

RECOMMENDED PRACTICE
FOR
HOT DIP GALVANIZING

発注の手引

はじめに

鉄は、地球上で産出量が多く安価で強靱、しかも加工性に富むため人類にとって最も重要な基礎素材として用いられてきています。しかしながら、唯一の問題点として極めて錆びやすい事があげられます。

このため今までに色々な防錆方法が行われています。

そのなかでも溶融亜鉛めっきは、優れた防食性・経済性が広く認識されるに従い、新しい分野とりわけ建築構造物等へも適用され溶融亜鉛めっきの加工量は年々増加の一途をたどっております。

鉄鋼構造物の形状・材質は多岐にわたり

また、溶融亜鉛めっきの施工工法も種々技術開発がなされてきています。

今回、発注の手引の改訂に際し、このような技術研究の成果の一端を盛り込み、ユーザー各位が発注の際に抱かれる疑問にお応えできるよう編集いたしました。

本書で不明な点、また、詳細にお知りになりたい技術事項につきましては、別途技術資料も各種準備しておりますので遠慮なくお申しつけください。

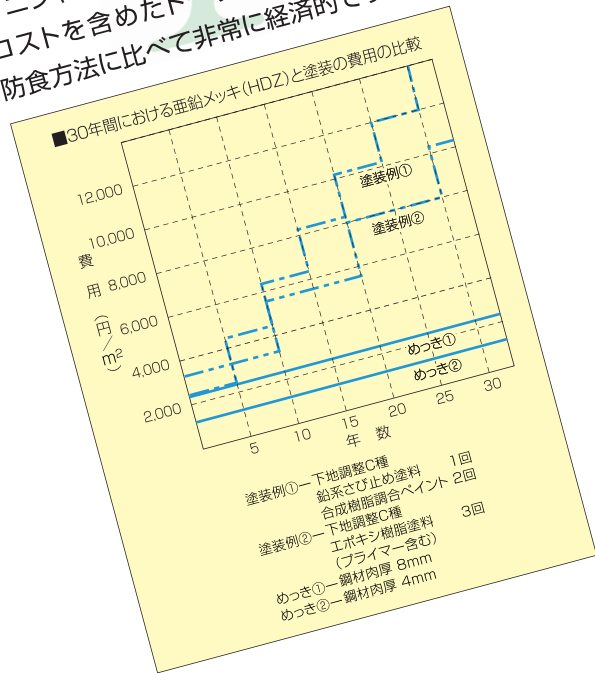
C O N T E N T S

1. 亜鉛めっきの特長	3
2. 亜鉛めっきの工程	4
3. 亜鉛めっき槽のサイズ、めっき可能サイズ・重量	5
4. 亜鉛めっき層の組織・物性	5
5. 亜鉛めっきの防食機構	6
6. 亜鉛めっきの環境別耐用年数	7・8
7. 鋼中の微量成分の影響	9・10
8. 亜鉛めっきに適さない素材	10
9. めっき歪の発生と防止	11・12
10. めっきの表面に見られる諸現象と種類	13・14
11. 密閉構造品の孔あけのポイント	15~20
(1) 密閉構造単材の場合	
(2) 密閉構造フランジ付の場合	
(3) 密閉構造加工品(平面的加工品)の場合	
(4) 密閉構造加工品(立体的加工品)の場合	
12. 形鋼組立品のポイント	21・22
(1) スカラップの取り方	
13. 鋼管柱の孔あけのポイント	23・24
(1) ベース部のスカラップ	
(2) ダイアフラムの孔あけ	
(3) めっき可能な仕口部の最大寸法	
14. タンク・ボックス類の孔あけのポイント	25・26
(1) タンクの場合	
(2) ボックス類の場合	
15. 外面めっき品の構造のポイント	27
16. 貼り合せ部のポイント	27
17. ボルト・ナット、嵌合部のクリアランス	28
18. マスキング(不めっき)処理法	29
(1) ネジ部の処理	
(2) 部分不めっき処理	
19. 高力ボルト添接面の処理法	30
20. マーキング方法	30
(1) めっき前の塗料によるマーキング	
(2) めっき後の識別のためのマーキング	

1 亜鉛めっきの特長

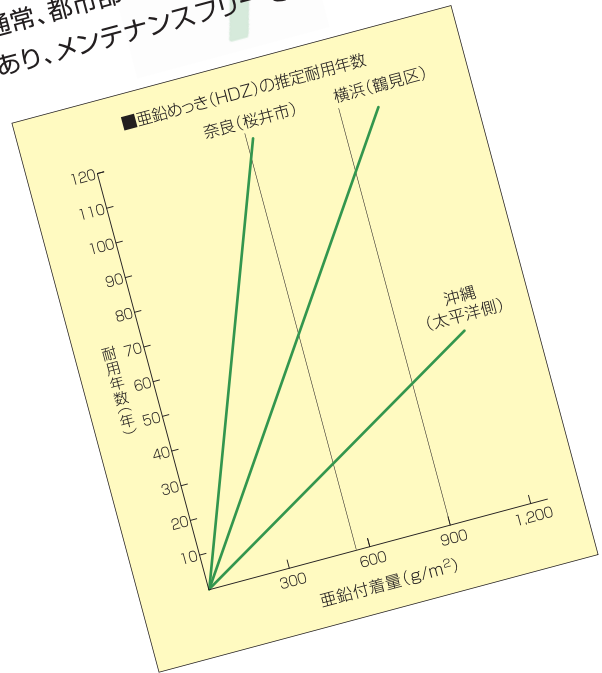
優れた経済性

イニシャルコストはもちろんメンテナンスコストを含めたトータルコストは、他の防食方法に比べて非常に経済的です。



抜群の耐久性

通常、都市部で60年以上の長期耐久性があり、メンテナンスフリーです。



高い信頼性

亜鉛槽に浸漬して製品の内外面の隅々まで完全にめっきされ、さらに、JIS工場での厳しい品質管理のもとで生産されるため、信頼性の高い防食方法です。

強い密着力

鉄素地と強固に結合した金属皮膜を形成し、他の防食皮膜と比較して非常に堅牢です。保管・輸送・架設時の取扱いが極めて容易です。

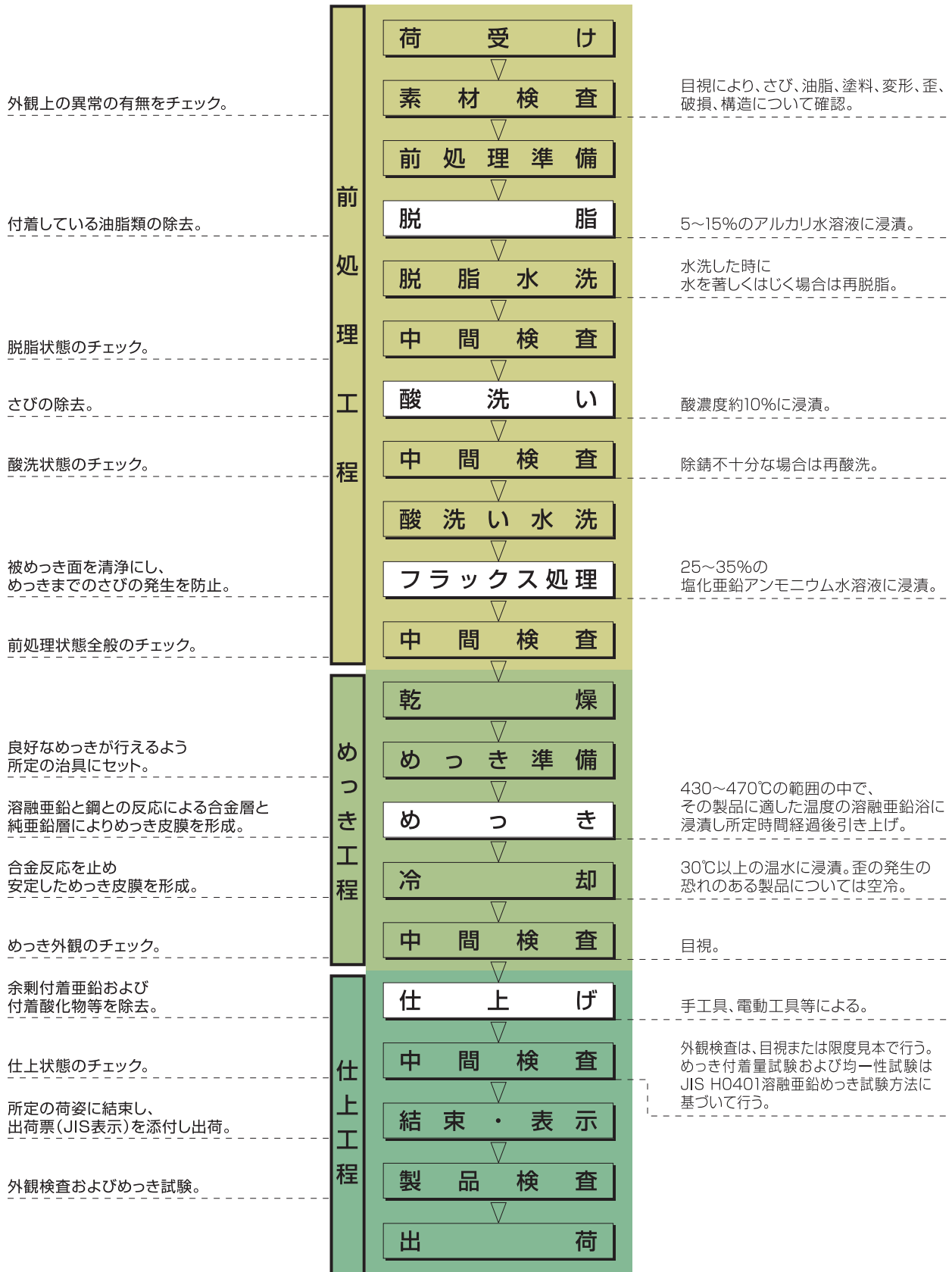
確実な納期

すべて工場生産で天候に左右されることがないため納期は短期日、しかも確実なため工事日程に狂いが生じません。

美しい外観

大気中で徐々に落ちついた灰色となり周りの景観とよくマッチします。ご希望に応じてめっき時に灰色・暗灰色の色調に調整することも可能です。

2 亜鉛めっき工程



※上記は標準条件の場合で、製品の形状・材質・材厚等により変更することがあります。

3 亜鉛めっき槽のサイズ、めっき可能サイズ・重量

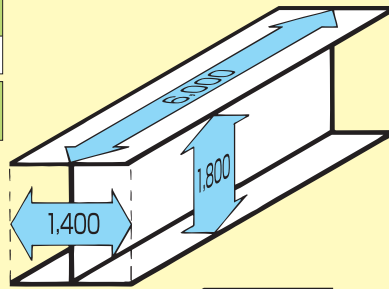
品質的に好ましいサイズは、槽サイズの80%までが目安です。

しかし、それ以上のものでも、構造面のデザインも含めて事前にご相談頂きますようお願いいたします。

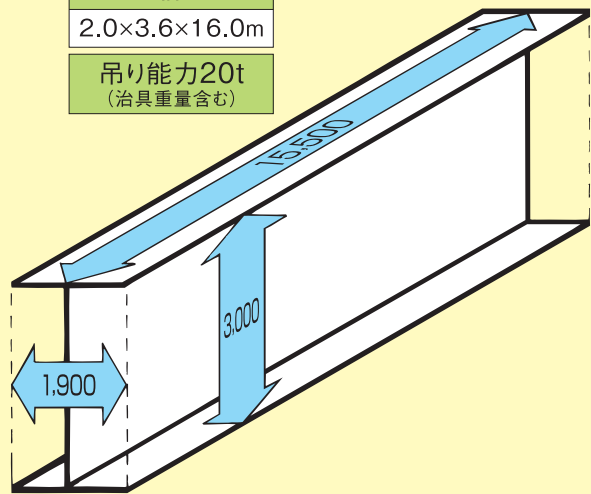
最大寸法・重量

下図にめっき可能な製品寸法と重量を表示していますが、より大きなサイズでもめっき可能な場合がありますので、最大寸法を超える場合は事前にご相談頂きますようお願いいたします。

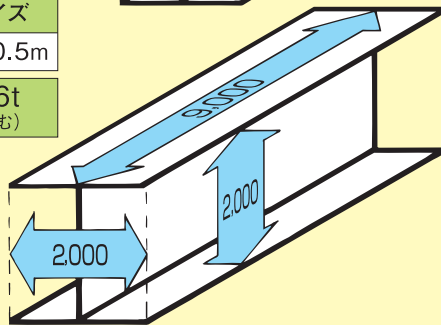
めっき槽サイズ
1.6×2.4×6.5m
吊り能力4t
(治具重量含む)



めっき槽サイズ
2.0×3.6×16.0m
吊り能力20t
(治具重量含む)



めっき槽サイズ
2.1×2.5×10.5m
吊り能力6t
(治具重量含む)



4 亜鉛めっき層の組織・物性

純亜鉛層

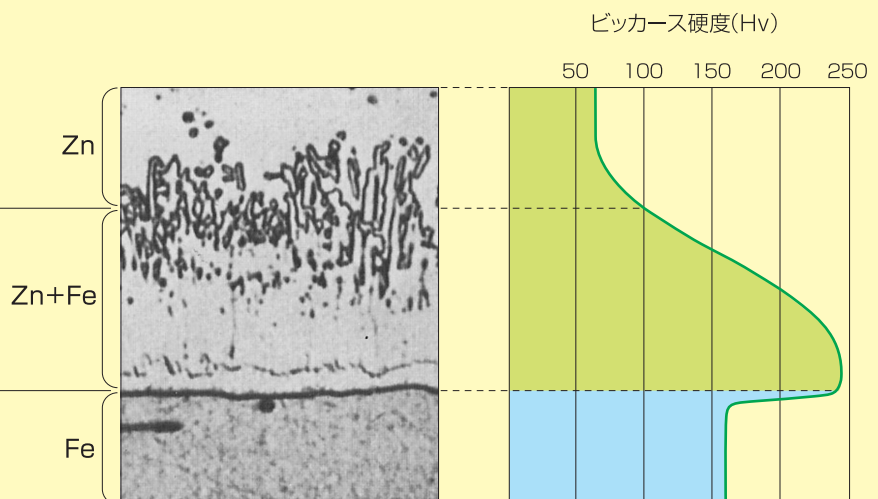
硬度は鉄の1/2~1/3と柔らかく、ショックを吸収します。表面の安定した酸化皮膜の腐食減量は鉄の1/20以下です。

亜鉛-鉄合金層

硬度は鉄と同等以上で強固に鉄素地と密着しています。

鉄素地(母材)

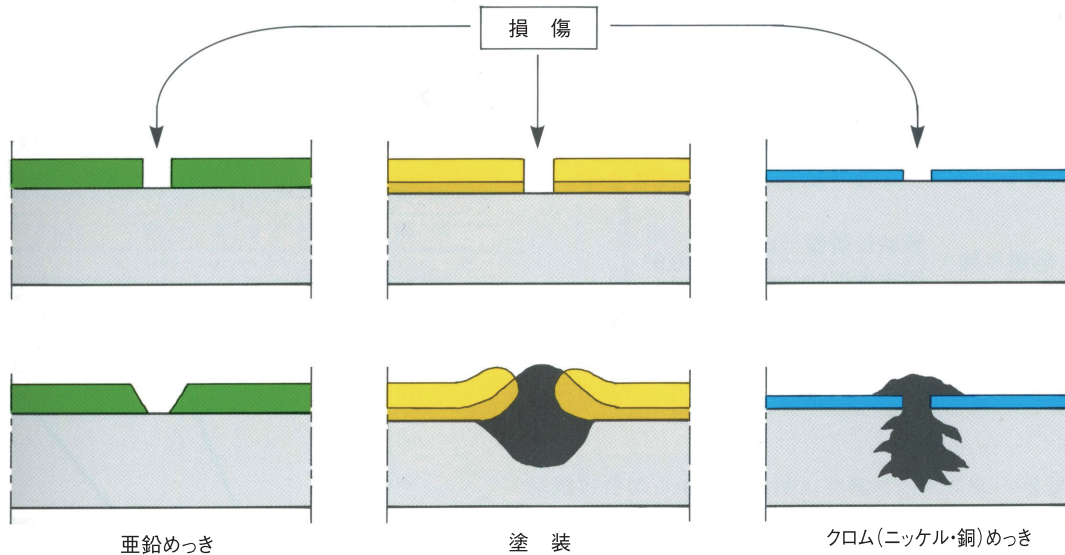
素地まで損傷しても、陰極防食作用により腐食が進行しません。



熔融亜鉛めっき皮膜断面組織および各層の硬度

5 亜鉛めっきの防食機構

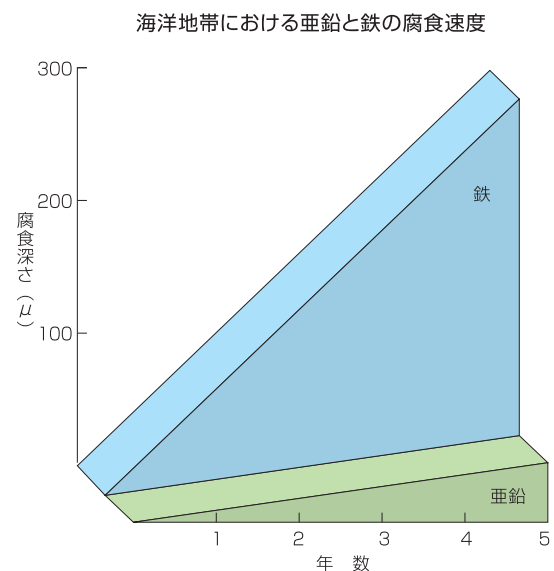
(1) 犠牲防食作用



亜鉛めっきに損傷が生じた場合、周囲の亜鉛が溶出し(すなわち亜鉛皮膜が犠牲になって)素地の鉄の腐食を抑制しますが、塗膜や他の金属皮膜ではこれらの作用がなく内部へ腐食が進行します。

(2) 保護皮膜作用

	亜鉛の場合	鉄の場合
素地	Zn	Fe
さびが生成	さび $[ZnO+Zn(OH)_2]$ Zn (緻密なさびの薄膜が生成)	さび $[Fe_2O_3]$ Fe (粗なさびが生成)
さびが生成後	さび $[ZnO+Zn(OH)_2]$ Zn (緻密なさびの薄膜が保護皮膜となっている)	さび $[Fe_2O_3]$ Fe (鉄さびは保護能力が少ないのでさびが進行する)



亜鉛めっき表面に緻密な酸化物の薄膜が生成し、この薄膜が強力な保護皮膜となってその後の亜鉛皮膜の溶出(腐食)が大幅に抑制されます。

ちなみに亜鉛と鉄の腐食速度は、使用環境によっても異なりますが鉄と比較すると、約10~25倍の耐食性があります。

6 溶融亜鉛めっきの環境別耐用年数

溶融亜鉛めっきの耐用年数は、使用される環境によって大きく変わります。但し、同一使用環境での耐用年数は亜鉛めっきの付着量に比例します。

(1) 大気中

大気中における耐用年数は、使用環境による腐食速度と、亜鉛の付着量から次式のように求めることができます。

$$\text{耐用年数} = \frac{\text{亜鉛付着量} [\text{g}/\text{m}^2]}{\text{腐食速度} [\text{g}/\text{m}^2/\text{年}]} \times 0.9^*$$

*平均的には亜鉛皮膜の10%が残っている時点で素地からさびが発生すると仮定した。(JIS-H8641解説)

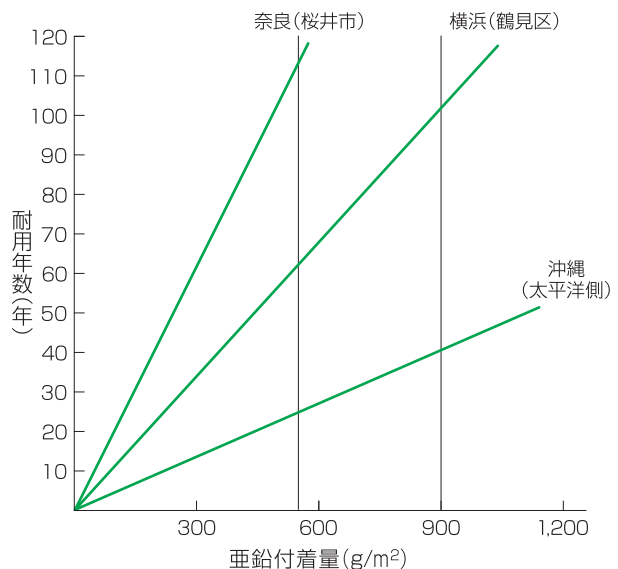
重工業地帯の硫黄酸化物濃度は昭和43年からの公害規制により年々減少してきており、現在では重工業地帯といえども都市地帯と同等、またはそれ以下の値となっています。

表6-1 使用環境別溶融亜鉛めっきの腐食速度

暴露地	暴露環境	腐食速度 (g/m ² /年)	耐用年数 (年)
横浜(鶴見区)	都市・工業地帯	8.0	62
奈良(桜井市)	田園地帯	4.4	113
沖縄(太平洋側)	海岸地帯	19.6	25

注1. (社)日本溶融亜鉛鍍金協会曝露試験(10年目)の試料による。
2. 耐用年数は亜鉛めっき付着量550g/m²として、めっき皮膜の90%が消耗するまでの期間を計算した値です。

図6-2 溶融亜鉛めっきの付着量と耐用年数の関係



(2) 水中

溶融亜鉛めっきは、水中でもめっき表面に保護皮膜が形成され、優れた耐食性を示します。

水中の耐食性はpHと温度が主な影響を与えます。図6-3に示すように、亜鉛めっきが有効な耐食性を示すのはpH6~12です。水温は50℃以下です。50℃を越えると腐食速度はかなり増大する傾向があります。

図6-3-1 pHによる皮膜の溶解速度

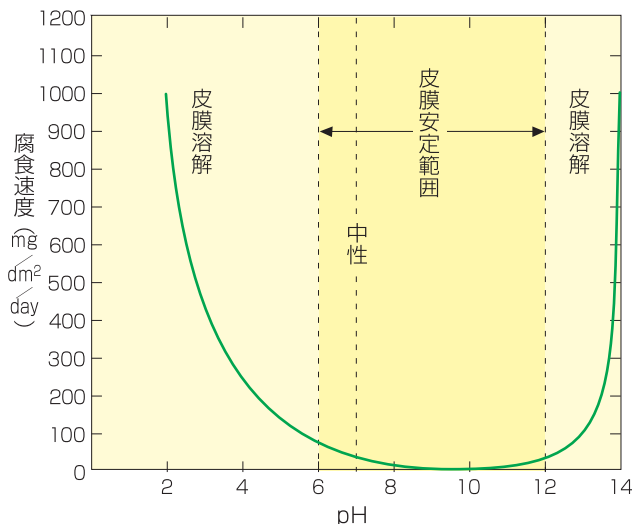
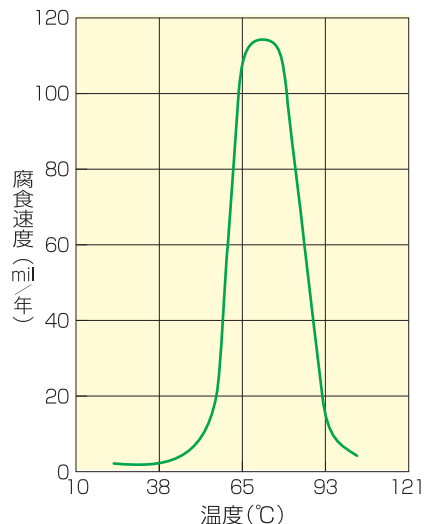


図6-3-2 温度と亜鉛の腐食



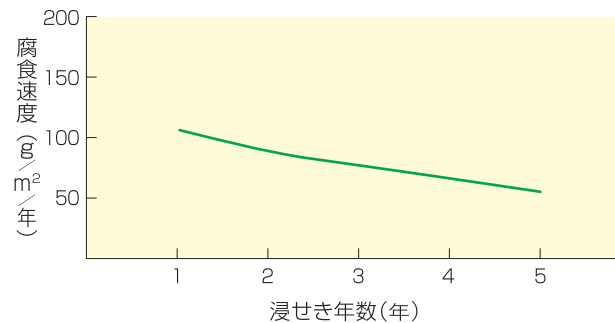
(3) 海水中

海水中での腐食速度は、弊社5ヶ年海洋暴露試験の結果から100~200g/m²/年と推定されます。しかし暴露期間が1年以上になると腐食生成物のために腐食速度は少なくなる傾向が見られます。

図6-4 海水中における亜鉛の腐食速度

期 間	腐食速度(g/m ² /年)
1年	108.5
2年	85.8
3年	72.3
5年	54.1

図6-5 海水中における亜鉛の腐食速度



(4) 土壌中

土壌中で腐食を支配する主な要因は、通気性、含水量、溶存酸素量、電気伝導度、pH等があげられます。土壌中の腐食速度は、土壌の性質により広い範囲でばらつきますが、一例として日本溶融亜鉛鍍金協会で行った土壌埋設試験のデータと米国における試験データをあげておきます。

表6-6 日本における土壌中の腐食速度

土地の区分		腐食速度(g/m ² /年)		
土 性	記 号	水平埋没	垂直埋没	平均
重 埴 土	HC	28.0	25.4	26.7
軽 埴 土	LiC	16.1	16.5	16.3
砂質埴壤土	SCL	28.9	37.0	33.0
埴 壤 土	CL	17.3	16.1	16.7
シルト質埴壤土	SiCL	21.7	22.2	22.0
壤質砂土	LS	24.5	25.3	24.9
壤 土	L	17.7	26.6	22.2
砂 壤 土	SL	24.4	25.0	24.7

表6-7 米国の各種土壌中の高純度亜鉛の腐食(12.7年間埋設試験による腐食速度)

土 壌 の 種 類		g/m ² /年
無機質酸化性 酸性土壌	粘土ローム	52
	ローム	29
	粘土	39
無機質酸化性 アルカリ性土壌	沈泥ローム	43
	砂利質ローム	130
無機質還元性酸性土壌	粘土	46
無機質還元性 アルカリ性土壌	粘土	46
	粘土	210
有機質還元性 酸性土壌	堆肥	110
	沼池	96
	堆肥	180

表6-8 土壌の抵抗率と腐食程度

抵抗率(Ω·cm)	腐食の程度
0~ 900	非常に激しい
901~ 2,300	激しい
2,301~ 5,000	中位
5,001~10,000	緩慢
10,000以上	非常に緩慢

7

鋼中の微量成分の影響

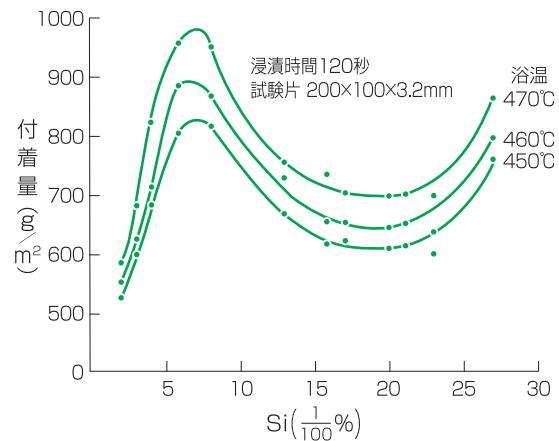
亜鉛めっき皮膜は、熔融亜鉛めっき浴中において鋼材の表面から拡散する鉄と融体亜鉛との鉄-亜鉛合金化反応によって形成される合金層と、浴中より引き上げる際にぬれ亜鉛として付着する最外層の亜鉛層とから形成されています。この鉄-亜鉛合金化反応に大きな影響をおよぼす要因のひとつに、鋼中のSi、P、Al等の微量成分があります。合金化反応の促進によって亜鉛付着量は増大してゆき、著しい場合は暗灰色の外観を呈する「やけ」現象や、「凹凸」や「ざらつき」の多い、異常な外観のめっきが発生することがあります。以下、これら微量成分の影響を説明します。

(1) 鋼中Si(シリコン)の影響

図7-1の通りSi含有量とめっき付着量との関係は、Si量が0.03%付近から急激に増加し、約0.07%で付着量は最大となり、それ以降いったん下降し0.2%付近を最小とする安定領域が見られ、再び0.4%までは増加する複雑な挙動を示します。

Si量が0.07%付近の鋼材は、めっき条件(浴温度・浸せき時間)を変えても制御することは不可能ですので、鋼中のSi量が0.02%以下か0.2%付近の鋼材を選ぶ必要があります。

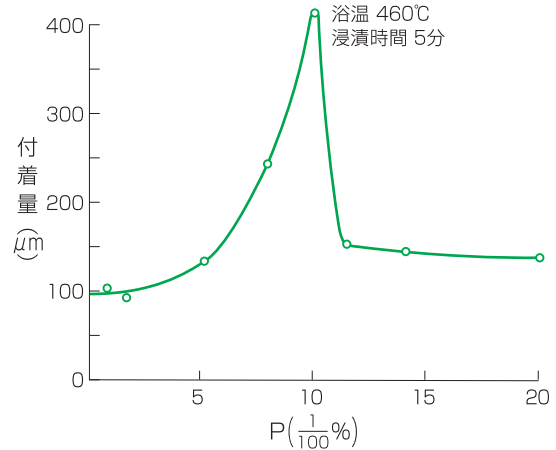
図7-1 Si量とめっき付着量の関係



(2) 鋼中P(リン)の影響

図7-2はP含有量とめっき付着量の関係ですが、これによるとP量が0.08%~0.10%の範囲では異常に厚いめっき層(200~400 μm)となり、さらにP量が0.2%までは約150 μm の比較的厚いめっきになることがわかります。従って、良好なめっきを得るP量の限界は0.04%程度です。

図7-2 P量とめっき付着量の関係

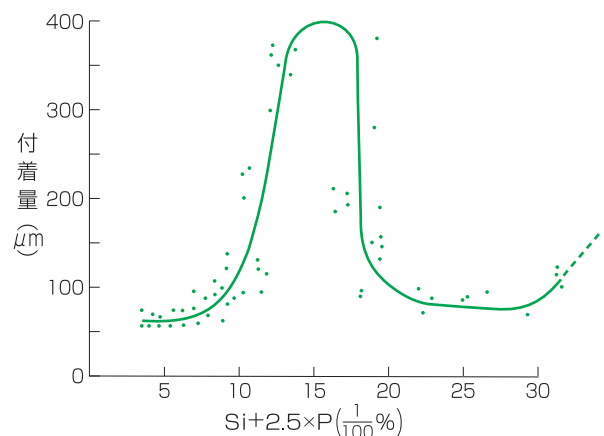


(3) 鋼中Si+Pの相乗作用

Si量、P量がそれぞれ0.07%、0.08%より明らかに少ない場合でも異常付着を生ずることがあります。最近のSi+Pの相乗作用を研究した図を紹介します。

この図ではSi%値+2.5×P%値をパラメーターとし、良好なめっきを得るための条件として、Si%値+2.5×P%値<0.09%といわれています。

図7-3 Si+Pの相乗作用と付着量の関係



(4) 鋼中Si+Alの相乗作用

(3)項と同様に連铸材の脱酸剤として添加されるAlもSiと相乗作用を及ぼします。最近の研究結果を下記に示します。

条 件	現 象
鋼中のSi+Al量が0.05%を超える場合 $Si+Al > 0.05\%$	異常付着・やけ・ざらつきが生じやすい
鋼中のSiが0.02%以下で、かつAlとSiの合計量が0.05%以下の場合 $Al+Si (\leq 0.02\%) \leq 0.05\%$	やけ・ざらつきがわずかに発生
鋼中のSi+Al量が0.02%を下回る場合 $Si+Al < 0.02\%$	密着性良好・光沢良好ですが、高付着量は得られない

8 亜鉛めっきに適さない素材

表8-1の項目にあてはまる素材および構造物の場合は、完全な溶融亜鉛めっきを施すことは困難です。従ってこのような場合は、事前にその処置方法についてご相談させて頂く必要があります。

表8-1 亜鉛めっきに適さない素材

分 類	現 象
表面状態	2枚板、深いロールキズなどの材料キズ、なし肌状、孔食状などの、甚だしい腐食があるもの。
	素材表面にさび、汚れ、付着物(油、塗料)などがあり、前処理工程の脱脂、酸化物の除去処理を行っても除去できないもの。
	極端な赤さび、異常酸化層などによって地肌が平滑でないもの。 レーザー切断、高周波曲げなどによって、平滑であるが異常酸化層の激しいもの。
	鋳物の砂かみ、巣、溶接部のピットなどのあるもの。
構 造	作業中破損又は変形のおそれのある構造のもの。
	ブラスト処理をするときに、死角をもつ構造のもの。
	空気を密閉した中空体の構造のもの。
	亜鉛が容易に流入、流出できない構造のもの。
	亜鉛浴中に浸せきしても空気の一部が逃げない構造のもの。

JIS H 8641 附属書1表1による。

9 めっき歪の発生と防止

種々の鋼材で構成される溶接構造物を溶融亜鉛めっき加工する場合、歪が発生する事があります。

歪は、通常450℃前後の亜鉛めっき浴、または冷却水に浸漬される過程での急激な温度変化によって発生すると言われて
います。

この歪の発生には、製品の構造・寸法および構成する部材の形状・材厚、製作工程における曲げ加工や溶接の残留応力、
さらにめっき条件等の数多くの要因が関与しています。

従って、これらのめっき歪量を事前に定量的に予測する事は現在のところ極めて困難ですが、過去の経験から得られた
歪発生の傾向および歪発生原因と防止対策をまとめました。

(1) 歪発生の傾向

① 同一形状の場合

鋼材の材厚(t)の薄いもの、長尺のものほど歪量が大きくなる。

② 形鋼の場合

断面非対称の形状ほど歪量が増大する。

平鋼<H形鋼<I形鋼<溝形鋼<山形鋼<C形鋼

③ 管類の場合

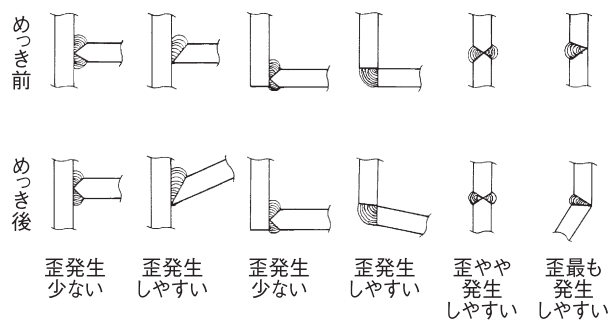
小径管の場合、長さに比例して全長に対する歪量が増加する。

径大管の場合、管径に比例して真円度が悪くなる。

④ 材厚の異なった素材の組合せの場合、材厚差が大きくなれば材厚の薄い素材側に歪が出やすい。

⑤ 鋼構造部材では、補強材のあるものは歪が小さくなる。

溶接方法と歪発生例



(2) 歪発生原因と防止対策

① 材厚の異なった素材の組合せの場合

例として溶接する板厚の組合せの限界を下表に示します。

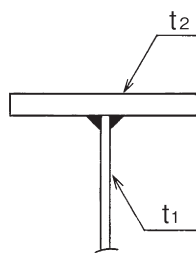
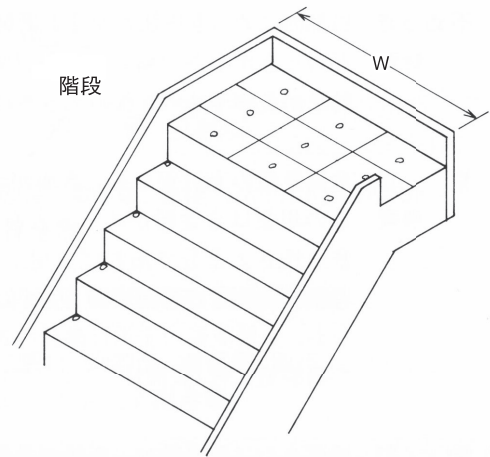


表9-1 溶接する板厚の組合せ(mm)

材厚 t_1	t_1 に対する 最大厚 t_2	材厚 t_1	t_1 に対する 最大厚 t_2	材厚 t_1	t_1 に対する 最大厚 t_2
3	7	12	28	22	50
4	10	13	30	25	55
5	12	14	32	28	60
6	14	15	35	32	70
7	17	16	37	36	75
8	20	17	39	40	85
9	21	18	40	45	95
10	24	19	42	57	100
11	26	20	45		

② 歩廊・階段踊場の歪み防止対策

歪み防止のために 好ましい板厚	W=1,000未満	板厚4.5mm以上
	W=1,000以上	板厚6.0mm以上
歪み防止のための 補強材の取り方	裏面にFBまたはアングル材を 400mm以下のピッチで補強を 入れる。	

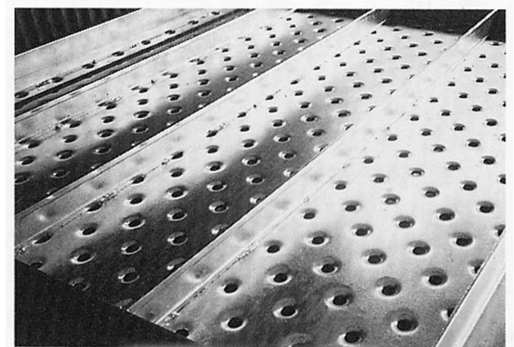


③ 径大管の歪み防止対策

径大管の場合、一般的に管径に比例して真円度が悪くなったり、溶接の接続部において座屈を起こすことがあります。これらの現象を防止するためには、下記のような対策をとることが有効です。

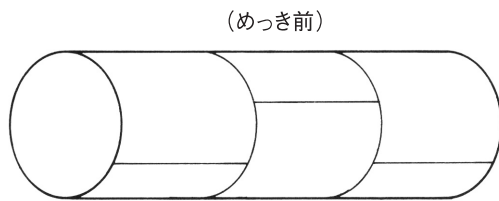
(i) 管径に応じて板厚を増やす。(管長が管径の3倍以上の場合)

管 径	必要最低材厚
D < 500	t > 3.2mm
1000 > D > 500	t > 4.5mm
1500 > D > 1000	t > 6.0mm
D > 1500	t > 8.0mm

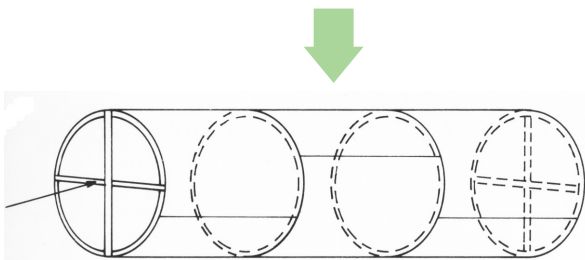


裏面に補強材を入れた床板

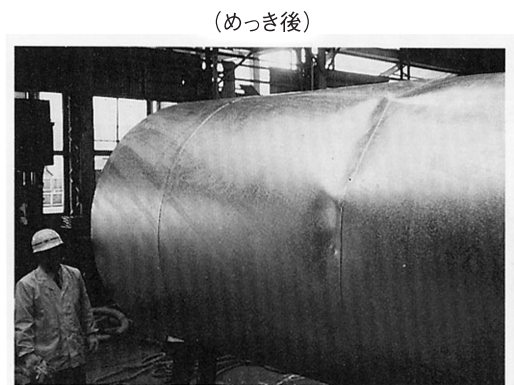
(ii) 歪・座屈を防止するため端部・内面に補強材を入れる。



管径に比べ材厚が薄い場合



〈防止対策〉 端部にパイプ・アングル材で図のように補強材を入れる
内部の溶接の接続部にアングルFB材にて補強を入れる。



真円度が悪くなる。および
溶接部で座屈を生ずることがある。

10 めっきの表面に見られる諸現象と種類

- **不めっき** 局部的にめっき皮膜がなく、素材面の露出しているもの。
参考 不めっきが小さい場合は、周辺亜鉛の犠牲的保護作用によって耐食上あまり影響はない。保護作用の効果が及ぶ不めっき部の大きさは、実験的にはφ5.5mmまたは5mm幅までである。
- **やけ** 金属亜鉛の光沢がなく、表面がつや消しまたは灰色を呈したもの。甚だしい場合には暗灰色となる。
参考 この現象は合金層がめっき表面に露出したものであり、大気中での耐食性には影響ない。やけは、密着性さえ十分であれば実用上の欠陥とはならないので、外観基準を設定する場合には、この点を考慮することが必要である。
 なお、金属亜鉛の光沢は酸化の進行とともに失われ、やけの表面と類似した色調となってくる。素材の鋼製造工程(脱酸法)によってけい素含有量に違いがあり、その影響でやけの発生頻度に差が出る。
- **たれ** 端部または部分的に、亜鉛が多量に付着しているもの。
参考 一般的にやけの発生しやすい素材は、めっき温度を低くしてめっき作業をするため亜鉛の流動性が低下し、たれを発生させてしまうことが多い。たれの部分をやすりなどで研磨し、平滑性を得ようとするときは、素材表面を露出させないようにする。実用上障害とならない限りそのままにしておいたほうがよい。
- **シーム** 表面にきずがあると、めっきした時に、めっき表面に特徴ある線状の凸凹になるめっき。
参考 シームは、通常めっき皮膜が形成されているのでそのまま使用しても問題はない。しかし、その面を平滑にしようとすると素材表面を露出することがある。
- **かすびき** 表面に亜鉛酸化物またはフラックス残さが著しく付着しているもの。
参考 一般に耐食性に影響がある。したがって、付着した場合はやすりなどで除去しておくほうがよい。
- **ざらつき** 微粒状の突起があり、懸濁浮遊物質(ドロス)が付着した部分。
参考 耐食性には影響はない。
- **きず** めっき作業中、めっき用具とめっき表面とが接触したこん(痕)。
参考 めっき表面のきずは、発生位置、大きさ及び深さによってその有害性を判断する必要がある。
- **変色** 保管中の薬品などの付着及びめっき浴からの引上げ時に、めっき表面が変色したもの。
参考 めっき引上げ時に生じる変色は、光の干渉・反射に起因したもので、耐食性に影響はない。
- **白さび** 保管中に雨水の付着、結露などによって生じた塩基性炭酸亜鉛などの腐食生成物。
参考 白さびによるめっき皮膜の消耗はわずかで、耐食性にはほとんど影響はない。
- **スパングル** 亜鉛が凝固するときの結晶模様。亜鉛の花柄模様とも呼ばれる。
参考 薄板をめっきした場合に多く見られるが、素材の含有成分や粗さ(鏽)、めっき浴、冷却条件等に影響を受けるため、発現や大小のコントロールは難しい。

めっきの種類及び記号

JIS H 8641(2021年)

種類の記事号	適用例(参考)
HDZT35	厚さ5mm以下の素材、直径12mm以上のボルト・ナット、厚さ2.3mmを超える座金などで、遠心分離によって亜鉛のたれ切りをするもの、又は機能上薄い膜厚が要求されるもの
HDZT42	厚さ5mmを超える素材で、遠心分離によって亜鉛のたれ切りをするもの、又は機能上薄い膜厚が要求されるもの
HDZT49	厚さ1mm以上の素材、直径12mm以上のボルト・ナット、厚さ2.3mmを超える座金
HDZT56	厚さ2mm以上の素材
HDZT63	厚さ3mm以上の素材
HDZT70	厚さ5mm以上の素材
HDZT77	厚さ6mm以上の素材

鋼鉄道橋規格(SRS 02)：財団法人 鉄道総合技術研究所(平成22年8月)

部材	種類	記号	付着量
厚さ5mmを超える鋼部材	—	HDZT 77*	—
厚さ3mm以上、5mm以下のグレーチング、ガス管等の鋼部材	—	HDZT 63*	—
M12以上の普通ボルト、ナット及び座金	—	HDZT 49*	—

*平成22年以降の改訂がないため、新表記にて対応。

公共建築工事標準仕様書(建築工事編)：国土交通省大臣官房官庁営繕部監修(令和4年)

種別	表面処理方法	板厚(mm)	JIS			
			規格番号	規格名称	記号又は等級	クロメート皮膜の記号
A種	溶融亜鉛めっき	6以上	JIS H 8641	溶融亜鉛めっき	HDZT 77	—
B種		3.2以上			HDZT 63	—
C種		1.6以上			HDZT 49	—

11 密閉構造品の孔あけのポイント

(1) 密閉構造単材の場合

〈密閉構造では浸漬できません〉
図11-1のような密閉構造では浮力のために亜鉛浴中への浸漬ができません。図11-2のように両端部に空気孔をあけてください。全面オープンが最良ですが、サイズによっては図11-2の状態でも可能な場合があります。

図11-3、図11-5のように中心部に開口部分がある場合は、浸漬や亜鉛の流入・流出はできますが、空気だまりや亜鉛だまりが発生します。図11-4、図11-6のような位置に孔をあけてください。

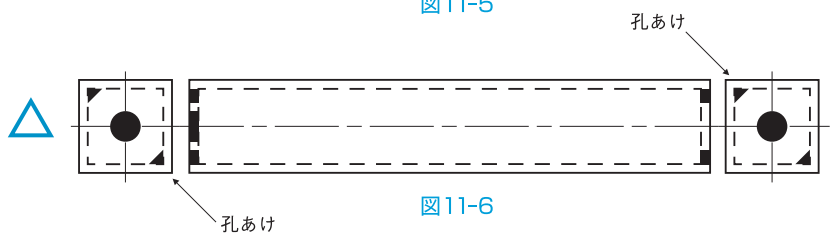
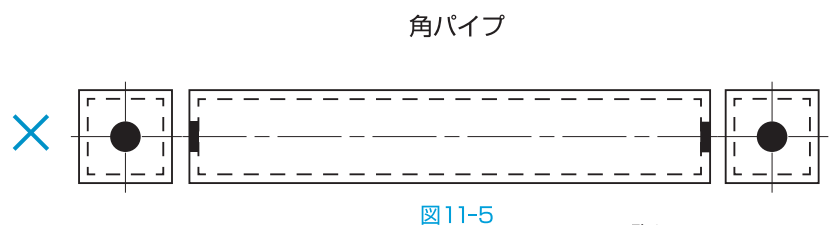
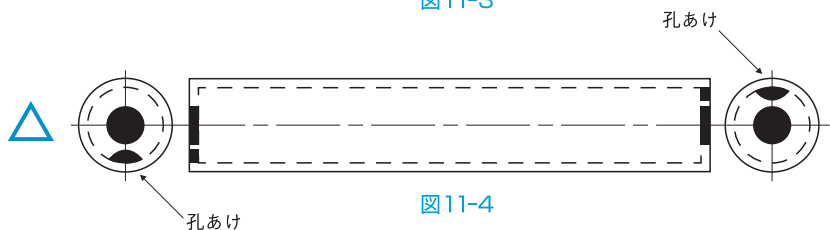
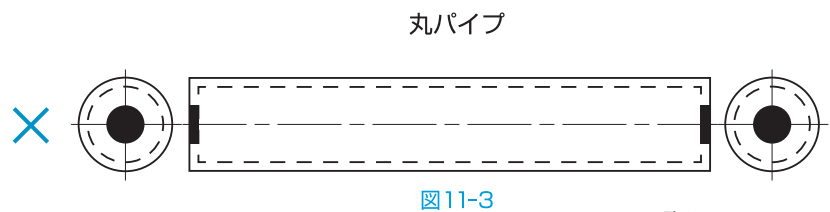
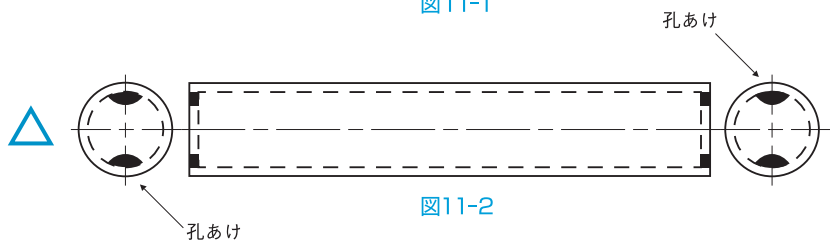
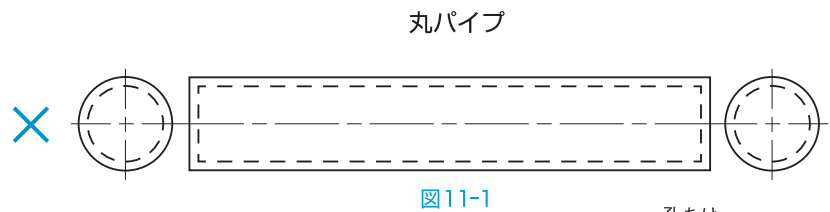
孔あけ径は管の径が基準となります。

■管径と孔径の目安

管径 < 65A	開孔率30%以上
65A ≤ 管径 < 100A	開孔率25%以上
管径 ≥ 100A	開孔率20%以上

図11-1～図11-6の例では、実際には、吊手を必要とする場合がありますので、ご注意ください。

(注) 図中のマークは ◎ 良、△ 可、× 不可を表わします。



(2) 密閉構造フランジ付の場合

フランジ付の場合でも前項と同様です。
図11-7、図11-10のように密閉のままではめっきが困難です。

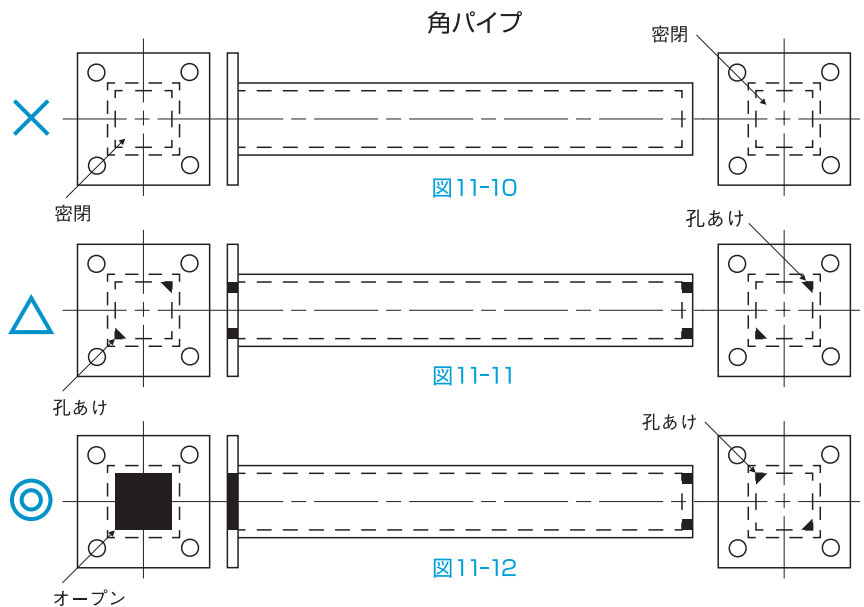
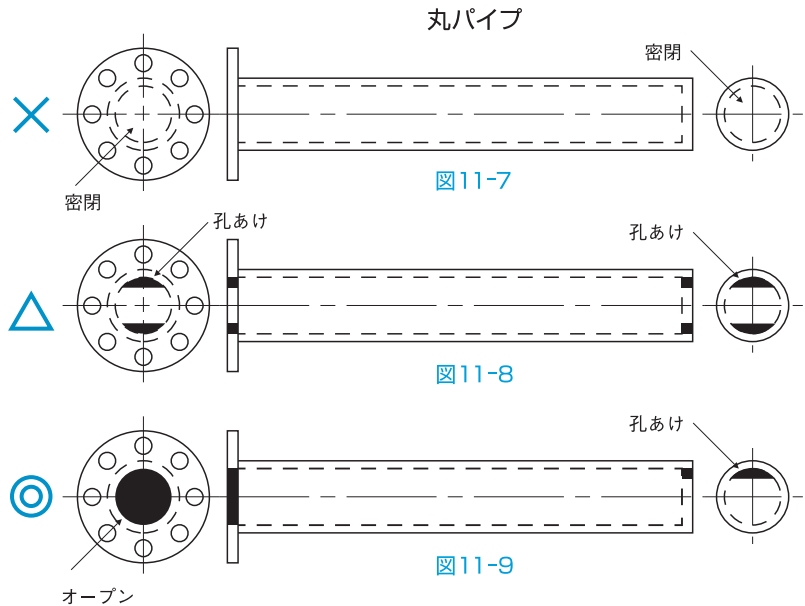
図11-8、図11-11のような位置に製品の
内径に見合うような、孔またはスカラップが
必要です。

それでも空気だまりができたり、残留亜鉛の
流出が不十分になったりすることがあります
ので、図11-9、図11-12のように全面を
オープンにするのが最良の方法です。

■管径と孔径の目安

管径 < 65A	開孔率30%以上
65A ≤ 管径 < 100A	開孔率25%以上
管径 ≥ 100A	開孔率20%以上

これらの図はメクラフランジの場合を示し
ていますが、中心に開口部がある場合も
同様です。フランジがカエリになって空気や
亜鉛の流通を阻害しますので、図11-8、
図11-11と同じように加工してください。



11 密閉構造品の孔あけのポイント

(3) 密閉構造加工品 (平面的加工品)の場合

〈密閉構造では浸漬できません〉
パイプ手すりのような加工品の場合の
孔あけは複雑になります。

図11-13、図11-16、図11-18のような孔の
ないものは亜鉛浴中に浸漬できません。

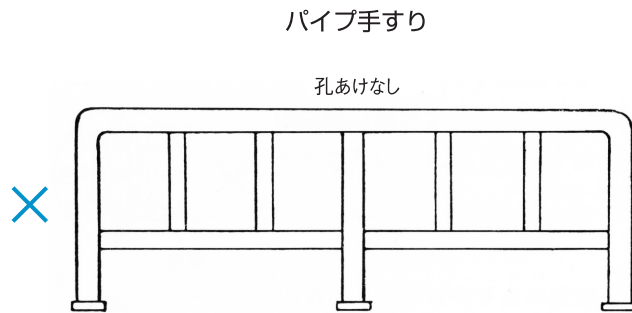


図11-13

〈接合部には孔あけが必要です〉
図11-14、図11-17、図11-19のような
位置に空気と亜鉛の共通の流通孔を
あけてください。

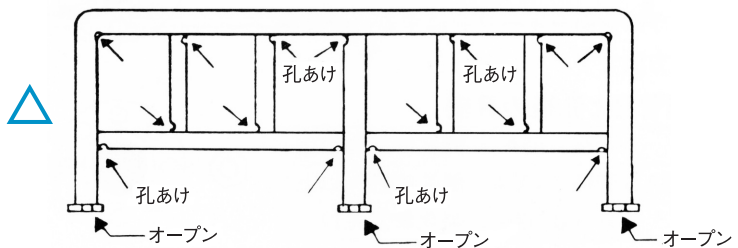


図11-14

外観上、外部から孔をあけると美観を
損なう場合などには、図11-15のように
各接合部を内部貫通孔にしてください。
この内部孔は組立後は確認できません
ので、加工時に充分チェックすることが
必要です。

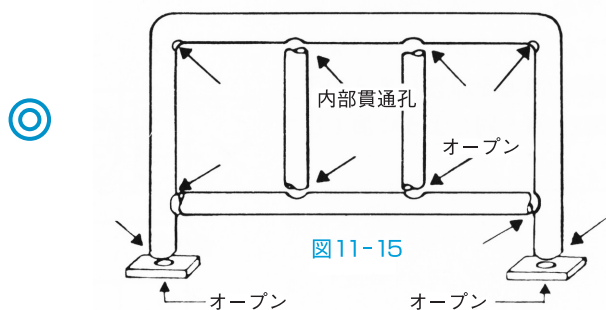
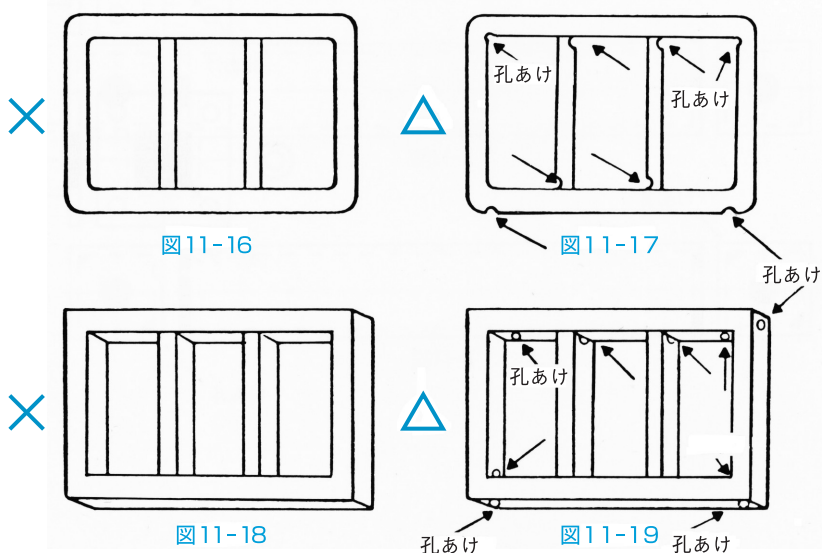


図11-15

〈コーナー部にはエア抜きが
必要です〉

横棧部の両端、コーナー部の内側、立棧
部の上下の対角線上の端などが孔あけの
必要な場所となります。特に脚部底面や
下部両端に孔をあけるか、オープンにする
かを忘れないように注意してください。



〈空気抜き用孔の位置〉

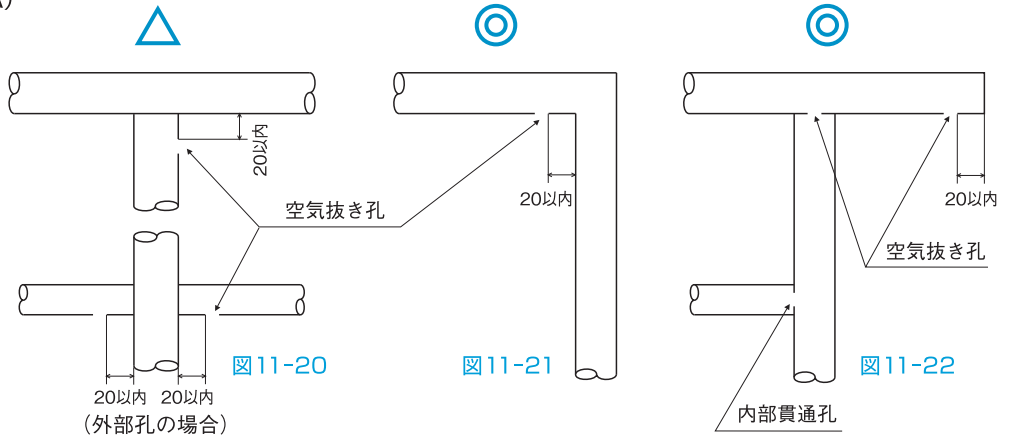
パイプ接合部、コーナー部および端部には、空気抜き用の孔が必要となります。その場合、端部から孔までの距離は図11-20～11-22に示すようにできるだけ短かくとってください。

参考例
(パイプ径25A)

〈パイプ接合部の孔あけ〉

〈コーナー部の孔あけ〉

〈端部の孔あけ〉

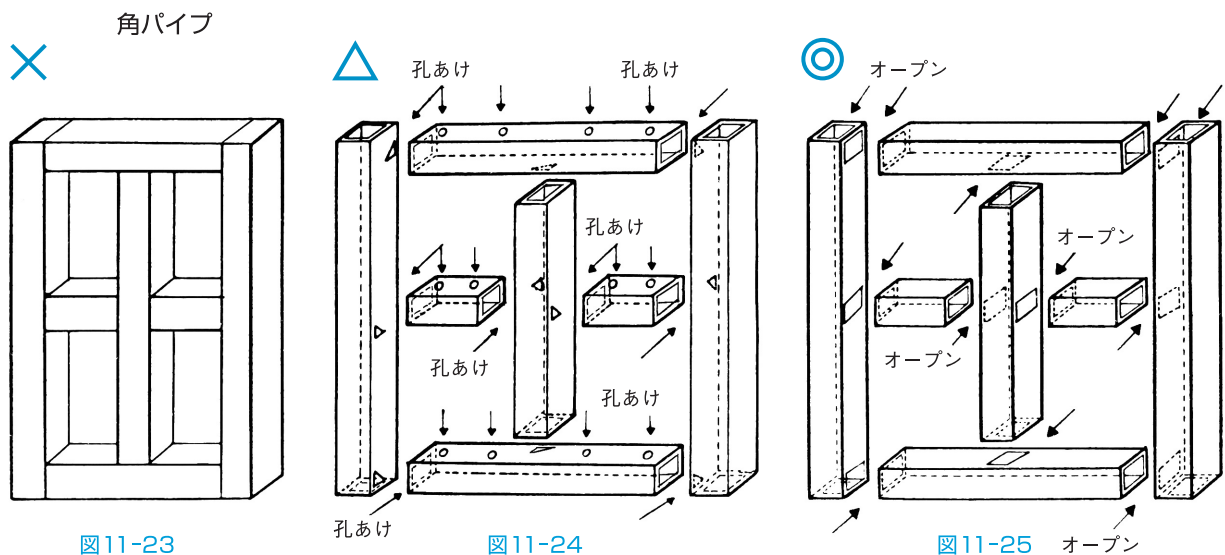


■標準空気抜き用孔径

パイプ径	標準孔径
50A (60.5φ)	22φ
40A (48.6φ)	20φ
32A (42.7φ)	16φ
25A (34.0φ)	14φ
20A (27.2φ)	12φ
15A (21.7φ)	10φ

図は角パイプ加工の例です。図11-24のような孔あけでもめっきは可能ですが、孔の位置や大きさによっては空気だまりが生じたり、亜鉛の流出が不完全になることがあります。

図11-25のように各接合部を内部貫通孔にすることが望ましい構造です。いずれの場合でも、上下対角の位置に、空気や亜鉛の流通に十分な孔が必要です。

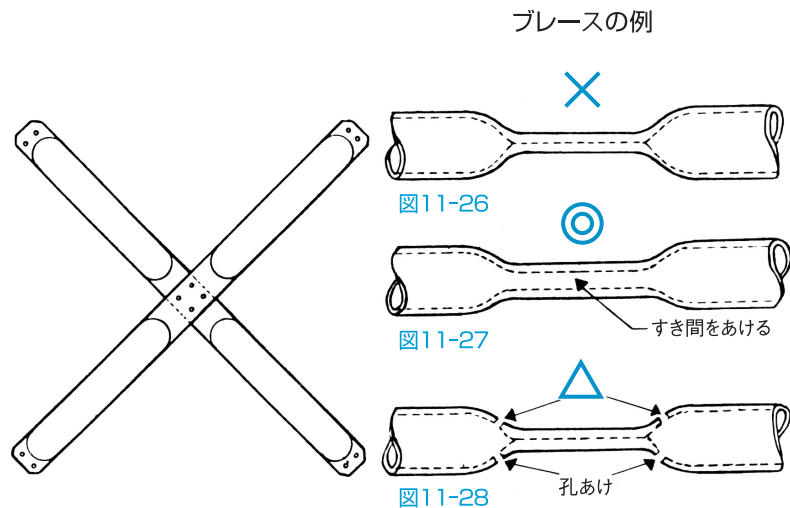


11 密閉構造品の孔あけのポイント

パイプ加工のブレースなどにみられるような管を圧着して接合部としている構造の製品があります。このような場合、図11-26のように内面が密着した状態のままではめっきが困難です。

図11-27のようにすき間をあけるようにしてください。すき間は素材の管の径によりますが、10mm程度以上の間隔が必要です。

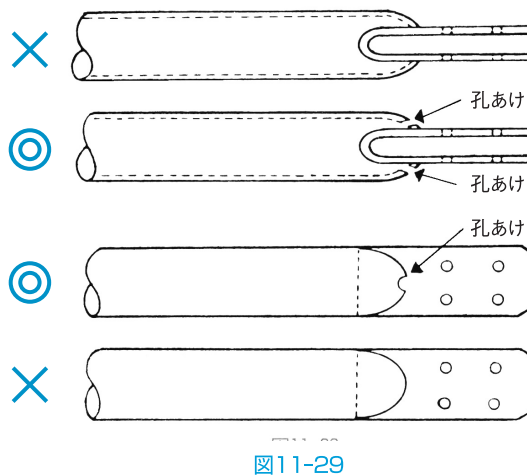
やむを得ない場合は、図11-28のように孔あけをしてください。



〈管末端の処理〉

図11-29は、同じブレースについての末端の部分を示します。

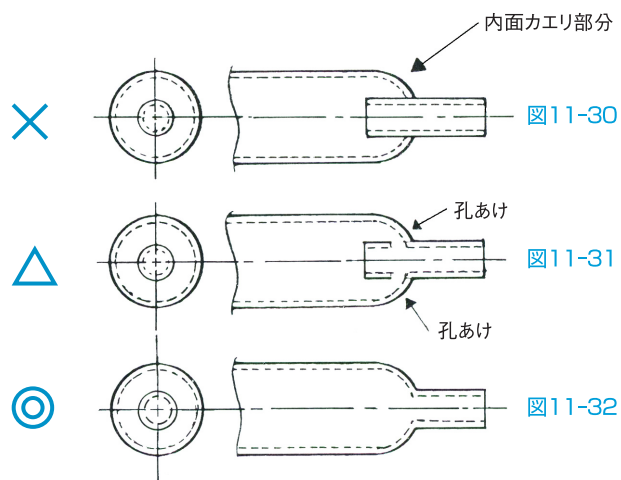
矢印の位置に孔をあけることが必要です。



〈内面にカエリのある場合〉

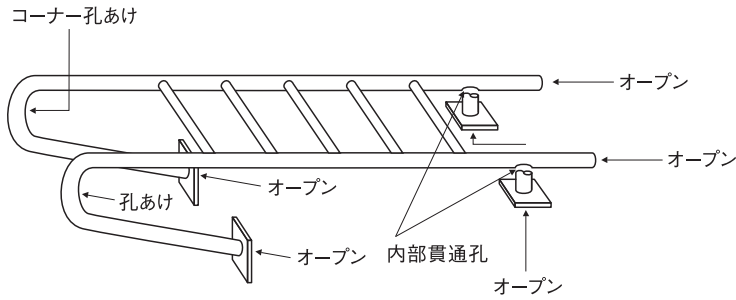
図11-30のような内面にカエリがあると垂鉛が抜けにくいばかりでなく、浮力のため垂鉛浴中に浸漬できません。

図11-31のように孔をあけるか、できるだけ図11-32のように、カエリ部分のない構造にしてください。



(4) 密閉構造加工品(立体的加工品)の場合

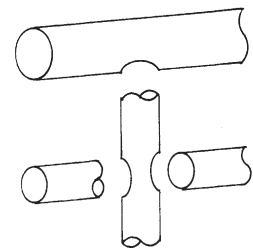
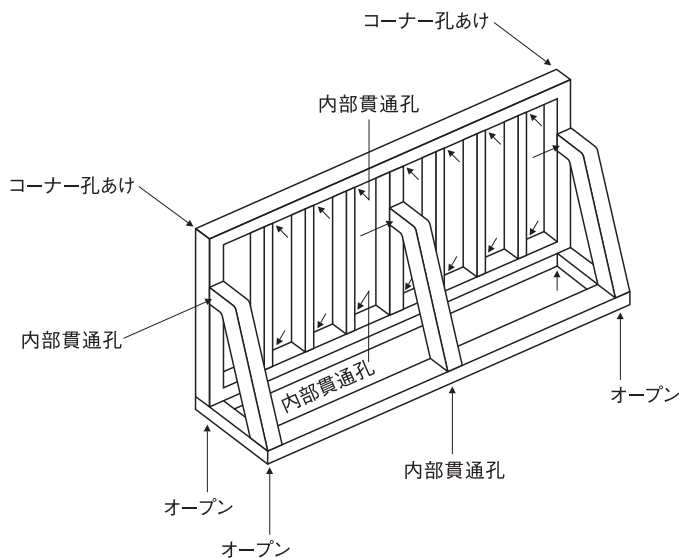
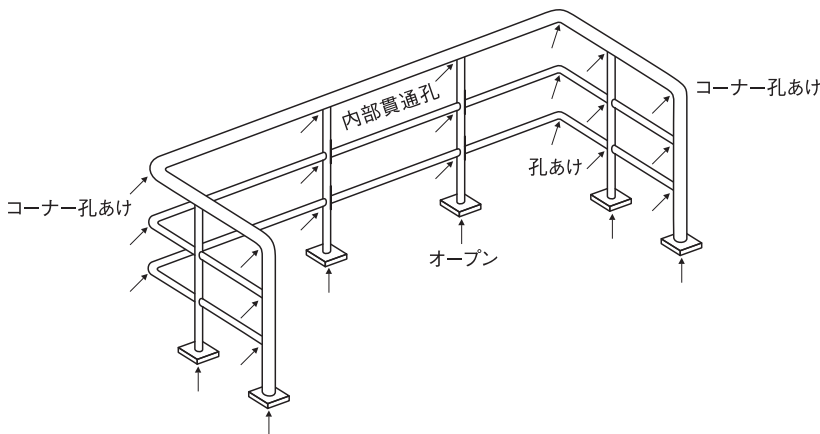
平面的加工品と同様に各接合部、コーナー部に孔あけが必要です。



コーナー部にはエア抜き孔が必要です。

■標準空気抜き用孔径

パイプ径	標準孔径
50A (60.5φ)	22φ
40A (48.6φ)	20φ
32A (42.7φ)	16φ
25A (34.0φ)	14φ
20A (27.2φ)	12φ
15A (21.7φ)	10φ



パイプの接続箇所にはエア抜き、亜鉛の流出入のための孔が必要です。

外部から孔をあけるよりも、内部貫通孔の方が外観は良くなります。

12 形鋼加工品のポイント

(1) スカラップの取り方

形鋼加工品の場合、その組合せや補強材の位置等の関係で部分的に袋状になったり箱状になったりする箇所が生じます。

スカラップは通常35Rとしていますが、幅の大小により変更する必要がありますので事前にご相談ください。

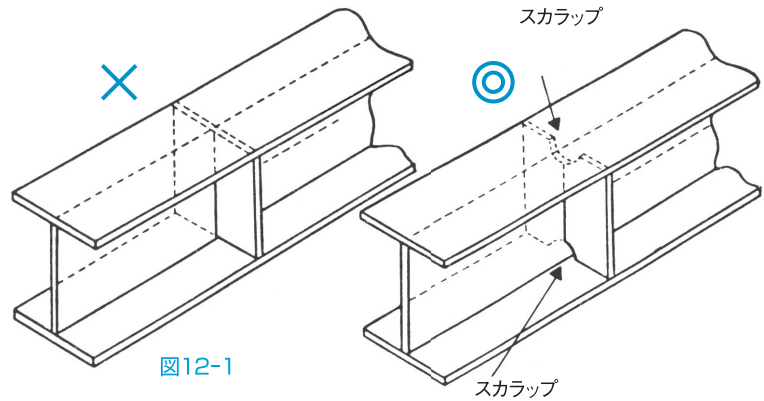


図12-1

〈リブプレートや

エンドプレートのスカラップ〉

図12-1や図12-2のように、リブまたはエンドプレートにスカラップがない場合、空気だまりが生じて不めっきになったり、また、亜鉛の流れが阻害されるため亜鉛だまりが生じます。

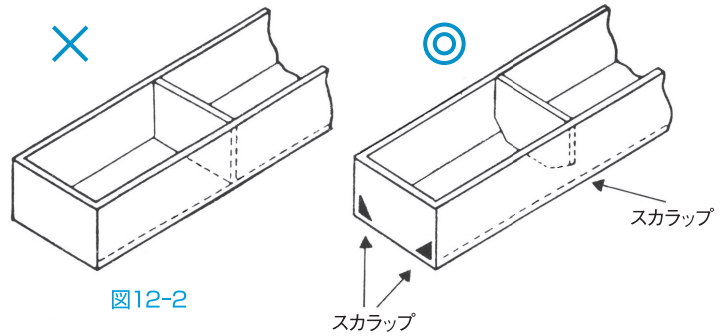


図12-2

〈コーナー部のスカラップ〉

図12-3や図12-4のように、チャンネル枠やアングル枠およびH鋼枠では、コーナー部にスカラップがないと不めっきや亜鉛だまりの原因となります。必ず各コーナー部にはスカラップが必要です。

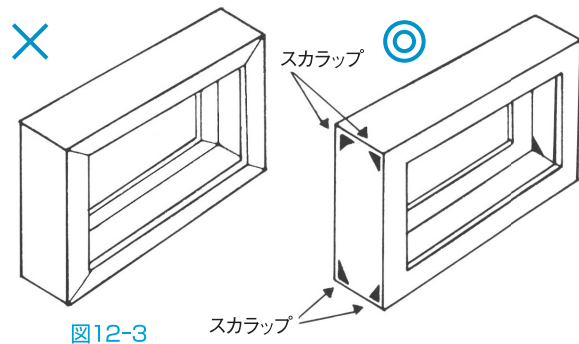


図12-3

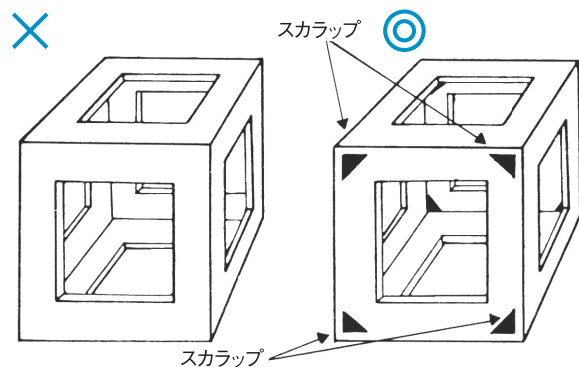


図12-4

図12-5は板枠構造の例です。

このような場合は、部分的に箱状の部屋になっているため、空気だまりや亜鉛だまりを生じて良好なめっきをすることが困難になります。

もちろん、めっき工程だけでなくその前処理の各工程でも不都合が生じます。

そこで、図12-6のような位置にスカラップを取って、各部屋が共通になるような構造にすることが必要です。

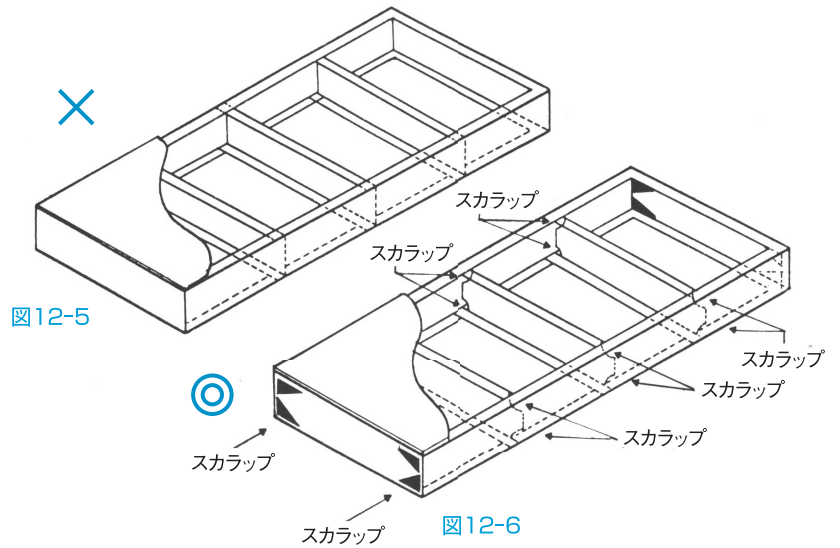
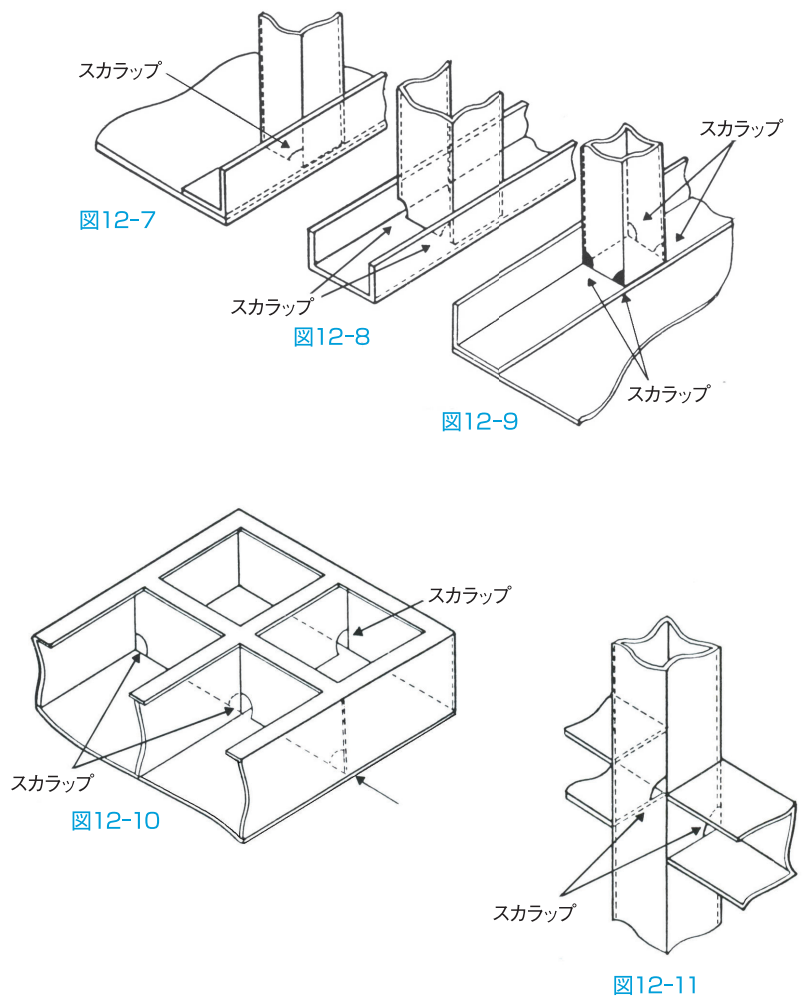


図12-7～図12-11に、それぞれ接合部や袋状部についてのスカラップの取り方の例を示します。



13 鋼管柱の孔あけのポイント

(1) ベース部のスカラップ

〈ダブルフランジ〉

図13-1は一般的なダブルフランジ構造の例です。底部フランジが管内面に対してカエリとなり垂鉛の流出を防げ、垂鉛の残留が生じます。従って、スカラップのほかに図の位置に孔あけが必要となります。

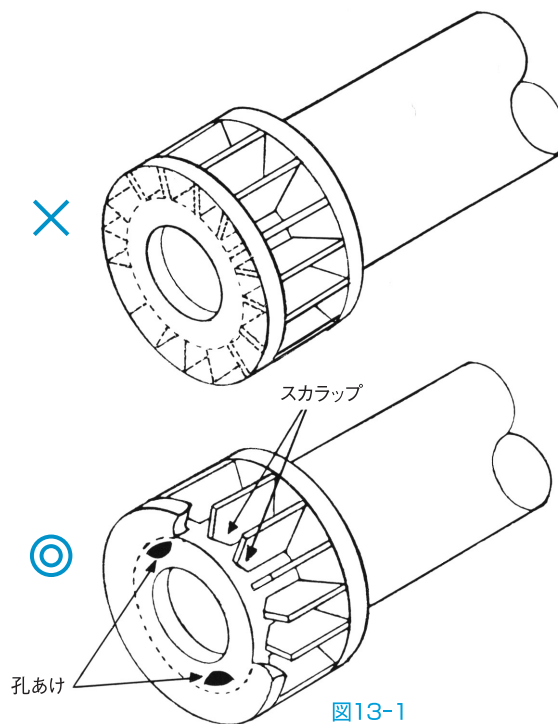


図13-1

〈八角柱インナーフランジ〉

大部分の垂鉛は開口部から流出しますが、残留垂鉛の完全な流出には図13-2のような位置に孔あけをしてください。

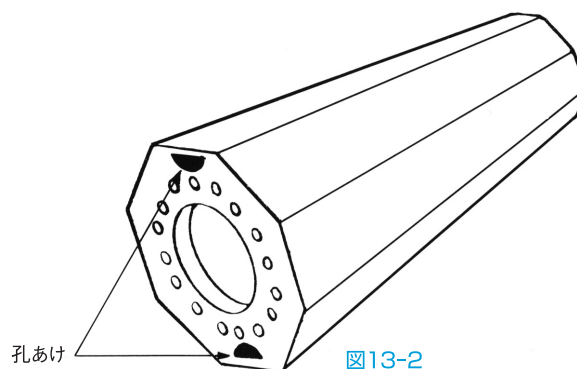


図13-2

〈角柱のベースフランジ部〉

図13-3は角柱の例です。このような場合はスカラップを取るだけでなく、孔あけ、オープンなどの総合的な配慮をすることが必要です。

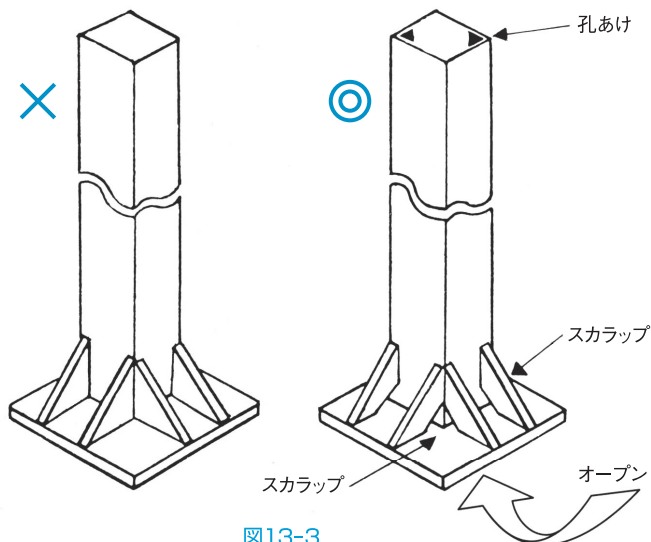


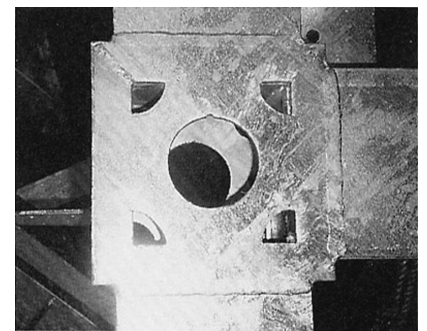
図13-3

(2) ダイヤフラム部の孔あけ

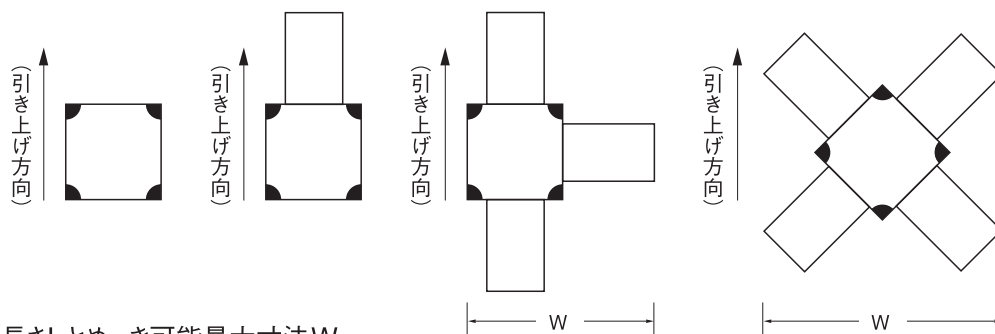
■ダイヤフラム部・ベースプレート部・天蓋部標準孔あけ寸法表

角パイプ	孔サイズ		ダイヤフラム・ベースプレート		天蓋部
	R、 ϕ_1	ϕ_2			
□-100 ²	25				
□-125 ²	30				
□-150 ²	40				
□-175 ²	45				
□-200 ²	35	80			
□-250 ²	35	100			
□-300 ²	35	130			
□-350 ²	50	150			
□-400 ²	50	175			
□-450 ²	50	200			
□-500 ²	50	250			

ダイヤフラム部の開孔率は、パイプ断面積の20%以上を必要とします。



(3) めっき可能な仕口部の最大寸法



■製品長さLとめっき可能最大寸法W

L > 9,000mmの場合	W = 1,700mm
L < 9,000mmの場合	W = 2,000mm

14 タンク・ボックス類の孔あけのポイント

(1) タンクの場合

丸タンクや角タンクで図14-1、図14-3のように底部に全く開口部がない場合はめっきは困難です。開口部があっても、その位置が不適當なときには空気や亜鉛の流出が阻害され、めっき不良や亜鉛の残留が生じます。

図14-2、図14-4のように対角線方向のコーナー部に開口部を設けてください。また、斜めにしたり反転したりしますのでつり手が必要です。

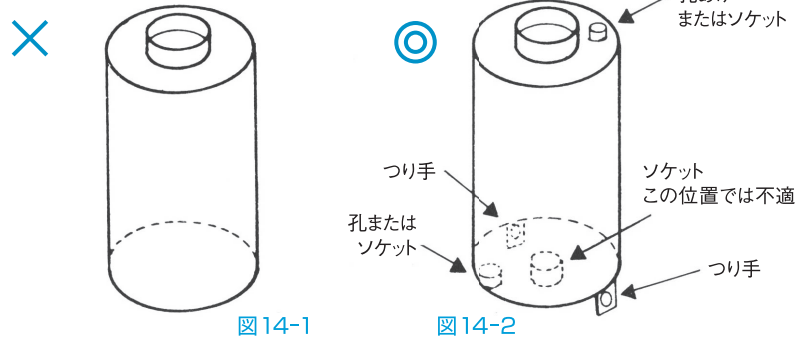


図 14-1

図 14-2

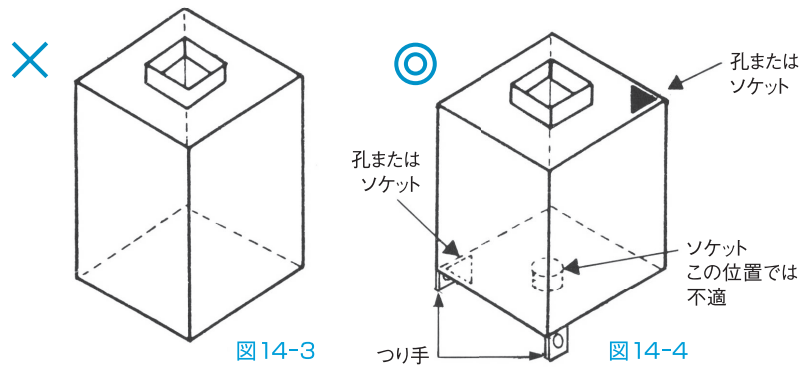


図 14-3

図 14-4

〈丸タンクのソケットのつけ方〉

ソケットを取付けた場合、図14-5のように内部にカエリがあると空気、亜鉛が完全に排出されず、めっき不良になったり亜鉛だまりが発生したりします。ソケットは図14-6のように孔あけをするか、図14-7のように、カエリのないようにする必要があります。

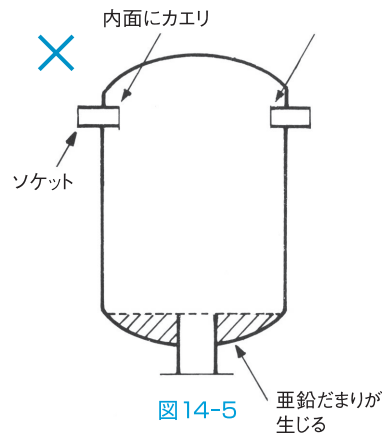


図 14-5

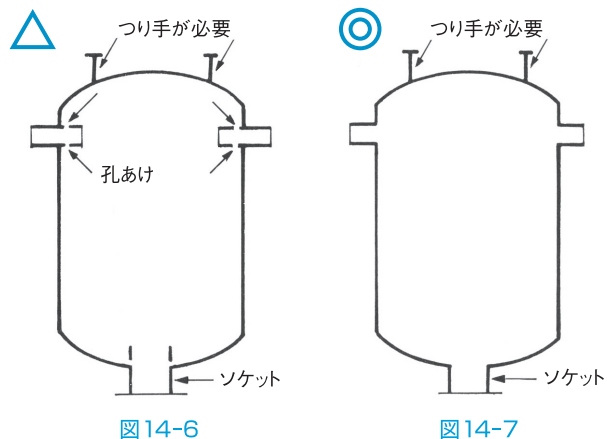


図 14-6

図 14-7

〈内部にカエリがある場合〉

図14-8のように開口部内部にカエリ部分がある角タンクの場合は、空気や重鉛の流出が不完全になります。図14-9のような位置に孔あけが必要です。

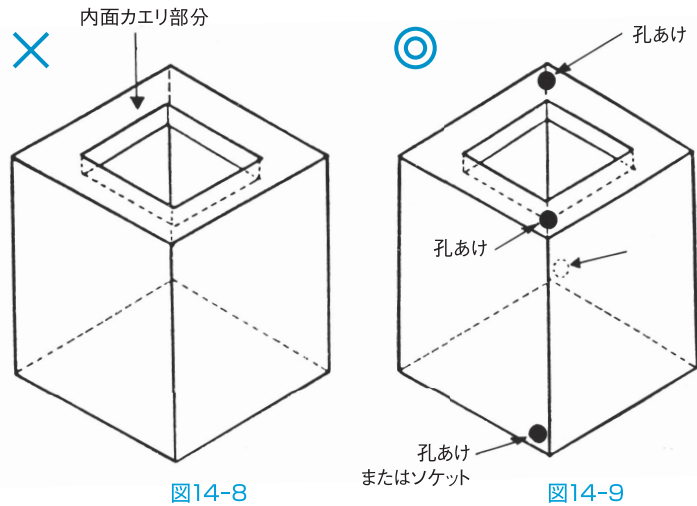


図14-8

図14-9

(2) ボックス類の場合

〈孔は対称位置に必要です〉

図14-11のようにエア抜き、ドレン抜孔は必ず対称位置にあける必要があります。
(a-a'、b-b'、c-c'、d-d'のいずれか1組)

ボックスの大きさにより孔の数、位置、大きさは異なります。また、吊り手等が必要な場合があります。

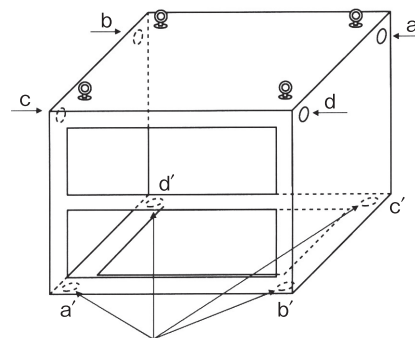


図14-10

必要な孔の大きさと角ボックスの大きさの関係は次のようになります。

■角ボックスのサイズと孔径の目安

$$T = D + H + L$$

T < 1,000mmの場合	10φmm以上
1,000 ≤ T < 1,500mmの場合	15φmm以上
T ≥ 1,500mmの場合	20φmm以上

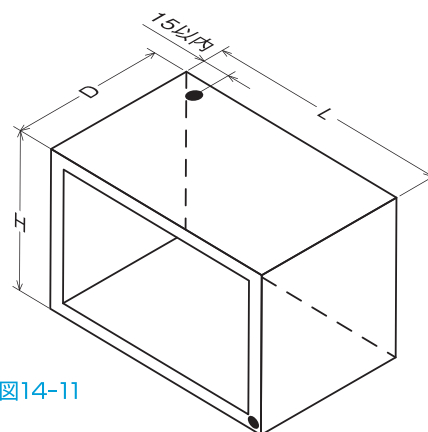
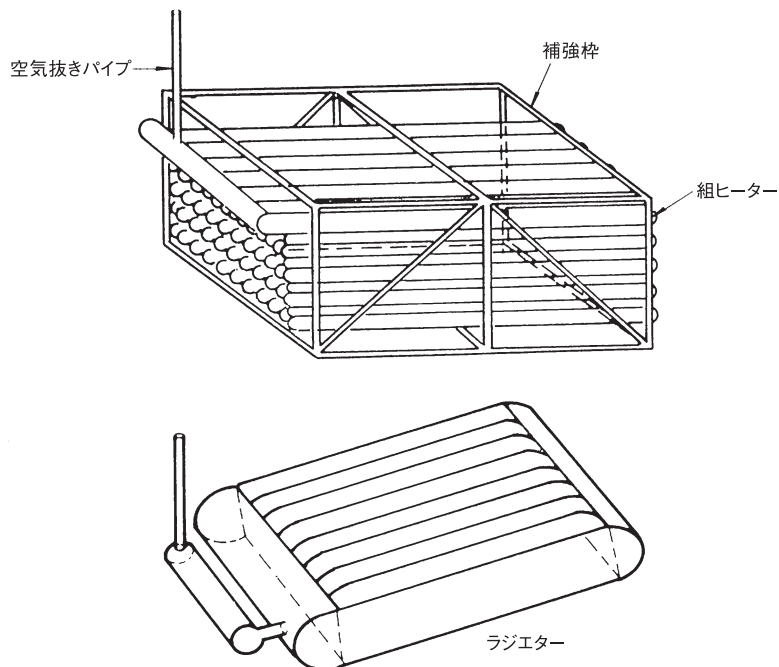


図14-11

15 外面めっき品の構造のポイント

組ヒーター、組コイル、ラジエーター、平コイルなど熱交換器を外面めっきする場合、浮力のため自重では亜鉛浴中へ浸漬できません。

このようなときは荷重を加えますので本体を保護するための補強枠が必要となります。また、空気抜きパイプも必要です。(長さ上面より700~1000mm)

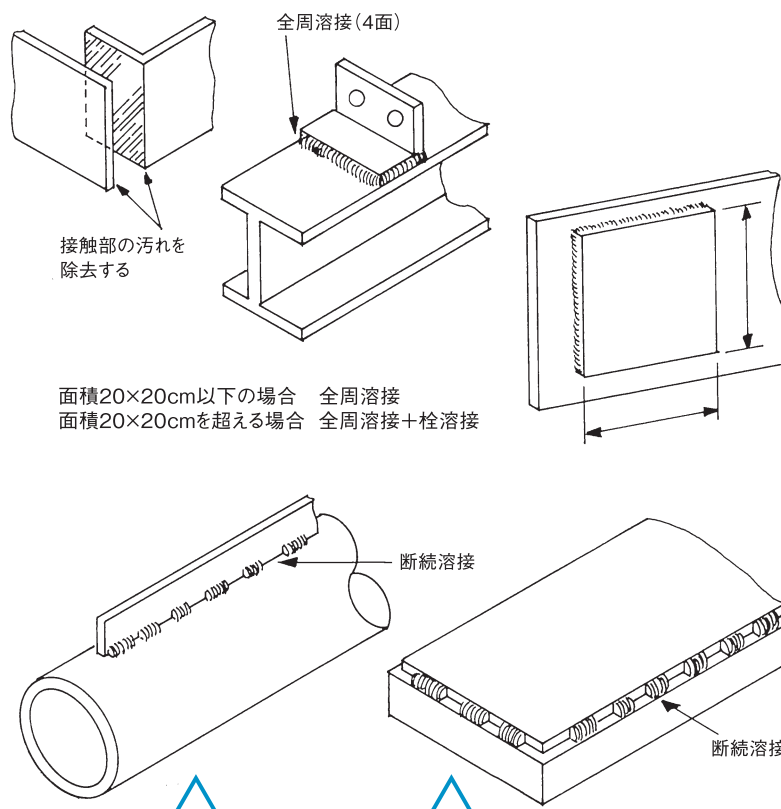


16 貼り合せ部のポイント

溶接が断続溶接の場合、溶接部のクラックやピンホールから水分がすき間に入りこむため、不めっきや錆のしみ出しが発生したり、また、爆発により面にふくれや溶接ビードにきれつを生じることがあります。そのため重ね合せの場合には接触面はよく密着させ内部に水分が残らないようにして、全周溶接してください。

また、板厚の差が大きい部材を重ね合せの場合、ひずみや溶接ビードのきれつが発生する可能性があります。

あまり肉厚の異なる材料を貼り合せて加工すると、めっき時の熱によってひずみやまがりが発生することがよくみられます。なるべくこのような構造は避けてください。やむを得ないときは、溶接方法について十分考慮する必要があります。



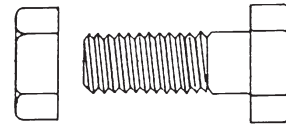
17 ボルト・ナット、嵌合部のクリアランス

〈鉄塔用ボルト・ナット〉

現在M8以上、付着量HDZT49の場合は、ナットを下表のようにオーバータップした後めっきします。

ボルト	標準寸法
ナット	0.8mmオーバータップ(めっき前)

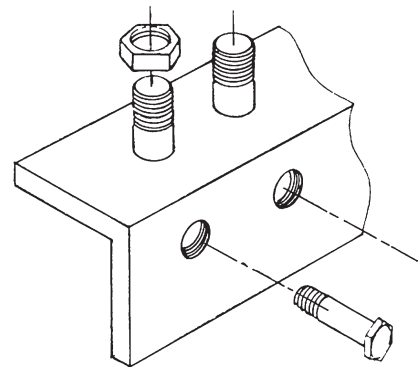
ただし、付着量HDZT77の場合は、めっき後ナットを0.4mmタップングします。



〈日本橋梁建設協会の標準クリアランス〉

溶融亜鉛めっき鋼板桁橋梁設計示方書(案)では、締付特性、ナット引張強さ、ねじ精度の管理面より、めっき後ナットを0.4mmタップングするよう規定しています。

ボルト	標準寸法
ナット	0.4mmタップング(めっき前)



〈参考(日本電機工業会)〉

表の寸法によってオーバータップした後、めっきします。

	A	B
ボルト	標準寸法	0.3mm縮少
ナット	0.6mmオーバータップ	0.3mmオーバータップ

(注)めっき用ボルト・ナットのクリアランスは、用途によって多少異なります。

〈ボルト孔径のクリアランス〉

通常、黒素材のボルト穴のクリアランスは建設省告示によって、M20以下の場合、+1.0mm、M20以上で+1.5mmのクリアランスが定められています。しかし、溶融亜鉛めっきの場合これでは不十分なため、標準寸法より0.4~0.6mm拡大する必要があります。

$d \leq 20$	$r \leq d + 1.4 \sim 1.6$ (mm)
$d > 20$	$r \leq d + 1.9 \sim 2.1$ (mm)

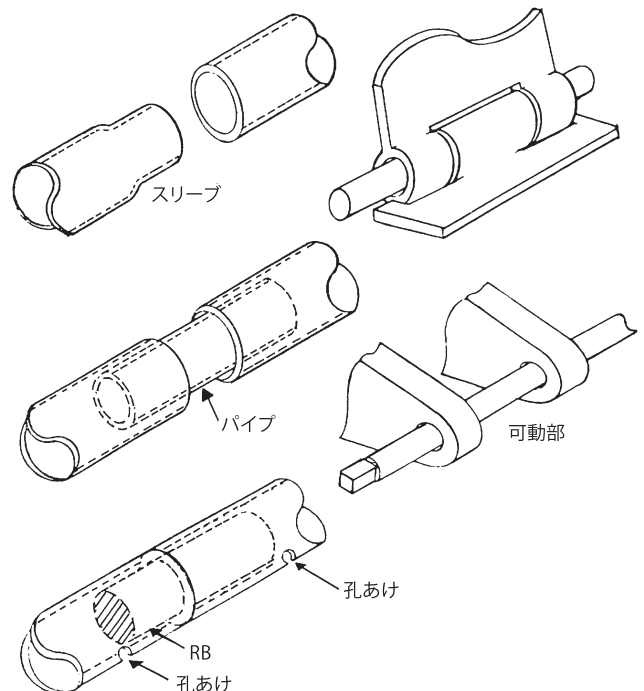
d:ボルト径(mm) r:ボルト穴径(mm)

〈可動部、嵌合部のクリアランス〉

シャフト、ヒンジ等の可動部のあるもの、スリーブなどの嵌合部のある素材は分解してめっきすることになり、一般的には直径で1.6mm以上のクリアランスが必要です。ただし、クリアランスは一定ではありませんので、用途、精度により事前にご相談ください。

〈適正なジョイント部〉

〈ヒンジ部〉



18 マスキング(不めっき)処理方法

(1) ネジ部の処理

ボルトやナット単体ではめっき後に遠心分離機等によりネジ部のたれ切りが可能ですが、鉄骨構造物についている場合は次のような処置を施しています。

- ① めっき後、小径の場合タッピングによるネジさらえ、径が大きい場合は加熱しブラッシングにて除去する。
- ② めっき前にネジ部分に特殊な耐熱塗料を塗布したり、特殊なマスキングテープを貼付する。
- ③ 捨てボルト、ナットを使用し、めっき後取り外す。

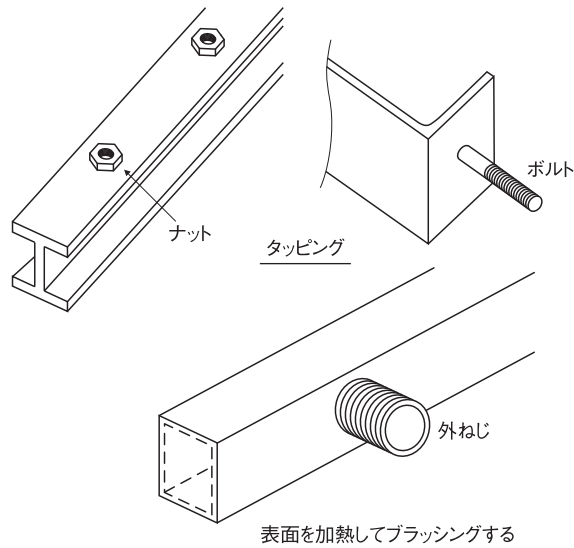


図18-1

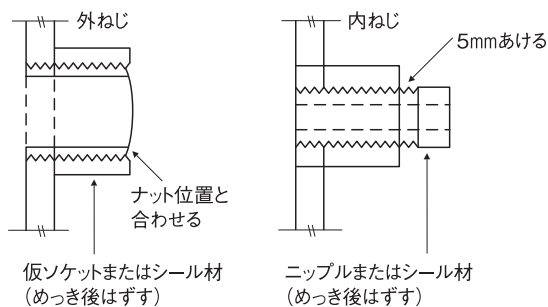


図18-2

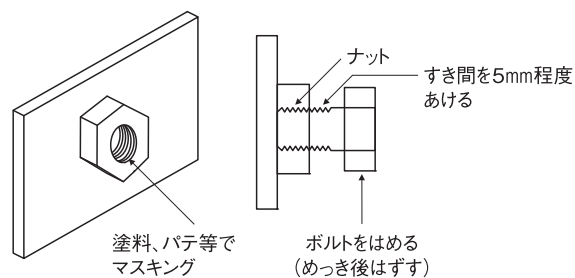
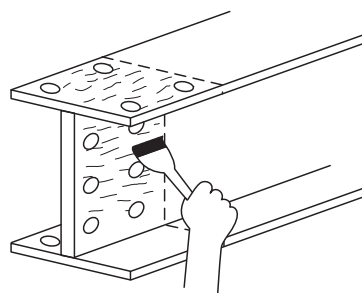
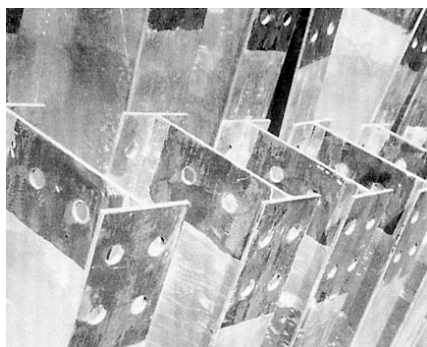


図18-3

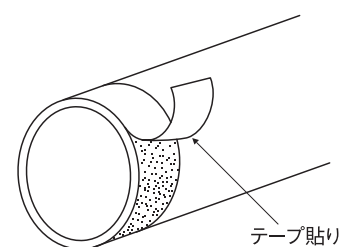
(2) 部分不めっき処理

通常の摩擦接合による高力ボルト接合面、また、めっき後に溶接加工される場合にめっき表面の一部分を「不めっき」にする必要があります。その方法は、サンダー等の電動工具で亜鉛を除去する方法と、上述のネジ部と同様にめっき前にマスキングする方法があります。



特殊耐熱塗料をめっき前に塗布

図18-4



特殊マスキングテープをめっき前に貼付

図18-5

- 特殊マスキングテープは空気が残らないよう均一に貼り付けてください。また、耐熱塗料は重ね塗りをを行い、完全に乾燥させてください。

19 高力ボルト添接面の処理方法

通常、溶融亜鉛めっき処理した鋼材をそのままの状態では接合した場合、建築基準法に定められたすべり係数は得られません。そこで、一般的には溶融亜鉛めっき面に下記のような表面処理をすることですべり係数を増大させ規定値を満足させています。

① ブラスト処理

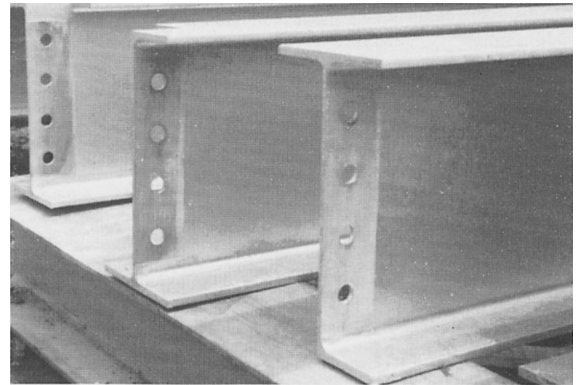
ショットブラスト、グリッドブラスト、サンドブラスト等によって表面粗度を50s以上にすれば、0.45～0.50程度のすべり係数が得られる。

② タナカ-FC処理(りん酸亜鉛処理)

摩擦接合面を目荒らした後に所定のりん酸亜鉛処理液を塗布し、その後自然乾燥させるのみで規定のすべり耐力が得られる。

FC処理液と塗布業者、高力ボルト接合施工技術者を登録することで、すべり試験なしで使用できます。

高力ボルト添接面の処理方法の詳細については、技術資料がありますので別途ご請求ください。



タナカ-FC処理

20 マーキング方法

(1) めっき前の塗料によるマーキング

亜鉛めっき前処理工程(脱脂・酸洗)で除去可能な塗料、水溶性マーカー等をお使いください。なお、推奨銘柄としてサクラ水溶性マーカーWSC、ピグマックスペイントマーカー、三菱ユニボスカ等が使用可能です。

(2) めっき後の識別のためのマーキング

① 刻印による方法

本体または金エフに刻印(10mm以上)をできるだけ深く打刻してください。

② 金エフによる方法

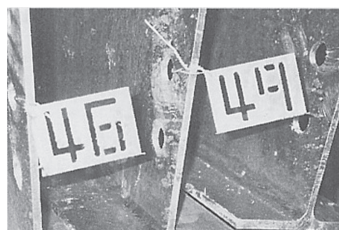
金エフに文字・数字を写真のように打ち抜く、または、刻印を強く打つ。(金エフの取り付けには、10番線より太い番線を使用してください。)

③ 溶接による方法

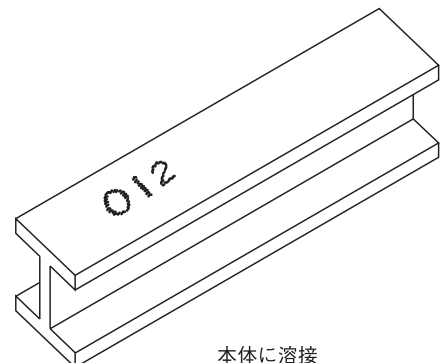
本体に溶接で文字・数字を図のように描く方法は、使用範囲が限定されますが、有効な方法の一つです。



本体に刻印



金エフに打ち抜き



本体に溶接

RECOMMENDED PRACTICE
FOR
HOT DIP GALVANIZING

TANAKA GALVANIZING CO., LTD.

◆ 鉄鋼構造物の防食についてのご相談・お問い合わせは、弊社品質管理課または営業部まで ◆

溶融亜鉛めっき加工JIS表示認証工場

 **田中亜鉛鍍金株式会社**

本社・工場 / 〒555-0012 大阪市西淀川区御幣島5丁目1番1号
TEL. 06-6472-1234
FAX. 06-6473-2354

尼崎工場 / 〒661-0965 尼崎市次屋2丁目1番57号
TEL. 06-6499-4614
FAX. 06-6498-4694

堺工場 / 〒592-8331 堺市西区築港新町3丁27番地の8
TEL. 072-244-6500
FAX. 072-247-2227

<https://z-mekki.com>