

Galvanized Steel Sheets

亜鉛系めっき鋼板 ご使用の手引き



一般社団法人 日本鉄鋼連盟
The Japan Iron and Steel Federation

目次

はじめに	1
1 生産量・用途別比率推移	2
2 こんな種類があります	3
2.1 溶融亜鉛めっき鋼板(非合金化)	3
2.2 溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)	3
2.3 溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板(Zn-Al系)	4
2.4 溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板(Al-Zn系)	4
2.5 溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板(Zn-Al-Mg系)	5
2.6 電気亜鉛めっき鋼板	5
コラム 化成処理の種類とクロメートフリー処理	5
3 こうしてつくられます	6
4 こんな特性があります	8
4.1 耐食性	8
4.1.1 溶融亜鉛めっき鋼板(非合金化)の耐食性	8
(1) 亜鉛めっきの防食メカニズム	8
(2) 亜鉛付着量、スパングルと耐食性	8
(3) 化成処理と耐食性	8
(4) オイルング(塗油)と耐食性	9
(5) 各種環境下での実暴耐食性	9
(6) 切断面の耐食性	10
4.1.2 溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)の耐食性	10
4.1.3 溶融亜鉛-5%アルミニウム-合金めっき鋼板	10
4.1.4 溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板	11
4.1.5 溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板	11
4.1.6 各種促進評価試験における評価と実環境における耐食性との関係	11
4.2 加工性	12
4.2.1 亜鉛系めっき鋼板の加工性の特徴	12
4.2.2 亜鉛系めっき鋼板の加工性-冷延鋼板との対比-	12
4.2.3 加工上の注意	13
4.2.4 加工後の耐食性	13
コラム めっきの付着量と厚みの関係	13
4.3 塗装性	14
4.3.1 塗装方法	14
4.3.2 塗装製品の耐食性と塗膜密着性	14
4.3.3 塗装前処理	16
4.3.4 塗装仕上がり	17
4.3.5 塗料の選択	17
4.4 溶接性	18
4.4.1 各種溶接法とその注意事項	18
4.5 耐熱性	20
5 用途に応じて材料を選びましょう	21
5.1 選択のポイント	21
5.2 亜鉛系めっき鋼板の上手な使い方例	21
6 こんなところに使われています	22
7 ご使用上の注意	24
7.1 保管	24
7.2 取扱い	24
7.3 加工作業	24
7.4 施工	24
7.5 雨がかりのない部位でのご使用	24
7.6 接触腐食に関する注意事項	26
7.7 その他	26
8 材料標準保証規格	27
9 建材薄板技術・普及委員会名簿	28

はじめに

亜鉛系めっき鋼板は、めっき層中の亜鉛の犠牲防食作用(亜鉛が溶け出すことで鉄が錆びるのを防止する作用)を活かし、耐食性に優れた鉄鋼製品として各種用途に使用されています。

わが国の溶融亜鉛めっき鋼板の生産開始から100年以上が経過し、連続式めっき設備導入・付着量制御技術の向上、材質の改善を通じて需要増に対応しました。また近年、亜鉛とアルミとの合金めっきなどの高耐食性めっきが開発され、耐久性の向上が図られるとともに、塗装原板に採用することで、建材分野の高度化するニーズに対応しました。更には化成処理に種々の特性を付与することで建材に加え、家電、自動車等、要求性能が高い需要分野が新たに創生されるなど、亜鉛系めっき鋼板は鉄鋼製品の中でも注目を集めているものの一つです。

亜鉛系めっき鋼板をより一層有効に使用いただく事を目的として当手引きでは1987年より、めっきの種類・特性・使用上の留意点などの基本的な事柄をご紹介します。前回(2014年)の見直し後、9年が経過しJISの改正も行なわれており、改正内容を反映した内容にすべく、改訂を行ないました。

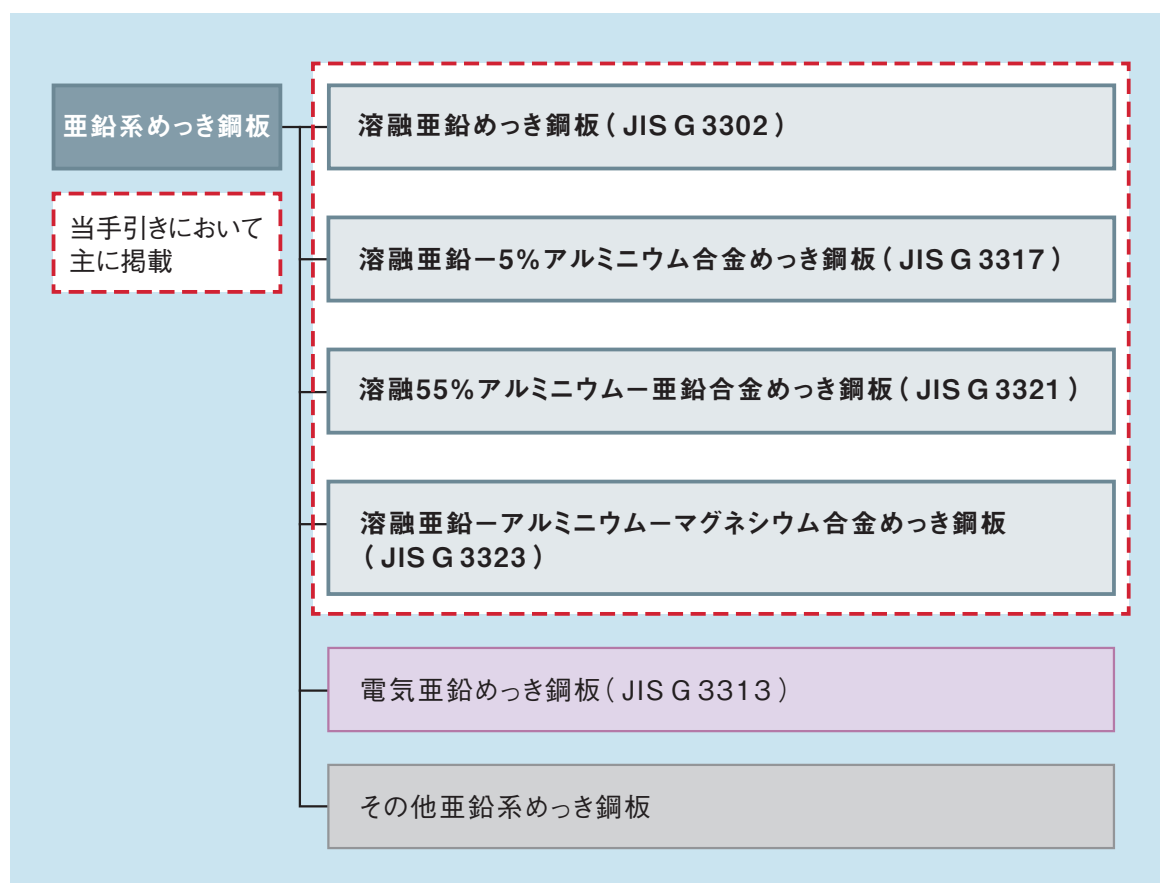
1. 主な変更点・追加点

- ① 2019年に大幅改正され2022年にクロメートフリー化された、JIS規格の内容を記載した。
- ② 統計データ等についてはできる限り最新のものに更新した。
- ③ その他、現状の実態に合わせた内容に修正した。

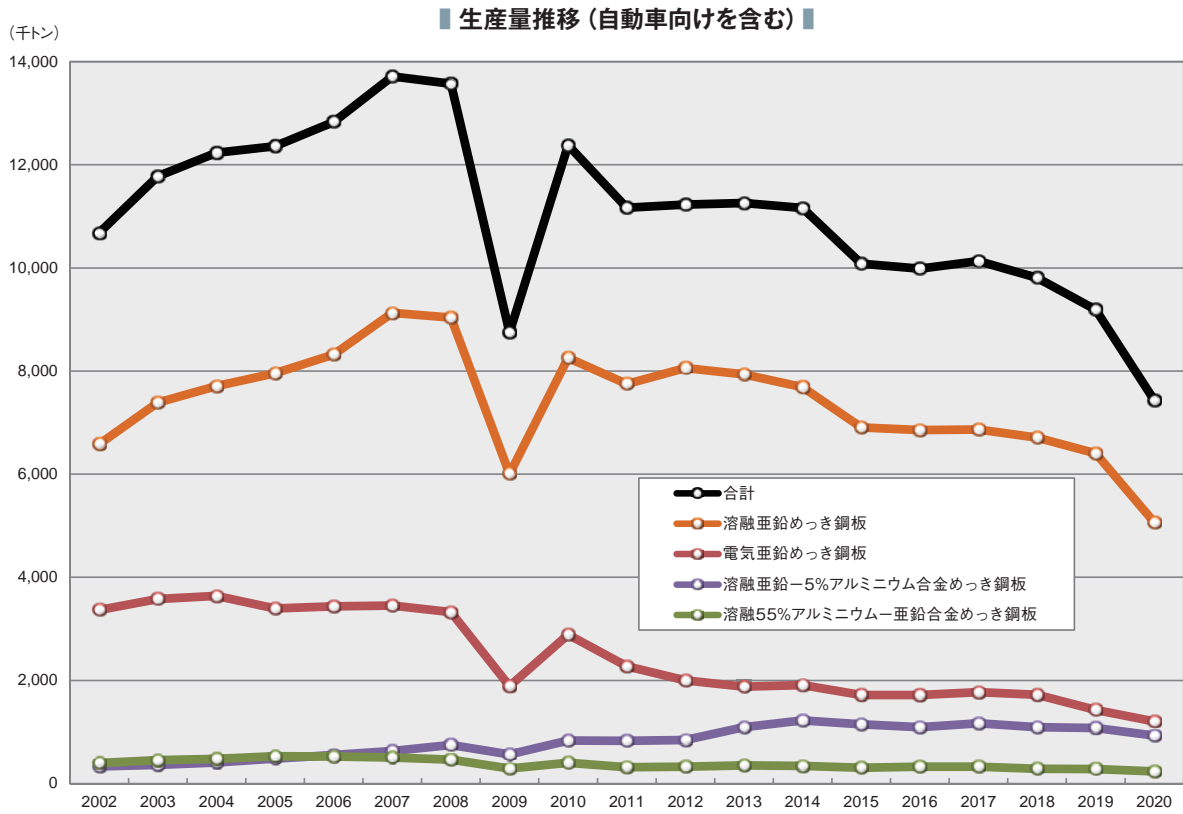
2. 亜鉛系めっき鋼板の表記について

1987年にJIS G 3302の名称が「亜鉛鉄板」から「溶融亜鉛めっき鋼板」に変更された後も残っていた「亜鉛鉄板」が最近ではほとんど呼称されなくなったことを受け、「亜鉛系めっき鋼板」と表記することとしました。

下記に「亜鉛系めっき鋼板」の分類を示します。

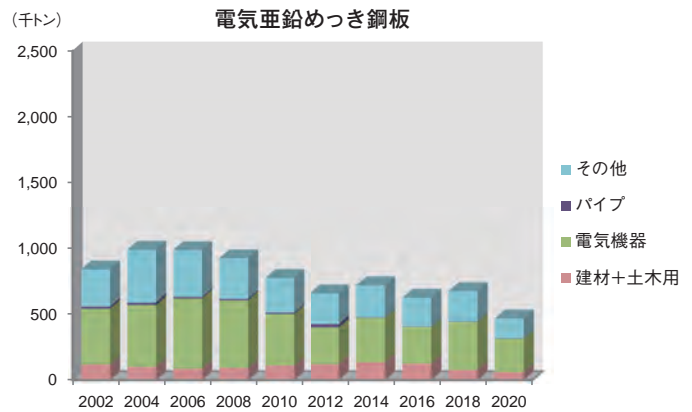
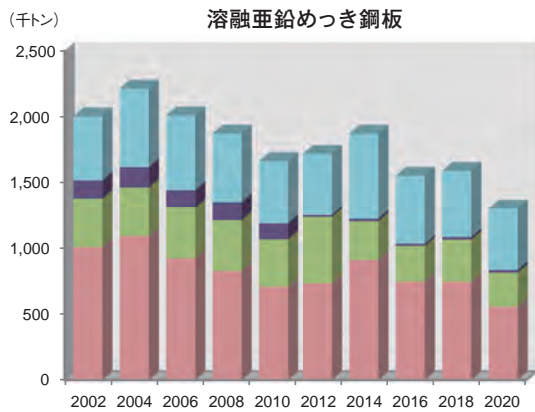


1 生産量・用途別生産比率推移（国内・暦年）

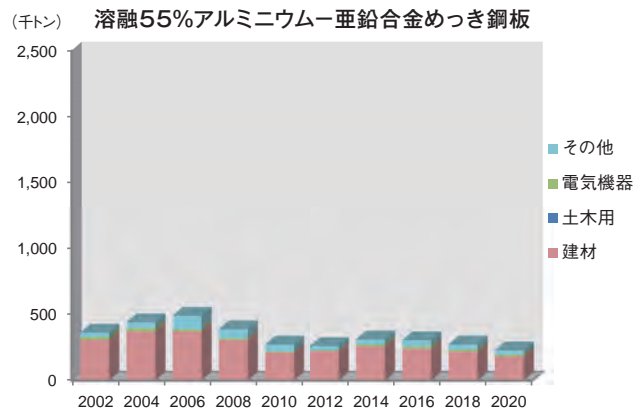
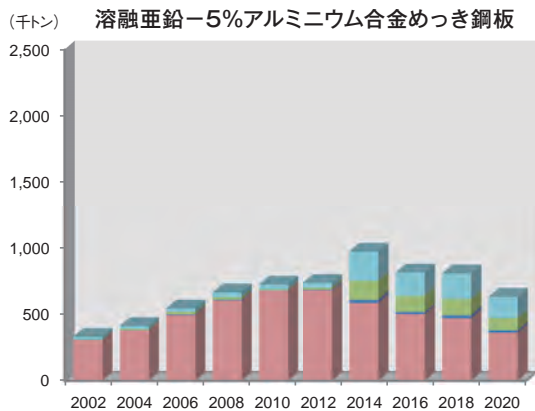


※ 溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板には、溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板を含む

■ 用途別生産量推移（自動車向けを除く）

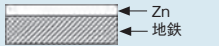


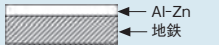



■ 用途別出荷量推移（自動車向けを除く）



2 こんな種類があります

亜鉛系めっき鋼板は次のように分類できます。

分類	皮膜構成	備考	
溶融亜鉛めっき鋼板	溶融亜鉛めっき鋼板 (非合金化) 亜鉛鉄板	 ← Zn ← 地鉄	JIS G 3302-2022
	溶融亜鉛めっき鋼板 (合金化)	 ← Zn-Fe ← 地鉄	
	溶融亜鉛-5%アルミニウム 合金めっき鋼板	 ← Zn-Al ← 地鉄	JIS G 3317-2022
	溶融55%アルミニウム- 亜鉛合金めっき鋼板	 ← Al-Zn ← 地鉄	JIS G 3321-2022
	溶融亜鉛-アルミニウム- マグネシウム合金めっき鋼板	 ← Zn-Al-Mg ← 地鉄	JIS G 3323-2022

分類	皮膜構成	備考
電気亜鉛めっき鋼板	 ← Zn ← 地鉄	JIS G 3313-2021

※本章におけるJIS規格に関する内容は、2022年12月時点の内容をもとに記載しています。最新のJIS規格をご参照ください。

各鋼板についての概要は以下のとおりです。

2.1 溶融亜鉛めっき鋼板(非合金化) JIS G 3302-2022

溶融亜鉛めっき鋼板は、古くはトタンの名称で屋根材等の建築材を中心とした分野で使用されてきましたが、最近では製造技術の進歩もあり、さまざまな分野にその用途が拡大されています。溶融亜鉛めっき鋼板の最も大切な機能、つまり「さびにくい」という点はよく知られており、亜鉛が多く付いている方が優れていることは言うまでもありません。最近では加工性・耐食性の点で優れたものや強度の高いものなどのメニューが充実化し、家庭電気製品や構造部材にも使われるようになりました。

溶融亜鉛めっき鋼板の表面には、スパングルと称する、亜鉛の結晶がキラキラした花模様となって鉄板の表面を覆っているものと、ミニマイズドスパングル、あるいはゼロスパングルと称する、亜鉛の結晶が小さく調整され均一な外観を呈するものがあります。

溶融亜鉛めっき鋼板の亜鉛皮膜は殆ど純亜鉛層で、特に薄目付製品は加工性に優れるので、厳しい加工を行う用途に使われます。この製品のJISは、1987年に従来の「亜鉛鉄板」から「溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯」に名称が変更され、内容も大幅に改正され、2019年・2022年にも更に改正が行なわれています。

2019年・2022年での主な改定内容は以下のとおりです。

- ① めっき浴成分が規定化された
- ② 適用する表示板厚を市場に反映させて修正
- ③ 注文書の確認が規定化された
- ④ クロメートフリー化された

■ 鋼板の種類

熱延原板	冷延原板
一般用	一般用
高強度一般用	硬質一般用
	紋り用 (1種、2種、3種、4種非時効性)
	高強度一般用

■ 用途及びめっき付着量の例

主用途	めっきの最小付着量(両面g/m ²)		後処理	表示厚さ	標準幅			
	めっきの付着量表示記号	3点平均最小付着量						
溶融亜鉛めっき鋼板	一般用	Z06*	60	無処理	0.11mm	610mm		
		Z08	80					
		Z10	100					
	硬質一般用	Z12	120	無塗油				
		Z14	140					
		Z18	180					
	紋り用 (1種、2種、3種、4種非時効性)	Z20	200	クロメートフリー処理			6.0mm	1829mm
		Z22	220					
		Z25	250					
		Z27	275					
		Z35	350					
		Z37	370					
高強度一般用	Z45	450	特殊処理					
	Z60	600						

※当事者間の協定

2.2 溶融亜鉛めっき鋼板(合金化) JIS G 3302-2022

溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)の亜鉛皮膜は殆ど鉄-亜鉛合金層、外観は全面均一な半光沢性の灰色を呈しております。溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)の特徴は、塗膜密着性及び溶接性に優れていることです。溶接性については、同めっき量の

■ 鋼板の種類

熱延原板	冷延原板
一般用	一般用
高強度一般用	硬質一般用
	紋り用 (1種、2種、3種、4種非時効性)
	高強度一般用

溶融亜鉛めっき鋼板に比べ、亜鉛による溶接電極の汚染が少なく、作業性においても優れています。

■ 用途及びめっき付着量の例

主用途	めっきの最小付着量(両面g/m ²)		後処理	表示厚さ	標準幅			
	めっきの付着量表示記号	3点平均最小付着量						
溶融亜鉛めっき鋼板	一般用	F04*	40	無処理	0.25mm	610mm		
		F06	60					
	硬質一般用	F08	80	無塗油				
							F10	100
	紋り用 (1種、2種、3種、4種非時効性)	F12	120	クロメートフリー処理			6.0mm	1829mm
		F18*	180					
高強度一般用			クロメートフリーのりん酸塩処理					
			特殊処理					

※当事者間の協定

2 こんな種類があります

2.3 溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板 (Zn-Al系) JIS G 3317-2022

溶融亜鉛めっき鋼板より耐食性に優れた溶融めっき鋼板として開発されたのが、この溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板です。

この合金めっき鋼板は、亜鉛の犠牲防食機能とアルミニウムの不動態化機能の両特性を兼ね備えており、溶融亜鉛めっき鋼板より耐食性に優れ、更に、塗装も容易に施せる特長があります。

この製品のJISは1990年10月に制定、さらに2019年・2022年に改正がありました。

主な改正点は以下のとおりです。

- ①めっき浴成分が規定化された
- ②適用する表示板厚を市場に反映させて修正
- ③注文書の確認が規定化された
- ④クロメートフリー化された

■ 鋼板の種類

熱延原板	冷延原板
一般用	一般用
高強度一般用	絞り用
	高強度一般用

■ 用途及びめっき付着量の例

	主用途	めっきの最小付着量(両面g/m ²)		後処理	表示厚さ	標準幅
		めっきの付着量表示記号	3点平均最小付着量			
溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板	一般用	Y04	34	無処理	0.25mm	610mm
		Y06*	60			
		Y08	80			
		Y10	100			
		Y12	120			
		Y14	140			
	絞り用	Y18	180	塗油	}	}
		Y20	200			
		Y22	220			
		Y25	250			
		Y27	275			
		Y30	275			
	高強度一般用	Y35*	350	クロメートフリー処理	}	}
		Y45*	450			
		Y60*	600			

※当事者間の協定

2.4 溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板 (Al-Zn系) JIS G 3321-2022

溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板は、質量比率で約55%のアルミニウムと1.6%のシリコン、残部亜鉛から成る合金めっき鋼板です。

この合金めっきは、アルミニウムと亜鉛の両方の特長[アルミの不動態化機能(耐食性)、耐熱性、熱反射性、亜鉛の犠牲防食作用]をあわせもった優れためっきです。さらに耐酸性にも優れているため、近年問題となっている酸性雨にも有利です。

このめっき鋼板は美麗(上品な銀白色)なスパンクルの外観であり、経済性にも優れた製品として、建築関係にとどまらず産業機器、電気機器、土木用途などに幅広く使用されています。

この製品のJISは1998年11月に制定され、その内容はJIS G 3302、3317をベースに作成されております。直近では2019年・2022年に改正がありました。

主な改正点は以下のとおりです。

- ①めっき浴成分が規定化された
- ②適用する表示板厚を市場に反映させて修正
- ③注文書の確認が規定化された
- ④化成処理はクロメートフリー種に統一化された

■ 鋼板の種類

熱延原板	冷延原板
一般用	一般用
高強度一般用	絞り用
	深絞り用
	高強度一般用

■ 用途及びめっき付着量の例

	主用途	めっきの最小付着量(両面g/m ²)		後処理	表示厚さ	板幅
		めっきの付着量表示記号	3点平均最小付着量			
溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板	一般用	AZ70*	70	無処理	0.25mm	610mm
		AZ90	90			
	絞り用	AZ120	120	塗油	}	}
		AZ150	150			
	深絞り用	AZ170	170	クロメートフリー処理	}	}
		AZ185*	185			
	高強度一般用	AZ200*	200	特殊処理	2.3mm	1400mm

※当事者間の協定

2.5 溶融亜鉛－アルミニウム－マグネシウム合金めっき鋼板（Zn-Al-Mg系） JIS G 3323-2022

溶融亜鉛－アルミニウム－マグネシウム合金めっき鋼板は、質量比率で5.0から13.0%のアルミニウム、2.0から4.0%のマグネシウム、その他元素の合計1.0%以下及び残部亜鉛からなるめっき浴で溶融めっきを行った鋼板です。

合金元素として新たにマグネシウムを添加しており、高耐食性を発揮します。

この製品のJISは2012年11月に制定され、その内容はJIS G 3302をベースに作成されております。

この製品の規格は2019年・2022年に改正がありました。

主な改正点は以下のとおりです。

- ①めっき浴成分が規定化された
- ②適用する表示板厚を市場に反映させて修正
- ③注文書の確認が規定化された
- ④クロメートフリー化された

■ 鋼板の種類

熱延原板	冷延原板
一般用	一般用
高強度一般用	硬質一般用
	絞り用 (1種、2種、3種、4種非時効性)
	高強度一般用

■ 用途及びめっき付着量の例

主用途	めっきの最小付着量 (両面g/m ²)		後処理	表示厚さ	標準幅	
	めっきの付着量表示記号	3点平均最小付着量				
溶融亜鉛めっき鋼板	一般用	(K06)	60	無処理	0.25mm	610mm
		K08	80			
		K10	100			
	硬質一般用	K12	120	無塗油	}	}
		K14	140			
		K18	180			
	絞り用 (1種、2種、3種、4種非時効性)	K20	200	クロメートフリー処理	}	}
		K22	220			
		K25	250			
		K27	275			
		K35	350			
		K45	450			
高強度一般用			特殊処理			

2.6 電気亜鉛めっき鋼板 JIS G 3313-2021

電気亜鉛めっき鋼板は、一見灰色で光沢は殆どありませんが、溶融めっきしたものに比べ表面の粗さがより均一な特徴があります。

電気亜鉛めっきは鋼板を高温に加熱することなしにめっきされますので、原板の材質を殆どそのまま受け継いでおり、

溶融めっきしたものに比べ同一規格材の加工性は良い傾向があります。

電気亜鉛めっき鋼板は亜鉛の付着量が少ないメニューが多いので、そのまま屋外へ暴露する用途には不向きです。

2021年に改正があり化成処理はクロメートフリー品のみとなりました。

■ 鋼板の種類

熱板原延	冷板原延
一般用	一般用
絞り用	絞り用
深用り絞	深用り絞
加工用	非時効性深絞り用
高加工用	非時効性超深絞り用
高用般一度強	絞用工加り
高用工加般一度強	加用工
	低降伏比型
	焼付硬化型

■ 用途及びめっき付着量の例

主用途	めっきの最小付着量 (片面) g/m ²		後処理	表示厚さ	
	片面付着量表示記号	等厚めっきの場合			
電気亜鉛めっき鋼板	一般用	EB	2.5	無処理	0.4mm
	絞り用	E8	8.5		
	深絞り用	E16	17		
	超深絞り用	E24	25.5		
	非時効性深絞り用	E32	34		
	非時効性超深絞り用	E40	42.5		
	高張力用				
低降伏比型			クロメートフリーのりん酸塩処理		
焼付硬化型			塗油		
高強度一般用			クロメートフリー処理		

注) 差厚めっき及び片面めっきが可能です。

コラム

溶融亜鉛系めっき鋼板のクロメートフリー化について

2022.12.20のJIS改正により溶融亜鉛系めっき鋼板のクロメートフリー化が完了しました

環境問題は近年益々社会から注目され、環境負荷物質である六価クロム(Cr6+)は、海外では多くの国でRoHS指令により規制されております。

日本鉄鋼連盟ではクロメートフリー^(※)処理の普及活動を実施してきましたが、溶融亜鉛系めっき鋼板の2022年12月20日のJIS改正でクロメート処理が削除され、対象規格のクロメートフリー化が完了しました。

塗装亜鉛系めっき鋼板についても一本化の予定です。

(※)クロメートフリーとは、化成処理に六価クロムを含まないことをいいます。

規格番号
JIS G 3302
JIS G 3317
JIS G 3323
JIS G 3321

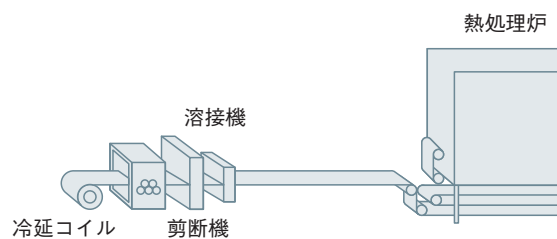
3 こうしてつくれます — 製造工程（代表例）

溶融亜鉛めっき鋼板



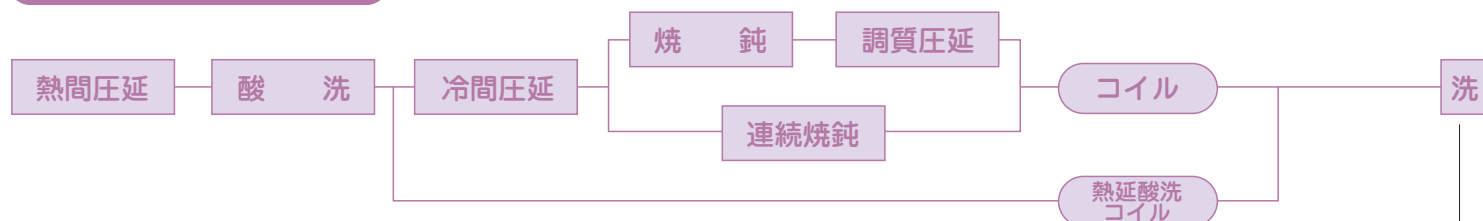
溶融亜鉛めっき設備

溶融亜鉛めっきライン



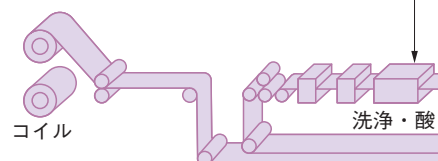
熱延
ルは
挿入
解除
気の
れま
温度

電気亜鉛めっき鋼板

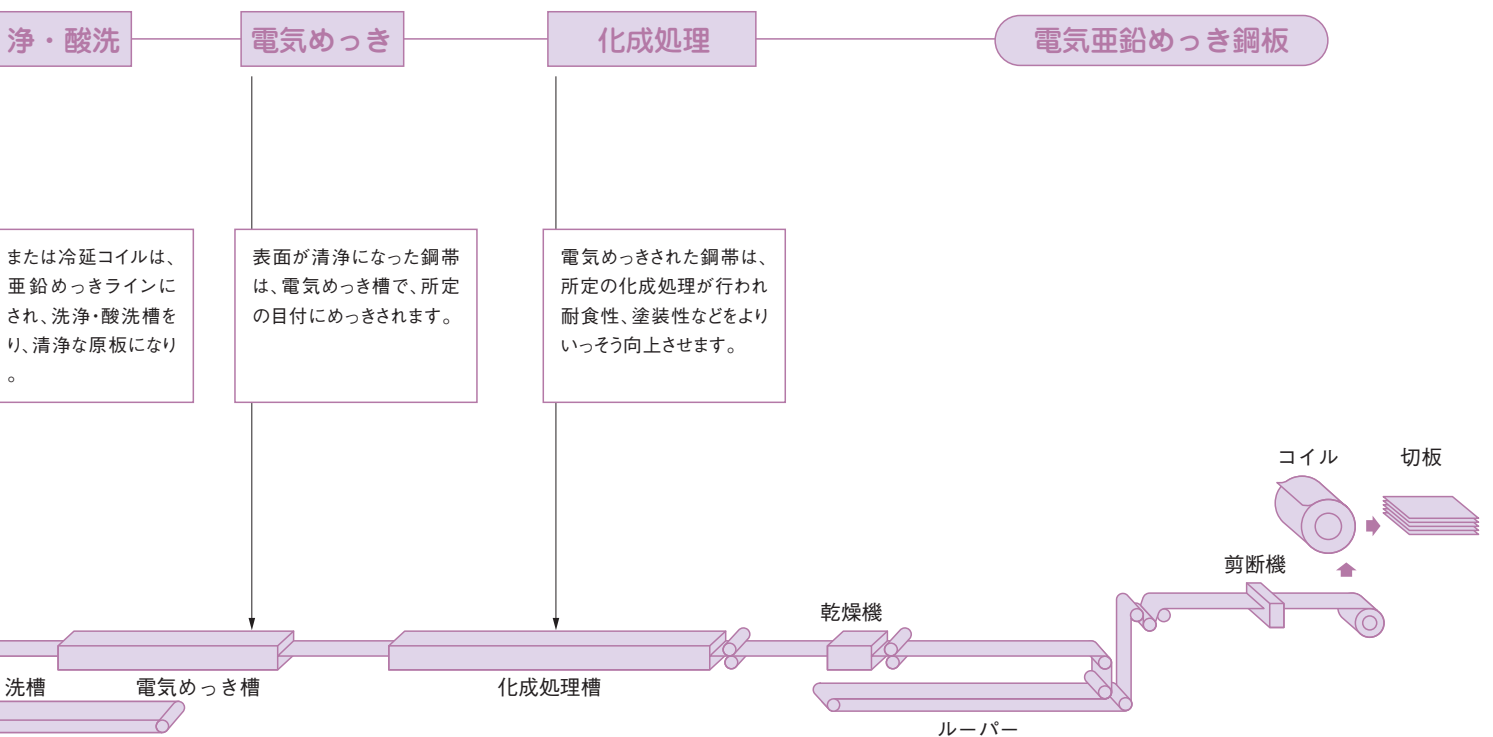
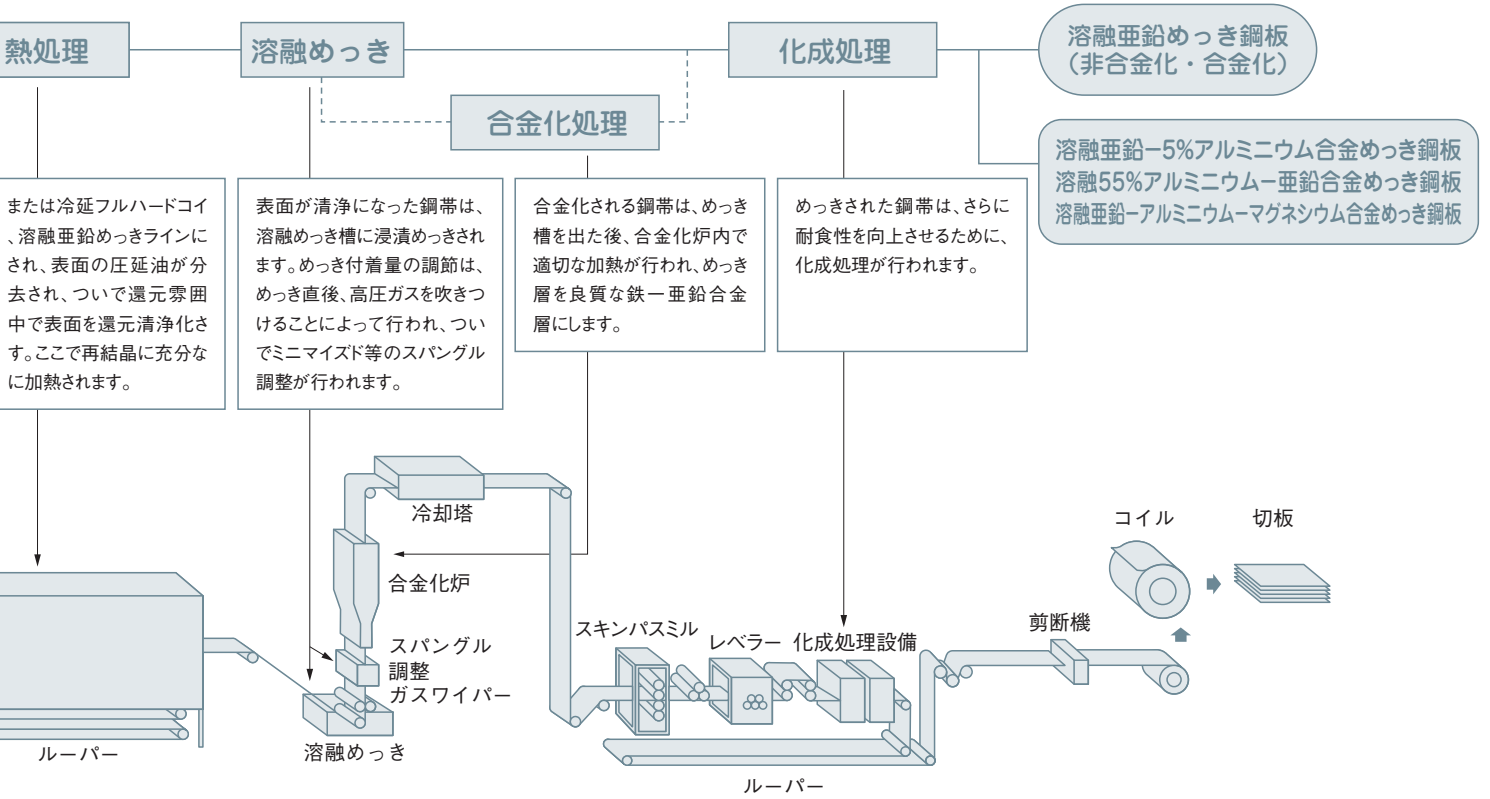


電気亜鉛めっき設備

電気亜鉛めっきライン



熱延
電気
挿入
とお
ます



4 こんな特性があります

4.1 耐食性

亜鉛めっきは、鉄を防錆する手段として金属めっきの中で最も耐食性と経済性に優れた手段です。

4.1.1 溶融亜鉛めっき鋼板（非合金化）の耐食性

(1) 亜鉛めっきの防食メカニズム

亜鉛系めっき鋼板が耐食性に優れているのは、次の二つの効果によるものです。

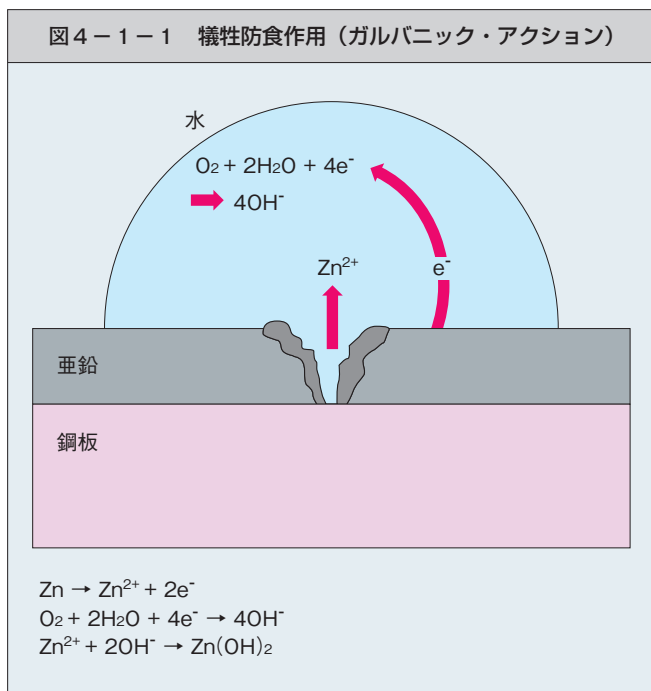
① 不動態皮膜の形成

亜鉛そのものは、活性な金属で大気中に暴露すると、初期にかなり速く空気中の酸素、炭酸ガス、水分と反応して水酸化亜鉛や塩基性炭酸亜鉛の薄い膜が表面に形成されます。これらの皮膜は緻密で安定しているため（不動態皮膜）、一旦、不動態皮膜が形成されると、亜鉛を腐食環境から遮断し保護します。

② 犠牲防食作用

表面キズや溶接部、切断面などで鉄が露出している部分では、亜鉛は鉄よりもイオン化傾向が大きいので亜鉛が犠牲溶解して酸化亜鉛となり、鉄が腐食するのを防ぎます。

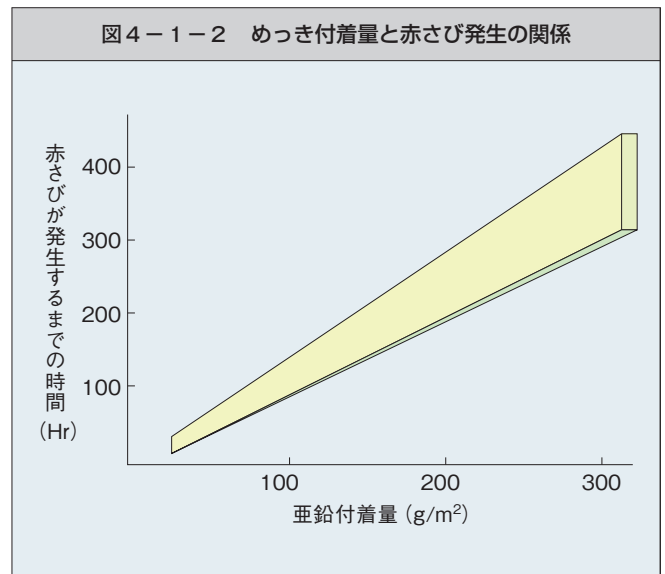
図4-1-1は、この犠牲防食の様子を示したもので、キズ近傍の亜鉛が消費されて鉄の赤さびの発生を抑制、防止します。



(2) めっき付着量、スパングルと耐食性

亜鉛系めっき鋼板の耐食性は、めっき付着量が多いほど優れています。また、水酸化亜鉛や塩基性炭酸亜鉛の不動態皮膜は、僅かですが破壊され亜鉛が消費されることが犠牲防食作用により徐々に亜鉛が溶解して行きますので、めっき付着量が多ければ、それだけ消失され尽くすまでの期間が長くなります。

図4-1-2は、塩水噴霧試験による赤さび発生までの時間を調べた例です。めっき付着量の増加によって、赤さびが発生するまでの時間が長くなることがお分かり頂けると思います。



スパングルは、めっき後、溶融状態から冷却する過程で発生する亜鉛の結晶模様のことで、花柄模様とも呼ばれています。この大きさは用途・お客様のお好みに応じて、大きいもの（レギュラスパングル）、小さいもの（ミニマイズドスパングル・ゼロスパングル）があります。

スパングルの大きさが亜鉛めっき量に差が生じることはありませんし、耐食性にも影響はありません。

(3) 化成処理と耐食性

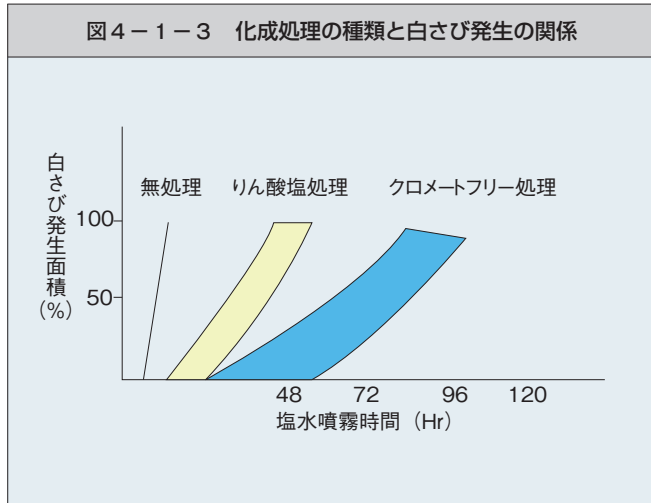
化成処理は亜鉛系めっきの酸化（白さび発生）防止・抑制、耐食性自体の向上、塗料密着性向上などの諸機能向上を目的に行われます。ここでは主に、耐食性関連をご説明します。

一般に亜鉛系めっき鋼板は、保管中の湿気や結露、水濡れ等により亜鉛の酸化皮膜が水と作用して白い外観を生じる場合があります。これは水酸化亜鉛（ $Zn(OH)_2$ ）で、結露などの場合に急速に生じるのは炭酸ガスが反応した塩基性亜鉛で、いずれも亜鉛の犠牲防食作用が働いた結果生じるものです（“白さび”と呼ばれる場合があります）。

この亜鉛の酸化物に伴う白い外観の発生防止・軽減の手段として、化成処理が行われます。通常、

- ①クロメートフリー処理
- ②クロメートフリーのりん酸塩処理
- ③特殊処理 のいずれかが行われています。

図4-1-3にその各処理法による白さび防止の効果を調査した例を示します。



化成処理の詳細については、巻末に示した各メーカーにご相談ください。

(4) オイルング(塗油)と耐食性

オイルングは、古くから最も簡便な短期の防食法として知られています。亜鉛系めっき鋼板の場合、加工工程でのオイルングの手間を省くとともに、保管中の白さび防止と加工後の塗装下地処理に有利とされています。

(5) 各種環境下での実暴露耐食性

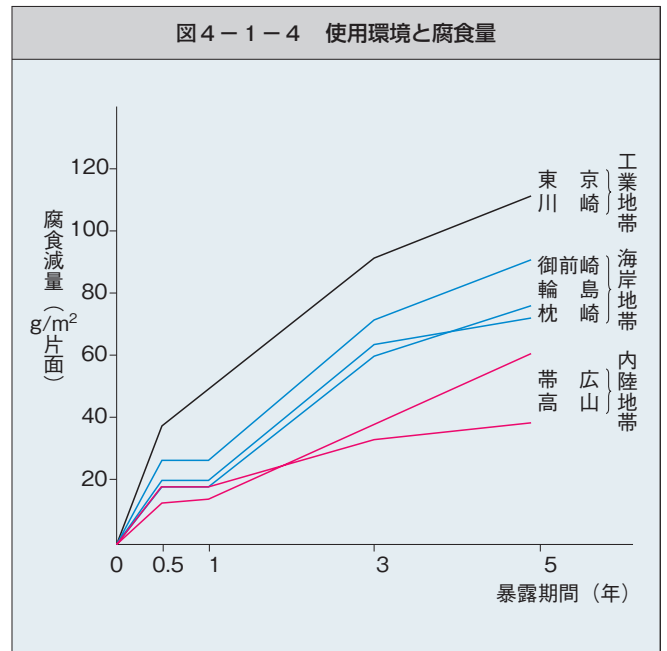
①屋外大気暴露

この条件における亜鉛系めっきの耐食性、つまり寿命は、使用環境とめっきの厚さ(付着量)によって決まります。ここで寿命とは、一定の割合(5%)の素地がさびるまでの期間をいうもので、亜鉛系めっき鋼板の板そのものの穴あきまでにはさらに長い年月がかかります。

均一なめっきであれば、一定の環境では寿命は亜鉛の付着量に比例し、そして同じ付着量のめっきの寿命は使用環境によって大幅に変わります。Z27の場合、寿命は大体下表程度と推測されます。

環境	内陸地帯	海岸地帯	都市部	重工業地帯
寿命(年)	12	6	8	4

都市、工業地帯では大気に亜硫酸ガスが含まれ、めっき上に結ぶ露や雨がやや酸性になるので寿命が短くなり、重工業地帯や特に腐食性ガスの多い場所での寿命は、さらに短くなります。上表の海岸とは、直接波しぶきの当たらない海岸に近い場所のことで、塩化物ができて腐食生成物が溶けやすくなります。日本における測定例を図4-1-4に示します。



②屋内暴露

屋外暴露の場合に比べ腐食進度がずっと小さくなり、一般的に同一付着量、同一地域の屋外暴露の5倍以上の寿命が期待できます。

③水中の腐食

水中の腐食は水質により大きな差があります。めっき面から完全に水中に浸漬している場合の例を見ますと次のとおりです。

- 淡水中 100g/m²/年間
- 蒸留水中 140g/m²/年間
- 海水中 150g/m²/年間

④促進試験での評価と耐食性の関係

耐食性の評価は、実際に使用される環境での暴露試験が最も良いのですが、時間を要しますので、促進試験も実施しています。

この促進試験と自然環境との相関については、きわめて難しい問題で海岸近くの環境と似ているという事は言えても実環境との寿命予測は困難です。促進試験はあくまでも供試材の比較試験であることをご理解ください。

4 こんな特性があります

(6) 切断面の耐食性

切断面(端面)は、切断時のめっき層のまわりこみ(かぶり; 写真4-1-1)が期待されるうえ、亜鉛の犠牲防食による防錆効果もあり、かなりの耐食性が期待できます。特に屋内のような使用環境であれば亜鉛の消耗も少ないので、熔融亜鉛めっき鋼板を使用すれば概ね実用には差しつかえありません。

ただし、より良い耐食性を期待される場合には、亜鉛粉末含有錆び止め塗料などで補修する事を推奨します。特に板厚が厚く切断面における鋼素地の露出が長い場合や、屋外など腐食が促進されやすい環境では注意が必要です。



写真4-1-1

屋外曝露後の亜鉛系めっき鋼板の亜鉛付着量
 片面 10g/m²
 板厚 0.8mm

4.1.2 熔融亜鉛めっき鋼板(合金化)の耐食性

合金化処理を行った亜鉛めっき皮膜は、いわゆる純亜鉛めっき皮膜に比べて亜鉛の反応機構がやや異なります。即ち亜鉛の消耗が始まると、表層部の鉄分濃度が高まり、これが酸化して、赤色(あるいは黄色)の腐食生成物が発生します。未塗装で使用された場合に、これが鉄地からの発錆と誤解されやすいのですが、合金化処理を行っためっき層の溶出速度は純亜鉛層より小さいと言われており、耐食性そのものは劣りません。合金化処理された熔融亜鉛めっき鋼板は塗料密着性が良好なので、塗装して使用することをおすすめします。

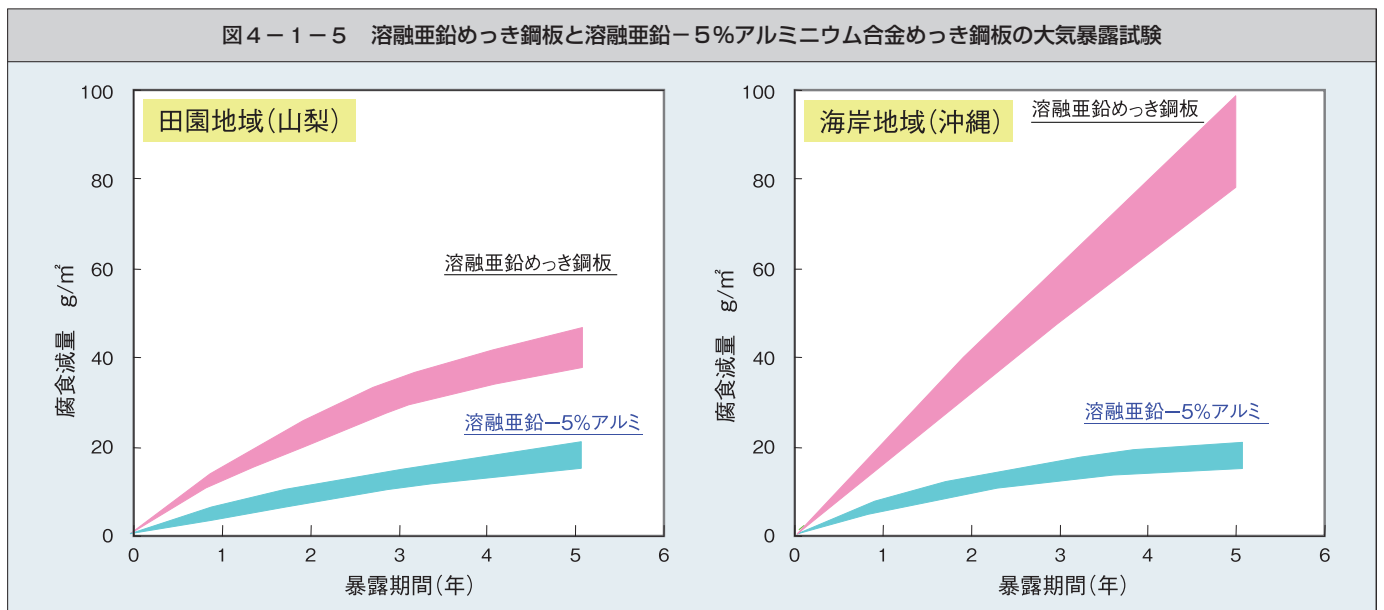
4.1.3 熔融亜鉛-5%アルミニウム-合金めっき鋼板

めっき層中に約5%アルミニウムを含む熔融亜鉛-アルミ合金めっき鋼板は、めっき層中にアルミニウムを含むために亜鉛の不動態皮膜より保護作用の強い亜鉛-アルミニウムの複合酸化物皮膜を形成して亜鉛の溶出速度を抑制し、例えば塩水噴霧試験の結果では同じめっき付着量の亜鉛めっき鋼板より約3倍の耐食性を示します。

実際の暴露試験では、田園地帯のようなマイルドな環境では経年後で亜鉛系めっき鋼板の約2倍、海岸地帯や工業地帯のような厳しい腐食環境では約2~3倍の耐食性を示します。

近年Mg等の微量元素の添加により耐食性を更に向上させており、実際の暴露試験では田園地帯のようなマイルドな環境では経年後で亜鉛めっき鋼板の約3倍、海岸地帯のような厳しい環境では4~5倍の耐食性を示します。(図4-1-5)

図4-1-5 熔融亜鉛めっき鋼板と熔融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板の大気暴露試験



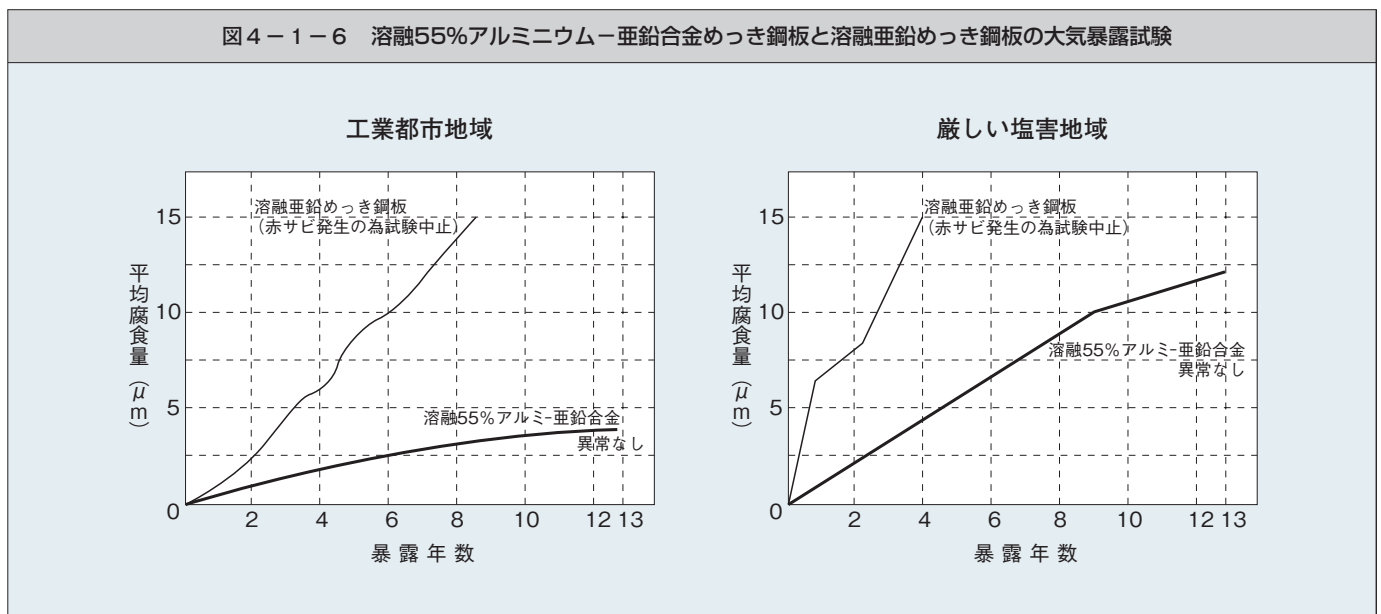
4.1.4 溶融55%アルミニウム－亜鉛合金めっき鋼板

質量比率で55%のアルミニウムと残部が亜鉛というバランスの結果、アルミニウム濃化層と亜鉛濃化層が網目状に存在する合金層になっています。アルミニウム表面には化学的に安定した緻密な酸化被膜が形成され、これが保護被膜(不動態化被膜)として作用し、鋼板をさびから守ります。亜鉛層は犠牲防食作用があるため、切断端部など鋼素地が露出した部分では近傍の亜鉛が鋼より先に溶け出し、腐食を抑制します。このように、アルミニウムのもつ不動態化作用と亜鉛

のもつ犠牲防食作用、両方の長所によって長期にわたり、鋼板のさびを防ぎます。

溶融55%アルミニウム－亜鉛合金めっき鋼板は、田園地区、工業都市地区、塩害地区、いずれの環境においても優れた耐食性を示し、特に厳しい塩害地域、工業都市地域では、溶融亜鉛めっき鋼板の3～6倍の耐食性があることが確認されています。(図4-1-6)

図4-1-6 溶融55%アルミニウム－亜鉛合金めっき鋼板と溶融亜鉛めっき鋼板の大気暴露試験



4.1.5 溶融亜鉛－アルミニウム－マグネシウム合金めっき鋼板

溶融亜鉛－アルミニウム－マグネシウム合金めっき鋼板は、マグネシウムの効果により、溶融亜鉛めっき鋼板、溶融亜鉛－アルミニウム合金めっき鋼板よりも緻密で附着性の高い保護皮膜(不動態化皮膜)が形成される事から、長期の耐食性能が発揮されます。切断端部においても、犠牲防食作用によりめっき層から溶け出したアルミニウム、マグネシウムを含む緻密な亜鉛系保護皮膜が鋼素地を覆うことにより優れた耐食性能を発揮し、曲げや絞りなどの加工部でも同様の性能を発揮します。

耐食性など各種性能の詳細については、製造各社のカタログ等を確認下さい。

4.1.6 各種促進試験における評価と実環境における耐食性との関係

耐食性の評価は、実際にご使用いただく環境での暴露試験が最も高精度ですが、極めて長時間を要する等の問題があり、一般的には促進試験法が採用されています。

これまでは、促進試験法としては塩水噴霧試験(SST)が一般的に広く採用されておりましたが、海岸近くの環境と似ているとは言えるものの、種々の実環境における寿命を予測しきれないということが判ってきました。

最近ではこれに替わる促進評価法として各種の複合サイクル試験が提案され、その一例としてサイクル腐食試験(JIS G 0594 JIS H 8502 K5600-7-9)などがあります。

塩水噴霧試験は、例えば、同じめっき種で性能比較を行うような場合には促進評価法として有効です。

よく目的をご理解されて評価されることをお勧めします。

4 こんな特性があります

4.2 加工性

4.2.1 亜鉛系めっき鋼板の加工性の特徴

熱延鋼板及び冷延鋼板は用途に応じて最適材質を選ぶことができ、簡単な曲げ加工から厳しい絞り加工まで広範囲な加工に使用されていますが、亜鉛系めっき鋼板では使用するめっき原板の加工性に加えてめっき層の加工性も考慮する

必要があります。電気亜鉛めっき鋼板と熔融亜鉛系めっき鋼板とではその製造方法が異なることにより加工性も表4-2-1に示すように特徴が異なります。

表4-2-1 亜鉛系めっき鋼板の加工性の特徴

種類		鋼板の加工性	めっき層の加工性	総合評価
溶融亜鉛めっき鋼板	非合金化	使用原板は、一般にめっきライン内の連続焼鈍で機械的性質が付与されます。めっきライン内の連続焼鈍は短時間での加熱、冷却となり、本来の工程を通った熱延鋼板、冷延鋼板に比べ加工性が劣ります。絞り加工用の原板を使用するか、特殊な処理を施した加工性の良い材料も製造されています。	表面は展延性のすぐれた純亜鉛層です。原板との境界面に沿って鉄と亜鉛の薄い合金層がありますが、その組成と厚さは厳しく管理されめっき層はく離することはありません。	一般品は熱延鋼板、冷延鋼板に比べ若干加工性が劣りますが特注品としては、加工性の良いものが製造されています。
	合金化		表面まで良質な鉄・亜鉛合金層を形成していますが純亜鉛層に比べ硬く、展延性が劣るため厳しい加工を受けると微細なキレツが入ったり合金層が微粉となることがあります（この現象をパウダリングと呼ぶ）。	パウダリング等により、非合金タイプに比べ若干加工性が劣ります。しかし、実用上問題になることはほとんどありません。
熔融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板			加工によるめっき層のクラックが少ない。	折り曲げ加工性に優れております。
電気亜鉛めっき鋼板	Zn	使用原板の機械的性質は、めっき工程より前の工程で付与されます。めっき工程では熱影響を受けないため熱延鋼板、冷延鋼板と同等の加工性をもっています。	展延性のすぐれた純亜鉛層をもち、脆弱な鉄・亜鉛合金層がなく、めっき層はく離することはありません。	熱延鋼板、冷延鋼板と同等の加工性をもっています。

詳しくは巻末に示した各メーカーにご相談ください。

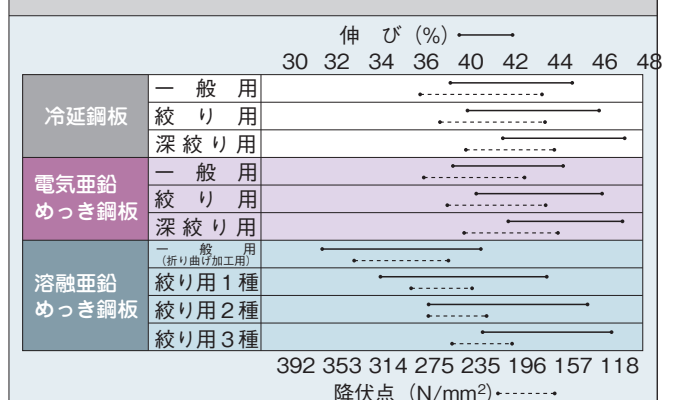
4.2.2 亜鉛系めっき鋼板の加工性

— 冷延鋼板との対比 —

溶融亜鉛めっき鋼板（一般用、絞り用1種、絞り用2種、絞り用3種）の加工性を伸びと降伏点で評価し、冷延鋼板、電気亜鉛めっき鋼板（一般用、絞り用、深絞り用）と比較して図示すると図4-2-1のようになります。

他に構造用として引張強さを向上させたメニューがありますが、加工性はやや低下します。

図4-2-1 亜鉛系めっき鋼板の機械的性質の一例(冷延鋼板との対比)



備考 1 上図は厚さ0.8mmについての機械的性質の例です。
2 溶融亜鉛めっき鋼板の場合、一般に機械的性質が冷延鋼板、電気亜鉛めっき鋼板と異なっており、同じ「絞り用」「深絞り用」の用語を使用するとまぎらわしいので「絞り用1種」、「絞り用2種」、「絞り用3種」としています。

4.2.3 加工上の注意

亜鉛系めっき鋼板は熱延鋼板、冷延鋼板に比べ多様な特性を有しますが、その特性を生かすために加工条件の設定にあたっては加工度、クリアランス、潤滑油等に十分ご配慮ください。

(1) しごき加工によるめっき層の損傷防止

非常に厳しい加工を受けると、表面の柔らかい純亜鉛めっき層がしごきを受けて削り取られ亜鉛カスが金型に付着したり、合金化処理溶融亜鉛めっき鋼板では鉄・亜鉛合金層が微粉となって金型に付着することがあります。これらの場合、耐食性が劣化するだけでなくプレス金型や材料の表面を傷つけることにもなります。

(2) めっき層を考慮したクリアランスの設定(板厚に対する注意)

亜鉛系めっき鋼板の呼称板厚は、原板厚さを示しますので実際の板厚はめっき厚さを加えたものになります。クリアランスの設定に際してはこの点にご注意ください。しかし電気亜鉛めっき鋼板では、めっき層が一般に薄いのでめっき厚さを考慮する必要は殆どありません。

なお、めっき付着量と相当のめっき厚さの関係は表4-2-2のとおりです。

(3) 亜鉛と反応しない潤滑剤の使用

潤滑油には塩素系、りん酸塩系等、亜鉛と反応するタイプがあり、このような場合、脱脂性、耐食性を損ないますので亜鉛に対し非反応タイプのものご使用ください。

表4-2-2 めっきの付着量表示記号と相当めっき厚さ
溶融亜鉛めっき鋼板の相当めっき厚さ

めっきの付着量表示記号	F04	Z06 F06	Z08 F08	Z10 F10	Z12 F12	Z14	Z18 F18	Z20	Z22	Z25	Z27	Z35	Z37	Z45	Z60	
相当めっき厚さ(mm)	両面	0.008	0.013	0.017	0.021	0.026	0.029	0.034	0.040	0.043	0.049	0.054	0.064	0.067	0.080	0.102

溶融亜鉛5%アルミニウム合金めっき鋼板の相当めっき厚さ

めっきの付着量表示記号	Y06	Y08	Y10	Y12	Y14	Y18	Y20	Y22	Y25	Y27	Y30	Y35	Y45	Y60	
相当めっき厚さ(mm)	両面	0.014	0.018	0.023	0.028	0.031	0.037	0.043	0.046	0.053	0.058	0.063	0.069	0.086	0.110

溶融5%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板の相当めっき厚さ

めっきの付着量表示記号	AZ70	AZ90	AZ120	AZ150	AZ170	AZ185	AZ200	
相当めっき厚さ(mm)	両面	0.026	0.033	0.043	0.054	0.062	0.067	0.072

溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板の相当めっき厚さ

めっきの付着量表示記号	区分	K06	K08	K10	K12	K14	K18	K20	K22	K25	K27	K35	K45	めっきのアルミニウム質量分率
		相当めっき厚さ(mm)	1	0.015	0.020	0.025	0.031	0.034	0.041	0.048	0.051	0.059	0.064	
	2	0.016	0.021	0.027	0.033	0.036	0.044	0.051	0.054	0.062	0.068	0.082	0.101	9.0%超 13.0%以下

電気亜鉛めっき鋼板の相当めっき厚さ

めっきの付着量表示記号	EB	E8	E16	E24	E32	E40	
相当めっき厚さ(mm)	片面	0	0.001	0.003	0.004	0.005	0.006

4.2.4 加工後の耐食性

厳しい加工を受けると表面の化成処理皮膜や亜鉛層の一部を損傷することがあります。この場合、塗料密着性および耐食性が若干劣化しますので、塗装用途では加工後に化成処理を行うか、ウォッシュプライマーを下地塗装し、また無塗装使用では必要に応じて防錆剤を再塗布することをおすすめします。

コラム

めっきの付着量と厚みの関係

亜鉛系めっき鋼板のめっき付着量は、溶融亜鉛系めっき鋼板の場合は、単位面積当りの両面合計の質量で、電気亜鉛めっき鋼板の場合は、単位面積当りの片面毎の質量で、それぞれ表示します。

従って、例えば溶融亜鉛めっき鋼板の厚みは次の式で算出できます。

$$\text{両面のめっき厚さ(mm)} = \frac{\text{両面の付着量(g/m}^2\text{)}}{7.14} \times 10^{-3}$$

(注) 亜鉛の比重=7.14

めっきの厚みは、プレス加工時のクリアランスの設定に際して考慮する必要があります。特に厚目付の亜鉛系めっき鋼板を加工の際は、上記加工上の注意(1)~(3)にご注意ください。

4 こんな特性があります

4.3 塗装性

亜鉛系めっき鋼板の使用例(2.項参照)をご覧いただければわかるように、亜鉛系めっき鋼板は塗装して使用される場合がかなりあります。従って、亜鉛系めっき鋼板には

- ① 塗装表面の仕上りが美しい
- ② 塗料の密着性が良い
- ③ 塗装後の耐食性が良い
- ④ 塗装作業性が容易である
- ⑤ 塗装費用が安値である

ことが望まれる場合が多くあります。以下、これらについて一般的な解説をします。

4.3.1 塗装方法

(1) 工場塗装の場合

一般的には亜鉛系めっき鋼板は切断、折り曲げ、プレス成型、溶接等の工程を経た後塗装されます。この塗装工程はめっきの種類と後処理によって変わります。その代表例を図4-3-1に示しました。

なお、塗装にはスプレー、浸漬、静電、粉体、アニオン電着、カチオン電着塗装等種々の方法があり、塗料の種類によっては自然乾燥状態で乾燥する場合があります。塗装用として推奨できるものとして、亜鉛系めっき鋼板の中では溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)が、電気亜鉛めっき鋼板ではりん酸塩処理されたものがあります。両者とも前処理の一部あるいは全部を省略することもできます。

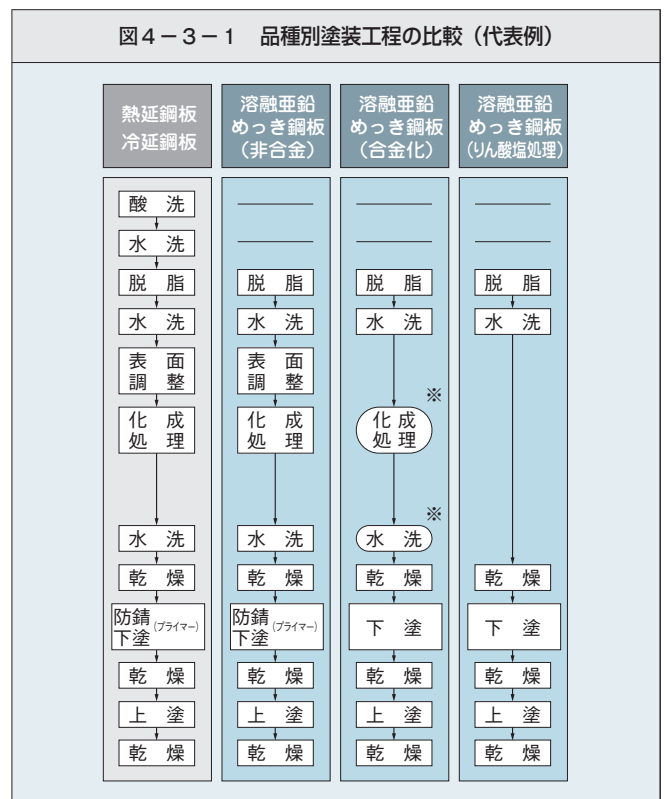
なお、溶融亜鉛めっき鋼板のうちの溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板、溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板、及び溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板も塗装製品として使用されていることはご存知のとおりです。

(2) 現場塗装の場合

大型建築建造物等では、部材を工場で下地塗装(処理)・部分塗装(補修)する以外は、完全な工程での塗装は困難な場合が多く、その場合、簡易脱脂、サビ落とし、ショットブラスト等の後、スプレー又ははけ塗り等の方法で塗装が行われます。

以下塗装工程の必要な理由と、亜鉛系めっき鋼板の特性を対比して説明します。

図4-3-1 品種別塗装工程の比較(代表例)



※不要な場合もあります。

4.3.2 塗装製品の耐食性と塗膜密着性

塗膜性能を示す尺度には、耐変色、耐薬品、耐摩耗、耐汚染等鋼板自体よりも使用される塗料の性能との関連が主体となります。しかし、ここでは、それらを省略し鋼板との関連性が強い「耐食性」、「塗膜密着性」についてのみ述べます。次の表4-3-1、表4-3-2は使用原板別に前処理、塗料種類

と耐食性との関連を調査した結果の一例を示すものです。

図4-3-2、図4-3-3に塗装後、大気暴露テストによるクロスカット部からの赤さび発生状況、塗膜ふくれ等の結果を示します。

表4-3-1 塗装品の耐食性能（自然乾燥型メラミンアルキッド樹脂塗料）

鋼板の種類			平板部				クロスカット部			
原板	りん酸塩処理	プライマー塗装	屋外暴露試験		塩水噴霧試験		屋外暴露試験		塩水噴霧試験	
			6か月	1年	200時間	400時間	6か月	1年	200時間	400時間
冷延鋼板	有	有	◎	◎	○	△	○	△	△	×
		無	△	×	△	×	×~△	×	△	×
	無	有	○	△	△	×	△	×	△	×
		無	△	×	×	×	×	×	×	×
溶融亜鉛めっき鋼板（非合金）	有	有	◎	◎	◎	○	◎	○	○	△
		無	◎	△	○	△	○	△	△	△
	無	有	◎	○	○	△	○	△	△	×
		無	△	×	△	×	△	×	×	×
溶融亜鉛めっき鋼板（合金化）	有	有	◎	◎	◎	○	◎	○	○	△
		無	◎	○	○	△	○	△	△	△
	無	有	◎	○	○	△	○	△	△	△
		無	△~○	×~△	△	×~△	△	×	△	×

評価
 （平板部）
 ◎ 異常なし
 ○ 微小ふくれ
 △ ふくれ
 × サビ

 （クロスカット部）
 ◎ 異常なし
 ○ ふくれ幅1mm以下
 △ ふくれ幅5mm以下
 × ふくれ幅5mm超

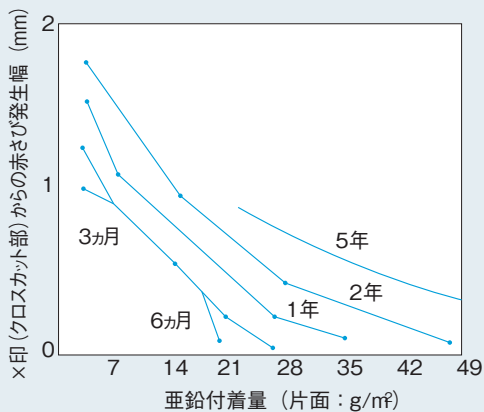
表4-3-2 塗装品の耐食性能（焼付型アクリル樹脂塗料）

鋼板の種類			平板部				クロスカット部			
原板	りん酸塩処理	プライマー塗装	屋外暴露試験		塩水噴霧試験		屋外暴露試験		塩水噴霧試験	
			6か月	1年	200時間	400時間	6か月	1年	200時間	400時間
冷延鋼板	有	有	◎	◎	○	△	○	△	△	×
		無	△	△	△	×	×	×	×	×
	無	有	○	△	△	△	△	×	△	×
		無	△	×	×	×	×	×	×	×
溶融亜鉛めっき鋼板（非合金）	有	有	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○
		無	◎	○	◎	○	○	△	○	△
	無	有	◎	○	◎	○	○	△	◎	△
		無	△	△	○	△	△	×	△	×
溶融亜鉛めっき鋼板（合金化）	有	有	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○
		無	◎	○	◎	○	○	△	○	△
	無	有	◎	○	◎	○	○	△	◎	△
		無	○	△	○	△	○	×	△	×

評価
 （平板部）
 ◎ 異常なし
 ○ 微小ふくれ
 △ ふくれ
 × サビ

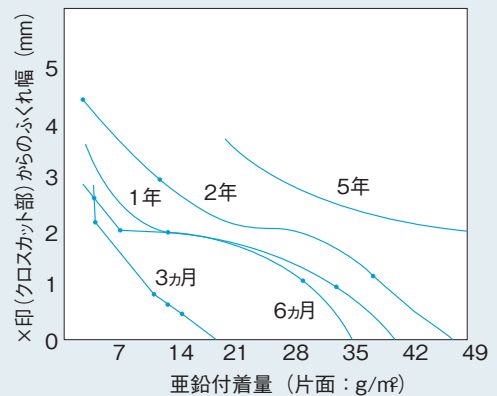
 （クロスカット部）
 ◎ 異常なし
 ○ ふくれ幅1mm以下
 △ ふくれ幅5mm以下
 × ふくれ幅5mm超

図4-3-2 亜鉛付着量と赤さび発生幅との関係



（暴露テスト・メラミンアルキッド樹脂塗料・30μ塗装後）

図4-3-3 亜鉛付着量とふくれ幅との関係



（同左）

4 こんな特性があります

以上をまとめると次のようになります。

要因	評価 (結果)
原板の種類	<ul style="list-style-type: none">● 亜鉛系めっき鋼板を使用することにより、耐食性は格段に向上します。● 特に苛酷な取扱いにより、塗膜及び鋼素地まで傷がついた場合でも、亜鉛の防食作用により良好な耐食性が得られます。
前処理の影響	<ul style="list-style-type: none">● りん酸塩処理又はプライマー塗装を行うことにより、塗膜の密着性の向上があり耐久性は大幅に向上します。● 両者を併用すれば、その効果は相乗され大きくなります。
亜鉛付着量の影響	<ul style="list-style-type: none">● 亜鉛付着量が多くなれば、それに比例して耐久性は向上します。しかし無塗装の場合と異なり、塗装製品の耐久性と亜鉛付着量は単純には比例しません。(塗料の種類(性能)による差もあります。)

4.3.3 塗装前処理

塗装品の耐食性と塗膜密着性には、前処理が大きく影響します。良好な耐食性を得るためにはどのような処理が必要か順を追って説明します。

(1) 脱脂

鋼板メーカーが出荷する亜鉛系めっき鋼板の中には、防錆用に塗油したものがあり、また、加工作業中に潤滑油や手脂が付着することもあります。これらの油脂類は塗料の密着性を妨げますから、塗装に際し十分に除去しておく必要があります。これは全ての亜鉛系めっき鋼板の塗装に共通することです。

脱脂方法としては、溶剤脱脂(但し、溶剤脱脂は法規制にご注意ください。)、中性洗剤、弱アルカリ性脱脂剤による脱脂等が良好です。強アルカリ脱脂は亜鉛めっき表面を著しく損傷することがありますので使用は避けてください。どうしてもアルカリ系脱脂剤を使用する場合には、脱脂後の湯洗、水洗を充分に行い、脱脂剤が塗装面に残らないように注意してください。

大型構造物では、止むを得ず洗浄シンナー等により脱脂する場合がありますが、溶剤は出来るだけ清浄なものをご使用ください。汚れたものでは、それが逆に薄い汚れた皮膜を鋼板の表面に付着させることになり、塗装不良(塗膜密着性不良)を起こすことがありますのでご注意ください。

脱脂が十分成されているか否かを確認する簡単な方法は、脱脂処理した製品(鋼板)表面を水で濡らしてみること、水の膜がはじける場合は脱脂が不完全であると判断できます。

(2) 化成処理

亜鉛系めっき鋼板の耐食性の項で述べたように、亜鉛は鉄よりも活性の高い金属ですので、塗装後の耐食性を向上させるには、この活性な状態を少し弱くする必要があります。

(2)-1 クロメートフリー処理材

材料保管中の一時防錆ないし亜鉛系めっき面の耐食性向上を目的とした処理で、環境対応で六価クロムを含まない処理剤が使用されています。

なお、2022年のJIS規格改正でクロメート処理材は削除され、クロメートフリー処理材となりました。

(2)-2 特殊処理

亜鉛めっき面の耐食性が極めて良好なもの、塗装下地として極めて優秀な性能を持つもの等各種の特殊処理品(後処理)が開発製品化され、それぞれの特性を活かした用途の選定が行われています。

4.3.4 塗装仕上がり

亜鉛系めっき鋼板は、表面の均一性に特に留意して製造されています。従って冷延鋼板と同様に美しい塗装仕上がりが得られます。但し、塗装皮膜が薄い場合は下地面の影響が塗装面に現われ、冷延鋼板の塗装とツヤが異なってくる場合が

ありますので、各種原板を組合わせて使用される場合には、予めテスト塗装を行い確認し使用する等の配慮をして頂くようお願いいたします。

4.3.5 塗料の選択

亜鉛系めっき鋼板は殆どの鋼板用塗料を使用することができます。

塗装後の使用目的によっては、この他に耐候性、耐熱性、耐汚染性、耐摩耗性、耐傷付性、耐薬品性等の必要な場合があります。各種塗料の性能を表4-3-3に示します。

塗装方法、使用鋼板の決定も含め、詳細は各メーカーにご相談ください。

表4-3-3 各種塗料の性能評価

性能 塗料系	乾	作	硬	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐
	燥	業	度	熱	磨	候	水	塩	油	溶	酸	アルカリ
	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性	性
油性系塗料	×	◎	△	△	○	×	×	×	△	×	×	×
フタル酸樹脂塗料	○	◎	○	△	○	△	△	△	△	△	△	×
アクリル樹脂塗料	◎	○	○	△	◎	○	○	○	△	△	○	○
ポリウレタン樹脂塗料	○	△	○	○	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
アクリルシリコン樹脂塗料	○	△	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ふっ素樹脂塗料	○	△	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

評価；◎ 優 ○ 良 △ やや劣る × 悪

4 こんな特性があります

4.4 溶接性

亜鉛系めっき鋼板の溶接及びろう付については、表4-4-1に示す方法が一般的に採られています。

以下に、それぞれについて簡単な解説をしますので使用上の参考にしてください。

表4-4-1 一般的な接合方法の種類

		種類
溶接	抵抗溶接	スポット溶接、シーム溶接、 プロジェクション溶接
	アーク溶接	被覆アーク溶接、炭酸ガスアーク溶接、 MAG溶接、MIG溶接

4.4.1 塗装方法

4.4.1-1 抵抗溶接

(1) スポット溶接

スポット溶接は、図4-4-1に示すように、重ね合わせ面に電流を通し、ジュール加熱により、発熱、融合させるものです。

溶接性に直接影響する要因は、次のように整理できます。

- ①母材に関する因子……鋼板の強度(硬さ)
鋼板の固有電気抵抗
- ②めっき皮膜に関する因子……めっきの固有電気抵抗
めっきの融点
めっきの膜厚
- ③溶接条件に関する因子……電極の加圧力
電極先端の形状

各種亜鉛系めっき鋼板のスポット溶接についての注意事項をまとめると、次のようになります。

〔電気亜鉛めっき鋼板・溶融亜鉛めっき鋼板〕

- (1) 亜鉛めっき層は、軟いので電極加圧力により、もともと比較的大い面積で板面が接触する上に、初期の通電によって融点の低い亜鉛が溶接し加圧されていることと相まって、板面での接触面積(通電面積)が広がり、電流

密度が低下します。即ち、めっきしていない鋼板は、電流の分布状態が図4-4-2 Aのようになりますが、亜鉛系めっき鋼板では同図Bのようになり、電流密度が低く発熱量が減少することになります。この程度はめっき付着量が増すほど大になり、薄めっきの電気亜鉛めっき品では比較的影響は少なく、溶接は容易になります。

- (2) 亜鉛系めっき鋼板の溶接性は、熱延鋼板や冷延鋼板に比べると、連続溶接性(電極手入れなしで、強度低下をもたらさず連続して溶接できる量)がいくらか劣り、この傾向はめっき付着量が増すほど強くなります。これは溶接時に亜鉛がピックアップされて電極に付着するため、電極が損傷しやすいからです。

〔合金化処理された溶融亜鉛めっき鋼板、各種合金めっき鋼板〕

溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)および亜鉛-ニッケル系、亜鉛-鉄系電気合金めっき鋼板は前記亜鉛系めっき鋼板に比べ、一般的にはめっき層が硬く、融点も異なるため、溶接条件および連続溶接性も異なります。

但し、詳細な溶接条件については、めっき層の合金組成により若干異なりますので、巻末に示した各メーカーにご相談ください。

図4-4-1 スポット溶接方法

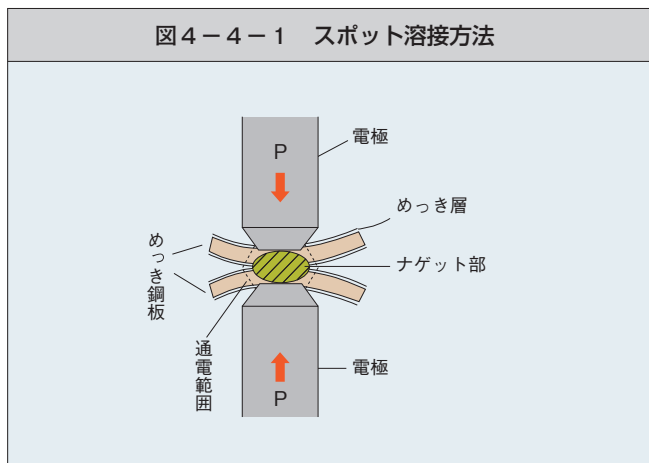
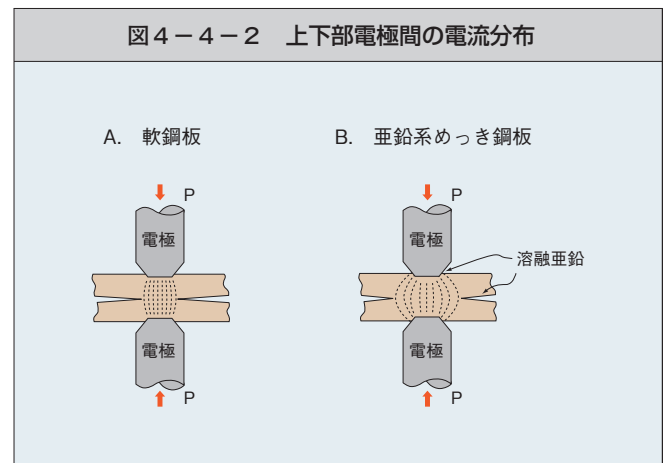


図4-4-2 上下部電極間の電流分布



〔各種化成処理〕

通常、塗油、クロメート処理、クロメートフリー処理、りん酸塩処理が行われていますが、クロメートフリー処理、りん酸塩処理は電気抵抗が高くなる傾向があるため、無処理に比較し

て溶接条件を高加圧力側で選ぶことをおすすめします。

また溶接条件の一例を表4-4-2に示します。詳細は、巻末に示した各メーカーにご相談ください。

表4-4-2 スポット溶接条件の一例

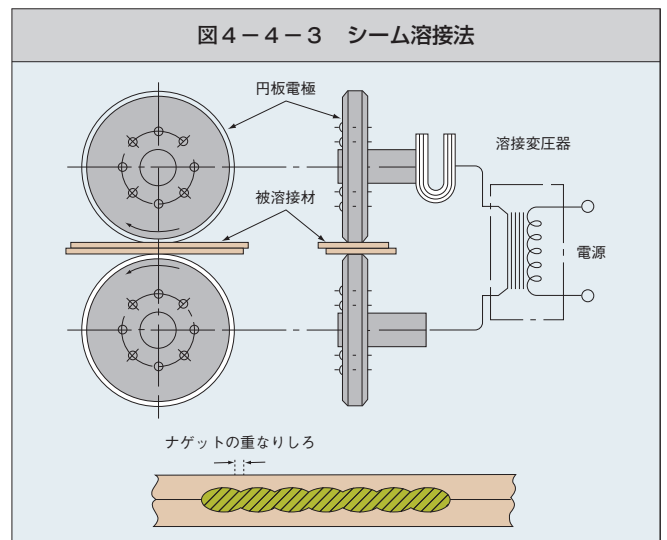
		化成処理	亜鉛付着量 (g/m ² 片面)	板厚 (mm)	電極先端径 (mm)	通電時間 (サイクル)	加圧力 (N)	溶接電流 (KA)	引張勢断強度 (N/溶接点)
電気亜鉛めっき鋼板	塗油		15/3	0.5	4.0	6	981	8~9	1961以上
			15/15	0.8	5.0	13	1373	11~13	3923以上
			10/10	1.0	5.0	13	1765	11~13	5394以上
	りん酸塩処理		15/3	0.5	4.0	6	981	7~9	1765以上
			10/10	1.0	5.0	13	1765	11~13	5394以上
			10/10	1.6	6.0	14	2942	12~14	11768以上
	クロメート処理		15/15	1.0	5.0	13	1765	11~13	5394以上
		15/15	1.6	6.0	14	3530	12~15	10787以上	
溶融亜鉛めっき鋼板	非合金化	塗油	60/60	0.8	5.0	7~10	1471~1863	9~12	3923以上
			90/90	1.6	6.0	15~20	1961~2942	14~15	10787以上
		りん酸塩処理	90/90	0.6	4.0	8~10	883~1471	9~10	2942以上
			60/60	0.8	5.0	7~10	1667~2157	8~10	3923以上
	クロメート処理	90/90	0.6	4.0	8~10	686~1275	9~10	2942以上	
		60/60	0.8	5.0	7~10	1471~1961	8~10	3923以上	
	合金化	塗油	90/90	0.8	5.0	7~10	1226~1961	7~10	3923以上
			90/90	1.6	6.5	13~20	2942~3923	11~13	9807以上
		クロメート処理	90/90	0.8	5.0	7~10	1226~1961	7~10	3923以上
			90/90	1.0	5.5	9~14	1961~2452	9~11	5394以上
	90/90	1.6	6.5	13~20	2942~3923	11~13	10297以上		
溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板	塗油		75/75	0.8	4.5	10	1961	7~10	4903以上

(2) シーム溶接

シーム溶接は図4-4-3に示すように、一對の回転円板電極により加圧・通電し、電極を昇降することなく連続的にスポット溶接していく方法です。スポット溶接に比べ、電極と板との接触面積が大きいため、1.5~2倍の溶接電流が必要です。

熱延鋼板・冷延鋼板と比較した亜鉛系めっき鋼板の溶接上の注意事項は、まとめると以下のようになります。

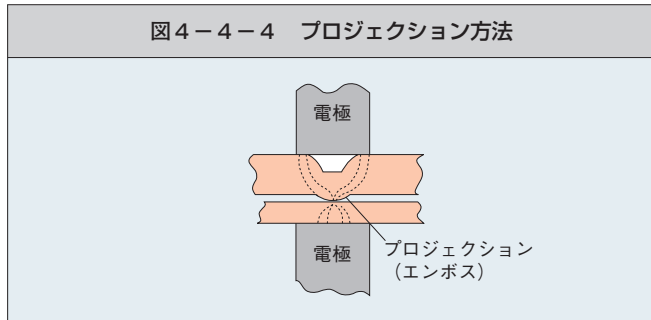
- 溶接電流は高目に設定してください。
加圧力を増すことで気泡や内部欠陥を抑制できます。
- 断続電流の採用をおすすめします。また、通電一休止の比は大きくする方が良好な溶接部が得られます。
- ナール駆動方式の採用で電極の寿命が長くなります。
- 電極の水冷は十分に行ってください。



4 こんな特性があります

(3) プロジェクション溶接

プロジェクション溶接はスポット溶接の一変形で、溶接物に突起(プロジェクションまたはエンボスという)を作り、図4-4-4に示すように突起部に電流および加圧を集中させるものです。



また亜鉛めっき層のピックアップにより電極チップ先端が汚損されることも少なく、溶接点数の増加とともに溶接部の強度が大きく低下することはありません。

4.4.1-2 アーク溶接

一般に亜鉛めっき鋼板は、熱延鋼板や冷延鋼板に比較して溶接性が悪くなります。即ち、溶接部近傍の亜鉛がアーク熱により酸化亜鉛のヒュームや亜鉛蒸気となり、作業環境を悪化させるとともにアークを不安定にし、スパッターの増大、アンダカット、ブローホールの発生等の現象を生ずるためです。

この傾向は、目付量が厚くなるほど著しく、薄目付の電気めっき系では殆ど熱延鋼板や冷延鋼板と同条件で作業が可能ですが、厚目付材では適正条件が狭くなります。

しかしながら、溶接作業を適正に行えば良好な溶接が可能です。手溶接棒としては、熔融金属の流動性の良いものとして、塩基度の高い被覆を有するJIS D 4316(低水素系)、D 4303(鉄粉・ライム・チタニア系)またはD 4313(高酸化チタン系)をおすすめします。また、亜鉛系めっき鋼板用の半自動溶接ワイヤーとして、JIS Z 3312 YGW14(CO₂ガスシールドアーク溶接用)および、YGW17(80%Ar+20%CO₂ガスシールドアーク溶接用)が商品化されています。

4.4.1-3 その他注意事項

(1) 溶接部の耐食性と補修

一般に抵抗溶接においては、溶接時に亜鉛が電極で押し出され、また電極にピックアップしたり気化する結果、溶接部の亜鉛が薄くなり、溶接部の耐食性はもとの面に比べて悪くなります。アーク溶接においても、亜鉛の焼損した溶接部の耐食性が劣化するのを避けられません。しかし、普通は亜鉛がある程度残留又は溶け込むため、めっきしていない鋼板よりかなり耐食性は良いと言われています。なお、溶接部にジンクリッチペイント等の亜鉛粉末含有塗料を塗布すれば、一層の耐食性を得られます。

(2) 溶接作業時の注意事項

溶接時には、その時発生する熱により溶接棒(または溶接ワイヤー)および母材が熔融分解し、白煙状の溶接ヒュームが発生します。亜鉛系めっき鋼板の溶接の場合は、酸化亜鉛(ZnO)及び酸化鉄(Fe₂O₃)を主成分としたヒュームが発生しますが、その濃度は亜鉛付着量が多いほど高く、かつ溶接を行う場所の条件や作業者の位置によって大きく異なります。一般的には、日本産業衛生協会が勧告している酸化亜鉛ヒュームの許容濃度である5mg/m³以上の作業環境に晒されることはまずありませんが、排気設備を設置するか、通風の良い場所で作業を行うようにすることをおすすめします。単に窓を開けると言った簡単な換気でも非常に効果があります。

その他一般的な注意事項として、溶接機の点検や保守に当たっては主電源スイッチを切っておくこと、溶接塵からの保護のため、必要な保護着や手袋、保護眼鏡などを使用すること、さらに火災発生の予防にも注意すること等があります。

4.5 耐熱性

一般に電気亜鉛めっき鋼板で200℃以下、熔融亜鉛めっき鋼板で250℃以下、熔融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板で約280℃以下、熔融55%アルミニウム-合金亜鉛めっき鋼板であればそれ以上の温度でも亜鉛めっき層のはく離の心配はありません。

5 用途に応じて材料を選びましょう

5.1 選択のポイント

めっき方法、亜鉛付着量、表面処理の違いなど種類の違う亜鉛系めっき鋼板を採用する場合、どこにポイントを置いて選んだら良いでしょうか？

適材適品種の観点から素材の適正選択のコツは、まず

(イ) 使用の際の環境条件=屋外か屋内か

(ロ) 使用方法=塗装か無塗装か

(ハ) 用途に要求される条件=耐久性、加工性、溶接性、その他

これらの条件に加え、経済的側面も考慮して、最も適切な素材を選択する必要があります。

5.2 亜鉛系めっき鋼板の上手な使い方例

用途 種類	建築											家具			自動車				輸送機器									
	外装						内装					電機			車体		電装		鉄道車両		船舶							
	屋根	外壁	扉	雨戸	雨樋	サッシ	シャッター	金属瓦	壁間仕切	ダクト	デッキプレート	軽量形鋼	足場用パイプ	銅製家具	衣裳箱	エアコン・電気機器	外板	足廻り	内装	エアークリーナーケース	タマフ	マフラー	内装パネル	天井	船舶内装	ダクト	コンテナ	
溶融亜鉛めっき鋼板	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
溶融亜鉛めっき鋼板 合金化						○	○						○			○	○	○					○	○			○	
溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板	○	○				○	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○			○			○	○	○	○
溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○				○	○	○				○			○	○	○	○
溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板	○	○		○		○	○		○	○	○	○				○	○	○	○						○	○	○	○
電気亜鉛めっき鋼板			○			○	○						○			○	○	○	○	○	○	○	○	○				

用途 種類	電気機器										土木				農業			その他						
	厨房			空調		動力通信		その他			防雪		防音		畜舎	穀物倉庫	ドラム缶	ソーラーシステム						
	冷蔵庫外装	キッチンセット	食洗器	石油ストーブ外装	石油ストーブタンク	クーラー外装	照明器具	配電盤	洗濯機	ステレオ	テレビ	冷凍ショーケース	自動販売機	ガードレール	コルゲートパイプ	防雪シールド	標識	防音壁	サイロ	ビニルハウス用パイプ	穀物倉庫	ドラム缶	ソーラーシステム	
溶融亜鉛めっき鋼板		○			○						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
溶融亜鉛めっき鋼板 合金化	○	○	○			○		○			○						○							
溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板	○	○	○		○	○		○				○									○			○
溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板				○				○	○		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板					○			○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○
電気亜鉛めっき鋼板	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○					○								

6 こんなところに使われています



防音壁



重量シャッター



冷媒ダクト

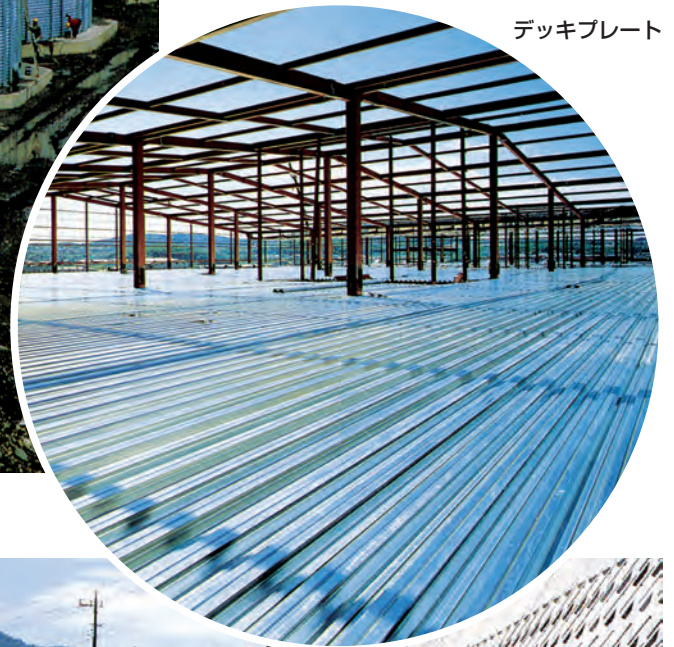


防雪板

6 こんなところに使われています



サイロ



デッキプレート



支柱



側溝部材

7 ご使用上の注意

亜鉛系めっき鋼板の特性を活かすために、ご使用に際しましては次の点にご留意ください。

7.1 保管

- 保管中の鋼板、鋼帯への湿分や水分による濡れや浸入は、白さびの早期発生原因になります。
 - (1) 結露や水濡れを起こさないよう保管場所は寒暖の差の激しい所を避け、通風の良い所を選ぶ。
 - (2) 結露が起こった場合は、静かに乾燥させ濡れている間の加工は避ける。
 - (3) 運搬時には、梱包を破らないようにする(破れたら補修をする)。
 - (4) 在庫期間は出来るだけ短くする。

雨露のかかる場所や、湿度の高い所への保管は避けて、屋内の出来るだけ乾燥した風通しの良い場所を選んでください。

7.2 取扱い

- 取扱い時には(特に裸材を)、手袋を使用するなど出来るだけ丁寧に扱い、特に表面のめっき面に損傷を与えないように注意してください。
- 汗や指紋などの汚れがめっき面に付着したままでは、その部分の耐食性や塗装性等への障害となりますので、このような場合には十分除去してください。

7.3 加工作業

- 亜鉛系めっき鋼板表面は軟い亜鉛です。ロール成形、プレス成形等を行う場合には、製品を傷付けないよう事前にロール手入れ、金型の手入れ等を十分に行い、異物は取り除いて、作業に掛かるよう心掛けてください。

7.4 施工

- 亜鉛系めっき鋼板を使用しての施工中、加工中に出た切り屑・ボルト類等を鋼板上に取り残したり放置したりすると、「もらい錆び」を生じることがありますので施工後、加工後はこれらを掃除し除去してください。
- 取付け金具には、銅、鉛及びその合金類、ステンレスを亜鉛系めっき鋼板と直接接触させて使用しないでください。異種金属接触腐食により短期間で赤錆させる場合があります(特に、塩害地区・積雪地域)。この防止としては絶縁物(パッキン)を入れる、片方を塗装する等の処理をおすすめします。
- 防腐防蟻処理(主として銅イオンを含む薬剤)した木材や合板と亜鉛系めっき鋼板と直接接触させて使用しないでください。

異種金属接触腐食により短期間で赤錆させる場合があります。この防止としては絶縁用下葺き(プチルテープ等)等で亜鉛系めっき鋼板との直接接触を防ぐことをおすすめします。
※異種金属との接触腐食については、後述「7.6 接触腐食に関する注意事項」でもふれております。また詳細は、建材薄板技術・普及委員会発行の「塗装/亜鉛系めっき鋼板の接触腐食とその防止方法」を参照ください。

7.5 雨がかりのない部位でのご使用

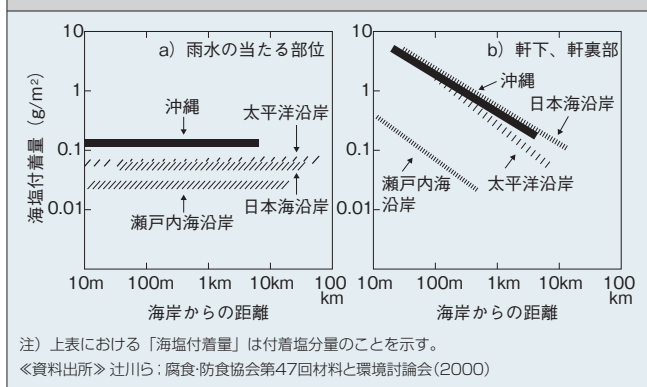
(1) 腐食への影響

海岸からの距離が近い場所、有害なガスが噴出する火山地帯等の腐食環境地域においては、めっき層の腐食が進行しやすいことが知られています。また海岸からの距離が同じであっても、地域によって飛来する塩分量は異なり腐食に影響を与えます(図7-5-1)。また地域差だけではなく雨がかりする・しないによって付着塩分量が異なり使用部位によっても耐久性が異なります(図7-5-2)。

図7-5-1 日本各地の飛来塩分量到達距離の違い

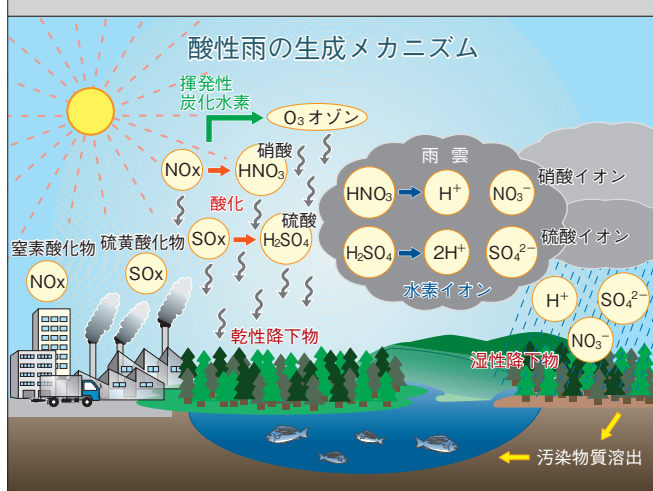


図7-5-2 雨がかりする部位、雨がかりしない部位の付着塩分量



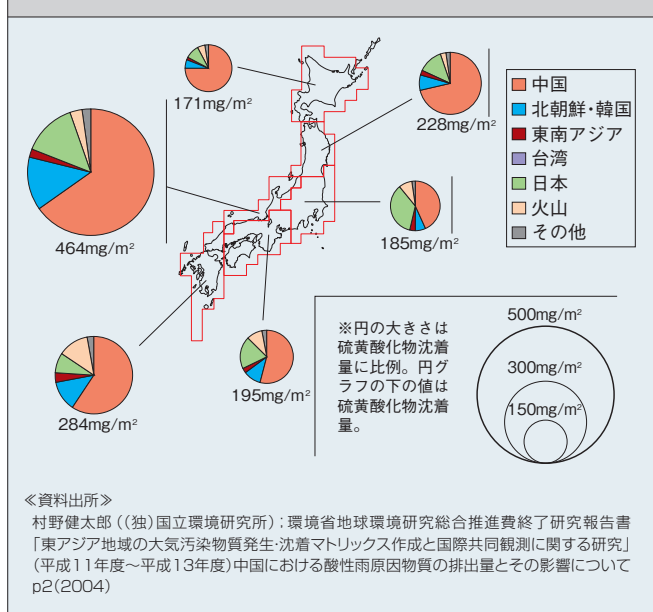
工場や自動車の排気ガスに含まれる硫黄酸化物(SO_x)窒素酸化物(NO_x)は大気中で酸化等により硫酸(H₂SO₄)、硝酸(HNO₃)となり雨に混じります(図7-5-3)。また季節風で海外から運ばれた硫黄酸化物なども雨に混じり酸性雨、酸性雪となります。硫黄酸化物(SO_x)沈着の例でいうと国内の工場、自動車の排気ガスなどよりも海外起因影響が圧倒的に大きく、またその影響度も地域によって異なること(図7-5-4)、近年では、地球規模での環境変化を生じている、ということがわかります。

図7-5-3 酸性雨の生成メカニズム



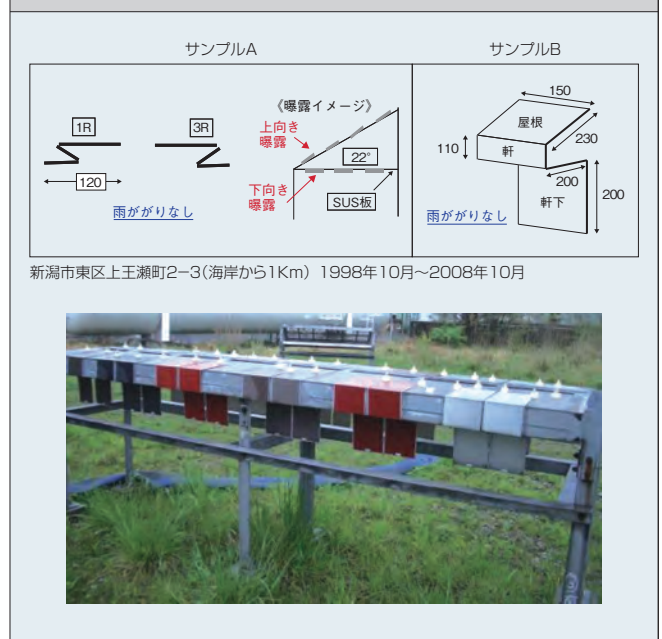
＜資料出所＞ 独立行政法人 国立環境研究所編：環境儀 No.12, p.5(2004)

図7-5-4 1999年1月15日～2月15日の日本の硫黄酸化物沈着量とその発生源地域別割合



建材薄板技術・普及委員会では、腐食に対する酸性雨の影響調査のため、平成12年から新潟地区で10年間暴露試験を行いました。[雨がかりのない部分のシミュレーションは(図7-5-5)参照。]

図7-5-5 雨がかりのない部分のシミュレート暴露試験



サンプルAでは暴露後の塩素イオン濃度、硫酸イオン濃度、硝酸イオン濃度を測定し、雨がかりの部分(上向き)はほとんどイオンが検出されないが、雨がかりのない(下向き)部分は各イオン濃度が高く特に硫酸イオン濃度が高く季節風による海外起因が大きいことがわかります(図7-5-6)。

サンプルB(雨がかりのない壁、軒下)では雨による洗浄効果がなく、各種腐食性イオンが表面に吸着し、腐食を促進させやすい環境になると考えられます。10年暴露経時した溶融55%Al-Zn合金めっき鋼板サンプルを表面観察した結果、雨がかりのない壁(軒下)において、灰白～灰黒色の腐食生成物の発生を認めました(図7-5-7)。

(2) 対策

ご使用されている屋根面、壁面は、一見きれいに見えても近寄って見ると、ほこりが積もっていたり、油汚れが付着していることがあります。建物の構造・部位により飛来してきた汚染物質が付着・堆積しやすい場所であったり、雨がかりしにくい部位においては溶融55%Al-Zn合金めっき鋼板でも腐食しやすくなります。これには定期的な洗浄により腐食促進成分を除去すると効果があります。

- ① 汚れが軽い場合：水でほこり、汚れなどを洗い流し、更に柔らかな布やスポンジで十分に水洗いした後に、乾いた柔らかい布で水分を拭きとってください。(高圧洗浄は漏水の原因になるおそれがありますので避けてください。)
- ② 汚れが酷い場合：水洗いで取れない汚れなどは、中性洗剤(1～2%の水溶液)を含ませた布で表面の汚れを拭き取り、十分に水洗いした後に、乾いた柔らかい布で水分を拭きとってください。(シンナー等有機溶剤系での洗浄は避けてください。)

7 ご使用上の注意

図7-5-6 腐食性イオンの濃度調査結果

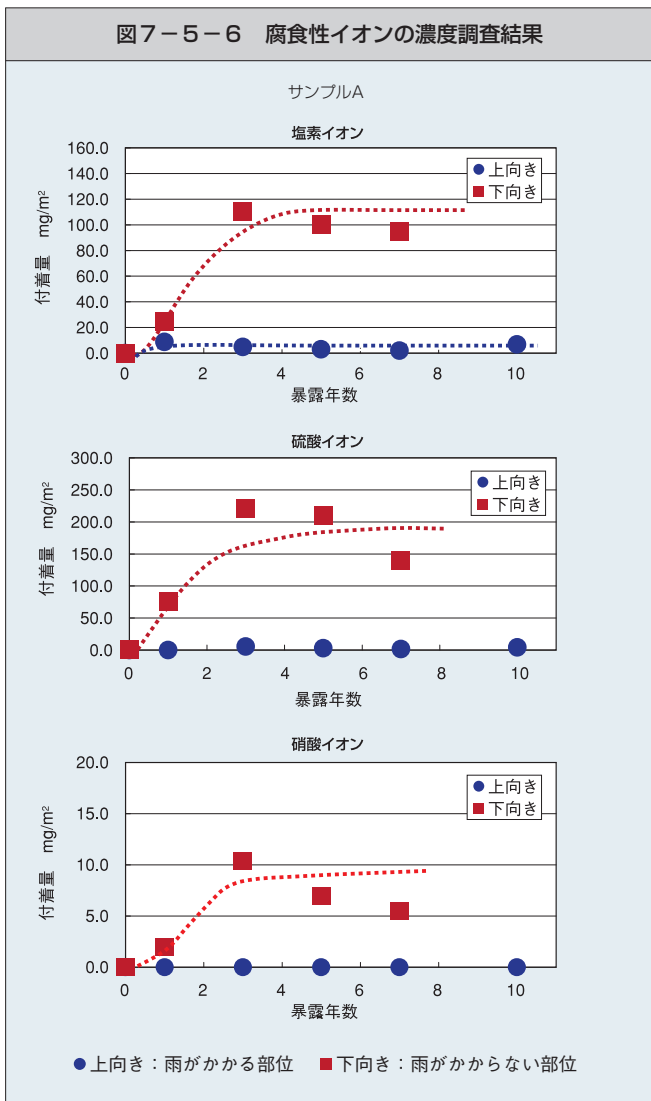


図7-5-7 雨がかかる部位とかわらない部位の腐食状況(10年後)



※洗浄頻度のめやす：海浜地帯 4回/年
工業地帯 3回/年
市街地 2回/年
田園地帯 1回/年

(3) 塗装材料選択

雨がかりしない部位では腐食促進物質が堆積しやすく、当該物質の到達を防止する観点で、塗装鋼板(①フッ素樹脂塗装鋼板ないし②厚膜塗装鋼板)とし、下地めっき種も、高耐食性の溶融55%Al-Zn合金めっきなどと組み合わせるのが望ましい。

[詳細は、塗装亜鉛系めっき鋼板 ご使用の手引き P22～23を参照ください。]

7.6 接触腐食に関する注意事項

亜鉛系めっき鋼板の接触腐食防止のために下記にご注意ください。

(1) 異種金属接触腐食防止のために

- 亜鉛系めっき鋼板や塗装亜鉛系めっき鋼板と銅(含む銅イオンの滴下)や鉛の直接接触の施工は避ける
- 金具や付属物は、ステンレス(SUS304)・アルミ製・亜鉛厚めっきの耐久処理や塗装品を使用する
- 塩害地域や積雪状態でのご使用に当たっては、同種金属(アルミ製・亜鉛系めっき製)を使用するか、防食(シーリング処理を含む)や絶縁処理を施したステンレス製を使用する
- 避雷針等での腐食が懸念される所は、絶縁テープ処理またはアルミ線を使用する

(2) 防腐・防蟻処理木材との接触腐食防止のために

- 防腐防蟻剤処理(主として銅系の薬剤使用)した木材や合板は、亜鉛系めっき鋼板や塗装亜鉛系めっき鋼板の耐食性に影響を及ぼすので直接木材又は合板に接触する部分には絶縁用下葺(ルーフィング材やプチルテープなど)で防錆し、それら木材や合板との直接接触は避ける

(3) モルタル・コンクリートとの接触腐食防止のために

- 亜鉛系めっき鋼板や塗装亜鉛系めっき鋼板は、施工時にモルタル・コンクリート等のアルカリ性の素材と接触するとめっき面が変色・変質するので施工時には注意する
- 常時浸水したり結露が頻発するような場所では、急速に錆が進行するので注意する

7.7 その他

その他種々ご質問がありましたら巻末に示したメーカーにご相談ください。

8 材料標準保証規格

建材薄板技術・普及委員会は下記事項を材料標準保証規格と定めています。

1. 保証対象

建築外装の屋根材として使用する塗装亜鉛系めっき鋼板及び亜鉛系めっき鋼板

- 1) JIS G 3312 「塗装溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯」
- 2) JIS G 3318 「塗装溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板及び鋼帯」
- 3) JIS G 3322 「塗装溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板及び鋼帯」
- 4) JIS G 3321 「溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板及び鋼帯」

2. 保証内容

- 1) JIS G 3322 建築施工後、材料の腐食による穴あき及び赤さびがないこと。
注1：切断端面から発生した赤さびは対象外。
注2：防食機構上、黒い腐食生成物が発生することがある。
これは下地鋼板の腐食による赤さびとは異なるもので、保証の対象外とする。
- 2) JIS G 3312
JIS G 3318
JIS G 3321 } 建築施工後、材料の腐食による穴あきがないこと。

3. 保証期間

建築施工後10年間とします。

但し、製造後6ヶ月を越えた製品で施工したものは、製造後6ヶ月より数えて10年間とします。

4. 保証条件

- 1) 適切な環境で使用されていること。
- 2) 加工・施工・設計が適切に実施されていること。

5. 不適切な使用例

- (1) 環境例
 - ① 塩害、亜硫酸ガス、アルカリなどの影響がある場合。
 - ② 鉄粉など付着した場合。
 - ③ 湖沼、河川などの周辺で常に水しぶきがかかる場合。
 - ④ 天災地変、災害など、その他不可抗力による損傷が発生した場合。
- (2) 加工・施工例
 - ① 施工後に外力、加工屑などの飛来による損傷があった場合。
 - ② 加工時、施工時に損傷が発生した場合。
 - ③ 異種金属接触起因の錆が発生した場合。
 - ③ 防腐剤、防蟻剤を含む木材との長期接触があった場合。
- (3) 設計例
 - ① 葺工法毎に許容される屋根勾配を無視した場合。

6. 補償方法

各メーカーが定めた内容による。

※詳細は、建材薄板技術・普及委員会発行の「屋根用塗装／亜鉛系めっき鋼板の標準保証規格」を参照ください。

9 建材薄板技術・普及委員会名簿 (順不同)

東 鋼 業 株 式 会 社	〒340-0831	埼玉県八潮市南後谷99番地	TEL. 048-936-8021
アズマプレコート株式会社	〒272-0127	千葉県市川市塩浜2丁目30番地	TEL. 047-396-0171
株式会社神戸製鋼所	〒141-8688	東京都品川区北品川5-9-12	TEL. 03-5739-6270
JFEスチール株式会社	〒100-0011	東京都千代田区内幸町二丁目2番3号	TEL. 03-3597-3740
JFE鋼板株式会社	〒141-0032	東京都品川区大崎1丁目11番2号	TEL. 03-3493-1283
ダイト工業株式会社	〒555-0044	大阪府大阪市西淀川区百島2-1-10	TEL. 06-6473-7961
株式会社DNPエリオ	〒243-0303	神奈川県愛甲郡愛川町中津4013	TEL. 046-285-7755
千代田鋼鉄工業株式会社	〒272-0013	千葉県市川市高谷1920番地	TEL. 047-327-0121
東海カラー株式会社	〒808-0022	福岡県北九州市若松区大字安瀬一番地	TEL. 093-771-9308
東邦シートフレーム株式会社	〒276-0022	千葉県八千代市上高野1812番地	TEL. 047-484-0100
東洋鋼鋳株式会社	〒141-8260	東京都品川区東五反田二丁目18番1号	TEL. 03-4531-6850
中山化成株式会社	〒596-0001	大阪府岸和田市磯上町6丁目17番5号	TEL. 072-439-9931
日鉄建材株式会社	〒101-0021	東京都千代田区外神田四丁目14番1号	TEL. 03-6625-6000
日鉄鋼板株式会社	〒103-0023	東京都中央区日本橋本町一丁目5番6号	TEL. 03-6848-3675
日本製鉄株式会社	〒100-8071	東京都千代田区丸の内二丁目6番1号	TEL. 03-6867-5383
北海鋼機株式会社	〒067-8565	北海道江別市上江別441番地	TEL. 011-382-3361
丸一鋼管株式会社	〒542-0076	大阪府大阪市中央区難波5丁目1番60号	TEL. 06-6643-0101
株式会社メタル建材	〒273-8502	千葉県船橋市西浦1-1-1	TEL. 047-433-9651
株式会社淀川製鋼所	〒541-0054	大阪府大阪市中央区南本町4丁目1番1号	TEL. 06-6245-1111
全国ファインスチール流通協議会	〒541-0057	大阪府大阪市中央区北久宝寺町3丁目5番12号	TEL. 06-6241-3307

MEMO

A series of horizontal dotted lines for writing.



一般社団法人 日本鉄鋼連盟

The Japan Iron and Steel Federation

建材薄板技術・普及委員会

[問合せ先] 業務部 市場開発グループ

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3丁目2番10号

TEL. 03-3669-4815 FAX. 03-3667-0245

<https://www.jisf.or.jp/>