

Fig. 6.4. Layout of continuous galvanizing line.

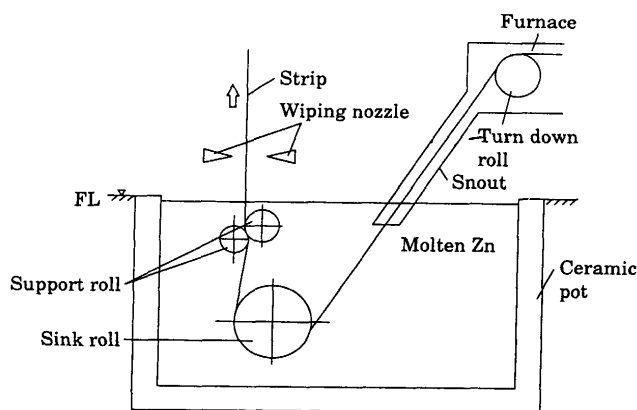


Fig. 6.5. Structure of coating facility.

にフッ素樹脂系塗料を塗装した長期保証鋼板（10～25年）として屋根や壁に使用されるなど、酸性雨など使用環境が厳しくなる中、需要は増加している。それに伴い、Zn-5%Al, Zn-55%Al-1.6%Si めっき鋼板を製造できるラインも増えてきた。

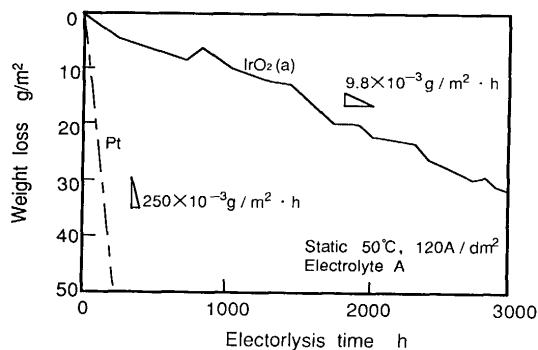
熔融 Al めっき鋼板の最大の用途は自動車マフラー関連部材である。それはエンジン燃焼排ガス中の酸性度の高い水分に対して優れた耐食性を示すために使用されてきたが、最近ではさらに複雑な腐食環境に対応するため、ステンレス鋼板を原板とした熔融 Al めっき鋼板も用いられている。一方、熔融 Al めっき鋼板は、650℃ までの高温加熱で耐酸化性に優れていることから、オープン、ストーブ、電子レンジ、炉内壁などに使用され、その用途拡大とともに需要も増加している。

Pb-Sn の合金をめっきしたターンめっき鋼板は優れた耐薬品性（腐食生成物が少なくフィルター目詰まりなど起こしにくい）、ハンダ性、溶接性、加工性から自動車のガソリントク用として使用されている。しかし、石油資源枯渇対策としての、ガソリン代替燃料であるガソホール、高濃度アルコールの使用動向に対してはターンめっき鋼板は種々の検討が必要であるとされている。

6.2.2 電気めっき・塗装

(1) 電気めっきと不溶性アノード

電気亜鉛めっき鋼板は、熔融亜鉛めっき鋼板に比べて表面品位・材質特性に優れていることから自動車防錆鋼板として

Fig. 6.6. Consumption rate of IrO₂ and Pt coated anodes. (NKK Tech. Rep., (1991), No. 135, p. 68)

注目された。特に1980年代後半になると耐食性、成形性、溶接性など、自動車防錆鋼板として求められる性能をバランスよく備えた合金亜鉛めっき鋼板が実用化に至り、その需要に応えるべく新ラインの建設が相次いだ。これらの新鋭電気亜鉛めっきラインには、高生産性と設備のコンパクト化を両立するための高電流密度めっき技術が追求された結果、Liquid cushion cell に代表されるような高効率めっきセルが開発され、採用された。同時に、省力化および亜鉛めっきと合金めっきの併産の見地から不溶性アノードを用いためっき方式が完全に主流になった。

不溶性アノード方式では、イオンの補給は金属もしくは金属の酸化物、水酸化物、炭酸塩をめっき液に溶解することで行われる。

亜鉛めっき用の不溶性アノードは電極コスト、補修の容易性などの点で優位に立つ Pb 系合金が主流であるが、Pb 系合金アノードの場合、めっき液中に微量溶出する Pb を除去することが品質維持の面から不可欠であり、これに伴う操業の複雑化や処理コスト増などの問題がある。これらを回避するため、Ti 基体に酸化イリジウムをコーティングした IrO₂ 電極が検討され、一部の製鉄会社において実用化に至っている。IrO₂ 電極の消耗速度は電流密度、流速、有機酸濃度などによって影響を受けるが、有機酸フリーの条件下で Pt 電極に比較して 1/25 と著しく低いという特徴を有している (Fig. 6.6)。実機ではストリップと電極との接触（スパーク）などによる IrO₂ 層の欠損・溶損時に局部補修が可能なように分割型の電極構造がとられるなど工夫されており、実用上

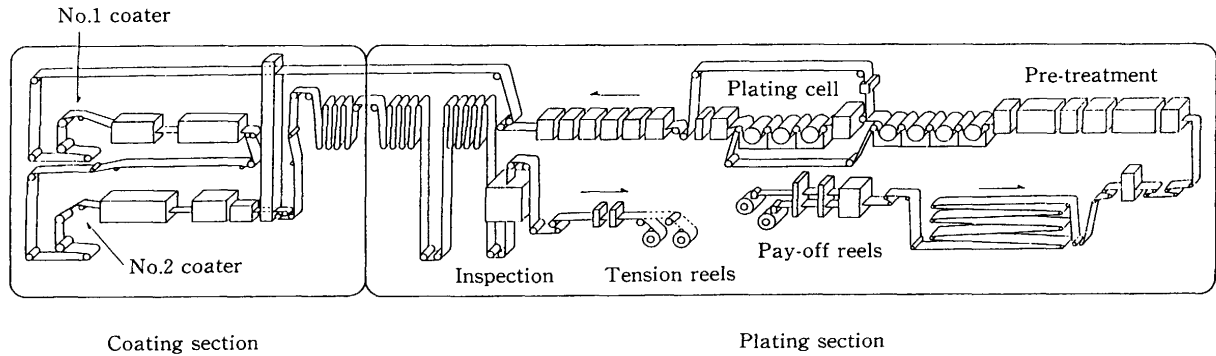


Fig. 6.7. Schematic diagram of electrogalvanizing line. (Kawasaki Steel Giho, 23 (1991), No.4, p. 316)

Table 6.1. Development of dry coating line for steel sheet.

Start of operating (y)	Type of production	Company location	Coating	Thickness of strip (mm)	Strip width (mm)	Line speed (m/min)	Process
1985	Commercial	Nisshin Steel Sakai	Zn	0.3-1.2	760-1,250	max 200	Vapor deposition Air-to-Air (coil)
1987	Pilot	Nippon Steel Hikari	TiN, TiC, Cr SiO _x , Al ₂ O ₃	0.1-0.5	max 370	0.01-0.4	Ion plating, sputtering, P-CVD, Batch type (coil)
1989	Pilot	Kawasaki Steel Chiba	Ti TiN	0.1-0.5	max 500	—	Ion plating Air-to-Air (coil)
1991	Pilot	Kobe Steel Kakogawa	Al-Cr Zn-alloy	0.3-1.2	max 780	max 30	Vapor deposition Air-to-Air (coil)
1992	Pilot	NKK Kawasaki	Al/Ti, Cr ceramics	0.2-1.0	max 500	max 10	Ion plating Batch type (coil)
1993	Commercial	Nisshin Steel Kanzaki	TiN, TiAlN TiAlCN	0.5-3.0	600-1,250	(2,000-4,000) ¹⁾	Magnetron sputtering Batch type (sheet)
1993	Commercial	NKK Kawasaki	Si	0.1-0.3	max 600	max 32	CVD Air-to-Air (coil)

¹⁾ Sheet length (mm).

3,000~4,000 時間の耐用が確認されている。

一方、ぶりきの製造分野でも不溶性アノードを用いためっき方式が拡大普及した。本方式では、金属 Sn 粒とめっき液中溶解酸素との反応によってめっき液への Sn イオン補給が行われ、不溶性アノードとしては Ti 基体に Pt めっきしたものが使用されている。ぶりきの品質の点では、エッジマスクとの併用によって、めっき付着量の幅方向の均一性が格段に改善されている。また、クローズドシステムであることから、廃液量が少なく、環境問題の観点でも望ましいシステムとなっている。

(2) インラインコーティング

近年、家電・業務用機器の分野を中心に、環境対策、工程省略の観点からさまざまな機能を備えた化成処理鋼板が求められており、電気めっき後のインライン化成・塗装設備の充実化が図られている。さらに自動車分野においても Zn-Ni 合金めっき鋼板をベースとする有機複合被覆鋼板が合金化溶解亜鉛めっき鋼板と並ぶ主力防錆鋼板の一つになり、電気めっきラインで同鋼板を一貫製造するための塗装設備増強（または既存の塗装ラインにめっき設備の増強）も相次いで実施された (Fig. 6.7)。モデル式を用いた塗膜厚制御、BH 性

を確保するための高精度板温制御、各種のオンライン品質保証機器によって品質の安定化を実現した。環境対策として、塗膜焼き付け時に発生するガスを無害化するために、脱臭設備の設置なども行われている。

(3) 塗装ライン、一貫システム

一方、多目的塗装ラインや、高級カラー塗装ラインと言った高精度新鋭塗装ラインの建設も相次いだ。これらの塗装ラインではコーター室のクリーンルーム化などの徹底した防塵対策が図られたほか、小ロット多品種製造を効率よくかつ高精度で行うためにライン内プロセスの自動化が図られている。また焼鈍・電気めっき・塗装の個々のライン間の物流を一貫管理、省力化を図る無人コイル搬送システムも実用化されている。塗膜品質の安定化を目的とした新規技術の検討も行われており、ローピング抑制のためのカーテンフローコーターや、高精度の温度制御を可能にする誘導加熱炉が新たに採用された。

6.2.3 気相めっき

熔融や電気めっきに対し、めっきメタル成分に制約がなく、しかも複層化や合金化も容易な気相めっきは、新機能