鉄骨工事Q＆A

A. 工場製作編

一般社団法人 日本建設業連合会
建築本部　鉄骨専門部会

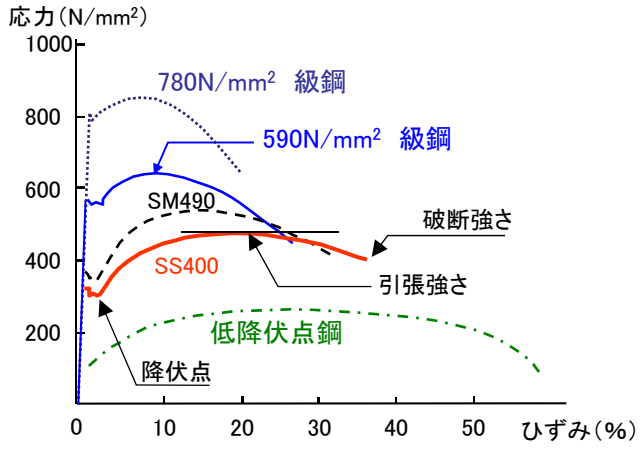
鉄骨工事 Q&A	材料	鋼材規格	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 各鋼材記号の数字が意味するものは？

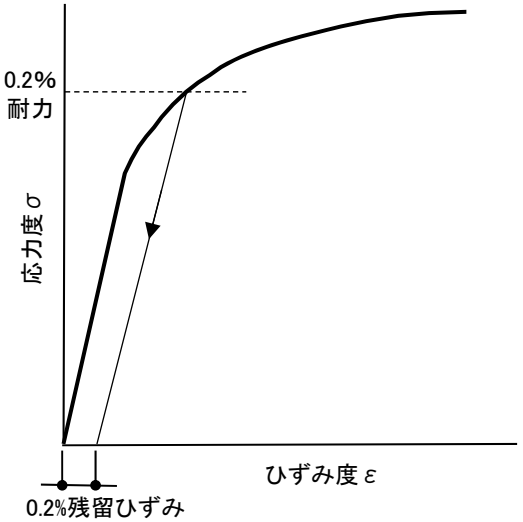
A.
鋼材や鉄筋には、指定建築材料としてJIS規格適合品および大臣認定品があります。
下表に示すように、JIS規格の鋼材の呼称の数字（SS400の400等）は引張強さの下限値を表します。一方、鉄筋とほとんどの大臣認定鋼材は、呼称の数字が降伏点 又は 0.2%耐力※の下限値の数値が使用されています。そのため、強度の高低が数字の大小から判断しづらい面があります。

鋼材の規格（着色部分は、規格名の数値が含まれる部分）

種類	規格		降伏点又は耐力※ N/mm²	引張強さ N/mm²	備考
鉄筋	JIS G 3112	SD345	345～440	490以上	鉄筋コンクリート用棒鋼
		SD390	390～510	560以上	
		SD490	490～625	620以上	
鋼材	JIS G 3101	SS400	235～	400～510	一般構造用圧延鋼材
	JIS G 3106	SM490	325～	490～610	溶接構造用圧延鋼材
	JIS G 3466	STKR490	325～	490～	一般構造用角形鋼管
	JIS G 3136	SN490	325～445	490～610	建築構造用圧延鋼材
	大臣認定品	BCP325	325～445	490～610	建築構造用冷間成形角形鋼管
	大臣認定品	SN490-FR（常温性能はJIS G 3136等に準拠）	325～445	490～610	建築構造用耐火鋼
	大臣認定品	TMCP355	355～475	520～640	建築構造用TMCP鋼材
	大臣認定品	TMCP385	385～505	550～670	建築構造用TMCP鋼材
	大臣認定品	SA440	440～540	590～740	建築構造用高性能590N/mm²鋼材
	大臣認定品	H-SA700	700～900	780～1000	建築構造用高性能780N/mm²鋼材



種々の鋼材の応力-ひずみ曲線



高張力鋼の応力-ひずみ曲線

※引張試験において、規定された伸びを生じるときの試験力を平行部の原断面積で除した値。
降伏点が明確でない材料では、降伏点の代わりに耐力が用いられる。JIS規格では、特に規定のない場合には、塑性伸びの値を0.2%としている。耐力の測定は、JIS規格では、次のいずれかの方法による（詳細は省略）。
a)耐力（オフセット法）、b)耐力（永久伸び法）、c）耐力（全伸び法）

鉄骨工事 Q&A	材料	広幅平鋼	制定	2011年7月1日
			改訂	2026年11月1日

Q. 広幅平鋼とは何ですか。

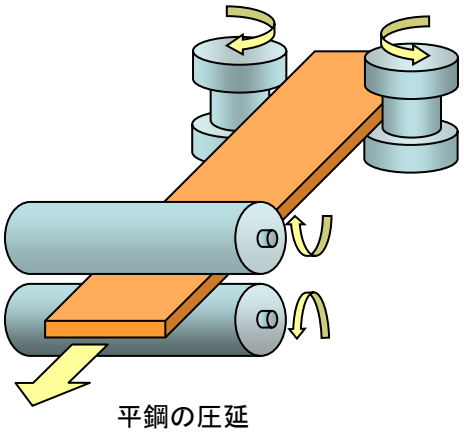
A.

板状の鋼材は、下表のように分類されています。平鋼は下図のように長方形断面の4面とも圧延された鋼材をいい、断面形状が平鋼と同一であっても、鋼板を切断して得られたものは、平鋼といいません。その平鋼のうち、180mmを超えるものを広幅平鋼といいます。

広幅平鋼は、建築ではスプライスプレートや溶接組立H形断面部材のフランジ等に使用されています。

板状鋼材の分類

分類			寸法・形状
熱延鋼板（冷延鋼板）	厚鋼板	厚板	厚さ 6mm以上の平板状のもの
		中板	厚さ 3mm以上、6mm未満の平板状のもの
	薄鋼板（薄板）		厚さ3mm未満の平板状のもの
	鋼帯	広幅帯鋼	幅500mm以上のコイル状のもの
		帯鋼	幅500mm未満のコイル状のもの
平鋼	広幅平鋼		幅180mmを超えるもの
	平鋼		幅180mm以下のもの



平鋼の圧延

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	材料	BCP	制定	2011年7月1日
			改訂	2023年2月1日

Q. BCP原板のミルシートの確認は必要か？

A.
通常施工者は、工事監理者の指定のない限り原板ミルシートの確認を行わない場合が多いです。これは、BCPが大臣認定品であり、原板についても規定を満足したものが使われている事によります。原板に使用される材料の規定は、以下に示すように定義(「一般社団法人日本鉄鋼連盟」)されています。

「BCP235,325は冷間プレス成形設備によって、JIS G 3136に規定される建築構造用圧延鋼材に、N(窒素)の上限規定を付加した規格を満足する鋼帯または鋼板を角形断面または一対の溝形断面に成形し、溶接継目部を半自動もしくは自動アーク溶接して製造される直及びテーパー形の角形鋼管」

種類の記号

種類の記号	鋼帯または鋼板
BCP235	(JIS G 3136 SN400B 又は C)※
BCP325	(JIS G 3136 SN490B 又は C)※

※JIS G 3136の規格に冷間加工性を考慮し、N規定を付加したもの

下記に示す内容が、特記仕様書に示されている場合などは、コラムメーカーに対応可能か確認するとともに、原板のミルシートで仕様を満足しているか確認してください。
・主要構造部の鋼材に対して高炉材が指定されている場合
・電炉材を主要構造部に使用するときの成分や機械的性質の確認規定がある場合

参考として、建築構造用冷間プレス成形角形鋼管(BCP235、BCP325)の日本鉄鋼連盟製品規定の「13.報告」を以下に示します。

「検査及び試験に合格した角形鋼管に対して、検査証明書を発行する。報告内容は、製造履歴※1が確認できる識別番号※2の他、以下の内容を含むものとする。

(1)受注内容
種類の記号、注文寸法、注文数量
(2)鋼帯または鋼板の化学成分
表2に規定されるすべての元素、Ceq又はP_{CM}と、それに係る元素 (表2は出典を参照)
表2の備考1によった場合の添加元素 (表2は出典を参照)
(3)引張試験結果
平板部分の降伏点又は耐力、引張強さ、降伏比、伸び
(4)衝撃試験結果
平板部分の0℃における吸収エネルギー
(5)外観、寸法検査結果
上記識別番号を記載する目的は、必要な場合に素材製造業者が発行する鋼材検査証明書との照合を可能とするためである。
※1 製造履歴の範囲は、溶鋼から冷間成形角形鋼管メーカー出荷時点の製品までとする。
※2 識別番号は、鋼帯又は鋼板の製造業者が発行する鋼材検査証明書(ミルシート)番号、製鋼番号、鋼材の製造番号、及び冷間成形角形鋼管の製造番号、等である。」

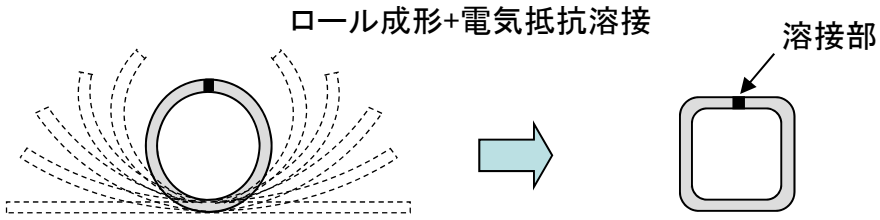
成績書と原板のミルシートをセットで提出するメーカーもありますが、要求しないと提出されない場合もありますので、必要な場合は取り寄せてください。

出典:(一社)日本鉄鋼連盟製品規定 MDCR 003-2017 建築構造用冷間プレス成形角形鋼管

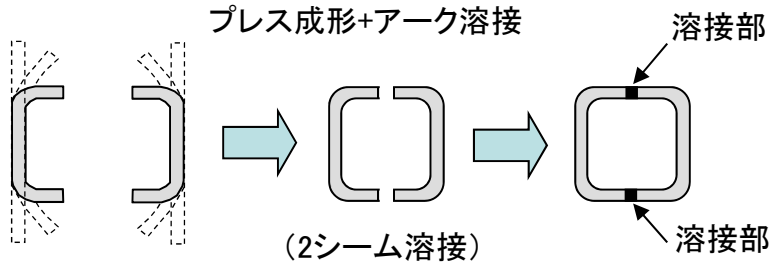
鉄骨工事 Q&A	材料	BCRとBCP	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. BCR(ロール成形角形鋼管)とBCP(プレス成形角形鋼管)の違いは？

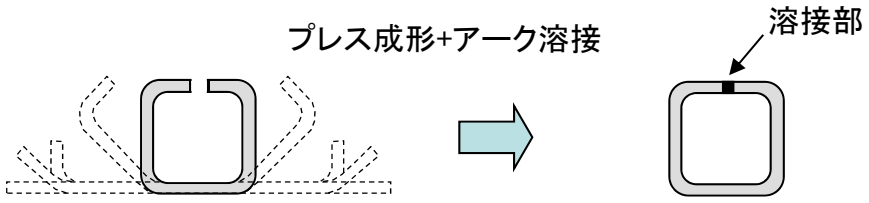
A.
BCR(ロール成形角形鋼管)は、鋼帯を一度、円形に成形し、シーム部を溶接したものを角形に成形します。よって、平坦部も冷間加工されています。BCP(プレス成形角形鋼管)は、厚板の鋼管の角になる部分をプレス成形し、シーム部を溶接します。両者は、コーナー部の曲率半径も異なります。更に告示により設計法も異なっていますので、同じ径・板厚であっても取り替えて使用することは出来ません。また、機械的な性質については、下表を参照ください。



BCR
建築構造用冷間
ロール成形角形鋼管
・□150×6～□550×25mm
・角部外R= 2.5t



BCP
建築構造用
プレス成形角形鋼管
・□300×9～□1000×40mm
・角部外R= 3.5t



(1シーム溶接)

BCRとBCPの機械的性質の比較表

種類の記号	板厚 t (mm)	降伏点又は耐力 (N/mm²)	引張強さ (N/mm²)	降伏比 (%)	伸び 試験片	伸び(%)	シャルピー吸収エネルギー(J)0℃
BCR295	6≦t<12	295以上	400以上 550以下	--	5号	23以上	--
	12≦t≦16	295以上 445以下		90以下		27以上	t>12の場合 平坦部:27以上
	16<t≦22						
	22<t≦25※					33以上	
BCP235	6≦t<12	235以上	400以上 510以下	--	1A号	18以上	--
	12≦t≦16	235以上 355以下		80以下		22以上	t>12の場合 平坦部:27以上
	16<t≦40						
BCP325	6≦t<12	325以上	490以上 610以下	--	1A号	17以上	--
	12≦t≦16	325以上 445以下		80以下		21以上	t>12の場合 平坦部:27以上
	16<t≦40						

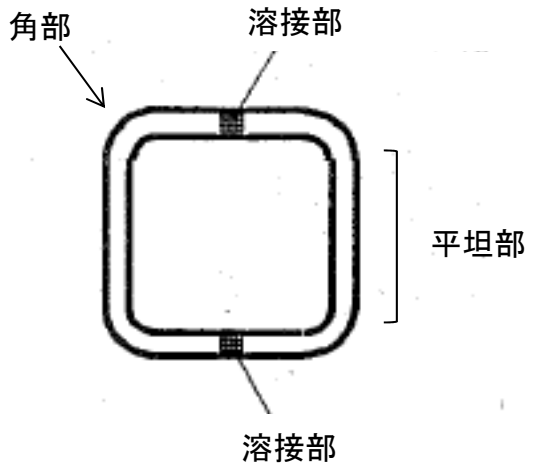
※メーカーによっては、板厚28mmまで製造可能

鉄骨工事 Q&A	材料	BCP325T	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. BCP325Tの「T」の意味と、BCP325との違いは何か？

A.
冷間成形角形鋼管のうちプレス成形角形鋼管は、プレスにより鋼管の4隅の部分を塑性加工しています。そのために、窒素量の上限を制限するなどした鋼管用の素材が、使用されています。
一般的な建築構造用冷間プレス角形鋼管（ 例 ： BCP325 ）は、平坦部のみシャルピー吸収エネルギー27J（0℃）が規定されています。
一方、建築構造用高性能冷間プレス角形鋼管（例：BCP325T）は角部・平坦部ともシャルピー吸収エネルギー70J（0℃）を保証した材料です。なお、引張試験の規定は両者とも同じです。
「T」は「Tough」（タフ）のTを示しています。
この材料を使用して「脆性破壊防止溶接積層法」（注）で溶接を行う場合、構造設計上、有利になります。
もし、BCP325TからBCP325に変更する場合は構造設計に用いる係数が異なっていますので、必ず構造設計者に確認する必要があります。構造計算をやり直す可能性があります。
ちなみに，BCPは一般名称ではなく，（一社）日本鉄鋼連盟の登録商標です．

（注）:「脆性破壊防止溶接積層法」: 下記、2018年版マニュアルでは、NBFW法の呼称を変更しています。

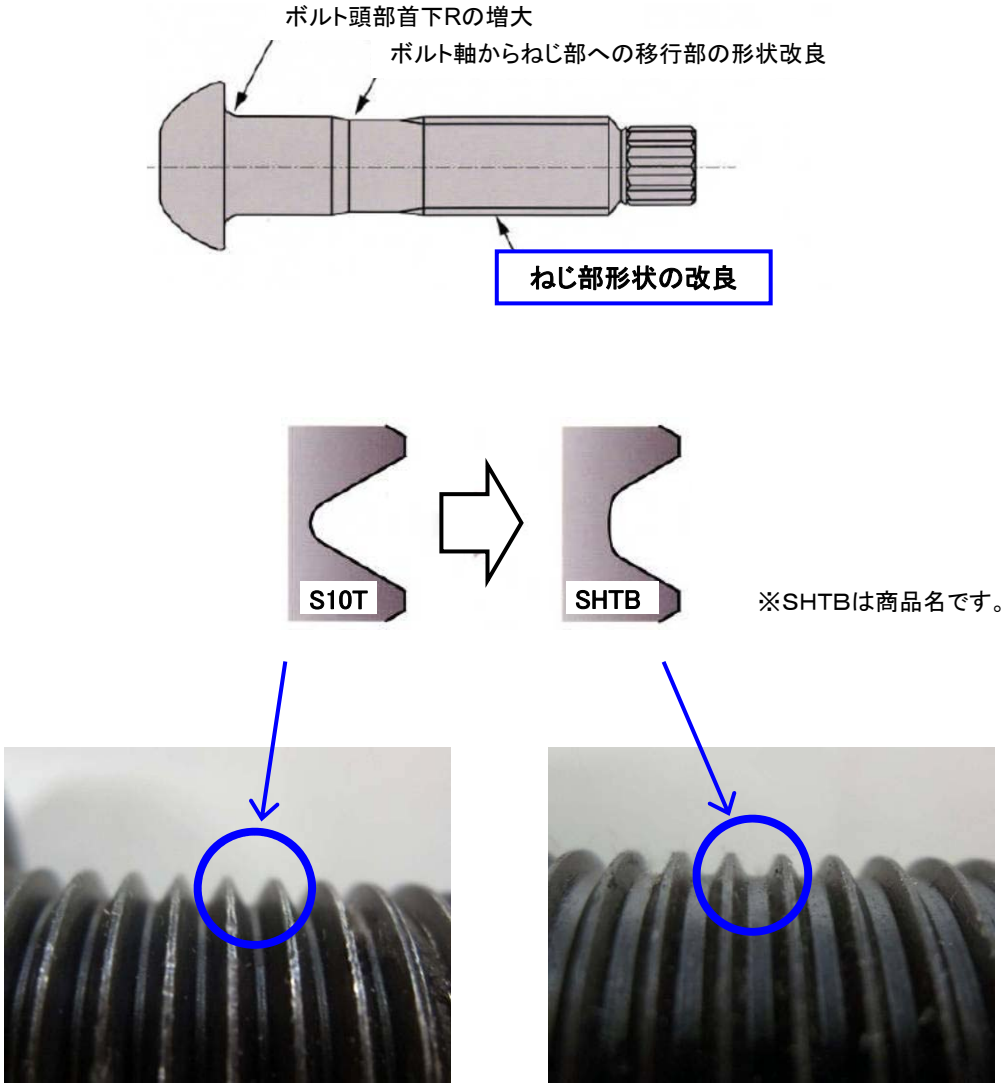


出典: 2018年版 冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル

鉄骨工事 Q&A	材料	超高力ボルト	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 超高力ボルト（例えばSHTB）と一般の高力ボルトの違いは何か？

A.
超高力ボルトは、一般のトルシア形高力ボルト（S10T）の引張強さ（1000N/mm²級）の約1.5倍（1400N/mm²級）に高強度化したボルトです。強度が高いと、締付け後に遅れ破壊が起きる可能性がありますので、耐遅れ破壊特性に優れた素材開発、応力集中を緩和できるボルト形状、新ねじ形状を採用しています。締付け方法、手順は一般のトルシア形高力ボルトと同じですが、導入張力が高いため専用機器を使用します。
M20の場合の一次締付けトルクですが、一般のトルシア形高力ボルト（S10T）の約150N・mに対し超高力ボルトは約300N・mです。
なお、下記文献では、「室内環境で使用することとしているなど一般の高力ボルトと異なる部分もあるのでメーカーの技術資料を参照されたい」としている。



ねじ形状の改良

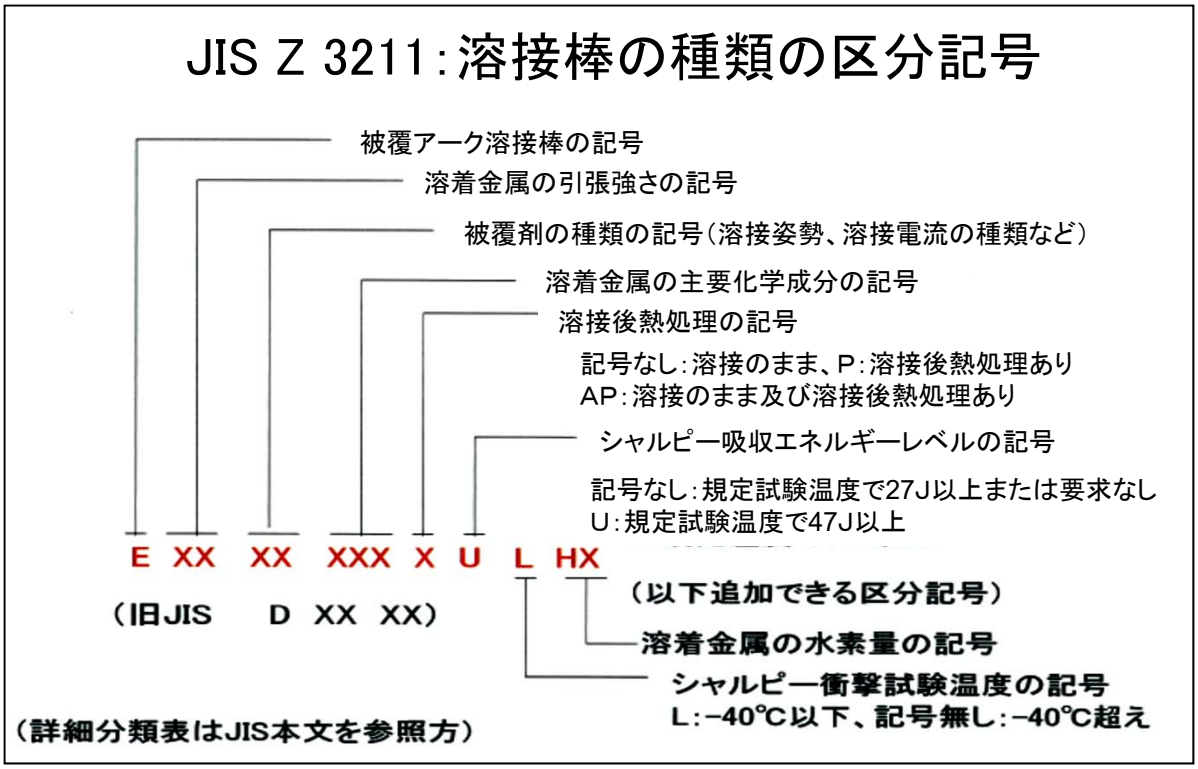
出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	材料	被覆アーク溶接棒	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 被覆アーク溶接棒の記号の意味は？

A.
JIS Z 3211（軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒）:2008の解説を示します。
従来からのJIS Z 3212，3241はこのJIS Z 3211に統合され廃止されました。

JIS Z 3211:溶接棒の種類の区分記号



溶着金属の引張特性の記号は、溶着金属の引張強さMpaの上2桁を示します。
例:E4916は、引張強さの下限値が490MPaですので、上2桁の49が記号となります。

旧JIS規格名
JIS Z 3211
「軟鋼用被覆アーク溶接棒」
JIS Z 3212
「高張力鋼用被覆アーク溶接棒」
JIS Z 3241
「低温用鋼用被覆アーク溶接棒」

⇒

改正JIS規格名

JIS Z 3211
「軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用
被覆アーク溶接棒」
※JIS Z 3212，JIS Z 3241 は廃止

出典:JIS Z 3211:2008解説

鉄骨工事 Q&A	材料	被覆アーク溶接棒	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 被覆アーク溶接棒のJIS規格改正前後の記号の違いは？

A.
JIS Z 3211（軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒）:2008とそれ以前の分類の違いをメーカーの資料で説明します。これは各メーカーにより異なりますので注意して下さい。
なお、JISでは、イルミナイト系が「01」から「19」へ改定されました。

JIS Z 3211（軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用被覆アーク溶接棒）:2008 と旧分類の比較

銘柄	旧分類	改正後分類	備考
KS-8	**D4301（イルミナイト系）** YP≧345MPa TS≧420MPa El≧22% vE0℃≧47J	**E 4319U** YP≧330MPa TS≧430MPa El≧20% vE-20℃≧47J	400MPa級鋼用
KS-7			
RV-01		**E 4319** YP≧330MPa TS≧430MPa El≧20% vE-20℃≧27J	400MPa級鋼用
RV-03	**D4303（ライムチタニア系）** YP≧345MPa TS≧420MPa El≧22% vE0℃≧27J	**E 4303** YP≧330MPa TS≧430MPa El≧20% vE0℃≧27J	400MPa級鋼用
KS-03R		**E 4303U** YP≧330MPa TS≧430MPa El≧20% vE0℃≧47J	400MPa級鋼用
KS-R	**D4313（高酸化チタン系）** YP≧345MPa TS≧420MPa El≧17% －（規格なし）	**E 4313** YP≧330MPa TS≧430MPa El≧16% －（規格なし）	400MPa級鋼用
KS-300	**D4340（特殊系）** YP≧345MPa TS≧420MPa El≧22% vE0℃≧27J	**E 4340** YP≧330MPa TS≧430MPa El≧20% vE0℃≧27J	400MPa級鋼用

溶着金属の引張特性の記号は、溶着金属の引張強さMpaの上2桁を示します。
例：E4319Uは、引張強さの下限値が430MPaですので、上2桁の43が記号となります。

YP：降伏点（Yield Point）又は耐力（Yield Strength）
TS：引張強さ（Tensile Strength）
El ：伸び（Elongation）
vE ：シャルピー吸収エネルギー

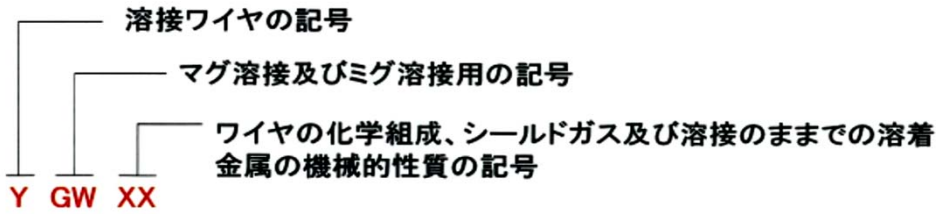
出典：㈱JKW資料

鉄骨工事 Q&A	材料	ソリッドワイヤ	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. YGW11～YGW19などのソリッドワイヤの記号の意味は？

A.
JIS Z 3312（軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ）：2009の内、YGW11から19の解説を示します。
溶接ワイヤのJIS規格は2009年にISOに準拠して改正され、符号の付け方がISOのスタイルとなりました。しかしながら、日本国内ではYGW11～19は建築鉄骨をはじめとし広く使用されていましたので、これら業界の混乱を防ぐため従来通りの符号が残りました。
なお、JIS Z 3312の改正に伴い、JIS Z 3325は廃止されました。
従来のYGW21～24については、種類名称がISOにならって変更されました。

JIS Z 3312：ソリッドワイヤの種類の記号



日本のユーザーニーズにより従前のJISの一部を追加。ただし、溶着金属の機械的性質は鋼材にあわせて一部改正した。下記は代表例。（YGW11～YGW19は残存）

ワイヤの種類	ワイヤ化学組成の記号	シールドガス	引張り強さ（MPa）	耐力（MPa）	衝撃試験温度（℃）	吸収エネルギの規定値（J）
YGW11	11	C	490～670	400以上	0	47以上
YGW12	12	C	490～670	390以上	0	27以上
YGW15	15	M	490～670	400以上	−20	47以上
YGW16	16	M	490～670	390以上	−20	27以上
YGW18	J18	C	550～740	460以上	0	70以上
YGW19	J19	M	550～740	460以上	0	47以上

（上記赤字は、2009年のJIS改正により変更となった箇所）

シールドガスの種類の記号
C：炭酸ガス
M：炭酸ガス20%～25%（体積分率）とアルゴンとの混合ガス

旧JIS規格名
JIS Z 3312
「軟鋼及び高張力鋼用
マグ溶接ソリッドワイヤ」
JIS Z 3325
「低温用鋼用マグ溶接ソリッドワイヤ」

⇒

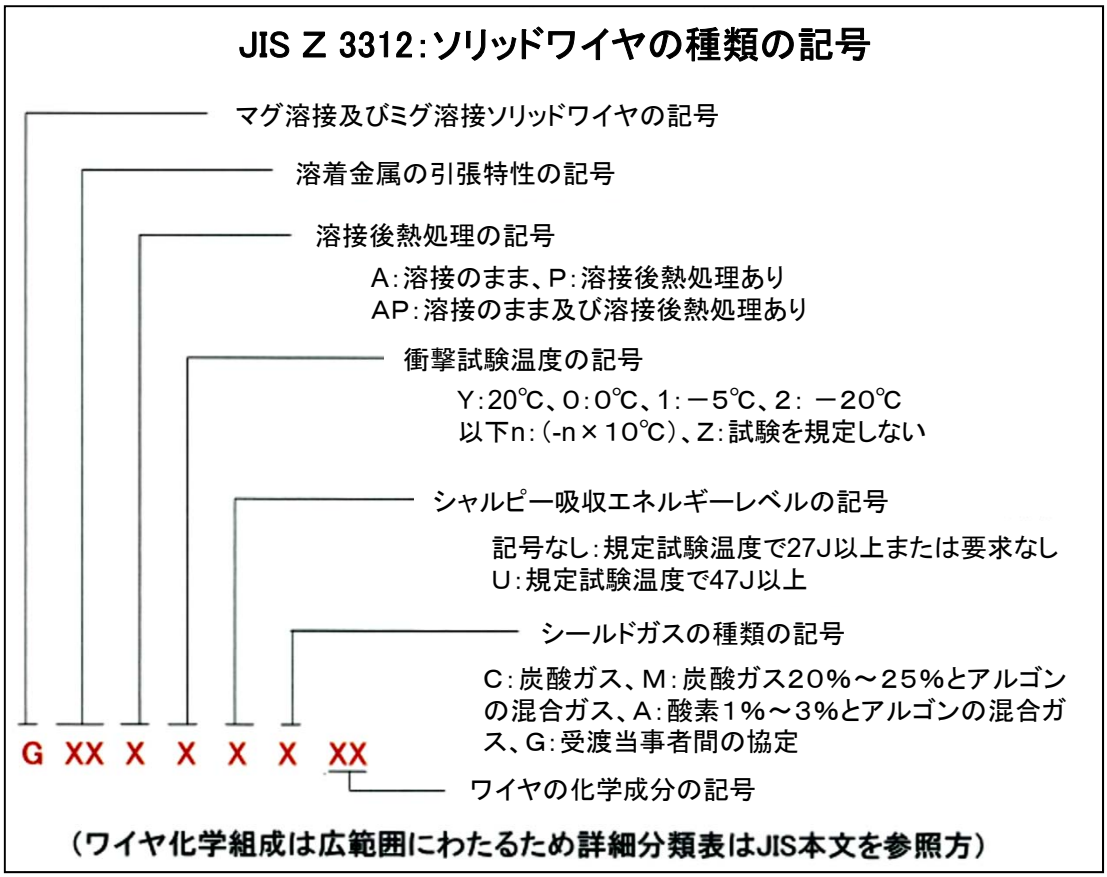
改正JIS規格名
JIS Z 3312
「軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用の
マグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ」
※JIS Z 3325 は廃止

出典：JIS Z 3312：2009解説

鉄骨工事 Q&A	材料	ソリッドワイヤ	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. ソリッドワイヤの記号の意味は？

A.
JIS Z 3312の内、ISOにならった表現をする場合の記号の意味を示します。
YGW11～19は従来通りの記号が使用できますが、YGW21～24については下記の記号のみとなりました。



例 ： G 49 A 0 C 3M1T

- 化学成分
  C≦0.12、Si：0.40～1.00、Mn：1.40～2.10
  P≦0.025、S≦0.025、Mo：0.10～0.45
  Cu≦0.50、Ti:0.02～0.30
- シールドガス：CO2
- シャルピー衝撃試験の試験温度は0℃
  0とCの間に記号がないので吸収ｴﾈﾙｷﾞｰは27J
- 溶接後、熱処理をせずそのまま試験を行う
- 溶接金属の引張強さ：490～670MPa、耐力≧390Mpa
  伸び≧18%

出典：JIS Z 3312：2009解説

鉄骨工事 Q&A	材料	ソリッドワイヤ	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. ソリッドワイヤの記号について2009年のJIS規格改正前後の違いは？

A.
旧YGW21, 23の表現方法の変更は下記のようになります。これはメーカーの呼称ですので、注意して下さい。

旧YGW21, 23の表現方法の変更

銘柄	旧分類	改正後分類	備考
KC-60	**YGW21** YP≧490MPa TS≧570MPa El≧19% vE-5℃≧47J	**G59JA1UC3M1T** YP≧500MPa TS≧590-790MPa El≧16% vE-5℃≧47J	590MPa級鋼用
KC-65	**YGW21** YP≧490MPa TS≧570MPa El≧19% vE-5℃≧47J	**G69A2UCN1M2T** YP≧600MPa TS≧690-890MPa El≧14% vE0℃≧47J	690MPa級鋼用
KM-60	**YGW23** YP≧490MPa TS≧570MPa El≧19% vE-20℃≧47J	**G59A2UMC1M1T** YP≧490MPa TS≧590-790MPa El≧16% vE-20℃≧47J	590MPa級鋼用

YP：降伏点（Yield Point）又は耐力（Yield Strength）
TS：引張強さ（Tensile Strength）
El ：伸び（Elongation）
vE：シャルピー吸収エネルギー

・YGW11～19：種類名称の変更はありません。
・YGW21～24：種類名称がISOにならって変更されました。

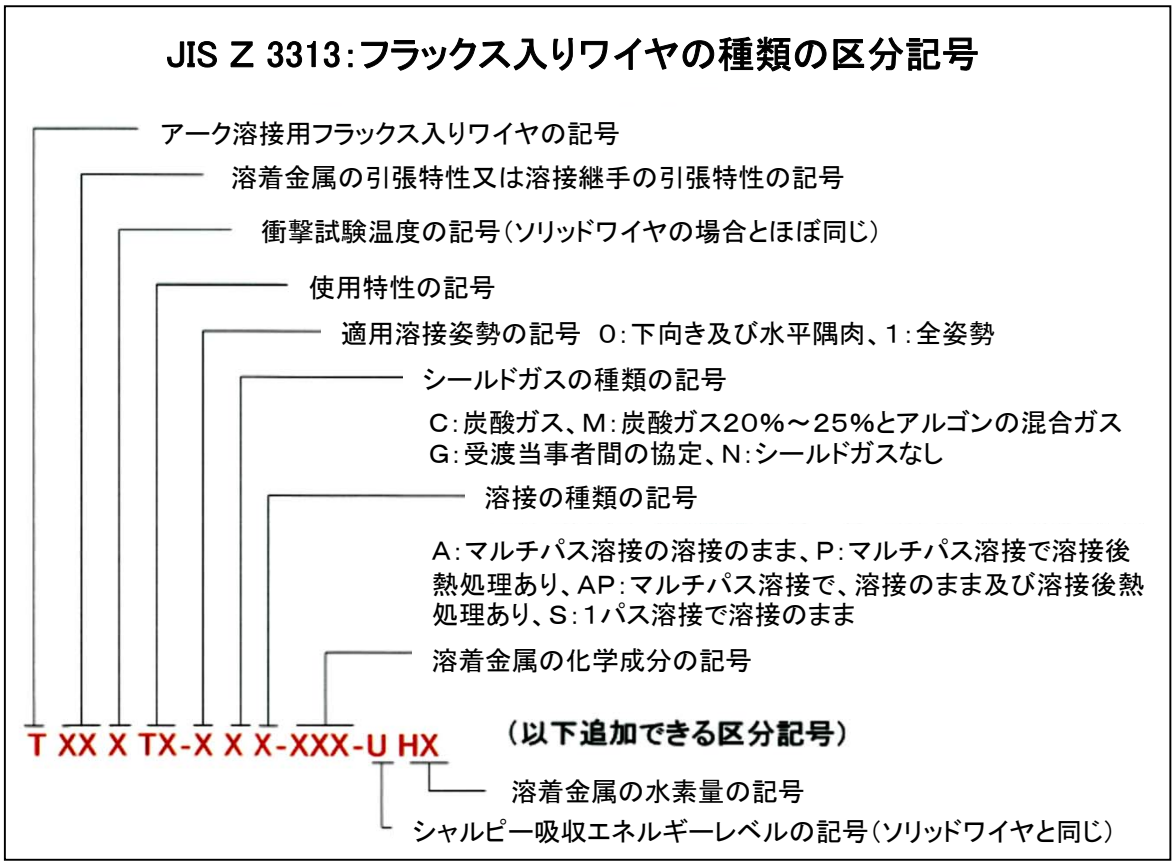
出典：㈱JKW資料

鉄骨工事 Q&A	材料	フラックス入りワイヤ	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

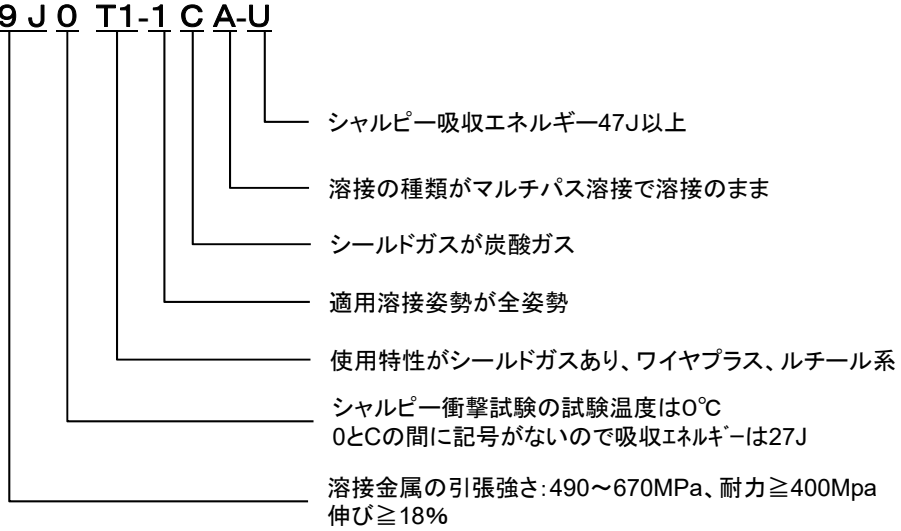
Q. フラックス入りワイヤの記号の意味は？

A.
JIS Z 3313（軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ）:2009の解説を示します。

JIS Z 3313:フラックス入りワイヤの種類の区分記号



例 ： T 49 J 0 T1-1 C A-U



出典:JIS Z 3313:2009解説

鉄骨工事 Q&A	材料	フラックス入りワイヤ	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. フラックス入りワイヤの記号について2009年のJIS規格改正前後の違いは？

A.
JIS Z 3313（軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ）：2009では下記のようになります。なお銘柄はメーカー独自のものですので注意して下さい。

JIS Z 3313（軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用アーク溶接フラックス入りワイヤ）：2009と旧分類の比較

銘柄	旧分類	改正後分類	備考
FG-50S	**YFW－C50DR** YP≧390MPa　TS≧490MPa El≧22%　vE0℃≧47J	**T49J0T1-1CA-U** YP≧400MPa　TS=490-670MPa El≧18%　vE0℃≧47J	400MPa級鋼用 490MPa級鋼用
FG-50P	**YFW－C50DM** YP≧390MPa　TS≧490MPa El≧22%　vE0℃≧47J	**T49J 0T1-0CA-U** YP≧400MPa　TS=490-670MPa El≧18%　vE0℃≧47J	400MPa級鋼用 490MPa級鋼用
FG-50M	**YFW－C50DM** YP≧390MPa　TS≧490MPa El≧22%　vE0℃≧47J	**T49J 0T1-0CA-U** YP≧400MPa　TS=490-670MPa El≧18%　vE0℃≧47J	400MPa級鋼用 490MPa級鋼用
FG-55S	**YFW－C55DR** YP≧430MPa　TS≧540MPa El≧22%　vE0℃≧47J	**T55 0T1-1CA-U** YP≧460MPa　TS=550-740MPa El≧17%　vE0℃≧47J	490MPa級鋼用 520,550MPa級鋼用
FG-60S	**YFW－C602R** YP≧490MPa　TS≧590MPa El≧19%　vE-20℃≧27J	**T59J 1T1-1CA-N2M1-U** YP≧500MPa　TS=590-790MPa El≧16%　vE-5℃≧47J	建築590MPa級鋼用 （SA440、高降伏YP500鋼）

溶着金属の引張特性の記号は、溶着金属の引張強さMpaの上2桁を示します。
例：T49・・・は、引張強さの下限値が490MPaですので、上2桁の49が記号となります。

YP：降伏点（Yield Point）又は耐力（Yield Strength）
TS：引張強さ（Tensile Strength）
El　：伸び（Elongation）
vE ：シャルピー吸収エネルギー

出典：（株)JKW資料

鉄骨工事 Q&A	材料	アンカーボルト	制定	2011年10月1日
			改訂	2019年4月1日

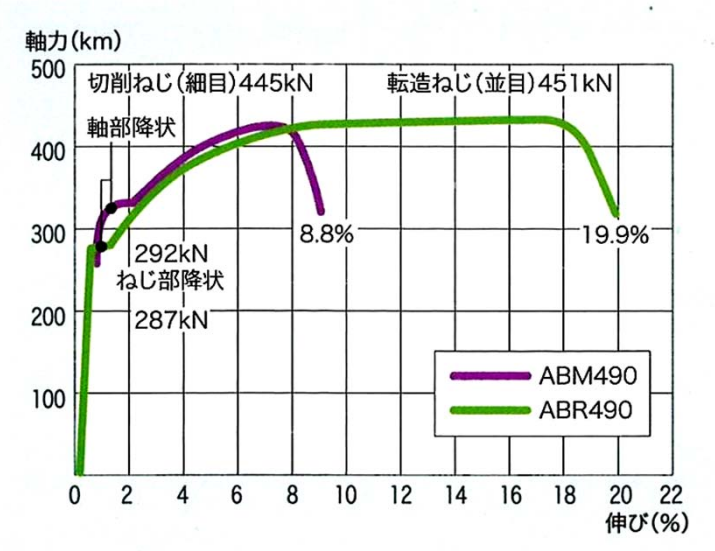
Q.アンカーボルトの転造ねじと切削ねじの違いは何か？

A.
転造ねじは、強い力を加えて素材を変形させる塑性加工でねじ山を形成するもので、切削加工と異なり、メタルフロー・ファイバーフロー（繊維状金属組織）が切断されません。また、塑性変形によって被加工面が塑性硬化します。 このため、ねじ部と軸部の強度差も小さく、軸部降伏後の耐力上昇も可能で、結果として靭性に富んだ性能を確保できます。
一方、切削ねじは、ねじ山を軸から削り出すことで形成します。転造に比べ断面欠損が大きく、ねじの谷部で降伏が先行するために、使用する素材の降伏比上限値を低く設定する必要性が生じます。
以上のメカニズムの違いにより、転造ねじの方が伸び能力が大きくなるため、転造ねじが指定されるケースが多くみられます。ただし、同じボルトの呼びの場合、転造ねじの方が切削ねじより軸径が細いため、全て転造ねじが良いという事ではありません。
アンカーボルトは、建方用と構造用に分類されますが、建築構造用両ねじアンカーボルトは
　ABR ： 構造用転造両ねじアンカーボルトセット （JIS B 1220）
　ABM ： 構造用切削両ねじアンカーボルトセット （JIS B 1220）
として、その耐力と性能がJIS規格化されています。
また、JIS規格の元となった（一社）日本鋼構造協会(JSSC)のJSS規格
　JSS Ⅱ13 「建築構造用転造ねじアンカーボルト・ナット・座金のセット」
　JSS Ⅱ14 「建築構造用切削ねじアンカーボルト・ナット・座金のセット」
については、日本鋼構造協会によるJSS工場認定制度が2015年3月末をもって終了し、現在はJSS規格品に対しての第三者機関による製造、品質保証体制の保証は有りません。

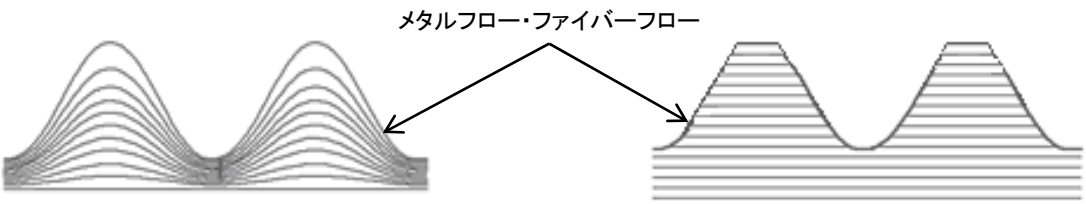


転造ねじ　　切削ねじ

構造用アンカーボルトのねじ形状の違い



転造ねじ(ABR)と切削ねじ(ABM)の伸びの比較データ



転造ねじの金属組織イメージ　　切削ねじの金属組織イメージ

出典：建築用アンカーボルト協議会　パンフレット「構造用アンカーボルト」

鉄骨工事 Q&A	材料	アンカーボルト	制定	2014年6月1日
			改訂	2016年7月1日

Q.構造用アンカーボルトのABRとABMはどのような材料なのか？

A.
ABR、ABMは、兵庫県南部地震での露出柱脚の被害の反省から、露出柱脚用として制定された構造用アンカーボルトのセットの規格における種類の記号です。
（一社）日本鋼構造協会の規格（JSS規格）が2000年に制定され（2004年改定）、その規格を元に、2010年にJIS規格が制定されましたが、2015年3月にJSS規格ボルトを製造する工場の認定制度が廃止されました。
ABR、ABMとも、ボルトの材料はSNR400B，SNR490B，SUS304A（JIS規格のみ）で、ABRは転造ねじ加工したボルトを使い、ABMは切削ねじ加工したボルトを使います。転造ねじは、強い力を加えて素材を変形させる塑性加工でねじ山を形成するもので一方、切削ねじは、ねじ山を軸から削り出すことで形成します。

・（一社）日本鋼構造協会規格
　JSS Ⅱ13 「建築構造用転造ねじアンカーボルト・ナット・座金のセット」
　（炭素鋼：ABR400/490）
　JSS Ⅱ14 「建築構造用切削ねじアンカーボルト・ナット・座金のセット」
　（炭素鋼：ABM400/490）
・JIS規格（ステンレス製のものやめっきの表面処理法が追加されている）
　JIS B 1220 「構造用両ねじアンカーボルトセット」
　（炭素鋼：ABR400/490、ABM400/490、ステンレス鋼：ABR520SUS、ABM520SUS）

建築基準法では、指定建築材料（主要構造部材等に使用する建築材料）は、JIS規格適合品ないし大臣認定品となっていますが、このアンカーボルトのJIS規格は指定建築材料に含まれていません。
JSS規格が制定された際、国土交通省の見解として、「これらのアンカーボルトは両端に定着用のねじ部を有するだけの棒鋼であり、指定建築材料としては、JIS G 3183 建築構造用圧延棒鋼SNR400/490として扱う」とされています。



転造ねじ　　切削ねじ

構造用アンカーボルトのねじ形状の違い

本Q＆A
A-1-14「アンカーボルトの転造ねじと切削ねじの違いは何か？」
A-2-19「構造用アンカーボルト（ABR、ABM）をL形・J形に曲げ加工したりめっき処理しても問題ないか？」
も参照して下さい。

出典：建築用アンカーボルトメーカー協議会パンフレット「構造用アンカーボルト」

鉄骨工事 Q&A	材料	電炉鋼材	制定	2012年9月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 電炉材の使用制限の理由は？

A.

鋼材のJIS規格では、高炉、電炉といった製鋼法は規定していませんので、その意味で公的な制限はありません。従って、設計図書で「JIS規格適合品とする」といった場合は、高炉材、電炉材に限らず使用できることになります。

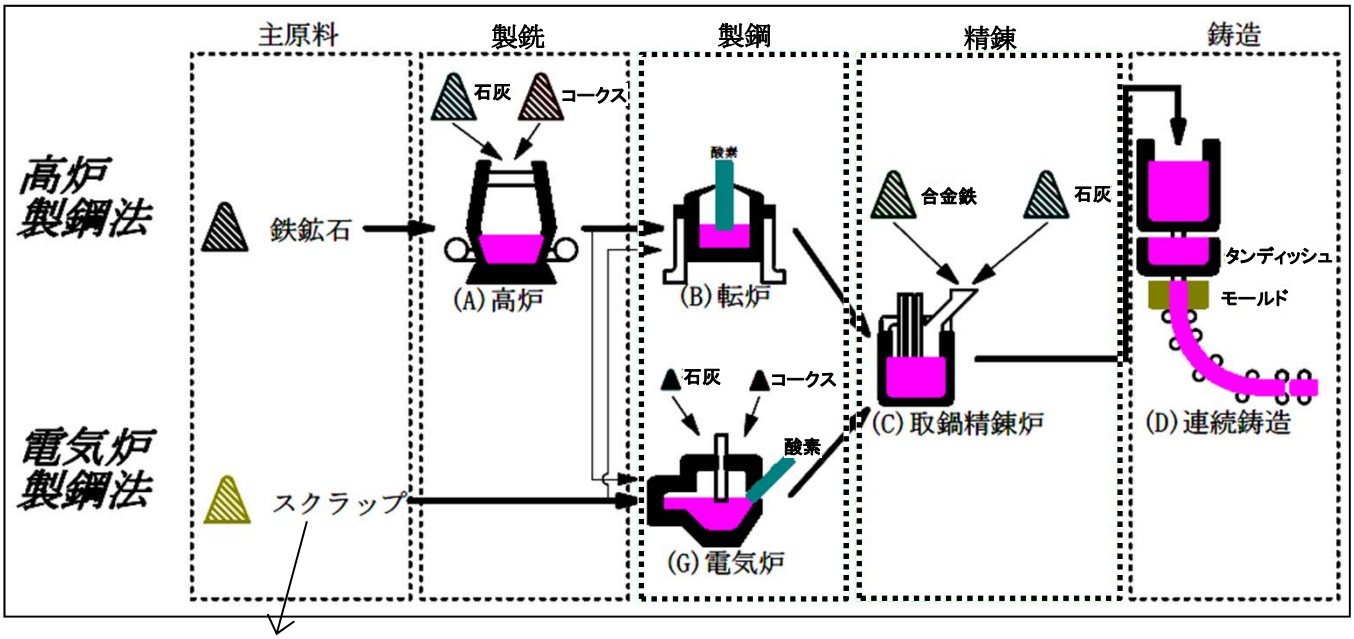
しかしながら、電炉材の主原料が「スクラップ」であることから感覚的に材料が悪いというイメージをもたれることもあります。

また、スクラップを原料とするためにSn、Cr、Cuといった電炉材特有の化学成分が高炉材に比べ多いといったこともあります。これらは必ずしも鋼材の性質に悪い影響を与えるものでは有りませんが、多すぎると悪い影響を与える場合もあります。このようなことから、鋼材の機械的性質や化学成分について、高炉材の有するレベルを目標として特記される場合がありますので、構造特記を十分照査することが大切です。

電炉材は高炉材に比べコストが低いので使用したいといった要求は有りますが、使用箇所と予定メーカーを明確にして予め工事監理者と協議することが重要です。

製品が完成し、製品検査時のミルシート確認で初めて電炉材が使用されていることが分かる、といったことのないようにしたいものです。もし、「使用しない」ことが指示事項として事前にあった場合、再製作といわれても仕方がありません。

最近、電炉メーカーでもJIS規格よりも化学成分、機械的性質の規定を厳しくしている「高規格」材といったものを製造していますので、電炉メーカーのホームページなどで確認をして下さい。



スクラップという言葉のもつイメージが「製品」も悪いのではないか、につながることもある。

出典：東京製鐵㈱ホームページより

鉄骨工事 Q&A	材料	AW検定と溶接ワイヤ	制定	2014年6月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 溶接ワイヤの規格・種類、ワイヤ径をAW検定受験時のものに合わせるとの特記がある場合、変更できないか？

A.
溶接ワイヤの硬さが、溶接のしやすさや、しにくさに影響するといわれます。YGW11、YGW18クラスであればその化学成分に大きな差は無い（硬さも差が無い）ので両者による技量の差は無いと考えます。また、ワイヤ径についても、通常使用されている1.2φもしくは1.4φであれば技量に差ができるとは考えにくく、AW受検時と違っていても特段問題は無いと考えます。
ただし、FR鋼用ワイヤや590N/mm^{2}級などの高強度鋼用ワイヤ等は、その合金成分の影響などによりYGW11,18クラスと比較して、溶接技能者の溶接作業時の溶接のしやすさ、しにくさに影響するという意見もあり、別途試験が要求される場合があります。

溶接ワイヤの化学成分（単位%）

	C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
YGW11	0.02~0.15	0.55~ 1.10	1.40~ 1.90	0.030 以下	―	―	―	0.50以下	Ti+Zr:0.02~0.30
YGW18	0.15以下	0.55~ 1.10	1.40~ 2.60	0.030 以下	―	―	0.40 以下	0.50以下	Ti+Zr:0.30 以下

出典：JIS Z 3312：軟鋼，高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ

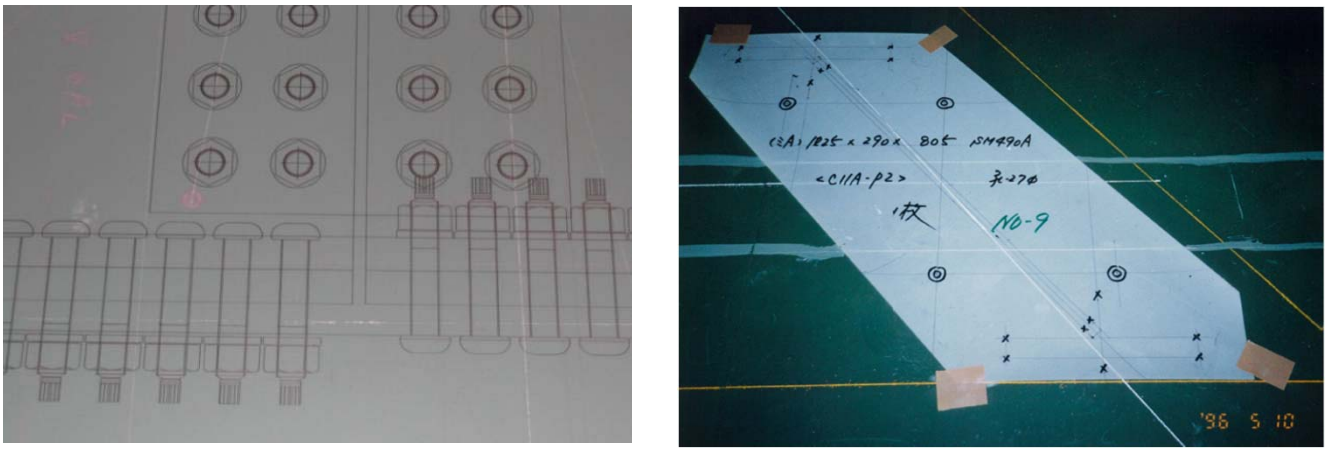
鉄骨工事 Q&A	工作	床書き現寸	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 床書き現寸はどのような場合省略できるか？

A.
一般的には、工作図で現寸の役割が代替できる場合に省略できるとしています。細かい納まりが工作図だけでは分かりにくい場合は、現寸フィルムで確認するのがよいと考えます。
最近では、CADのデータをディスプレイに映す「CAD現寸」という方法もあります。部分的な詳細を確認するには良いのですが、全体像がわかりにくいことやスケール感が無いという欠点もあります。



床書き現寸図の例



現寸フィルムによる確認例

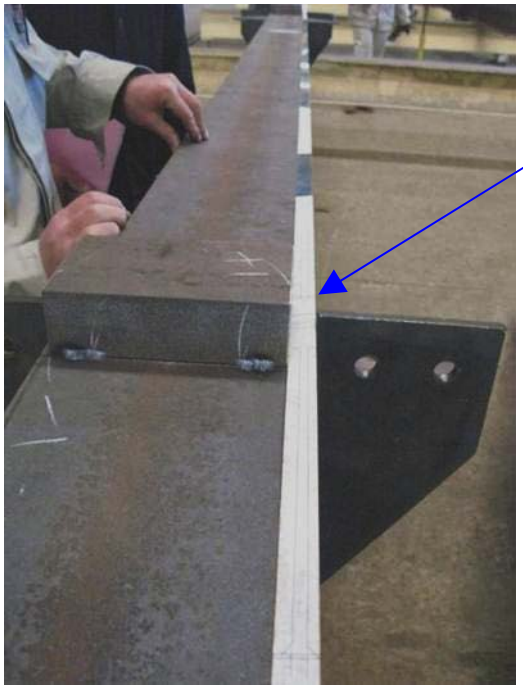
基準墨を床に書き、その上に現寸フィルムを置き、確認します。

出典：（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工作	シナイ	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. シナイとは何か？

A.
鉄骨工事技術指針でいう「定規」の一種で、鋼帯に長尺部材の長さ方向の各種寸法（切断位置、部材取付位置、孔位置など）を記載したものをいいます。最近では、NC切断やNC孔あけが採用されるケースが多く、シナイの使用頻度はかなり低くなっています。



シナイの使用例



現寸場でシナイに組立部材位置を記入

出典：建築構造・構造力学・設備・測量編　職業能力開発大学校研修研究センター 編集

鉄骨工事 Q&A	工作	鋼材識別	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 鋼材の材質確認にはどんな方法があるのか？

A.
ミルメーカーなどから搬入された鋼板や形鋼は規格品証明書と照合することで材質確認ができます。また、SN材の鋼板では、プリントマークで、形鋼では印字などでも確認できます。間接的には、ネスティングシートによる方法もあります。400N級鋼と490N級鋼を識別する時は、「スチールチェッカー」も目安になります。
スチールチェッカーのメーカー・ホームページによりますと、左側のタイプの生産は2008年12月末日で終了（在庫品は販売する）、修理対応期間も2015年12月末日で終了しています。

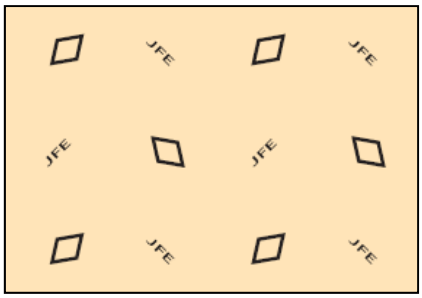


スチールチェッカー：アナログ表示

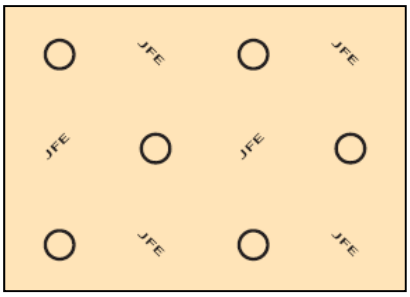


スチールチェッカー：デジタル表示

SN材の鋼板



SN400



SN490



H形鋼（SS400）



冷間成形角形鋼管（BCP325）

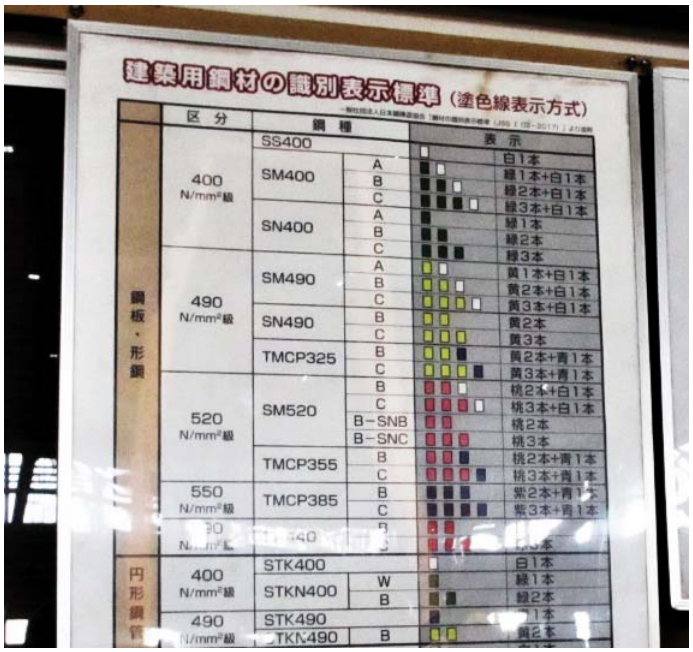
この「400」という表示はメーカーがサービスでSS400に付けている印です。
SM材には、特にマークが付きません。
SN材には、SN400，SN490といった表示がされます。

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工作	鋼材識別	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 切板はどんな方法で識別されているのか？

A.
鋼材種ごとに決められた色でプロジェクト名、材質、部品名を書くのが一般的です。鋼材種と識別色は製作要領書に表で記載し、同じものを工場内に掲示しておきます。
（一社）日本建築学会　鉄骨工事技術指針・工場製作編（2018）では、付13に「鋼材の識別表示標準（JSS I 02-2017より抜粋）」が掲載され、鋼材の識別方法としての標準の採用を推奨しています。これまでは、鉄骨製作会社や切板会社によって異なる標準を採用している場合がありましたが、この標準により同一の識別方法に統一されていくものと思われます。



工場内での掲示例



端面塗色の例。切板会社で塗色して、
納入された切板。



切板の端面塗色例

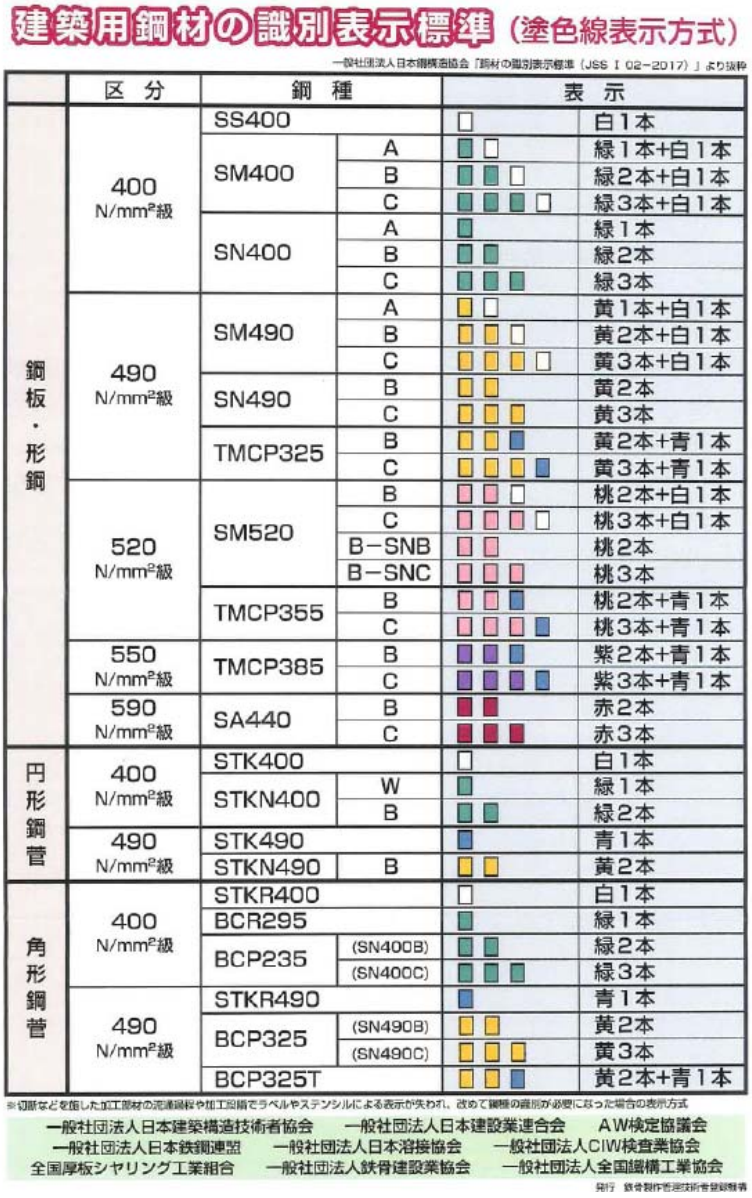
出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工作	鋼材識別	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 切板の鋼材識別塗色マーキングのルールは統一できないか？

A.
鋼材の識別表示標準としては、日本鋼構造協会が2017年に制定した、「鋼材の識別表示標準 JSS Ⅰ 02-2017」があり、これは（一社）日本建築学会　鉄骨工事技術指針・工場製作編（2018）の付13に掲載されています。この標準は、「建築などに使用されるJIS規格又はそれに準ずる規定に基づいて品質表示のなされている鋼材の流通過程で、切断等を施した加工部材の鋼種（種類の記号）を識別する場合の表示方法を規定」したものです。鋼材の識別は、文字表示と塗色表示の2種類があり、このいずれかで識別することになっています。
これまで識別表示は、それぞれの鉄骨製作工場で「社員のだれでも分かること」を基本に工夫して独自に取り決められていましたが、今後はこの識別表示標準に統一されていくことと思われます。

鋼材の識別表示標準JSS Ⅰ 02-2017（日本鋼構造協会）より抜粋



建築用鋼材の識別表示標準（塗色線表示方式）

一般社団法人日本鋼構造協会「鋼材の識別表示標準（JSS Ⅰ 02-2017）」より抜粋

	区分	鋼種		表示
鋼板・形鋼	400 N/mm²級	SS400		白1本
		SM400	A	緑1本+白1本
			B	緑2本+白1本
			C	緑3本+白1本
		SN400	A	緑1本
			B	緑2本
			C	緑3本
	490 N/mm²級	SM490	A	黄1本+白1本
			B	黄2本+白1本
			C	黄3本+白1本
		SN490	B	黄2本
			C	黄3本
		TMCP325	B	黄2本+青1本
			C	黄3本+青1本
	520 N/mm²級	SM520	B	桃2本+白1本
			C	桃3本+白1本
			B-SNB	桃2本
			B-SNC	桃3本
		TMCP355	B	桃2本+青1本
			C	桃3本+青1本
	550 N/mm²級	TMCP385	B	紫2本+青1本
			C	紫3本+青1本
	590 N/mm²級	SA440	B	赤2本
			C	赤3本
円形鋼管	400 N/mm²級	STK400		白1本
		STKN400	W	緑1本
			B	緑2本
	490 N/mm²級	STK490		青1本
		STKN490	B	黄2本
角形鋼管	400 N/mm²級	STKR400		白1本
		BCR295		緑1本
		BCP235	(SN400B)	緑2本
			(SN400C)	緑3本
	490 N/mm²級	STKR490		青1本
		BCP325	(SN490B)	黄2本
			(SN490C)	黄3本
		BCP325T		黄2本+青1本

※切断などを施した加工部材の流通過程や加工現場でラベルやステンシルによる表示が失われ、改めて鋼種の識別が必要になった場合の表示方式

一般社団法人日本建築構造技術者協会　一般社団法人日本建設業連合会　AW検定協議会
一般社団法人日本鉄鋼連盟　一般社団法人日本溶接協会　一般社団法人CIW検査業協会
全国厚板シヤリング工業組合　一般社団法人鉄骨建設業協会　一般社団法人全国鉄構工業協会

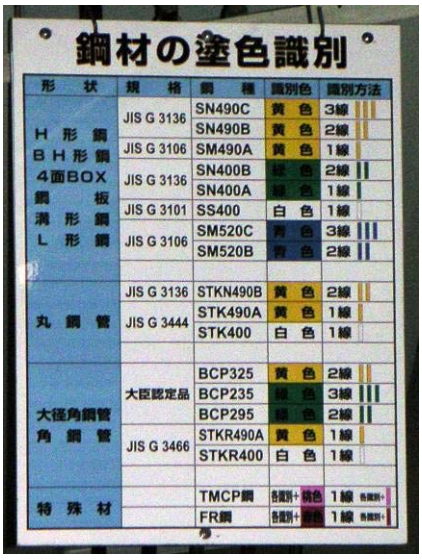
発行　鉄骨製作管理技術者登録機構

統一されていく



鋼材識別

材質	パス間温度 YGW-18	識別色
SS400	350℃	無地又は白色
SM490A	350℃	黄色1本
SN400A	350℃	緑色1本
SN400B	350℃	緑色2本
SN400C	350℃	緑色3本
SN490B	350℃	黄色2本
SN490C	350℃	黄色3本
BCP235	350℃	緑色2本
BCR295	350℃	緑色1本 黄色1本
BCP325	250℃	黄色2本
STKR400	350℃	緑色2本
STKR490	250℃	黄色2本
SM520B	250℃	桃色2本
SM520C	250℃	桃色3本
SM400FR	250℃	赤色1本
SM490FR	250℃	青色1本



鋼材の塗色識別

形状	規格	鋼種	識別色	識別方法
H形鋼 BH形鋼 4面BOX 鋼板 溝形鋼 L形鋼	JIS G 3136	SN490C	黄色	3線
		SN490B	黄色	2線
	JIS G 3106	SM490A	黄色	1線
	JIS G 3136	SN400B	緑色	2線
		SN400A	緑色	1線
	JIS G 3101	SS400	白色	1線
	JIS G 3106	SM520C	青色	3線
		SM520B	青色	2線
丸鋼管	JIS G 3136	STKN490B	黄色	2線
	JIS G 3444	STK490A	黄色	1線
		STK400	白色	1線
大径角鋼管 角鋼管	大臣認定品	BCP325	黄色	2線
		BCP235	緑色	3線
		BCP295	緑色	2線
	JIS G 3466	STKR490A	黄色	1線
		STKR400	白色	1線
特殊材		TMCP鋼	各鋼許+緑色	1線 各鋼許+
		FR鋼	各鋼許+緑色	1線 各鋼許+

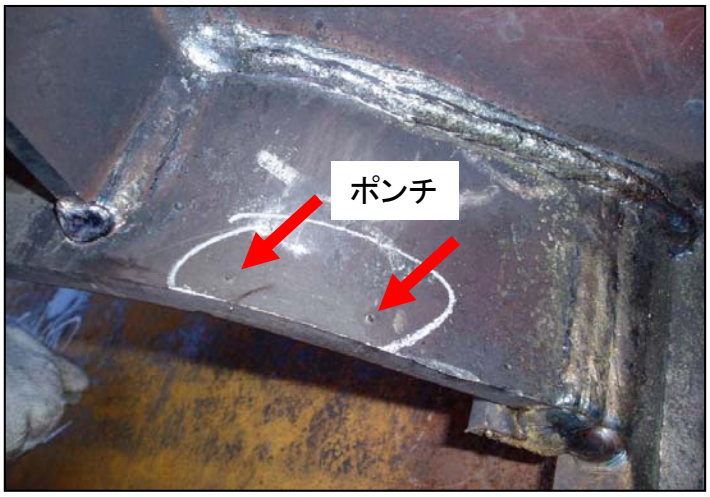
これまでの工場での表示例

出典：（一社）日本鋼構造協会_鋼材の識別表示標準JSS Ⅰ 02-2017
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

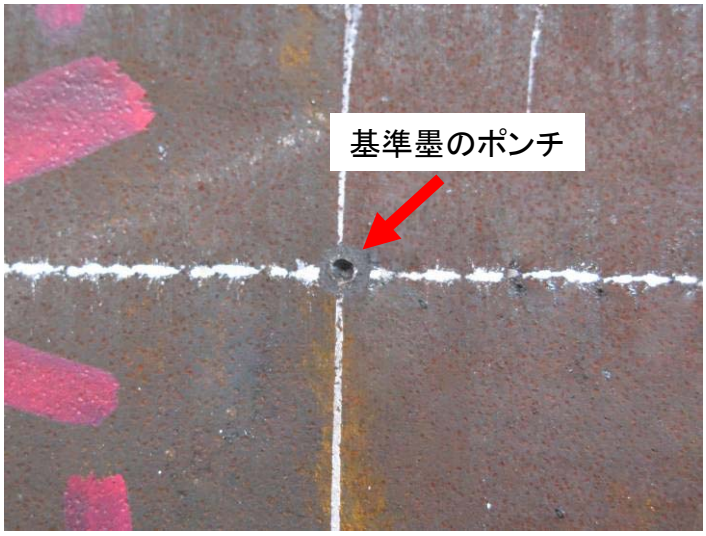
鉄骨工事 Q&A	工作	けがき	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 鋼材面へポンチは打ってよいか？

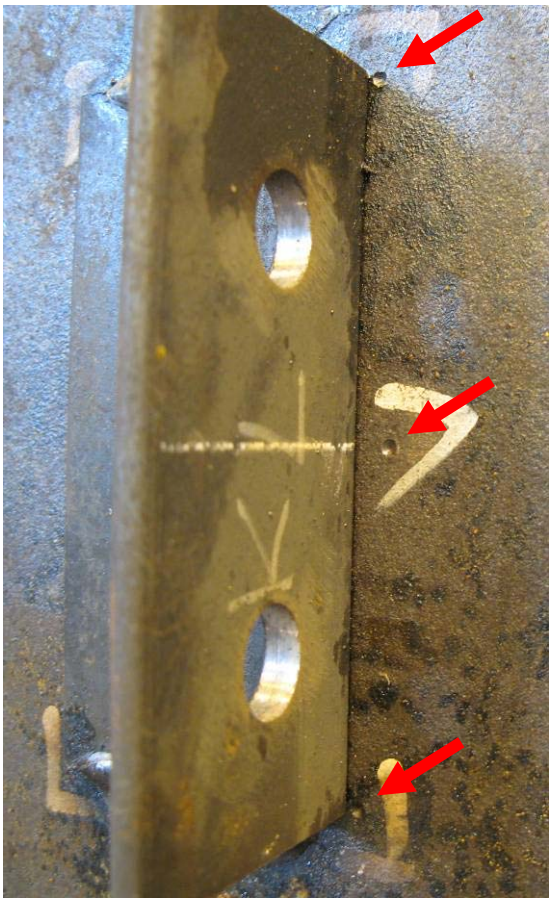
A.
鋼材面へのポンチについて、認められない場合を以下に示します。
①曲げ加工される部分の外面
②490N/mm²以上の高張力鋼や疲労を考慮する部材（曲げ加工される部分の外面に限らず全ての部分）
いずれも、けがき部分が亀裂発生の起点となるおそれがあります。
一方、その上から溶接され完全に溶込む場合は問題ありません。



ハンチで曲げ加工される外面
（写真はポンチを打って曲げ加工された後）



上から溶接されない部分はNG
（高張力鋼の場合）



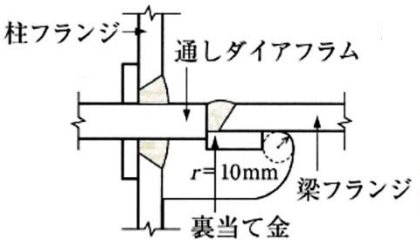
上から溶接される部分はOK
（ただし、その部分が完全に溶込む事が条件となります）

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

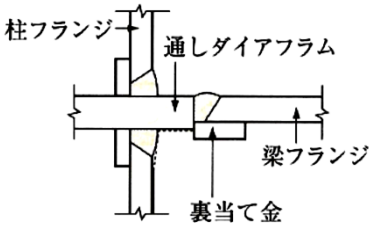
鉄骨工事 Q&A	工作	スカラップ加工	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. スカラップ工法とノンスカラップ工法の構造性能の違いは？

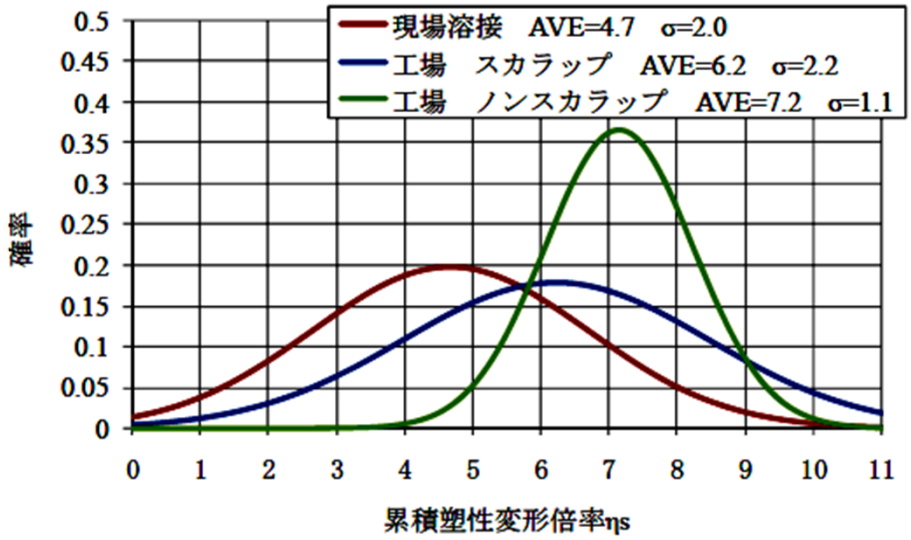
A.
従来型のスカラップの問題点を踏まえ、複合円形スカラップ、ノンスカラップ工法が提案されています。グラフは、現場溶接、工場溶接のスカラップ（複合円形）およびノンスカラップの累積塑性変形倍率、耐力上昇率の比較を示します。グラフからわかるようにノンスカラップの方が良好な変形性能、耐力性能を有しています。なお、複合円形スカラップでも溶接材料や溶接条件を十分管理して溶接を行い、溶接金属が十分強度があれば十分な性能を示すことが分かっています。



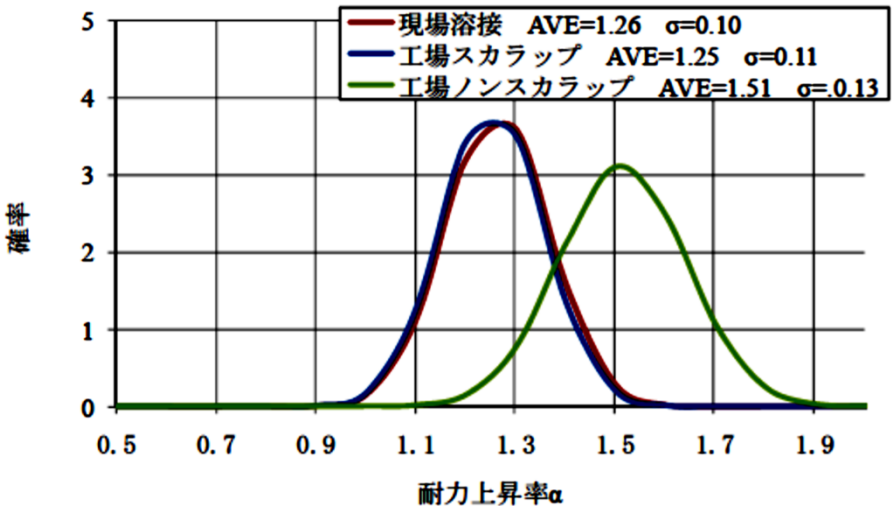
（複合円形スカラップ）
・現場溶接
・工場溶接



（ノンスカラップ）
工場溶接



累積塑性変形倍率の比較



耐力上昇率の比較

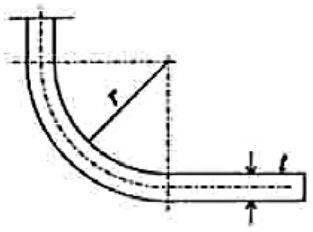
出典：2009年度日本建築学会大会_材料施工部門PD「梁端現場溶接接合が抱える課題」

鉄骨工事 Q&A	工作	曲げ加工	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 鋼板の曲げ半径の規定は、JASS6と告示のどちらを優先するのか？

A.
告示は法律の一部ですので、実務では告示を優先する必要があります。
JASS6の規定は学術的な立場から作成されていますので、一部で告示と異なっている部分があります。JASS6および告示における曲げ加工による曲げ半径に関する記述がどのように異なるかを次に示します。

JASS6　　表 4.4　常温曲げ加工による内側曲げ半径

部　位		内側曲げ半径	備　考
柱や梁およびブレース端など塑性変形能力が要求される部位	ハンチなど応力方向が曲げ曲面に沿った方向である場所	8 t 以上	
	応力方向が上記の直角方向の場合	4 t 以上	
上記以外		2 t 以上	r：内側曲げ半径 t：被加工材の板厚

・告示は部位に関係なく決められています
・曲げ半径のとり方と値が異なっています
・JASS6の曲げ半径とする場合は、加工後の品質証明が必要です

平成12年12月26日建設省告示2464号
「鋼材等及び溶接部の許容応力度並びに材料強度を定める件」

加工後の機械的性質、化学成分その他が加工前の品質と同等以上であることを確かめなければならないが、①～③に該当する場合はこの限りではないという記述がされています。

① 切断、溶接、局部的な加熱、鉄筋の曲げ加工その他構造耐力上支障がない加工を行うとき
② 500℃以下の加熱を行うとき
③ **外側曲げ半径が板厚の10倍以上で曲げ加工を行うとき**

出典：(一社)日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018

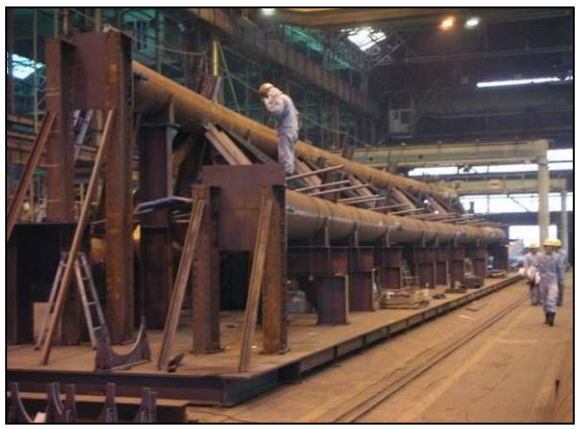
鉄骨工事 Q&A	工作	仮組	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 「仮組」はどのようなものが対象となるのか？

A.
一般的には、橋梁などで行われています。建築鉄骨では、複雑な形状のもの、大型のトラス、曲面を有する構造体などで行われる場合がありますが、一般的なラーメン構造では不要です。
工場で一旦、組立て、組立て後の部材寸法や取合部の精度などを確認し、その後、解体して工事現場へ運びます。
もし、仮組の指示があった場合は、仮組範囲を特定し要領書を作成して工事監理者の承認を得ます。



送電鉄塔の仮組



鉄骨トラスの仮組
（トラスの長さやせいの寸法確認）



仮組時の現場溶接部精度の確認

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

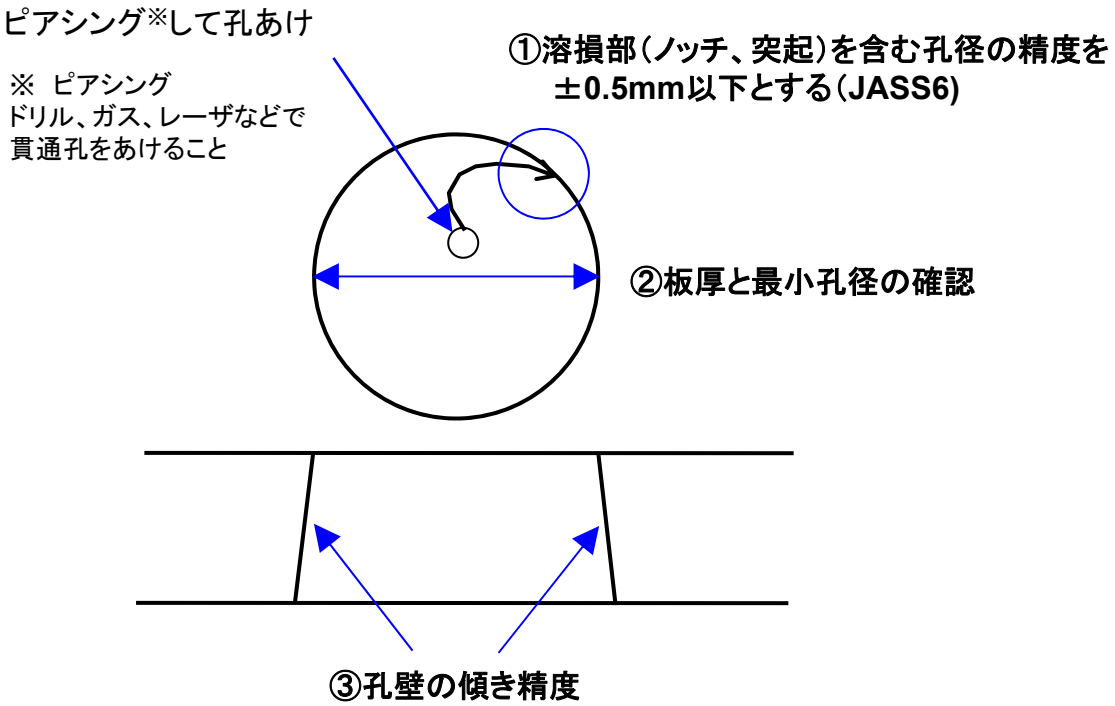
鉄骨工事 Q&A	工作	孔あけ加工	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 孔あけをレーザで行う場合の留意点は？

A.
2015年版以前のJASS6では、高力ボルト用の孔あけはドリルあけのみとしていましたが、2018年に改定されたJASS6では「ただし、特記がある場合または工事監理者の承認を受けた場合は、レーザ孔あけとすることができる」となっております。さらに、（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編（2018）の4.9.5項にはレーザ孔あけの留意事項が述べられています。

高力ボルト用の孔の径は建築基準法施行令で規定されています。ドリルで孔あけの場合はドリルの取り付けなどが適正であり、がたが無い状態であれば、その孔径が変化することは考えにくいのですが、レーザであける場合は孔径の精度管理が重要となり、孔径を守ることのできる機械の調整と加工後の検査方法について十分な検討を要します。また、レーザの熱による孔壁の硬さの変化（入熱硬化）を検討すること、ボルト孔周上のノッチ状の溶損部の有無確認・対応も必要となります。（下記の文献では、「外周部に溶損部が発生するが、高力ボルト接合部として問題無い」と報告されています。）

レーザで孔あけとする場合は、下記の3つが最低限、確認すべき項目と考えます。



出典：（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018
（一社）日本建築学会_技術報告書，第21巻第48号　広島工大　清水他
「高力ボルト摩擦接合の孔あけ加工にレーザー加工を用いた場合のすべり係数および引張耐力に関する実験的研究」 他

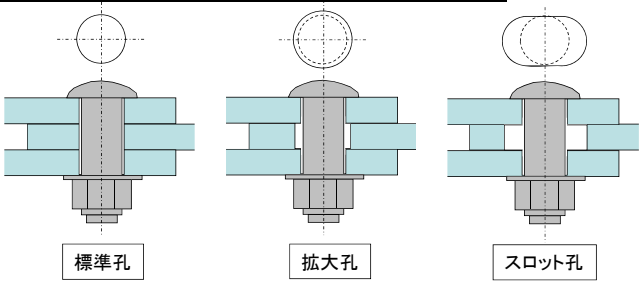
鉄骨工事 Q&A	工作	拡大孔	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 高力ボルト摩擦接合でボルト孔をルーズ（拡大孔）にしたいが、問題はないか？

A.
高力ボルト接合における高力ボルト孔径については、建築基準法施行令第68条第二項において以下のように規定されており、拡大孔についての規定はなく、認められていません。

建築基準法におけるボルト孔径の基準

呼び径d	孔径
d＜27	d＋2mm以下
d≧27	d＋3mm以下



参考として、拡大孔に関しての各種規定を紹介します。

日本建築学会「鋼構造接合部設計指針」（2012年改訂）においては、「母材に限り下記に示す拡大孔を使用できる。ただし、一面せん断の場合には、添え板と同厚以上の補強版を添え板と反対側（拡大孔を設けた板側）に用いなければならない」と示されており、低減係数も記載されています。

拡大孔の耐力低減係数（鋼構造接合部設計指針）

ボルト孔の種類	ボルト孔の大きさ		耐力低減係数
標準孔	$d+2$ mm $d+3$ mm	$d \leqq 24$ $d > 24$	1.0
拡大孔	$d+4$ mm $d+6$ mm $d+8$ mm	$d < 24$ $d = 24$ $d > 24$	0.85

(d:ねじの呼び径)

また、アルミニウム合金構造においては、告示にて2面せん断の場合の拡大孔を高力ボルト径の1.25倍まで大きくすることが出来ることが規定されています。

なお、AISCやユーロコードでは、規定で以下の条件で拡大孔が認められています。

拡大孔の耐力低減係数（海外の諸規定を集約）

ボルト孔の種類	ボルト孔の大きさ		耐力低減係数
標準孔	$d+2$ mm $d+3$ mm	$d \leqq 24$ $d > 24$	1.0
拡大孔	$d+4$ mm $d+6$ mm $d+8$ mm	$d < 24$ $d = 24$ $d > 24$	0.85
短スロット孔 （短辺は標準孔径）	$d+6$ mm $d+8$ mm $d+10$ mm	$d < 24$ $d = 24$ $d > 24$	0.85
長スロット孔	標準孔×2.5d 以内		0.75（0.70）

・長孔スロット孔低減係数（0.70）はECCSの場合
・拡大孔は主板、添え板、もしくは両方にあってもよい
・長スロット孔はいずれかの板一枚のみに適用する
・拡大孔を外側の板に適用する場合は補強座金を用いる

(d:ねじの呼び径)

しかし、前述のように拡大孔はそのままでは基準法違反となりますので、採用にあたってはボルト孔形状を含めた性能評価を受けて大臣認定を得る必要があります。

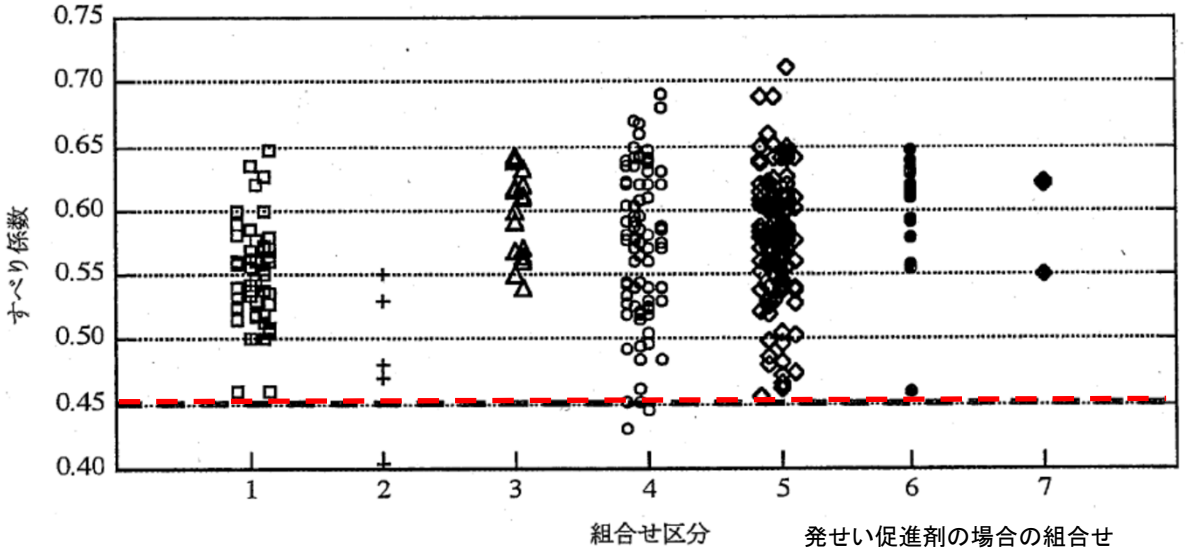
出典：建築鉄骨工事の新たな課題への取り組み
（一社）日本建築学会_鉄骨工事運営委員会調査研究報告会・資料集、2010
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工作	摩擦面処理	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 発せい(錆)促進剤や溶融亜鉛めっき面へのりん酸塩処理を採用する場合の留意点は？

A.

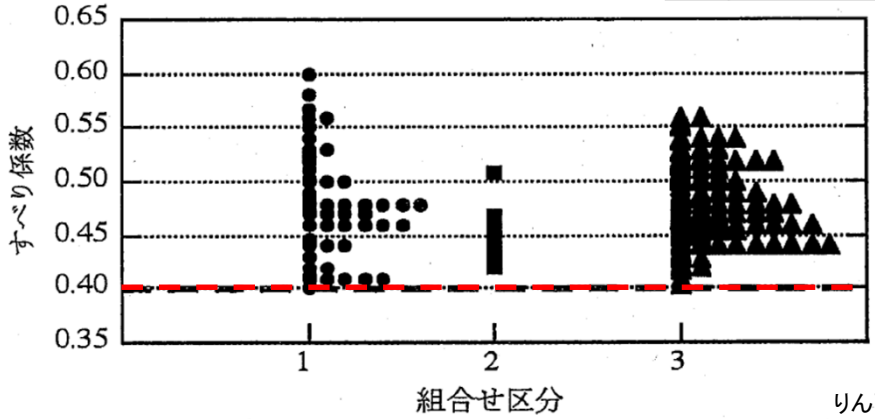
発せい(錆)促進剤もりん酸塩処理も工事監理者の承認もしくはすべり試験が必要でしたが、2018年に改定されたJASS6ではこれらの使用が標準として認められました。ただし、発せい(錆)促進剤の場合は、黒皮除去も同時に行うものは認められておらず、また、下地処理の管理、希釈条件の確認、塗布後の時間確保に注意が必要となります。発せい(錆)促進剤(Q&A、A-2-13参照)もりん酸塩処理(Q&A,A-7-23参照)も、メーカーの取り扱い仕様を十分に参考にした上で接合部の製作を行う必要があります。参考までに、過去に行われた発せい促進剤、りん酸塩処理の試験結果を示します。



発せい促進剤の場合のすべり係数値

発せい促進剤の場合の組合せ
[ ]内:部材処理、( )内:側板処理

1:[グラインダ処理+促進剤A]+(ブラスト処理)
2:[ブラスト処理+促進剤A]+(ブラスト処理)
3:[グラインダ+促進剤A]+(グラインダ処理+促進剤A)
4:[グラインダ+促進剤A]+(ブラスト処理+促進剤A)
5:[ブラスト処理+促進剤A]+(ブラスト処理+促進剤A)
6:[グラインダ処理+促進剤B]+(ブラスト処理+促進剤B)
7:[ブラスト処理+促進剤B]+(ブラスト処理+促進剤B)



りん酸塩処理の場合のすべり係数値

りん酸塩処理の場合の組合せ
[ ]内:部材処理、( )内:側板処理

1:[めっきブラスト処理]+(めっきブラスト処理)
2:[めっきブラスト処理]+(めっきりん酸塩処理)
3:[めっきりん酸塩処理]+(めっきりん酸塩処理)

出典:建築鉄骨工事の新たな課題への取り組み
(一社)日本建築学会_鉄骨工事運営委員会調査研究報告会・資料集 2010
(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工作	発せい促進剤	制定	2011年7月1日
			改訂	2026年11月1日

Q. 発せい(錆)促進剤を使用するに当たっての留意点は？

A.

2018年に改定されたJASS6では高力ボルトの摩擦面処理として、自然発生の赤さび、ブラスト処理に加えて薬剤発せいの使用が標準として認められました。ただし、薬剤発せいの場合は、黒皮除去も同時に行うものは認められておらず、また、下地処理の管理、希釈条件の確認、塗布後の時間確保に注意が必要ですので、メーカーの取り扱い仕様を十分に確認して下さい。

(1)発せい促進剤の現状

発せい促進剤として、一般に販売されているものについて下表に示します。これらの発せい促進剤は、グラインダあるいはブラスト等により黒皮を除去した後の発せいを促進させるタイプのものです(一部には黒皮上から塗布するものもありますが、腐食が必要以上に継続する場合もあるので使用しない)。

代表的な発せい促進剤

銘柄	性質	主成分	使用条件	下地条件	締付までの時間	すべり係数	腐食進行
A社	酸性(pH2～3)	無機塩類	原液	黒皮除去	48時間	0.45以上	1年半でゼロに収束
B社	中性(水と酸素による酸化反応)	無機ハロゲン化物	10倍希釈	黒皮除去	24時間	0.45以上	100日でゼロに収束
C社	弱酸性	塩化物 無機中性塩	原液	黒皮除去	24時間	0.45以上	100日でゼロに収束

(2)発せい促進剤による摩擦面のすべり係数

各薬剤メーカーが示しているカタログに記載されたすべり係数を下表に示します。カタログ値によればここに示したものはいずれもすべり係数として0.45を確保できます。

カタログ記載の摩擦係数

銘柄	ボルトサイズ	締付けまでの時間とすべり係数					処理方法	
		24時間	48時間	72時間	96時間	120時間		
A社	F10T・M20	0.437	0.513	0.535	0.501	0.530	部材	グラインダ＋A社製品
							側板	ショットブラスト＋A社製品
B社	F10T・M20×75	0.588	―	―	―	―	部材	グラインダ＋B社製品
							側板	グラインダ＋B社製品
C社	S10T・M20×75	0.585	0.621	0.627	0.638	0.662	部材	グラインダ＋C社製品
							側板	ショットブラストさびなし

(3)発せい促進剤使用の留意点

1) 発せい促進剤塗布前の下地処理管理を厳格に行う(黒皮を除去する)

2) 発せい促進剤の希釈の必要性の有無を確認する(原液のままのものと希釈タイプがある)

3) 発せい促進剤塗布後、所定のすべり係数が得られるまでの時間を確認する (24時間タイプと48時間タイプがある)。所定のすべり係数が得られるまでの時間は、塗布後の温度・湿度に大きく依存しています。特に気温5℃以下、湿度80%以上などの悪条件ではその効果がほとんどないことも報告されています。このように塗布後ボルト締付けまでに必要な時間は気象条件と関連して決めるべきであるのに、各社カタログ等では平均的な温度・湿度に対しての時間設定のみを記載しているので注意が必要です。

4) 発せいするまで、雨に掛からないようにする。

出典:①建築鉄骨工事の新たな課題への取り組み
(一社)日本建築学会_鉄骨工事運営委員会調査研究報告会・資料集、2010
②(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

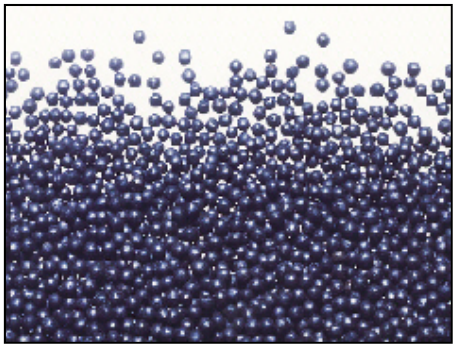
鉄骨工事 Q&A	工作	サンドブラスト	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 何故、サンドブラスト処理の場合、赤さびが必要なのか？

A.
摩擦接合に必要なすべり係数0.45を確保する方法として自然発生の赤さびによる場合、薬剤発せいによる場合（2018年JASS6改定より）およびブラスト処理による場合があります。ブラスト処理とは、研削材を圧縮空気などを利用して加工面に高速で噴射し、その衝撃力で黒皮などの異物を除去するとともに、適度の粗さを持った粗面を作る表面加工です。研削材の種類によってショットブラスト、グリットブラストおよびサンドブラストなどがあります。
JASS6では表面粗さを50μmRz（マイクロメーターアールゼット）以上確保すれば、ショットブラスト、グリットブラスト面を摩擦面として良いとしています。しかし、サンドブラスト処理面は所定のすべり係数が得られないことがあり認められていないため、赤さびの発生が必要になります。

■ショットブラスト

鋼製の球形の粒を吹き付ける。



表面粗さ50μmRz以上なら赤さびの発生は不要



ショットブラスト機械

■グリットブラスト

鋼製の鋭くとがった角を持つ粒を吹き付ける。



表面粗さ50μmRz以上なら赤さびの発生は不要

■サンドブラスト

ガーネットや各種粉砕スラグなどを吹き付ける。
ケイ砂は研削材のJISから削除されています。



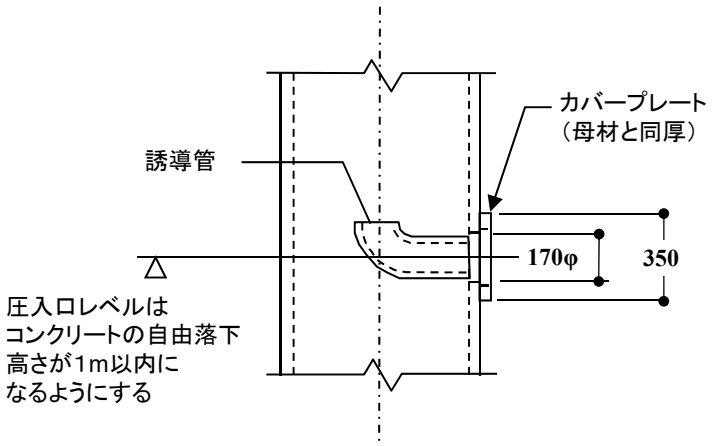
表面粗さ50μmRz以上でも赤さびの発生が必要
（赤さびは自然発せい or 薬剤発せいによる）

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

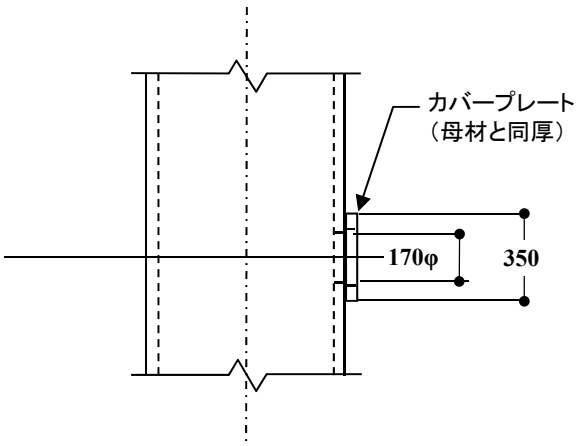
鉄骨工事 Q&A	工作	CFT造の コンクリート圧入口	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. CFT造のコンクリート圧入口の誘導管（エルボ）を省略できる根拠は無いか？

A.
（一社）新都市ハウジング協会から省略できる根拠は公表されていません。施工会社各社が独自に実験を行なった結果により省略できる根拠としたり、過去の文献等を参考にして資料作成し設計者・工事監理者の承認を得ています。
参考文献を以下に示します。圧入工法における誘導管の役割は、コンクリートの流動方向を上に誘導することで鋼管に余分な圧力をかけないようにするためですが、文献1）の結果では誘導管を設置するほうが圧入圧力は大きくなるとの報告もあり、また各文献とも鋼管の水平方向歪に対する影響はほとんどないとしています。



誘導管を設置した例



誘導管が無い場合

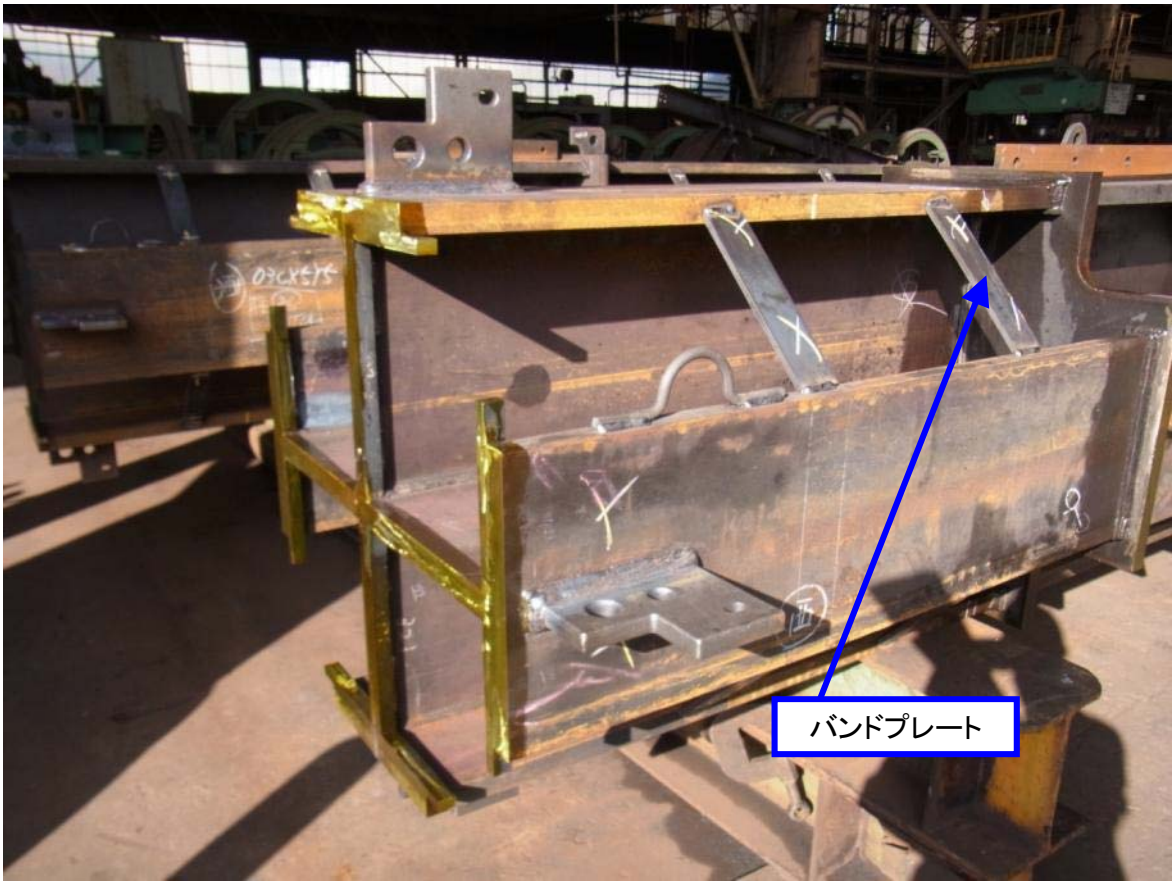
出典：
・文献1）「CFT柱の圧入工法における誘導管の検討」
　日本建築学会大会梗概集1999年1261　大成建設　谷垣ら
・文献2）「誘導管の有無によるCFT柱の圧入時角形鋼管挙動の相違」
　日本建築学会大会梗概集2002年1415　熊谷組　宮原ら
・文献3）「CFT造柱の圧入工法における誘導管の影響」
　日本建築学会大会梗概集2003年1251　竹中工務店　三好ら

鉄骨工事 Q&A	工作	バンドプレート	制定	2012年9月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 十字柱のバンドプレートのピッチに規定はあるのか？

A.
一般にバンドプレートは、T字形または十字形鉄骨を組み立てるための形状維持として設置されますので製作側の精度保持方法によりそのピッチは決まってきます。
しかし、逆打ち工法などで柱に大きい圧縮力が生じるときに、フランジが局部座屈を起こさないように設ける場合がありますので、この場合はバンドプレートの仕様を設計者・工事監理者に確認する必要があります。

バンドプレートのピッチに規定はありませんが、タラップとして兼用することもあるので、その場合は400mm程度の間隔で取り付けることが多いようです。タラップとしてバンドプレートを使用する場合は、安全管理上、バンドプレート取付溶接部の品質も管理する必要があります。



鉄骨工事 Q&A	工作	ひずみ矯正	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. ひずみを加熱で矯正する場合の留意点は？

A.

全ての鋼材は、化学成分の調整と圧延温度、圧下量※ の制御、熱処理の組合せにより造り込まれています。したがって、加熱矯正が実施された場合、材質への影響は免れることはできません。影響因子としては、①加熱温度、②加熱時間、③加熱範囲、④冷却条件であり、これらの条件と鋼材成分の相互関係により加熱矯正部分の材質への影響度合いが異なります。

鉄骨工事技術指針・工場製作編では、下記のような加熱矯正基準が示されていますので、この基準を遵守する管理が必要です。また、熱影響を表面近傍のみに止めるように、管理することが重要です。

平成12年建設省告示第2464号では、「500度を超える加熱を行う場合は加工前の当該鋼材等の品質と同等以上であることを確認しなければならない。」とされていますが、同告示のただし書きには、「局部的な加熱はこの限りではない」とされています。加熱矯正は温度は500度を超えていますが、局部的な加熱ですので、告示に抵触することはありません。

※圧下量：圧延材料が1回の圧延で薄くなった量

加熱矯正基準

加熱矯正の分類	SN400, SS400, SM400, SN490, SM490, SM520	TMCP鋼 325鋼 355鋼	耐火鋼	SA440 （調質鋼）
850～900 ℃まで加熱，その後空冷	◎	○	○	×
850～900 ℃まで加熱，直後水冷	×	×	×	×
850～900 ℃まで加熱 空冷後650℃以下から水冷	◎	◎	○	×
600～650 ℃まで加熱して直後水冷	◎	◎	◎	○
600 ℃まで加熱，その後水冷	◎	◎	◎	◎*

［注］ 上表温度は加熱表面での温度である
＊600 ℃を超えてその後空冷または水冷する場合は、確認実験を実施してその条件で行う

凡例
表中の◎は実施可、×は実施不可である。 ○はさらに厳密な温度管理と加熱時間、加熱範囲を最小限とすることを前提に実施してもよい。

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工作	ダイアフラムの出寸法	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 冷間成形角形鋼管の通しダイアフラムの場合、出寸法は何㎜にするのがよいのか？

A.
「2018年版　冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル」では、ダイアフラムの出寸法eは下記の値が推奨されています。

e=25㎜(tc＜28㎜)　e=30㎜(tc≧28㎜)　　tc:角形鋼管厚さ

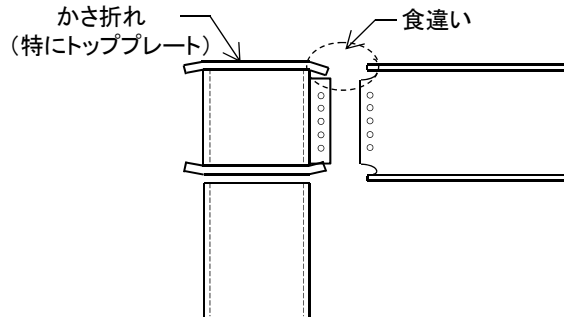
これは次の点を考慮して決められています。

①板厚方向応力に対するダイアフラムの安全性確保(ラメラテアによる開裂防止など)
②ダイアフラムと柱・梁フランジの溶接による熱影響部の干渉及び性能低下の防止
③柱とダイアフラムの溶接によるダイアフラムのかさ折れの発生の防止

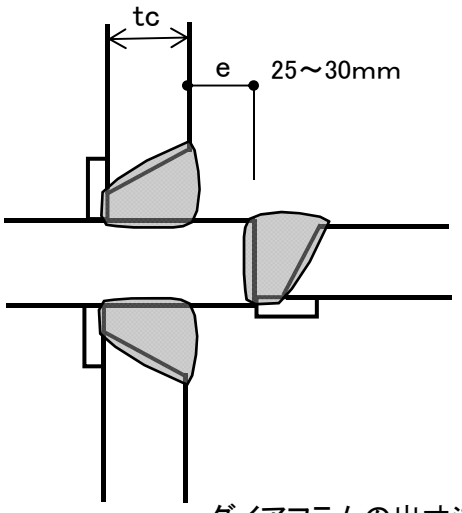
①については、当該溶接部位が入熱の小さいガスシールドアーク溶接であり、またダイアフラムの材種もSN材でかつ板厚方向の特性(Z方向絞り値・材料UT検査)が規定されたC種を用いることが一般的であることから、板厚方向のラメラテア(開裂)の問題は無いと考えます。

②については、①と同様に当該溶接部位が入熱の小さいガスシールドアーク溶接であることから、母材への熱影響の範囲は数mmと小さく、ダイアフラム製作出寸法を25～30mm程度確保すれば、熱影響部同士が干渉して溶接部の性能を低下させる、ということは無いと考えます。

③については、ダイアフラム出寸法を大きくすると、溶接の順序にもよりますが、かさ折れ量が大きくなります。特にトッププレートの場合、片側溶接になるためかさ折れが発生するケースが多く、事前に逆ひずみをつけるなど対策を講じても、中々コントロールできないのが現状です。かさ折れが発生した場合、ダイアフラム板厚が厚い場合は加熱矯正でも完全な修正は困難であり、梁フランジとの溶接で食違いが生じ易くなります。したがって、①と②を満足したうえでダイアフラムの出寸法は短くする(一般に25～30mm程度)のが良いと考えます。



かさ折れ・食違いの発生



ダイアフラムの出寸法

出典:2018年版 冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル

鉄骨工事 Q&A	工作	アンカーボルト	制定	2014年6月1日
			改訂	2019年4月1日

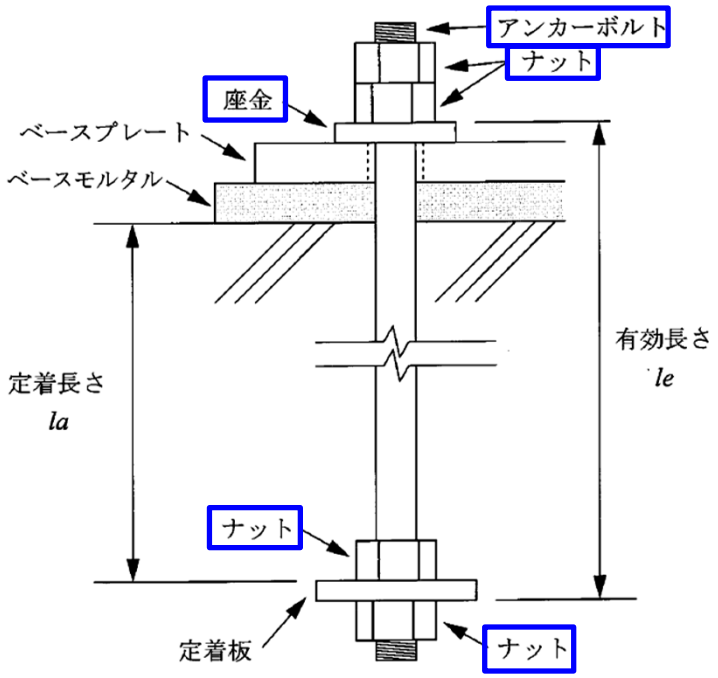
Q. 構造用アンカーボルト(ABR、ABM)をL形・J形に曲げ加工したり、めっき処理しても問題ないか？

A.

① ABR、ABMのアンカーボルトのセットを図に示します。図のようにナット4個、丸座金1枚及び直形状のアンカーボルト1本のセットでJIS規格化されています。なお定着板は規格に入っていません。
JISマーク表示認証取得工場で曲げ加工する場合、曲げ加工自体は可能ですが、形状が変わってしまうためアンカーボルトの「セットとしてのミルシート」は発行されませんので、この点を考慮してメーカーと相談して下さい。

② アンカーボルトの表面処理について、JIS規格の附属書(規定)の抜粋を示します。
・JIS B 1220:2015 附属書A.7 ボルトの表面処理
A.7.1 ABR用ボルトに表面処理を施す場合は、電気めっき又は溶融亜鉛めっきとする。
溶融亜鉛めっきを施す場合は、ナットのはめあいを考慮してJIS H 8641に規定するHDZ35とする。
A.7.2 ABM用ボルトの表面処理にめっきを施す場合は、電気めっきとする。

①のようにボルト・ナット・座金のセットで構成されています。表面処理としてめっきを施す場合は、ボルトの表面処理と同等の表面処理を施したナット及び座金を組み合わせることが規定されていますので、材料が入荷された際、現物や検査証明書で組合せを確認する必要があります。



アンカーボルトのセット

本Q&A
A-1-14 「アンカーボルトの転造ねじと切削ねじの違いは何か？」
A-1-15 「構造用アンカーボルトのABRとABMはどのような材料なのか？」
も参照して下さい。

出典:建築用アンカーボルトメーカー協議会パンフレット「構造用アンカーボルト」
JIS B 1220:2015 構造用両ねじアンカーボルトセット

鉄骨工事 Q&A	工作	開先角度	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 完全溶込み溶接のレ形開先角度を30°にしたいが、技術的に支障はあるか？

A.
開先角度が小さくなることにより高温割れが問題となる場合がありますが、過去の実験や実績から、開先角度を通常の35°から30°に変更する程度であれば、高温割れが発生しないことが知られています。ただし30°開先にするには以下の注意が必要です。

① 鉄骨製作工場の開先加工機が30°に対応できる場合とできない場合があるので、事前に確認しておく。
② 溶接ワイヤの突出し長さの確保やテーパノズル形状、 および、固形エンドタブを使う場合は、事前に確認する必要がある。
③ 溶接技能者に狭開先の溶接経験がない場合は、適正な溶接ができるか施工試験で確認しておく。この場合、 30°より狭くなる側の開先角度管理値と、溶接時の積層図や溶接条件を事前に定めておく。

なお、開先標準を変更することになりますので、設計者、工事監理者の承認が必要となります。



狭開先用のテーパノズル


30°レ形開先用の固形エンドタブ


30°レ形開先に対応できる開先加工機

鉄骨工事 Q&A	加工	レーザ孔あけ	制定	2021年5月1日
			改訂	

Q. 高力ボルト孔のレーザ孔あけ加工において孔径が建築基準法の値を超えないようにするにはどうすればいいのか？

A

高力ボルト孔についてJASS6では溶損部を含む孔径の精度は±0.5mm以下とされており、建築基準法施行令68条では、高力ボルト孔の径は2mmないし3mmを超えて大きくすることはできません（大臣認定を受けた高力ボルト接合は除く）。レーザ孔あけ加工では溶損部が発生する可能性があり、溶損部という部分的な箇所でもプラス側は法的に問題とされる可能性が有ります。孔径以外にも管理すべき項目はありますが、下記の様なことを考える必要があります。

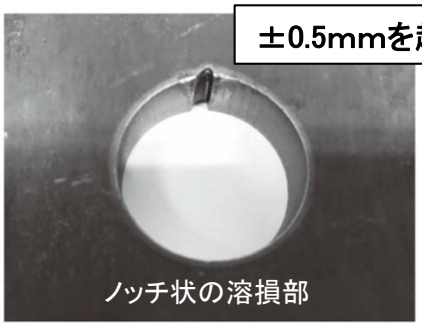
● 鉄骨製作工場および孔あけ加工会社の立場

1. 孔あけを外注している場合、外注先への許容差の確実な伝達
2. レーザ加工機メーカーによる保守・点検（レーザミラーのクリーニング、動作確認など）
3. 孔あけ加工会社の機器点検（可動部の点検・清掃）、初品孔あけの精度確認など
4. 溶損部を考慮した孔径の設定（マイナス側に設定するなど）
5. 各種項目の検査方法の決定と実施

● 施工者の立場

・受入検査の実施（孔径・直角度・真円度、間隔の確認など）

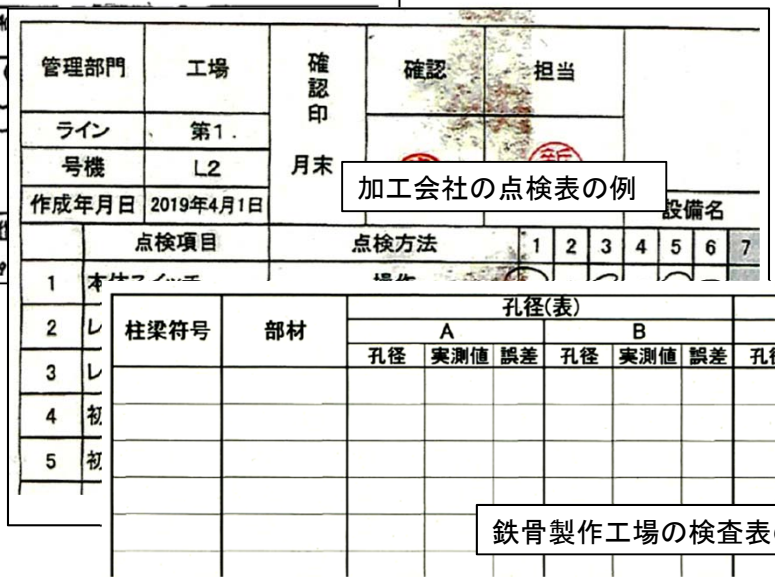
±0.5mmを超える溶損部の例


ノッチ状の溶損部


突起状の溶損部


技術サービス報告書

加工機メーカーの点検表の例


管理部門 / 工場 / 確認印 / 確認 / 担当
ライン 第1
号機 L2
作成年月日 2019年4月1日
月末
設備名
点検項目 / 点検方法 / 1 2 3 4 5 6 7

加工会社の点検表の例

柱梁符号 / 部材 / 孔径(表) A 孔径 実測値 誤差 / B 孔径 実測値 誤差 / 孔径(裏) A 孔径 実測値 誤差 / 孔径

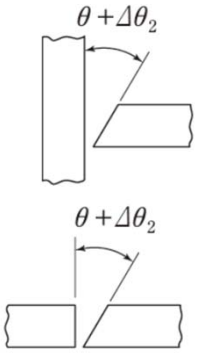
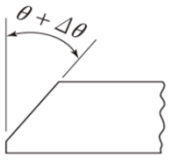
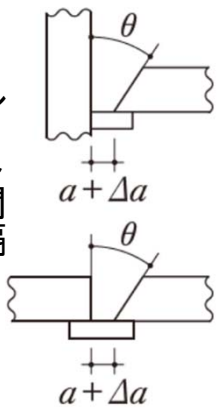
鉄骨製作工場の検査表の例

参考：（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書JASS6　鉄骨工事、2018
鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018
鉄骨精度測定指針、2018

鉄骨工事 Q&A	工作	開先角度	制定	2021年5月1日
			改訂	

Q. 鉄骨製作工場から30度開先の提案がありましたが、採用する場合の留意点を教えてください。

A.
板厚が厚い場合、溶接量や溶接時間の短縮のため、開先角度を狭くして溶接する場合があり、開先角度30度についてはその実績も増えているので、JASS6:2018年版の付則5開先標準にガスシールドアーク溶接・セルフシールドアーク溶接について追記され、開先角度、ベベル角度、ルート間隔それぞれに許容差が設定されました。ただし、開先角度25度は時期尚早ということで見送られました。
下に許容差を示しますが、30度については「35度未満」の値が適用されますので確認の際は注意して下さい。
各許容差は、溶接ワイヤや溶接トーチの入り方を考慮し、35度に比べて厳しい値となっています。
施工に当たっては開先角度とルート間隔を組み合わせて考える必要が有り、特にそれぞれが許容差下限値になった時のことを考えておく必要が有ります。
なお、現在構造設計図書に記載されている溶接基準図には、30° 開先はほとんど載っていないと思われます。採用に当たっては、工事監理者の承認が必要とされます。

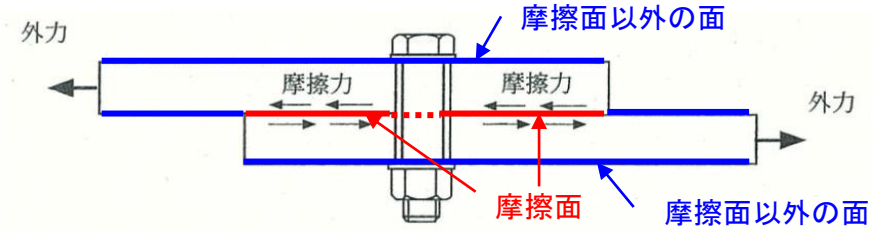
項目	管理許容差	限界許容差
開先角度 	$\Delta\theta_2 \geqq -2.5°(\theta \geqq 35°)$ $\Delta\theta_2 \geqq -1°(\theta < 35°)$	$\Delta\theta_2 \geqq -5°(\theta \geqq 35°)$ $\Delta\theta_2 \geqq -2°(\theta < 35°)$
ベベル角度 	$\Delta\theta \geqq -2.5°(\theta \geqq 35°)$ $\Delta\theta \geqq -1°(\theta < 35°)$	$\Delta\theta \geqq -5°(\theta \geqq 35°)$ $\Delta\theta \geqq -2°(\theta < 35°)$
ルート間隔 	ガスシールドアーク溶接, セルフシールドアーク溶接 $\Delta a \geqq -2\,\mathrm{mm}(\theta \geqq 35°)$ $\Delta a \geqq -1\,\mathrm{mm}(\theta < 35°)$	ガスシールドアーク溶接, セルフシールドアーク溶接 $\Delta a \geqq -3\,\mathrm{mm}(\theta \geqq 35°)$ $\Delta a \geqq -2\,\mathrm{mm}(\theta < 35°)$

出典:(一社)日本建築学会_鉄骨精度測定指針、2018
鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

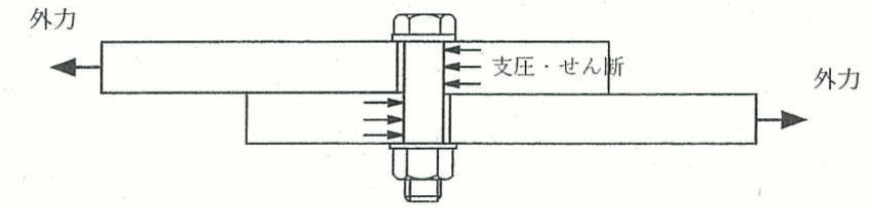
鉄骨工事 Q&A	工作	摩擦面以外の面の処理	制定	2024年7月1日
			改訂	

Q. 高力ボルト接合部の摩擦面以外の面の処理は必要？

高力ボルト接合の応力伝達機構の説明図を示します。(a)の矢印で示す部材間の摩擦力により外力を伝達させますので、この場合、2枚の板が接触している赤で示す部分が摩擦面となります。
なお、普通ボルトやリベットの場合は支圧・せん断で外力を伝達しますので、摩擦面は有りません。



(a) 高力ボルト摩擦接合



(b) 普通ボルト・リベット接合

高力ボルト摩擦接合の応力伝達構機

高力ボルト接合について、告示1464号で摩擦面の状態が規定されていますが、摩擦面以外の面の状態は規定されていません。鉄骨工事技術指針では溶融亜鉛めっき以外の高力ボルト接合について「この部分のすべり係数が低いと本締め時に共回り・座金回りの原因となるので、高力ボルトの頭や座金が取り付く側も黒皮を除去するのを原則とすべき」としています。あえて発錆の必要はありませんが、黒皮を除去する他、油分・塗料の付着には注意が必要です。
　また、溶融亜鉛めっき高力ボルト接合でりん酸塩処理を行う場合、鉄骨工事技術指針では「摩擦面の処理範囲はブラスト処理の範囲に準拠し、著しくはみ出さないように処理を行うものとする。浸漬タイプ以外の薬品では、摩擦面の外側は処理しなくてもよい」としています。

いずれの場合でも、接合部を組み立てる時は、スプライスプレートの裏表間違いが無いように注意する必要が有ります。
また、セットを構成するナットおよび座金にも裏表がありますので、間違いが無いよう注意する必要が有ります。

引用・参考文献
・(一社)日本建築学会　鋼構造接合部設計指針2021年
・(一社)日本建築学会　鉄骨工事技術指針・工場製作編2018年
・日建連　ここに注意！鉄骨工事管理のポイント
　B-3-17　高力ボルトのナットの表裏逆使用
　B-3-19　めっき部材のスプライスプレートの裏表間違い

鉄骨工事 Q&A	工作	小梁下フランジ両側切断	制定	2024年7月1日
			改訂	

Q. 小梁端部の下フランジの切断は可能ですか。また、下フランジの片側と両側の切断による違いはありますか。

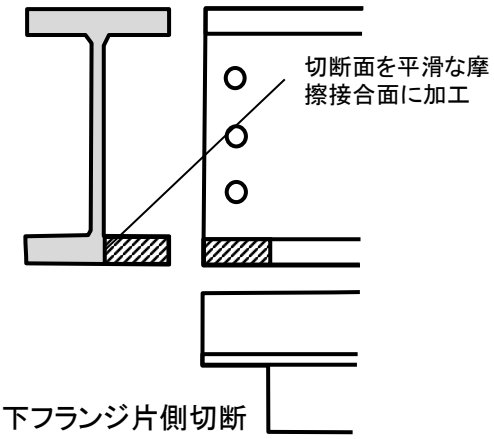
A.

一般的に鉄骨造の小梁は、両端部を単純支持（ピン支持）として設計しており、梁端部はせん断応力に対して設計されています。H形鋼の場合、せん断応力のほとんどをウェブにて伝達しているためフランジを切断しても耐力上問題がないことがほとんどです。特に下フランジは上フランジのようにスラブのデッキを保持するなど、納まり上必要とされる機能もないことが多く、建方効率の観点から梁端部付近の下フランジを切断することがあります。

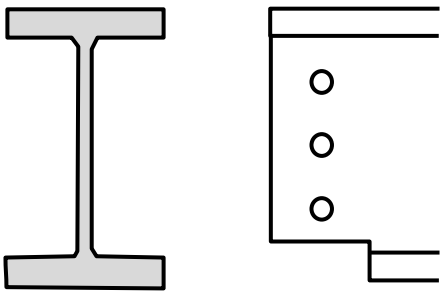
下フランジの片側を切断する場合、ガセットの形状により切断面が摩擦接合面となることがあります。その場合、ガセットとウェブを密着させるために切断面とウェブが同面になるよう平滑に仕上げる必要があります。

一方で下フランジ両側を切断する場合は、切断面が摩擦接合面にならないため加工が容易となります。

いずれの場合も、切断可否やディテールを事前に質疑するとともに、切断部の加工の際は粗さの程度やノッチ深さに注意し、仕上げの程度が図面に記載されていない場合は、これらについて設計者・監理者と協議する必要があります。



下フランジ片側切断



下フランジ両側切断



下フランジ片側切断の事例



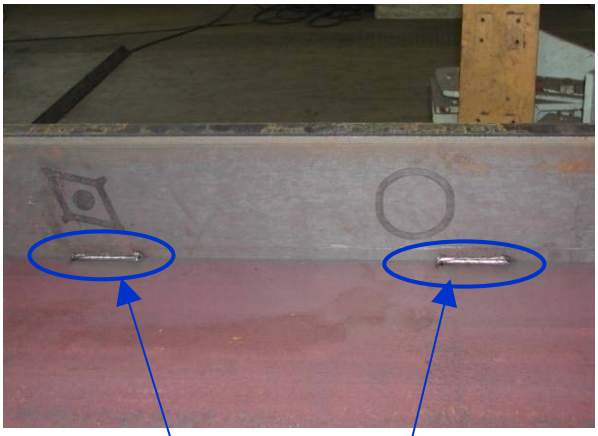
下フランジ両側切断の事例

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	組立て溶接と 仮付け溶接	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 組立て溶接と仮付け溶接の違いは？

A.
以前、部材を組立てるための溶接は「仮付け溶接」といわれていましたが、その語感から「いい加減な溶接でも構わない」といった誤解がありました。そのため、部材を組立てるための溶接という意味合いから「組立て溶接」という言い方に変更されました。
組立て溶接には、そのまま残されるものと、その上から溶接を行うものがありますが、そのまま残されるものは、断続隅肉溶接といえます。
いずれの場合であっても、所定の溶接長さと脚長の確保、アンダーカットなどの欠陥が無いことを検査します。







この上から本溶接が行われます。（注）

このまま残ります。
また、閉鎖断面なので最終製品では長さなどが確認できません。そのため、中間検査や工程写真で確認します。

（注）本溶接の一部となる組立て溶接に使用する溶接材料の選定にあたっては、以下の点に留意します。

1. 被覆アーク溶接棒は本溶接に使用するものと同じ種類とするのが原則ですが、低水素系の溶接棒に統一しておくことが望ましい。また、ガスシールドアーク溶接は、拡散性水素量が非常に少ないので組立て溶接にも適しています。
2. 溶接材料の強度レベルは、母材の強度レベルに応じて選定する必要がありますが、引張強さ590N級以上の場合は、組立て溶接時に割れを生じることがあるため、1ランク下の溶接材料を用いて割れを防止するという選択も考えられます。

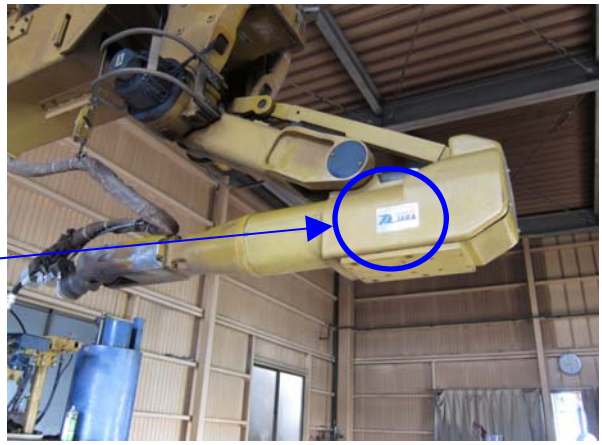
出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	ロボット溶接	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶接ロボットの定義は？また、ロボット溶接が適切に行われるための条件とは？

A.
建築鉄骨では、アーク溶接を行う産業用ロボット（産業用ロボットのISOの定義は、3軸以上の自由度を持つ、自動制御、プログラム可能なマニピュレータ）をいいます。多くのロボットが多関節型で、人間の溶接作業を再現するコンピュータ制御装置を有しています。
建築鉄骨を溶接できるかの確認が必要ですので、そのためにロボットの型式認証（日本溶接協会、日本ロボット工業会）、オペレータの認証制度（日本溶接協会）があります。この二つが両輪となり初めてロボット溶接が適切に行われるといえます。
なお、認証を受けたロボットには認証シールが発行されます。
オペレータについてJASS6では、JIS Z 3841の基本となる級（下向溶接）の有資格者であれば従事できるとしています。技量付加試験は特記により実施しますが、日本溶接協会のオペレータ試験とAW検定協会のオペレータ試験が技量付加試験の代替として考えられます。





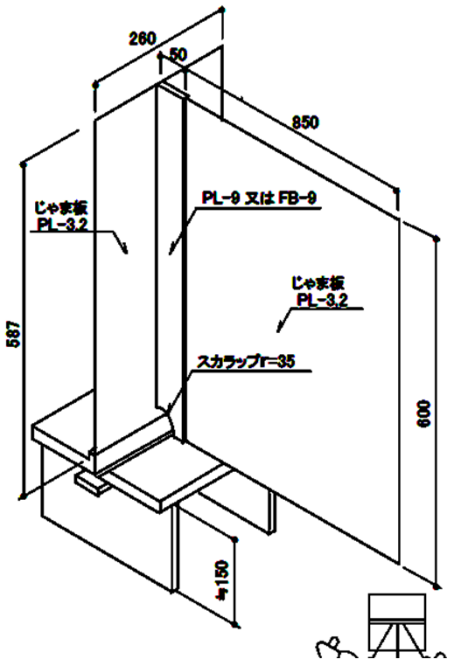
型式認証シール（適合性マーク）

出典：（一社）日本ロボット工業会「建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度について」
（一社）日本溶接協会「建築鉄骨ロボット溶接オペレータの認証」
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

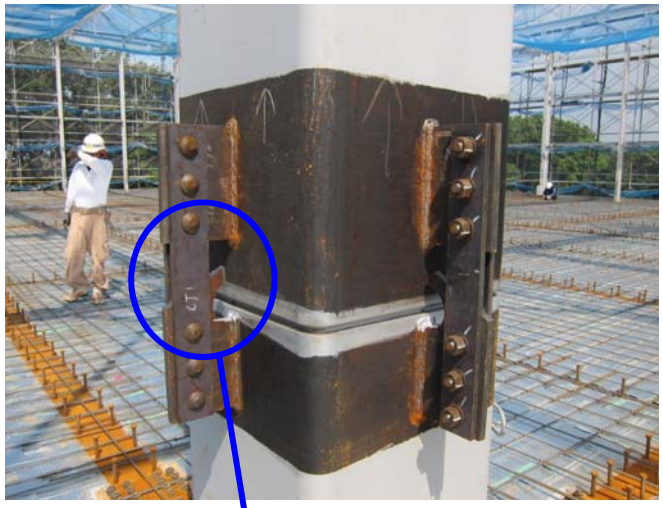
鉄骨工事 Q&A	工場溶接	AW検定資格	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

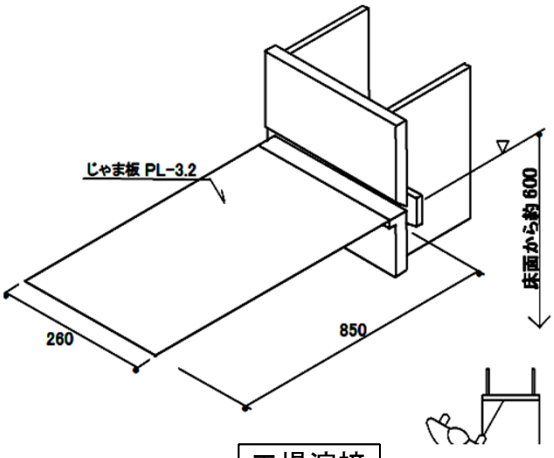
Q. 工事現場溶接のAW資格保有者に工場溶接を行わせる事は資格の面で問題ないか？

A.
AW検定では工事現場溶接と工場溶接の試験内容が異なり、それぞれ実情に応じた試験を行っているため、資格の面では差異があります。適用にあたっては設計者・工事監理者と協議してください。



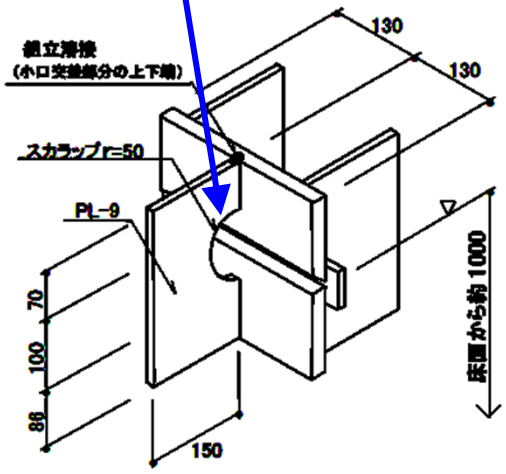
下向き溶接（工場溶接・工事現場溶接共通）





工場溶接

横向き溶接



工事現場溶接

柱継手を想定し、エレクションピースを「じゃま板」として再現した試験体となっている

AW検定における工場溶接、工事現場溶接の試験体比較

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	代替エンドタブ	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. AW検定資格を適用条件として溶接技能者を選定する場合、AW試験で使用された代替エンドタブ（メーカー、型式）で、溶接を行うことが条件となるのか？

A.

AW検定協会の資格証の裏面に、「当協会の試験規定に従って実技試験を行い、合格者に対し資格証を発行している。この資格者が行った溶接部の品質を保証するものではない」ことが記載されています。これは、実工事の溶接部の品質については工事監･管理者の責であることを確認しているものです。また、一般に、資格試験はその資格範囲の代表的な条件での試験により、一定レベル以上の溶接技能者を資格者として選定していると考えられます。従って代替エンドタブの種類をはじめ、施工条件については工事監･管理者が品質を確保できる範囲内であることを判断することになります。AW検定資格者の技量でも品質が確保できないと判断される特殊な条件の場合には、別途、施工試験等を実施して確認することになります。

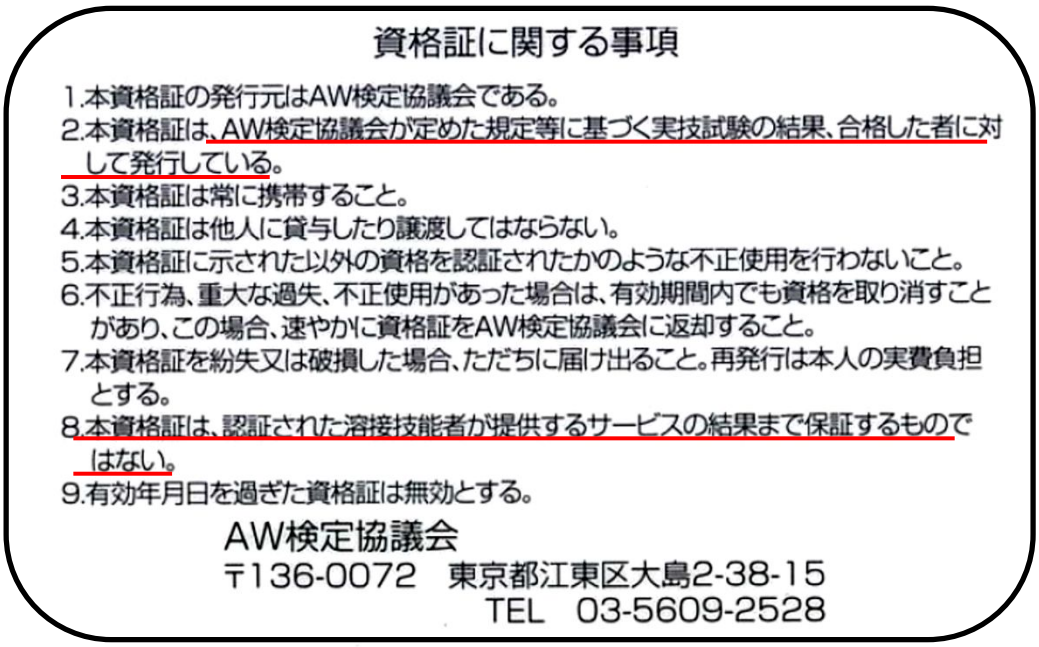


溶接前（代替エンドタブ取付け）



溶接後

代替エンドタブ（工場溶接）のAW検定試験状況



資格証に関する事項

1.本資格証の発行元はAW検定協議会である。
2.本資格証は、AW検定協議会が定めた規定等に基づく実技試験の結果、合格した者に対して発行している。
3.本資格証は常に携帯すること。
4.本資格証は他人に貸与したり譲渡してはならない。
5.本資格証に示された以外の資格を認証されたかのような不正使用を行わないこと。
6.不正行為、重大な過失、不正使用があった場合は、有効期間内でも資格を取り消すことがあり、この場合、速やかに資格証をAW検定協議会に返却すること。
7.本資格証を紛失又は破損した場合、ただちに届け出ること。再発行は本人の実費負担とする。
8.本資格証は、認証された溶接技能者が提供するサービスの結果まで保証するものではない。
9.有効年月日を過ぎた資格証は無効とする。

AW検定協議会
〒136-0072　東京都江東区大島2-38-15
TEL　03-5609-2528

AW検定資格証の裏面（説明のため、下線を追記した）

注）AW検定協議会は、2019年4月1日より（一社）AW検定協会となり、所在地も変更となります

出典：AW検定･Q&A集「工場溶接･工事現場溶接試験に関するQ＆A」より抜粋

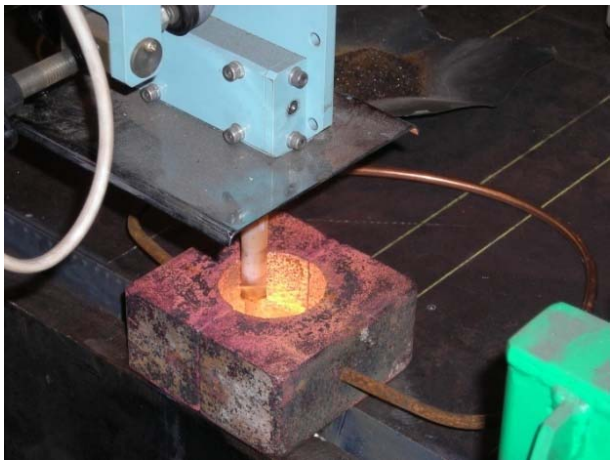
鉄骨工事 Q&A	工場溶接	サブマージアーク溶接 エレクトロスラグ溶接	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. サブマージアーク溶接（SAW）、エレクトロスラグ溶接（ESW）の承認試験において、鉄骨工事技術指針・工場製作編の付則と一般の溶接施工試験の使い分けは？

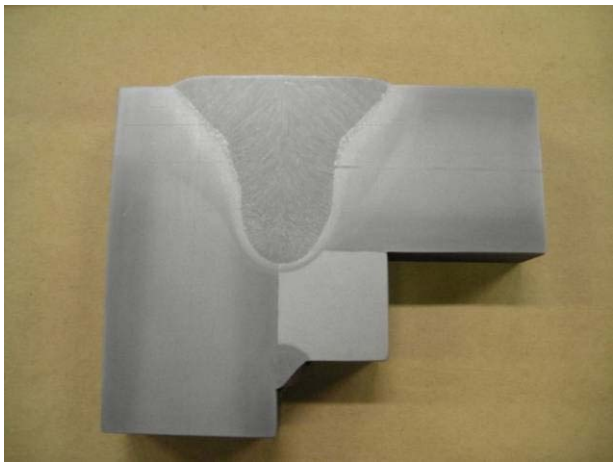
A.
鉄骨工事技術指針・工場製作編の付則は基本的な溶接作業ができるかどうかの確認を行うことを目的としており、初めてこれらの溶接を行うときの承認試験として、考えられています。実工事で行われる溶接施工試験は、板厚や開先などを工事の実態に合わせた試験体を用いて適正な性能が確保できるかを確認することを目的として実施されます。

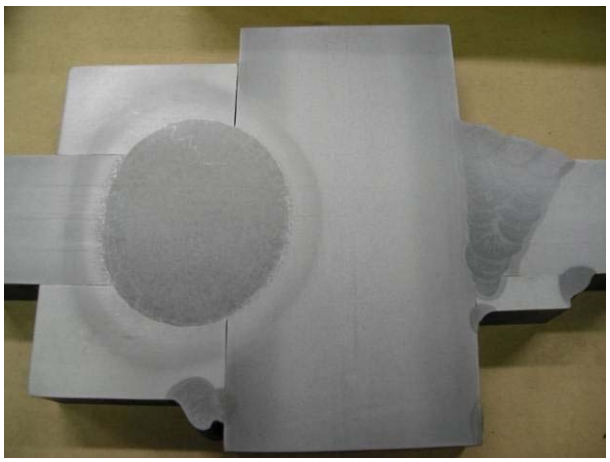


大電流サブマージアーク溶接



エレクトロスラグ溶接





マクロ試験による、きずの有無や溶込みの確認

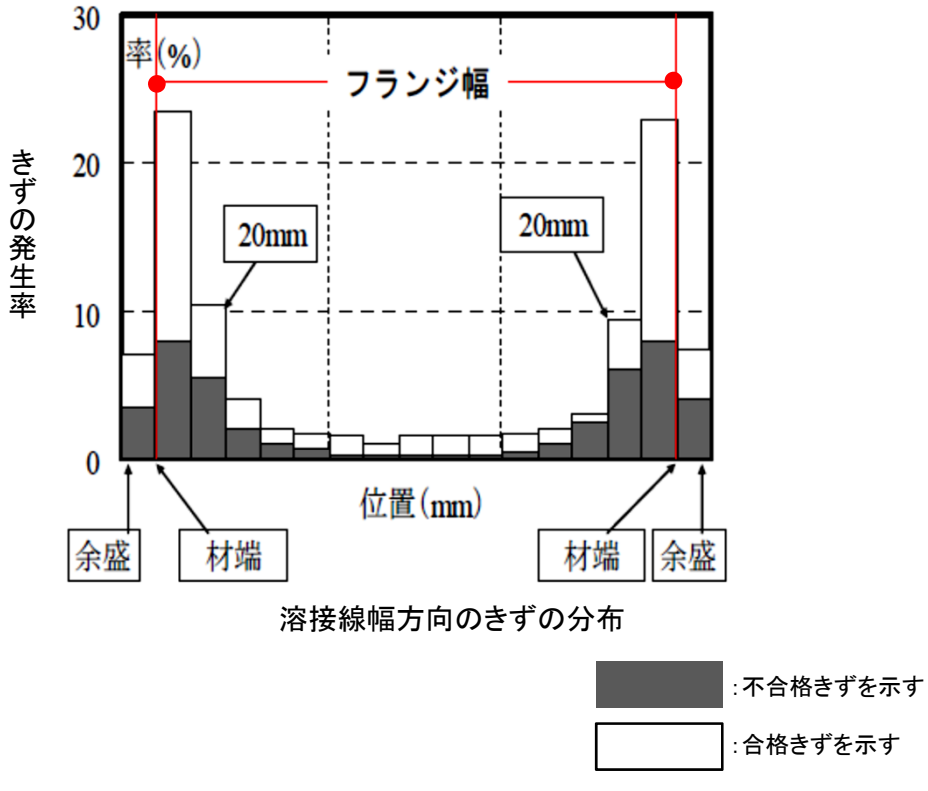
出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	鋼製エンドタブ	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 何故、鋼製エンドタブが必要なのか？

A.
溶接の始端は、アークが不安定であったり、シールドが不十分な場合があり、溶込不良やブローホールやといった「きず」が発生しやすく、また、溶接終端はクレータ処理が不十分で割れが入る可能性があります。これらの不具合を母材内に残さないように鋼製のエンドタブを取り付けます。
溶接の始端では、鋼製エンドタブの長さの中でアークを安定させてから本溶接線へ移動します。
溶接終端では、最終のクレータを鋼製エンドタブの範囲内に収める必要があります。
特に板厚が厚い場合は、相対的にクレータも大きくなりますので、鋼製エンドタブの長さ一杯を有効に使用する必要があります。そのために、鋼製エンドタブの外端に薄鉄板や代替エンドタブを取り付ける技能者もいます。
なお、鋼製エンドタブの範囲は、外観検査の対象外です。

図は、AW検定の代替エンドタブ試験におけるX線の結果です．このように溶接の始端・終端にきずが多く発生しています。このきずを本溶接線から外すのが鋼製エンドタブの目的です。



溶接線幅方向のきずの分布

出典：(一社)日本建築学会2009年度大会材料施工部門PD資料

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	鋼製エンドタブ	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

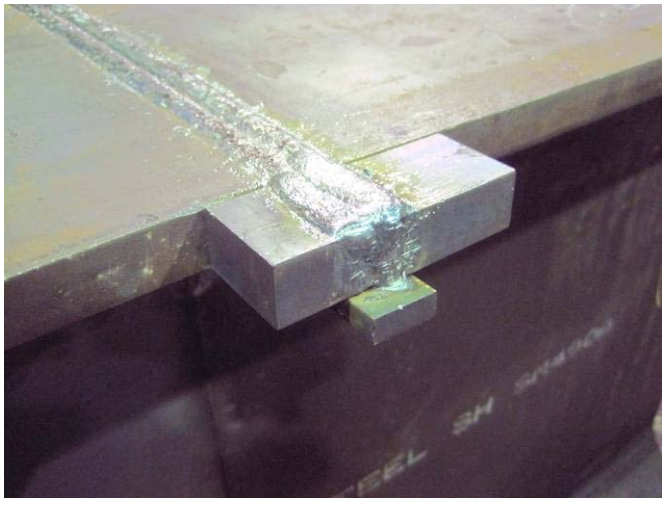
Q. 構造品質を確保するために鋼製エンドタブの切断は必要な処置か？

A.
JASS6においては、柱梁接合部における鋼製エンドタブの切断の要否および切断要領については、特記事項としています。つまり、耐震安全性に関して重要な部位であるために、設計者が判断する内容とされています。
また、切断することが望ましい場合として、鉄骨工事技術指針では以下の3つの条件のすべてに該当する接合部を挙げています。

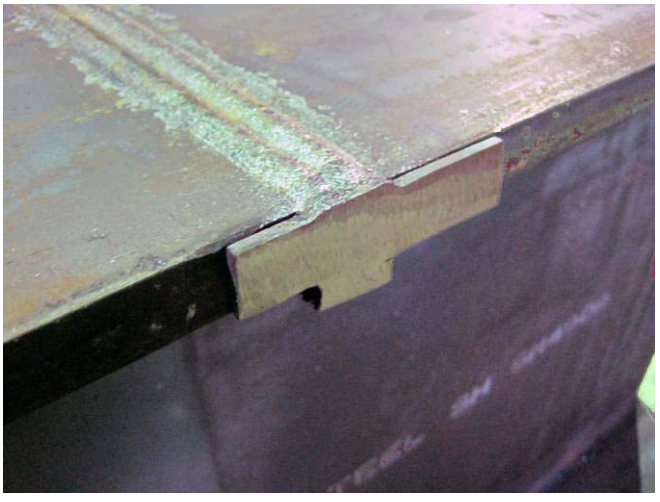
①大地震時に塑性ヒンジを形成し、大きい塑性変形能力が要求される梁端の接合部
②梁材490N/mm^{2}級鋼とワイヤYGW11の組合せで溶接施工される接合部
③柱材に幅厚比25以上の角形鋼管が用いられている接合部

なお、以下の条件のいずれかに該当する接合部では、鋼製エンドタブを切断する必要はないとされています。
①終局状態において塑性ヒンジを形成しない梁端接合部
②梁材が400N/mm^{2}級鋼の接合部
③柱材にH形断面柱が用いられている接合部

いずれにしろ、施工者では判断できない内容ですので設計者に確認してください。



エンドタブ切断前



エンドタブ切断後、グラインダ仕上げの例※

※全てこの程度が必要ということではない。あくまで、「例」として示した。

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

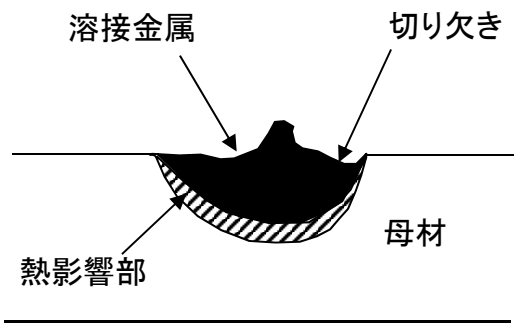
鉄骨工事 Q&A	工場溶接	アークストライク	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. アークストライクは、どの様な理由で不具合とされているのか？

A.
アークストライクは、JIS Z 3001-4において「母材の上に瞬間的にアークを飛ばし、直ちにアークを切ったときに生じる不完全部」と定義されています。実際には、溶接を開始する際に溶接ワイヤや溶接棒を不用意に母材に接触させアークを発生させることにより起こります。
アークストライクが母材に対して及ぼす影響は、瞬間的なアークの発生により鋼材の表面が溶融温度まで加熱されて周囲の鋼材により急激に冷却される「急熱急冷」が生じ、通常の溶接熱影響部に比べて硬くて脆くなることです。鉄骨構造の耐力として、初期き裂発生の起点となり、母材の破断耐力を低下させる不具合が発生する可能性があります。特に、柱梁接合部などの応力レベルが高い構造上重要な部位に生じたアークストライクについては、構造的な大きな欠陥となるため注意が必要です。



アークストライクの例

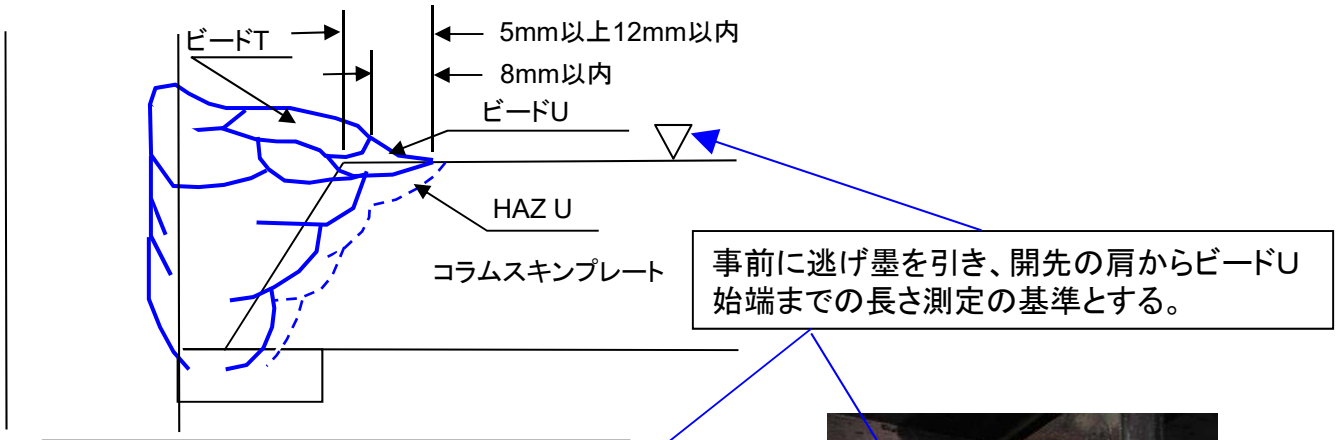


アークストライクの断面例

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	NBFW法	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. NBFW法[1)]とは？

A.
Non Brittle Fracture Weldingの略で、冷間成形角形鋼管スキンプレートとダイアフラム間の溶接止端部のビード形状を工夫した溶接方法です。図に示すように、溶接ビードUを置くことで、熱影響部の傾きを梁の長さ方向へ傾けます。更にビードTによりビードUの急冷を防ぎます。こうして溶接部形状及び材質を改善し、脆性破壊しにくくした溶接積層方法をいいます。
図は「改訂NBFW積層法」で、日鉄住金コラム[2)]、セイケイ、佐々木製鑵工業の三社が（一財）日本建築センターの任意評定（BCJ評定-ST0170-01）を取得しています。
図のビードU、ビードTの各寸法精度を確保するためには、ロボット溶接がかかせません。
また、ビードUの始端位置を確認するためには開先の肩からある決まった寸法に逃げ墨をひき、そこからの距離で測定を行います。
なお、 490N/mm²を超える冷間成形角形鋼管への適用可否については各社異なりますので、注意して下さい。





寸法の確認状況



逃げ墨

1)「2018年版　冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル」では、NBFW法の呼称が「脆性破壊防止溶接積層法」と変更されました。
2) 2016月4月1日に日鉄住金コラム(株)と日鐵住金建材(株)は合併し、日鐵住金建材(株)となり、2019年4月1日に、日鉄建材㈱に変更されました。

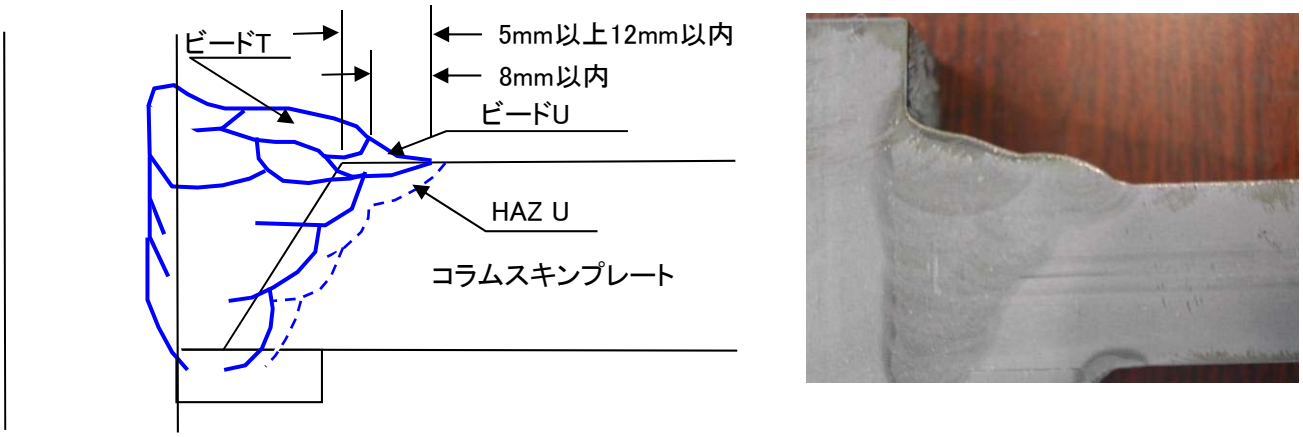
出典：　2018年版冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	NBFW法	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 使用鋼材はBCP325Tだが、設計図書にNBFW法の記載が無い場合の対応は？

A.
NBFW法※は溶接止端部の溶接部形状および材質を改善し、脆性破壊し難くした溶接積層方法です。
建築基準法施行令およびその関連告示では、一般的な冷間成形角形鋼管（通常のBCP、BCR、STKR）を使用した場合、柱の設計に制限をかけています。例えば崩壊形の確認を行うことや設計用応力の割増しを行うことが、この設計制限に該当します。
一方、BCP325T（建築構造用高性能冷間プレス成形角形鋼管）を使用して設計制限を行わない（溶接組立箱形断面や熱間成形角形鋼管と同等の設計を行う）場合には、NBFW法を採用することが必須となります。
採用する設計法が施工方法に制限を与えるならば、設計者はこのことを設計図書で明示しなければならないので、NBFW法の適用の要否は設計図書に記載すべき事項であると考えます。
BCP325Tを採用することによる設計上の最も大きなメリットはNBFW法と組み合わせて使用することで得られるものなので、明記されていない場合は構造設計者または工事監理者に確認してください。

※「2018年版　冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル」では、NBFW法の呼称が「脆性破壊防止溶接積層法」と変更されました。



改訂NBFW積層法の積層図

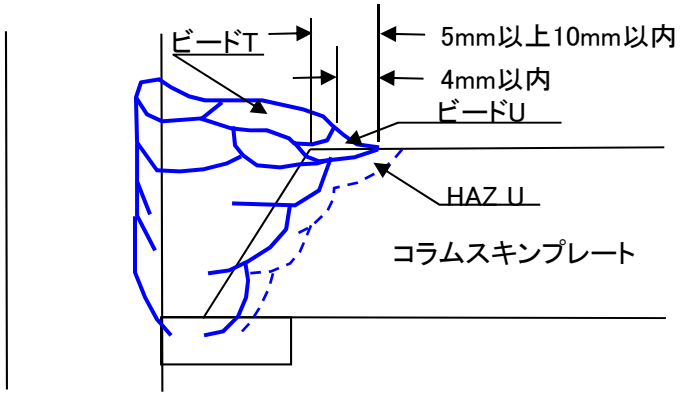
出典：　2018年版冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	NBFW法	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

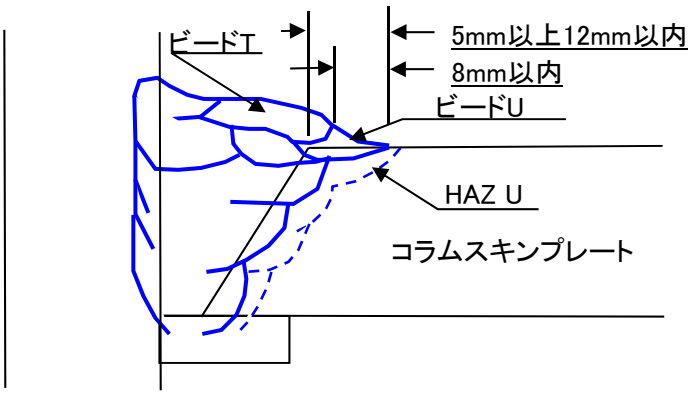
Q. NBFW法はロボットを使用しないで半自動溶接で行うことは可能か？

A.
ビードT、ビードUのサイズ規定は、「改訂NBFW※積層法」として（一財）日本建築センター任意評定（平成20年9月26日）にて改訂されました。当初の規定より緩和されたことにより、半自動溶接でも技能的には不可能ではなくなりましたが、適用に当たっては溶接の施工試験等で必要なサイズが確保できるかの確認が必要です。
現状では、ロボット溶接で対応することが現実的です。鉄骨製作工場の選定にあたっては、ロボット溶接においてNBFW法溶接用のソフトによる溶接施工実績の確認が必要です。

※「2018年版　冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル」では、NBFW法の呼称が「脆性破壊防止溶接積層法」と変更されました。



当初の「NBFW積層法」



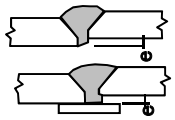
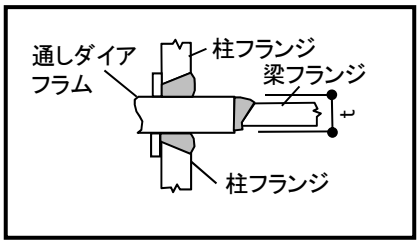
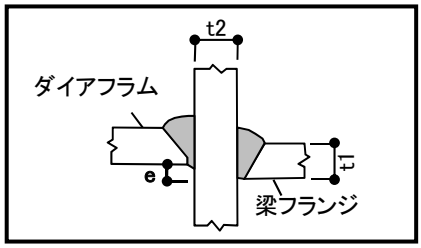
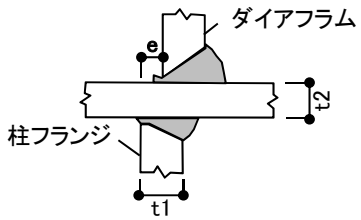
溶接の積層法が変更された「改訂NBFW積層法」

出典：　2018年版冷間成形角形鋼管設計・施工マニュアル

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	食違い	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 通しダイアフラム板厚と内ダイアフラム板厚の決定基準は何故違うか？

A.
通常は、通しダイアフラム板厚は梁フランジ板厚の2サイズアップとし、内ダイアフラム板厚は、梁フランジ板厚の1サイズアップの指定が多くなっています。こうした決定基準の違いは以下の理由によるものです。
建設省告示1464号により、「通しダイアフラムと梁フランジの溶接（突合せ継手）は、通しダイアフラムの板厚内部で溶接をしなければならない」という規定があります。このため、製作誤差を考慮して、梁フランジより2サイズアップ（3サイズの場合も有り）した板厚が多くなっています。一方、内ダイアフラムー梁フランジの仕口は、ずれをある範囲内で許容しているため、上記より緩和された板厚（1サイズアップ等）とすることが多いようです。
板厚を増すことは、製作側のリスク回避策といえますが、設計図確定後の変更は難しいため、近年では設計者が先取りした形で図面に表現しています。

名　称	図	寸法・形状・欠陥など
突合せ継手の 食違い　e	 	t ≦ 15mm　e ≦ 1.5mm t > 15mm　e ≦ t/10 かつ e ≦ 3mm この場合において、通しダイアフラムと梁フランジの溶接部は、梁フランジは通しダイアフラムの厚みの内部で溶接しなければならない。
仕口のずれ　e （ダイアフラムと フランジのずれ）	 	t1≧t2　e≦t1/5 かつ e ≦ 4mm t1＜t2　e≦t1/4 かつ e ≦ 5mm

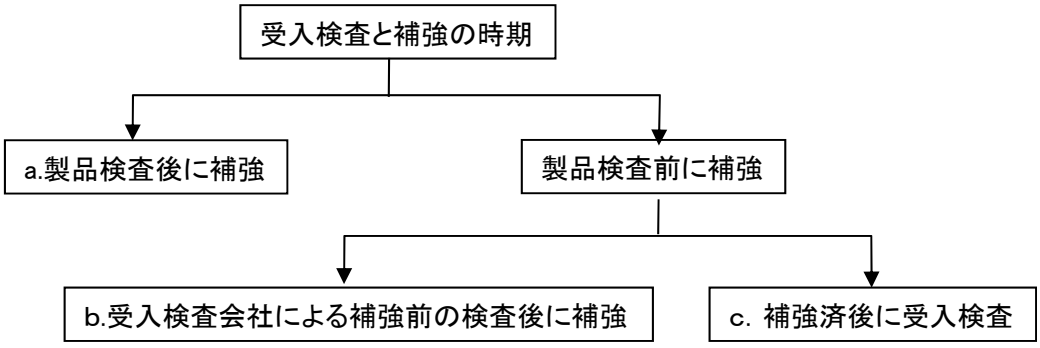
鉄骨工事 Q&A	工場溶接	食違い・仕口のずれ	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 「突合せ継手の食い違い仕口のずれの検査・補強マニュアル」の運用方法は？

A.
「突合せ継手の食い違い仕口のずれの検査・補強マニュアル」は、設計、施工、検査、鋼材等の生産、鉄骨製作等に関わる団体及び研究者並びに行政機関が検討を行ってとりまとめ、独立行政法人建築研究所が監修しています。
突合せ継手の食い違いや、柱はり仕口のずれ等について、その許容値が告示第1464号で規定されましたが、同時にただし書きとして、これら許容値を満たせない場合は「適切な補強」で対応できるとしています。
本マニュアルは、これまであまり検討されてこなかった加工・施工の誤差に対する対策を、現時点での最新の知見としてまとめたものであり、鉄骨製作業者のみならず、設計者や工事監理者等にもそれぞれの立場で鉄骨造建築物の精度・品質確保のために役立つ内容となっています。
この検査・補強マニュアルを適用するかどうかは設計者・工事監理者の判断になります。運用にあたっては、食い違いずれの検査・補強マニュアル作成委員会制作の「食い違い・ずれの検査に関して工事契約時又は製作打合せ時に取決めておくべき事項」を参考にしてください。



（参考）
補強が必要となった場合の補強の時期（下記のa,b,cの3パターン）についてどの段階で行なうか、当事者間で事前に取り決めておく必要がある。



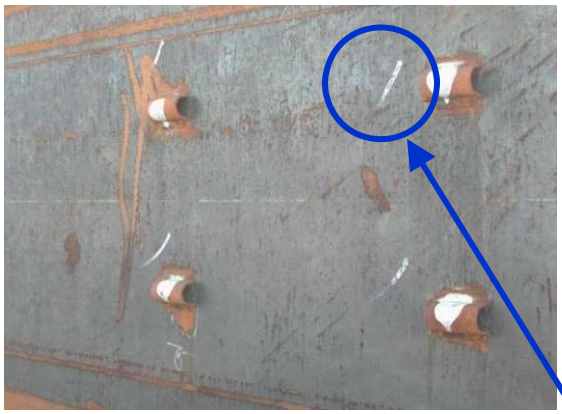
補強の時期

出典：〔食い違い・ずれの検査に関して工事契約時又は製作打合せ時に取決めておくべき事項〕
平成15年11月1日　食い違いずれの検査・補強マニュアル作成委員会（委員長 森田耕次）

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	付属金物類	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 付属金物類の溶接方法や検査で注意すべき点は？

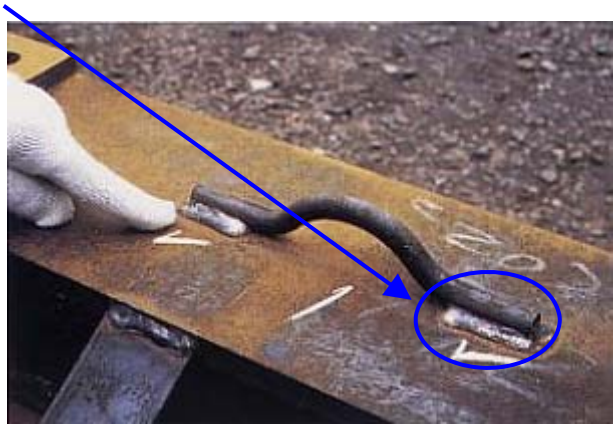
A.
一口に付属金物類と言っても様々な種類がありますが、本体と同じように慎重に溶接を行う必要があります。材料強度に見合った溶接材料を使用する、必要な溶接長を確保するなどです。溶接長は、最低限でもショートビードとならない長さ40mm以上を確保します。隅肉溶接についてはアンダーカットなどの表面欠陥検査と溶接長の確認を行います。
特に安全に関わる部材の溶接部は、 吊足場の落下、タラップの外れなどの事故に直結しますので、溶接後の検査を確実に行う必要があります。



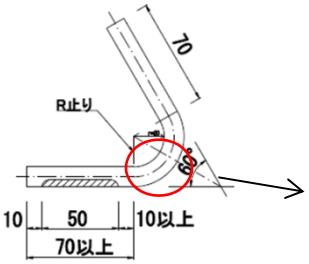


社内（自主）検査を行った印です。





溶接長さが短い。また冷間成形角形鋼管の角部への溶接は不適切です。



丸鋼を曲げた仮設ピースを使用する場合、曲げ加工で塑性硬化した部分には溶接を行わない。

出典：（株）鋼構造出版_上級技術者のための建築鉄骨外観検査の手引き、2002

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	入熱・パス間温度測定	制定	2012年9月1日
			改訂	2026年11月1日

Q. 入熱とパス間温度の測定方法は？

A.

入熱の測定方法

入熱を直接測定することはできませんが、電流、電圧および溶接速度が測定できれば、以下の式から算出することができます。

$$HI = \frac{60 \times E \times I}{V}$$

ここで、

HI ：入熱(J/cm)
E ：アーク電圧(V) ⇒テスター等で測定する
I ：溶接電流(A) ⇒クランプメーターやテスターで測定する
V ：溶接速度(cm/min) ⇒溶接長さを溶接時間で除して算出する
溶接時間はストップウォッチで計測する

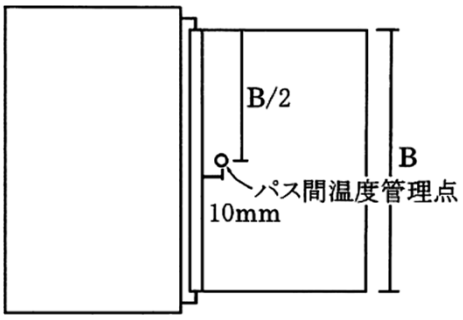
なお、アーク電圧は、溶接電源が近く電圧降下のおそれが少ない場合は溶接電源の電圧計を読む事でも可です。



クランプメーター

パス間温度の測定方法

建築鉄骨では、パス間温度は「多パス溶接において1回のパスの溶接が終わり、この上に次のパスを溶接する直前の溶接線近傍の母材の温度」と定義されています。建築鉄骨の場合の具体的な測定位置は下図の通りです。パス間温度は接触型・非接触型温度計を使用して測定することができますが、実際の施工では管理温度に対応した温度チョークを使用して確認することも多く見られます。



パス間温度の管理点



接触型温度計



非接触型温度計



示温材

また、温度チョークとは別に、不可逆性という性質を利用して入熱・パス間温度を管理して溶接されたか否かを溶接後に推定できる示温材もあります。
ただし、B-3-12の回答にもあるように各パスのパス間温度や入熱量の確認はできませんので注意してください。
入熱およびパス間温度の測定方法の概要は以上の通りですが、実際に全ての溶接部を計測・管理することは大変な作業です。

（参考）溶接用語のJIS Z 3001-2でのパス間温度の定義
多層溶接において次のパスを溶接する直前の溶接金属及び近接する母材の温度

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	完全溶込み溶接 隅肉溶接	制定	2012年9月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 柱脚の柱材とベースプレートの溶接で、完全溶込み溶接と隅肉溶接の使い分けの根拠は？

A.
柱脚部の溶接仕様は柱脚部をどのように設計するかにより決まるので、施工者が勝手に判断できるものではありません。

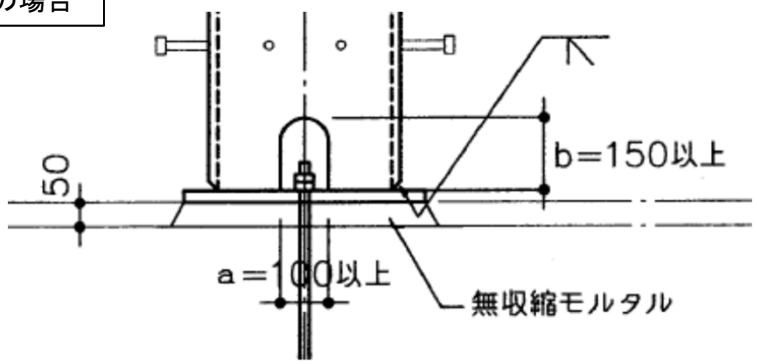
単純にせん断力のみ負担させるのであれば、隅肉溶接となります。引張力を負担させる場合は、通常は完全溶込み溶接とします。もし、隅肉溶接（基準法では突合せ以外の継目）に引張力を負担させる場合、建築基準法ではせん断力と同じ許容応力度しか与えられていませんので注意が必要です。（建築基準法施行令第98条）

また、柱の板厚が厚い場合、隅肉溶接で行うと脚長が大きくなるので板厚によっては開先をとって部分溶込み溶接とする場合もあります。
溶接の仕様をまとめると、次のようになります。

- 隅肉溶接
- 完全溶込み溶接
- 部分溶込み溶接

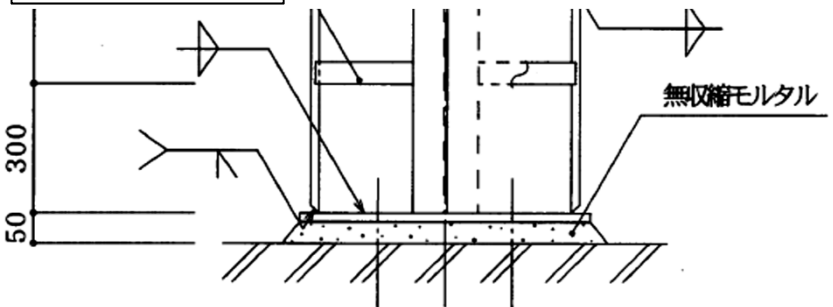
超音波探傷検査の有無も含め、構造図をしっかり照査することが大切です。

鋼管柱の場合



上の図は全周開先溶接ですが、次のような注意が必要です。
・裏当て金無しの場合は、設計的には隅肉溶接の耐力となります。
・裏当て金有り、UT有りの場合は、完全溶込み溶接扱い。引張力負担が可能。
・構造図では、裏当て金の有無が分かりにくい場合があります。
その場合は、質疑を行い明確にしておくことが大切です。

クロスH柱の場合



上の図はフランジ開先溶接あるいは溶込み溶接、ウェブ隅肉溶接ですが、次のような注意が必要です。
・裏当て金無しの場合は、設計的には隅肉溶接の耐力となります。
ただし、裏はつりの場合は、完全溶込み溶接扱いが一般的です。
・裏当て金有り、UT有りの場合は、完全溶込み溶接扱い。引張力負担が可能。
・構造図では、裏当て金の有無が分かりにくい場合があります。
その場合は、質疑を行い明確にしておくことが大切です。

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	予熱	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 予熱の目的は何か？

A.

JIS溶接用語では、「溶接又は熱切断に先立って行う母材の加熱」と定義され、溶接による主として低温割れ※の防止を目的として必要に応じて行われます。

低温割れは、次の三要因の相互作用により発生します。
①溶接部に侵入した水素、②室温付近で溶接部に生じる応力、
③熱影響部または溶接金属の硬化
予熱は溶接後の冷却速度を遅くすることで溶接部に含まれる拡散性水素の放出を促し、熱影響部の硬さを減少させ、また、溶接部付近の温度勾配が緩やかになるため溶接応力も少なくなり低温割れに効果があります。

同様の効果を得る為の方法として「後熱」という方法もあります。
予熱は、対象物全体を均一に加熱するのが理想的ですが、建築鉄骨では対象物が大きいため局部加熱が標準施工法となっています。予熱範囲は溶接線全周の約100mm離れた範囲までを行います。

予熱の方法としては、電気抵抗加熱、赤外線電気ヒータ、固定・手動バーナなどがあります。
バーナを使用する場合、気温が低い時には燃焼ガスの水素成分から発生する水蒸気が水分となり溶接に悪影響を与えることがありますので、開先内の水分が蒸発するまで加熱する必要があります。

溶接時の温度管理ということでは、「パス間温度管理」がありますが、その両者の違いを示します。



予熱状況

予熱を管理する ＝ 溶接開始時の最低温度を確保する。規定温度を下回らないようにする。

パス間温度管理＝ 溶接開始時の最高温度を抑える。規定温度を上回らないようにする。

従って、予熱温度以上でパス間温度管理の温度以下という2つの条件で溶接することが求められることもあります。

参考に、日本建築学会鉄骨工事技術指針で提案している予熱温度の標準を示します。
この表には「注」が記載されていますので、適用にあたっては、原本を確認して下さい。

予熱温度

鋼種	溶接法	板厚(mm) t＜25	25≦t＜32	32≦t＜40	40≦t≦50	50＜t≦75	75＜t≦100
SN400 SM400 SS400	低水素系以外の被覆アーク溶接	予熱なし	50℃	50℃	50℃	－	－
	低水素系被覆アーク溶接	予熱なし	予熱なし	予熱なし	50℃	50℃	80℃
	炭酸ガスシールドアーク溶接 サブマージアーク溶接	予熱なし	予熱なし	予熱なし	予熱なし	予熱なし	50℃
SN490 SM490	低水素系被覆アーク溶接	予熱なし	予熱なし	50℃	50℃	80℃	100℃
	炭酸ガスシールドアーク溶接 サブマージアーク溶接	予熱なし	予熱なし	予熱なし	予熱なし	50℃	80℃

※低温割れ ： 溶接後、溶接部の温度が常温付近に低下してから発生する割れの総称。
ルート割れ、ビード下割れ、止端割れなどはこの割れに属する。(JIS Z 3001-4)

出典：(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018
溶接接合設計施工ガイドブック、2008

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	AW検定	制定	2012年8月1日
			改訂	2019年4月1日

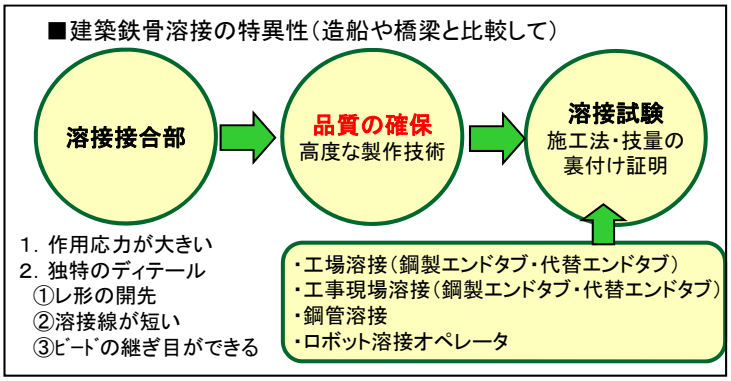
Q. AW検定とは？

A.

鉄骨工事に関わった方であれば、建築工事特記仕様書の鉄骨工事の中で溶接技能者の技量付加試験に関して、

「AW検定協会の検定試験に合格した溶接技能者は原則として技量付加試験を免除する」

といったような文章が記載されているのを見たことがあると思います。 しかし、AW検定の実態がよく分からないのが現状ではないかと思います。



（1） AW検定の目的について

建築鉄骨の溶接は、建築特有のディテールとその複雑さから、高度の技術を要求されるため、これらを考慮した技量付加試験を実施して建築鉄骨溶接技能者の技量を確認することが個々の工事単位で行われていました。しかし、このような技量付加試験を各工事で個々に実施することは、時間とコストがかかり無駄が多いことから、これを改善する手段として統一した仕様による技量付加試験を行って、個々の技量試験の繰り返しを免除する方策がとられました。これが、（一社）AW検定協会が実施している「**建築鉄骨溶接技量検定（略称；AW検定）**」（1986年AW委員会発足）です。

（2） AW検定の内容

AW検定の資格、試験種目・内容について以下に示します。

判定項目	試験種目		溶接姿勢		溶接総数	試験項目 外観試験	試験項目 放射線透過試験	試験項目 マクロ試験	試験項目 曲げ試験	備考
工場溶接（鋼製エンドタブ）	S種	完全溶込み溶接	F	下向	自由	○	○	○	○	A種合格が必要
			H	横向		○	○	○	○	
	A種	隅肉溶接	H	水平	自由	○	-	○	○	資格の一部で免除される
			V	立向		○	-	○	○	
工場溶接（代替エンドタブ）	S種,C類	完全溶込み溶接	F	下向	自由	○	○	○	-	工場溶接（鋼製エンドタブ）の合格必要
			H	横向		○	○	○	-	
工事現場溶接（鋼製エンドタブ）	現場S種 G類	完全溶込み溶接	F	下向	自由	○	○	○	○	Ⅱ類資格者
			H	横向		○	○	○	○	
			V	立向		○	○	○	○	Ⅲ類資格者（F,Hの合格必要）
工事現場溶接（代替エンドタブ）	現場S種 D類	完全溶込み溶接	F	下向	自由	○	○	○	-	Ⅳ類合格者（Ⅱ類またはⅢ類の合格必要）
			H	横向		○	○	○	-	Ⅴ類合格者（Ⅳ類の合格必要）
鋼管溶接	管の直管継手		固定管水平		自由	○	○	○	○	・直管、分岐両方の合格が必要
	管の分岐継手		主管水平			○	-	○	-	・工場、現場溶接の両方に適用
ロボット溶接オペレータ	RT種	平板継手溶接（鋼製、代替エンドタブ）	F	下向	施工要領書に定める層数、パス数	○	○	○	○	試験項目 引張試験、衝撃試験
			H	横向		○	○	○	○	
			V	立向		○	○	○	○	
	RC種	角形鋼管継手試験	F	下向		○	-	○	○	試験項目 超音波探傷試験、衝撃試験
	RP種	円形鋼管継手試験	F	下向		○	-	○	○	

参考：（一社）AW検定協会ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	AW検定ロボット溶接 オペレータ資格	制定	2012年8月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. AW検定ロボット溶接オペレータ資格とは？

A.

最近では、非常に多くの鉄骨製作工場で鋼管柱の仕口、大組立ての溶接でロボット溶接が活躍しています。

ロボット溶接に関する認証や資格は以下の3つです。

①（一社）日本ロボット工業会の建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度（ロボットの性能に対する認証制度）

②（一社）日本溶接協会の建築鉄骨ロボット溶接オペレータ資格（ロボット溶接の経験が無くても資格取得できる）

③AW検定協会のロボット溶接オペレータ資格（実技試験）

数年前から、特記仕様書の鉄骨工事の中に、

「AW検定協会のロボット溶接オペレータ資格保有者」がロボット溶接を行うことが明記されるケースが多くなってきました。

（1） AW検定のロボット溶接オペレータ資格の目的

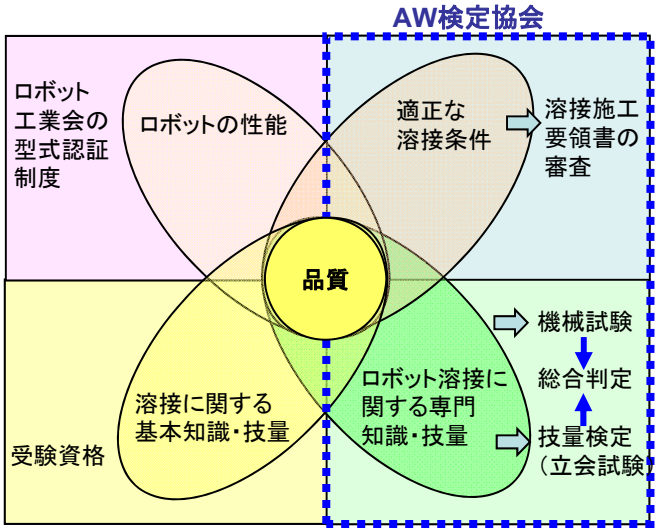
下記の図に示したように、適正なロボット溶接の適正な品質を実現するためには、「4つの要素」がバランスよく確保される必要があります。

①ロボットの性能

②溶接に関する基本知識・技量

③適切な溶接条件

④ロボット溶接に関する専門知識・技量



ロボット溶接は、全て自動でロボットが行なうわけではなく、オペレータがロボットに対して、「教示操作」により鉄骨のサイズ、溶接条件等をコンピューターに入力して初めて溶接が開始されます。

また、溶接部の品質に大きな影響を与える「入熱」や「パス間温度」はロボットが自動管理しているわけではなく、オペレータの運用に委ねられています。

従って、ロボット溶接と言えど、品質面ではオペレータの技量によるところが大きいため総合的な技量を検定する目的で「AWロボット溶接オペレータ資格」があります。

（2） 試験種目

試験種目は、大きく分けると以下の3種目です。鋼管柱の大組みや仕口部溶接の資格にはRC種（角形鋼管）とRP種（円形鋼管）の2種類がありますので、実際に製作する製品に適合する資格保有者がいるか鉄骨製作工場に確認をしてください。

試験種目一覧

試験種目	試験体		溶接姿勢
	板厚	形状	
平板継手継溶接（RT 種）	19mm	平板	下向 横向 立向
角形鋼管継手溶接（RC 種）	19mm	角形鋼管（400 ×400 ）	下向
円形鋼管継手溶接（RP 種）	19mm	円形鋼管（500 φ）	下向

試験状況（溶接中）

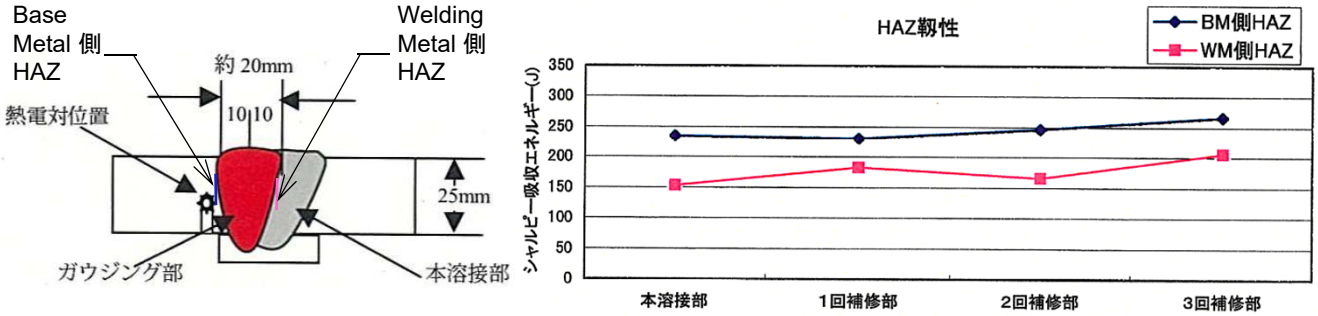


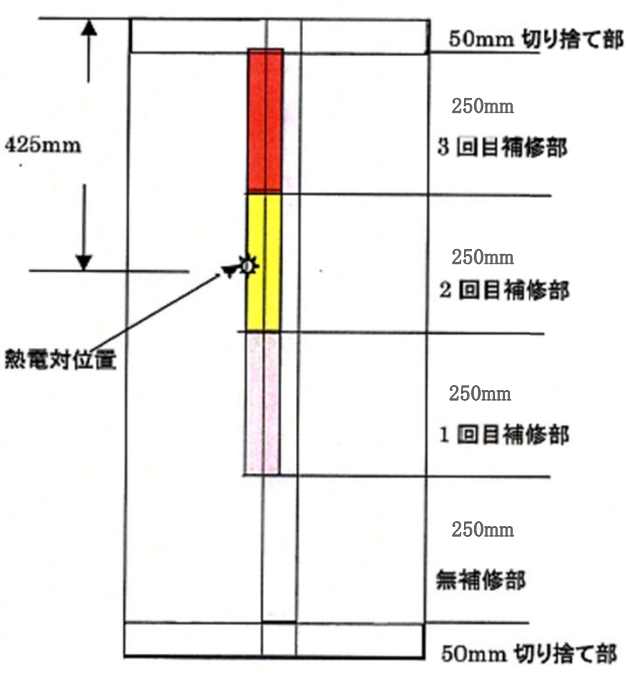
参考：（一社）AW検定協会ホームページ

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	溶接部補修	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

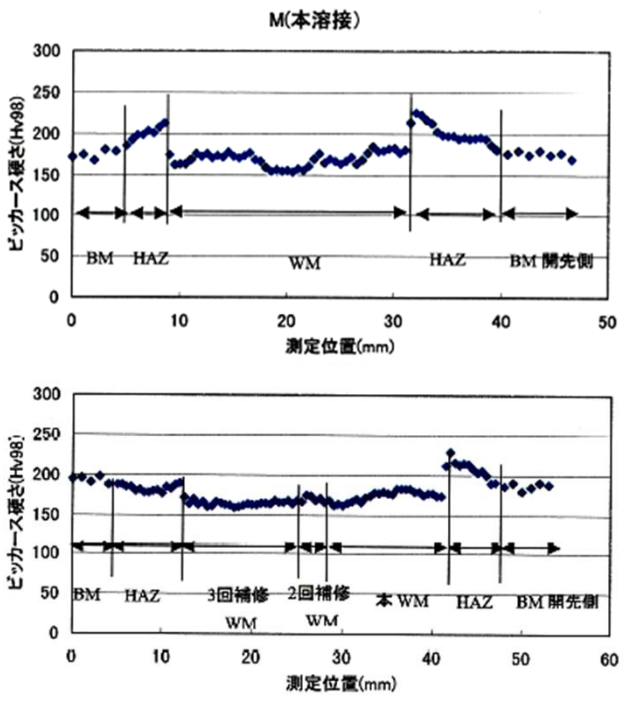
Q. 誤作した部分を取り替える場合、溶接の上に溶接を行うことになるが問題ないか？

A.
一般的に溶接部の溶込不良等の内部欠陥でも、欠陥部分をエアアークガウジング等を用いて完全に除去後、溶接済みの溶接金属上から補修溶接を行っており、溶接金属への溶接自体は問題ないとされています。
ガスシールドアーク溶接の内部欠陥を1～3回ガウジング除去して補修溶接を施した場合を想定し、複数回のガウジングが母材および本溶接部に与える影響を検討した研究があります。この研究からは溶接の上に溶接を行う場合の影響についても知見が得られ、これによれば、母材側熱影響部および本溶接熱影響部ともシャルピー衝撃値の劣化は見られず、逆に上昇する傾向を示しています。これは先行の溶接パスが後続の溶接パスにより再熱効果（焼きならし）を受け、原質部の組織が細粒化して、再熱効果を受けた溶接部の靭性が向上したためです。また、補修を繰り返した場合の溶接部硬さの変化については、若干の硬さ上昇はあるものの溶接部硬さが全体的に平準化される傾向を示し、鋼材性能に及ぼす影響はほとんど無視できる程度のものといえます。
ただし、同じ箇所へのあまりに度重なる重複溶接は性能に影響があると言われており、誤作の発生要因を明確にすると共に防止対策を検討の上、再施工を行う必要があります。





本溶接および補修溶接の要領



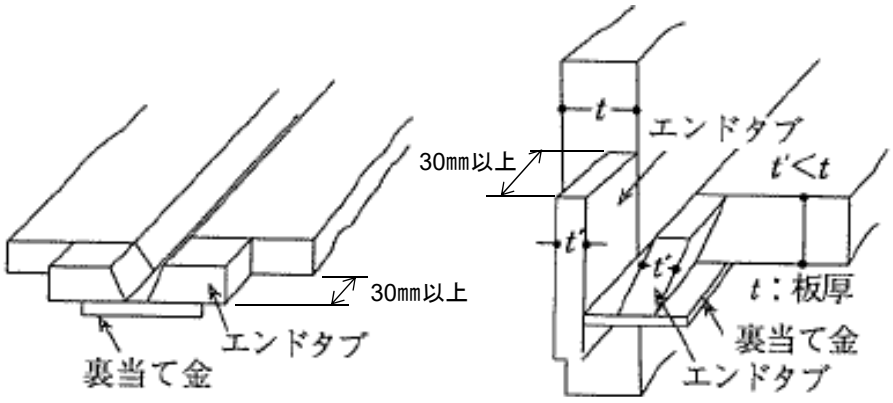
硬さ分布（本溶接部と3回補修溶接部）

出典：補修溶接再加熱部の性能評価試験（建築鉄骨における溶接部の欠陥及び補修方法の一考察　その4）
日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）2003年9月

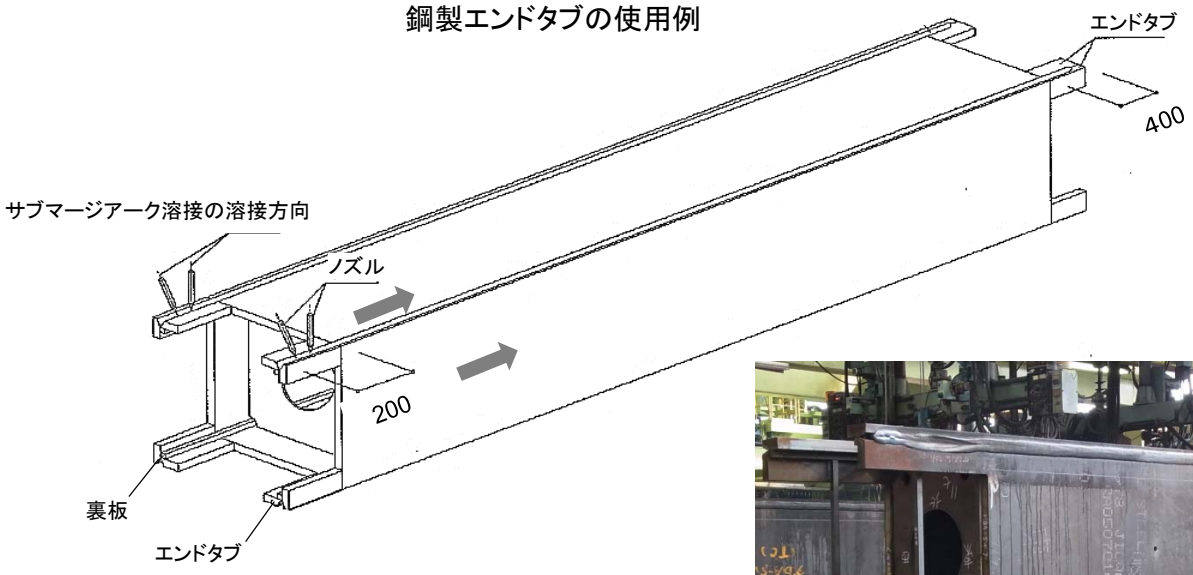
鉄骨工事 Q&A	工場溶接	鋼製エンドタブ	制定	2014年6月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 鋼製エンドタブの長さはどの位必要ですか？

A.
鋼製エンドタブの目的は、それを溶接部の始終端に取付けることにより、始終端に発生しやすい溶接欠陥を、母材幅の範囲外に置くことにあります。
したがって鋼製エンドタブに必要とされる長さは、始終端に発生しやすい各種溶接欠陥（溶込不良、ブローホール、クレータ割れ等）が、鋼製エンドタブ内に納まるように決めればよいといえます。各層・各パスのクレータが母材内に入らないようにエンドタブの長さの範囲に納まるように考えると被覆アーク溶接や半自動アーク溶接であれば30㎜程度の鋼製エンドタブであれば納まると思います。
しかしながら、実際の溶接においては溶接の種類（被覆アーク溶接、ガスシールドアーク溶接、サブマージアーク溶接）および多層盛溶接とするのか、それとも大入熱の1パス溶接とするのかでもクレータの長さが変わりますので、それぞれの状況に合わせて調整されています。



鋼製エンドタブの使用例



※サブマージアーク溶接の場合は、始端と終端でエンドタブの長さが異なる

サブマージアーク溶接のエンドタブの例

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	ロボット溶接	制定	2021年5月1日
			改訂	

Q. 高規格材(550N級)といわれる冷間成形角形鋼管柱のロボット溶接を行う際に、なぜ施工試験が必要とされるのでしょうか？

A.

(一社)日本ロボット工業会と(一社)日本溶接協会は、建築鉄骨ロボット溶接の普及とロボット溶接の信頼性を建築業界に認識してもらうことを目的として「建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度」を運営しています。この制度において、型式認証及び認証試験が以下の基準((一社)日本ロボット工業会と(一社)日本溶接協会との共同規格)に基づいて実施されています。

(1) WES8703:建築鉄骨溶接ロボットの型式認証における試験方法及び判定基準

(2) WES8704:建築鉄骨溶接ロボットの型式認証基準

WES8704には、認証項目と認証範囲・種類が下記のように記載されております。

表１　認証項目と認証範囲・種類

	認証項目	認証範囲・種類
1	継手の部位	① 柱と梁フランジ継手（PP） ② 角形鋼管と通しダイアフラム継手（SD） ③ 円形鋼管と通しダイアフラム継手（CD） ④ 通しダイアフラムと梁フランジ継手（DP） ⑤ 溶接組立箱形断面柱と溶接組立箱形断面柱継手（BB） ⑥ 角形鋼管柱と角形鋼管柱継手（SS） ⑦ 円形鋼管柱と円形鋼管柱継手（CC） ⑧ Ｈ形柱とＨ形柱継手（HH）
2	溶接姿勢	① 下向　② 横向　③ 立向
3	鋼材	① 490N/mm^{2}級　② 400N/mm^{2}級
4	板厚	下限板厚～上限板厚
5	ルート間隔	ルート間隔の下限～上限
6	開先角度	申請開先角度
7	溶接ワイヤ	規格及び径
8	シールドガス	① CO_2　② 混合ガス（Ar-CO_2以外は、申請時に承認を受けること）
9	エンドタブ	① スチールタブ　② 代替タブ
10	溶接条件 積層方法	申請による溶接条件，積層方法，溶接入熱，パス間温度

表１に表記していない認証範囲は、次による。

a)　柱と梁フランジ継手（PP）の認証により、柱（角形鋼管，円形鋼管を除くＨ形、十字，Ｔ字，溶接組立箱形断面）と通しダイアフラム継手も含まれる。

b)　上記以外の鋼材は、個別に申請し合格すれば、その鋼材は認証される。

c)　板厚12mmで合格すれば，板厚9mm（下限）まで認証される。

この制度で認証される鋼材は、490N/mm^{2}級,400N/mm^{2}級であり、490N/mm^{2}を超える鋼材は個別申請となっております。またJASS6には、溶接ロボットによる溶接を採用する場合は、下記のように記載されています。

「使用するロボットが(一社)日本ロボット工業会・(一社)日本溶接協会の建築鉄骨溶接ロボット型式認証を取得していて、その認証範囲で使用する。」

原則、施工試験の実施の有無は構造特記によりますが、個別申請をしていない溶接ロボットで施工試験や施工実績のない溶接ロボットの場合、施工試験が必要となる可能性があります。

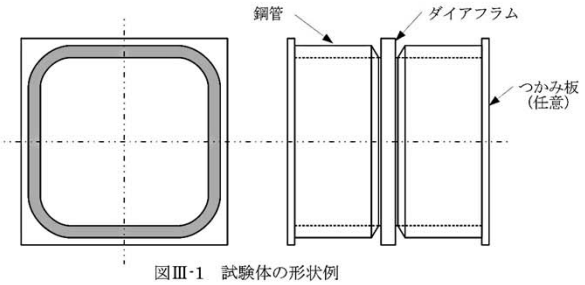
出典:(一社)日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
(一社)日本ロボット工業会_建築鉄骨溶接ロボット型式認証制度について
(一社)日本溶接協会_WES8704:建築鉄骨溶接ロボットの型式認証基準

鉄骨工事 Q&A	工場溶接	ロボット溶接	制定	2021年5月1日
			改訂	

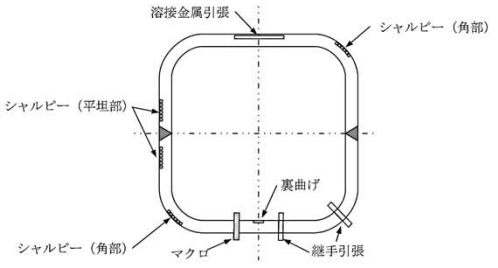
Q. 550N級の冷間成形角形鋼管の仕口部をロボット溶接するにはどうすればよいか？

A.
（一社）全国鐵構工業協会では550N鋼の溶接施工試験方法を共通化するとともに、工場自らが550N鋼適用鉄骨の高度な製作能力を保有することを設計者や行政等に説明することを支援する制度を設立しています。
なお、高規格材としては、550N鋼の溶接組立箱形断面柱や590N鋼(SA440)も高層・大型ビルに適用されていますが、特殊な溶接法や高度な溶接施工能力が要求されるため、現時点での本支援制度の対象鋼材は550N/mm²級冷間プレス成形角形鋼管および円形鋼管と550N/mm²級鋼板に限定されています。
また、（一社）AW検定協会においても、従来、プロジェクトごとに実施してきた鋼材確性試験や溶接施工試験等をAW検定協会が受け皿となり、得られた試験結果からAW検定協会がこの溶接施工要領を評価することにより、設計事務所、建設会社の業務効率化と鉄骨製作会社の負担軽減を図ることを目的として「溶接施工要領評価事業」を設立しています。

以下に(一社)全国鐵構工業協会支援制度における角形鋼管継手(ロボット溶接)の試験体と試験項目を例として示します。



図Ⅲ-1　試験体の形状例



図Ⅲ-2　試験片の採取位置の例

表Ⅲ-5　試験項目と試験片採取位置

試験項目	試験片の形状等	部位	位置	試験数量	試験区分 C種	試験区分 CT, CTN, CTF種
外観検査		全線			A	A
超音波探傷検査		全線			A	A
溶接金属引張試験	JIS Z 3111-2005 の A0 号－10φ試験片	平板部		1	A	A
シャルピー衝撃試験	JIS Z3111-2005 に規定する V ノッチ試験片	平板部	溶接金属（WM）	3	A	A
			ダイアフラム側 Bond	3	※	※
			ダイアフラム側 HAZ	3	※	※
			柱側 Bond & HAZ	3	※	※
		角部	溶接金属（WM）	3	B	※
			ダイアフラム側 Bond	3	B	※
			ダイアフラム側 HAZ	3	B	※
			柱側 Bond & HAZ	3	B	※
マクロ試験	試験体の断面のまま	平板部		1	A	A
		角部		1	※	※
硬さ試験	マクロ試験面	平板部		1	B	B
		角部		1	B	B
裏曲げ試験	JIS Z 3122-2013	平板部		1	※	※
継手引張試験	JIS Z 3121 の 1A 号試験片	平板部		1	※	※
		角部		1	B	※

試験区分／A：必須、B：任意
「※」は、実工事の溶接施工法試験の場合には、設計者および監理者の指示により A か B かを決定する。AW 検定協会の溶接施工要領評価の試験の場合には、A とする。

出典: (一社)全国鐵構工業協会_高規格材鉄骨製作支援制度　利用の手引き
（一社）全国鐵構工業協会_550N鋼適用鉄骨の製作能力説明ガイドライン：第3版
（一社）AW検定協会HP_溶接施工要領評価

鉄骨工事 Q&A	製品検査	寸法許容差	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

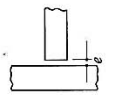
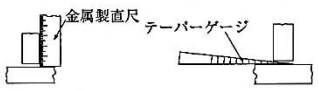
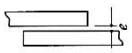
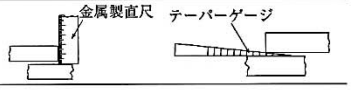
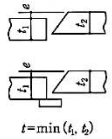
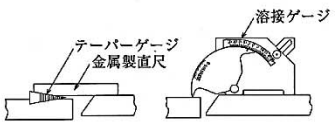
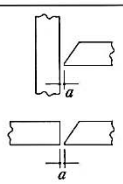
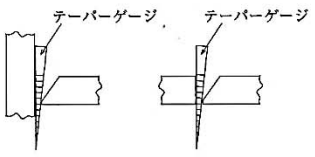
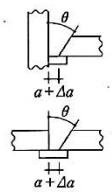
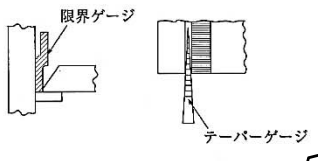
Q. 管理許容差と限界許容差の違いは何か？

A.
一般の構造物の主要な鉄骨の製作、施工に関して寸法精度の許容差が、日本建築学会「JASS6 付則6 鉄骨精度検査基準」に定められています。その許容差には、限界と管理の二つがあります。

限界許容差 ： これを超える誤差は原則として許されないと定義した許容差。
この規準値を超えた製品は再製作・再施工されることが原則ですが、補修により機能を回復できる場合には、適切な補修も可能です。

管理許容差 ： 全製品中の95%以上の製品が満足するような製作・施工上の目標値。
製品寸法精度が正規分布している前提で考え、管理許容差を95%の製品が満足するように製作すれば、限界許容差を超える製品の割合は0.3%程度になるとの正規分布表の統計的数値によっている。
管理許容差を越えてもその製品は補修・廃棄の対象とはなりません。しかし、全製品中に管理許容差を超える製品が多数ある場合は、限界許容差を超える製品が製作される可能性が高いので、製作工場は管理許容差を超える製品の割合を把握して、その割合によって適切な対策を講ずる必要があります。
なお、管理許容差と限界許容差の数値の大きさの関係は、おおむね2:3の関係にあります。

付表1 工作および組立て

名称	図	管理許容差	限界許容差	測定器具	測定方法
(1) T継手のすき間（隅肉溶接） e		$e \leqq 2$ mm	$e \leqq 3$ mm	テーパーゲージ 金属製直尺	
(2) 重ね継手のすき間 e		$e \leqq 2$ mm	$e \leqq 3$ mm	テーパーゲージ 金属製直尺	
(3) 突合せ継手の食違い e		$t \leqq 15$ mm $e \leqq 1$ mm $t > 15$ mm $e \leqq \frac{t}{15}$ かつ $e \leqq 2$ mm	$t \leqq 15$ mm $e \leqq 1.5$ mm $t > 15$ mm $e \leqq \frac{t}{10}$ かつ $e \leqq 3$ mm	金属製角度直尺 金属製直尺 テーパーゲージ 溶接ゲージ	
(4) ルート間隔（裏はつり） a		被覆アーク溶接 $0 \leqq a \leqq 2.5$ mm サブマージアーク溶接 $0 \leqq a \leqq 1$ mm ガスシールドアーク溶接，セルフシールドアーク溶接 $0 \leqq a \leqq 2$ mm	被覆アーク溶接 $0 \leqq a \leqq 4$ mm サブマージアーク溶接 $0 \leqq a \leqq 2$ mm ガスシールドアーク溶接，セルフシールドアーク溶接 $0 \leqq a \leqq 3$ mm	テーパーゲージ	
(5) ルート間隔（裏当て金あり） Δa		被覆アーク溶接 $\Delta a \geqq -2$ mm（$\theta \geqq 35°$） ガスシールドアーク溶接，セルフシールドアーク溶接 $\Delta a \geqq -2$ mm（$\theta \geqq 35°$） $\Delta a \geqq -1$ mm（$\theta < 35°$） サブマージアーク溶接 -2 mm$\leqq \Delta a \leqq +2$ mm	被覆アーク溶接 $\Delta a \geqq -3$ mm（$\theta \geqq 35°$） ガスシールドアーク溶接，セルフシールドアーク溶接 $\Delta a \geqq -3$ mm（$\theta \geqq 35°$） $\Delta a \geqq -2$ mm（$\theta < 35°$） サブマージアーク溶接 -3 mm$\leqq \Delta a \leqq +3$ mm	限界ゲージ テーパーゲージ	

特に精度を必要とする構造物または軽微な構造物の許容差は、
「JASS6 付則6：鉄骨精度検査基準」によらず工事ごとに関係者が協議して定めて下さい。

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨精度測定指針、2018

鉄骨工事 Q&A	製品検査	書類検査1	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 寸法精度の受入検査方法「書類検査1」とは何か？

A.

寸法精度の受入検査は書類検査と対物検査があります。

■書類検査：鉄骨製作業者の社内検査結果の記録により寸法精度の確認を行うものです。
書類検査1、2があります。

■対物検査：受入検査時に実際の製品の寸法を確認して精度の判定を行うものです。
対物検査1、2、3があります。

書類検査1は下記の内容となります。参考に、書類検査2の内容も記載しました。

書類検査 1

・社内検査記録が全数ある場合を対象とします。
・検査項目ごとに計測箇所数300個以下で1検査ロットを構成します。
・そのロットの全計測個数に対して管理許容差を超える割合が 5%以下で、かつ限界許容差を超える割合が 0%のとき、ロットを合格とします。JASS6に示されている方法になります。

記録用紙例

様式1　書類検査

合格・不合格の判定基準

$\frac{n_s}{n} \leqq 0.05$ かつ $\frac{n_c}{n}=0$ のとき 合格

n：ロットサイズ(社内検査全記録数)
n_s：管理許容差を超えた記録数
n_c：限界許容差を超えた記録数

検査項目	管理許容差		限界許容差		ロット構成
	下側	上側	下側	上側	
柱の長さ	−3(−4)	+3(+4)	−5(−6)	+5(+6)	1節 柱20台
階高	−3	+3	−5	+5	1節 柱20台
仕口部の長さ	−3	+3	−5	+5	1節 柱20台
柱のせい	−2(−3)	+2(+3)	−3(−4)	+3(+4)	1節 柱20台
仕口部のせい	−2(−3)	+2(+3)	−3(−4)	+3(+4)	1節 柱20台

書類検査 2

・社内検査記録が部分的にある場合を対象とします。
・検査項目ごとに計測箇所数300個以下で1検査ロットを構成します。
・その社内検査記録からロット内の寸法誤差の分布を統計的に推定し、管理許容差を超える割合が5%以下のとき、ロットを合格とします。

記録用紙例

様式2　書類検査 2

検査項目	管理許容差［下側］	管理許容差［上側］	ロット構成
柱の長さ	−3(−4)	+3(+4)	1節
階高	−3	+3	1節
仕口部の長さ	−3	+3	1節
柱のせい	−2(−3)	+2(+3)	1節
仕口部のせい	−2(−3)	+2(+3)	1節
梁の長さ	−3	+3	1節
梁のせい	−2(−3)	+2(+3)	1節

項　目	n_x	Σx_i	$\bar{x}$	δ_{max}	δ_{min}	d_2	$\hat{\sigma}$
柱の長さ	33	25	0.76	+2	-1	4.16	0.72
階高	28	15	0.54	+2	-1	4.03	0.74
仕口部の長さ	33	0	0.00	+2	-2	4.16	0.96
柱のせい	28	2	0.07	+2	-2	4.03	0.99
仕口部のせい	31	3	0.10	+2	-2	4.11	0.97
梁の長さ	31	15	0.48	+2	-1	4.11	0.73
梁のせい	30	-3	-0.10	+2	-2	4.09	0.98

項　目	u_1	u_2	P_1	P_2	$P = P_1 + P_2$	合否判定 ($P \leqq 0.$
柱の長さ	4.50	6.61	0	0	0	合格
階高	3.32	4.78	0	0	0	合格
仕口部の長さ	3.13	3.13	0	0	0	合格
柱のせい	1.95	2.09	0.03	0.02	0.05	合格
仕口部のせい	1.96	2.16	0.03	0.02	0.05	合格
梁の長さ	3.45	4.77	0	0	0	合格
梁のせい	2.14	1.94	0.02	0.03	0.05	合格

ここで言う、検査項目とは
検査項目について特記がない場合、JASS6では
柱の長さ・階高・仕口部の長さ・柱のせい・仕口部のせい・梁の長さ・梁のせい
の7項目。

詳細は、「鉄骨工事技術指針・工場製作編」第8章を参照して下さい。

出典：(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	製品検査	対物検査2	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 寸法精度の受入検査方法「対物検査2」とは何か？

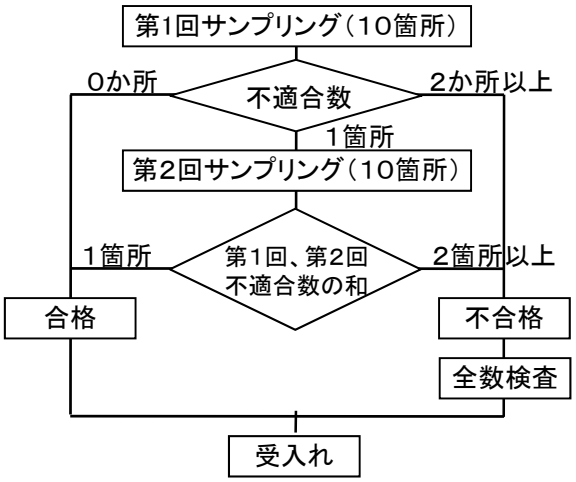
A.
寸法精度の受入検査は書類検査と対物検査があります。
■書類検査：鉄骨製作工場の社内検査結果の記録により寸法精度の確認を行うものです。書類検査1、2があります。
■対物検査：受入検査時に実際の製品の寸法を確認して精度の判定を行うものです。対物検査1、2、3があります。
対物検査2は下記の内容となります。参考に、対物検査1、3の内容も記載しました。

対物検査 2

検査項目ごとに計測箇所数300個以下で1検査ロットを構成します。
各検査ロットごとに合理的な方法で5個のサンプリングを行います。
サンプリングした製品の測定値と同一の製品の社内検査記録の差が、通常の測定で生じる誤差範囲かどうかを確認しロットの合否を判定します。

対物検査 1

検査項目ごとに計測箇所数300個以下で
1検査ロットを構成し、合理的な方法で10個のサンプリングを行います。
右図のような手順でロットの合否を判定します。



対物検査3

検査項目ごとに計測箇所数300個以下で1検査ロットを構成します。
5個以上のサンプリングを行い、社内検査結果とサンプリング結果を比較し、かたよりとばらつきの差が大きいかどうかを確認しロットの合否を判定します。

ここで言う、検査項目とは
検査項目について特記が無い場合、JASS6は
柱の長さ・階高・仕口部の長さ・柱のせい・仕口部のせい・梁の長さ・梁のせい
の7項目。

詳細は、「鉄骨工事技術指針・工場製作編」第8章を参照して下さい。

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

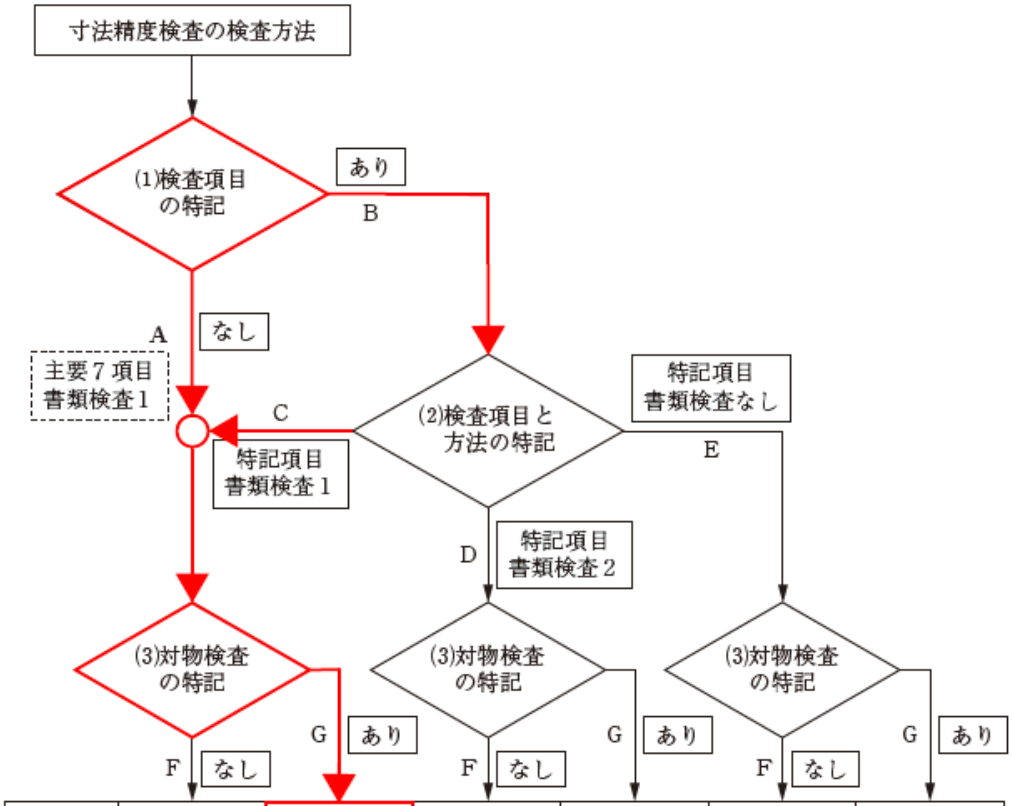
鉄骨工事 Q&A	製品検査	寸法検査手法	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 寸法精度の受入検査方法「書類検査1、対物検査2」以外の組合せは？

A.
寸法精度の受入検査は書類検査と対物検査があります。

書類検査：鉄骨製作工場の社内検査結果の記録により寸法精度の確認を行うもの。書類検査1、2がある。
対物検査：受入検査時に実際の製品の寸法を確認して精度の判定を行うもの。対物検査1、2、3がある。

組合せは、鉄骨製作工場の社内検査記録の有無や対物検査の有無とその判定方法の種類によって、7種類の組合せがあります。この組合せを選定する手順を示すフローが、日本建築学会「鉄骨工事技術指針・工場製作編」にありますので下記に示します。



区分	1	2	3	4	5	6
方法	JASS 6	JASS 6	—	—	—	—
書類検査	書類検査1	書類検査1	書類検査2	書類検査2	—	—
対物検査	—	対物検査1 対物検査2 その他の方法	—	対物検査1 対物検査3 その他の方法	—	対物検査1 その他の方法

寸法精度の受入検査フローチャート

特記仕様書に記載されている組合せとして多いのは、「書類検査1」＋「対物検査2」です。

出典：(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	製品検査	スチールチェッカー	制定	2011年7月1日
			改訂	2021年10月15日

Q. スチールチェッカーの原理は？

A.

スチールチェッカーは、鋼材に微弱電流を流し鋼材の電気抵抗の差を利用して材質を判別する装置で、400N級と490N級鋼材のみを判別する装置として作られています。鋼材中の、炭素、シリコン、マンガン等の含有量によって抵抗値（R）が異なるため、近年新たに出てきた種々の鋼材に対しては対応できない場合があります。このような場合には、該当する材料のミルシートの該当する成分の数値を、以下の数式に入れて抵抗値を算出して下さい。スチールチェッカーの目盛りはこの抵抗値になっていますので、目盛り（デジタル式は数値）と算定値を確認して下さい。

なお、計算式から明らかなようにSi(シリコン）含有率の寄与率が大きいので、Si含有率の低い490N級鋼材では針が大きく振れない場合があります。その場合にも、計測値とミルシートからの算定値を比較することにより、ミルシートと鋼材が一致していることの証明として下さい。

また、メーカー技術資料では、「室温における実験経験式である。使用周囲温度は0℃～+40℃（測定時）」となっていますので、夏季使用時には温度に注意して下さい。



鋼材識別状況



スチールチェッカーの目盛り（数字は抵抗値）

※SS400,SM490と表記されているが、
400N級と490N級の鋼材を識別する装置

$$R=(0.66+C/5+Si/1.1+Mn/4)\times\alpha \quad \cdots\cdots①$$

R ：電気抵抗率（$10^{-6}\Omega\cdot cm$）
C ：炭素含有率（%）
Si ：シリコン含有率（%）
Mn：マンガン含有率（%）
α ：補正係数で、高炉製品は、18.0　電炉製品は　19.0

または、

$$R=(0.66+C/5+Si/1.1+Mn/4+Cu/4+Ni/8+Cr/8+Mo/10)\times 18.0 \quad \cdots\cdots②$$

Cu：銅含有率（%）
Ni ：ニッケル含有率（%）
Cr ：クロム含有率（%）
Mo：モリブデン含有率（%）

ただし
1）Si>0.5%の場合には、0.5を超える部分についてのみSi/1.6とし、これを0.5/1.1に加算する
2）Cr>10%かつCr>Niの場合はNiを無視する

（計算例）
C=0.15
Si=0.35
Mn=1.28
高炉製品　α＝18
①式で計算すると　R=23.9

鋼種と電気抵抗率　　R ：電気抵抗率（$10^{-6}\Omega\cdot cm$）

		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
軟鋼	SPHC			■	■	■											
普通鋼	SS400						■	■	■	■							
	STK400/STKR400				■	■	■	■	■	■							
高張力鋼	SM490									■	■	■	■	■	■		
	STK490/STKR490									■	■	■	■	■			

出典：メーカー技術資料

鉄骨工事 Q&A	製品検査	社内検査、受入検査	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

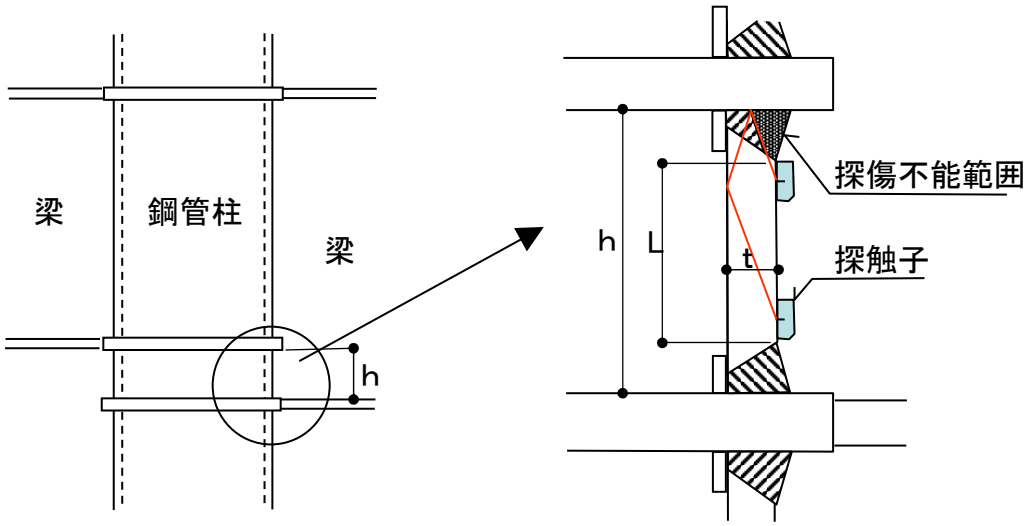
Q. 社内検査と受入検査で食違いがあった場合はどうすればよいか？

A.
受入検査は工場製作の完了した部材が設計図書の要求品質を満足し、工作図どおりに製作され、建方等の現場施工に問題ないかを最終的に判定する目的で行われます。受入検査の結果を正とすることが原則ですが、可能な限り社内検査側にも受入検査の結果が正であると納得してもらうことが必要です。
そのため、両者立会いで再測定を行うことが必要です。また、その再測定方法は、検査計画書が提出されている場合は検査計画書に基づいた方法とし、検査計画書がない場合は受入検査で用いた方法を原則とします。
ただし、上記以外の方法でも、有効性が確認され、工事監理者の了解が得られればその方法とします。
再測定方法が決定したら、その方法で再測定を行い、両者が確認し、その結果を正とします。

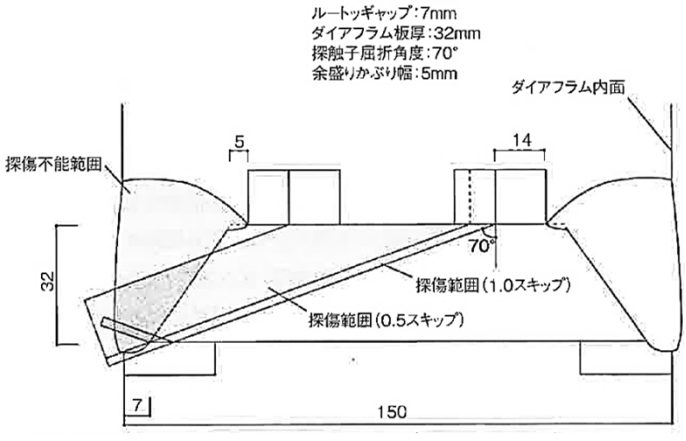
鉄骨工事 Q&A	製品検査	超音波探傷	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 2枚のダイアフラムの間隔が狭い場合、探傷可能な間隔は？

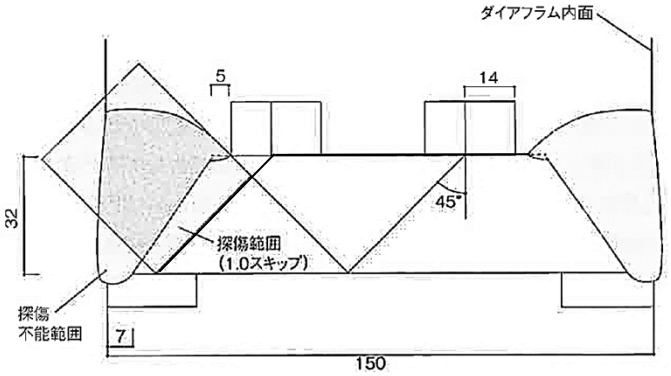
A.
ダイアフラム間内面の距離（h寸法）が150mmかつ10t以上確保されないと、製作に支障が発生するといわれています。しかし、板厚 t が厚い場合は、hが150mmかつ10t以上確保されていても、超音波探傷検査に支障をきたす場合があります。また、現実には意匠的な理由で床段差が必要なことも多く、150mmかつ10tを守ることも簡単ではありません。
この場合は、事前に下図に示すような溶接の余盛を図示した断面図を作成して、実際の探触子の可動位置を正確に表現して、溶接部に探傷不能範囲が生じないか確認する必要があります。
一般的には、L ／ t（探触子移動可能距離／板厚）＜6 の場合、通常使用される屈折角70° の探触子では探傷不能範囲が発生します。この場合は、屈折角65° の探触子を使用するか、もしくは、70° の探触子と併用して 45° の探触子を使用することになります。



探傷不能範囲概念図



屈折角70° の場合



屈折角45° の場合

鉄骨工事 Q&A	製品検査	超音波探傷	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 溶接部の検査はいつ行いますか？

A.
溶接部の検査は、社内検査と受入検査に分かれます。
社内検査は結果を製作工程へフィードバックすることを勘案すれば、製作終了後ただちに実施することが望ましいです。また、溶接組立箱形断面柱のダイアフラムのような閉鎖断面材内部の溶接部に欠陥が発生した場合には、補修に多額の費用を要するため、素管製作完了直後に検査を行うことが望ましいです。
受入検査に関して、従来は低温割れの発生が溶接後24時間以降であることが多かったため、溶接完了後24時間経過後に検査が行われていました。
しかしながら、近年鋼材・溶接材料が改善され、溶接金属組織の硬化や溶接金属中の拡散性水素が少なくなり、最近では低温割れはほとんど発生していません。
不適切な施工条件で溶接を行うなどして、低温割れが発生する場合でも、溶接部が常温程度になった時点でほぼ確実に発生します。そのため、**溶接部が常温以下になった時点で検査を行えば、問題がないといえます**。また、鋼材温度が高いと屈折角が変化するので、正確な検査が出来ない可能性もあります。
ただし、現場溶接において板厚の半分以下で降雨等により溶接を中断した場合は、低温割れが発生することがあります。割れの原因としては、降雨による水分が鋼中に浸入し、拡散・集積する水素による影響と、半分以上開先を残した状態では溶接金属の収縮が大きく、ひずみによる影響が考えられます。このような溶接部では、溶接完了後に十分な時間を経過してから検査を行う必要があります。

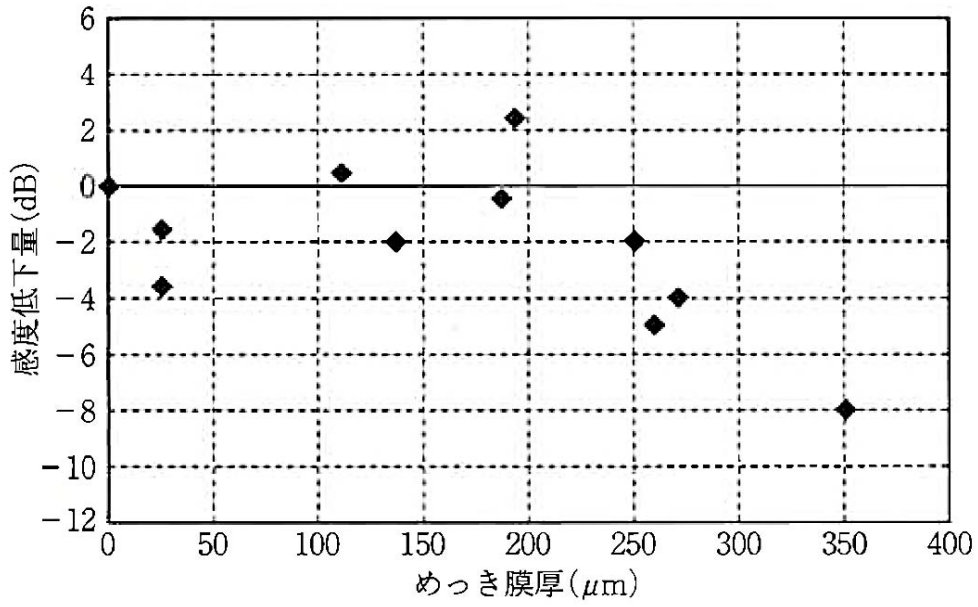
鉄骨工事 Q&A	製品検査	超音波探傷	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. ペンキの上やめっきの上からでも超音波探傷検査はできますか？

A.
塗料またはめっきなどで表面を処理する場合には、処理前に超音波探傷検査を行うことが原則です。これらの探傷面は探触子と被検材との接触面における超音波の伝播に影響を与えるので、探傷感度に直接影響してしまうのがその理由です。
塗装またはめっき後にその処理された面で探傷することを余儀なくされた場合は、感度低下量を確認するか、V走査によって適正な感度補正等を行った後に探傷しなければなりません。

「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」（日本建築学会）には、溶融亜鉛めっき厚さによるエコー高さの影響を実験した結果が示されています。これによると、
①めっき厚さが100～200μmの範囲では、感度低下はほとんど見られない。
②めっき厚さが250μmを超えると感度低下が大きくなるため、適切な感度補正が必要
と記載されていますので参考にして下さい。

建築鉄骨で使用される溶融亜鉛めっきの仕様HDZ55の付着量の下限値が550g/m^{2}なので、めっき膜厚は、76μmに相当します。この下限値近傍であればほとんど問題ないと考えられますが、念のためめっき膜厚を測定の上、感度調整をすることが望ましいと考えます。



溶融亜鉛めっき膜厚と超音波探傷感度低下量

出典：（一社）日本建築学会_鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説、2018

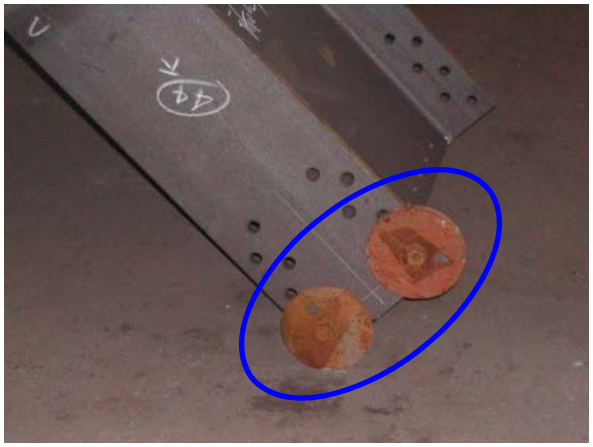
鉄骨工事 Q&A	製品検査	養生方法	制定	2012年9月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 柱に取付くブラケットの角のつぶれを防止する方法は？

A.
かつて、製作工場の工場内の床は土、砂利敷きの場合が多かったのですが、近年では土間コンクリートなどが多くなりました。その結果、作業環境は良くなりましたが、製品が直に置かれると角がつぶれたり、デッキ受けが痛むといったことが起きるようになりました。このようなことを防ぐために、枕木を敷く、あるいは角部保護冶具の利用が望ましいと考えます。
製品がどのように扱われているかは、その製作工場の品質管理状況を評価する項目の一つです。下の写真にあるように市販されている製品もありますが、残材を利用するなど工夫している製作工場もあります。



架台が鉄骨なので、製品のウェブが曲がることが多い。



鋼板の残材（貫通孔を抜いた残材など）を利用した保護冶具





既製品の保護冶具

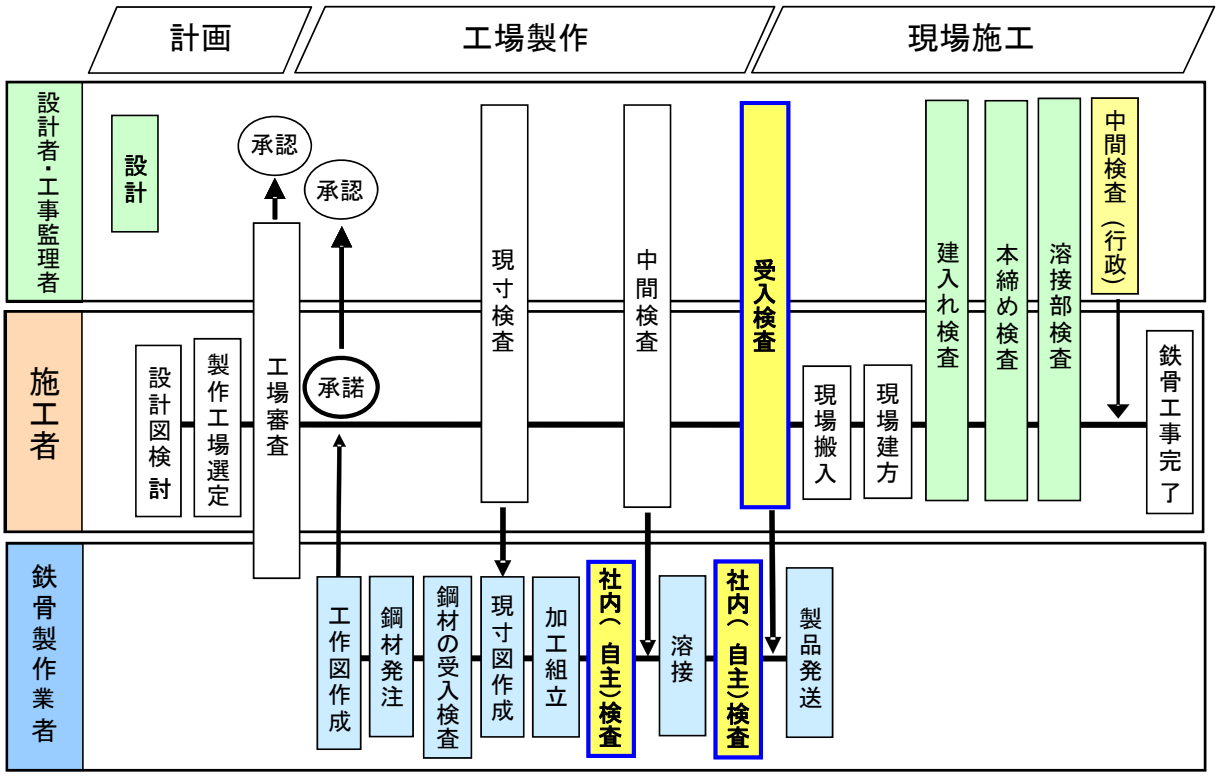
鉄骨工事 Q&A	製品検査	社内検査と受入検査	制定	2012年8月1日
			改訂	2021年5月1日

Q. 社内検査と受入検査の違いは？

A.
それぞれの内容について説明します。

（1）社内検査（自主検査）
鉄骨製作業者（ファブリケーター）が、加工の各段階で自主的に行う検査で、
①設計品質を満足していることを発注者に保証するため
②自主管理を行い、品質の維持・向上を図るため
検査要領書・社内標準によって規定された検査項目・検査方法に従って実施し、加工過程の部品あるいは製品が設計品質を満足しているか否かを判定します。

（2）受入検査
施工者（ゼネコン）が、工場製作が完了した部材が設計図書の要求品質を満足し、工作図どおりに製作され、建方等の現場施工に問題がないかを最終的に判定する目的で行います。受入検査での検査項目は、一般的に、
寸法精度検査、取り合い部検査、外観検査、溶接部の内部欠陥検査、スタッド溶接部検査、付属金物類検査、出来高検査等が挙げられます。

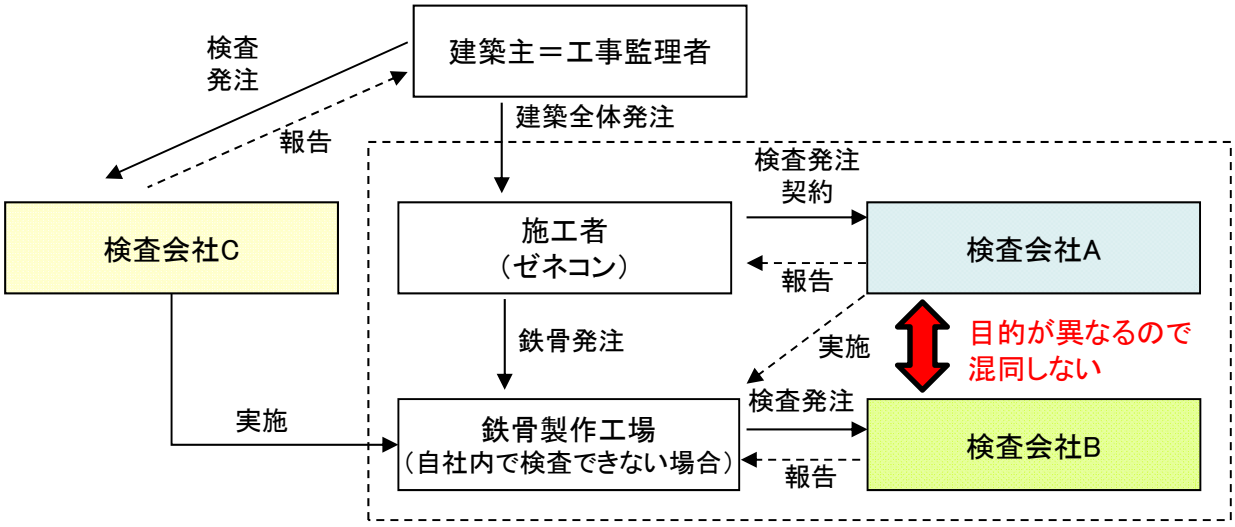


参考：受入検査については、日建連・関西支部「建築技術者のための鉄骨製品検査の着眼点」参照
出典：（一社）日本鋼構造協会_建築鉄骨品質管理機構「建築鉄骨の基本」

鉄骨工事 Q&A	製品検査	第三者検査	制定	2012年8月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 第三者検査会社の発注・契約は誰が行うのか？

A.
一般的には、第三者検査会社の発注、契約は、施工者が行います。
下図に、検査会社の発注・契約形態の関連図を示します。
「検査会社A」が行う検査は、一般に「第三者検査」と称しています。
「検査会社B」が行う検査は、鉄骨製作工場の社内検査であり品質管理を目的としています。
「検査会社C」が行う場合もありますが、ほとんど採用されていません。
注意すべき点として、検査会社AとBを混同しないことです。AとBが同一の会社では、検査をする目的が異なるため、検査としての意味が無くなります。



検査会社の発注・契約形態

出典：鉄骨工事管理責任者講習テキスト（毎年発行 建築鉄骨品質管理機構）

鉄骨工事 Q&A	検査	受入検査	制定	2014年6月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 工場の社内UT検査で不適合となり補修した箇所について、施工者へ報告する必要があるか？

A.
鉄骨製作工場の社内検査は加工の各段階で自主的に行う検査であり、
① 設計品質を満足していることを発注者に保証するため
② 自主管理を行い、品質の維持・向上を計るため
に行うものです。
そして鉄骨製作工場は社内検査不適合箇所については補修し、補修後の検査で適合であることを確認する必要があります。
一方、受入検査は、施工者が鉄骨製品を受け入れる際に、実施する検査を指します。
施工者は、社内検査が完了した製品に対して受入検査を実施し、これに適合したものを受け入れします。
従って、鉄骨製作工場は、社内検査における不適合箇所を施工者へ報告する必要はありません。
但し、補修方法については、製作要領書に記載させ、工事監理者の承認を得ておく必要があります。
なお、JASS6では、超音波探傷検査のロットの処置に関連して、「・・いずれの検査でも検出された不適合の溶接部は、すべて補修を行い、再検査して適合とならなければならない」としています。

受入検査での超音波探傷検査は一般的に抜取検査になりますので、社内検査時に不適合となって補修した箇所を受入検査時に検査するとは限りません。例外として、不適合箇所が補修されたことを確認するため、受入検査時に社内検査不適合補修箇所を確認する場合もあります。

本Q&A
A-4-11 「社内検査と受入検査の違いは？」
A-4-12 「第三者検査会社の発注・契約は誰が行うのか？」

も参考にして下さい。

出典 : （一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	工場製作	工場審査	制定	2021年5月1日
			改訂	2024年5月1日

Q. 初めて製作をお願いする鉄骨製作工場の場合、具体的にどのようなことを確認すればよいでしょうか？

A.

鉄骨工事において、その設計品質を確保できる鉄骨製作工場(以下，ファブ)を審査・選定することは非常に重要なことです。対象となるファブが設計図書に指定されたグレードの工場であっても当該工事に適しているとは限らないからです。施工者は、設計図書に記載された鉄骨が製作できる工場であることを確認するために、 工場審査を実施することを推奨します。審査の結果、不足している点があると判断した場合は、適切な教育及び指導を行えば採用可能であるかを判断します。

工場審査では、書類審査で品質管理体制や検査記録状況、工場認定の確認などを行い、それらが工場で適切に行われているかを自分の目で確認することが望ましく重要です。また、その工事の内容に適合した設備や生産能力を有している上で、良好な品質の製品を製作できる工場であるかを確認する必要があります。以下に工場審査時における確認項目（参考）を挙げておきます。

また、製作期間中の他工事の山積み状況も、あわせて確認してください。

<u>工場審査時における確認項目（参考）</u>

①経営姿勢：社長、工場長や管理技術者の経営姿勢や品質管理方針
②作業環境：生産設備機械、整理整頓状況、安全管理状況
③製作状況：切断・加工、溶接管理状況、摩擦面処理状況
④製品置場：鉄骨製品の取扱いや置き方、塗装の状況や養生方法



写真1.工場内通路



写真2.材料置場の状況

上記写真のように安全通路が確保されており、材料置場が工事別や鋼種別に整理整頓されている工場は品質管理が行き届いている傾向にあると言えます。



写真3.自主検査状況



写真4.H鋼切断状況

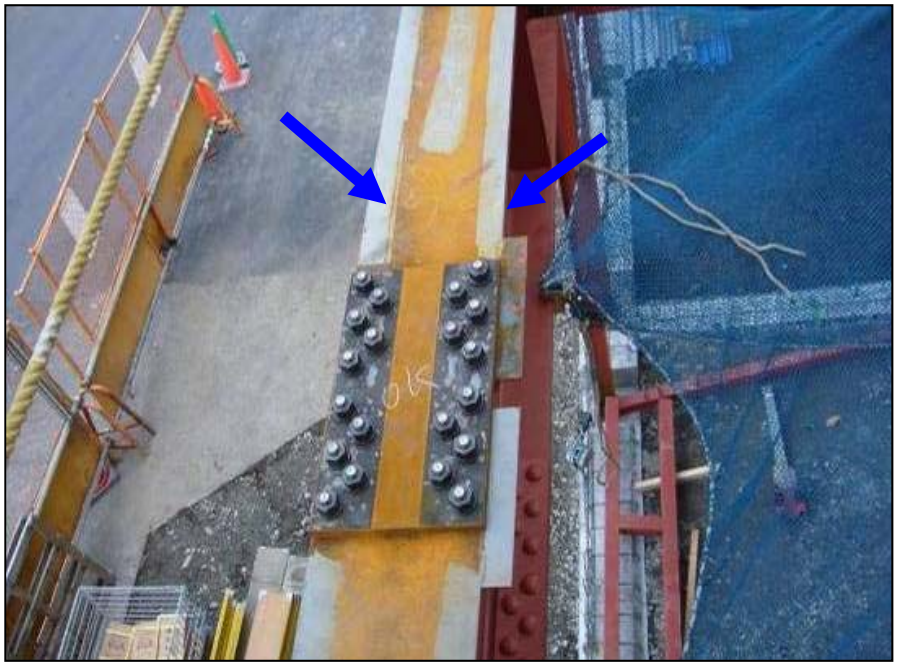
写真3.において自主チェックマークやダブルチェックが入っていると品質管理責任者による確認がされていると判断できます。写真4.は機械設備が無いか、もしくはサイズにより機械加工ができず、ガス切断を行ったと思われます。同様に孔あけ機や開先加工機にも加工サイズに制限があるため、当該工事に適応可能か確認する必要があります。

出典：（一社）日本鋼構造協会_鉄骨工事管理責任者_認定考査テキスト
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工場製作編、2018

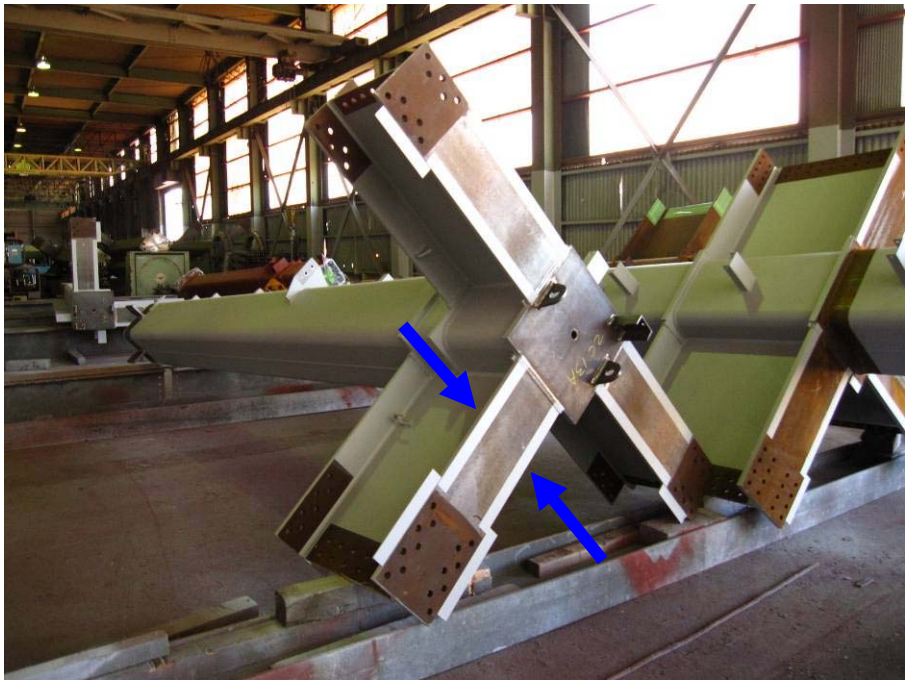
鉄骨工事 Q&A	塗装	塗布部位	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 梁のデッキかかり代部分には、さび止めペイントを塗装しなくてもいいのか？

A.
特に見えがかりとなる場合や、湿度が高い環境となる部位等においては、上フランジ天端のデッキかかり代部分のみ下塗りを行うことは、建物の使用を開始してから上フランジ角部からのさびの発生を防止する対策として有効です。



梁フランジのデッキかかり代を下塗りした例



上フランジのデッキかかり代を下塗りした例

鉄骨工事 Q&A	塗装	溶射	制定	2012年9月1日
			改訂	2026年11月1日

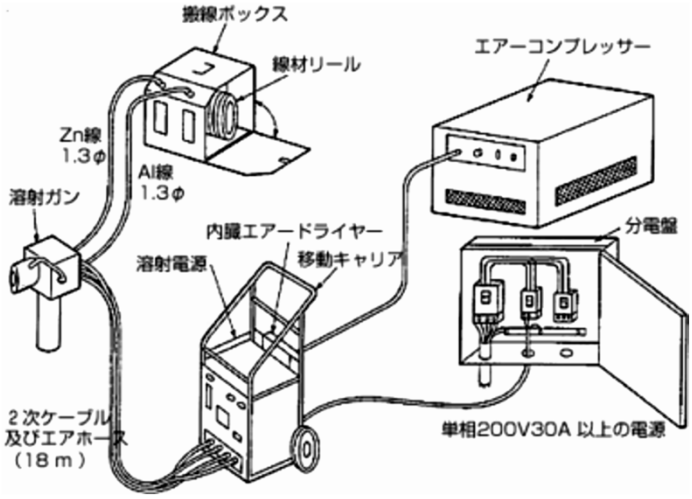
Q. さび止めに使われる溶射とは？

A
溶射とは、溶射材と呼ばれる材料を加熱して母材の表面に吹き付け、皮膜を形成する表面加工処理法の一種で、JIS H 8300「亜鉛・アルミニウム及びそれらの合金の溶射」（JIS工法）と、常温金属溶射法があります。
両工法ともに、鋼材に下地処理を施し、亜鉛、アルミニウムの金属を溶射する工法ですが、溶射する金属の性状と施工法、下地処理に違いがあります。JIS工法は、鋼材下地をブラスト処理後、亜鉛とアルミニウムの合金をガスの溶融によるフレーム溶射します。一方、常温金属溶射法は下地をブラスト処理もしくはグラインダ処理後に粗面形成材を塗布し亜鉛とアルミニウム間に電気でアークを発生させて溶融して溶射します。そのため、亜鉛とアルミニウムは合金が形成されないので、一般的に「擬合金」と表現されています。

常温金属溶射法のメリットとしては、
1. 現場施工が容易である。溶射装置はコンパクトなので移動性に富んでいる。
2. 熱ひずみによる影響が少ない。常温に近い温度なので母材に熱による変形を生じ させない。
3. ショットブラスト処理を必ずしも必要とはせず、下地処理が比較的容易である。
4. 水素脆化がない。溶融亜鉛めっきの下地処理である、酸洗いを必要としないので鋼材が水素を吸収しない。
5. 電気化学的な犠牲陽極作用による防食効果が期待できる。

一方、
1. 封孔処理（溶射粒子間にできる隙間を埋める処理。防食効果を高めたり剥離を防止するために樹脂や塗料を用いて孔埋めをする）が必要となる
2. 被膜が厚すぎると剥離のリスクが高くなる
3. 比較的高価である

などのデメリットもありますので注意をして下さい。



常温金属溶射装置の構成例



常温金属溶射の作業状況例

出典：日本溶射工業会のホームページなど

鉄骨工事 Q&A	塗装	重防食塗装	制定	2011年8月1日
			改訂	2023年2月1日

Q. 重防食塗装とはどのような仕様ですか？

A.

建築鉄骨においても、最近では「重防食塗装」が、競技場や屋内プールなどに採用される場合がありますが、工期やコストに影響しますので、その仕様を正しく理解しておく必要があります。

防せい防食用語（JIS Z 0103）では、「重防食塗装」は「海岸や海上のような腐食性の厳しい環境に建設される鋼構造物の塗り替え周期を長くするため防食性、耐久性を有する防食塗装をいう。一般にジンクリッチペイントをプライマーとして、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、ふっ素樹脂などを組み合わせて用いる。」と定義されています。また、（一社）日本鋼構造協会「重防食塗装」には重防食塗装の定義として、次のような項目が記載されています。

- 無機あるいは有機ジンクリッチペイントの防食下地を有する
- 腐食因子の遮断性に優れた塗料を下塗塗料とする
- 耐候性に優れた塗料を上塗塗料とする
- 合計膜厚は250～1000μm程度である
- 新設塗装に期待する耐久性は、厳しい腐食環境で30年以上である

なお、具体的な仕様は、（公社）日本道路協会「鋼道路橋防食便覧」（以下、便覧）に記載されています。便覧では、「一般外面（C-5塗装系）」「高力ボルト連結部（F-11塗装系）」「溶接部（F13塗装系）」などの塗装仕様があり、ここでは一例として「一般外面（C-5塗装系）」の塗装仕様を示しますが、原則は上塗まで製作工場で塗装する仕様となっています。また、ブラスト処理後、4時間以内にジンクリッチペイントを塗布することになるので製品ブラストが必要であり、合計膜厚も250μmとなっています。建築における屋外露出などの過酷な環境での塗装仕様は（一社）日本建築学会「JASS18 塗装工事」に規定されています。また、（一社）公共建築協会「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」（以下、標仕）にも屋外の鉄鋼面に適用する耐候性塗料塗り（DP）があります。ここでは、参考にDPの仕様をあわせて示します。

便覧「C－5塗装系」

	塗装工程	塗料名	使用量 (g/m²)	目標膜厚 (μm)	塗装間隔
製鋼工場	素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			4時間以内
	プライマー	無機ジンクリッチプライマー	160	(15)	6ヵ月以内
橋梁製作工場	2次素地調整	ブラスト処理 ISO Sa2 1/2			4時間以内
	防食下地	無機ジンクリッチペイント	600	75	2日～10日
	ミストコート	エポキシ樹脂塗料下塗り	160	—	1日～10日
	下塗り	エポキシ樹脂塗料下塗り	540	120	1日～10日
	中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗り	170	30	1日～10日
	上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗り	140	25	1日～10日

鋼道路橋防食便覧（日本道路協会）より

合計膜厚　250μm

合計膜厚　135μm

参考：標仕「耐候性塗料塗り（DP）」

工　程	塗料名	目標膜厚（μm）
素地ごしらえ	B種（ブラスト処理）	—
下塗り（1回目）	ジンクリッチプライマー　2種	15
下塗り（2回目）	構造用さび止めペイント　A種	30
下塗り（3回目）	構造用さび止めペイント　A種	30
中塗り	鋼構造物用耐候性用塗料　A種中塗り塗料	30
上塗り	鋼構造物用耐候性用塗料　A種上塗り塗料	30

建築鉄骨で重防食塗装が特記されている場合は、正しい工程を理解し施工計画および見積に考慮する必要がありますが、製品ブラストなど建築鉄骨の鉄骨製作工場での対応が難しい場合もありますので、特記が要求性能に対して適切な仕様となっているかも含め、早めに塗料メーカーに相談してください。

出典：（公社）日本道路協会_鋼道路橋防食便覧
（一社）日本鋼構造協会編_重防食塗装 ―防食原理から設計・施工・維持管理・補修まで―

鉄骨工事 Q&A	塗装	現場溶射	制定	2021年5月1日
			改訂	2026年11月1日

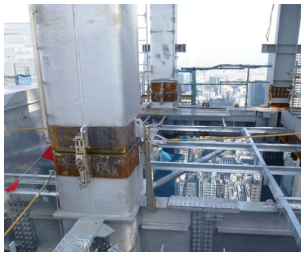
Q. 現場で行う溶射の方法や手順について教えてください。

A.

屋外に露出される鉄骨はめっき仕様となる場合が多いです。現場接合部をボルト接合ではなく溶接接合となっている場合は溶接後に防錆処理が必要となります。設計図書にはその防錆処理がJIS溶射によると指定される場合がありますが、建方した鉄骨に対してブラスト処理を行うことは一般的には困難です。そこで近年、常温金属溶射法にて施工した実績も増えていますので下記に施工手順を紹介します。採用に当たっては工事現場溶接部を模擬した試験体を作成し、施工試験を実施し性能を確認した後、監理者承認のもと採用することが望ましいです。

屋外露出部で工事現場溶接後防錆処理が必要となる箇所

①コラム柱+コラム柱継手部（写真）
②BOX柱+BOX柱継手部
③CFT圧入口打設後のふさぎ板
④カバープレート梁の梁継手部
⑤ブラケットタイプの梁継手部



箇所例

1.素地調整



2.粗面化処理



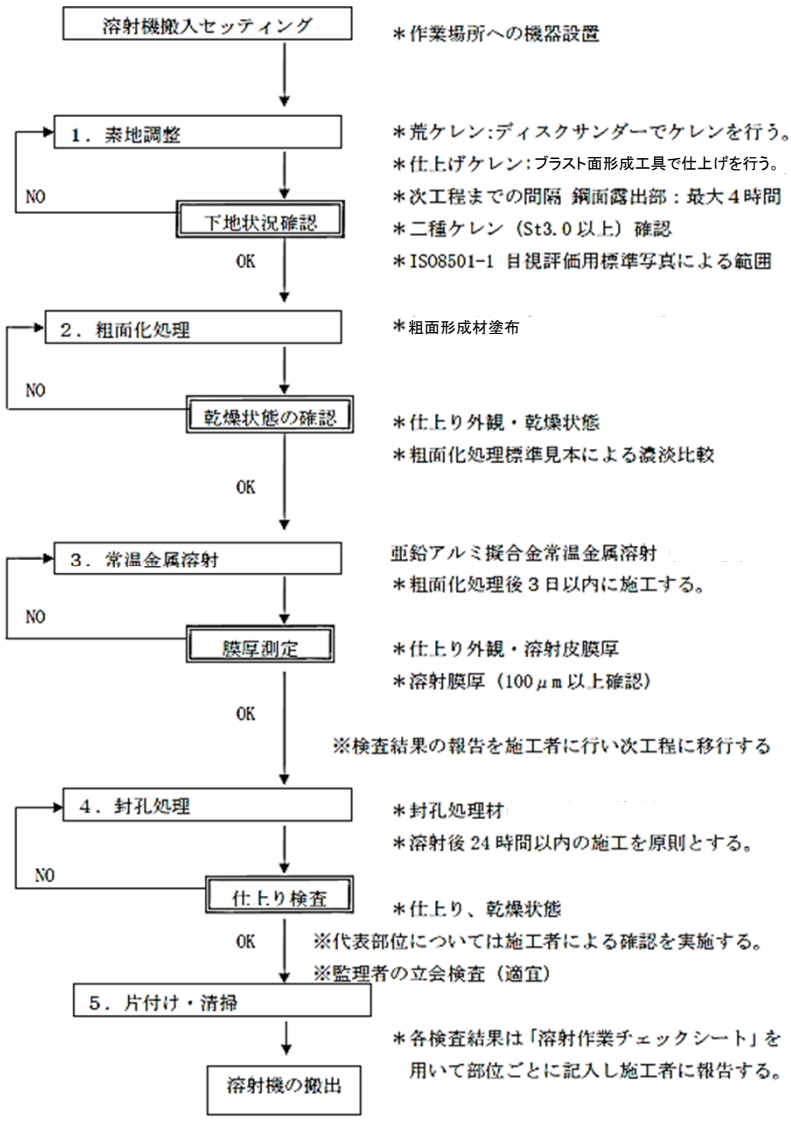
3.常温金属溶射



4.膜厚測定～封孔処理



施工手順



施工フロー（例）

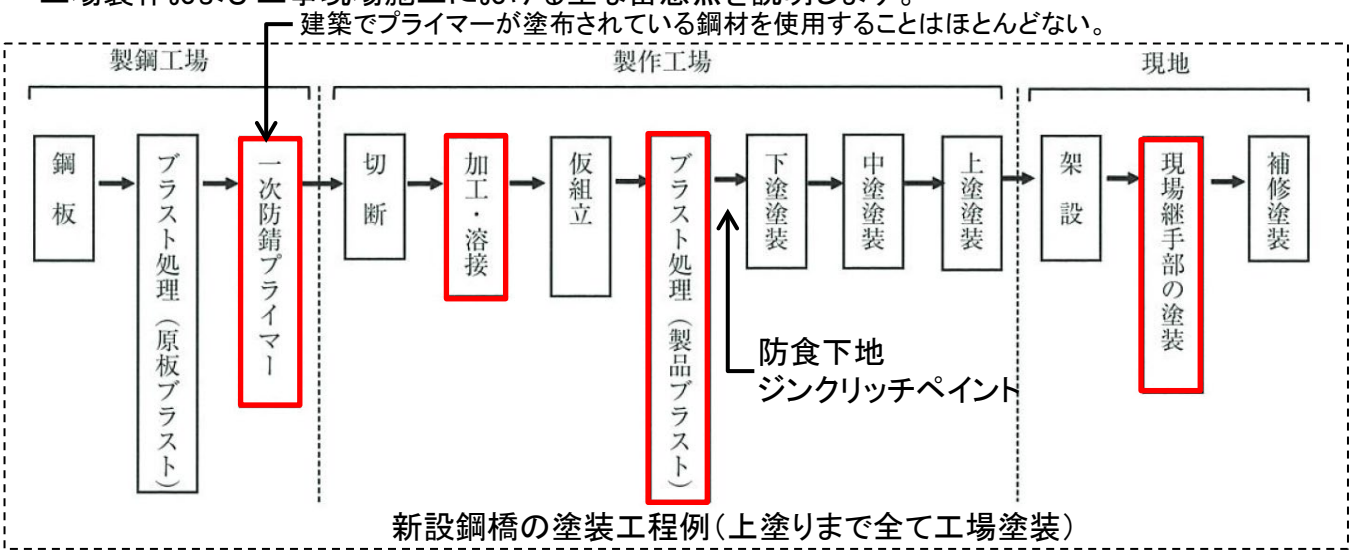
参考：Q&A A-5-2「溶射」参照

鉄骨工事 Q&A	塗装	重防食塗装	制定	2023年2月1日
			改訂	

Q. 重防食塗装仕様での工場製作や工事現場施工の留意点は何ですか

A.

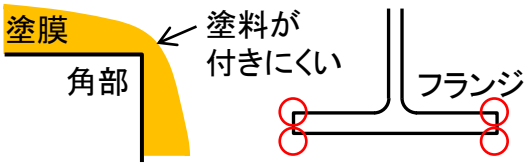
重防食塗装では素地調整から塗装作業まで各工程での管理が、塗膜の性能に大きく影響します。工場製作および工事現場施工における主な留意点を説明します。



新設鋼橋の塗装工程例（上塗りまで全て工場塗装）

■加工

部材角部は薄膜になりやすいため、面取り加工することで、一般部と同様の膜厚を確保しやすくなります。建築では、部材に面取りを行うことはほとんどないので、設計者に事前に説明してください。また、塗装作業では、膜厚確保のために角部を先行して塗装します。



■ブラスト処理

素地調整は、塗膜の防食性や耐久性を確保するために重要な工程です。製品検査が終了した製品に対してブラスト処理（製品ブラスト）を行い、防食下地となるジンクリッチペイントは、ブラスト処理後4時間以内に塗布する必要があります。

■現場継手部の塗装

現場継手部は特に注意しないと早期劣化部位となってしまいます。

工事現場溶接部

工事現場溶接部は、素地調整が不十分だと早期に塗膜が劣化するため、溶接部の素地調整が極めて重要です。ブラスト処理が基本ですが、建築鉄骨の工事現場では困難な場合が多いため動力工具で処理することが一般的です。最新の動力工具としてブラスト面相当の素地調整が可能なもの（ブラスト面形成動力工具）もあります。

高力ボルト継手部

トルシア形高力ボルトを使用する場合、ピンテール切断跡（鋭利な形状）は塗料が十分につきにくいので、大きなバリが生じた場合はグラインダなどで除去してから塗装します。また、ボルトに付着している防錆油は、溶材拭きで脱脂処理することが重要です。ボルト部分も早期に塗膜が劣化しやすいため、一般部よりも膜厚を大きくする場合があります。

重防食塗装仕様では高力ボルト接合部（摩擦面含む）は鉄骨製作工場で無機ジンクリッチペイントを塗装しますので、防錆処理された高力ボルトをあわせて使用することにより、現場での除錆や脱脂といった素地調整が省力化できます。一方、摩擦面の処理方法を発せい（錆）処理やブラスト処理とし、通常の高力ボルトで締付けた場合は、高力ボルト接合部の塗装前に工事現場で素地調整に多大な手間をかける必要があります。

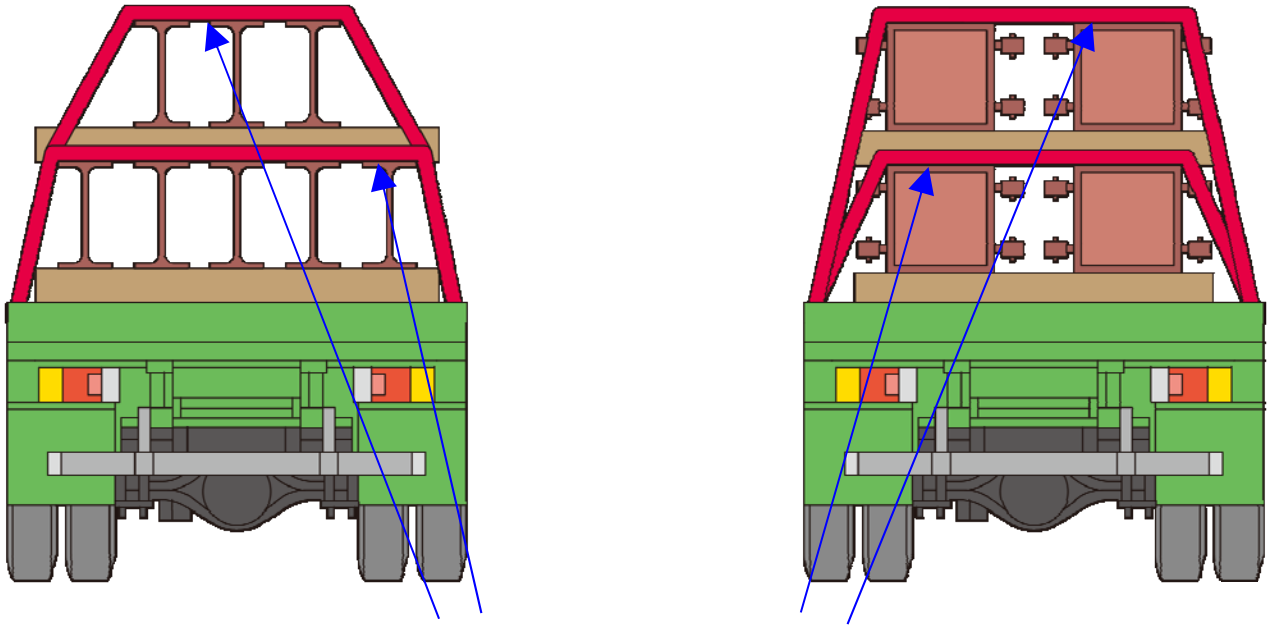
主な留意点を示しました、製品ブラストなど建築鉄骨の鉄骨製作工場での対応が難しい場合もありますので、特記が要求性能に対し適切な仕様となっているかも含め、重防食塗装の施工にあたっては、塗料メーカー、鉄骨製作工場等の関係者で早期から十分に打合せをしてください。

出典：（一社）日本鋼構造協会編　重防食塗装 －防食原理から設計・施工・維持管理・補修まで－

鉄骨工事 Q&A	発送	多段積み	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 多段積みの時、安全上、配慮すべき点は？

A.
多段積みの場合、固定用のワイヤを最外端でかけると、ワイヤを外した際、製品が崩れる可能性があります。そのため、製品固定用のワイヤは各段に掛ける必要があります。

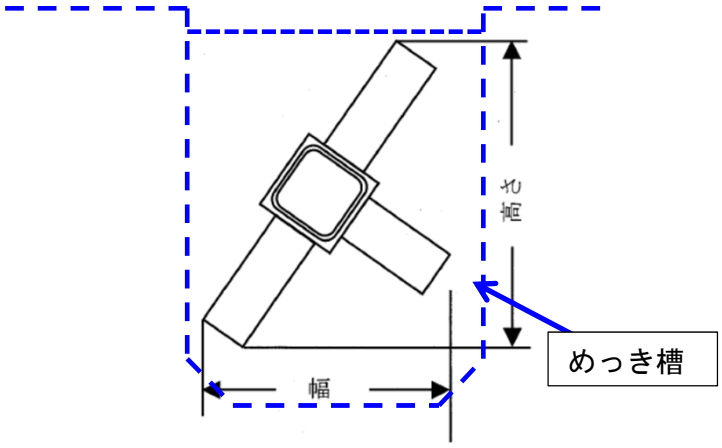


製品固定用のワイヤは各段にかける。
外すときは荷崩れが起きないように十分注意をする。

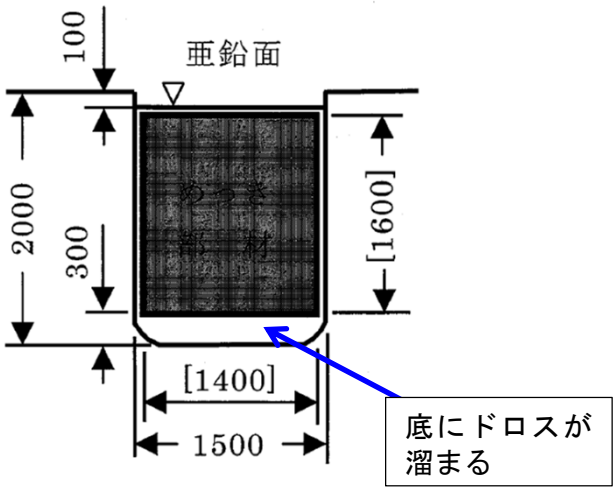
鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき槽	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 溶融亜鉛めっきが可能な部材の大きさはどの程度か？

A.
めっき槽は、大きいもので長さ10m、幅1.5m、深さ2.0m程度で、めっき会社によって異なります。
しかし、浸漬可能な部材の大きさはめっき槽の大きさに対して各寸法とも小さく、特に高さについてはめっき槽底部に堆積するドロス（亜鉛鉄化合物の堆積物）の深さを考慮して、めっき槽の深さから400mm程度を減じる必要があります。標準的なめっき槽の大きさに対して許容される部材の寸法を下図に示します。なお、寸法検討の際には、クレーンによる吊り下げの姿勢を想定する必要があります。めっき対象構造物のサイズがめっき槽内寸法と際どい場合は、めっき槽内の不純物が大量に付着する不具合が生じます。
また、溶融亜鉛めっきは、一度漬けが基本です。採用予定工場のめっき槽の大きさを考慮して、部材を分割する処置が必要です。二度漬けは外観や性能が悪くなるだけでなく、反転時に危険作業を伴う上に、ひずみやねじれが生じるおそれがあります。
さらに、めっき工場のクレーンの吊り能力が小さい場合は、部材重量と吊り能力の確認が必要となります。部材を小さく分割すると接合部が増える可能性がありますので、その場合は必ず設計者の承認を得るようにして下さい。



吊り下げ姿勢を考慮した部材の幅と高さ

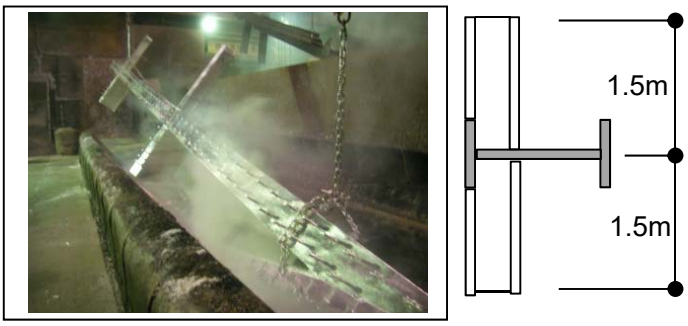


めっき材の許容最大寸法
（寸法は一例）

はね出しの長い飛行機梁（一般には1.5mを超える場合）はH形鋼のウェブを水平にしてめっきされることが多く、めっき溜まりやたれ、かすびき等の外観不良やひずみが発生しやすい形状です。



二度漬けの例



飛行機梁のめっきの例

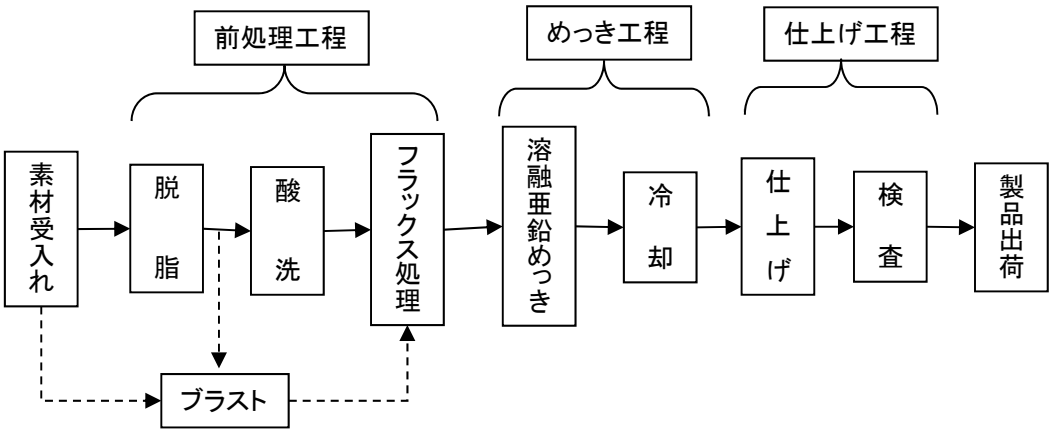
なお、溶融亜鉛めっき会社のめっき槽の大きさは、（一社）日本溶融亜鉛鍍金協会のホームページに掲載されています。

出典：（一社）日本鋼構造協会_建築用溶融亜鉛めっき構造物の手引き《改訂版》

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	材質変化	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっきによる鋼材材質の変化は？

A.
建設省告示第2464号において、500℃以下の加熱であれば、鋼材の機械的性質などを加工後に確認する必要はないとされています。鋼材に溶融亜鉛めっきを施す場合のめっきの付着量は、550g/㎡（≒めっき膜厚76μm）以上とすることが一般的ですが、JIS認証を受けためっき工場では下記の工程を守って行われ、また溶融亜鉛浴の温度は450℃程度ですので、めっきによって材質が損なわれることはないと考えて問題ありません。
しかし、炭素、ケイ素、マンガンなどを多く含む鋼材、570N/㎟級を超える鋼材、高力ボルト、ばね鋼などは、めっき前処理工程の酸洗中に水素を吸収しやすく、水素脆性のおそれがあることから、除せい（錆）はブラスト処理などの機械的方法で行わなければならないことに注意が必要です。これらの特殊な鋼材を使用する場合は、事前にめっき会社と協議する必要があります。



・脱脂
鋼の表面に付着した油脂類（機械油や防せい油など）を除去する作業。一般に苛性ソーダなどによるアルカリ脱脂法が採用されています。
・酸洗
溶融亜鉛めっきの障害となる鋼の表面に付着した鉄酸化物を除去する作業。さびやミルスケールを除去する場合、通常は塩酸や硫酸が使用されますが、その他に硝酸、フッ酸なども使用されます。
・フラックス処理
鉄と亜鉛をスムーズに反応させるための表面処理をする作業。一般に塩化亜鉛アンモニウムまたは塩化アンモニウムが使用されます。

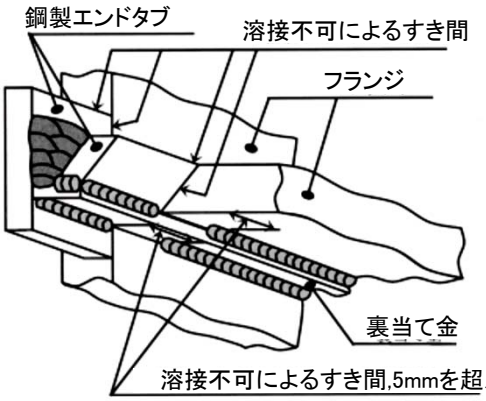


出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

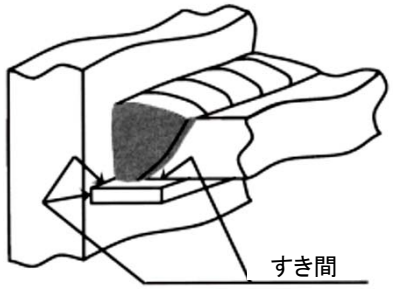
鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	裏当て金	制定	2016年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 柱梁接合部の完全溶込み溶接に、裏当て金を用いて片面溶接する部材を溶融亜鉛めっきする場合の留意点は？

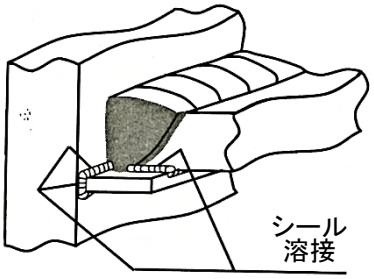
A.
JASS6では、溶融亜鉛めっきを施す柱梁接合部などの完全溶込み溶接部については、裏はつりをする両面溶接で、かつ、その溶接部両端には鋼製エンドタブを用いず溶接後に端部をはつり、回し溶接を行って施工することを規定しています。ただし、工事監理者の承認を受けることによって、裏当て金を用いた片面溶接で施工できるとされています。
裏当て金を用いる場合は、ぜい性破壊の起点とならないように左・中央下図に示す溶接不可の部分が規定されています。この状態で溶融亜鉛めっきを行うと、この溶接不可部分の隙間がめっきされないため、さび汁が出る不具合が生じることになります。(右下写真参照)
従って、やむを得ず裏当て金を用いた完全溶込み溶接部のディテールを採用する場合は、右下図に示すように裏当て金に母材を全線隅肉溶接(シール溶接)する必要があります。ただし、ぜい性破壊の起点にならないか、工事監理者と協議して、承認を得ることが必要です。



裏当て金・鋼製エンドタブの組立て溶接要領



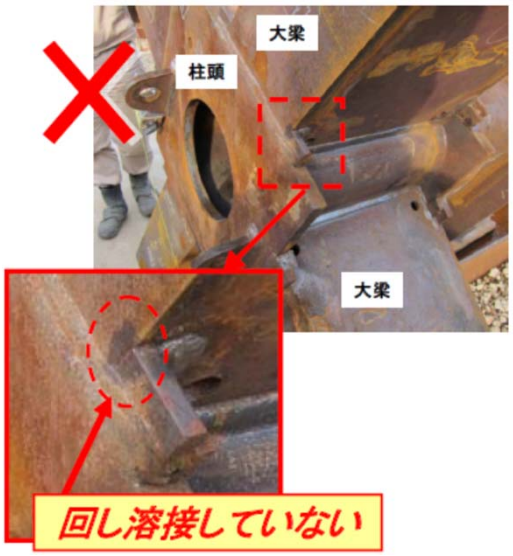
溶接端部に固形エンドタブを使用した場合に発生するすき間



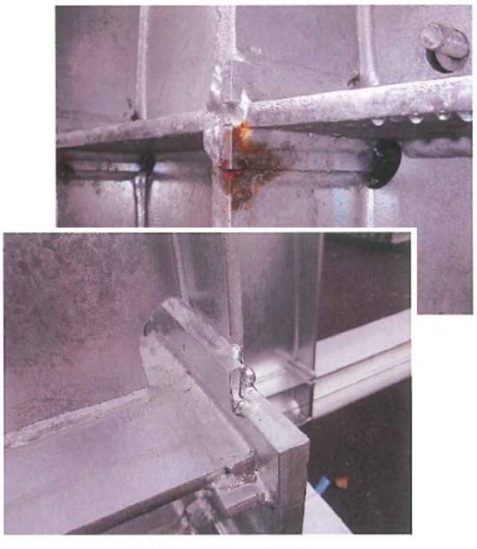
溶接方向が変化するため溶接外観不良が生じないように注意して施工する

さび汁防止シール溶接要領図

JASS6で規定されている溶接不可部分



裏当て金のすき間


裏当て(めっき後)

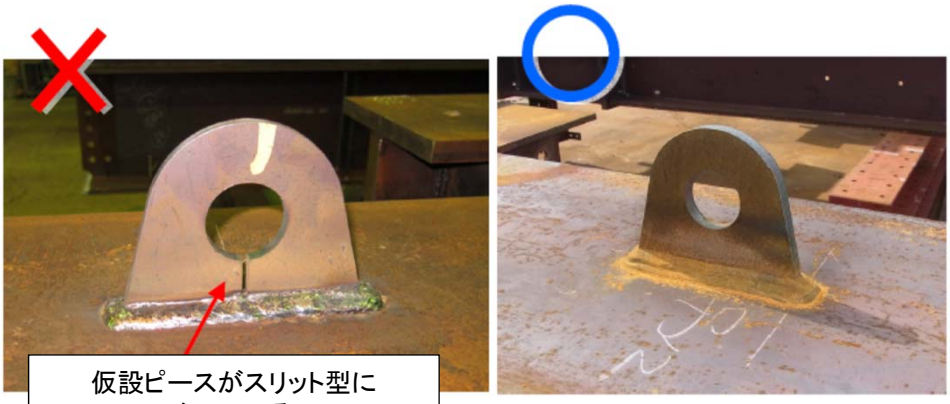
裏当て金の回し溶接忘れ(上写真)と全線隅肉溶接(下写真)

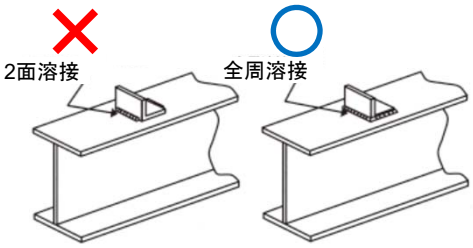
出典:(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	仮設ピース	制定	2016年7月1日
			改訂	2019年4月1日

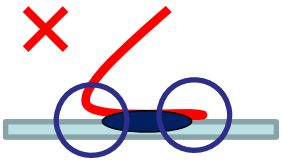
Q. 仮設ピースが取付いた部材を溶融亜鉛めっきする際の留意点は？

A.
仮設ピースや取付ける溶接部に隙間があると隙間部分がめっきされずに、さびが発生する可能性があります。隙間のない仮設ピースを使用し、溶接端部は隙間のないように回し溶接をする必要があります。
例えば次のようなピースに留意しましょう。





ピース類の溶接

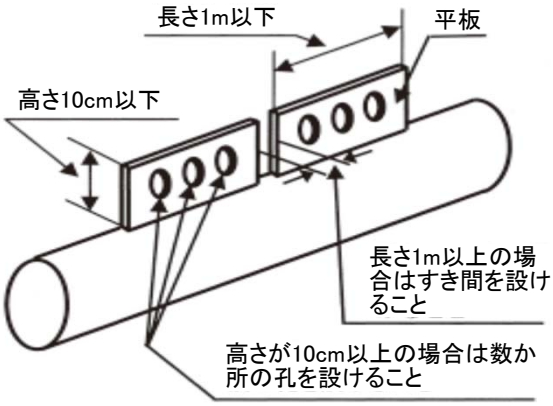


通常のネットフックでは、
回し溶接がしにくい

通常の吊りピースのようにスリット型になったものは使用しません。また、丸鋼を曲げたネットフックは曲げ部に割れが発生したり回し溶接がしにくいため、写真のようなプレート型のものを使用するとよいでしょう。
曲げ加工品は溶融亜鉛めっき後に大きく変形する場合があるので、事前にめっきし変形がないことを確認する必要があります。また、仕上げ部材取付けガセットや屋根の母屋受けのように長い部材は長さを1m以下となるようにし、高さも10cm以下とすることが望ましいです。



ネットフックの例



ガセットプレートの取付け要領

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき抜き孔の形状	制定	2016年7月1日
			改訂	2019年4月1日

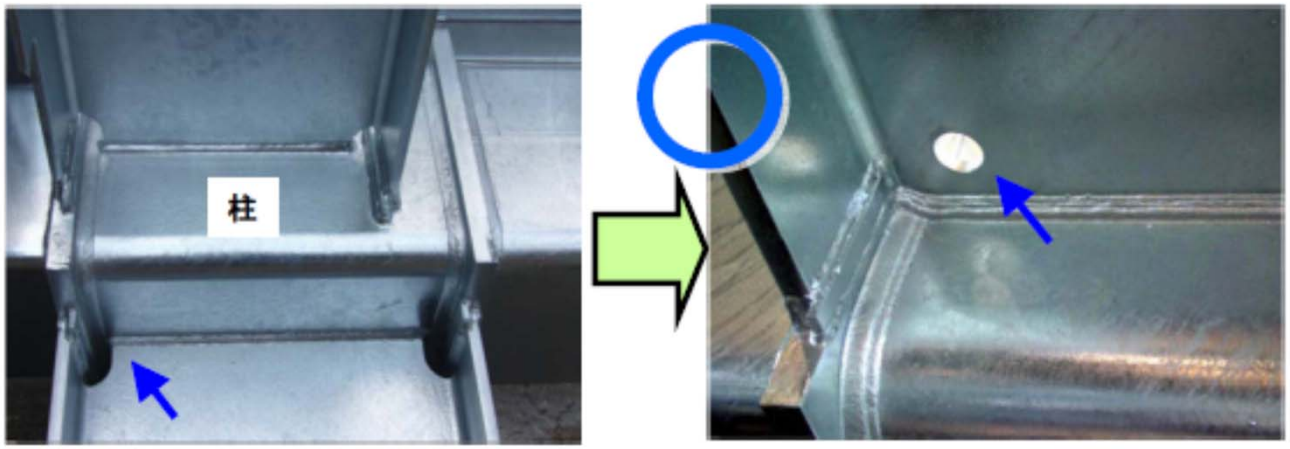
Q. めっき構造物のめっき抜き孔※は、どのような形状が良いか？

A.
鉄骨工事技術指針・工場製作編では、リブ・スチフナなどに設けるめっき抜き孔として、円形孔が規定されています。大梁に取付く小梁のガセットプレートやリブプレートのようにH形鋼の両面に連続して溶接される部材では、写真のようにめっき溜まりやたれが生じやすくなるため、スカラップ形状が望ましいと思われます。ただし、大梁などでフランジ板厚が厚く、ガセットプレートやリブプレートなど板厚が薄い場合は、板厚差によるめっき割れが発生する可能性があります。その対策として、ガセットプレートやリブプレートなど板厚を厚くすることが望まれます。（本Q&A A-7-20 参照）





ただし、柱梁接合部のような地震時に大きな荷重を受ける部位は、載荷試験の結果からスカラップ形状ではなく、ノンスカラップ形状で円形孔にします。

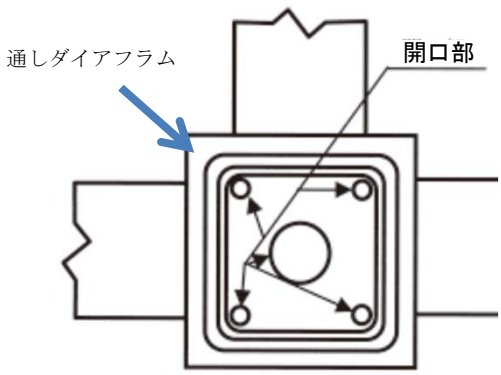


※ めっき抜き孔 ： 溶融亜鉛・空気流出入用の孔を指す

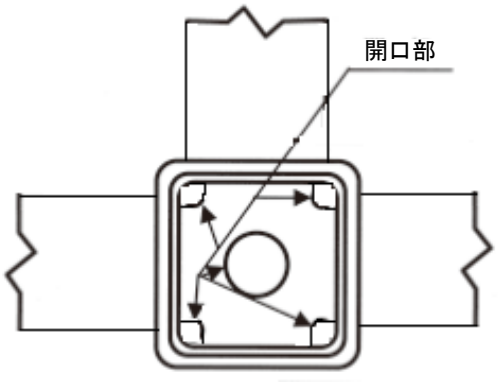
鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	ダイアフラムの孔	制定	2016年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 構造用鋼管を溶融亜鉛めっきする場合、ダイアフラムにはどんな孔が必要か？

A.
冷間成形角形鋼管のような閉鎖されている断面における通しダイアフラムに必要な孔の大きさは、JIS H 8641の解説では断面積の25%以上、鉄骨工事技術指針では1/3以上が必要としています。この孔が小さい場合には、空気の抜けや亜鉛の流出が容易にできないために「不めっき」や「めっき溜まり」の外観不良が発生します。また、めっきの浸漬速度が遅い（沈みにくい）および引き上げ速度が遅い（上げにくい）ために「歪み」や「やけ」の現象が発生しやすくなります。
構造設計図に示されている開口で不足する場合は、4者間（設計者、施工者、鉄骨製作会社、めっき会社）と協議して開口の大きさを決めます。このような場合、取付く梁フランジからの応力の処理のため、構造的に板厚をアップしないといけない場合が生じるので、注意が必要です。
また、下図のように通しダイアフラムの場合は四隅の開口を円形孔としますが、内ダイアフラムの場合は、角部に溶接しないようにスカラップ形状とすることが望ましいです。



通しダイアフラム形式



内ダイアフラム形式

特にトッププレートでスラブがない場合は、塞ぎプレートを溶接する必要がありますので、トッププレートは不めっき処理とします。スラブがある場合は、必ずしも不めっきとする必要はなく、めっき後に簡易的な孔を塞ぐ処理をすればよいと考えます。

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	冷間成形角形鋼管	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 冷間成形角形鋼管を溶融亜鉛めっきする場合の注意点は？

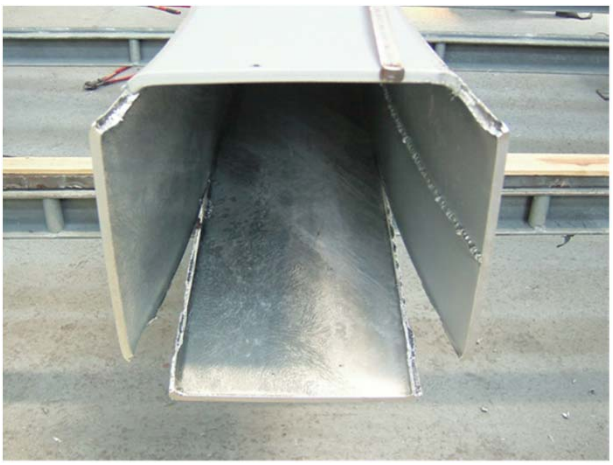
A.
冷間成形角形鋼管を溶融亜鉛めっきした場合には、角部内面割れが発生する可能性があります。原因についての発生メカニズムは完全には解明されていませんが、以下の要因が過去の事例や、実験から明らかになっています。

・鋼材に関する要因
製造履歴、特に熱制御の有無に影響される化学成分、機械的性質、結晶組織、結晶粒度、結晶形状

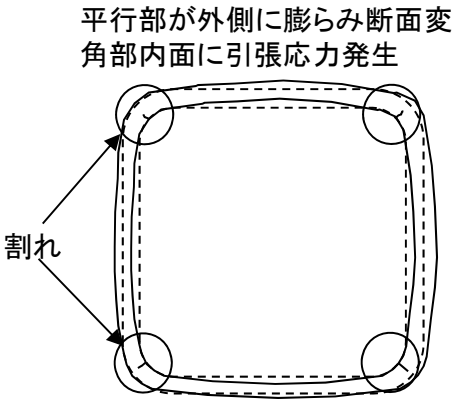
・曲げ加工に関する要因
角部曲げ半径（告示第2464号では外側曲げ半径10t以上であるが、冷間成形角形鋼管では角部の曲げ半径は2.5t～3.5t）と小さいため、角部内面の圧縮塑性ひずみによる結晶形状の変形、引張残留応力

・めっき施工に関する要因
めっき前の酸洗処理に影響される水素吸蔵量、めっき浸漬条件に影響される発生熱応力、部材の形状と組合せ部品の板厚差に影響される発生熱応力

つまり、熱応力、溶接部の残留応力および冷間成形による残留応力により、角部内面に割れが発生することがあります。傾向として、ダイアフラムやベースプレートと溶接接合した部分は割れにくく、現場溶接部のように素管を切断しただけの形状の場合に角部内側の残留応力が引張となる部分にめっき割れが発生しやすくなります。



角形鋼管のめっき割れ事例

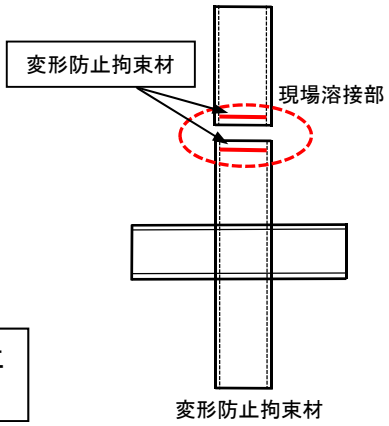


角形鋼管の割れ発生位置と断面変形想定図

対策としては、鋼管角部に不めっき処理を施す、または変形防止拘束材を取り付けることが内面割れ防止に効果があることが報告されています。



角形鋼管の平部および角部内面に不めっき処理をした例



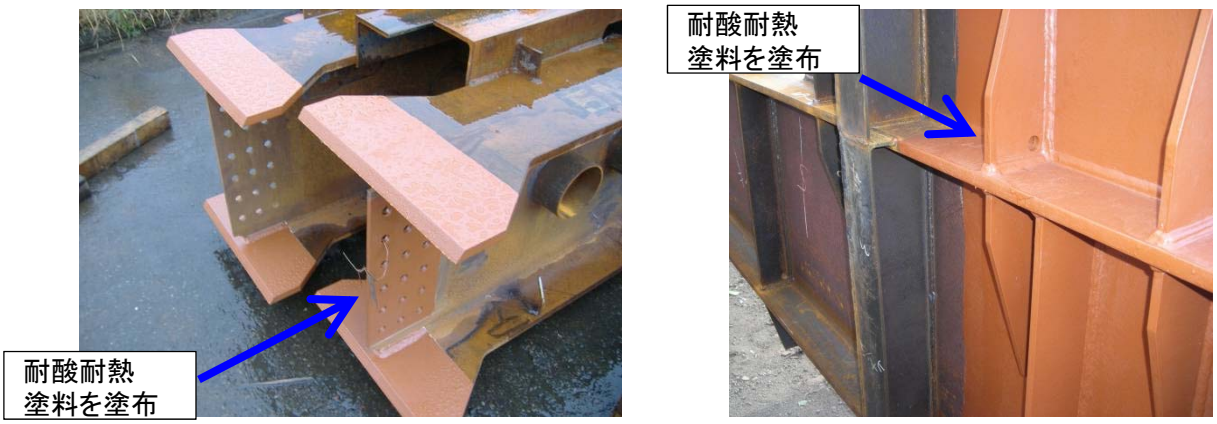
出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018
（一社）溶接学会_建築鉄骨における溶融亜鉛めっき割れの発生とその防止法、2007

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	不めっき処理	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

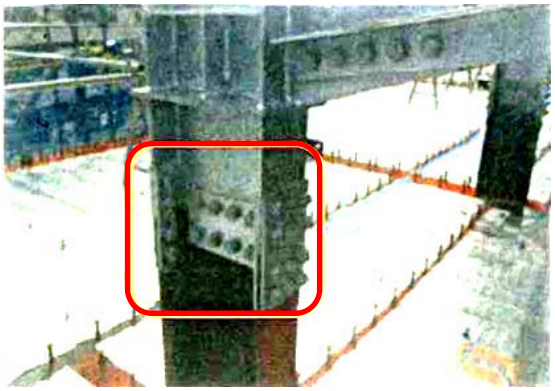
Q. 不めっき処理が必要な部位と、その方法は？

A.
不めっき処理が必要な部位を以下に示します。
①めっき後に溶接する接合部
これは、亜鉛蒸発による溶接施工上の障害を排除し、溶接熱による亜鉛層の損傷を回避するために行います。
②高力ボルト接合部（溶融亜鉛めっき高力ボルト接合部を除く部位）

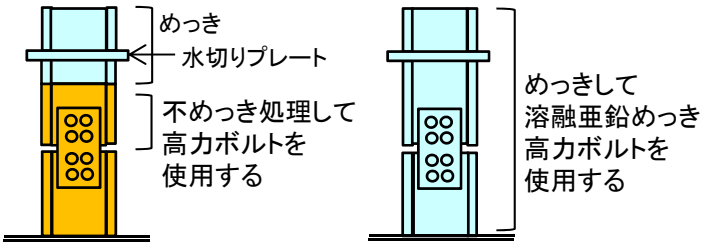
不めっき処理方法を以下に示します。
①エポキシ樹脂塗料などの耐熱耐酸塗料を塗布する方法（メーカー指定の膜厚と乾燥時間を確保することが重要）
②マスキングテープ（耐酸シールテープ）を貼付する方法
めっき浸漬時間が長い場合は、いずれの場合でも不めっきが不完全となることがあるので、事前にめっき会社との協議が必要です。
また、耐酸耐熱塗料による不めっき処理は塗布後充分な乾燥時間を必要としますので、めっき工場に搬入される前に塗料を設計者、施工者、鉄骨製作会社と協議の上、塗布しておきます。
めっき後の不めっき処理部が不完全な場合は、残存塗料や付着亜鉛を完全に除去する必要がありますので、不めっき処理範囲を少なくするほうがよいです。



耐酸耐熱塗料の塗布例



高力ボルト接合部の不具合事例



高力ボルト接合部の正しい事例

不めっき処理は少ない方がよい。溶融亜鉛めっき高力ボルトを使用しているので、接合部付近はめっきをしておく必要があった。
（この場合は上図の右側とすべきであった）

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	溶接	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

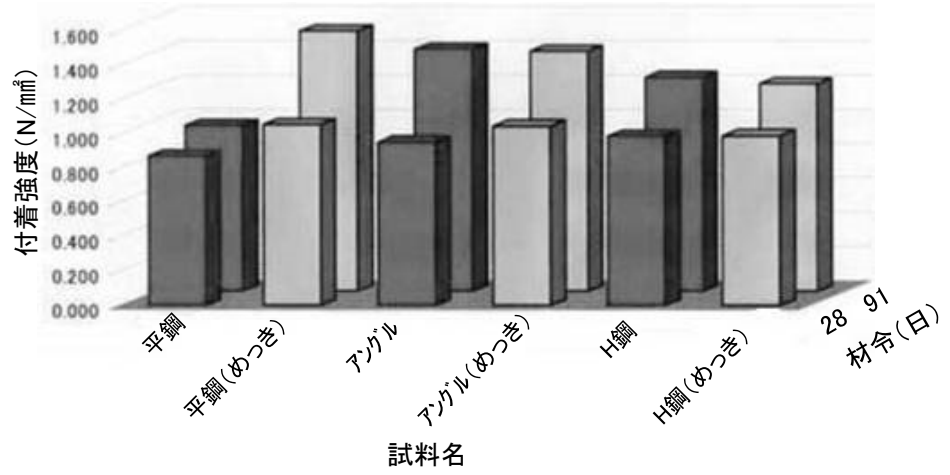
Q. 溶融亜鉛めっきした鋼材を溶接する場合、そのまま溶接することは可能か？

A.
原則として、溶融亜鉛めっき上に溶接することはできません。溶融亜鉛めっきされた鋼材の溶接時には亜鉛の融解、蒸発現象が伴います。この亜鉛蒸気によりブローホールが発生しますので、溶接金属の引張強度等の機械的性質が劣化し、健全な溶接部を得る事が難しくなると共に、溶融亜鉛めっき皮膜も損傷を受けて、耐食性が著しく低下します。また、その時発生する亜鉛蒸気は空気中の酸素により微細な酸化亜鉛となり、有害な多量の白煙を発生しますので対策が必要です。
やむを得ず溶接する場合は、まず溶接部近傍の亜鉛をグラインダで除去する必要があります。鉄の地肌まで達したかは、グラインダ切削時の火花で判断できます。
溶融亜鉛めっき用の溶接材料は販売されています。建築鉄骨で使用されるHDZ55（付着量550g/㎡以上）のように溶融亜鉛めっき量が多い上、除去せずにそのまま溶接する場合には、試験的に溶接して溶接性や欠陥発生の有無、溶接部の性能（強度）を事前確認しておく必要があります。

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	コンクリート付着性	制定	2016年6月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 屋上工作物の根巻き部分も溶融亜鉛めっきをしても問題はないか？

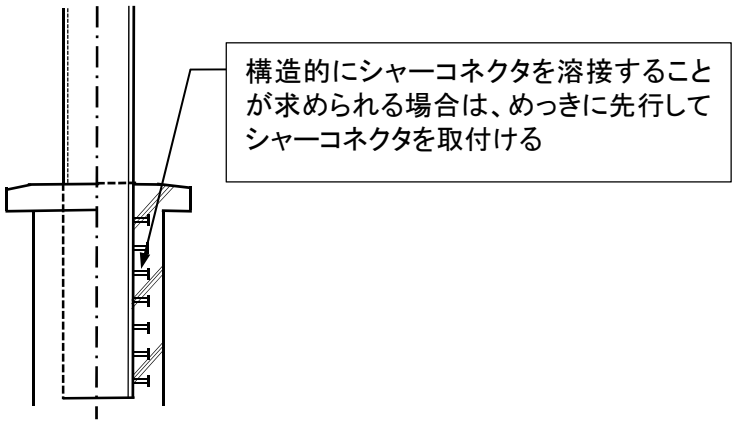
A.
根巻き部分の鉄骨に関して溶融亜鉛めっきを行う際に考えられる問題としては、コンクリートとの付着性が挙げられますが、本Q＆A集のA-7-11で示されている通りコンクリート中に発生する腐食生成物のコンクリートへの拡散により、溶融亜鉛めっきとコンクリートとの付着性には問題がなく、むしろ良いことが研究報告されています。
溶融亜鉛めっき鋼材とコンクリートの付着性能に関して、『鉛と亜鉛』誌（日本鉱業協会発行：2003年1月号）に鋼材とコンクリートの付着強度に関する研究報告があり、溶融亜鉛めっき鋼材の方が付着強度が高いという報告がなされています。



試料名と付着強度の棒グラフ

また構造的に付着力に類する応力伝達を期待する場合は、頭付きスタッドなどのシャーコネクタを配置することが一般的であり、シャーコネクタを配置しない場合は根巻き頂部における支圧力によって応力伝達を期待している場合が殆どです。
一方、根巻き部分の鉄骨に不めっき処理を行い、溶融亜鉛めっきを行うことは可能ですが、不めっき範囲が広い場合は溶融亜鉛めっき後のめっきの除去に手間がかかります。

構造性能的には問題がないので、溶接接合部を除く範囲は溶融亜鉛めっきを行った方が、耐久性・施工性が良いと考えられます。また、シャーコネクタが取りつく場合はシャーコネクタを先行して溶接した後にめっきを行っても問題は発生しません。



出典：一般社団法人日本溶融亜鉛鍍金協会ホームページ「めっきFAQ」

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	コンクリート耐食性	制定	2016年6月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 溶融亜鉛めっき鋼材をコンクリートに埋め込んでも問題無いか？

A.
溶融亜鉛めっきされた鋼材は、コンクリート中でも防食性を発揮します。
打設直後のコンクリート中のカルシウムを多く含む強アルカリ環境中では一旦溶融亜鉛めっきの表面は溶解しますが、カルシウムと反応して溶融亜鉛めっき表面に安定な保護性被膜（CaHZn ：カルシウムヒドロキシジンケート）が生成することでアルカリ環境でもほとんど溶解しなくなり、下地の亜鉛皮膜を保護します。また、この生成物は微細な粉状の物質で、‘コンクリート／鉄界面’での細孔空間が埋められて、塩化物の様な腐食性の高い物質の侵入を防ぐために防食性が高く、良好な密着性が保持されていると言われています。
近年、コンクリートの中性化による鉄筋の腐食が問題になっていますが、この中性化した場合にも溶融亜鉛めっきした鉄筋は高い防食効果が期待されます。
また、海外では上記の内容が古くから研究されており、オペラハウス（オーストラリア）やベニカルロ魚市場（スペイン）、タッパンジー橋（アメリカ）等、多くの建築物でコンクリート中に溶融亜鉛めっき鉄筋が使用されています。

亜鉛めっき鉄筋の特徴

コンクリート埋設	黒鉄筋	亜鉛めっき鉄筋
初期 （アルカリ環境）	・鉄筋表面に不動態皮膜を形成し、さびない	めっき表面に難溶性の生成物を形成し、防食性を発揮する
中期 （中性化）	・コンクリートの微細な空隙から水分が侵入 ・さびが発生	・コンクリートの微細な空隙から水分が侵入 ・亜鉛めっきの高い防食効果を発揮する
後期 （腐食性物質の侵入）	・鉄さび（赤さび）が多く発生 ・粒子が粗大なため、コンクリートを押し上げ、コンクリートに大きな割れが発生する	・亜鉛めっきの高い防食性を発揮 ・白さびが発生しても、粒子が微細であるため、コンクリートの空隙を埋めて、防食性を発揮。コンクリートが割れにくい

出典：国際亜鉛協会（IZA）「溶融亜鉛めっき鉄筋コンクリートへの投資」（2010）
（一財）日本鉱業協会 鉛亜鉛需要開発センター

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	異種金属接触腐食（電食）	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっき鋼材と他の金属部材を組合せて使用できるか？

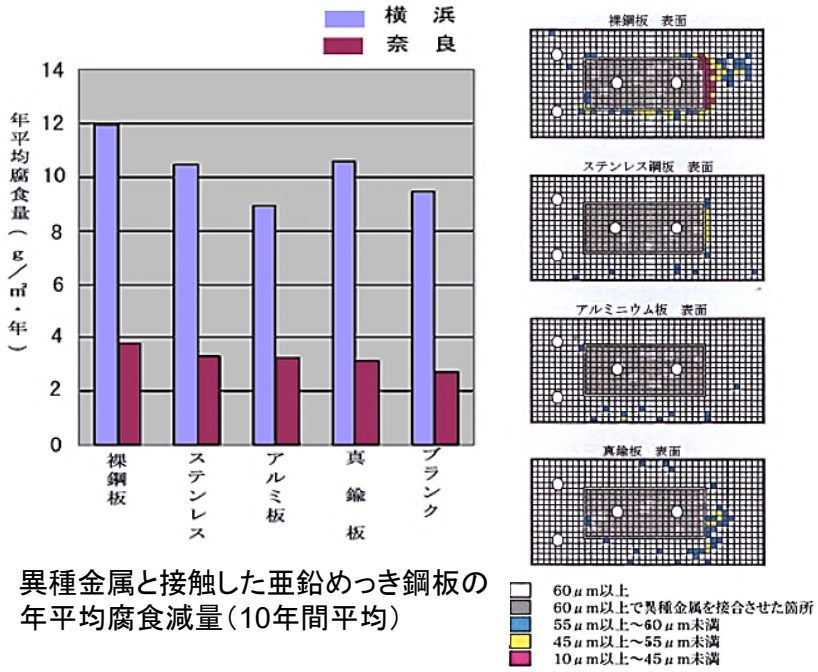
A.

溶融亜鉛めっき鋼材と他の金属を組み合わせて使用するときに最も懸念される問題は、イオン化傾向の違いにより生じる異種金属接触腐食（ガルバニック腐食）です。一般的にはこの現象を電食と呼んでいますが、JIS Z 0103 － 1996「防せい防食用語」で電食は、迷走電流腐食と同義語と定義されています。

溶融亜鉛めっき鋼材と異種金属接触腐食を起こす例として、裸鋼材やステンレス鋼材が挙げられます。溶融亜鉛めっき鋼材をステンレスボルトで締め付けると異種金属接触腐食による不具合が発生する可能性がありますので注意して下さい。また、アルミニウムや裸鋼板でも同様の不具合が発生する可能性があります。（一社）日本溶融亜鉛鍍金協会のホームページによる3年、5年及び10年間の試験結果（溶融亜鉛めっきの腐食減量）を次に示します。

暴露場所	異種金属の種類	各暴露期間の全腐食量 (g/m²)			年平均腐食量 (g/m²・年)
横浜	裸鋼板	27.7	57.4	119.1	11.9
	ステンレス鋼板	19.7	38.6	104.8	10.5
	アルミニウム板	20.5	34.8	89.8	9.0
	真鍮板	19.2	39.9	106.0	10.6
	ブランク	17.9	40.4	94.6	9.5
奈良	裸鋼板	12.5	19.8	38.0	3.8
	ステンレス鋼板	9.2	15.1	33.3	3.3
	アルミニウム板	9.6	14.8	32.5	3.3
	真鍮板	9.2	15.1	31.6	3.2
	ブランク	6.5	12.2	27.2	2.7

異種金属との接合による腐食減量
（3年目、5年目、10年目）



異種金属と接触した亜鉛めっき鋼板の
年平均腐食減量（10年間平均）

この試験によると、特に都市・工業地域（横浜）では異種金属と接触した境界部の溶融亜鉛の腐食が促進される傾向があり、田園地域（奈良）でもこの傾向は少ないながら生じています。

異種金属接触腐食には、次の対策が考えられます。

①同一材料を使う　② 塗装により絶縁する　③樹脂材料により絶縁する

鋼材に対する溶融亜鉛めっきには、亜鉛の皮膜によって鉄の表面を保護する保護皮膜作用の他に、万が一溶融亜鉛めっき表面に傷ができてしまった場合も、イオン化傾向の違いによる電気化学的な犠牲防食作用によって鉄を守るという効果があります。

異種金属接触腐食（bimetallic corrosion , galvanic corrosion）：
　異種金属が直接接続されて、両者間に電池が構成されたときに生じる腐食。
　ガルバニック腐食ともいう。
電食（stray current corrosion）：
　迷走電流腐食と同義語。
迷走電流腐食（stray current corrosion）：
　正規の回路以外のところを流れる電流によって生じる腐食。

出典：（一社）日本溶融亜鉛鍍金協会 ホームページ「めっきFAQ」

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっきの種類	制定	2016年6月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっき、金属溶射、高濃度亜鉛末塗装の特徴は？

A.
鉄骨造構造物では、防せい（錆）し耐候性を向上させるために、溶融亜鉛めっきを施します。
・溶融亜鉛めっきとは、高温で溶かした亜鉛に鋼材を浸し、表面に亜鉛皮膜（合金層）を形成する技術です。合金層を形成しているため密着性がよく剝れにくく、耐きず性も高く、溶融亜鉛めっきのさびを防ぐ保護被膜作用と鉄の腐食を防ぐ犠牲防食作用によりさびを防ぎます。
・金属溶射とは、鋼材より卑な電位の金属（亜鉛、アルミニウム、それらの合金など）を電気エネルギーまたは燃焼エネルギーによって溶融し、圧縮空気などで微細化して吹付けて被膜を形成させる表面被膜法です（防食溶射協同組合ホームページより）。適切な被膜を形成するにはブラスト等の素地調整が有効ですが、ブラストなしで粗面化処理をする工法もあります。
・高濃度亜鉛末塗装とは、乾燥塗膜中に亜鉛を95%以上含有する高濃度亜鉛末塗料を塗付することで、防せい（錆）効果を得る方法です。高温で加工処理しないことから、常温亜鉛めっきと呼ばれることがあります。ただし、耐久性の向上にはブラスト等の素地調整が重要です。

それぞれの特徴（優位性）の例を次の表に示します。

溶融亜鉛めっきと金属溶射及び高濃度亜鉛末塗料の比較

	溶融亜鉛めっき	金属溶射※	高濃度亜鉛末塗装※
工期	○	○	△
密着性	◎	△	△
耐食性	◎	○	△
耐きず性	◎	△	△
コスト	◎	△	○
現場施工性	—	△	○

※ 素地調整により異なる

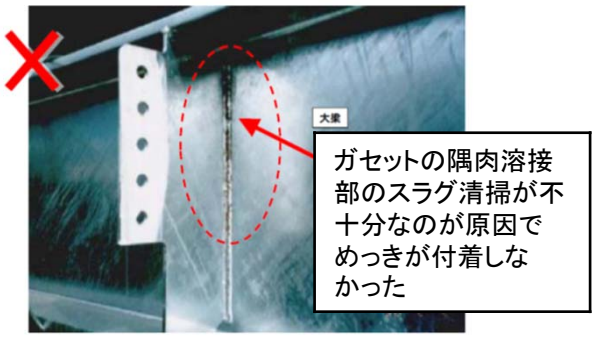
鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき前検査	制定	2016年6月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっき前の検査の留意点は？

A.
めっき前の検査では、JASS6の記述に加えて、次の点に留意が必要です。

・溶接部にピットや割れがないか、溶接部のスラグやスパッタの除去が行われているか確認します。不十分な場合はめっきが付着しない不具合が生じます。フラックス入りワイヤを使用するとスラグ除去が容易です。

・高力ボルト孔まわりにまくれやばりがないことを確認します。不十分な場合は、めっき後にたれが孔縁に生じて摩擦面が密着しない不具合が生じますので、製品検査時には十分な注意が必要です。



スラグ処理不良で不めっきとなった例



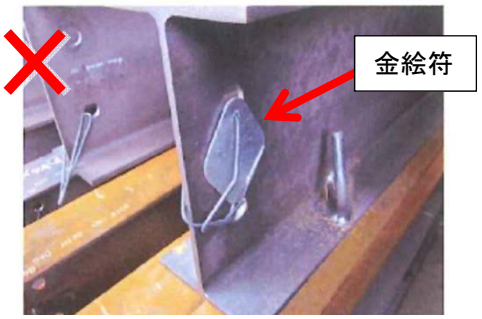
ボルト孔回りのバリ除去不良の例

・不めっき処理が図面通りの位置・範囲に、適切な方法で施工されていることを確認します。

・金絵符が短いと本体に付着するので、ねじりをつけて離しておきます。



不適切な不めっき事例



ねじりがなく、金絵符が本体に付着してしまう

・全周にわたり回し溶接が十分に行われているかを確認します。不十分な場合は不めっきが生じ、そこから錆が発生します。

・重ね合わせ部がある場合は、適正な面積範囲（200㎜×200㎜以下）で全周回し溶接されており、溶接前に内面の水分（スパッタ防止剤等）が残っていないことを確認します。全周回し溶接されていない場合は、隙間からさびが発生する不具合が発生し、また水分が内面に介在している場合は、製品が変形・破損してしまうおそれがあります。

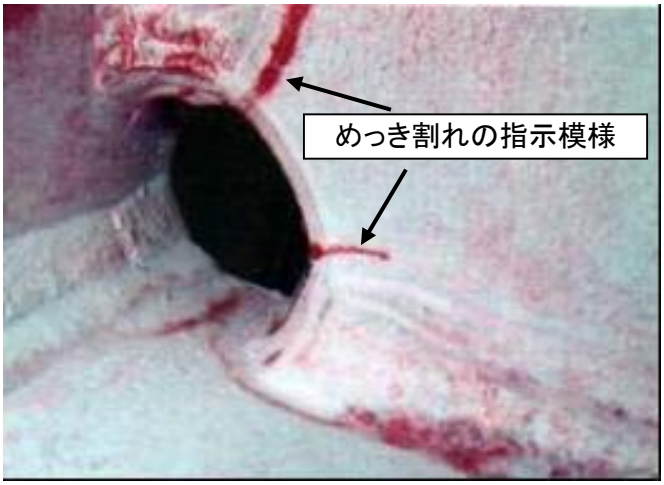
・溶融亜鉛・空気流出入用の孔が適正な位置に適正な形状・大きさで開けられていることを確認します。孔位置や大きさが適正でないと、不めっきや亜鉛だまり、製品変形の可能性があります。

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき割れ検査	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっき割れの検査方法は？

A.
写真に示すスカラップ周辺や応力集中が発生しやすい箇所に、めっき割れが発生する場合があります。基本は目視検査ですが、微細な割れは目視では発見できません。したがって構造的に重要な部材（例えば、柱・梁接合部等）に関しては鉄骨製作工場とあらかじめ協議しておき、浸透または磁粉探傷、超音波探傷などの非破壊検査方法でチェックをします。検査の場所は、めっき工場あるいは鉄骨製作工場となるので、それぞれ非破壊検査有資格者と検査機器を準備しておく必要があります。
めっき工場から直接現場へ発送する場合は、めっき工場で検査することになりますが、めっき工場には非破壊検査技術者が在籍していないことが多いので、その場合は鉄骨製作工場の技術者が行う必要があります。





浸透探傷によるめっき割れの検査例
（通常は、目視検査で十分です）

出典：（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018
（一社）日本鋼構造協会_建築用溶融亜鉛めっき構造物の手引き《改訂版》

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき後の検査・補修	制定	2016年6月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっき後の検査項目・方法と補修方法は？

A.
溶融亜鉛めっき後の検査については、JASS6により寸法精度検査・外観検査を行います。JASS6では、柱・梁の曲がり、ウェブの曲がりを対象としていますが、その他に、ひずみ(A-7-20)、ふくれ(A-7-22)やねじれも確認をする必要があります。
外観検査では、下記の項目がありますが、基本的に目視検査です。

・**不めっき**
局部的に溶融亜鉛めっき皮膜がなく、素材面の露出しているものをいいます。局部的な欠陥が点在する場合、ワイヤブラシで入念に素地調整を行った後、高濃度亜鉛末塗料（金属亜鉛末を90%以上含むもの）を2回以上塗布します。欠陥部が広範囲の場合は再めっきを検討しますが、再めっきは強度の低下やめっき割れなど、不具合が生じる可能性があるので基本的には不可と考えます。やむを得ず行なう場合には十分な注意が必要です。

・**きず**
めっき作業中、めっき用具と溶融亜鉛めっき表面とが接触したあとや、めっき後に別材料と接触したあとをいい、その発生位置、大きさ　及び深さにより有害性を判断し、有害と判断された場合は、上記不めっきと同様の処置をします。 なお、めっき後に別材料とぶつかったあとも同様の処置をします。

・**かすびき**
溶融亜鉛めっき表面に亜鉛酸化物又はフラックス残さが付着したものをいい、著しく付着している場合は、やすりまたはグラインダで平滑に仕上げます。

・**摩擦面のたれ**
摩擦面のたれはやすりまたはグラインダで除去するか、平たんに仕上げます。

・**不めっき処理部のめっき付着**
不めっき処理部にめっき付着がないか確認します。めっき付着があった場合は、やすりまたはグラインダで完全に除去します。

・**割れ**
残留応力の多い冷間成形角形鋼管の角部内側などやスカラップ周りやのように応力集中を受けやすい部位では、めっき割れが発生する場合があります。基本は目視検査ですが、超音波探傷、浸透探傷または磁粉探傷などの非破壊検査方法でチェックすることもあります。

・**めっき溜まり**（A.7-25の「めっき溜まり」を参照）
構造上ボルトが締められない問題のあるめっき溜まりがないかを確認します。

・**その他の外観**
やけ、白さび、汚れ等はめっきの耐食性に問題はありませんが、製品の使用上支障のある場合は、設計者、施工者、ファブ、めっき会社の4者間の協議により適切な処置を行う必要があります。

・**その他の検査**
付着量・密着性については、JIS H 8641に規定されていますが、特記がない限り省略しています。
付着量は膜厚計により確認でき、付着量550g/㎡では76μm以上の膜厚が必要となります。

上記については、
JASS6　9節溶融亜鉛めっき工法
　9.4　めっき部材の矯正、検査および補修
　　表9.2　検査項目と合否判定基準　表9.3　不適合箇所の補修方法
も参照して下さい。

出典：（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
　　（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018
　　（一社）日本鋼構造協会_建築用溶融亜鉛めっき構造物の手引き《改訂版》

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	白さび	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 溶融亜鉛めっき表面に、白墨の粉のようなものが付着していますが問題はないか？

A.
白墨の粉のようなものは、溶融亜鉛めっき表面が雨水等と接触して生じた白色状の亜鉛酸化物（白さび）ではないかと思われます。白さびによる溶融亜鉛めっき皮膜の消耗はわずかで、耐食性にほとんど影響はありません。
本来、亜鉛は鉄よりさびやすい金属ですが、溶融亜鉛めっきは大気に曝されると時間とともにめっき表面が徐々に酸化されて緻密な酸化亜鉛の皮膜を形成し、この緻密な酸化皮膜が水に難溶性で大気中では非常に安定な状態であるために高い防食効果を発揮します。
従って、めっき当初の光沢ある状態は化学的に活性で不安定な状態であり、光沢を失って上記の緻密な酸化皮膜が形成されることによって溶融亜鉛めっきは安定した状態となり、白さびが発生しにくくなります。
『白さび』が発生しやすい主な条件は下記のとおりです。
①溶融亜鉛めっき皮膜が活性な状態である。（銀色の光沢のある状態）
②空気中の酸素が供給されにくい。（水が溜まり乾燥しにくい等）
③水分が供給される。（雨水・結露・湿度が高い等）
④腐食物質が多い環境（海岸地帯、凍結防止剤の散布等）
白さびが発生しても上記のような発生環境から解放されると次第に消滅し、通常の溶融亜鉛めっきと同じ外観となります。






白さびの発生状況

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき光沢	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっき表面の光沢にばらつきがあるのはなぜか？また、耐食性の問題は無いか？

A.
溶融亜鉛めっき表面の光沢は主に下記の要因でばらつきが生じますが、いずれの場合も溶融亜鉛めっきの耐食性にはまったく問題ありません。

1）金属亜鉛の光沢の違い
めっきによるやけの現象が、被めっき材の材質などの違いで、つや消しや灰色等の状態となったものです。やけは鉄と亜鉛の合金層がめっき表面まで成長して生じますが、耐食性上は特に問題はありません。

2）光沢に青色や黄色などの色味がある
溶融亜鉛めっき層表面の酸化皮膜の状態によって生じます。青色は空気中の湿気と炭酸ガスにより、塩基性炭酸亜鉛の皮膜が青みを帯びます。また、めっき槽の温度が低いときには酸化皮膜の干渉色が黄色、青色などであらわれることがあります。

3）花模様があるもの
一般に「スパングル」と呼ばれている現象です。亜鉛が凝固する際、結晶の核発生の遅速から、大小様々の模様が形成されます。薄板をめっきした場合に多く見られます。

4）経年変化によるもの
溶融亜鉛めっき層表面は、大気中で使用していると亜鉛酸化物皮膜を形成します。溶融亜鉛めっきが優れた耐食性をもっているのは、この亜鉛酸化皮膜が下地を保護するからです。めっき直後の酸化皮膜は0.1μm以下と非常に薄いため光を透過し易くなり、下地の亜鉛の光沢があらわれます。しかし、時間の経過とともに次第に酸化皮膜が厚くなり、光を透過しなくなるため、光沢を失います。



やけを生じた部材



スパングル



経年変化による光沢が低下した部材



同一試験体の経年変化による光沢の低下

出典：（一社）日本溶融亜鉛鍍金協会 ホームページ

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき剥離	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

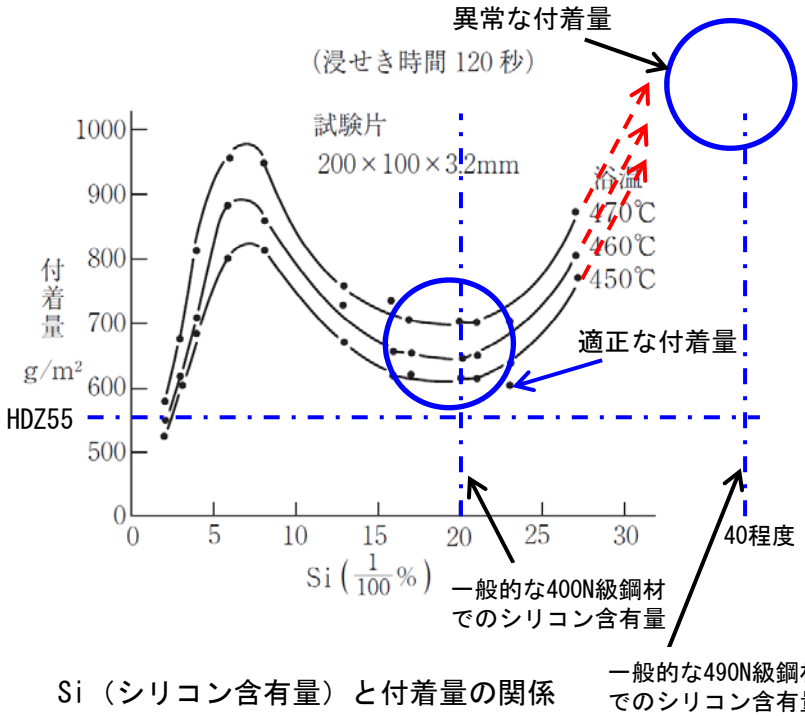
Q. 溶融亜鉛めっきの付着量が多いと剥離するか？

A.

・溶融亜鉛めっきは他のめっきや塗装に比べて鋼材との密着性が非常に良好な表面処理方法ですので、付着量が多くても自然に剥離することは有りません。但し、何かをぶつけるなど外部から過大な力をかけると剥離することがありますので、めっき製品の扱いには注意が必要です。

・付着量について

極端に付着量が多くなると加工時に亀裂が入る恐れがあると言われています。
一般に付着量が変動する主な要因としては、鋼材の成分および板厚が挙げられます。
鋼材成分としては、特にケイ素の影響（下図の「Si（シリコン含有量）と付着量の関係」）が大きく、ケイ素の含有量により合金反応が活性化し、やけが発生したり付着量が大きくなります。
JIS H 8641-2007「溶融亜鉛めっき」の解説によりますと、含有量が0.02%以下なら問題なく、0.16～0.23%の範囲でもやや抑制されるとあります。他、りん含有量も影響してきますので、詳しくは、JIS H 8641-2007の解説または各めっき会社に確認して下さい。
また、板厚の大きい鋼材はめっき槽に浸漬する時間が長くなり、亜鉛の付着量が大きくなる傾向にありますが、一般的な鋼材では特に対策を取る必要はありません。
ただし、鉄骨製作時に頻繁に亀裂が発生したり、やけがひどく対策を取らざるを得ない場合は、早めに鋼材メーカーと協議する必要が有ります。鋼材メーカーで対応が出来ない場合やあまりにコストがかかる場合は、溶融亜鉛めっき仕様を塗装や溶射に変更するように設計者・工事監理者と相談する必要があります。



Si（シリコン含有量）と付着量の関係



部材角部の
めっき剥がれの例

出典：鉛亜鉛需要開発センター 技術資料「溶融亜鉛めっきに対する鋼材の化学成分の影響」

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	ひずみの原因と対策	制定	2016年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっきすると製品にひずみが発生したがなぜか？

A.
溶融亜鉛めっきは、約440℃以上の溶融亜鉛に製品を浸漬することにより施工されます。この熱により、主に下記の原因でひずみが発生します。同様の原因で割れを生じることもあります。
①溶接や冷間加工による残留応力の解放によるもの
②めっき槽へ浸漬時や冷却時の製品間の温度差による熱膨張速度の違いによるもの
③製品の板厚差による昇温速度の差から発生する熱膨張速度の違いによるもの



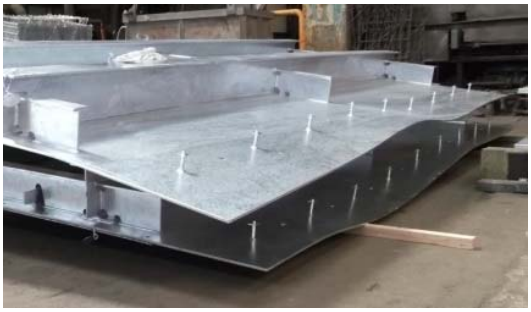
部材の曲がりが生じた例



上部片側にだけ部材を溶接したため
曲がりが生じた例

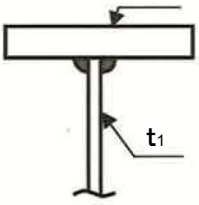


断面が細長い梁で曲がりが生じた例



板厚が薄く長尺なため波打ちが
生じてしまった例

主な対策としては、次のものが考えられます。
①めっき前の加工は熱間で行う。
②溶接個所はできるだけ少なく、左右対称に溶接する。
③板厚が薄いと波状の変形が生じる恐れがあるので、ある程度の厚さを確保する。
④板厚差の大きい構造にしない。(2倍以内を目安)
⑤左右対称の構造にする。
⑥やむなくひずみやすい製品は、補強材を入れて拘束する。



t1	t2 限界値	t1	t2 限界値	t1	t2 限界値
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	50	100
11	26	20	45		

t1,t2は図に示す板厚である。t2が上表の限界値を超える場合は、変形、割れの防止対策を検討する必要がある。

ひずみの心配な製品がある場合は、事前に4者間(設計者、施工者、鉄骨製作会社、めっき会社)で協議することを推奨します。

出典:(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	ふくれ	制定	2016年7月1日
			改訂	

Q. 重ね合わせの溶接構造でめっきすると変形したがなぜか？

A.
溶融亜鉛めっき加工は約440℃以上の条件でめっきします。このため、重ね合わせ部を溶融亜鉛めっきした場合、もし隙間に水分が混入していますと、一気に約3,300倍以上に膨張する力がかかるために製品が膨れたり、破断したりします。また、溶融亜鉛めっき槽内で大きな爆発が発生し、人身事故等重大事故が発生する危険性もあります。
また、この現象を防ぐために重ね合わせ部に、空気抜き孔や溶接に隙間をあける処置をとられることもありますが、その隙間から酸洗い時に侵入した水分の水蒸気が噴き出して周辺が不めっきになったり、重ね合わせ内部はめっきされないために、後に隙間に水分が入って腐食され、さびが染み出てきて製品を汚したりします。
このため、重ね合わせの構造はできるだけ避けてボルト留め等を検討するようにします。やむを得ず重ね合わせの構造にする場合は、重ね合わせ部の面積はできるだけ小さく（200㎜x200㎜ 以下）し、中に水分や油等が無いことが重要です。最近ではスパッタ防止剤で濡れたままの状態で溶接されて爆発するケースもあり注意が必要です。

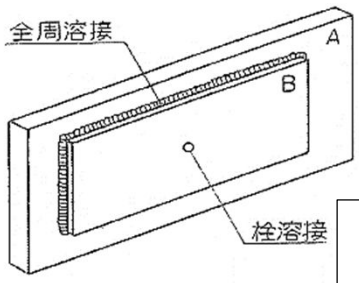


**全周溶接した階段踊り場が
めっき膨れした例**



水分のためにめっき膨れした例

重ね合わせ部が大きい場合は、200㎜x200㎜を超えるごとに下図のような栓溶接をするなどの対策が必要になります。



**B板に孔をあけ、A板と
栓溶接して孔を埋め、
溶接面を平滑に仕上げる**

栓溶接の方法（JIS H 8641の解説より）

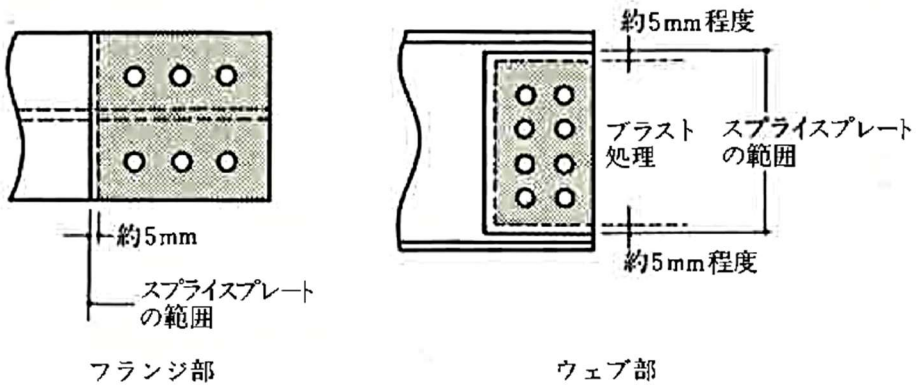
※ めっき抜き孔：溶融亜鉛･空気流出入用の孔を指す

出典：JIS H 8641「溶融亜鉛めっき」、2007

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	溶融亜鉛めっき 高力ボルト	制定	2016年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶融亜鉛めっき高力ボルトの摩擦面の処理は？

A.
溶融亜鉛めっきの摩擦面の処理としては、以下の方法があります。
(1)ブラスト処理
鉄素地の露出や溶融亜鉛めっきが剥離しないように軽くブラスト処理を施し、表面粗度を50μmRz以上とする。めっき面の金属亜鉛の光沢が一様にくもったような状態になる程度を目標とします。
表面粗度の確認は、一般認定取得メーカーにより確認された摩擦面表面粗度標準試験片にて検査をしますが、簡易粗さ計を使用して確認することも可能です。



部材（母材）側ブラスト処理の範囲例
（添接板が接合する面は、全面ブラストとする）



ブラスト処理した摩擦面を
簡易粗さ計で粗さを測定

(2)りん酸塩処理(A-7-23 りん酸塩処理 参照)
りん酸塩処理液を摩擦面に塗布し、表面粗度標準試験片と照合します。

(3)その他特別な処理
その他の特別な処理を施す場合は、その方法を特記する。この場合、すべり係数試験(1),(2)以外を実施します。

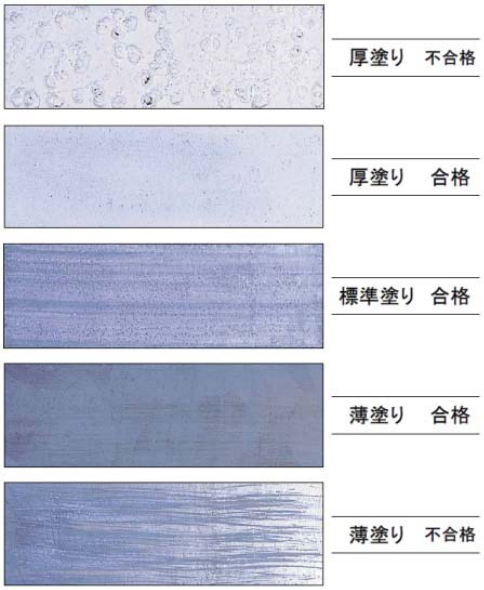
出典：(一社)日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	りん酸塩処理	制定	2016年7月1日
			改訂	2019年4月1日

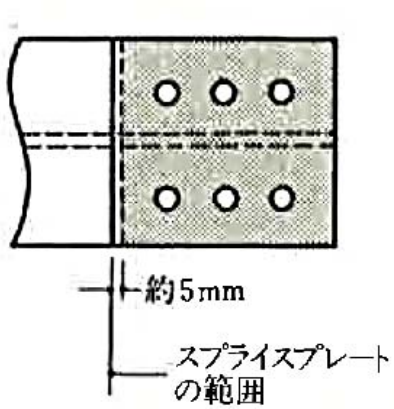
Q. 溶融亜鉛めっき鉄骨の摩擦面にりん酸塩処理を行う場合の留意点は？

A.
摩擦面にりん酸塩処理※をする場合、留意すべき点は以下のようになります。
・摩擦接合面のたれなど突起物を除く。
・処理液と摩擦面との反応を阻害する油や汚れを除く。
・外気温が氷点下の場合、処理面を加熱し、氷結水などを乾燥させると同時に、処理液も10℃以上に加熱する。
・塗布法の場合、刷毛で均一に塗布し、必要以上に厚く塗らない。
（各りん酸塩処理液メーカーのホームページ参照のこと。）
・降雨時や降雪時に野外でのりん酸塩処理は行わない。
・刷毛などで塗布したものと浸せきで処理したものの組合せを認めるが、異なる処理剤での摩擦面の組合せとなってはならない。
・めっき面のアクリル樹脂系クリヤー（白さび防止処理剤）などは、りん酸塩処理する前までに溶剤などを用いて除去しておく。
・りん酸塩処理の範囲はブラスト処理の場合と同様、下図に示す通りとする。

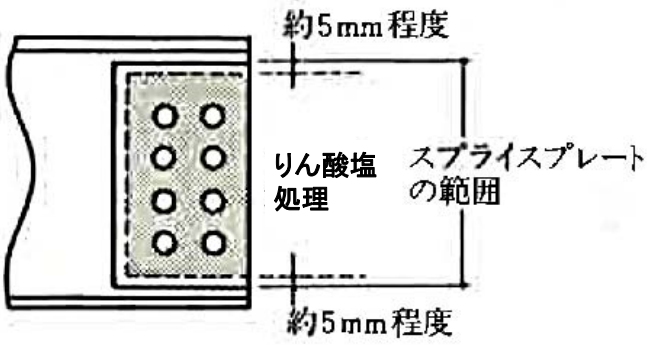
※りん酸塩というのは、りん酸と金属との反応生成物を表し、その金属が亜鉛の場合に反応生成物はりん酸亜鉛となります。
厳密には「りん酸亜鉛処理法」といいますが、通称として「りん酸塩処理法」と呼ばれています。



限度見本の例（メーカーのHPより）



フランジ部



ウェブ部

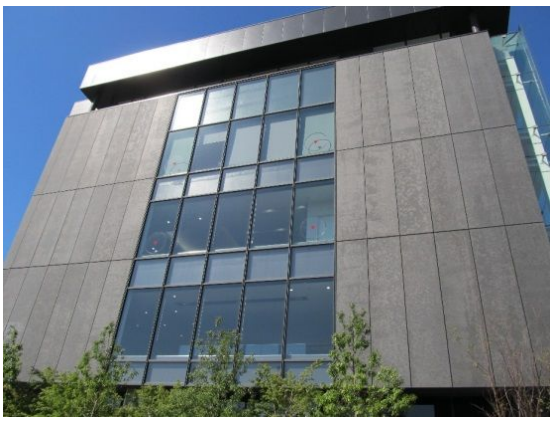
部材（母材）側　りん酸塩処理の範囲例
（スプライスプレートの接合する面は
全面りん酸塩処理とする）

出典：（一社）日本建築学会_高力ボルト接合設計施工ガイドブック、2016
（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
溶融亜鉛めっき高力ボルト技術協会 溶融亜鉛めっき高力ボルト接合設計施工指針、2010

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	低光沢処理	制定	2016年7月1日
			改訂	

Q. 溶融亜鉛めっき初期の金属光沢をなくすことは可能か？

A.
溶融亜鉛めっき後に表面に化成処理を施し、めっき表面に低光沢の皮膜を形成することで、光沢を抑えることができます。この主な方法として「りん酸亜鉛処理」があります。
溶融亜鉛めっき初期の金属光沢は、周りの環境と調和しない場合や近隣の住民から眩しいと苦情がでる場合があり、この処理をすることで光沢を抑え、灰色の落ち着いた外観となります。また、将来的にも光沢のある外観となることはありません。
溶融亜鉛めっき層への影響はごくわずかで、溶融亜鉛めっきとしての防食効果は低下しません。
ただし、このりん酸亜鉛処理は、処理槽に浸漬する必要があるので、処理が可能なサイズや重量を事前に4者間（設計者、施工者、鉄骨製作会社、めっき会社）で協議することを推奨します。



りん酸亜鉛処理施工例 1



りん酸亜鉛処理施工例 2



りん酸亜鉛処理施工例 3

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき溜まり	制定	2016年7月1日
			改訂	2019年4月1日

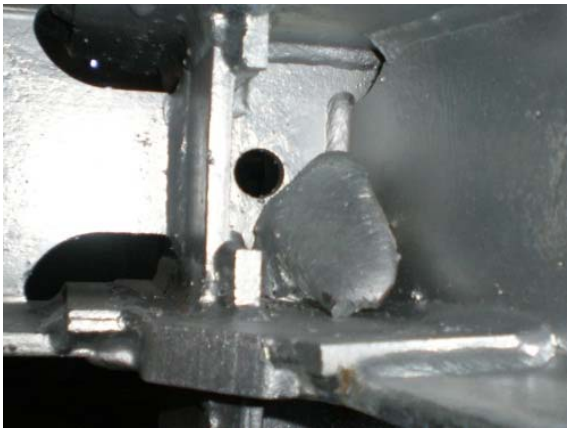
Q. めっき溜まりが生じた場合の処理方法は？

A.
めっき溜まりと呼ばれる現象には、「亜鉛溜まり」と「亜鉛塊の付着」の二種類がありますが、ここでは、亜鉛溜まりについて解説します。

亜鉛溜まりの主な原因はめっき抜き孔※の位置や大きさが不適切であるために、溶融亜鉛の流れが悪いことが挙げられ、特に閉鎖型断面や袋状構造部位は生じやすく注意が必要です。
めっき溜まりは、めっきが過剰に厚く付着した状態であるので、耐食性や密着性には問題ありません。しかし、ボルト留め部や外観等の使用上問題がある場合は、グラインダ等で削るか、再めっきする必要があります。
再めっきを防止するためにも、事前に4者間（設計者、施工者、鉄骨製作会社、めっき会社）で協議して、対策をとる必要があります。



亜鉛溜まり



亜鉛塊の付着

※ めっき抜き孔 ： 溶融亜鉛・空気流出入用の孔を指す

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	摩擦面処理	制定	2021年5月1日
			改訂	

Q. 高力ボルト接合の摩擦面処理にりん酸塩処理を採用する場合の管理方法は？

A.
JASS6（2018年版）に摩擦面処理方法としてブラスト処理の他、りん酸塩処理が追記されました。りん酸塩処理の具体的管理方法は処理剤メーカーのホームページなどを参照して下さい。施工者としては、まずそれらの内容が鉄骨製作要領書に記載されていることを確認する必要が有ります。また、処理後の摩擦面は、鉄骨製作工場が作成して溶融亜鉛めっき高力ボルトメーカーがその内容を確認し適切であることを証明した標準試験片と、対比して目視で行うことになります。
　下図にりん酸塩処理の場合の施工管理フローと、ボルトメーカーが標準試験片に貼付するシールを示します。

一般認定取得ボルトメーカー

・すべり試験実施
　すべり試験成績書作成
　すべり試験成績書1部保管

・標準試験片確認・写真撮影
　標準試験片証明書作成
　標準試験片1体保管
　標準試験片証明書1部保管

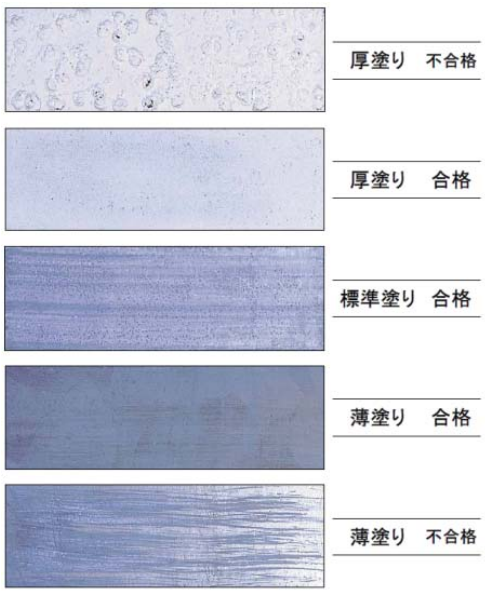
・すべり試験体3体
・りん酸塩処理を行った
　標準試験片2体

・すべり試験成績書1部
・シールを貼付した標準
　試験片1体
・標準試験片証明書1部

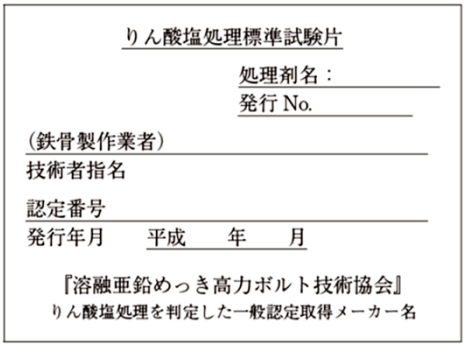
鉄骨製作業者（製作工場）
りん酸塩による摩擦面処理
　標準施工要領
　摩擦面自主検査

施工者
・鉄骨製作要領書確認
・取り合い部検査
　摩擦面目視検査にて
　標準試験片と対比する

右の写真は、りん酸塩処理剤メーカーのホームページから転載した限度見本の例ですので、参考にして下さい。
Q&A　A-7-23「りん酸塩処理」にも掲載されています。



限度見本の例（メーカーのHPより）


りん酸塩処理標準試験片
処理剤名：
発行 No.
（鉄骨製作業者）
技術者指名
認定番号
発行年月　平成　年　月
『溶融亜鉛めっき高力ボルト技術協会』
りん酸塩処理を判定した一般認定取得メーカー名

標準試験片に貼付するシール

参考：　Q&A　A-7-22 「溶融亜鉛めっき高力ボルト」、A-7-23「りん酸塩処理」
出典：（一社）日本建築学会_鉄骨精度測定指針、2018
鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

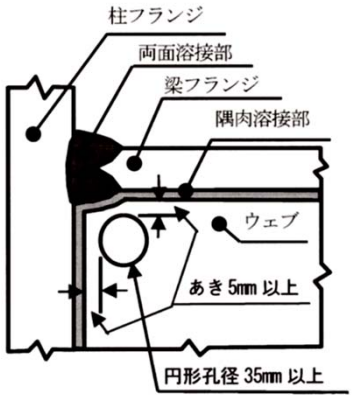
鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	仕口部の孔加工	制定	2021年5月1日
			改訂	

Q. 溶融亜鉛めっき部材の仕口部に溶融亜鉛・空気抜き孔を設ける際の注意点は？

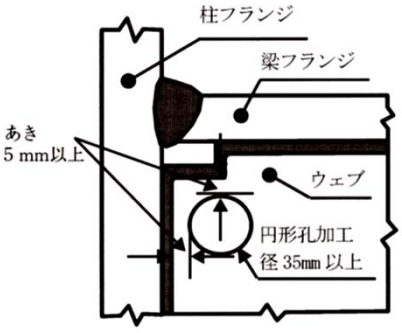
A.
仕口部のように鋼板で囲われる部分は不めっき箇所が発生するのを防ぐため亜鉛流出入および空気抜き用の開口部が必要ですが、スカラップ周辺や応力集中が発生しやすい箇所にめっき後に割れが入ることがあります。割れの発生をなるべく減らすためJASS6ではノンスカラップの上に円形孔加工を提案しており、「柱梁接合部にはスカラップを設けず、.空気・亜鉛流出用の円形孔を梁ウェブに加工する。円形孔の径は35mm以上を目安とします。ただし、工事監理者の承認を受けることによって、スカラップを設ける工法に変更できる。」としています。
なお、孔の端までのあき寸法は5㎜以上とされていますが、フィレット止まりあるいは隅肉溶接始端からですので注意して下さい。特に、隅肉溶接の場合のあき寸法はビードのばらつきも考慮し余裕をみて設定することが望ましいので鉄骨製作会社と協議して下さい。
設計図書にこのような詳細が記載されている場合が有りますので、それを見落としたり施工側の勝手な判断であき寸法を狭くしたり孔径を小さくしないようにして下さい。



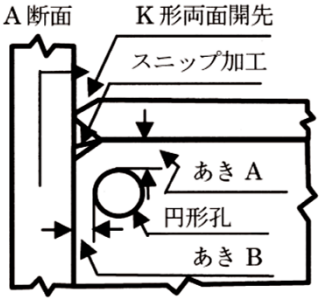
スカラップを設けた場合に割れが生じやすい位置



裏はつりタイプの場合の加工要領
（JASS6ではこれを標準としている）



裏当て金付きの場合の加工要領



あき寸法A：フィレットR止まり、または
隅肉溶接始端から+5mm以上
あき寸法B：隅肉溶接始端から+5mm以上

参考：Q&A A-7-5「めっき抜き孔の形状」 、A-7-15「めっき割れ検査」
出典：（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書JASS6 鉄骨工事、2018
鉄骨工事技術指針・工場製作編、2018

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	JIS改正	制定	2024年7月1日
			改訂	

Q. 溶融亜鉛めっきの記号が変わったのはなぜですか？

A.
2021年12月にJIS H 8641「溶融亜鉛めっき」、JIS H 0401「溶融亜鉛めっき試験方法」が改正され、めっき皮膜の規定が付着量から膜厚になり、それに伴いめっきの種類の記号も下表のように変わりました。

改正後JIS（膜厚）		改正前JIS（付着量）		
種類の記号	膜厚（μm）	種類	記号	付着量（g/㎡）
HDZT 35	35以上	1種A	HDZ A	250以上※
HDZT 42	42以上	1種B	HDZ B	300以上※
HDZT 49	49以上	2種35	HDZ 35	350以上
HDZT 56	56以上	2種40	HDZ 40	400以上
HDZT 63	63以上	2種45	HDZ 45	450以上
HDZT 70	70以上	2種50	HDZ 50	500以上
HDZT 77	77以上	2種55	HDZ 55	550以上

※：平均膜厚に、めっき皮膜の密度を7.2g/cm^{3}としてこれに乗じた値を示す。

改正前は、付着量試験により付着量を測定していましたが（受渡当事者間協定で膜厚からの換算も許容）、JISの対応国際規格（ISO1461：2009）では膜厚計で測定する方法を主としていることや、現在では膜厚計の測定精度は十分信頼でき、使用方法も簡便であることから、膜厚の方法に変更されました。

表面処理に溶融亜鉛めっきを行っている製品には、建築用ターンバックル（JIS A 5540）、建築用ターンバックル胴（JIS A 5541）、構造用両ねじアンカーボルトセット（JIS B 1220）、溶融亜鉛めっき高力ボルト（国土交通大臣認定品）があります。
いずれのJISも改正が公示され、各メーカーのJIS認証の切り替えは完了しています。一方、溶融亜鉛めっき高力ボルトは、国土交通大臣認定品なので、認定取得時の各種条件を維持する必要がありますので、当面は付着量表示になります。

参考：（一社）日本溶融亜鉛鍍金協会H. P.

鉄骨工事 Q&A	溶融亜鉛めっき	めっき後の補修	制定	2024年7月1日
			改訂	

Q. 高濃度亜鉛末塗料で補修する際の注意事項は？

A.めっき部材の不めっき部分、溶接した箇所、溶接熱で損傷を受けた箇所は、けれん・清掃を行い高濃度亜鉛末塗料で補修する必要が有ります。JASS6では、金属亜鉛末を90%以上含むものを2回以上塗布するとしています。その際、溶接部のけれんが不十分でスラグなどが残っていると下の写真のように竣工前に錆が発生することが有ります。



亜鉛・空気抜き孔の塞ぎプレートの溶接例です。
溶接部分は不めっき処理か、溶融亜鉛を削除してから溶接し、溶接後、スラグなどを除去し高濃度亜鉛末塗料で補修します。
この例の場合、溶接後のスラグ除去が不十分でスラグが残っている状態で塗装を行ったため、工事現場搬入時には既に錆が発生していました。

以下に代表的な二つの材料の管理要領を示します。
両者共、講習会を実施し受講証明書を発行していますので受講者に従事させることも必要です。
但し、この表は抜粋資料ですので、実施工にあたっては各々の仕様書で確認して下さい。

ZRC及びローバルの管理要領（抜粋）

項目	ＺＲＣ	ローバル
素地調整	電動工具 St3 以上（ISO8501-1）	電動工具 Sa2　1/2 以上（ISO8501-1）
塗装面の状況	汚れ・付着物・水分・油類・赤錆及び黒皮がない スパッタ、スラグ、固着している不純物がない	汚れ・付着物・水分・油類・赤錆及び黒皮がない スパッタ、スラグ、固着している不純物がない
塗装環境	以下の場合は原則として施工してはならない（ＺＲＣ，ローバル共通） ・施工環境の気温⇒５℃以下 ・施工環境の湿度⇒85%以上 ・鋼材面に結露が生じている場合、または結露が生じる恐れのある場合 ・屋外において降雨、降雪の恐れのある場合 ・強風または塵埃の多い場合（塗装前に塗装ネット等で養生し、施工管理者が作業に支障がないと判断した場合を除く） ※上記の環境下でやむを得ず塗装を行なう場合は、ジェットヒーター等による採暖、または強制換気等の処置を行い、施工者が上記環境が改善されたことを確認すること	
塗装仕様	下塗り（一回目） ・素地調整後４時間以内に行なう ・標準使用量：367 g/m^2 ・塗り厚：平均 102 μm（WET） 上塗り（二回目） ・塗り作業間隔一1 回目の塗装後 12 時間以上	ローバル２回塗りの場合 下塗り（一回目） ・素地調整後２時間以内に行なう ・実施塗布量（スプレー塗り） 325 g/m^2 ・塗り厚 40 μm（WET）、75 μm（DRY）

出典
・建築鉄骨における溶融亜鉛めっき割れの発生とその防止法　溶接学会　平成19年11月
・Z.R.C工法標準仕様書　ゼットアールシー・ジャパン
・ローバルシリーズ施工仕様書

鉄骨工事 Q&A	その他	資格	制定	2011年8月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 建築鉄骨の技術者の資格にはどのような資格があるか？

A.
主な資格とその認定基準は、下表の通りです。この他にも多くの資格があります。

資格と認定基準一覧

資格名	認定基準　　（　）内数字は2018年4月現在の認定登録者数
鉄骨工事管理責任者 （一社）日本鋼構造協会	建築鉄骨工事における鉄骨製作発注時の指示・指導、受入れ検査等による鉄骨製品検査及び現場工事の管理を適正に行うことができ、併せてその内容を現場作業者に指導できると認められる者（7,195名）
建築鉄骨製品検査技術者 （一社）鉄骨技術者教育センター	建築鉄骨工事に関する知識及び製品の精度に関する知識を有し、かつ建築鉄骨の材料、形状、精度、溶接部の外観等の検査について、計画の立案、作業の実施及び結果の解読並びに合否の判定ができる高度の知識と技術を有すると認められる者（9,033名）
建築鉄骨超音波検査技術者 （一社）鉄骨技術者教育センター	建築鉄骨工事に関する知識及び超音波探傷検査（UT）に関する知識を有し、かつ建築鉄骨溶接部の超音波探傷検査について、計画の立案、作業の実施及び結果の解読並びに合否の判定ができる高度の知識と技術を有すると認められる者（3,661名）
建築高力ボルト接合管理技術者 （一社）日本鋼構造協会	日本建築学会「建築工事標準仕様書JASS6鉄骨工事」（以下「JASS6」という。）の内容を理解して、JASS6に基づく高力ボルトの施工に関する管理を行うことができ、併せてその内容を技能者に指導できると認められる者（7,128名）
鉄骨製作管理技術者1級・2級 （一社）鉄骨技術者教育センター	鉄骨加工を行う上で、設計図書を受領した後、製作計画の立案から鋼材の加工、組立て、溶接、塗装、発送及び現場における製品引き渡しまでの一貫した管理を行うために必要な専門知識・基礎知識及び対応能力を有する者
溶接管理技術者 WES特別級、1級、2級 （一社）日本溶接協会	溶接技術に関する技術知識と施工及び管理に関する職務能力を持つと認められる者
JIS非破壊検査技術者 （一社）日本非破壊検査協会	JIS Z 2305 : 2013非破壊試験技術者の資格及び認証 に準じた資格であり、非破壊試験技術者としての一定の技術レベル（レベル1、レベル2、レベル3）を有する者
AW検定 （一社）AW検定協会	建築鉄骨溶接独自の資格であり、建築特有の条件下で従来の技量付加試験に合格し得る高度な建築鉄骨溶接技能を有する者

出典：（一社）日本鋼構造協会HP、（一社）全国鐵構工業協会HP

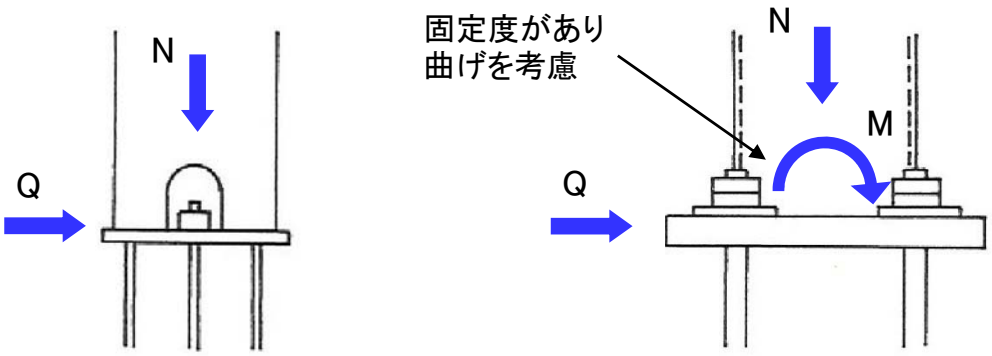
鉄骨工事 Q&A	その他	露出柱脚	制定	2011年8月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 阪神淡路大震災で認定工法の露出形式の柱脚は被害がほとんどなかったが何故か？

A.
震災のあった平成7年以前は、在来工法による露出柱脚のモデル化をピン（回転自由）として設計した場合、柱脚には曲げが生じないことから、脚部の摩擦でせん断力が伝達できるとすれば、アンカーボルトの負担がないため、アンカーボルトを少なくすることができました。

しかしながら、実状としては少なからず柱脚に固定度（回転拘束）があるため、曲げが発生しアンカーボルトには引張が作用することになります。この引張によりアンカーボルトには伸び・引き抜きが生じて被害が出ることとなりました。

これに対し認定工法の露出形柱脚は、柱脚の固定度を半固定とし、アンカーボルトの径・本数等から回転剛性を求め、構造計算に反映させて脚部の曲げ応力を算定しアンカーボルトの設計を行っていました。そのため、施工上の不具合や想定外の事象が起こらなかった部位については、柱脚部にほとんど被害は生じませんでした。



軸力とせん断力のみで設計

在来工法　露出柱脚

曲げを考慮して設計

認定工法　露出柱脚

露出柱脚部に生じる設計応力の違い

鉄骨工事 Q&A	その他	資格	制定	2014年6月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 鉄骨工事の特記仕様書で指定されている「施工管理技術者」とは何か？

A.
設計図書の特記仕様書で、鉄骨工事における「施工管理技術者の適用」について記述されていることがあります。 この「施工管理技術者」については、公共建築工事標準仕様書で、下記のように定められています。

施工管理技術者
(a) 鉄骨造建築物の設計、施工等にかかわる指導および品質管理を行う能力のある者とする。
(b) 当該工事の鉄骨製作に携わるとともに、品質の向上に努めるものとする。

特記仕様書に「施工管理技術者を適用する」旨の特記がある場合には、工事に先立ち、鉄骨製作を行う工場に、工事監理者が「施工管理技術者」に規定する能力があると認める者が常駐することを確認する必要があるので、次の事項を鉄骨製作要領書に記載してもらい、施工者から工事監理者に提出し、承認を得る必要があります。

施工計画書に記載が必要となる「施工管理技術者」に関わる事項
(1) 工事実績
(2) 鉄骨製作工場での立場（役職等）
(3) 資格証明
(4) ほかの有資格
(5) その他

この場合の(3)または(4)に該当する資格の例として以下の資格があげられます。

・鉄骨製作管理技術者 （(一社)鉄骨技術者教育センター）
・鉄骨工事管理責任者 （(一社)日本鋼構造協会・建築鉄骨品質管理機構）

出典：公共建築工事標準仕様書（建築工事編）（平成28年版）
建築工事監理指針（平成28年版）