鉄骨工事Q＆A

B. 工事現場施工編

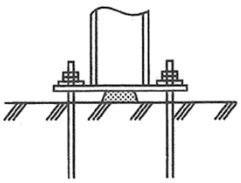
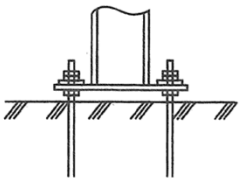
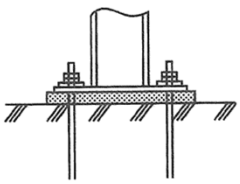
一般社団法人 日本建設業連合会
建築本部　鉄骨専門部会

鉄骨工事 Q&A	建方	建方用アンカーボルト	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 建方用のアンカーボルトの場合、建方時に必要とされる躯体のコンクリート材齢は？

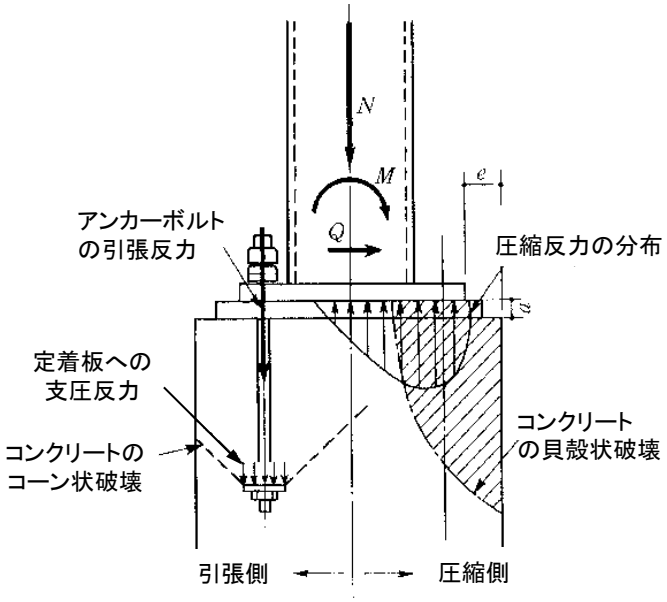
A.
コンクリートの材齢に決まった基準があるわけではありません。しかしアンカーボルトに期待する引抜き抵抗力およびせん断抵抗力はコンクリート強度の影響を受けますので、アンカーボルトが建方の際に力を受ける場合は、その時の安全性を確認するためにコンクリートの実強度を把握することも必要となる場合があります。
また、ベースモルタルも施工時応力を負担しますので、建方時に必要な強度を確認しておく必要があります。建方中の柱脚各要素の役割とその時の応力伝達機構は以下のようになります。

建方中の柱脚各要素の役割とその時の応力伝達機構

ベースモルタル工法			後詰め中心塗り工法	全面後詰め工法	全面塗り仕上げ工法
柱脚ディテール例（建方中）					
柱建方時	アンカーボルト	圧縮耐力	△	◎	＊
		引張耐力	○	◎	△
		せん断耐力	○	◎	○
	ベースモルタル	圧縮耐力	◎		◎
		ベースプレートとの摩擦によるせん断耐力	◎		◎
柱・梁等建方終了時	アンカーボルト	圧縮耐力	＊	◎	＊
		引張耐力	△	◎	△
		せん断耐力	◎	◎	○
	ベースモルタル	圧縮耐力	◎		◎
		ベースプレートとの摩擦によるせん断耐力	◎		◎

[注] ◎：必ず負担する ○：負担する場合がある △：まれに負担する ＊：負担しない

右の図におけるアンカーボルトの引抜き抵抗力であるコンクリートのコーン状破壊の耐力やせん断抵抗力を算出する方法は、「各種合成構造設計指針・同解説」（日本建築学会）の第4編：各種アンカーボルト設計指針が参考になります。
ただし、本指針の方法を材齢の若いコンクリートに適用することについては議論の余地がありますので、導き出された結果は一つの目安と捕らえていただき、安全率の設定には十分に注意して下さい。



出典：（一社）日本建築学会 鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	建方	吊込み用孔	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 小梁の上フランジに吊込み用の孔をあけたいが、端部からどの程度までが限界か？

A.
規定はありません。 小梁はH形鋼を使用することが一般的であり、H形鋼はフランジ面で曲げ応力を、ウェブ面でせん断力を負担するようになっています。
従って、フランジ面に吊込み用の孔をあける場合には曲げ応力がすくない小さい部材端部にすることが可能です。
構造的に応力と耐力からチェックし、工事監理者の承諾を得て下さい。
また、大梁には吊り込み用の孔はあけられません。また、剛接小梁などは、一般的な小梁とは応力状態が異なるため別途構造的な検討が必要となります。



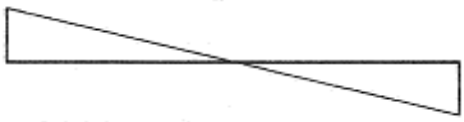
一般的な小梁

一般的な小梁は左図のような形状で、折板屋根や床スラブからの荷重を受けます。



曲げモーメント図

鉛直荷重を受けると曲げ応力が生じ、この場合は端部の曲げ応力がゼロ、中央の曲げ応力が最大となります。



せん断力図

同時にせん断力が生じ、この場合は端部のせん断力が最大に、中央のせん断力が0となります。

※ 各応力図は等分布荷重を想定



仮置きされた小梁

鉄骨工事 Q&A	建方	建入れ調整治具	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 柱建入れ治具を使用する場合の留意事項とは？

A.
建入れ治具は、機械式と油圧式があります。機械式は、建入れ調整および突合せ溶接部の食違い調整の機構と、上下柱の固定機構の3つの機構を併せ持ち、柱継手を現場溶接するまでは、この固定機構で架構に生じる応力に抵抗することになります。また、油圧式は油圧の推力で建入れ調整を行なった後、高力ボルトとスプライスプレートで通常と同様に上下柱を固定するもので、溶接時には建入れ治具を外すことができます。建方施工業者の習熟度等を考慮して建入れ治具は選定されますが、いずれにしろ、
・現場の建方工程、建方ブロックおよび建方手順等を十分検討の上、
・風荷重や地震荷重を考慮して建方時の柱継手部に生じる応力を事前に計算
ということを実施し、治具の耐力に対する安全性、架構の安全性を確認する必要があります。治具の耐力が不足している場合には、台数を4台から8台などに増やす場合もあります。



一般的なエレクションピース





機械式
（固定機能付）



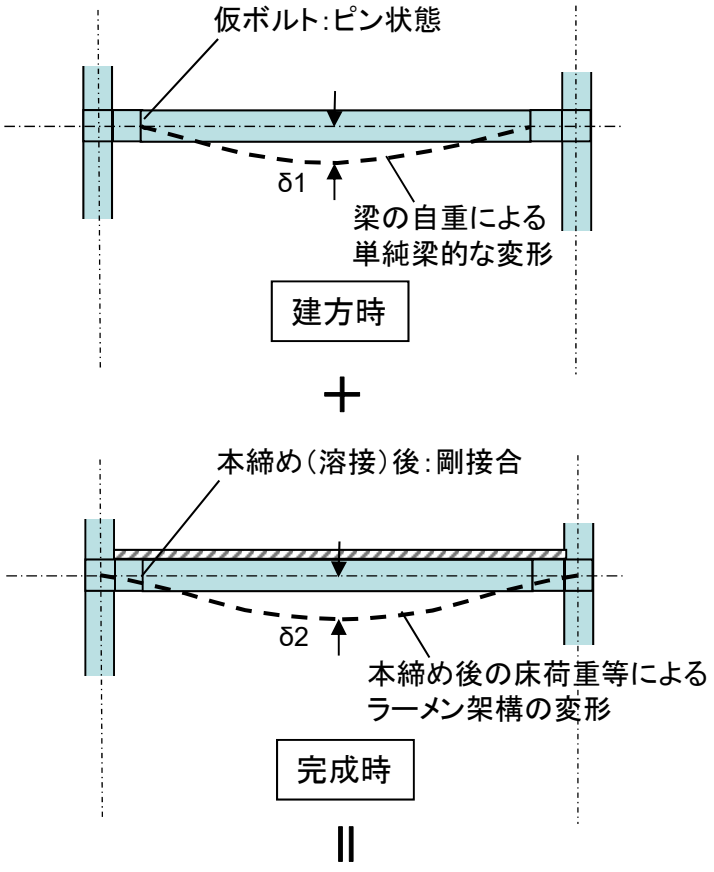
油圧式
（固定は通常の高力ボルト締め）

建入れ治具の例

鉄骨工事 Q&A	建方	大スパン梁とキャンバー	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 事務所ビルの大スパン梁にキャンバー（むくり）が必要となるスパンはどの程度からか？

A.
スパン20mがひとつの目安となりますが、部材断面、設計の余裕度および梁の負担荷重等で建方時のたわみ量が変わりますので構造計算の確認が必要です。中間に支保工無しで大スパン梁を取付けた場合には、継手部分はピン接合状態に近く、梁自重に対して単純梁的なたわみが残留変形となって発生します。たわみ量計算においては、
・両端ピン接合に近い状態（単純梁的な状態）での梁自重によるたわみ
・継手接合後の剛な状態での付加荷重に対するたわみ
を足し合わせて算定する必要があります。キャンバーはこのたわみ量を元に設定しますが、キャンバーの要否については、設計者に確認する必要があります。ちなみにこうして算定されたたわみ量は、設計時のたわみ（梁自重を含めた全荷重が梁端剛の状態でかかった場合のたわみ）より当然大きくなります。



δ1＋δ2 ： 実際に発生するたわみ

鉄骨工事 Q&A	建方	アンカーボルト	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. アンカーボルトのダブルナットの上ナット締付けに規定はあるか？

A.
特に規定は有りません。
後から締めるナットは、先に締付けるナットの戻止めとして用いられます。先に締めるナットがJASS6　12.3に「特記のない場合は、締付け方法はナット回転法で行い、ナットの密着を確認した後、30°　回転させる」と規定されているのとは異なり、後から締めるナットは締付けの管理の規定が無く、すき間なく締まっていれば良いとされています。また、後から締めるナットの種類については1種（標準厚さ）でも3種（薄い厚さ）※でも構わないとされていますが、3種のナットを使用する際は、『戻り止めとして』と明記しておく事が望まれます。

なお、アンカーボルトの締付けについて、『建築構造用アンカーボルトを用いた露出柱脚設計施工指針』では以下のように規定しています。

■アンカーボルトの締付け手順

（1）下ナットの1次締付け

下ナットの1次締付け作業では、アンカーボルトに取り付けた下ナットを確実に手締めした後、原則としてトルクレンチを用いて、以下に示す目標トルク値で締付けを行う。

ボルト径と一次締めの目標トルク

径ボルトの	トルク目標め次締1
M16～M22	70N・m程度
M24～M27	100N・m程度
M30～M42	200N・m程度
M48～M72	300N・m程度
M75～M100	400N・m程度

（2）マーキング

目標トルクで1次締めを終了したボルトについては、ボルト、ナットおよび、座金、ベースプレートにかけて一直線のマーキングを施す。

（3）下ナットの本締め

下ナットの本締めは、以下の手順で行う。

①締付け方向に10～30°程度の追い締めを行う。本締めのナット回転角度は、ボルト径が太くなるほど小さくしてもよい。

②ナットの本締めの結果は、マーキングのずれを目視で確認する。

（4）上ナットの締付

下ナットを締め付けた後、上ナットを締め付けることにより、戻止めを施す。

（5）締付け作業の結果を確認し所定の用紙に記載し、工事監理者の承認を得る。

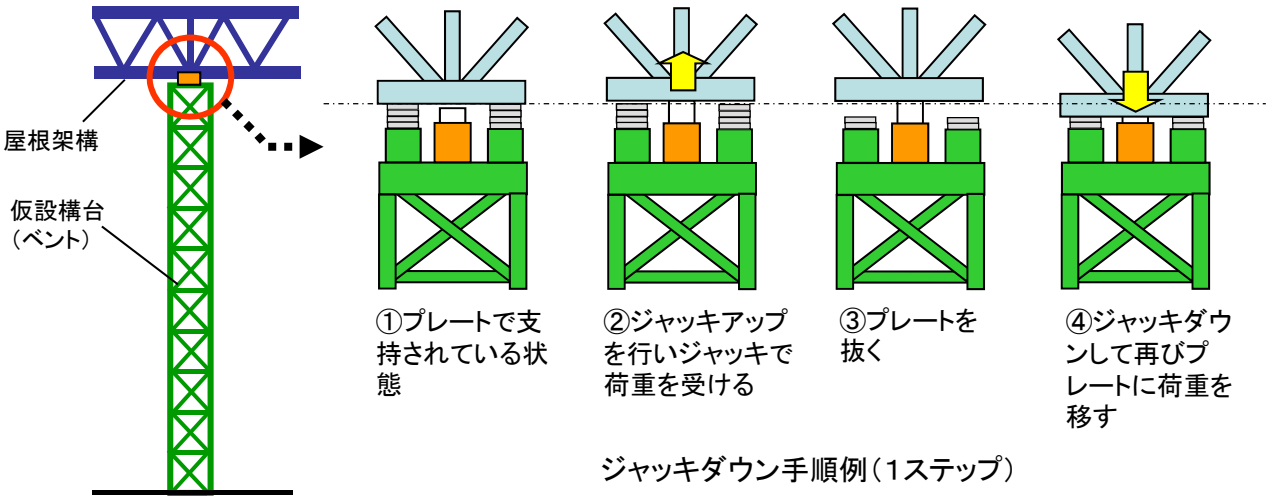
※六角ナットのJIS B 1181が改正され、新JIS本文では
①1種→六角ナット（標準厚さ、厚さが呼び径の8割前後）
②3種→六角低ナット（薄い厚さ、厚さが呼び径の5割前後）と名称変更されている

出典：（一社）日本鋼構造協会_建築構造用アンカーボルトを用いた露出柱脚設計施工指針・同解説、2011

鉄骨工事 Q&A	建方	ジャッキダウン	制定	2011年8月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 大空間建築で行われるジャッキダウンとは？

A.
建方時に屋根架構を受けている仮設構台（ベント）と屋根の縁を切る（「地切り」という）ために行われる工事がジャッキダウン工事です。大空間建築のいわばメインイベントです。ジャッキダウン前には、全ての部材の接合が完了していることを確認します。高力ボルトは全ての本締めが完了、溶接接合部は、UT検査、補修までがすべて完了していることを確認しなければなりません。ジャッキダウンは、数回のステップを踏んで行われます。1回のステップで行われる手順例を下図に示します。このステップを数回繰り返しながら、最終的には屋根が自立するようになります。ジャッキダウン量は、スパンの中央付近のベント部分が最も大きく、端部のベントほど小さくなります。屋根の鉛直方向の変形量に対応したジャッキダウン量を解析で想定しておき、各ステップとも一斉にジャッキダウンを行いながら、変形量に応じた枚数もしくは厚みのプレートを抜くことにより、ベントが受ける反力を徐々に開放しソフトにかつスムーズに、屋根全体の荷重を下部構造に移し変えることが可能となります。ジャッキダウン量のバランスが崩れると、あるベントに想定以上の荷重が掛かり危険な場合があります。ジャッキダウン時の管理項目としては、ジャッキが受けている荷重と鉛直及び水平の変形量です。



ジャッキダウン手順例（1ステップ）



大空間建物の建方状況



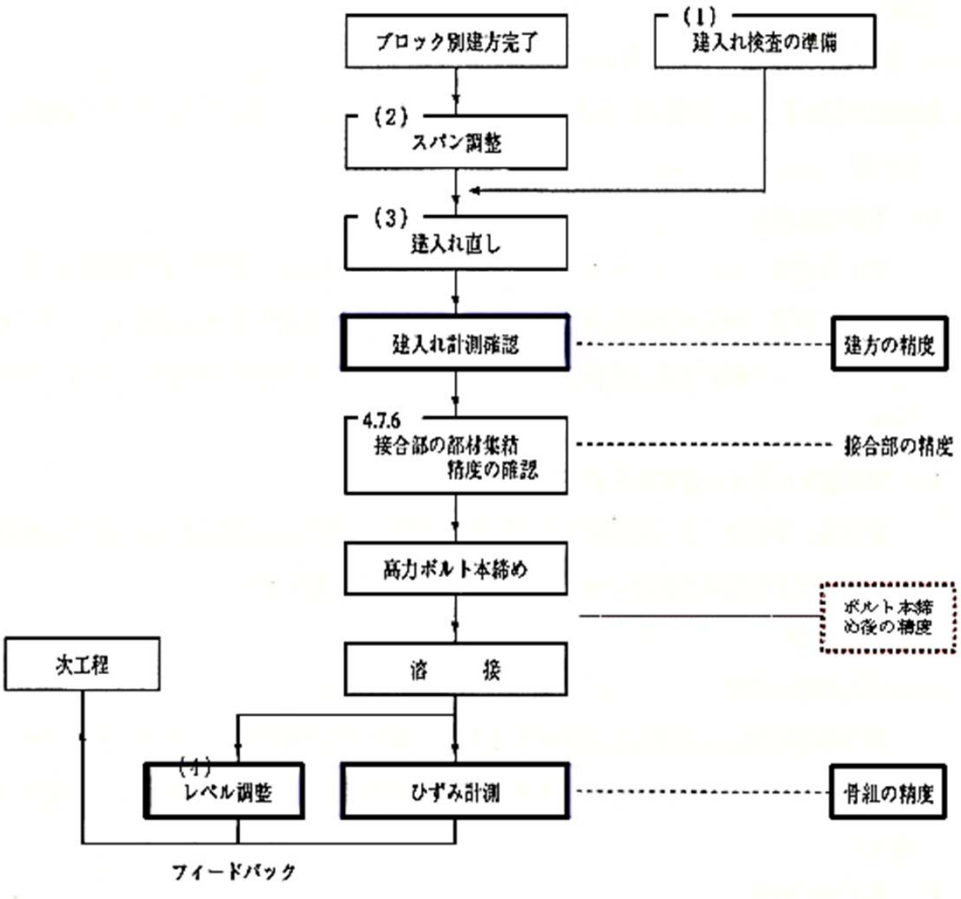
屋根鉄骨の仮設支持部
（オレンジ色は油圧ジャッキ）

出典：（株）建築技術_現場技術者が教える「施工の本」＜躯体編＞

鉄骨工事 Q&A	鉄骨建方	柱の倒れ精度管理	制定	2021年5月1日
			改訂	

Q. 鉄骨柱の倒れの精度管理のタイミングと精度管理値について教えてください

A.
鉄骨工事技術指針・工事現場施工編では、鉄骨架構全般の精度の測定は、建入れ直し後の「建方の精度」と、高力ボルトを本締めし、溶接完了後の「骨組の精度」の2段階で測定することを基本としています（下図参照）。
実際には、ボルト本締め終了後直ちに現場溶接が開始されたり、また比較的小規模な現場等では現場鉄骨作業が錯綜していたりすると、ボルト本締め後や溶接終了後の鉄骨全般の精度を測定することは一般的には困難となります。
しかしながら、建方作業・工程を工夫し（例えば小ブロック分けして鉄骨建方を行う等）、「ボルト本締め後の精度」や「溶接終了後の精度」の測定を苦労して行っているケースも少なからずあります。この場合、建入れ直し⇒ボルト本締め⇒溶接に伴う精度の変動を把握して、その後（以降の節）の鉄骨建方へフィードバックできること、ボルト本締め後の精度測定で精度不良が見つかった場合あるいは予想される場合に修正が可能なことから、溶接終了後の精度不良発生のリスクを多少とも減らすことができます。
鉄骨柱の倒れの精度管理値については、建入れ直し時の管理値を、管理許容差とし、ボルト本締め後、溶接完了後の精度管理値は、限界許容差により管理する場合が多いようです。



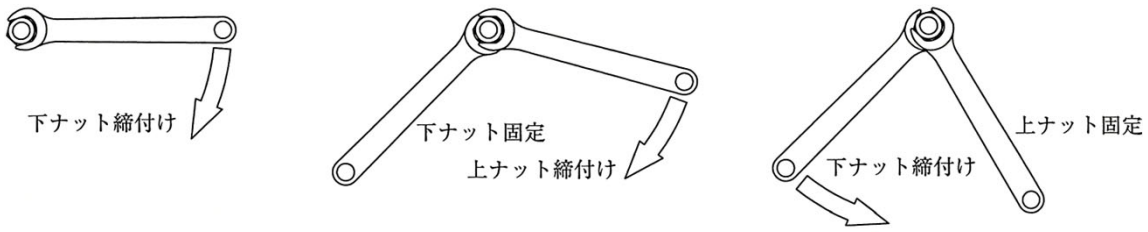
骨組の精度確保の順序（鉄骨工事技術指針・工事現場施工編より）

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	アンカーボルト	二重ナットの締付け	制定	2023年2月1日
			改訂	2026年11月1日

Q. アンカーボルトの二重ナットの締付け方法について、建築工事監理指針で示されている普通ボルトの締付け方法を適用すべきではないでしょうか？

A.
建築工事監理指針（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）では、普通ボルト接合の場合のボルトが緩まない処置として、二重ナットを使用する場合の締付け手順が示されています（下図）。手順は、下ナットを締め付けた後、このナットをスパナで押さえたまま上ナットを別のスパナで締め付け、最後に上ナットを固定して下ナットを上ナットに対して締め付ける方法です。
また、機械分野で使用されるアンカーボルトの二重ナットの締付け方も同様な方法で行われています。



二重ナットの締付け

一方、建築鉄骨柱柱脚部に用いられる在来工法の柱脚で構造用アンカーボルトの場合の二重ナットの締付け方は、「構造用アンカーボルトを用いた露出柱脚設計施工指針・同解説」において以下のように示されています。

① 下ナットの１次締付け（トルクレンチにより目標トルクを締める）
② マーキング
③ 下ナットの本締め（10～30° 回転させる。径によって小さくできる）
④ ゆるみ止めナット（上ナット）の締付け（※締付けトルクの規定なし）
⑤ 締付け作業の結果を確認し所定の用紙に記載し、工事監理者の承認を得る

構造用アンカーボルトの緩み止めのためのダブルナットは、機械ボルトのように繰り返しの振動に対して緩みが生じないことが最優先ではなく、柱脚の回転剛性を維持することが最優先となる。柱脚の回転剛性が低下すると建物全体の剛性に影響を及ぼすため、機械ボルトのダブルナットのように上部ナットを固定した状態で下部ナットを回してナットとナットの間に摩擦力を生じさせることは避けるべきである。柱脚のダブルナットは、下部ナットの一次締めと本締めを行った後に上部ナットを締め付け、下部ナットを緩めないように施工する。

大臣認定露出柱脚工法においても同様な施工法です。先に示した普通ボルトの二重ナットの締付け方法とは手順が異なりますので、注意してください。

出典：（一社）日本鋼構造協会_構造用アンカーボルトを用いた露出柱脚設計施工指針・同解説
2025年版

鉄骨工事 Q&A	建方	ターンバックル	制定	2024年7月1日
			改訂	

Q. 鉄骨建方における建築用ターンバックルの締付け方法について教えてください

A.
建築用ターンバックル筋かい 設計施工指針・同解説では，下記手順で行っています。

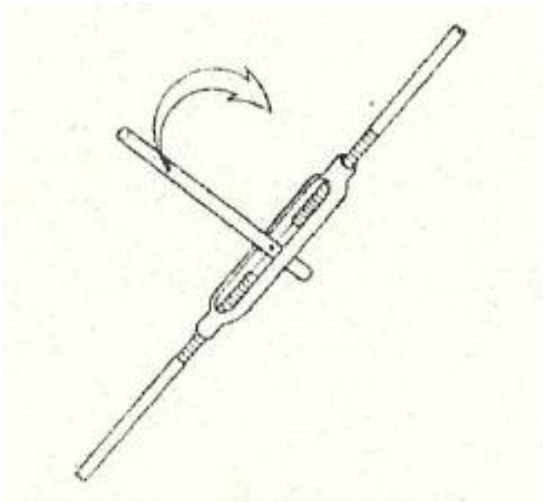
1. 建築用ターンバックル筋かいの締付け
   全体の建築用ターンバックルを素手で軽く締付け，全般にわたり緩みをなくします。
2. 筋かいへの導入張力
   バール又はスパナ等を使用して，順次全体に均等な張力を導入します。
   導入張力は，過大にならないよう注意しながら，すべての筋かいにできるだけ均等に与えます。一般的には、50N/mm^{2}程度の導入応力度を目標に締付けます。この張力を導入するためには，建築用ターンバックル胴の締付けトルクを管理します。この締付けトルクの目標値は，過去の実験結果からねじの呼び径に応じて下の表のように記載されています。
   - 一般的な作業者の腕力を最大で160～200N程度と想定
   - よく使用されるM16～M24の筋かいは，表より締付けトルクが26,000～89.000N· mm
   - 長さが200～500mmのバール・スパナ等を用いれば作業者の腕力のみで十分に締付け可能

   筋かいを軽く手でゆすり，筋かいの張り具合を見ながら，張力が導入さていることを確認します。
3. 高力ボルトの締付け
   支圧接合であるため，特に張力を導入する必要はありませんが，戻り止めのためには張力を導入した方が望ましいです。
4. 筋かいの導入張力が大きく変動する場合は再調整
   筋かいを適切に締付けても，その後の施工精度のバラツキや固定荷重，仕上荷重，積載荷重などの影響により筋かいが緩んだり，過大の張力が導入される可能性もあります。
   これらの影響が大きいと予想される場合は，施工完了までに導入張力の再調整などが必要となります。

筋かいに緩みがある場合，水平力を受けた際に建物が一定程度水平変形し，筋かいの緩みが解消されない限り，筋かいが十分な機能を果たせません。これにより，建物に計算外の変形が生じる可能性があります。こうした事から，筋かいを緩みなく締付け，水平力を受けた瞬間から筋かいが有効に機能するように，ある程度の張力を導入しておく必要があります。

締付けトルク目標値

ねじの呼び	M 6	M 8	M10	M12	M14
締付トルク (N・mm)	1,000	3,000	6,000	11,000	17,000
ねじの呼び	M16	M18	M20	M22	M24
締付トルク (N・mm)	26,000	37,000	51,000	70,000	89,000
ねじの呼び	M27	M30	M33	—	—
締付トルク (N・mm)	130,000	180,000	240,000	—	—



バールを用いた締付けトルクの導入（例）

出典：（一社）日本鋼構造協会_建築用ターンバックル筋かい設計施工指針・同解説 JSSⅣ01-2005
Q&A B-2-5「JIS規格ターンバックル」参照

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	摩擦面	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. スパッタ付着防止剤が摩擦面に塗布されたままで問題はないか？

A.
スパッタ付着防止剤が摩擦面に塗布された場合、規定のすべり係数が得られないという事例があります。また、スパッタ付着防止剤塗布面はさびが発生しにくくなり、その上から市販の摩擦面処理用の薬剤を塗布しても、さびが発生しません。摩擦面にスパッタ付着防止剤は塗布しないように鉄骨製作工場に指導することが必要です。いずれにしろ、スパッタ付着防止剤は異物と考えられ、摩擦面に付着した場合は除去する必要があります。

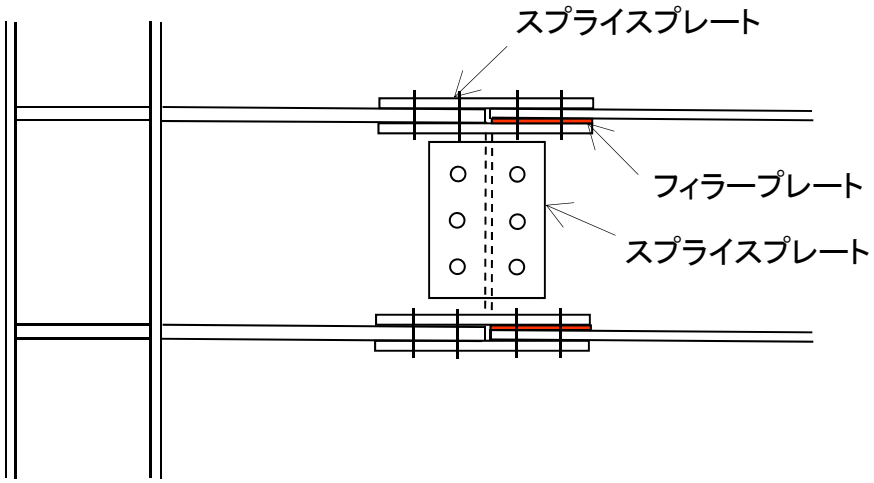


スパッタ付着防止剤が塗布された摩擦面

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	フィラープレート	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. フィラープレートの材質は、母材と同等とする必要があるのか？

A.
フィラープレートにより、部材とスプライスプレートは直接接触してはいないので、摩擦力はフィラープレートを介して伝達されます。JASS6によれば、フィラープレートの材質は母材の材質に関わらず、400N/mm²級鋼材でよいとされています。公共建築工事標準仕様書では「鋼板とし」という記述で材質は規定していません。なお、摩擦力を適切に伝達する機能も必要なため、フィラープレートは両面とも摩擦面としての処理をします。



フィラープレートの適用範囲

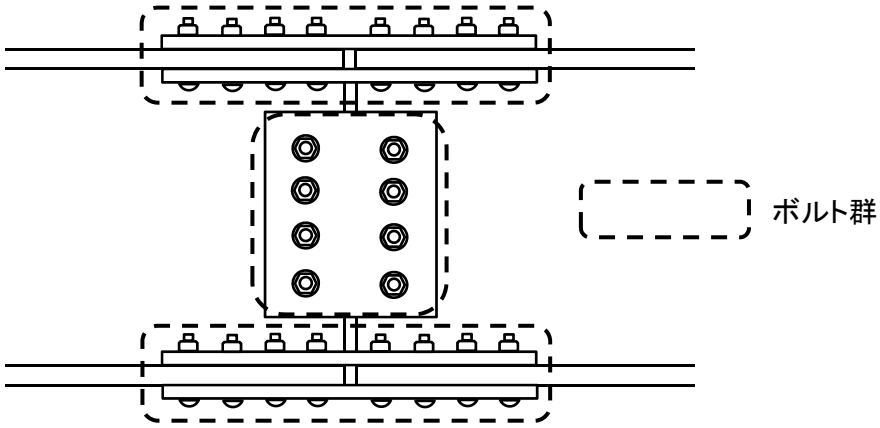
肌すき量	処理方法
1mm以下	処理不要
1mmを超えるもの	フィラープレートを入れる

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
公共建築工事標準仕様書（建築工事編）（平成28年版）

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	ボルトの混在	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. トルシア形高力ボルトと高力六角ボルトが1枚のスプライスプレートの中で混在しても問題ないか？

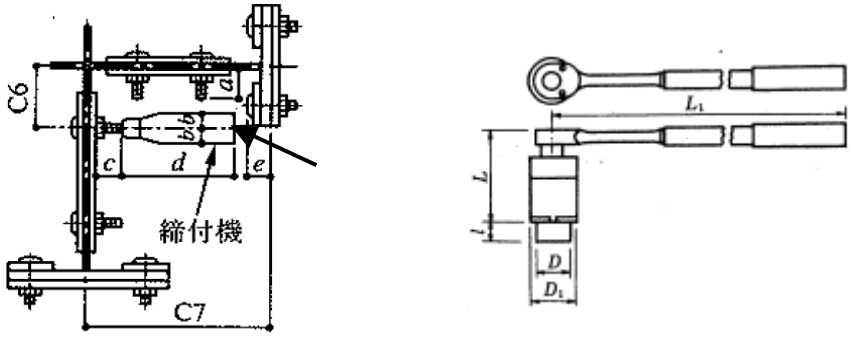
A.
トルシア形高力ボルトの場合には、締付け完了後の検査として、ナット回転量を確認し、一群の平均回転角度±30°の範囲をものを適合することとしています。この一群とは、ボルト締付け作業時のボルト群として下図のように定義されており、質問にあります1枚のスプライスプレート（2面せん断の場合は2枚のスプライスプレート）に配置されているボルト群の事を指します。よって、一群のトルシア形高力ボルトの中に、六角高力ボルトが混在せざるを得ない場合には、トルシア形高力ボルトが締付け後の管理方法を一群のナット回転量をばらつきを判定の根拠としている事を考慮して、原則として一群のすべてのボルトを高力六角ボルトとする必要があります。



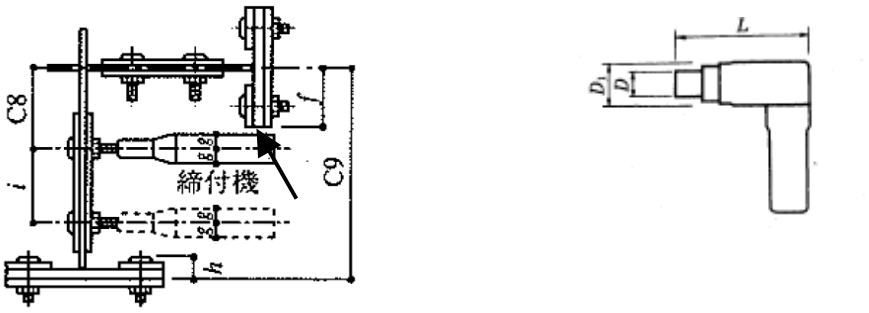
締付け作業時のボルト群

なお、参考としてトルシア形高力ボルトを高力六角ボルトに替えたい場合の例を以下に示します。

（1） 柱フランジに締付機の長さが納まらない場合



（2） 柱フランジに締付機側面が干渉する場合

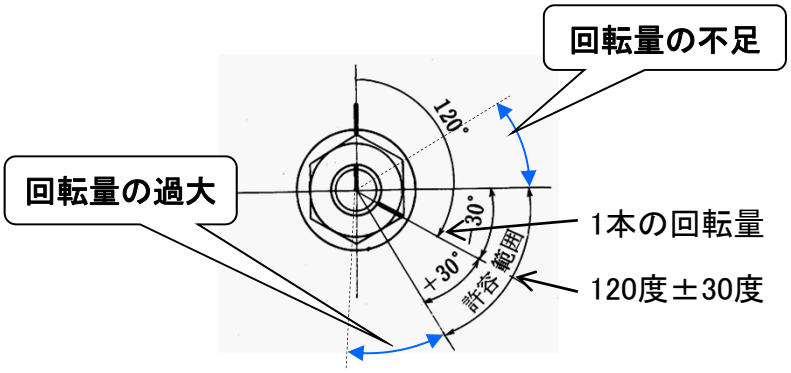


出典:（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018

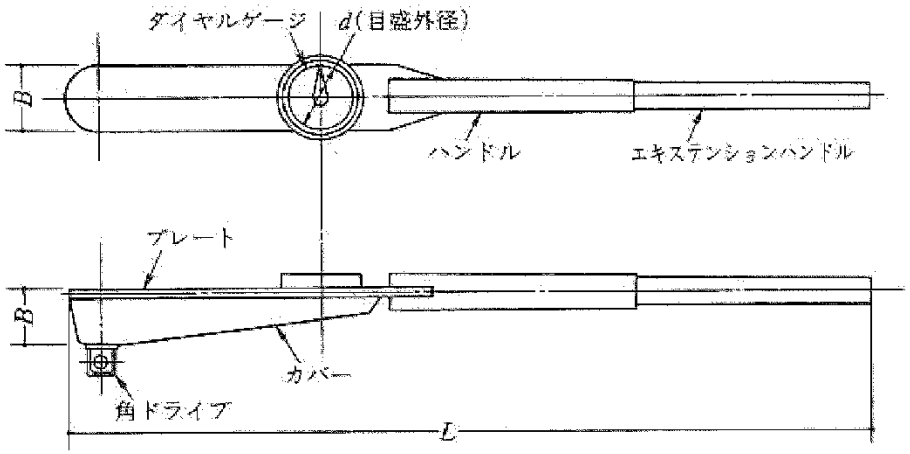
鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	高力六角ボルト	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 高力六角ボルトの締付け方法には2種類あるが、ボルト群の中で併用していいか？

A.
トルクコントロール法とナット回転法の2種類ありますが、二つの締付けの原理が違います。
締付け後の検査においては、トルクコントロール法の場合は締付けトルク値のばらつきで確認し、ナット回転法の場合は1本毎の回転量で確認します。
従って、併用は避けた方が無難と考えます。



高力六角ボルト（ナット回転法）



施工前に締付け機のキャリブレーションを行い、標準ボルト張力導入のための基準となる締付けトルクを設定する。施工後のボルトをダイヤル形トルクレンチを使用してトルク値を測定し、設定された平均トルク値±10%以内を合格とする。

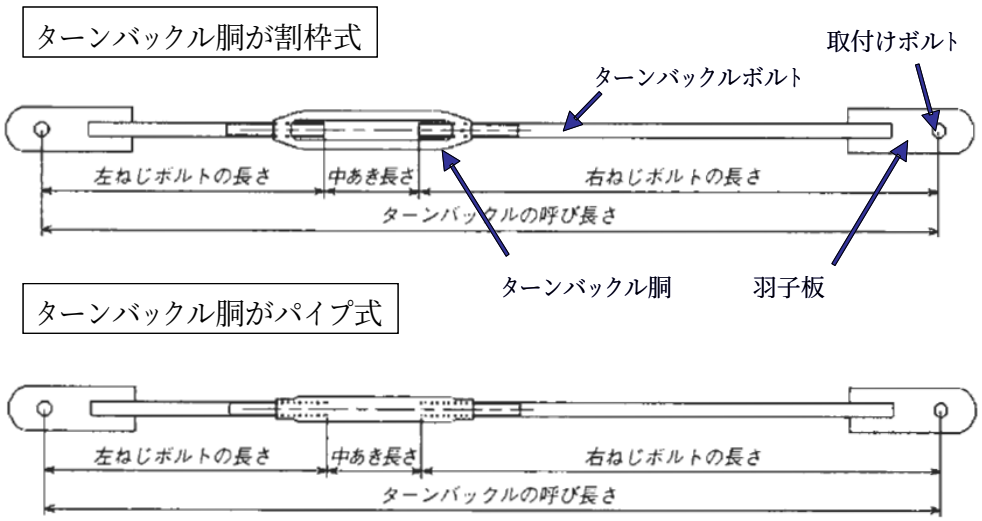
高力六角ボルト（トルクコントロール法）

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_高力ボルト接合設計施工ガイドブック、2016

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	JIS規格ターンバックル	制定	2011年7月1日
			改訂	2021年10月15日

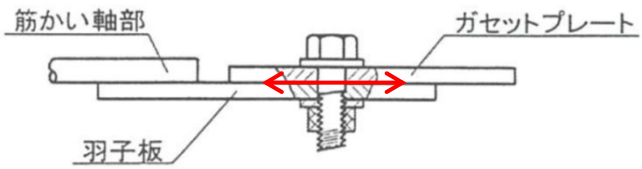
Q. JIS規格ターンバックルの場合の取付け高力ボルトは、摩擦面の処理は不要か？

A.
ターンバックルは、ターンバックル胴と、ターンバックルボルトで構成されていますが取付けには、羽子板と建物側のガセットプレートをボルトを介して接合します。このときに、JISの規定では取付けボルトは、通常の六角ボルト（中ボルト）でも高力ボルトのどちらでも使用できるようになっています。
しかし、通常は高力ボルトが設計図書で指定されている場合がほとんどです。高力ボルトは摩擦接合とするため、接触する羽子板とガセットプレートの接合部に摩擦面の処理が必要だと誤解しているケースがありますが、JIS規格のターンバックルでは支圧接合（板とボルトが接触して力を伝達する接合法）を前提に設計されていますので、摩擦面の処理は不要です。



ターンバックル構成の例

なお、施工に際しては高力ボルトのねじ部がせん断面にかからないよう注意する必要があります。



JSS IV 01-2005「建築用ターンバックル筋かい設計施工指針・同解説」

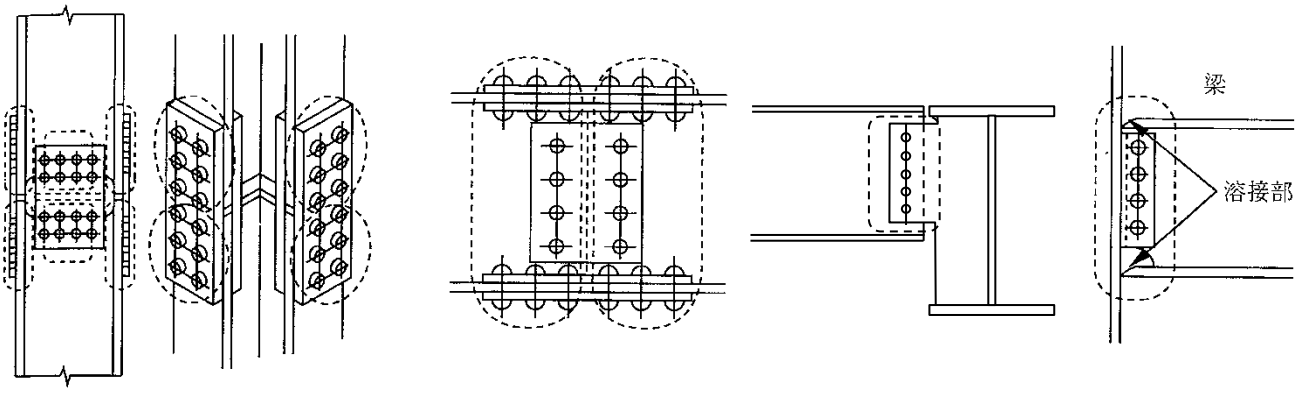
出典：（一社）日本鋼構造協会_建築用ターンバックル筋かい設計施工指針・同解説

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	仮ボルト	制定	2011年7月1日
			改訂	2023年2月1日

Q. 高力ボルトを当日中に本締めまでを行なう場合、仮ボルト代わりに使用してはいけないか？

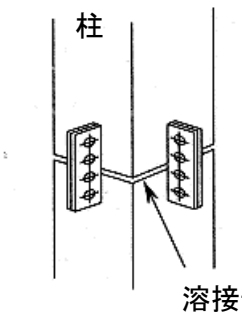
A.
高力ボルトを仮ボルトとして使用する際に、精度調整などでねじ山が痛むなどの不具合が生じ、本締め時に正規の軸力が導入されない可能性があるため、基本的に使用しないようにします。仮ボルトは、取り替えが行われたかを確認しやくするために、本ボルトがトルシア形の時は六角ボルトを使うなどの配慮が必要です。
仮ボルトはボルト一群に対して1/3程度かつ2本以上※をウェブとフランジにバランス良く配置して締付けます。なお、「日本建築学会　鉄骨工事技術指針・工事現場施工編」には「建方当日に本締め作業が終了できるなど特別な場合を除く」と記載がありますが、その場合でも、建方時のボルト挿入の際に、ねじ山が痛まないようにボルシン等で先行して位置決めを行い、ボルトを挿入するなどの配慮が必要です。建入直しの際にボルトに傷がつく可能性もありますので、注意が必要です。

※フランジ溶接の混用接合の場合は
1/2以上の仮ボルトを締付ける



a）柱継手の場合　b）梁継手の場合　c）梁ガセット接合の場合　d）フランジ溶接ウェブボルト接合の場合※

仮ボルト締付けにおける一群の考え方



エレクションピース部は、仮ボルトとして
高力ボルトを使用し、全数を締付ける。
（現場溶接での収縮・現場施工時外力に
耐えるため）

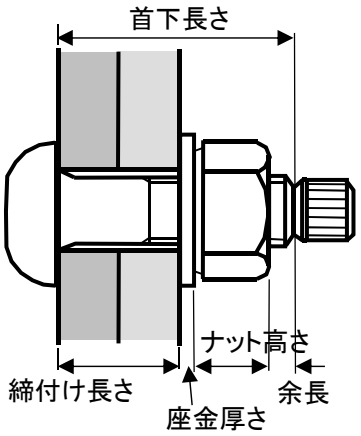
エレクションピースの仮ボルト

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018

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

Q. 高力ボルトの余長の許容範囲が1山～6山である根拠は？

A.
高力ボルトは径毎に、ねじの呼び径に応じて「締付け長さに加える長さ」(トルシア形M20で30mm)が規定されています(下表参照)。一方、ボルト長さは5mmピッチ(M27,M30は10mmピッチ)で製造されているために、実際の締付け長さ(締付ける板厚の合計)に「締付け長さに加える長さ」を足したものを、2捨3入または7捨8入(つまり1,2のときは切り捨て、3～7のときは5へ、8,9のときは10として切り上げる計算法)した長さのボルトを選定(M27,M30は四捨五入)することになっています。このため、余長の許容範囲がおよそ1～6山となり、これが適正なボルトの余長と言えます。



注:ナット高さは呼び径に等しい。

トルシア形高力ボルトの締付け時断面

高力ボルトにおける締付け長さに加える長さ

ねじの呼び径	締付け長さに加える長さ(mm)		ねじのピッチ (mm)	座金高さ (mm)
	トルシア形高力ボルト	高力六角ボルト		
M12	–	25	1.75	3.2
M16	25	30	2.00	4.5
M20	30	35	2.50	4.5
M22	35	40	2.50	6.0
M24	40	45	3.00	6.0
M27	45	50	3.00	6.0
M30	50	55	3.50	8.0

※トルシア形高力ボルトはボルト頭が丸型で頭側に座金を使用しないため、ボルトの首下長さは高力六角ボルトに対して5mm短いものとなります。

参考として、締付け材寸法を変えてみて、全ボルトサイズ(トルシア形)で検討した結果、残ったねじ山数が一番小さな場合と大きくなる場合について以下に示します。

	A	B	A+B	C	D	E	C-A-D-E	ねじピッチ	残ったねじ山
	締付け材	加える長さ		ボルト長さ	座金	ナット高さ	余長さ		
M16	52	25	77	75	4.5	16	2.5	2	1.25
	57	25	82	80	4.5	16	2.5	2	1.25
M27	51	45	96	100	6	27	16	3	5.33

注:M27はボルト長さが10mmピッチの為、四捨五入した。

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・工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	保管期間	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 高力ボルトの保管期間はどれくらいか？

A.
高力ボルトの保管期間を定めた規定はありませんが、各メーカーの見解としては、1年程度は問題ないとしているものが多く見受けられます。高力ボルトを長期間保管した場合の問題点として考えられるのはトルク係数値が経年変化してしまうことです。トルク係数値の経年変化はナットに施した潤滑剤の成分が経時変化を受けるか否かでほぼ決定されますが、保管状態がボルトメーカー所有の倉庫内と同程度の状態である場合、1年程度は問題ないとしているようです。
当然、保管状態によってトルク係数値の経年変化は異なりますので、保管期間としては概ね1年を目安と考えるものの、保管状態・ボルト自体の状況もしっかり見極めるようにして下さい。場合によっては導入張力確認試験（トルシア形高力ボルトの場合）、トルク係数値試験（高力六角ボルトの場合）の再検査を行うことも必要です。

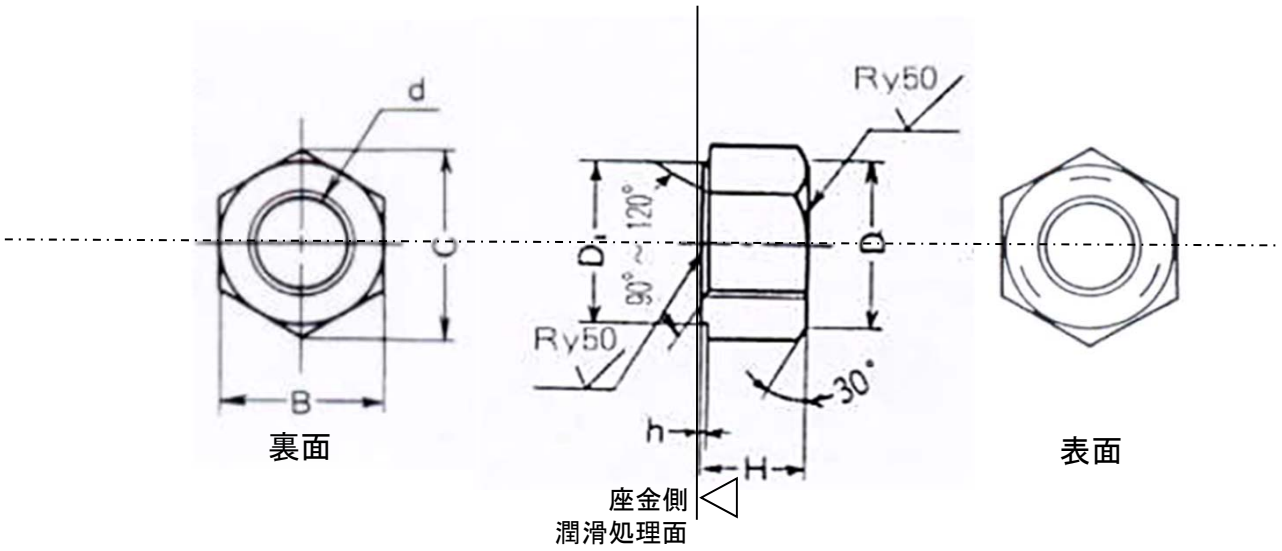


さびた高力ボルト

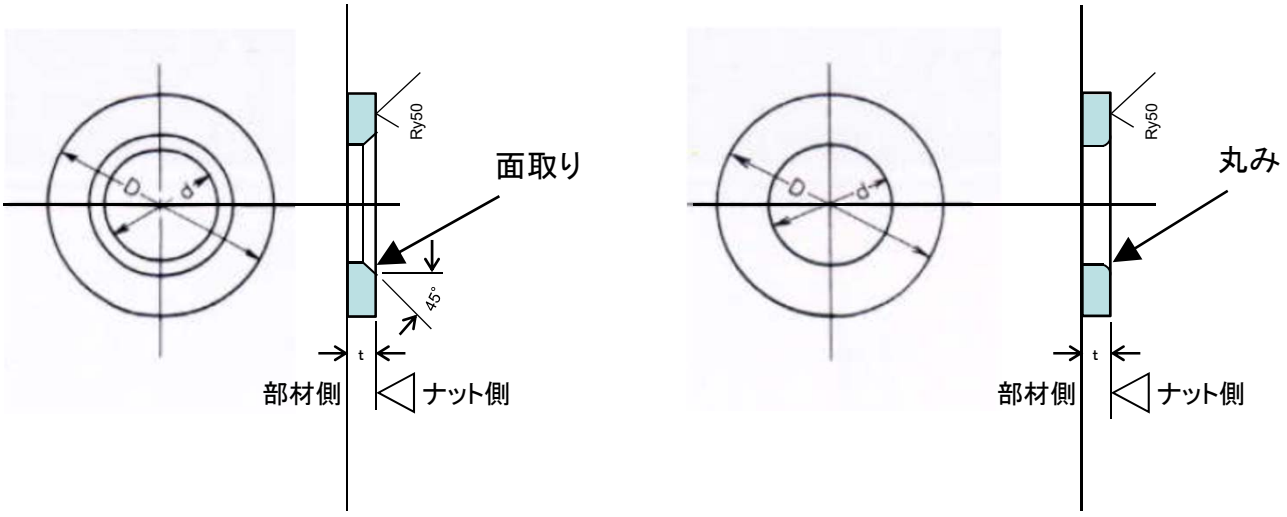
鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	座金、ナットの裏使用	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 座金、ナットを裏使用した場合、どのような問題があるのか？

A.
ナット、座金には正しい向きがあります。つまり、ナットは等級マークが外側になるように、座金は内径「面取り」もしくは「丸み」がない側を締付部材側にする必要があります。これらの逆の向きでの使い方を裏使用といいます。
座金や、ナットは、規定のトルク係数値を確保するためにお互いが接する面のあらさを規定しています。また、ナットの座金との接触面は潤滑処理されています。
裏使用しますと、ナットと座金が接する面のあらさの違いで、正規使用の場合と比較し、トルク係数値に影響が生じます。その結果、共回りが発生し、導入軸力がばらつくことがあります。



ナットの取付け方向

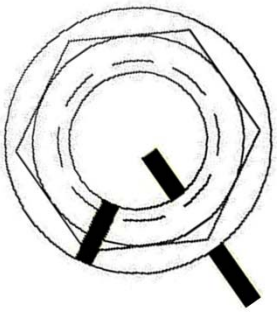


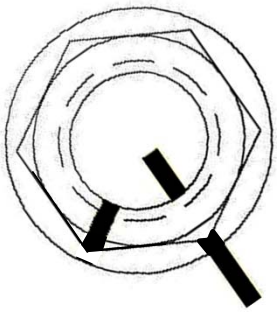
座金の取付け方向

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	共回り	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 共回りは、どのような理由で問題なのか？

A.
共回りとは、高力ボルトの本締めの際に、ナットとボルト、ナットと座金などが一緒に回ってしまう状態のことです。
高力ボルトは通常、ナットのみ潤滑処理が施され、ナット回転時にナットと座金間が回転することにより正規のトルク係数値が発揮されるように設計されています。共回りが発生した場合は、座金と母材間に回転が生じており、トルク係数値は変化してしまいます。
共回りが生じると、
①トルシア形高力ボルトの締付けやトルクコントロール法による締付けでは、トルク係数値が不安定となり、ボルトに導入される軸力は不十分なものとなります。
②ナット回転法による締付けでは、ボルトに対して所定のナット回転角が与えられないため、ボルトに導入される軸力はばらつき、不安定になります。
共回りが確認された場合には、正しい締付けが行なわれていない（規定の導入軸力が得られない）と判断して、その高力ボルトを新しいものに取り替えるよう規定されています。







ナットと座金が共に回った状態

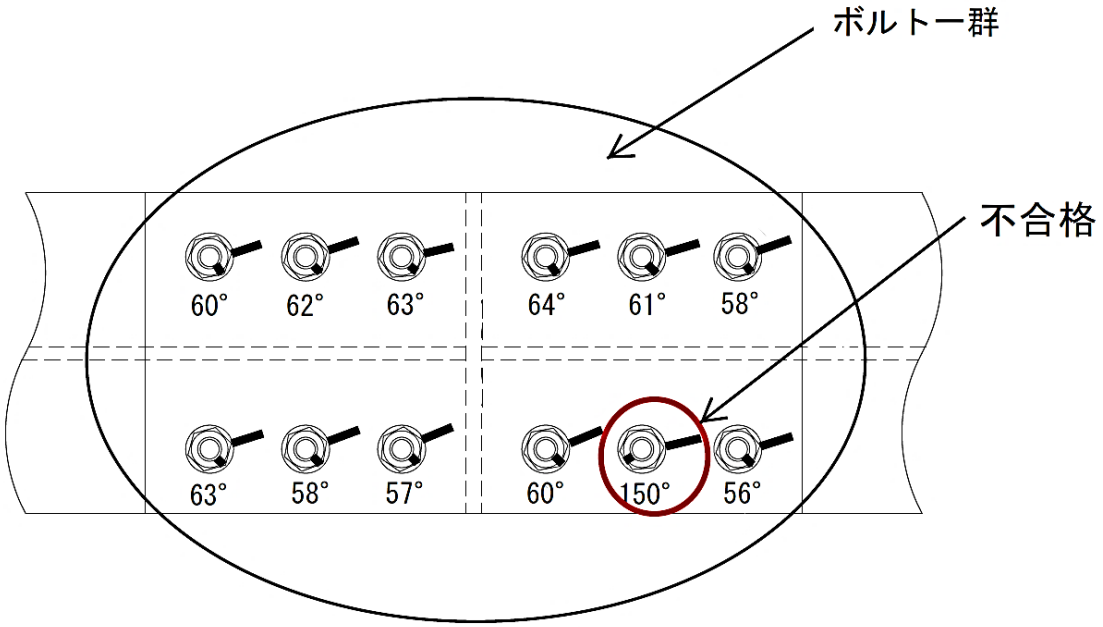


共回りなしの正常状態

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	ナット回転角	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. トルシア形高力ボルト締付け終了後のナット回転角の許容範囲は？

A.
トルシア形高力ボルト締付け終了後の検査は、全てのボルトについてボルトの余長、ピンテールの破断、1次締付け後に行ったマークのズレによるナット回転角・共回りおよび軸回りの有無を目視検査し、いずれについても異状の認められないものを合格とします。
この場合、ナットの回転角はボルトの呼び径、1次締付けの大きさ、ボルトの首下長さなどにより異なります。そこで、ボルトの回転量にバラツキが認められる場合は、ボルト群の全てのナット回転量の平均値を算定し、群の平均回転量に対して±30° の範囲内にあるものを合格とします。



平均回転角　67.6°
67.6° ±30°（37.6° ～97.6° ）
を外れるものは不合格



1次締め付け後
（ナットの角にマーキングする）



本締め完了時

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	トルクチェック	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

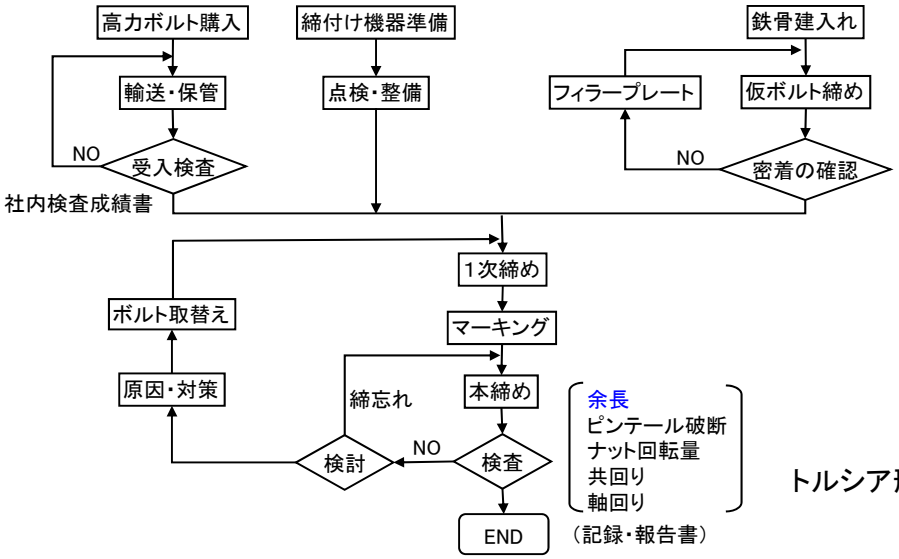
Q. トルシア形高力ボルトは、本締め完了後にトルクチェックが必要か？

A.

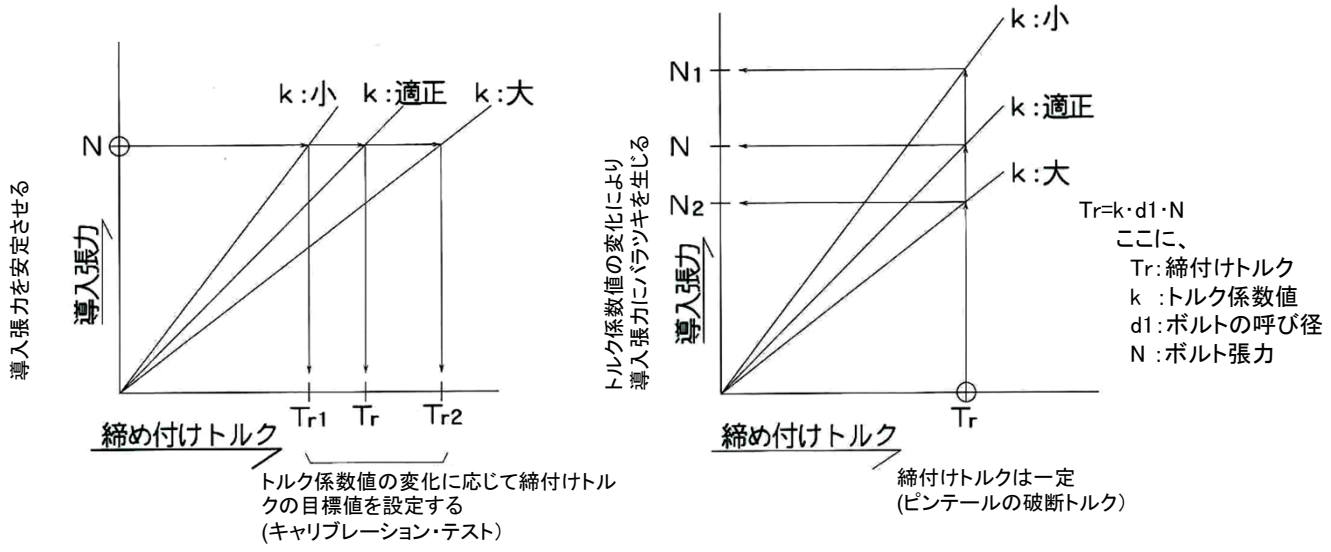
トルシア形高力ボルトの締付けトルクは、常にピンテールの破断トルクに等しくなります。ピンテールの破断強度は破断溝の寸法とボルト強度で決められ、メーカーによって相違はあるものの、それぞれ安定した状態に生産管理されており、精度は良いと考えられます。

トルクチェックを行い導入ボルト張力の適否を判断するのは、トルク係数値が判っている場合に有効であり、トルシア形高力ボルトではトルク係数値が示されていないのでトルクチェックでは導入ボルト軸力は類推できません。このためJASS6でもトルクチェックを行うことは規定していません。

なお、トルシア形高力ボルトは締付けトルクとピンテールの破断トルクの精度は良いものの、保管状況や降雨の影響で高力ボルトのセットのトルク係数値が工場出荷後に変動する場合は、締付けトルクの精度は良くても、導入ボルト張力は変動してしまうので注意が必要です。このため締付け手順はJASS6等に規定された施工手順を遵守することや、締付け後の検査を行うことが重要となります。



トルシア形高力ボルトの締付けフロー



高力六角ボルト(トルク・コントロール法)の場合　　トルシア形高力ボルトの場合

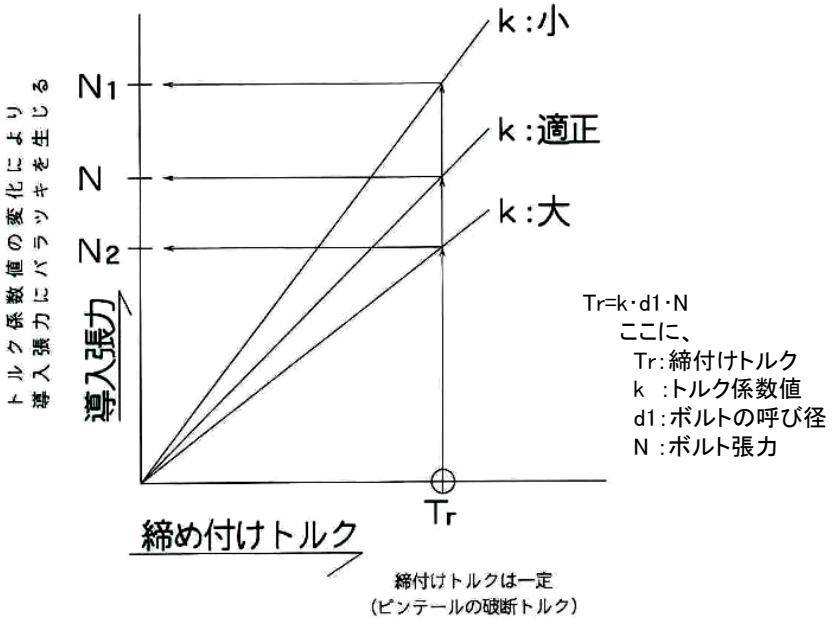
締付けトルクと導入張力の関係

出典：(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018
建築高力ボルト接合管理技術者講習テキスト

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	降雨時	制定	2011年7月1日
			改訂	2024年7月1日

Q. 高力ボルト挿入後、降雨時の処置は？

A.
トルシア形高力ボルトは、降雨・降雪などにより水分が付着すると、トルク係数値が変化して適正な締付け軸力が保証されない恐れがあるので、そのまま使用してはいけません。
挿入済みのボルトは、速やかに締付け途中のボルト群のボルトを締め終わるようにします。1次締めが完了（マーキングまで）している状態で放置されたボルトについては、ねじ部への雨水の侵入を防止し、天候の回復を待って本締めを行います。
降雨により締付けが出来ないときは、シート等を用いて継手部の水濡れ防止の処置を行なわなければなりません。
また、材料の保管中に濡れたおそれのある高力ボルトも同様で、乾燥しても品質が変化している可能性があり、締付け軸力が保証されないので使用しないでください。



トルシア形高力ボルトの締付けボルトと導入張力の関係

グラフはトルシア形高力ボルトによるトルク係数値と導入張力－締め付けトルクの関係を示しています。グラフから判るように、トルク係数値が変化すると導入軸力も変化します。従って、水分の付着等トルク係数値に影響を与える事項が生じることは避けなければなりません。

出典：高力ボルト協会　HP参照

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	JIS規格	制定	2011年7月1日
			改訂	2026年11月1日

Q. 何故トルシア形高力ボルトはJIS規格化されないのか？

A.
トルシア形の高力ボルトは、建築と土木（橋梁）とで規格の内容（すべり係数の取り方：土木 μ ＝0.40、建築 μ ＝0.45）に違いがあり、それぞれの立場で使用されているので統一規格にすることが現状では難しいようです。 建築基準法においては、指定建築材料として、JIS規格適合品のかわりにメーカー毎に国土交通大臣の一般認定を得たものが使えることになっています。

トルシア形高力ボルト（S10T）の大臣認定取得メーカー

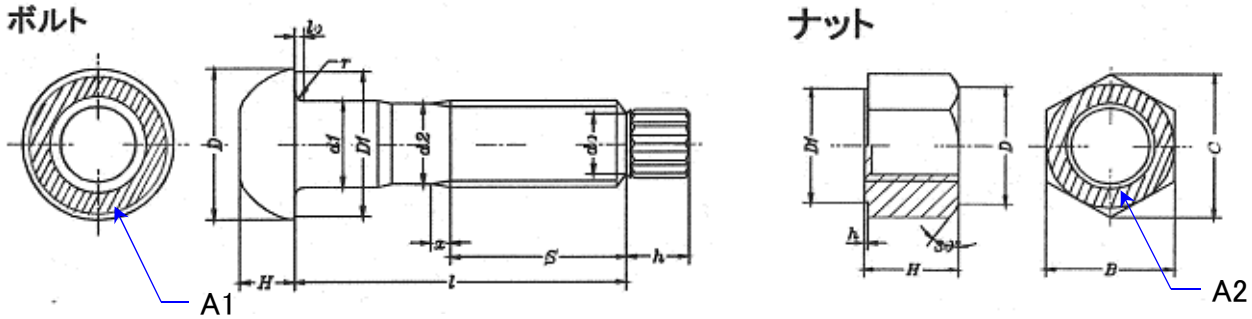
製造者	商品名
日鉄ボルテン(株)	高力TCボルト
神鋼ボルト(株)	神鋼トルコンボルト
滋賀ボルト(株)	TSボルト・サントルクボルト
帝国製鋲(株)	SSボルト
月盛工業(株)	TMトルシアボルト
日本ファスナー工業(株)	JFEトルクボルト(TBボルト)
日亜鋼業(株)	サントルクボルト
ユニタイト(株)	UNYトルシアボルト

出典：高力ボルト協会　HP参照

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	座金	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. トルシア形高力ボルトの丸頭側には、座金は何故不要なのか？

A.
トルシア形高力ボルトの形状は頭部が丸形で、ナットは通常の六角形となっています。トルシア形高力ボルトは１組が丸頭のボルト・座金１枚・ナットで構成されており、締付けに際しては座金をナット側に使用します。
丸頭の座面面積（下図 A1）を同径のナットの座面面積（下図 A2）より大きくすることで、頭部側に座金を使用しなくてもリラクゼーションなどの性能がJIS規格の高力ボルトと同等以上となり、ボルト軸力を十分確保できることを実験により確認し、大臣認定を取得していますので頭部側に座金を使用しなくてよいこととなっています。
なお、頭部側に座金を使用しないため、ボルトの首下長さはJIS規格適合品に対し一般的に5mm短いものとなります。





トルシア形高力ボルト（S10T）

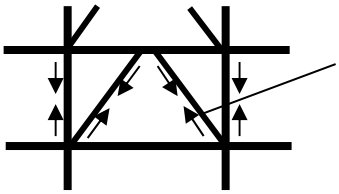
鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	座屈拘束型ブレース	制定	2011年7月1日
			改訂	2026年11月1日

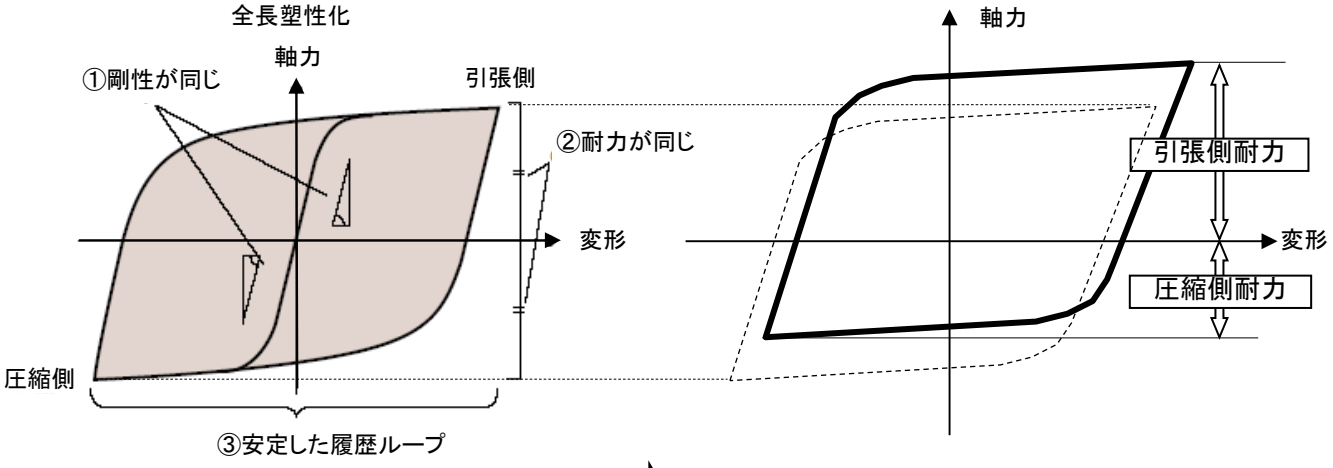
Q. K形の座屈拘束型ブレースのフレームとの接合手順に決まりは無いか？

A.
座屈拘束型ブレースは、地震時に変形することによりエネルギーを吸収する構造になっています。建方時に本締めして取付けた場合は、鉄骨自重や床コンクリートの打設荷重によりブレースが荷重を負担し、構造設計で想定している性能がフルに発揮できない恐れが生じます。このため、床コンクリート打設後に本締めして取り付ける方法が一般的ですが、耐震上重要な部位ですので設計者からの指示を仰いでください。

座屈拘束型ブレースの性能確保

建方時に本締めを行った場合、鉄骨自重や床スラブの打設により座屈拘束ブレースが付加軸力を負担することにより、履歴ループの引張・圧縮側の耐力が均等にならない





設計で想定している履歴ループ

建方時に座屈拘束ブレースを本締め・床スラブ打設した場合の履歴ループ

引張耐力＝圧縮耐力

引張耐力＞圧縮耐力

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	すべり係数試験	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 高力ボルトの「すべり耐力試験」と「すべり係数試験」の違いは？

A.
「すべり耐力試験」は、

$$P_{slip} \geqq 1.2 \times \mu \times m \times N_0 \times n$$

ここに　P_{slip}：すべり荷重　μ：すべり係数　m：摩擦面の数　N_0：設計ボルト張力　n：ボルト本数

を満足するかを確認できれば十分とするものです。
一方、「すべり係数試験」は、

$$\mu = P_{slip} / (m \times N_i \times n)$$

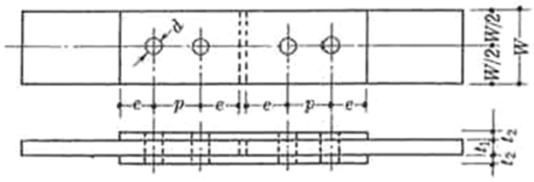
ここに　μ：すべり係数　P_{slip}：すべり荷重　m：摩擦面の数　N_i：初期締付け力　n：ボルト本数

の式をもとにすべり係数を求めるものです。高力ボルトの場合は0.45以上、溶融亜鉛めっき高力ボルトの場合は0.4以上のすべり係数値が必要となります。このすべり係数を求めるためには、導入ボルト張力（初期締付け力）を測定する必要があります。原則としてボルト軸部（円筒部）にひずみゲージを貼ってひずみを検出する必要があり、非常にコストと手間のかかる方法といえます。
なお、JASS6では原則としてすべり係数試験としています。





すべり係数試験用にひずみゲージを貼った高力ボルトの例



すべり試験用標準試験体の形状・寸法例

標準試験体の寸法等（SN400およびSS400の場合）

ボルトの等級	呼び	部材の有効断面積 (mm^2)	孔径 d (mm)	中板厚 t_1 (mm)	側板厚 t_2 (mm)	板幅 W (mm)	はしあき e (mm)	標準ピッチ p (mm)
F 10 T	M 12	576	14	16	9	50	30	50
	M 16	1083	18	19	12	75	40	60
	M 20	1716	22	22	12	100	50	70
	M 22	2128	24	28	16	100	55	80
	M 24	2528	26	32	19	105	60	90
	M 27	3200	30	32	19	130	70	100
	M 30	3852	33	36	19	140	80	110

標準試験体の寸法等（SN490およびSM490の場合）

ボルトの等級	呼び	部材の有効断面積 (mm^2)	孔径 d (mm)	中板厚 t_1 (mm)	側板厚 t_2 (mm)	板幅 W (mm)	はしあき e (mm)	標準ピッチ p (mm)
F 10 T	M 12	432	14	12	9	50	30	50
	M 16	832	18	16	9	70	40	60
	M 20	1292	22	19	12	90	50	70
	M 22	1562	24	22	12	95	55	80
	M 24	1850	26	25	16	100	60	90
	M 27	2380	30	28	16	115	70	100
	M 30	2944	33	32	19	125	80	110

標準試験体の寸法等（400N/mm^2級鋼材の場合：めっき高力ボルト）

ボルトの等級	ボルトの呼び径	部材の有効断面積 mm^2	孔径 d mm	中板厚 t_1 mm	側板厚 t_2 mm	板厚 W mm	はしあき e mm	ピッチ p mm
F 8 T	M 16	912	18	16	9	75	40	60
	M 20	1387	22	19	12	95	50	70
	M 22	1672	24	22	12	100	55	80
	M 24	1975	26	25	16	105	60	90
	M 27	2660	30	28	16	125	70	100
	M 30	3264	33	32	19	135	80	110

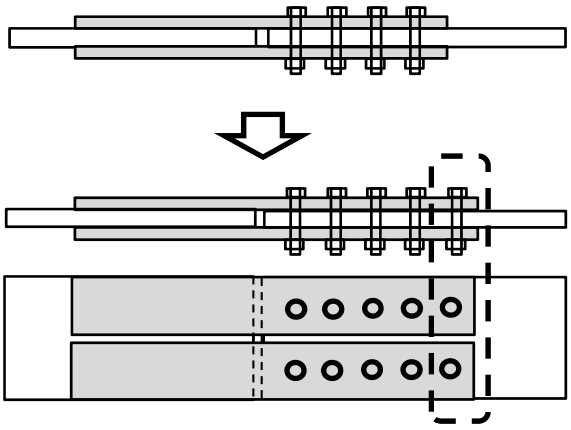
出典：（一社）日本建築学会_建築工事標準仕様書 JASS6 鉄骨工事、2018
（一社）日本建築学会_高力ボルト接合設計施工ガイドブック2016、鋼構造接合部設計指針、2012
（一社）溶融亜鉛めっき高力ボルト技術協会_溶融亜鉛めっき高力ボルト接合設計施工指針、2010

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	極厚H形鋼	制定	2014年6月1日
			改訂	2016年7月1日

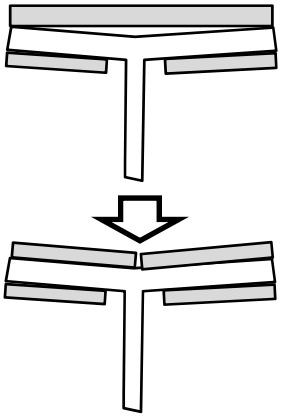
Q. 極厚H形鋼の柱の高力ボルト接合における留意点は？

A.
極厚H形鋼では、公差の影響で高力ボルト継手部の板厚差や梁せいの差が発生し、肌すきが生じる可能性があります。母材板厚が厚い場合、スプライスプレートも厚くなり、ボルトを締めつけてもなじまず肌すきが発生します。つまり、健全な摩擦耐力が確保できなくなる恐れがあります。

文献によれば、スプライスプレート板厚が16mm以下では、通常のボルトの端あき距離（M20で40mm等）で母材に1mmの板厚差が生じても接合部耐力としては問題ない事が示されていますが、極厚H形鋼の継手においては、添板の板厚が28mmを超えるようなケースもあり、そのような場合には健全な継手部とするためには、以下のような対策を設計者・監理者と協議する必要があります。
1. 溶接接合への変更
2. ジョイント近傍のボルトは健全な摩擦接合にならないので、その分を割り増す
3. フランジの反りに対しては、外側のスプライスプレートを2枚に割る



ボルトを増やす



外側のスプラ氏スプレート
も2枚に割る

出典：駒井技報Vol.26「被接合材片間に板厚差がある高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力」

鉄骨工事 Q&A	高力ボルト接合	摩擦面の黒さび	制定	2014年6月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 重ね合わせたスプライスプレートを外したら黒いさびが発生していたが、摩擦面として問題ないか?

A.
JASS6によれば、摩擦接合に必要なすべり係数0.45を確保するための摩擦面処理として、自然発せい(錆)、薬品処理による発せい(錆)もしくはブラスト処理が認められていますが、これらの方法により、一度、すべり係数確保のための粗さが確保された鋼板に対して、表面を空気にふれないように密閉した状態でしばらく放置すると、摩擦面が黒変することがあります。
しかしながら、一般に、黒変することによって一度形成された面の粗さが失われることはないので、摩擦面としての性能に問題は生じません。このことは、鉄骨工事技術指針・工場製作編において、「一度赤さびが発生したスプライスプレートを部材の接合面に重ねておくとしばらくして面が黒変することがあるが、この場合、通常は所定のすべり係数は得られると考えてよい。」との記述でも示されています。



スプライスプレートの黒さび

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	高力ボルト接合	低温下	制定	2024年7月1日
			改訂	

Q. 寒冷地で冬季低温下で高力ボルトを本締めする場合の注意事項は？

A.
寒冷地においては冬季の建方工事期間中に降雪に見舞われることが想定されます。
鉄骨建方中、仮ボルトを挿入する時は天候が晴れでも夜から積雪という場合もあります。
その場合、翌日積もった雪を払い落としてから本締め作業をすることは可能です。
しかし、これはパウダースノーのようなさらさらした雪の場合であって、雪の量が多かったり降雨で凍結した場合は摩擦面にも水分が滞留していることが問題となります。
そこで以下の注意が必要です。

①常時氷点下の場合は、高力ボルトの使用範囲（0℃～60℃）を外れるため高力ボルトの本締め作業は原則中止する。工程計画上、氷点下でボルト締め付けを行うことが想定される場合はあらかじめ氷点下での高力ボルト導入張力確認試験を行ってその性能を確認しておくことが望ましいです。

②外気が0℃以上でもスプライスプレート内で溶けた水分が再凍結している可能性があります。将来軸力の低下が懸念されるため本締め前にスプライスプレートと母材の間で凍結していないことを確認してください。

③鉄骨部材に付着した氷雪によって転倒や墜落災害が発生しないように、作業場所の状況を十分確認してください。



引用：日本建築学会　鉄骨工事技術指針-工事現場施工編　2018 P 269

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	裏当て金	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

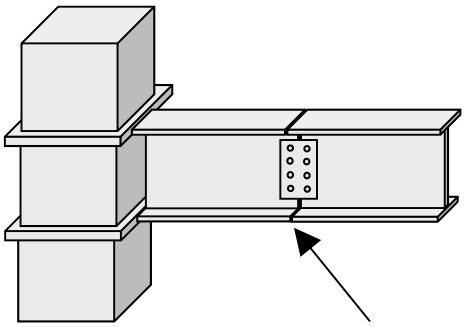
Q. ブラケット形式のフランジ現場溶接（固形エンドタブ）で、裏当て金の組立て溶接位置は？

A.
鉄骨工事技術指針・工事現場施工編においては、

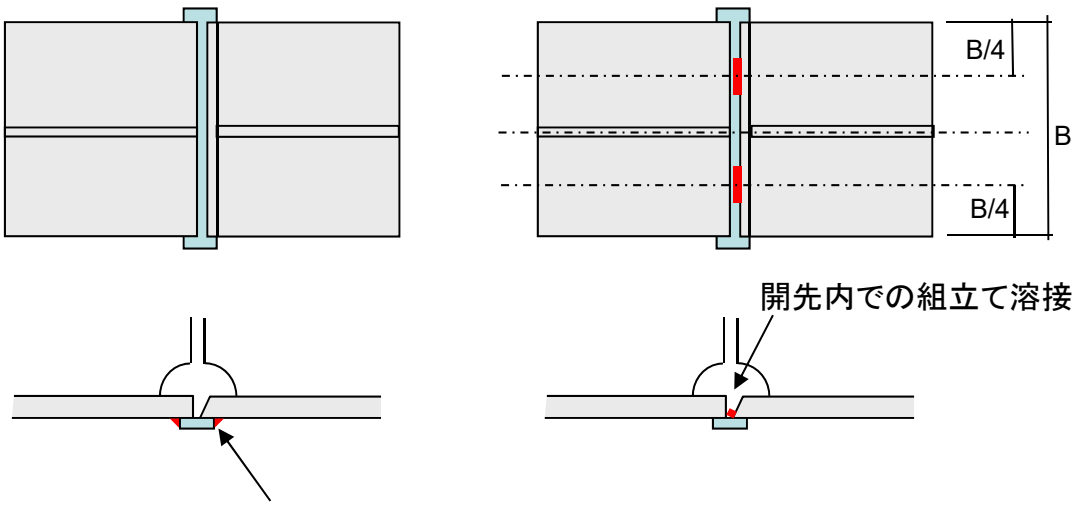
「現場溶接の時に特に下フランジ側では、応力状態の厳しくなるフランジ外面に組立て溶接を行なうと組立て溶接の止端から梁フランジが破壊する可能性がある。また、上向き姿勢で適切な組立て溶接を行なうことは困難である。したがって、現場溶接における組立て溶接は、エンドタブの部分で行なうのが望ましい。」 と示されています。

しかし、質問のように固形エンドタブを使用する場合は、エンドタブの部分で溶接が出来ないため、同じく技術指針の以下のただし書きに従って、開先内で組立て溶接を行うことになります。

「ただし、工事監理者の承認を得て、組立て溶接を開先内に行うことができる。この場合の組立て溶接の位置は、梁フランジの1/4とし、かつ、本溶接時に組立て溶接を確実に再溶融させる。組立て溶接に用いる溶接は、本溶接時と同じ溶材を用いて行なう。」



下ﾌﾗﾝｼﾞの現場溶接



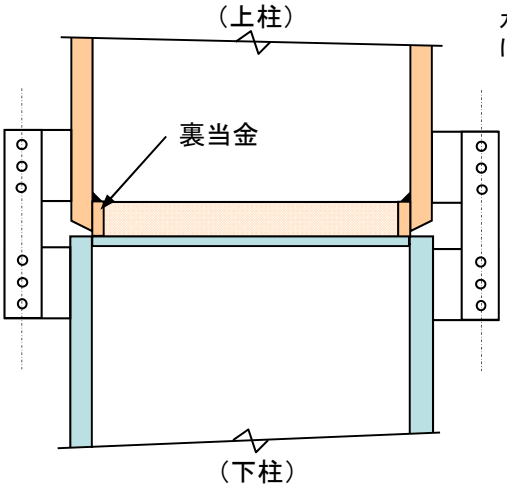
出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	柱継手	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

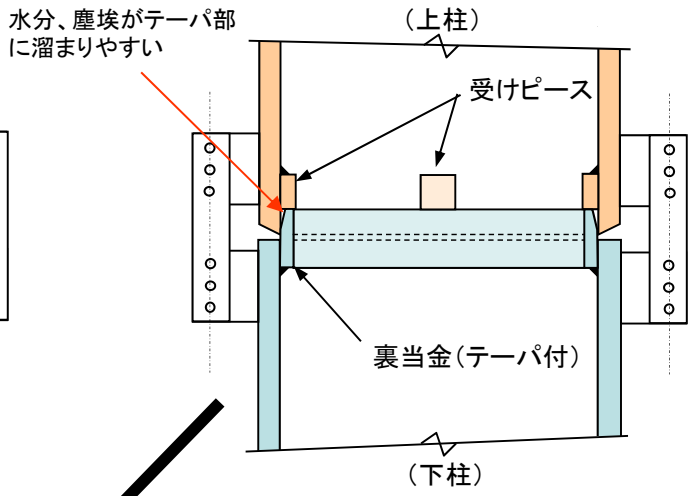
Q. コラム柱の柱継手で、裏当て金を差し込み式にした場合の留意点は？

A.
柱継手部の食違い防止で採用される例が多い方法ですが、採用にあたっては以下の注意が必要です。

① 柱内に雨水等が入らないように養生する処置が必要
② 下柱の裏当て金は、施工性を考慮してテーパ加工がされているが、このテーパによる柱材との隙間に雨水や塵埃が侵入している可能性があるために、溶接前にバーナ等で加熱・蒸散させる必要がある。
③ 裏当て金に塗布してある溶接用の下塗りが、上柱挿入時に剥がれて、上柱と裏当て金の間に不純物として残る場合があり、溶接前に除去する必要がある。
④ 上柱内部に取付けた、裏当て金の受けピースおよび裏当て金に、自重が掛かるので強度上必要な溶接量を確保する必要がある。



通常の方法



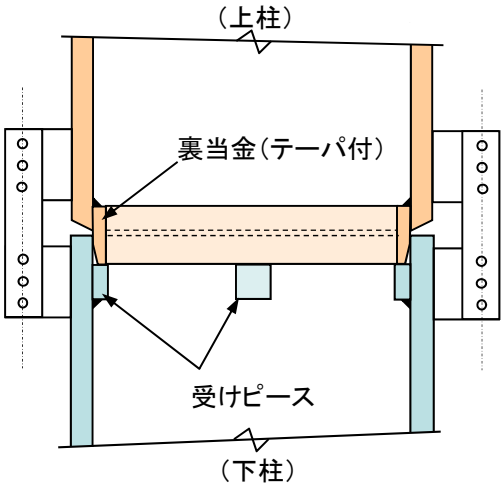
裏当て金が下柱付き



上柱



下柱



裏当て金が上柱付き

サヤ管形状の建込みイメージ

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

Q. AW検定の工事現場溶接資格はどのようなものですか？

A.
工事現場溶接の場合、横向き溶接を代替エンドタブで行う場合は比較的少ないため、両者を分けています。但し、代替エンドタブⅤ類の資格には、代替エンドタブ下向(F)、横向き(H)両方の試験合格が必要です。
一方、工場溶接の場合は、下向き、横向きを分けて管理するのは難しいため両方保持するとしています。下表に示す、資格毎の●で示した試験項目を全て合格する事が必要です。代替エンドタブ資格は、鋼製エンドタブ資格を保有することが必要です。
なお、工事現場溶接のⅤ類資格保有者は、非常に少ないのが現状です。

AW検定の資格毎の試験項目

工場溶接試験

※既取得資格により免除の場合あり

合格する必要がある試験種目 / 資格名	鋼製エンドタブ(略称ST)				代替エンドタブ(略称ET)	
	完全溶込み溶接(略称S種)		隅肉溶接※(略称A種)		完全溶込み溶接(略称S種)	
	下向(F)	横向(H)	水平(H)	立向(V)	下向(F)	横向(H)
鋼製エンドタブ	●	●	●	●	―	―
代替エンドタブ	●	●	●	●	●	●

工場溶接は、下向き、横向きの代替エンドタブ試験の両方に合格して「代替エンドタブ溶接」の資格保有

工事現場溶接試験

合格する必要がある試験種目 / 資格名		鋼製エンドタブ(略称ST)			代替エンドタブ(略称ET)	
		完全溶込み溶接(略称 現場S種)			完全溶込み溶接(略称 現場S種)	
		下向(F)	横向(H)	立向(V)	下向(F)	横向(H)
鋼製エンドタブ	Ⅱ類	●	●	―	―	―
	Ⅲ類	●	●	●	―	―
代替エンドタブ	Ⅳ類	●	●	―	●	―
	Ⅴ類	●	●	―	●	●

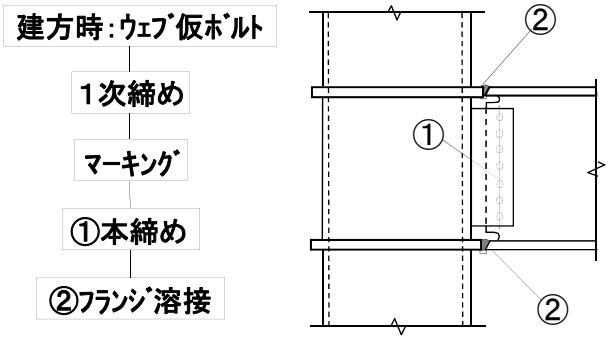
Ⅳ類は下向きの代替エンドタブ溶接のみの資格。
Ⅴ類は、下向き、横向きの代替エンドタブ溶接の資格。

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	混用接合	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

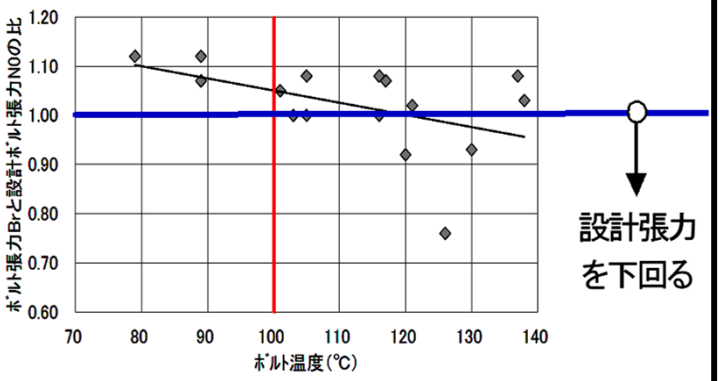
Q. 混用接合で、溶接熱による高力ボルトの導入張力の影響を回避する方法は？

A.
鉄骨の現場接合において、H形鋼のウェブ・高力ボルト接合、フランジ・現場溶接接合、いわゆる混用接合が多くの物件で採用されています。
この場合、ウェブ高力ボルトを先行して本締めまで行なった後に、フランジ溶接を行います。

（一社）日本建築学会・鉄骨工事技術指針・工事現場施工編では、本締めされた高力ボルトのフランジ溶接における熱の影響によりボルト張力が低下するという研究例があることが指摘されています。
　また、過去の研究事例では、本締めされたボルトの温度が100℃を超えると、導入張力が設計張力を下回る事が報告されています。
これを回避する施工方法の一例として、右図に示しました高力ボルト温度測定管理フローに基づき、高力ボルトの温度が最も大きくなると予想されるフランジ板厚の最も厚い部材で試験を行い、溶接部に最も近い高力ボルト温度を測定して、高力ボルトの温度が100℃を超えない溶接条件を確認する方法があります。

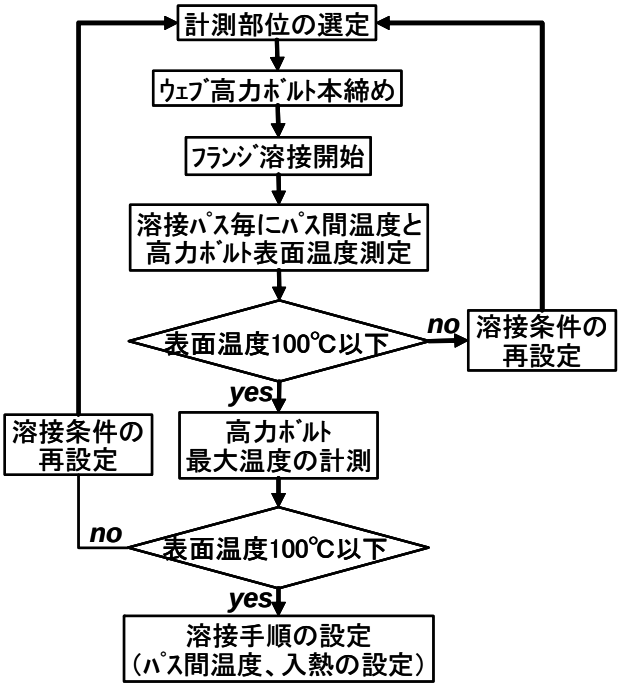


混用接合の施工手順　　混用接合の姿図





表面温度測定



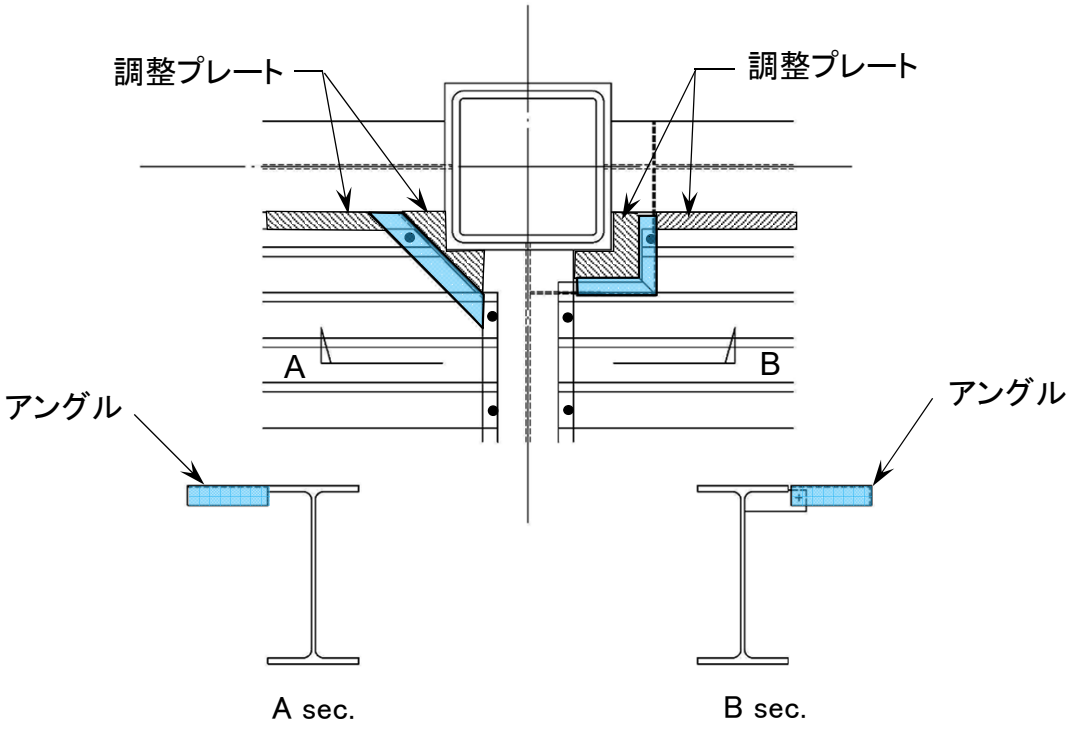
高力ﾎﾞﾙﾄ温度測定管理ﾌﾛｰ

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	工事現場溶接	デッキ受け	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. コラム柱で、ノンブラケット（梁フランジ現場溶接）の場合の柱周りデッキ受けの納まりは？

A.
デッキ受けをダイアフラムに現場溶接するのは難しく、ほとんど行なわれていません。直交する梁間でアングルを梁フランジに溶接する方法や、デッキ受けをボルト止めで掛け渡す方法などが行われています。



柱周りデッキ受けの事例

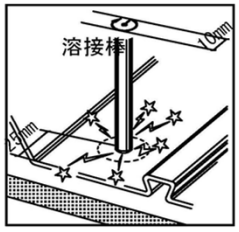
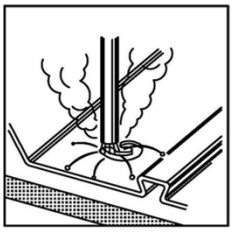
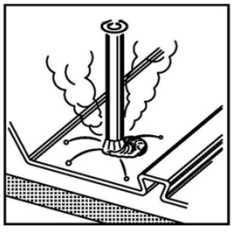
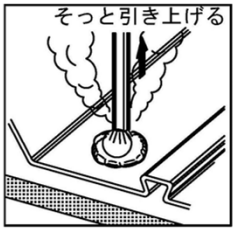
鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	焼抜き栓溶接	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 焼抜き栓溶接の現場管理はどのようにすればよいか？

A.
焼抜き栓溶接の施工方法は、通称デッキプレート版告示（告示606号：平成14年国土交通省告示第326号の一部を改正）に規定されており、その内容は以下のとおりです。

1. 鋼板の厚さを1.6mm以下とすること。
2. 溶接部に割れ、内部欠陥等の構造耐力上支障のある欠陥のないこと。
3. 溶接部周辺における鋼板と鉄骨その他の鋼材との隙間を2mm以下とすること。
4. 溶接部の直径を18mm以上とすること。
5. 溶接部相互の中心間距離を60cm以下とすること。
6. 溶接部（端抜けのおそれのない部分を除く。）の縁端距離（当該溶接部の中心から接合する鋼材等の縁端部までの距離のうち最短のものをいう。）を20mm以上とすること。
7. 焼き切れ及び余盛不足のないものとすること。

この告示では、溶接棒、溶接電流などの溶接仕様を規定してはいませんが、2項や7項の規定で溶接部の品質について規定しています。
焼抜き栓溶接の溶接条件や作業要領は、各デッキメーカーの設計施工標準などにも規定があるのでこれらの資料も参考になります。これらの規定に準拠していることを確認して下さい。

1. アーク発生	2. デッキ焼抜き	3. 押込み・溶着	4. 整形
			
デッキを梁になじませ（隙間2mm以下）、溶接棒をデッキに垂直にしてアークを発生させる	溶接棒を若干引き上げてアークを飛ばし、径10mm弱で“の”の字を描いてデッキを焼抜く	溶接棒を梁上まで押し込み、焼抜きの内側をなぞるように円中央へ2～3回転しながら運棒する	溶着金属を整え、中央部でそっと溶接棒を引き上げる。スラグを除去して仕上がりを確認する

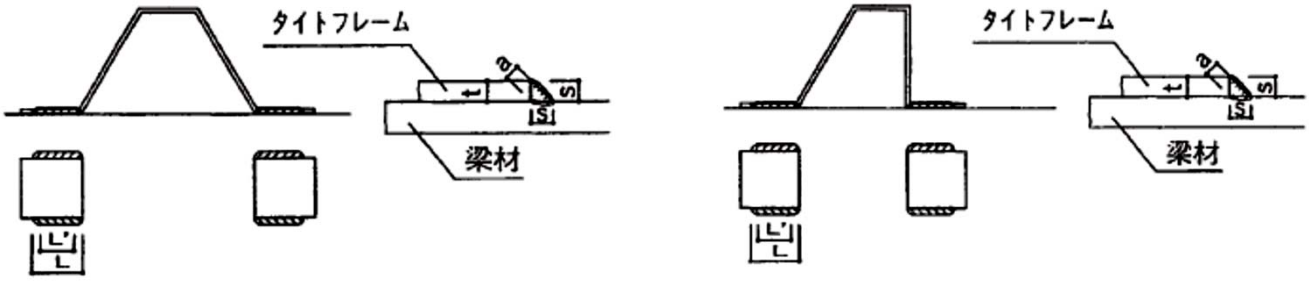
項目＼溶接方法		焼抜き栓溶接（SPW）
溶接技能者資格		JIS Z 3801基本級以上あるいはJIS Z 3841基本級以上
溶接棒		JIS Z 3211のE4316, E4916の低水素系被覆アーク溶接棒、棒径4mm
溶接機		交流アーク溶接機AW250A以上、エンジン溶接機230A以上
標準溶接条件	デッキプレート板厚	1.0、1.6mm、亜鉛めっき（Z12, Z27）または一般さび止め塗装
	梁フランジ板厚	6mm以上の黒皮または一般さび止め塗装
	溶接電流	190～230A（標準210A）
	アーク電圧	―
	アークタイム	8～12秒
余盛径		18mm以上

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工場現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	タイトフレーム溶接	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 折板屋根で、小梁上のタイトフレーム取付けに際して溶接長さの規定はあるのか？

A.
タイトフレームの幅、板厚および必要溶接長は、想定される風荷重に対する必要強度で決定されます。参考として、（一社）日本金属屋根協会のHPに、「タイトフレームを溶接する」というタイトルのテクニカルレポートが公開されており、その中にタイトフレーム耐風強度計算について記述されています。



逆V型　　逆レ型

タイトフレームの形状

タイトフレーム一本当たりの溶接許容荷重

板厚	2.3mm		3.2mm		4.5mm	
溶接全長	逆V型	逆レ型	逆V型	逆レ型	逆V型	逆レ型
1.5cm	6000	3000	6900	3400	6800	3400
2.0cm	8900	4400	10900	5400	12400	6200
2.5cm	11800	5900	14900	7400	18100	9000
3.0cm	14700	7300	19000	9500	23800	11900
（注）計算値の下2ケタを切り捨ててます						単位：N／本

ただし、小梁などの母材に直接タイトフレームを溶接する際には、ショートビードにならないよう溶接長40mm以上を確保するようにしてください。



溶接長が短い例

出典：（一社）日本金属屋根協会　テクニカルレポート「（8）タイトフレームを溶接する」

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	タイトフレーム溶接	制定	2011年7月1日
			改訂	2023年2月1日

Q. さび止めペイントの上から行なうタイトフレームの溶接は溶接強度に問題ないか？

A.
カラーC形鋼などの塗装は、溶接のアークの熱により消失しますので強度的な影響は、ほとんどないと考えられます。ただし、鉄骨製作工場で行う錆止め塗装は、塗膜厚が厚い場合がありますので、事前確認試験を行うなど問題ないことを確認してください。
いずれも、溶接後のアンダーカット、ピット、割れ等の外観検査は十分に行なってください。また、溶接後のさび止めペイントのタッチアップを忘れないでください。

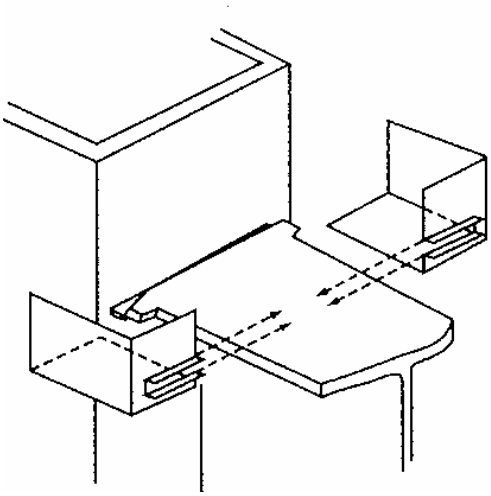


さび止めペイントの上から溶接を行った例

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	風養生	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. ノンブラケット梁の工事現場溶接における効果的な風養生方法はないか？

A.
具体的な方策を提案することはできませんが、防風設備に用いる養生シートは、ガス溶断、ガウジングによる火花から着火しない不燃性のものとし、これをユニット足場などの溶接足場設備の周りや建物外周に沿って取り付けます。また補助的な防風対策としてフランジに左右からプレートで作成された防風装置をはめ込むなど様々な方法が考えられます。
工事現場溶接業者と協議して工夫してください。





溶接部近傍のみを囲う防風装置の例

出典：(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	材料保管	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶接材料の保管に関して注意すべき点は？

A.
工事現場溶接を対象とした溶接ワイヤ、溶接棒や副資材は、雨水がかからないように保管する必要があります。保管方法としてコンテナが最適ですが、無い場合は直置きするのでなく木製すのこなどの上に置き、シートを掛ける、特に被覆棒はビニールでしっかりとくるみ、溶接するときは携帯用乾燥器を使用することが必要です。





溶接材料保管用のコンテナ



被覆アーク溶接棒の携帯用乾燥器

出典:(一社)日本建築学会 鉄骨工事技術指針･工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	電磁波	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 工事現場溶接時の電磁波が、既存の病院の機器類に与える影響を防ぐには？

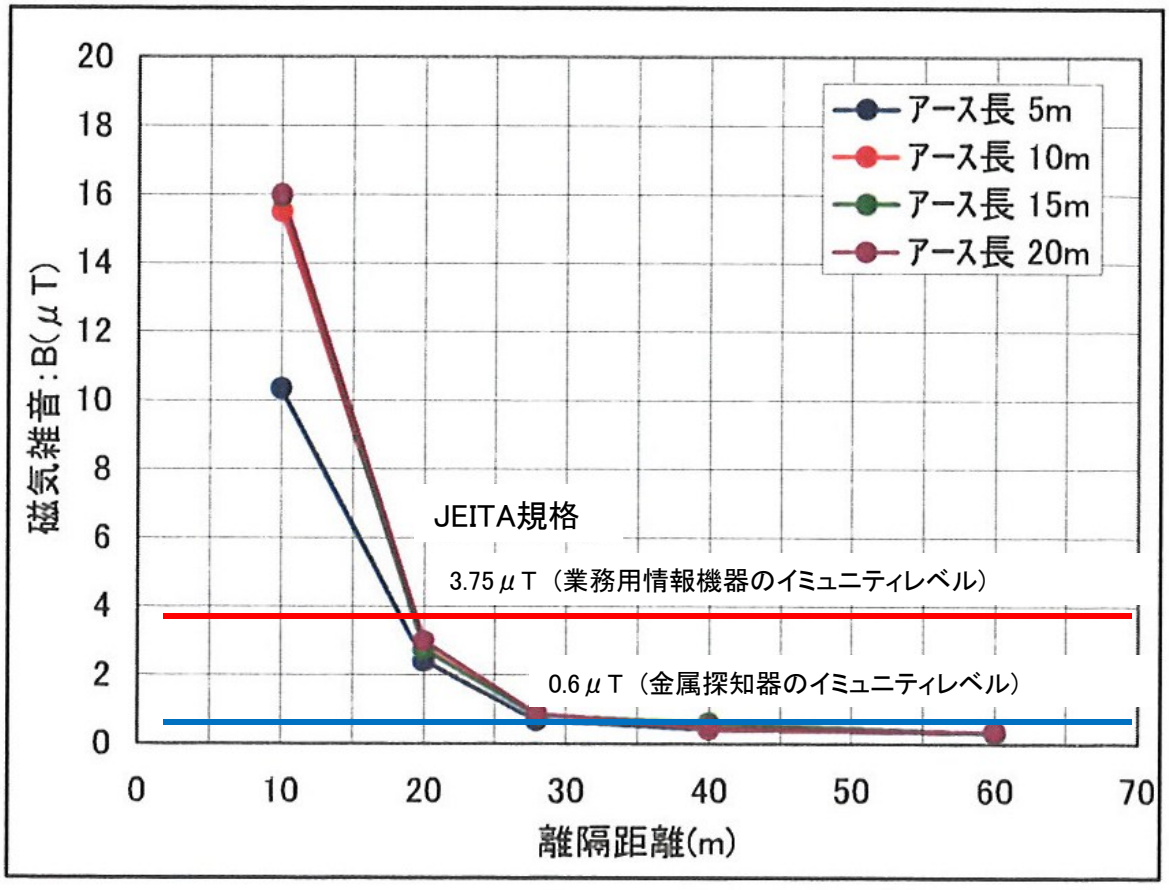
A.
一般のガスシールドアーク溶接では電流は200～300A程度ですが、影響が懸念される場合の対策として、

- 電気の流れ道（キャブタイヤケーブル）から機器までの離隔を大きくする。
- 電流を小さくする。
- アースを溶接位置に近づける。

等があげられます。

ちなみにスタッド溶接は1回あたりの電流が2000A前後となり、影響が大きくなります。
磁気センサを用いた離隔距離、アース長を各々変えて、溶接時の磁気雑音の大きさを磁気センサーなどで測定する実験等で、確認をしたほうが望ましいと考えます。

参考データ



離隔距離（アース長）と磁気雑音の大きさの関係

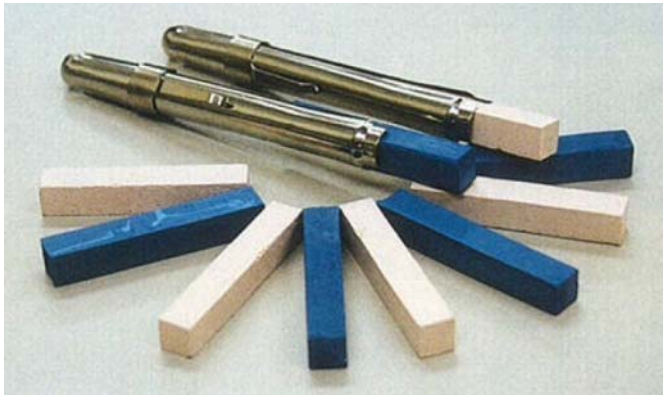
（注）
JEITA　：（一社） 電子情報技術産業協会
イミュニティレベル　：　特定の機器、装置、またはシステムにおいて、それらが要求される程度の性能で動作しうる電磁妨害の最大印加レベル

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	示温塗料	制定	2012年9月1日
			改訂	2016年7月1日

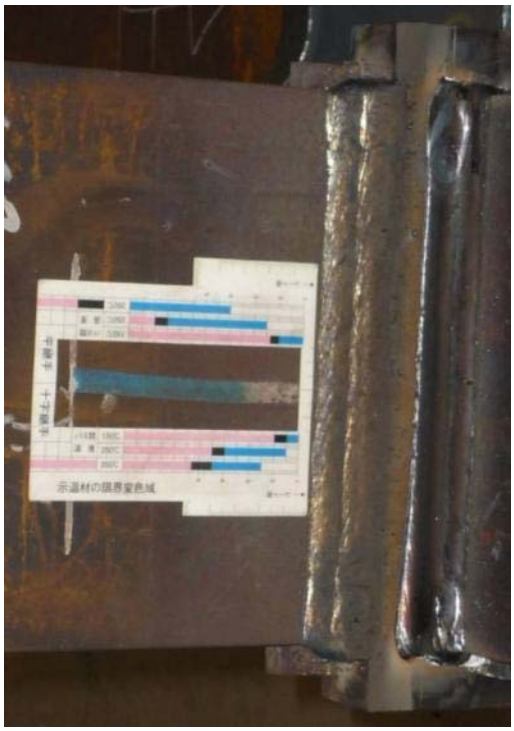
Q. 示温塗料がパス間温度を管理できる原理は？

A.
示温材とは、温度チョークのように所定温度で融解するものとは異なり、物質の組成が熱により変化する現象を利用して温度を視覚で感知できるようにしたものです。こうした示温材の中で、いったん変色すると元に戻らない不可逆性を利用して開発されたものが、示温塗料です。

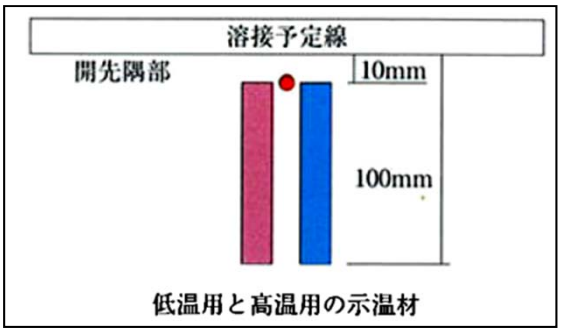
示温塗料はその目的とする温度および加熱時間と加熱速度などに応じて変色します。従って同じ温度といえども、その温度を何度も繰り返すほど、変色域が長くなります。 このように示温塗料は変色する長さを制限することで、「熱の総量」を管理するものであり、各パスでの具体的なパス間温度を確認・管理するものではありませんので注意が必要です。各パスのパス間温度の確認・管理には各種温度計や温度チョークを使用します。



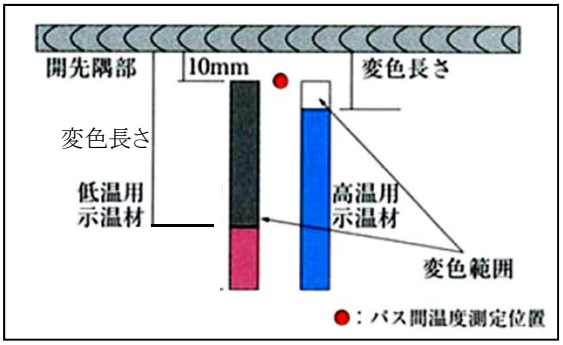
示温塗料　青色：高温用 薄ピンク色：低温用



示温塗料を塗布した使用事例



溶接前の示温塗料塗布位置



溶接後の示温塗料変色長さの測定

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	溶接禁止範囲	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 仕上工事、設備工事などに付随する工事現場溶接を行う場合の注意事項は？

A.
内外装工事や設備工事の下地として必要な金物等を鉄骨本体に取り付けるために工事現場溶接が行われることがあります。これらの溶接は十分に管理された中で行われる必要があります。例えばショートビードや溶接欠陥は、母材（構造体）の性能に悪影響を及ぼす原因となります。
公共建築工事標準仕様書（平成28年版）の「7.6.9　関連工事による溶接」には、『関連する工事のため、金物等を鉄骨部材に溶接する場合は、母材に悪影響を与えないように、表7.6.1に示す最小ビード長さを遵守するとともに、必要に応じて予熱等の処置を行う。なお、溶接は、7.6.3による技量を有する溶接技能者が行う。』とあります。

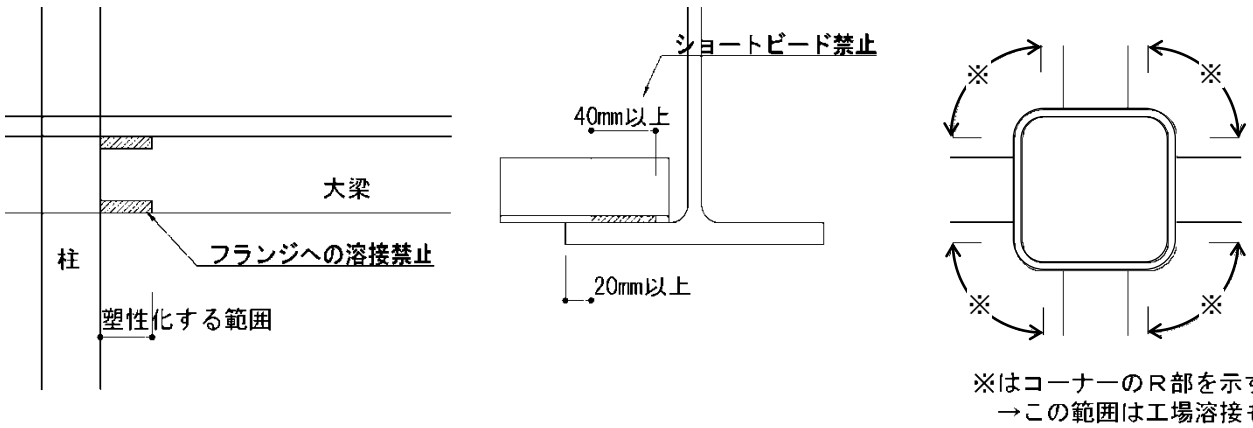
公共建築工事標準仕様書の規定

表7.6.1　組立溶接の最小ビード長さ（単位：mm）

板厚	手溶接、半自動溶接を行う箇所	自動溶接を行う箇所
6以下	30	50
6を超える	40	70

公共建築工事標準仕様書　7.6.3による溶接技能者
・手溶接の場合は、JIS Z 3801に示す試験等による技量を有するもの
・半自動溶接の場合は、JIS Z 3841に示す試験等による技量を有するもの

特に、大梁端部のように大地震時に塑性化する可能性がある部位や冷間成形角形鋼管のコーナー部等のように塑性変形した部位、また応力集中が起きやすい部位などには、これらの溶接は避けることが望ましいといえます。
やむを得ず、これらの部位に金物を取り付ける必要がある場合は、
①構造体に直接工事現場溶接をすることの無いように、捨てプレートなどを製作工場で取付ける
②溶接方法、溶接材料や溶接技能者の資格を明確にし、十分に品質管理された中で作業を行う
等の計画を立て、設計者・工事監理者の承認を受ける
なお、鉄骨工事技術指針では、軽微な溶接といえども、溶接技能者は原則として、JASS6の5.4「溶接技能者および溶接オペレータに規定する溶接技能者のうち、少なくとも基本となる級（下向き）の有資格者とすることを求めています。



(a) 梁端部の金物溶接禁止位置　(b) 梁下フランジへの溶接　(c) 冷間成形角形鋼管柱の角部

金物溶接施工標準の参考例

出典：公共建築工事標準仕様書（建築工事編）(平成28年版)
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	アーク光障害	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶接時のアーク光は、目や皮膚にどのような障害を引き起すか？

A.
溶接時のアークは、目に見える可視光と目に見えない紫外線および赤外線を発生します。その中で、特に目に有害な光は、紫外線（200～380nm）および可視光の青光（400～570nm）です。

・紫外線による障害 ： 電気性眼炎。角膜の表層部に障害を与えます。目に異物が入った感じになり、涙が流れ、まぶたの痙攣を伴った急性症状が数時間後に現れ、４８時間程度で消滅します。皮膚に受けると日焼け同様の水脹れの症状となります。

・青光による障害 ： 網膜障害。視力低下、視野の一部が見えなくなる、かすんで見えるなどの症状が数週間から数ヶ月続きます。

これらの障害を避けるために、適切な遮光保護具（保護面と保護めがね）を使用する必要があります。保護面のプレート、めがねレンズの遮光度番号は、遮光保護具のJIS規格に記載されている使用標準を参考に選択します。例えば、100A～300Aのガスシールドアーク溶接を行う場合は遮光度番号11か12を使用します。

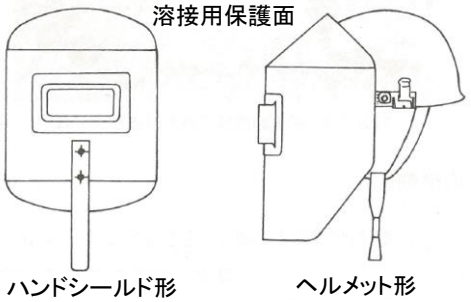
JIS T 8141 遮光保護具付属書1におけるフィルタープレートよびフィルターレンズの使用標準

<table>
<tr><th rowspan="2">遮光度番号</th><th colspan="3">アーク溶接・切断作業（アンペア）</th></tr>
<tr><th>被覆アーク溶接</th><th>ガスシールド
アーク溶接</th><th>エアアーク
ガウジング</th></tr>
<tr><td>1.2
1.4
1.7
2
2.5
3</td><td colspan="3">散乱光または輻射光を受ける作業</td></tr>
<tr><td>4</td><td>----------</td><td rowspan="4">----------</td><td rowspan="3">----------</td></tr>
<tr><td>5
6</td><td>30以下</td></tr>
<tr><td>7
8</td><td>30を超え
75まで</td></tr>
<tr><td>9</td><td rowspan="3">75を超え
200まで</td><td>100以下</td></tr>
<tr><td>10</td><td rowspan="2">125を超え
225まで</td></tr>
<tr><td>11</td><td rowspan="2">100を超え
300まで</td></tr>
<tr><td>12</td><td rowspan="2">200を超え
400まで</td><td rowspan="2">225を超え
350まで</td></tr>
<tr><td>13</td><td rowspan="2">300を超え
500まで</td></tr>
<tr><td>14</td><td>400を超えた場合</td><td rowspan="3">350を超えた場合</td></tr>
<tr><td>15
16</td><td>----------</td><td>500を超えた場合</td></tr>
</table>

保護めがねの例
スペクタクル形：サイドシールド有り



一眼式　　二眼式



ハンドシールド形　　ヘルメット形

出典：溶接機器・材料・高圧ガスの基礎知識　産報出版

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	溶接作業影響	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 溶接作業が人体に与える有害な影響にはどのようなものがあるか？

A.
溶接作業では、ヒュームやガスによる呼吸器障害、アーク光による眼炎・皮膚障害、スパッタなどによる火傷、感電による死亡災害などが懸念されます。
溶接作業の際の危険・有害要因と人体への影響および防止するための保護具を示します。
溶接技能者はもとより溶接技術者、施工管理者も適切な保護具を使用し、自ら身を守ることが必要です。

溶接作業における危険・有害要因が人体に及ぼす影響および防止するための保護具

危険・有害因子			人体に及ぼす影響		防止対策	
			部位	主な傷・障害	環境，装置	個人用保護具
化学的要因	ヒューム	Fe，Mn，Cr，Cu などの酸化物等	呼吸器 ほか	金属熱 化学性肺炎 じん肺症	全体換気装置の設置 局所排気装置の設置 ヒューム吸引トーチ，送風機の使用	防じんマスクの着用 電動ファン付き呼吸用保護具の着用 送気マスクの着用
	ガス	CO，O_3，NO_x 有機分解ガス	呼吸器 ほか	血液の異常 中枢神経障害 心臓・循環器障害 酸素欠乏症	全体換気装置 局所排気装置	電動ファン付き呼吸用保護具の着用 送気マスクの着用
物理的要因	有害光	紫外線	眼	表層性角膜炎 結膜炎	溶接作業場の分離 遮光カーテンの設置 衝立の設置	溶接用遮光保護面の着用 遮光めがねの着用
		可視光		網膜障害		
		赤外線		白内障		
		赤外線	皮膚	光線皮膚炎		溶接用皮製保護手袋，足，腕カバー，ヘルメットなどの着用
	電撃	—	皮膚	やけど	損傷のない適正なケーブルの使用 絶縁型ホルダの使用 交流アーク溶接機用電撃防止装置	絶縁性の安全靴の着用 乾いた絶縁性保護手袋の着用 破れがなく、乾いた作業衣の着用
			その他の臓器・器官	心臓，循環器障害，中枢神経障害		
	爆発，火災	スパッタ・スラグ，可燃性・爆発性材料，引火性ガス・液体	—	やけど ガス中毒 煙死	可燃性・爆発性・引火性物の整理(隔離) 換気設備の設置 消火設備の設置 始業・終業時の点検	—
		アース，ケーブル	—	—	通電による発熱の防止	—
	スパッタ スラグ アーク		眼	外傷，飛入	自動化	溶接用遮光保護面の着用 遮光めがねの着用 保護めがねの着用
			皮膚	やけど	自動化	安全帽，安全靴，溶接用保護手袋，前掛け，足・腕カバーの着用
	アーク熱	気温，湿度	全身	熱中症	送風の実施，空調装置の設置	冷房服などの着用
	騒音	音量	耳	騒音性難聴	—	耳栓，耳覆いの着用

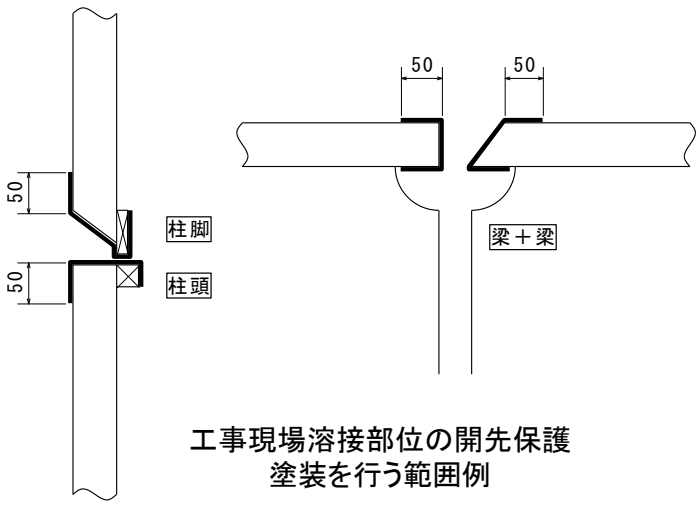
注） 人体への影響ではないが、溶接がペースメーカーに与える影響が考えられ、注意が必要である

出典:溶接・接合技術総論　産報出版

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	開先防せい範囲	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 開先の防せい(錆)塗装の範囲は？

A.
開先防せい(錆)塗装は一般の下塗りとは目的が異なり、溶接開始までに開先部にさびを発生させないために行います。その範囲は、おおよそ開先部から50mm程度で、裏当て金の付く面も同様です。
開先防せい塗装は特にはがすことなく溶接されますので、あまり厚く塗るとブローホールが発生することがあり注意が必要です。塗膜厚は一般的には5～7μm程度が良いとされています。
また、一般の下塗りに比べると耐候性には劣りますので、開先防せい塗装された状態で長期間保管する間に発せいすることがあります。
このような製品を保管する場合は、劣化した塗膜とさびを十分に除去してから再塗装する必要があります。溶接する前でも塗膜が劣化していればさびとともに充分に除去することが必要です。
この開先防せい塗装は開先部が発せいしていないことを確認してから行いますが、そのことを確認するために透明度の高い色を指定される場合もありますので、注意して下さい。



工事現場溶接部位の開先保護
塗装を行う範囲例

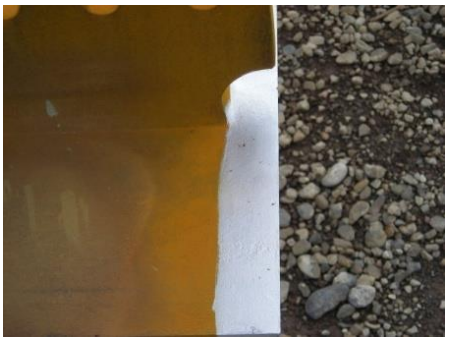


さびが浮いているので、
溶接前には除去しなければならない





透明度の高い色の防せい塗料(一般に「クリア」と呼ばれる)
開先面にさび、汚れ、キズなどが無いかどうか確認できる。



銀色の防せい塗料
(一般に「シルバー」と呼ばれる)

※クリア／シルバーのどちらとするかは設計者・工事監理者に確認する

出典:(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	ＣＦＴ柱等への 後溶接	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

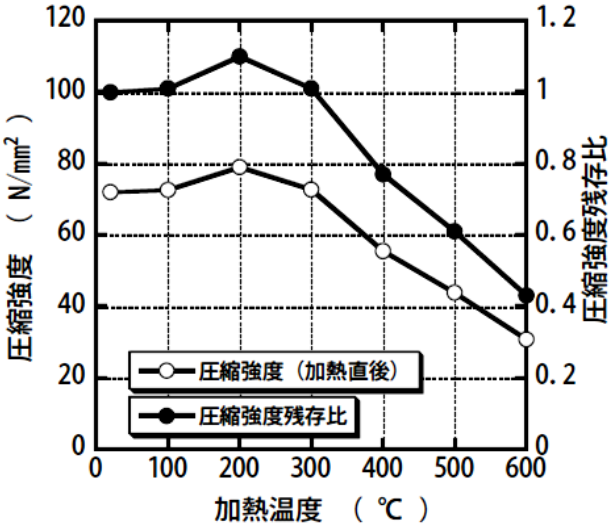
Q. コンクリートが充填されたCFT柱への鉄骨ピース等の溶接による熱影響は？

A.
高温加熱が高強度コンクリート（70N/mm²：加熱時材齢91日）の圧縮強度およびヤング係数に及ぼす影響についての研究[1)]によると、

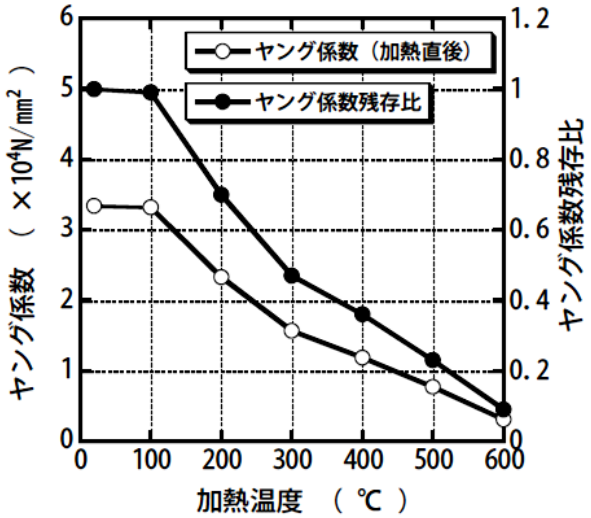
①圧縮強度については300℃までは常温と同程度の強度を示す

②ヤング係数については100℃までは常温と同程度の係数値を示す

つまり、加熱温度が100℃以下であれば高強度コンクリートの力学特性は常温時と変わりないと考えてよいといえます。



加熱温度と圧縮強度および
圧縮強度残存比



加熱温度とヤング係数および
ヤング係数残存比

また、コンクリートが予め充填されたCFT柱を工事現場溶接（柱継手および柱・梁仕口）する場合の、溶接熱がコンクリートに与える影響についての研究[2)]によると、

柱形状：□－600x600x32(BCP325)、梁フランジ：t=32㎜、ダイアフラム：t=32㎜、

充填コンクリート：50N/㎟、パス間温度：250℃、300℃、350℃、連続溶接の4種類、

という溶接条件下で、

①コンクリートの最大温度はパス間温度の上昇に伴い高くはなるが200℃以下である。

②コンクリート温度が100℃を超える範囲は、パス間温度に限らず溶接部からの鉛直・奥行方向の距離が100㎜～135㎜程度以下に限定される。（溶接線に沿った方向は別）

③最高温度に近い領域では、コンクリートの温度は鋼材裏面の温度よりも平均的に50℃程度低くなっている。

という結果が得られています。

当然、検討対象の構造物の板厚等の溶接条件が異なれば、上述の結果をそのまま用いることはできませんが、こうした既往の研究結果をもとにコンクリートに生じる最大温度等を推定することができます。

溶接を行う場合は鋼材表面の温度管理の条件を定め、溶接によるコンクリートへの影響を最小化する方法を示し、工事監理者と協議の上、承認を得る必要があります。

出典：1）「高温加熱を受けた高強度コンクリートの強度回復」
（コンクリート工学年次論文集、VOL.25,NO.1,2003）日本建築学会学術講演梗概集 2000年9月

2）「プレキャストCFT柱（Pca－CFT）接合部に関する研究 その6、その8」
（日本建築学会学術講演梗概集 2000年9月）

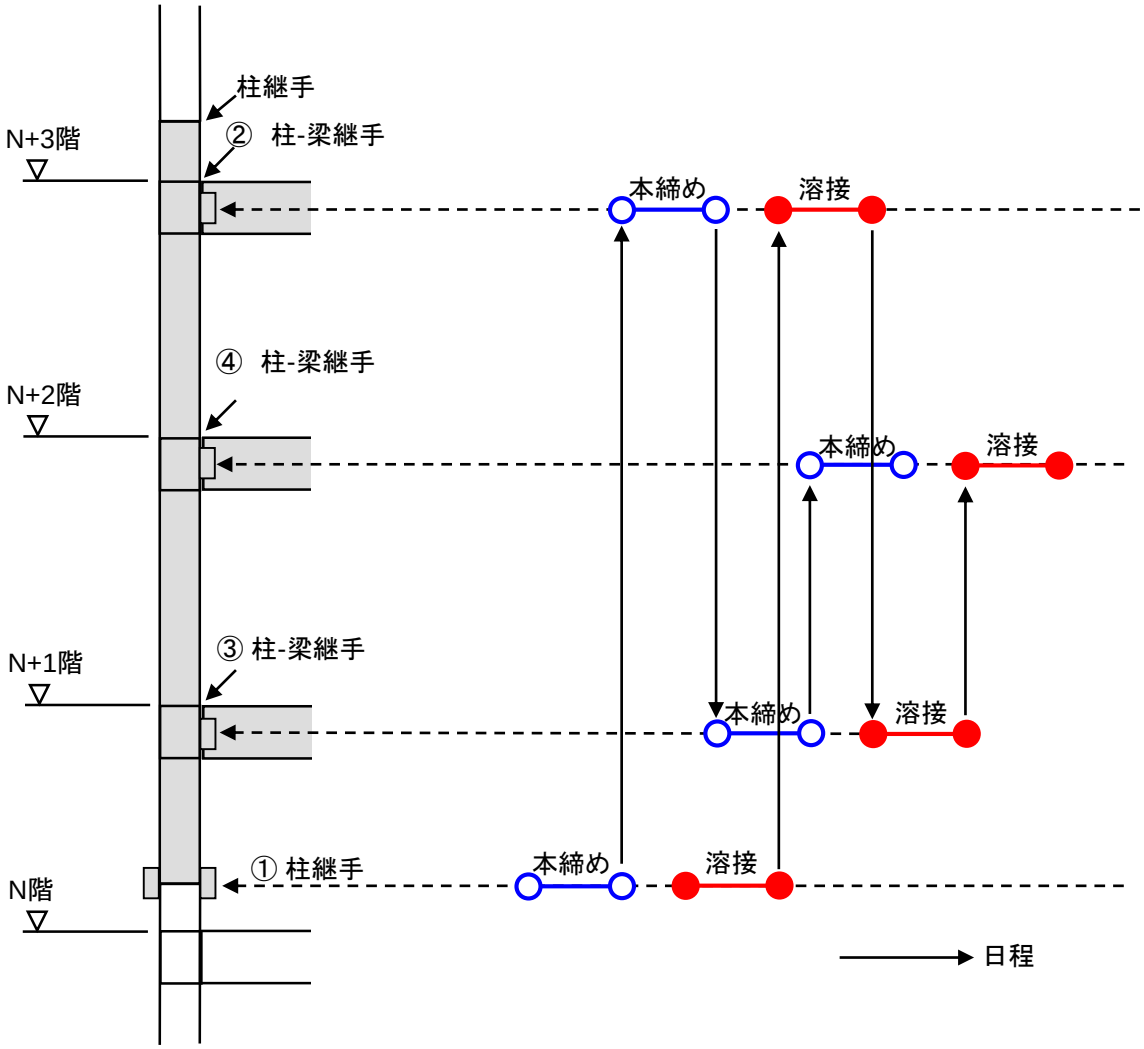
鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	溶接順序	制定	2011年8月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 3層1節の場合の柱、梁の高力ボルト本締め及び工事現場溶接の手順は？

A.
通常は、下記に示す手順で高力ボルト本締め、溶接作業が行なわれています。

① 柱継手部の溶接は、柱継手部のエレクションピースの本締めを行い、その柱（節）の最上階梁の高力ボルト本締め完了した後に実施する。

② 柱−梁継手もしくは梁−梁継手で、ウェブ高力ボルト接合、フランジ溶接接合の混用継手の場合は、ウェブの高力ボルト本締め終了後に、フランジの工事現場溶接を行なう。



高力ボルト本締めと工事現場溶接の基本的な施工順序

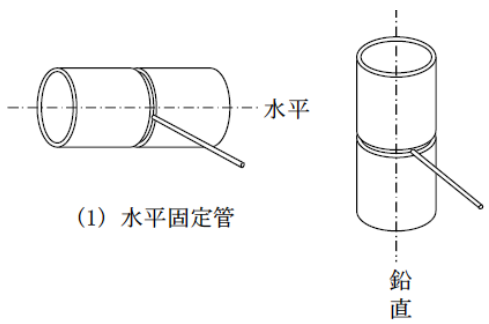
出典：鉄骨現場溶接の基本と監・管理（JSSCﾃｸﾆｶﾙﾚﾎﾟｰﾄ1998）

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	溶接技能者資格	制定	2021年5月1日
			改訂	

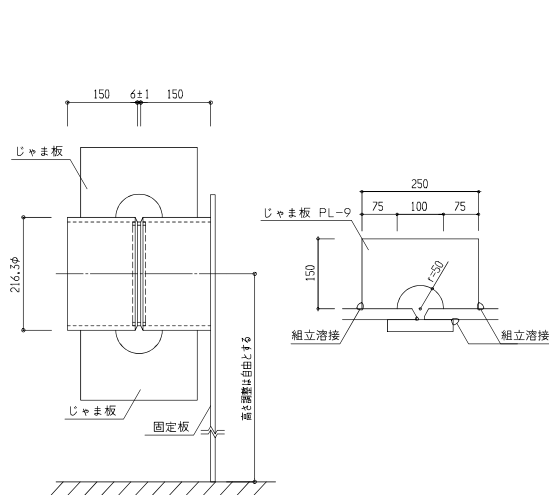
Q. 直径500mmの円形鋼管柱継手の工事現場溶接を行う溶接技能者の資格はJISあるいは(一社)AW検定協会(以下、AW)の鋼管の資格が必要でしょうか？

A.
溶接技能者の技能検定試験のJIS解説では、「管の外径が400mmまでのものを管として扱いそれ以上の外径のものは板として扱うのが一般的である」としています。この場合400mmを超えていますのでもしJIS有資格者で溶接する場合は「板の横向き姿勢の資格(H)」が必要となります。
また、AWの資格としては工事現場溶接横向き資格(鋼製エンドタブの場合はⅡ類、代替タブの場合はⅤ類)が該当します。このAWの資格が必要か否かは設計図書に拠ります。
参考にJISとAWの鋼管の資格を下に示します。JISでは一本の試験体を水平･鉛直にして溶接を行いますが、AWの試験体は鋼管を水平にした試験体と分岐継手の試験体の両方を溶接し、両試験体共、合格する必要が有ります。AWの鋼管資格は、パイプトラス等の溶接を対象としています。

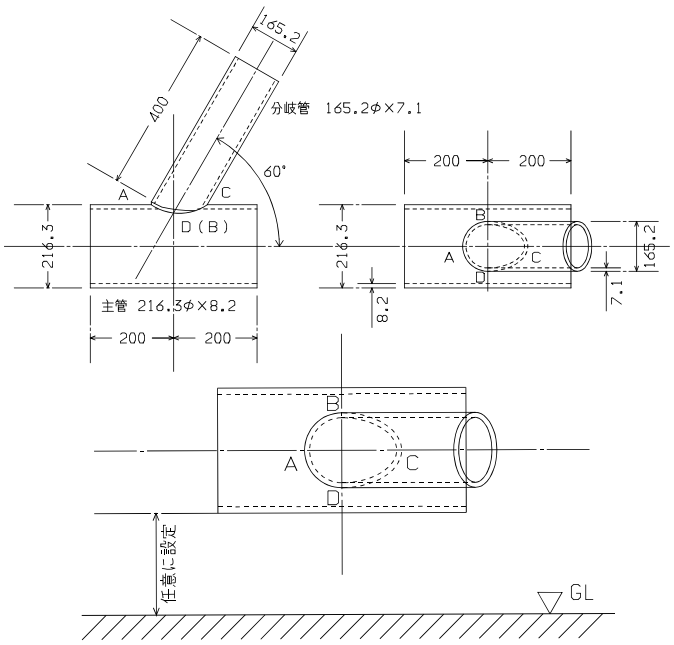
JIS技能検定試験の試験体



AW検定試験の試験体



直管継手の試験体と設置方法



※主管及び分岐管の材軸は地盤面と平行になるように固定する。

分岐継手の試験体と設置方法

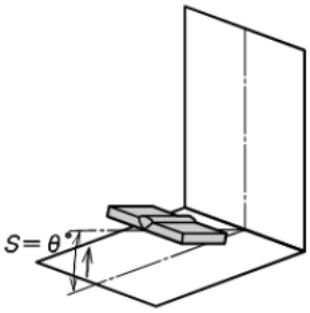
参考：(一社)日本建築学会 鉄骨精度測定指針、2018
鉄骨工事技術指針･工場製作編、2018
出典：(一社) AW検定協会　鋼管溶接試験基準及び判定基準

鉄骨工事 Q&A	工事現場溶接	溶接姿勢	制定	2024年7月1日
			改訂	

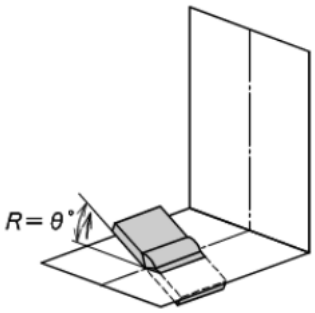
Q. ブレース等の斜め部材で角度を持った溶接について溶接姿勢の規定はあるか

A.
溶接姿勢と溶接部の角度についての規定は、JIS Z 3011-2014(溶接姿勢—傾斜角及び回転角による定義)を参考にしてください。
規定の内容について概説します。
溶接部の角度については、以下の3種類に分類して定義しています。

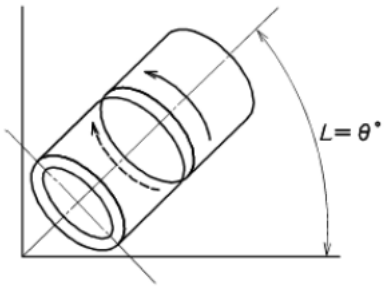
・傾斜角・・・・・・・・溶接軸の基準溶接姿勢に対する角度
・回転角・・・・・・・・溶接面の基準溶接姿勢に対する角度
・管軸傾斜角・・・・管軸の水平面に対する角度



傾斜角(S)



回転角(R)

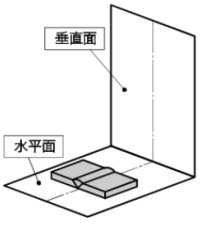


管軸傾斜角(L)

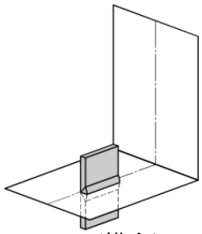
突合せ溶接の各溶接姿勢の傾斜角と回転角の範囲について、下記表を参照してください。
詳細は、日本産業規格で確認してください。

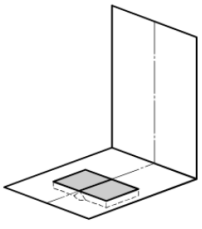
突合せ溶接の各溶接姿勢の傾斜角及び回転角の範囲

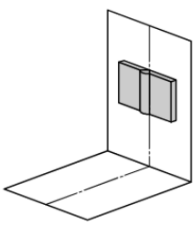
溶接姿勢	基準溶接姿勢	傾斜角 S	回転角 R
下向	PA	±15°	±30°
横向	PC	±15°	−10° 以上、+60° 以下
上向	PE	±80°	±80°
立向	PF、PG	+10° を超え、+75° 未満	±100°
		±10°	±180°

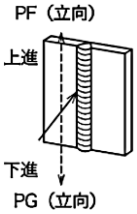


PA(下向)

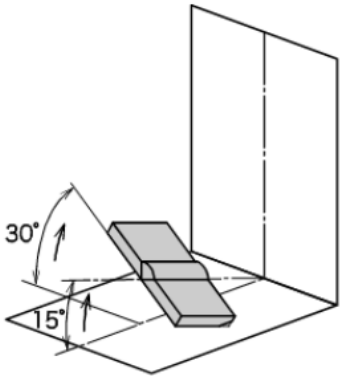

PC(横向)


PE(上向)


PF、PG(立向)



例として下向溶接の場合で、傾斜角+15°
回転角+30° の状態を下図に示します。
いずれの角度も下向溶接の限度角度です。



下向の傾斜角(+15°)
及び回転角限界値(+30°)

出典: JIS Z 3011-2014(溶接姿勢—傾斜角及び回転角による定義)

鉄骨工事 Q&A	デッキ･スタッド	技能資格	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 頭付きスタッド、鉄筋スタッドの溶接技能者の資格と条件は何か？

A.
スタッド溶接に従事できる溶接技能者は、(一社)スタッド協会のスタッド溶接技術検定試験に合格した有資格者でなければなりません。この資格は、スタッド協会で統一した試験を行い、技術証明書として発行されています。資格にはA級、B級およびF級（2012年から実施）があり、各資格の作業範囲は下表に示す内容で規定されています。
一方、鉄筋スタッド溶接の資格は、特にありませんので下表を参考にするとよいと思います。
表からわかるように、横向きの場合はスタッドの軸径は16mm、下向きの場合はスタッドの軸径は22mm（F級を持っていれば25mm）が最大となっています。
なお、下記に示す値を超える軸径を要求される場合は、鉄骨工事担当者と十分な検討を行い、作業環境、機器、溶接条件等をより厳しく管理し、技量試験を行い溶接技能者の技量の確認を行った上で十分注意して施工しなければなりません。

技術資格及び作業範囲

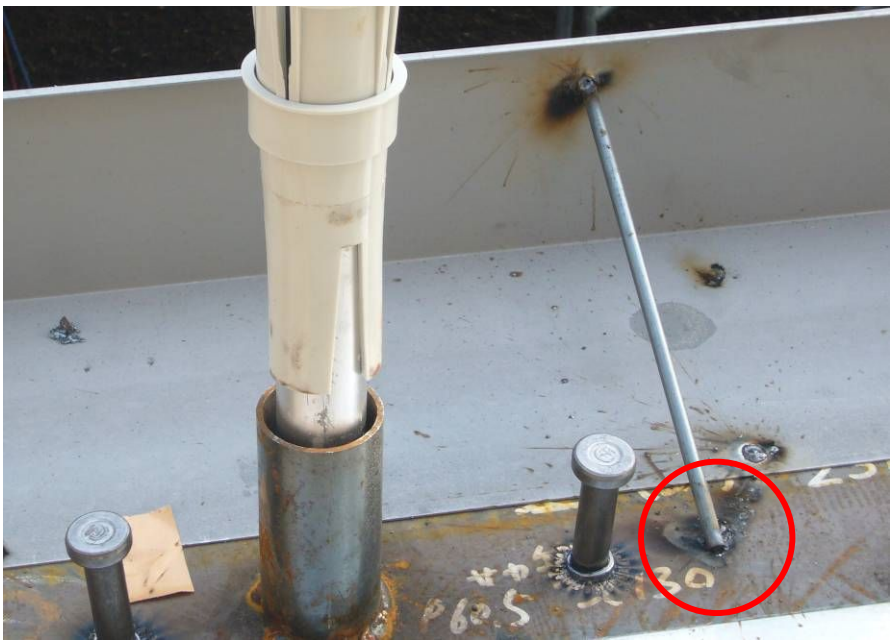
級	資格の種別	作業範囲
基本級（下向）	A級	スタッド軸径22mm以下の下向き溶接
専門級（全姿勢）	B級	スタッド軸径16mm以下の横向き溶接
		スタッド軸径16mm以下の上向き溶接
		スタッド軸径22mm以下の下向き溶接
専門級（太径）	F級	スタッド軸径25mm以下の下向き溶接

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工事現場施工編、2018
（一社）スタッド協会　ホームページ

鉄骨工事 Q&A	デッキ･スタッド	コンクリート止め	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. コンクリート止め鉄板支持用丸鋼を梁に溶接付けする場合、ショートビードは問題はないか？

A.
写真に示すような丸鋼のショートビード溶接は母材への影響が無視できず、問題がないとはいえません。できるだけ避けたいものであり、特に梁の端部は避けたい部分といえます。
最近では、Z形状およびL形状として先端部で溶接長が取れるタイプのものがあり、こうしたものの採用等でショートビードを回避できます。



ショートビード溶接



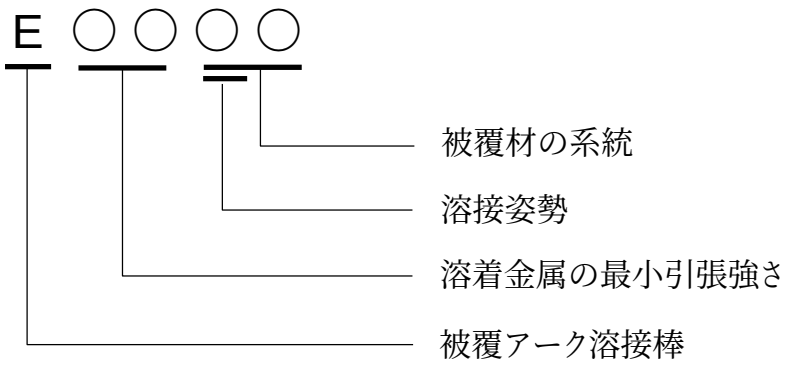
ショートビードを避けるZ形（左）、L形（右）のコンクリート止め控え

鉄骨工事 Q&A	デッキ･スタッド	焼抜き栓溶接	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 焼抜き栓溶接の溶接棒でE4316又はE4916を使い分ける判断基準はないか？

A.
E4316及びE4916の頭文字Eは被覆アーク溶接棒を示し、数字の前半2文字の「43」または「49」は溶着金属のJIS規格における引張強さ（N/㎟）の下限値を、後半2文字の「16」は被覆材が低水素系であることと全姿勢溶接が可能であることを表します。
従って、溶接する鉄骨梁の母材強度により、軟鋼（400 N/㎟級）の場合は「E4316」、高張力鋼（490 N/㎟級）の場合は「E4916」を使い分けることになります。
各メーカー別に各種銘柄がありますが、使用前には溶接棒の容器に記載されている「JIS Z 3211 E4316」または「JIS Z 3211 E4916」を確認して下さい。

記号の意味



鉄骨工事 Q&A	デッキ･スタッド	電気配管	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 合成スラブのデッキ上に、電気配管を敷設する場合の注意すべき事項は？

A.
合成スラブにおいて床電路システムとしてフロアダクトシステムがよく使用されています。フロアダクトを使用した際に以下の4つの耐火要求を満足させる必要があります。

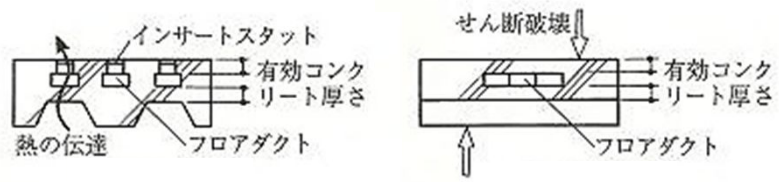
1) 耐火区画機能
2) 火災時の構造耐力
3) ダクトによる延焼･漏煙防止
4) 支持梁の耐火性能確保

1)、2) については、ダクトによるコンクリートの断面欠損を差し引いた有効コンクリート厚さが、火災時の構造耐力上、耐火区画性能上必要な厚さを確保する必要があります。特に一方向性スラブの場合、コンクリート厚さが比較的薄くなるため耐火構造上問題になる恐れがあるため、十分なコンクリート厚さの確保が必要となります。



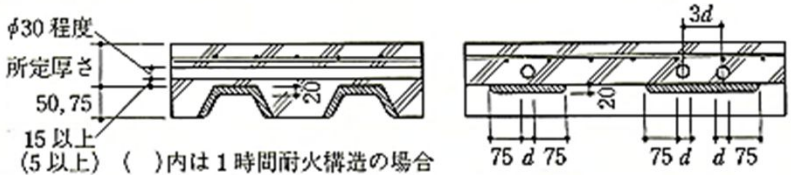
合成スラブデッキ電気配管不具合事例
(50Φと配管が太く、鉄筋、デッキと接している)

3)、4) についてはコンクリートスラブに埋設されることから、必然的に要件を満足している場合が多いようですが、ダクト下側のコンクリート厚さが4cm以上確保されていなければなりません。仮にデッキ山部にフロアダクトを埋設した場合、コンクリート厚さの不足によりダクト下側のコンクリート厚さが耐火性能を満足しないことがあります。その場合には耐火被覆を施さなければなりません。

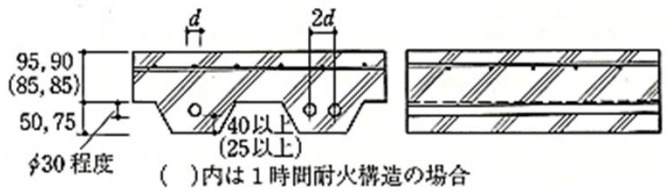


有効コンクリート厚さ

・電路底面からデッキ山部までの被り厚さを 15 mm 以上（2 時間耐火構造）確保し，吹付けロックウールを電路の下面のデッキ谷部に吹付け厚 20 mm，吹付け幅 75 mm+電路幅+75 mm で吹き付ける．



フロアダクト下側のコンクリート厚さが40mm以下の場合



・デッキ谷部に敷設し，デッキ底面から 1 時間耐火構造で 25 mm，2 時間耐火構造で 40 mm 以上の被り厚さを確保する．
・また，φ30 程度の PF 管であればデッキ谷部に 2d（d = 直径）以下の間隔で 2 本埋設することができる．

デッキ谷部にフロアダクトを埋設する場合

出典：デッキプレート床構造設計･施工規準－2004

鉄骨工事 Q&A	デッキ・スタッド	スタッド取付けピッチ	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 梁の高力ボルト継手部にスタッドを打設できない場合、増打ち必要か？

A.
不足分を増し打ちする場合が多いですが、もともとのピッチが狭い場合には、増し打ちできない場合もありますのでスタッドの最小ピッチの規定（スタッド軸径の7.5倍以上）をクリアするように施工してください。いずれにしろ、増打ちが必要か否かを工事監理者に確認してください。



「増し打ち」していない例



「増し打ち」した例

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018

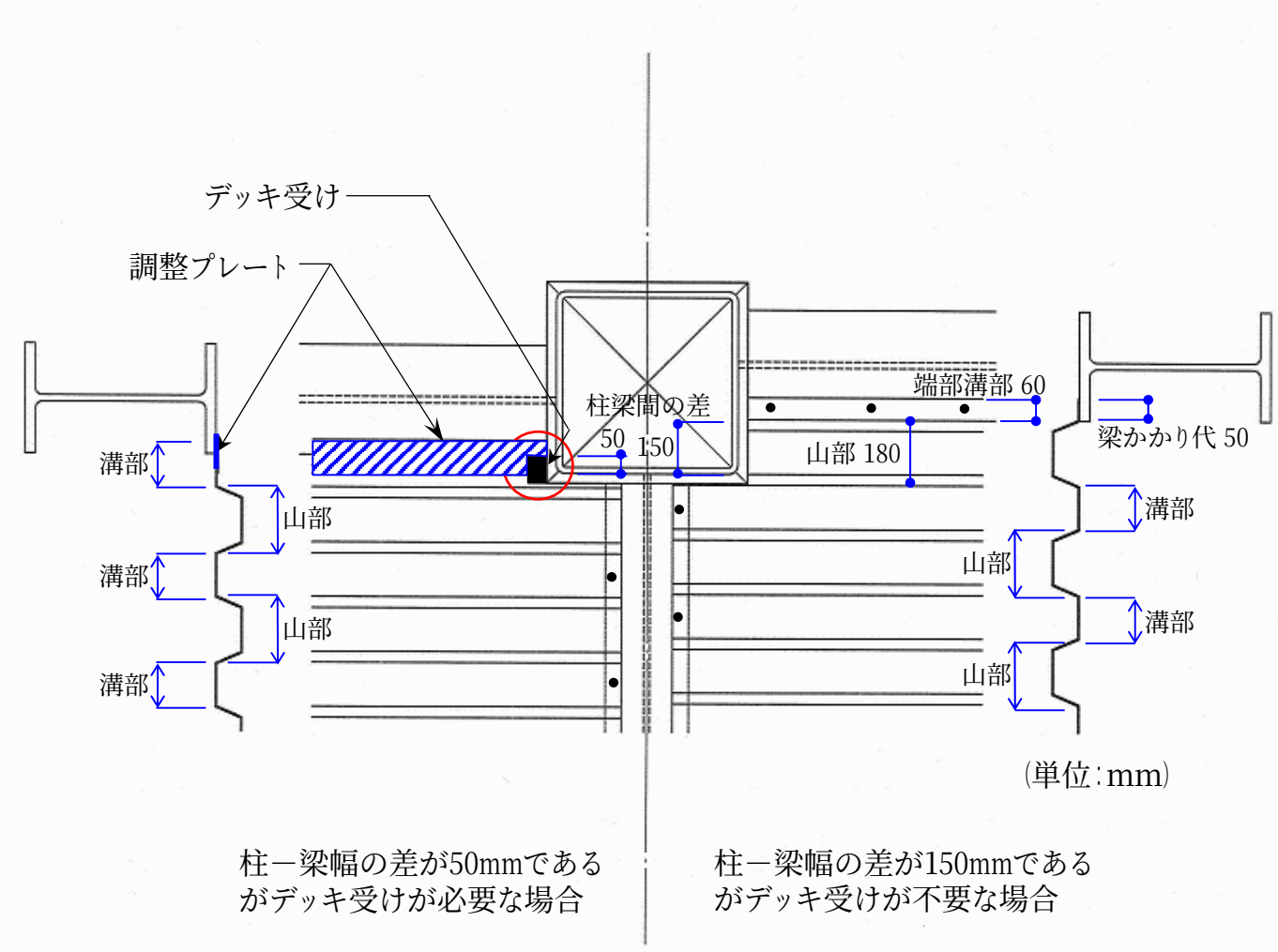
鉄骨工事 Q&A	デッキ･スタッド	デッキ受け	制定	2011年7月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 柱周りの納まりで柱幅と梁幅の差が少ない場合にデッキ受けは必要か？

A.

デッキプレート溝部（フラットな谷部）が柱周りにかかる場合はデッキ受けが必要となります。端部の納まりはデッキプレートの割付けにより決まるので、ＦＢ等の受け材が不要な最小寸法はないと考えてください。下図右側ように、デッキプレートの割付けが梁からスタートして梁に50mm載っている場合、端部の溝部が60mm、山部が180mmですので、柱-梁間の差（150mm）の部分に溝部がないので受け材は不要です。反対に、下図左側のように梁際に調整板（薄くてデッキ床荷重を支持できない）を用いると、柱-梁間の差が50mmでもデッキの溝部がこの範囲に存在するので、端部のデッキ受けが必要となります。

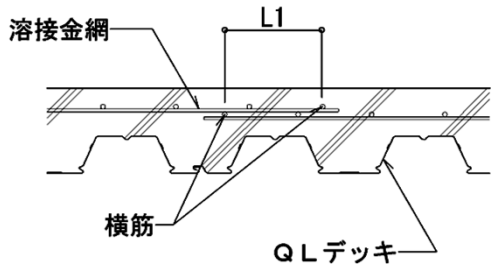
このように、デッキプレート溝部の位置によって受け材の有無を判断します。



鉄骨工事 Q&A	デッキ・スタッド	メッシュ筋のかぶり	制定	2011年7月1日
			改訂	2025年4月1日

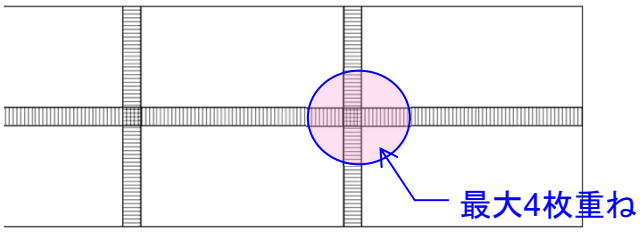
Q. 合成スラブでメッシュ筋が4枚重なる部分のかぶり確保は、どうすればよいか？

A.
溶接金網の重ね継手は、一般的に直交筋の効果を活用した重ね継手としており、応力伝達を期待する継手では、「横筋間隔+50mm以上、かつ150mm以上」の重ね継手を採用しています。

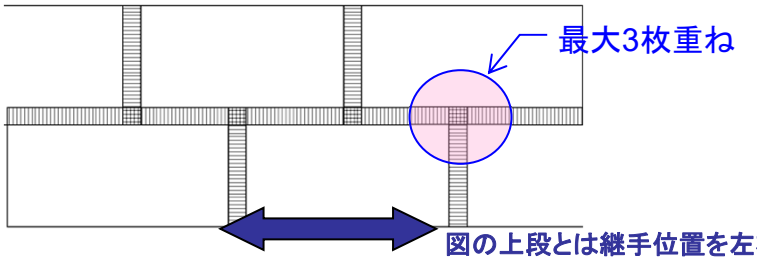


応力伝達継手の場合、重ね継手長さL1は横筋間隔+50mmかつ150mm以上とする。

規格寸法の溶接金網を端から順に並べてしまうと、溶接金網の重なりはご指摘の通り最大で4枚重ねとなってしまいますが、下図のように継手の位置をずらす工夫をすることで、最大3枚にすることができます。ただし、3枚重ねにした場合でも背の低いバーサポートを使用するなど跳ね上がり防止に工夫が必要です。



位置をずらす工夫をすると･･･



一方、異形鉄線を使用した溶接金網や普通の異形鉄筋を格子状に配置した鉄筋格子を使用した場合、直交筋の効果を期待しない延長筋型の重ね継手（いわゆる鉄筋の重ね継手のイメージ）を採用しているケースも見受けられます。この継手を採用した場合は、重なりを緩和できるのでかぶり厚さの確保は容易になります。この延長筋型の重ね継手は性能評価機関の評定を取得していたり、特許に関連する技術も含まれていますので、詳しくは各メーカーに確認して下さい。

鉄骨工事 Q&A	デッキ･スタッド	母材への影響	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

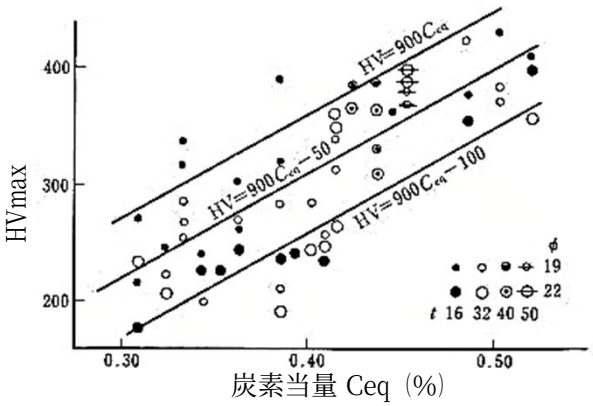
Q. スタッド溶接や焼抜き栓溶接は、母材に対して影響は無いのか？

A.
鉄骨工事技術指針･工場製作編にスタッド溶接が母材に及ぼす影響と留意点について下記の通りに記載されています。

「スタッド溶接部は、母材の材質と板厚の違いにより溶融金属の影響を受ける。これは、スタッド溶接が大電流で瞬間的な溶接であり、溶接部の性状が材質により変化するほか、板厚の違いにより急冷効果の影響が異なることによる。このため溶接部の靭性指標の一つである硬さは、母材の炭素当量が大きいほど、またスタッド軸径と母材板厚の組合わせによっては最高ビッカース硬さ（Hvmax)が350を上回ることもある。しかし、母材にとってスタッド溶接が局部的な溶接であり、Hvmaxが測定される部分は微小部分であること。また極端な曲げ変形が生じない部分で使用することを前提とし、建築構造分野で一般的に使用される材質･板厚について表に示す範囲で使用することを原則としている。」

母材の材質とスタッド軸径･母材板厚の組合せ

母材の材質	軸径 (mm)	母材の板厚 (mm)
SS400、STK400、STKR400 SM400、SMA400、 SM490、SMA490、SM520 SN400、SN490	13	6～22
	16	6～32
	19	8～50
	22	10～50



炭素当量とHAZの最高硬さの関係

また、指針では留意点として以下を挙げています。

① 最小板厚は、母材の溶落ちや大きなひずみを生じさせないためスタッド軸径の1/2.5～1/3を下限とする
② 母材の曲げ延性（スタッド溶接側を外側にして曲げた場合）が大きく低下するデータも有るためスタッド溶接位置に注意する
③ 490N/mm²級鋼材、520N/mm²級鋼材で板厚の大きい場合は、硬さ等に注意が必要となる
④ 520N/mm²級を超える高強度の鋼材あるいは板厚の厚いものについては施工試験により硬さ等を確認することが望ましい

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工場製作編、2018
（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	デッキ・スタッド	アークスポット溶接	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. デッキプレートのアークスポット溶接が梁に及ぼす影響は？

A.
アークスポット溶接は、急熱急冷により母材に悪影響を及ぼす恐れがあります。特に、大梁端部のような塑性変形が生じる部位では避けるのが望ましいとされています。
場合によっては、事前にアークスポット溶接の施工試験を行い、溶接欠陥が出ないように溶接要領を確認しておく必要があります。

標準的なアークスポット溶接仕様

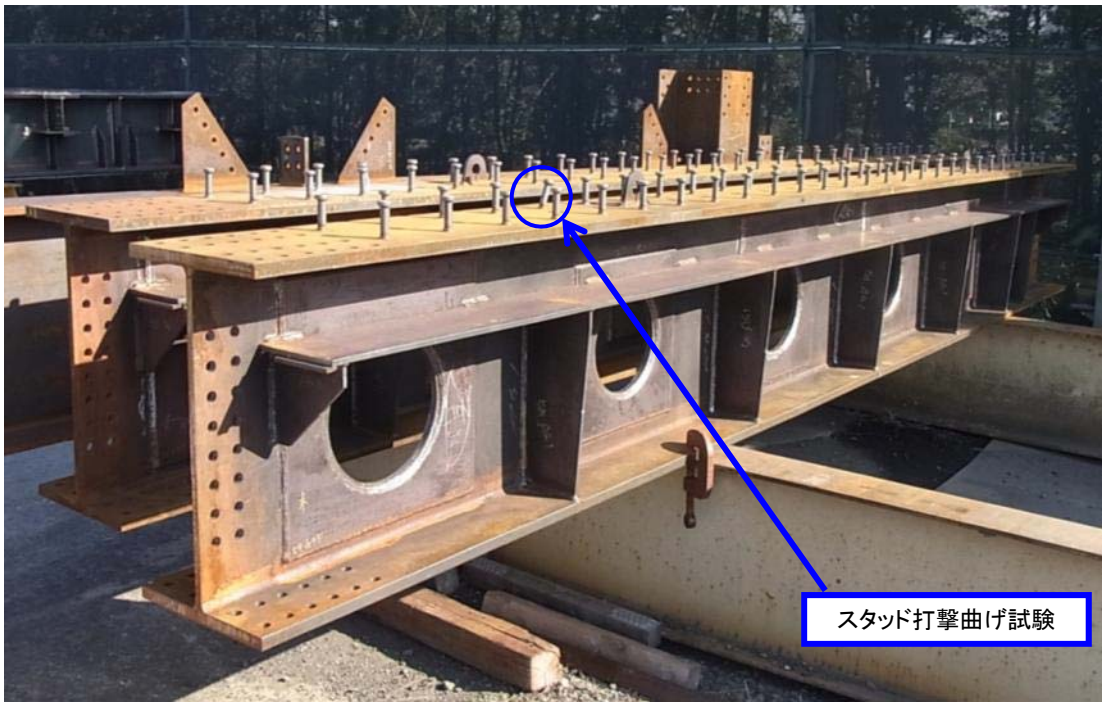
a. 溶接技能者
溶接技能者は、薄板溶接に対して十分な技量が必要であり、原則としてJIS Z 3801（手溶接技術検定における試験方法及び判定基準:1997）の有資格者とする。
b. 溶接仕様
①溶接棒 : E4316（低水素系）、E4319（イルミナイト系）、E4303（ライムチタニア系）
②溶接棒径 : 径3.2mm
③溶接電流 : 100～140A
一般に溶接電流は低めに、アークタイムは長めにすれば、アンダーカットや溶込み不足が避けられる。
c. 施工試験
施工試験では上記要領で溶接後、デッキを剥がしてアンダーカット等の溶接欠陥がないことを確認する。

出典:（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	デッキ・スタッド	スタッド溶接	制定	2012年9月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. スタッド溶接後にスタッドを曲げることは問題はないか？

A.
通常、建築鉄骨では、頭付きスタッドは直立した状態でコンクリートと鋼材を合成するための構造計算がされていますので、試験や施工後の検査時に打撃曲げすることを除き、溶接後に頭付きスタッドを曲げて使用することは通常認められておりません。
施工後に何らかの事情で頭付きスタッドを曲げる必要がある場合には、工事監理者に確認する必要があります。

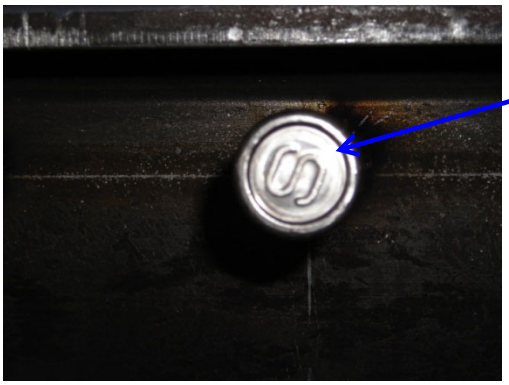


通常のスタッド打撃曲げ試験

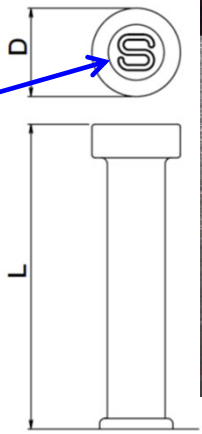
鉄骨工事 Q&A	デッキ・スタッド	頭付きスタッド	制定	2012年9月1日
			改訂	2026年11月1日

Q. 頭付きスタッドがJISに適合していることの確認は？

A.
JIS Q 1001の「JIS認証の表示」によれば、JISマークは、認証に係る鉱工業製品等又は包装、容器もしくは送り状に表示することになっています。
頭付きスタッドの場合、製品自体にJISのマーク等はついていませんので、メーカーのヘッドマークにより当該メーカーの製品であることを確認します。
JIS認証記号などは箱に記載されている内容で確認し、更にミルシートで機械的性質などがJIS規格適合品であることを確認することになります。
なお、そのメーカーがJIS認証を取得しているか、認証工場名、認証番号などは日本工業標準調査会のホームページで検索が可能です。

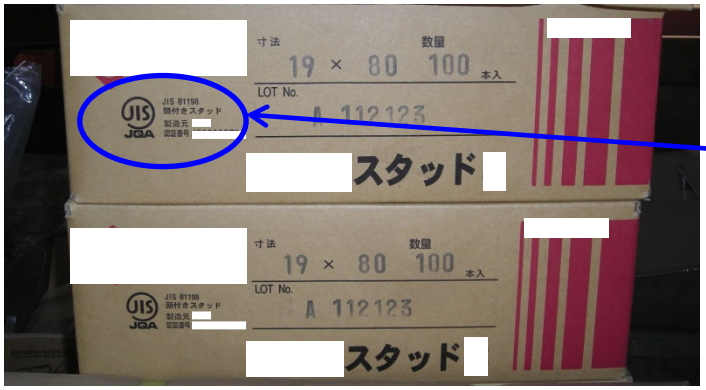


A社のヘッドマーク





B社のヘッドマーク



JIS規格適合マーク

梱包用段ボールに記載されたJIS規格適合マーク

参考文献
・JIS Q 1001 適合性評価－日本工業規格への適合性の認証－一般認証指針
・日本工業標準調査会ホームページ JISデータベース検索ページ

鉄骨工事 Q&A	デッキ・スタッド	スタッド溶接の検査	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. スタッド溶接の打撃曲げ試験は部材が異なるごとに必要か？

A.
工事現場で施工するスタッド溶接の打撃曲げ試験の頻度について標準仕様書の規定は以下となっています。

・日本建築学会JASS6
スタッド100本または主要部材1本または1台に溶接した本数のいずれか少ないほうを1ロットとし、1ロットにつき1本行う。

・公共建築工事標準仕様書
スタッドの種類及びスタッド溶接される部材が異なるごとに、かつ、100本ごと及びその端数について試験ロットを構成し、1ロットにつき1本以上抜き取る。

従って、打撃曲げ試験は基本的には部材が異なるごとに、100本に1本の割合で必要となります。ただし、1本または1台の部材に打たれるスタッドの数が十分に小さい場合には、それらの部材をまとめて1群として取扱い、スタッド100本に1本の割合で打撃曲げ試験を行うことが認められる場合もありますので、このような場合には最終的に工事監理者の承認を得て下さい。

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
公共建築工事標準仕様書（建築工事編）（平成28年版）

鉄骨工事 Q&A	デッキ･スタッド	焼抜き栓溶接	制定	2011年8月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. デッキ合成スラブにおける焼抜き栓溶接とアークスポット溶接の役割の違いは？

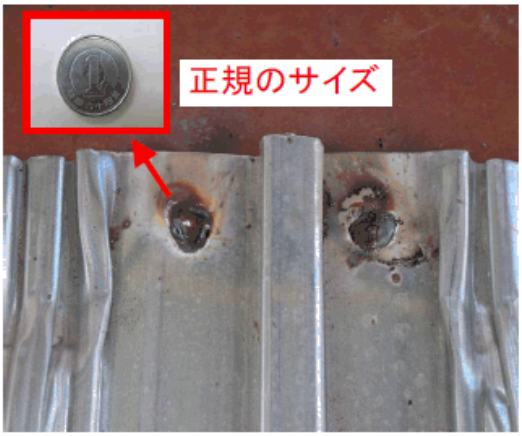
A.
下の表に示されるように、デッキ合成スラブの場合は、骨組みと床とのシャーコネクタの方法として、焼抜き栓溶接と頭付きスタッドの2つの方法があります。
頭付きスタッドの場合は、デッキとのずれ止めと落下防止としてアークスポット溶接や隅肉溶接によりデッキと鉄骨梁を接合します。
この両者（下表の黄色部分）の焼抜き栓溶接とアークスポット溶接の区別が分からずに施工管理している場合があります。焼抜き栓溶接は、頭付きスタッドに替わるものですので、デッキプレートのずれ止めが目的であるアークスポット溶接とは、溶接量が違います。

デッキ合成スラブおよびデッキ型枠スラブの接合仕様

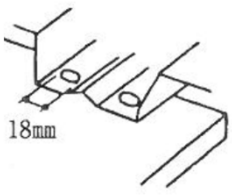
種類	デッキの 構造的役割	骨組みと床の シャーコネクタ	梁との接合	
			方法	目的
デッキ合成スラブ	構造材	焼抜き栓溶接	焼抜き栓溶接	梁とデッキの緊結
		頭付きスタッド	アークスポット溶接 隅肉溶接	デッキとのずれ止めと落下防止
デッキ型枠スラブ （フラットデッキ）	仮設	頭付きスタッド	アークスポット溶接 隅肉溶接	デッキとのずれ止めと落下防止

※デッキ合成スラブで頭付きスタッドが無い場合は、「焼抜き栓溶接」仕様とする必要がある

下の写真は、焼抜き栓溶接の余盛径不足の不具合事例です。
デッキを敷き込みずれ止めと落下防止の為に梁と接合するアークスポット溶接と同等の溶接で施工されています。



焼抜き栓溶接
- 溶接技能者：JIS Z 3801またはJIS Z 3841のうち
  少なくとも基本となる級(下向溶接)の有資格者
- 溶接棒 ：低水素系被覆アーク溶接棒Φ4㎜
- 溶接電流　：190~230(標準210A)A
- フランジとの隙間2㎜以下
- 長手方向のピッチは600㎜以下
- 溶接時間：8~10秒



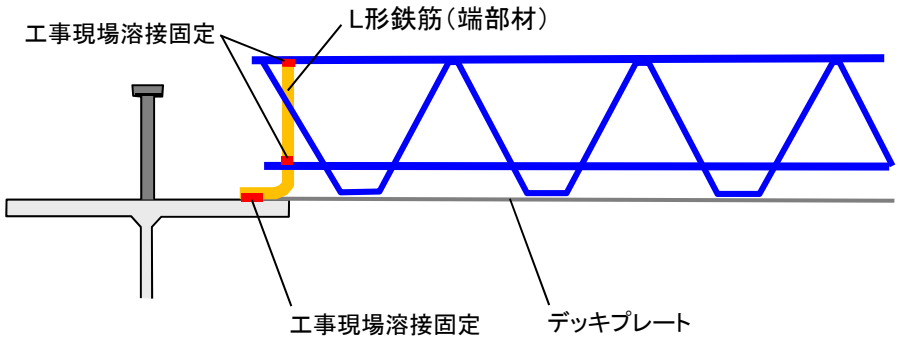
出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工事現場施工編、2018

鉄骨工事 Q&A	デッキ・スタッド	鉄筋付きデッキ	制定	2011年8月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 鉄筋付きデッキと梁との固定時の注意点は？

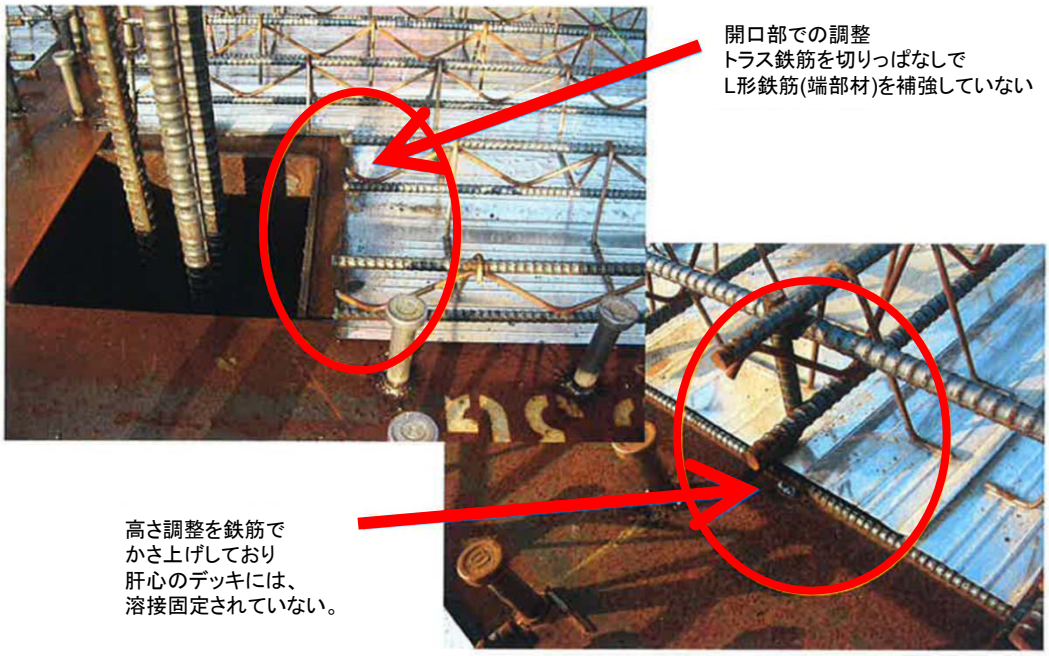
A.
トラス状の鉄筋と鋼製捨て型枠で構成される鉄筋付きデッキは、所定のスパンまでノンサポートで施工が可能です。スラブ鉄筋付きのデッキであることから工期短縮や、南洋材の使用削減に効果を発揮できる省略化工法として、S造の物件を中心に多くの現場で採用されています。

（1）梁との固定方法について
合成デッキや型枠鋼製デッキは、デッキプレートと梁との接合にアークスポット溶接もしくは焼き抜き栓溶接で直接デッキプレートと梁を溶接固定します。鉄筋トラスデッキにおいては、デッキプレート自体が平板であり打設したコンクリートの荷重はトラス筋が負担するために、例えばあるメーカーの製品では、鉄筋端部のL形鉄筋（端部材）を梁に架けて、工事現場溶接することで固定しています。



鉄筋付きデッキ

（2）注意点
鉄筋付きデッキ敷き込み後に設備開口等のサイズ変更対応で、現場で鉄筋を切断すると、L形鉄筋(端部材)を失った状態となり荷重がかかった時点で、床が崩落する可能性があります。
特に、柱周りや、梁継手部のスプライスプレート部分などは、鉄筋付きデッキプレートと鉄筋トラスを現場切断して納めることになります。その際に、 L形鉄筋(端部材)をトラス筋に工事現場溶接して取り付け、デッキ受けにしっかり工事現場溶接することが必要であり注意してください。



鉄骨工事 Q&A	耐火被覆	鉄骨のさび	制定	2011年7月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. さびはどの程度まで耐火被覆吹付け施工上問題にならないか？

A.
耐火被覆の下地処理として、鉄骨工事技術指針・工事現場施工編では「耐火被覆材の接着性を確保するために、鉄骨面に対する素地調整2種（電動工具や手工具の併用によるさび落し）を適用して、鉄骨表面に生じた浮きさびを十分に除去したのちに、耐火被覆を施工する。また、鉄骨部材の下端などではは く落防止の措置を講じる必要があるかを検討する」と記載されています。しかし、さびの程度まで踏み込んだ記載はありません。
一方、「吹付けロックウール被覆耐火構造施工技能ハンドブック」（ロックウール工業会）ではもう少し踏み込んだ記載がありますので以下に紹介します。

1.鉄骨表面に黒皮が残り、さびが見られない場合
→ 吹付け施工上全く問題ありません。

2.鉄骨内部へさびが侵食しておらず、鉄骨の表面のみ微粒子状のさびが見られる「赤さび」発生の状態
→ 吹付け施工上問題ありません。

3.赤さび発生が激しく、浮きさびの発生有無を判断し難いような場合
→ 鉄骨表面をブラッシングして吹付け施工するのが望ましいと考えられます。

なお、半乾式吹付けロックウールのようなセメントをベースとした材料を吹付ける場合、塗料によっては付着性に影響を及ぼす恐れがあるので、耐火被覆材と塗料の相性や剥落防止措置の検討など事前に十分な検討が必要であることに注意してください。また、吹付け直後に水に濡れるとセメントが流れ剥離する恐れがあります。



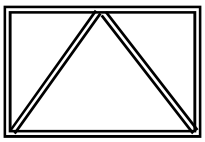
吹付けロックウール施工状況

出典：（一社）日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工事現場施工編、2018
ロックウール工業会：吹付けロックウール被覆耐火構造施工技能ハンドブック

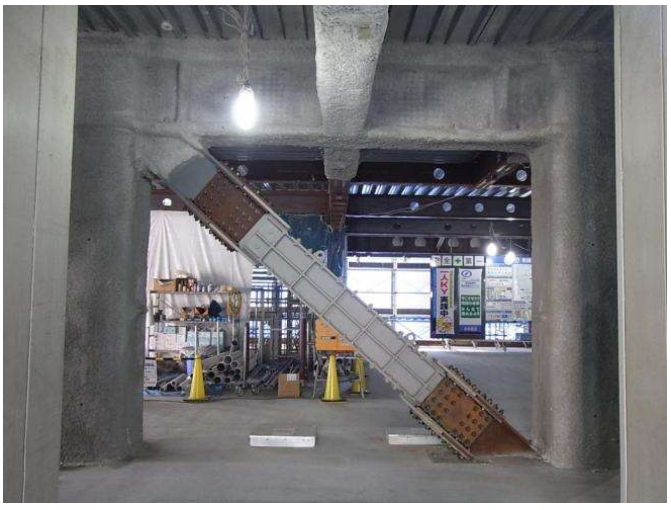
鉄骨工事 Q&A	耐火被覆	不要部位	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 耐火被覆が不要な部材は？

A.
耐火建築物であっても、水平力のみを負担する「筋かい」等は、主要構造部に当たらないので、原則として耐火被覆をする必要はありません。
以下に、一般的に耐火被覆が不要とされる部位の例を挙げますが、個々の建物で違いがあるので、設計者・工事監理者に確認してください。


注） K形タイプブレース

・水平ブレース
・地震時の座屈防止のための方杖
・火打ち材
・風等の水平力のみを受ける耐風梁
・最上階の小屋組 （建設省告示第1399号第4第三号二の条件を満たす場合に限る）
・地震水平力を伝達する鉛直ブレース（K形タイプ注）を除く。ただし、梁のみで鉛直荷重を負担できると確認されたものはこの限りではない。）


主要構造部：半乾式ロックウール　制震ブレース：無耐火被覆


主要構造部：巻付け耐火被覆材　火打ち材：無耐火被覆

出典：建築物の防火避難規定の解説 2016（監修：日本建築行政会議）

鉄骨工事 Q&A	耐火被覆	耐火被覆と下塗り	制定	2012年9月1日
			改訂	2019年4月1日

Q. 耐火被覆(吹付け、乾式等)を施工する鉄骨に下塗りは必要か？

A.
耐火被覆を施工する鉄骨に下塗りを行う場合、鉄骨の周辺環境に応じて下塗りの要否を判断する必要があります。例えば以下の例では耐火被覆する鉄骨部分の下塗りが必要となります。

①鉄骨工事期間は場所により鋼材表面にさびが生じるおそれがあり、浮きさびが下層階の外装仕上を汚染したり、近隣にさびを飛散させたりして問題となる可能性がある場合は、外周部 のみは下塗りが必要です。

②建物が竣工して空調運転がなされ、相対湿度が70%未満に保持される環境があれば、鋼材の腐食が進行しにくいと予想されるため、防せい処理の省略は可能[*1)]です。ただし、水周り・外周部あるいは高湿度となることが予想される建築物・部位等はさび止め措置の必要性を検討することが望ましいです。

*1:一般的な事務所の場合、室内の相対湿度は40～50%と推定される。ただし、外壁から1～1.5m以内の範囲はロックウール系の耐火被覆を施工すると結露する恐れがあり、注意を要する。



外周部鉄骨の防せい塗装例

なお、耐火被覆とは防火・耐火を目的として施工されるものであり、特に吹き付けの耐火被覆は、それ自体をさび止め措置の一種としてみなすことはできません。乾式の耐火被覆では防せい性能があるものも存在しますが、防せい措置をなしとしてよいかについては十分な検討が必要です。また、吹き付けの耐火被覆との付着性が明確に確認されている下塗りは現時点ではなく、機械的な取付けと併用するなど採用に当たっては十分な検討が必要です。

出典:(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針・工事現場施工編、2018

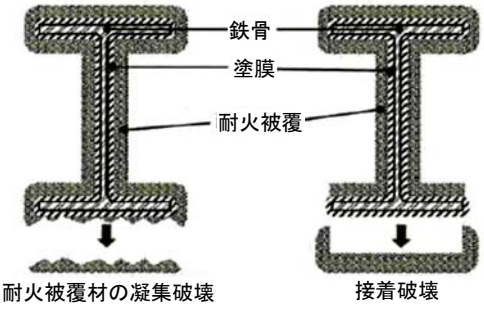
鉄骨工事 Q&A	耐火被覆	下塗り塗装	制定	2021年5月1日
			改訂	

Q. 下塗り塗装(JIS K 5674)されている部材に半湿式の耐火被覆を施工する場合、付着性能は問題ないか？

A.

鉄骨工事技術指針・工事現場施工編によると、「半乾式ロックウールでは、セメントをバインダーとしているものの、図に示す耐火被覆材自体が破壊してしまう凝集破壊が支配的に生じるため、塗装との接着面での破断である接着破壊は問題とならない。また、火災時に硬化塗膜が熱を受け、早期に熱劣化が発生し被覆材がはく離する可能性も考えられるが、耐火性能試験に合格している耐火被覆工法であるので、耐火被覆としての性能は確保されている。よって、塗装の種類とは関係なく、広幅の梁フランジ下端などに生じやすい凝集破壊について、はく落防止を検討する必要がある。」とされております。よって下塗り塗装の種類に関わらず接着強度は低いものの、それ以上に凝集破壊しやすいので、落下防止に注意が必要です。

また、4種類のさび止め塗料及び無塗装の試験片を用いて、高温時における塗膜及び半乾式吹付岩綿の付着と塗膜の熱的変化に関して実験検討を行った研究によると、環境対応型のさび止め塗料(A～C)を塗装した鉄骨と、半乾式吹付岩綿の付着性試験の結果、加熱前(初期)も300℃加熱後も吹付岩綿の凝集破壊が多く、特に、JIS K 5674さび止め塗料(A)については凝集破壊以外は生じない結果が報告されています。

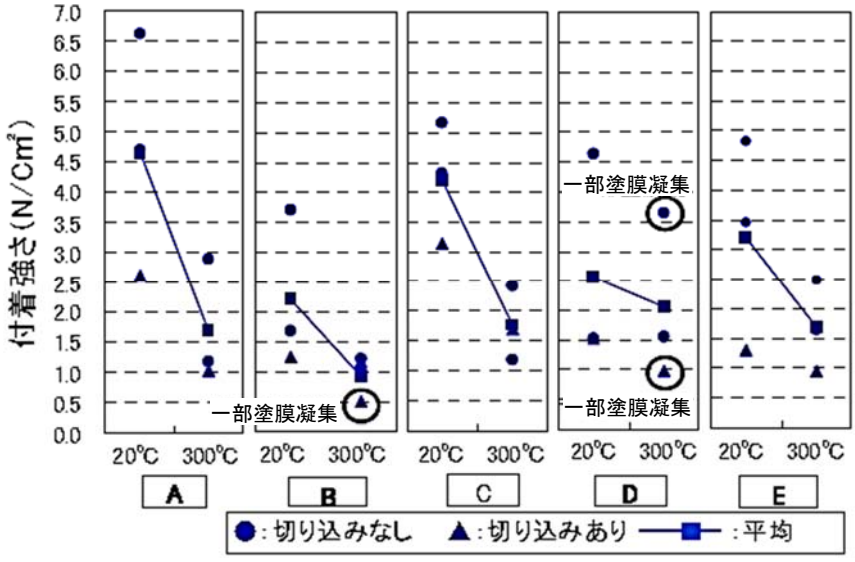


凝集破壊と接着破壊

試験の要因と名称・水準

要因		名称、水準	
塗装仕様	A	鉛・ｸﾛﾑﾌﾘｰさび止めペイント	JIS K 5674
	B	水性さび止めペイント	JASS 18 M111
	C	変性ｴﾎﾟｷｼ樹脂さび止めプライマー	JASS 18 M109
	D	鉛丹さび止めペイント	JIS K 5622 2種
	E	無塗装	—
耐火被覆	半乾式吹付岩綿		
設定温度	２０℃、３００℃		

A～Cの塗料を環境対応型さび止め塗料とした。



半乾式吹付岩綿の付着力試験結果

出典:(一社)日本建築学会_鉄骨工事技術指針･工事現場施工編、2018
半乾式吹付岩綿と環境対応型さび止め塗料の付着性に関する実験検討、
日本建築学会大会学術講演梗概集、(九州)2007年8月

鉄骨工事 Q&A	その他	残留磁気	制定	2012年9月1日
			改訂	2016年7月1日

Q. 鉄骨の残留磁気の原因と対策は？

A.
残留磁気とは、鋼材などの磁性体が製造や施工の過程に生じる磁場の影響で磁気を帯び、磁場を取り去っても磁気が残留することです。最近は精密な検査を行う用途の建物に限らず、一般の建築物でも様々な電子機器を使用する場合は、残留磁気の程度によっては、様々な不具合が生じる恐れもあります。

建築で使用する鋼材が残留磁気を帯びる代表的な原因としては、

1. 鋼材の運搬時に強力な磁石（リフティングマグネット）を使用することで磁気を帯びる。
2. 現場でのスタッド溶接時に強力な直流電流（スタッド径にもよるが、1000～2000A程度）がキャブタイヤケーブルを流れ、その際に発生する磁場で近くの鋼材が磁気を帯びる。

等が考えられます。


リフティングマグネット使用例


スタッド溶接施工状況

これらの対策としては

1. 運搬・揚重には強力な磁石をなるべく使用しない。（鋼材は鉄骨製品として納品されるまでに様々なプロセスを経由するので、どこで使われるのか注意する）
2. スタッド溶接時のキャブタイヤケーブルの配置や鋼材との接触に注意する。

ことが考えられますが、実際にこれらの対策を行うとなると非常に困難です。
また残留磁気を除去する、いわゆる消磁（脱磁ともいう）を専門業者に委託することも考えられますが、建築部材は非常に大きいなどの理由で、消磁も非常に困難です。ちなみに残留磁気は交流の電気では発生しません。

参考例として障害を受ける機器の事例を挙げてみると以下のようになります。

0.1mT (0.1ミリテスラ)	電子顕微鏡、精密天秤、カラーTV、超音波機器、CTスキャナ、 PETスキャン、サイクロトロン、リニアック
0.5mT	ペースメーカー、X線管球
1.0mT	磁気テープ、クレジットカード、腕時計、カメラ、 空調装置、機械設備、電話交換機、自動現像機
3.0mT	小型モーター、分電ユニット
5.0mT	電話

一般的に人体への影響は5T(=5000mT）以上と言われていますが、非常に複雑であり未だによく解明されていません。また地磁気は0.045mT程度です。
なお、磁気の強さを表す単位としてはガウス(G)も使用されますが、SI単位系ではテスラ(T)を使用します。テスラとガウスの関係は、$1T=10^4G$となります。

鉄骨工事 Q&A	その他	製作工場看板	制定	2012年9月1日
			改訂	2024年5月1日

Q. 現場に鉄骨製作工場名の表示板を設置する義務はあるか？

A.
鉄骨工事の品質確保を図るための一環として、平成4年に住指発第347号通達が出され、鉄骨製作工場名の掲示が義務付けられました。
平成12年に施行された「地方分権の推進を図るための関係法律の整備に関する法律」により国から地方公共団体へ発していた拘束力のある「通達」は、「通知」となっていますが、掲示自体は問題があるものでは無いので継続されているのが現状です。
なお、東京都では鉄骨製作工場の表示板を掲示し、掲示看板の写真を提出するよう指導しています。また、愛知県も令和6年度の鉄骨工事の取扱い要領で、同様に指導しています。これは、鉄骨製作業者としての責任を明らかにし、鉄骨の適正な品質の確保を図ることを目的としています。

参考として、平成4年住指発第347号通達に記載されている様式を下に示します。

表示板の様式
鉄板、プラスチック板その他にこれらに類するもとのし、下地は白色とし文字は黒とする。

様式1：複数の工場の場合

35cm程度

鉄　骨　製　作　工　場　名　表　示			
鉄骨製作工場名	代表者名	所在地	認定番号

45cm程度

様式2：単独の工場の場合

35cm程度

鉄　骨　製　作　工　場　名　表　示	
鉄　骨　製　作 工　場　名	
代　表　者　名	
所　在　地	
認　定　番　号	

45cm程度

出典
・東京都防災・建築まちづくりセンター監修
　建築工事施工計画書等の報告と建築材料試験の実務手引
・愛知県建築局建築指導課
　鉄骨造建築物品質適正化のための取扱い要領・同解説　令和6年4月

鉄骨工事 Q&A	その他	付着塩分対策	制定	2012年9月1日
			改訂	2026年11月1日

Q. 塩分が付着した鉄骨部材（生材）は、どのようにすれば再使用できるか？

A.
海水に冠水した加工前鉄骨部材の対応例を紹介します。

①水道水による水洗およびデッキブラシにより表面に付着した塩分の除去
②サンドブラスト処理
③残留塩分濃度の測定（付着塩分量が100mg/m^{2}以内は許容とした）

なお、亀裂や大変形した部材、および閉塞断面（鋼管、角形鋼管等）部材は、この方法では塩分の除去が困難と思われます。
この際、問題となるのは塩分濃度の許容値ですが、明確な規定はありません。

参考として、塗装工事における塩分付着量に関する規定を以下に挙げます。

（1）工場塗装後の運搬途中の付着塩分許容量

工場で部材を製作し、プライマー、下塗りあるいは中塗り用塗料を塗装して現地に搬入する場合、海上輸送の条件および現場における保管状態や期間によって多量の塩分が付着する可能性があります。塩分が付着したまま塗装すると、その上に塗られた上塗り用塗料の表裏に浸透圧を生じ、水（水蒸気）が塗膜に浸透しやすくなる結果、上塗り用塗料とその下の塗膜の間でふくれやはがれを生じる原因となります。各公共団体などが定めている規格では、付着塩分量が100mg/m^{2}を超えている場合には、水洗などにより100mg/m^{2}以下にまで処理したのち、次工程の塗料を塗装するように指示していることが多いようです。

鋼道路橋塗装便覧でも「一般に塗装に対する許容付着塩分量はNaCl 100mg/m^{2}以下としている場合が多い」と記されています。

また、日本橋梁建設協会では、鋼橋の付着塩分管理マニュアルで油性・フタル酸樹脂塗料を塗装する場合は50mg/m^2 、塩化ゴム系、エポキシ樹脂、変性エポキシ樹脂系塗料を塗装する場合は100mg/m^{2}を付着塩分許容値としています。

（2）常温亜鉛めっき塗装の素地調整における付着塩分許容量

常温亜鉛めっきのメーカー仕様では、素地調整における塩分付着量は、50mg/m^2 以下と規定している場合があります。



表面塩分計での測定