの溶融亜鉛めっき鋼材を必要とする。

第9次5ヵ年計画では、鉄道建設と鉄道の電化促進により大量の溶融亜鉛めっきの分離ネットおよび鉄道電化のための鉄塔、電線設備が必要となった。2008年に、中国の電化鉄道の総延長距離は26,000km以上になったが、2020年にはその総延長距離は120,000km以上になるであろう。



三峡送電プロジェクト、国内電力送電ネットワーク、西南電力送電プロジェクト、国内の農村と都会の電力配電網の再構築により大量の溶融亜鉛めっき構造鋼材が必要となった。2002年~2004年に、中国は電力送電鉄塔と変電所用の構造鋼材として2千500億元投資した。電力送電鉄塔用の



溶融亜鉛めっき構造鋼材の年間必要量は600万トン以上である。

2008年に発生した世界的な金融危機は中国経済の発展に困難な状況を生じた。金融危機は、現在、前例の無い危機に苦しんでおり、貧弱でリスク対応のできない中小企業に特に悪影響を及ぼしている。全国的に中小企業の一部は、2008年の初め以来、赤字のため操業の一部を完全に中止している状況である。その中には多数の中小の溶融亜鉛めっき企業も含まれている。

しかし、中国政府は2009年の上期に多くの対策を行った。それらの対策は積極的で着実な経済刺激策で国内需要を拡大し、大きな経済成長を確保するための財政支出の増加である。

第一に、低収入家庭に対する住宅建設プロジェクトの促進、低価格住宅建設に対する支援の増加、不法占拠者の居留地の建て替えのスピードアップ、遊牧民を定住させるプロジェクトの実行、農村の危険な建物を修復する試験的な区域を拡大すること。そしてそれらに約4千億元投資した。

第二に、農村部のインフラ建設のスピードアップ、農村バイオガスや安全な飲料水および農村の道路建設プロジェクトや電力配電網の改良などへの援助増加、“南-北水迂回運河”建設のスピードアップや危険な貯水池の補強、大規模な灌漑区域の強化、貧困軽減と開発努力を強化すること。そしてそれらに約3千7百億元投資した。

第三に、鉄道、高速道路、空港と他の主要なインフラ建設のスピードアップ。乗客の多い鉄道路線や西ルートの鉄道路線の建設への集中取り組み、

高速道路網の改良，西部と中部地域での空港の拡張と空港連絡道路の建設拡大。都市部の電力網の更新をスピードアップすること。そしてそれらに約1兆5千万元投資した。

以上の投資はまた溶融亜鉛めっき産業に新しい機会をもたらした。この結果，中国の一般溶融亜鉛めっき企業は徐々に困難な状況から抜け出してきている。

技術状況と進歩

中国経済の急速な発展により，一般溶融亜鉛めっき企業は発展のための空前絶後の機会を得た。しかし，多くの会社では進歩した生産技術と装置を欠いた人力による方法のままであった。労働者の労働環境状態もとても貧弱なものであった。

1. 主な課題を以下に示す。

(1) 一般的に亜鉛釜の熱処理はその引渡し前には行われていない。新しい亜鉛釜は設置する前のみ，約600℃に加熱され，一定時間残留応力を除去するために保持される。その後，亜鉛地金を投入するが，そのことは亜鉛釜の使用壽命に影響を与える。一方，亜鉛釜の製造会社が鉄鋼製品(釜)の化学組成のみを規定し，機械特性を規定しないので，溶融亜鉛めっき企業が亜鉛釜を使用する際に難しい面がある。

(2) 多くの中小規模の溶融亜鉛めっき企業では燃料として石炭を使用し，炉温を900℃以上にするため溶融亜鉛炉の直接保護が問題となる。それは亜鉛釜外側全体を覆う耐火煉瓦と耐火物に關係している。その結果，大きな炉の伝熱不良や効率の悪い熱反応，まずい温度制御，過剰な燃料消費，高い排ガス温度および亜鉛釜の短い壽命などのような多くの欠点が発生する。

2. 技術状況

(1) 直接加熱炉は直接または間接保護の溶融亜鉛炉の代わりに使用されている。燃焼後のガスは急速循環により対流による熱交換率の向上のためガス道を加熱するように導かれる。

(2) 対流による熱伝導は高温放射による熱伝導

の代わりに採用される。フラット炎バーナーによる炉床レンガの直接加熱と高速噴射パルスバーナーの技術が採用され，その結果，燃焼ガスのスピードと対流による熱伝導が増加し，燃焼室と排ガスの温度が同時に下がる。

(3) 燃焼制御や風圧と風量，炉温，溶融亜鉛，乾燥熱，めっき補助装置とファン調節および最適燃焼状態を達成し，エネルギー消費を小さくするためのバーナー類の設備の操作などにコンピューターが使用されている。

(4) 深いタイプの亜鉛釜の採用により，亜鉛釜の加熱部分の面積の増加，加熱強度の低下，炉床温度の低下が起こり，その結果，釜の壽命が改善し，処理量を増やすことができる。このことは亜鉛スラグの減少に有益であり，溶融亜鉛の温度変動幅を小さくし，めっき処理品の表面特性を改良する。

(5) 鉄筋コンクリートは建設や基礎的な建築物に幅広く使用されている。コンクリート性能の低下は多くの要因で発生する。その中でも鉄筋の腐食が主要因の一つである。コンクリートは鉄筋に対してアルカリ性環境を与える。その生成物の腐食と膨張は長期間でさらに悪化し，その結果，鉄筋コンクリートに内部応力が生じて初期クラックが発生する。クラックの拡大が割れ目になり，さらに鉄筋への腐食媒体が小穴を開け，最終的にはコンクリートの破壊と鉄筋の破断に至る。2000年で，主要な材料としての中国の鉄筋コンクリート製の基礎的な建造物の腐食損失は1,400億元と見積もられる。したがって，結果として，鉄筋コンクリートの防食法を計画の中に入れる必要がある。

現在，中国は，製品調査や防食性能の研究，溶融亜鉛めっき鉄筋と溶融亜鉛めっき鉄筋コンクリート間の結合力，海洋エンジニアリングや西部の塩分の多い地域の重要な施設と海岸線地域の建設での溶融亜鉛めっき鉄筋の積極的な適用などを活発に研究している。

3. 一般溶融亜鉛めっきの無公害生産

社会の発展と進歩に伴い，人々は環境に優しい発展についてこれまでより考えるようになり，同

時に環境保護や資源、安全などについてもより高い要求を持っている。汚染を制御する方法やエネルギーの効率的な使用方法および環境と資源に優しい鉄鋼材料をコスト的に効率よく製造する方法が現代の鉄鋼産業の目指す方向である。

1980年代から、中国では“進んだ技術と設備の採用により、製造工程での資源とエネルギーの最適化および公害防止が経営の重要なファクターである”と明確に要求されており、実際に上下水道を分離し、再循環装置を採用することによって水を繰り返し使用することが求められている。

1990年代には、中国は同時に大気と水および固形廃棄物の汚染を防ぐ3本の公害防止法案を作成し、改正した。

2002年には、無公害生産法案の制定を行った。“水質汚染を防止し、資源と製造工程中からの汚染廃棄物の排出を減らしたり避けたりすることおよび人間の健康と環境に害になるものを減少したり除去したりするように努力することが経営の重要なファクターである”。長期間の努力によって、溶融亜鉛めっき炉の燃料のガス制御と排気ガスの熱交換の利用は大いに効果を上げている。燃料として石炭を使用する企業は汚染を減らして熱効率を向上させるために、部分的にまたは100%完全にガス化に変更している。しかし、エネルギー保存に対する配慮の程度や社会と環境保護に対する企業の責任、環境保護への投資などに関する企業意識はまだまだ不十分である。

(1) バッチ操業の溶融亜鉛めっきは常にクロメート処理が採用されている。そしてCr+6を含む不動態化皮膜は浴槽に入れたとき水に溶解する。この工程は環境汚染を生ずる。ここ数年で、いくつかの企業はバッチ操業の溶融亜鉛めっきでクロムフリー不動態化液を採用し始めた。この不動態化液は三価のクロム化合物、リン酸、ナノメータサイズのシリカなどからなる。それは浴槽を使用しないし、短い不動態化時間で、加工品を防錆処理できる。

(2) 溶融亜鉛めっきのフラックス剤によって発生するガスは、1社または2社がフラックス剤としてアンモニアフリーのものを採用し、いくつか

の会社はカバーをつけて完全な減圧状態で刺激臭を取り除く手段を採用したが、残りのすべての会社は効果的な対策を採っていない。

(3) 発生する酸ミストの減少はインヒビターと表面活性薬剤を加えることによって達成できる。その手法は一部の会社で採用されている。今後の進むべき方向として、環境保護部門は一般溶融亜鉛めっき企業に対して排水を再利用し、排水量を減らさねばならないと要求している。企業は洗浄廃水と溶融亜鉛めっきの補助廃水を利用している。しかし、一般溶融亜鉛めっきで発生する大気と水と固形の三種類の廃棄物処理を全国的に強化せねばならない。

現在、無公害生産（CP：Cleaner Production）は工業生産において公害を軽減するのに役立つ方法として幅広く理解されている。生産工程の始めから終わりまで負の環境面を強力に減少させるための戦略として、その原因となる汚染物質を避けたり、減らしたりする。その結果、企業間競争はさらに激化する。製造全体において、CPは原料とエネルギーを大切に使い、製造時に発生する有毒な化学品を除去し、ガス放出量や排出毒物および廃棄物量を削減する。このような削減重視は、最終処理物の削減と全体の工程制御にまで及ぶ。しかし、中国の一般溶融亜鉛めっき産業（HDG）において、その進み具合は相対的に遅れており、ほんのわずかなHDG工場だけでいくつかの個別のCP技術が採用されているに過ぎず、その恩恵はCP技術の統合や最適化を欠くためにまったく限定されている。汚染物質排出や資源消費を削減させる効率を改善するために、HDG産業において無公害生産システムの効率的なアセスメントと最適化が望まれている。これはまた、中国で国際亜鉛協会（IZA）によって開始された商品に対する国連共通基金（UNCFC）の重要な事業となっている。

中国一般溶融亜鉛めっき（事業者）協会（CGA）の紹介

中国腐食防食学会の中の中国一般溶融亜鉛めっ

the list of the previous meeting of hot-dip galvanizing organized by CGA

Time	Place	Conference name	Organizers
1988.04	Shijiazhan g, Hebei	First Academic Exchange Meeting of National Hot-dip Galvanized, Aluminum	Chinese Society for Corrosion and Protection Metallurgical Research Institute of Hebei Province
1988.10	Beijing	First National Hot-dip Galvanized (Aluminum) Classes	Chinese Society for Corrosion and Protection
1990.05	Kunming, Yunnan	The Second Academic Exchange Meeting of National Hot-dip Galvanized, Aluminum	Chinese Society for Corrosion and Protection Metallurgical Research Institute of Hebei Province Kunming Institute of Metallurgy Institute of Metal Products of Metallurgical Department
1990.12	Beijing	The Second National Hot-dip Galvanized (Aluminum) Classes	Chinese Society for Corrosion and Protection
1992.10	Zhuzhou, Hunan	The Third Academic Exchange Meeting of National Hot-dip Galvanized	Chinese Society for Corrosion and Protection Metallurgical Research Institute of Hebei Province Zhuzhou smelting factory Institute of Metal Products of Metallurgical Department Changsha company, China nonferrous corporation
1995.11	Gulin, Guangxi	The Fourth Academic Exchange Meeting of National Hot-dip Galvanized	Chinese Society for Corrosion and Protection Metallurgical Research Institute of Hebei Province The Central Iron & Steel Research Institute Zhuzhou smelting factory
1999.11	Beihai, Guangxi	The Fifth Academic Exchange Meeting of National Hot-dip Galvanized	Chinese Society for Corrosion and Protection Metallurgical Research Institute of Hebei Province The Central Iron & Steel Research Institute Zhuzhou smelting factory Institute of Metal Products Zhengzhou China Steel Structure Association of tower mast
2000.09	Beijing	The Third National Hot-dip Galvanized Classes	Chinese Society for Corrosion and Protection
2001.11	Shanghai	The Sixth Academic Exchange Meeting of National Hot-dip Galvanized (permeably plating)	China Galvanizers Association (CGA) of Chinese Society for Corrosion and Protection
2002.08	Shijiazhan, Hebei	Discussion meeting of hot-dip galvanizing new technologies and practical	China Galvanizers Association (CGA) of Chinese Society for Corrosion and Protection China Hot-dip Net
2003.10	Dalian, Liaoning	2003 Advanced discussion meeting of Chinese continuous hot-dip galvanizing technology	China Galvanizers Association (CGA) of Chinese Society for Corrosion and Protection School of Continuing Education Tsinghua University
2004.03	Shenzhen, Guangzhou	The 7 th Hot-dip Galvanizing National Conference	China Galvanizers Association (CGA) of Chinese Society for Corrosion and Protection
2006.03	Hangzhou, Zhejiang	2006 Chinese hot-dip galvanizing Forums and CFC Technology Briefing	China Galvanizers Association (CGA) of Chinese Society for Corrosion and Protection
2007.09	Beijing	The 7 th Asia Pacific General Galvanizing Conference	China Galvanizers Association (CGA) of Chinese Society for Corrosion and Protection The Central Iron & Steel Research Institute

き（事業者）協会是一般溶融亜鉛めっきのための国家組織である。それは、1988年設立されて以来、一般溶融亜鉛めっきの発展に応じて2年ごとに技術交流会を開催した。そして、徐々に一般溶融亜鉛めっきの技術交流の舞台となり、標準化推進の中心となった。

中国一般溶融亜鉛めっき（事業者）協会（CGA）は中国溶融亜鉛めっき事業者のネットワークを構築し、2006年に下記のウェブサイトを開いた。（<http://www.cga.org.cn>）CGAは2007年9月に第7回アジア太平洋一般溶融亜鉛めっき会議を成功のうちに開催し、2008年10月に中国2008連続溶融亜鉛めっき鋼板の発展フォーラムを成功のうちに開催した。

中国の溶融亜鉛めっき業者の現況調査と、溶融亜鉛めっき市場と個々の溶融亜鉛めっき事業者の実力を評価するための情報源の整備を目的として、中国溶融亜鉛めっき（事業者）協会によって調査が行われた。この調査は2007年に商品に対する国連共通基金（CFC）プロジェクトと国際亜鉛協会（IZA）によって支援された。調査の焦点は溶融亜鉛めっき業者にかねらの製造方法を改善させるために、中国溶融亜鉛めっきの市場と平均的な溶融亜鉛めっき事業についての一般的な情報を示すことであった。中国溶融亜鉛めっき（事業者）協会（CGA）は1988年以来、連続的に学術的な交流会と技術的な勉強会を開催している。