

第 8 章 連結に関する一般事項

8.1 部材の連結

8.1.1 一般

- (1) 部材の連結部の設計は作用力に対する終局限界状態を照査することによって行うのを原則とする。なお、部材の連結部の限界状態の照査は6章によるものとする。
- (2) 主要部材の連結は(1)によるほか、原則として母材の全強の75%以上の強度を持つように設計するものとする。ただし、せん断力については作用力を用いてよい。
- (3) 部材の連結部の構造は、次の事項を満たすように設計するものとする。
 - 1) 応力の伝達が明確であること。
 - 2) 構成する各部材において、なるべく偏心がないようにすること。
 - 3) 有害な応力集中を生じさせないこと。
 - 4) 有害な残留応力や二次応力を生じさせないこと。

【解 説】 道路橋示方書・同解説Ⅱ 4.1.1¹⁾を参考に定めた。

- (1) 部材連結部は従来、全強または全強と作用力の平均で設計している場合が多い。しかし全部材にこのような接合を用いると不経済になるため、作用力に対し終局限界状態を照査することにより設計するのを原則とした。また、荷重による応力度が繰り返し変化する連結部の設計では、疲労に対する照査を7.6により行い、安全性の確認も合せ行う。
- (2) 細長比の関係で部材が大きくなった場合、二次応力も大きくなる傾向にあり、また、はなはだしく余裕のある部材の連結を作用応力で行うと、構造全体としての均衡がとれない場合も起こる。したがって、主要部材については連結部の強さの下限を定め、これを母材の全強の75%とした。ただし、せん断力については全強に比較して作用力が一般に小さく、全強で設計すると不経済となるため、連結部の設計にあたっては作用力を用いてよいこととした。』以上、道路橋示方書⁹⁾の解説から引用した。
- (3) 連結部の構造詳細の設計にあたって守るべき主要な事項について規定したものである。

8.1.2 溶接、高力ボルト、普通ボルト、リベットの併用

部材の連結に溶接、高力ボルト、普通ボルト、およびリベットを併用する場合は次の規定による。

- (1) 溶接と高力ボルト摩擦接合
 - 1) グループ溶接を用いた突合せ溶接と高力ボルト摩擦接合との併用および応力に平行なすみ肉溶接と高力ボルト摩擦接合との併用にあたっては、それぞれが応力を分担するものとしてよい。ただし、その分担の状態については十分な検討を加えるものとする。
 - 2) 応力に直角なすみ肉溶接と高力ボルト摩擦接合とは原則として併用してはならない。
 - 3) 溶接と高力ボルト支圧接合とは併用してはならない。
- (2) 溶接とリベット
溶接とリベットとは原則として併用してはならない。
- (3) 高力ボルト摩擦接合とリベット
高力ボルト摩擦接合とリベットは併用しないものとする。
- (4) 溶接と普通ボルト

溶接と普通ボルトを併用した継手では、普通ボルトは応力を分担しないものとする。

- (5) 高力ボルト摩擦接合またはリベットと普通ボルトの併用
高力ボルト摩擦接合またはリベットと普通ボルトを併用する場合は、普通ボルトは応力を分担しないものとする。

【解説】 道路橋示方書・同解説II4.1.2⁶⁾と鋼構造設計規準14.7~14.9²⁾を参考に定めた。

(1) 溶接と高力ボルト摩擦接合

- 1) 高力ボルト摩擦接合継手の母材総断面に関する応力とひずみの関係は母材のそれにほぼ等しいので、グループ溶接と併用しても協同して働くとみなすことができる。また、継手材片間の摩擦面でのせん断応力の伝達におけるずれ係数は、側面すみ肉溶接におけるそれと近いので、応力に平行なすみ肉溶接（側面すみ肉溶接）と摩擦接合とを併用した場合にも、それぞれが応力を分担するものとしてよい。なお、応力方向に継手長さが長い重ね継手の場合は、応力の不均等な分布により端部における部材間のずれが大きくなり、すみ肉溶接端部で降伏がはじまる。その場合の協働作用については、まだ十分に検討がなされていないので注意を要する。
- 2) 応力に直角なすみ肉溶接と高力ボルト摩擦接合とを併用した場合については、両者の変形性状や応力分担の関係が未検討であり、また、実用上両者の併用を禁じても支障ないとの考えから現時点では併用しないこととした。
- 3) 高力ボルト支圧接合では、応力の伝達がボルトのせん断変形によって行われる。この機構はリベットの場合と同じであるので、(2)に述べる理由により溶接との併用は行わないものとした。

(2) 溶接とリベット

リベット継手と溶接継手では力と変位の関係が著しく異なっているので、両者を併用しないものとした。

(3) 高力ボルト摩擦接合とリベット

従来、リベット継手において、リベット打ちが困難なためにやむを得ず一部分に高力ボルトを用いることがあった。しかしながら、両者の応力伝達の機構の違いを考えると望ましくなく、また、リベット継手の使用が少なく実用上両者の併用を禁じても支障ないとの考えから、両者を併用しないことにした。』以上、道路橋示方書の解説から引用した。なお、鋼構造設計規準では必ずしもこの併用を禁じてはいない。

(4) 溶接と普通ボルト

この機構は力学的には溶接と高力ボルト支圧接合同様である。ただし、この場合普通ボルトはセット用ボルトとして用いられる場合が多いので、併用しても普通ボルトは応力を分担しないものとした。

(5) 高力ボルトまたはリベットと普通ボルトの併用

高力ボルト、またはリベットと普通ボルトを併用した場合は、これらは応力を分担するものと考えすることはできない。この場合には、全応力を高力ボルト、またはリベットで負担しなければならない。

8.2 溶接継手

8.2.1 溶接の種類と適用

- (1) 応力を伝える溶接継手には、全断面溶込みグループ溶接、部分溶込みグループ溶接、または連続すみ肉溶接を用いるものとする。
- (2) 溶接線に直角な方向に引張応力を受ける継手には、全断面溶込みグループ溶接を用いるのを原則とし、部分溶込みグループ溶接は用いないものとする。
- (3) 主要部材にはプラグ溶接およびスロット溶接を用いないのを原則とする。

(4) フレア溶接

フレア溶接ののど厚はサイズの 0.7 倍とし、この場合のサイズは薄いほうの板厚とする。

【解説】 道路橋示方書・同解説II 4.2.1¹⁾ と鋼構造設計規準16章²⁾を参考に定めた。

プラグ溶接、スロット溶接は原則として主要部材には用いないものとした。ただし、疲労が問題とならない場合はこの限りでなく、また「鋼構造設計規準」では、やむを得ない場合として以下のように定めている。

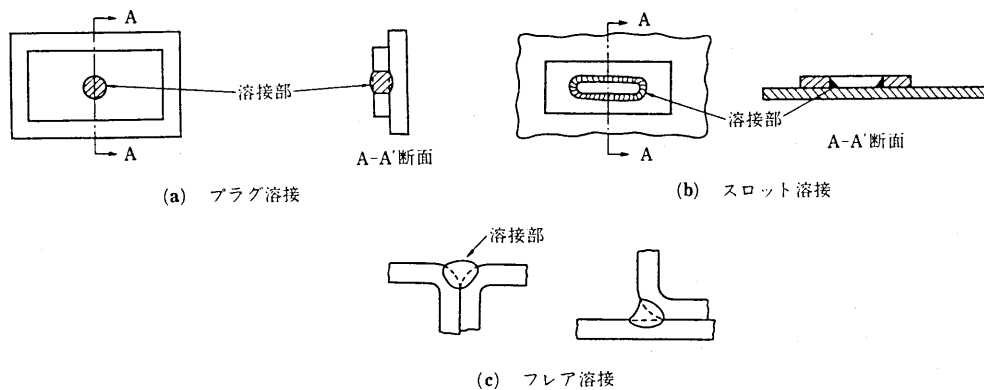
プラグ溶接およびスロット溶接は、重ね継手のせん断応力を伝えるとき、重ね部分の座屈または分離を防ぐときおよび組立材の集結に用いることができる。

プラグ溶接の穴の直径は、穴をもつ板の厚さに 8mm を加えたもの以上、かつプラグ溶接の厚さの 2.5 倍以下とする。

プラグ溶接の最小ピッチ（穴中心間距離）は、穴の直径の 4 倍とする。

スロット溶接のみぞの長さは、溶着金属の厚さの 10 倍以下とする。みぞの幅は、みぞをもつ板の厚さに 8mm を加えたもの以上、かつ溶着金属の厚さの 2.5 倍以下とする。

みぞの端部は半円形にするか、みぞのある板の厚さ以上の半径を有する曲線とする。ただし、みぞが集結材の終端まで伸びているときはこの限りでない。スロット溶接が並列するとき、スロット溶接の間隔（中心線間距離）は、みぞの幅の 4 倍以上とする。スロット溶接の長手方向の中心間距離は、みぞの長さの 2 倍以上とする。プラグ溶接・スロット溶接の溶着金属の厚さは、穴またはみぞをもつ板の厚さが 16mm 以下のときは板厚に等しくとる。板厚の 16mm をこえるときは、少なくとも板厚の 1/2 以上、かつ 16mm をこえるものとする。



解説図 8.1 溶接継手

8.2.2 溶接部の有効厚

応力を伝える溶接部の有効厚は、その溶接の理論のど厚とし、次の規定によるものとする。

- (1) 全断面溶込みグループ溶接の理論のど厚は、図8.1に示すとおりとし、部材の厚さが異なる場合は薄い方の部材の厚さとする。

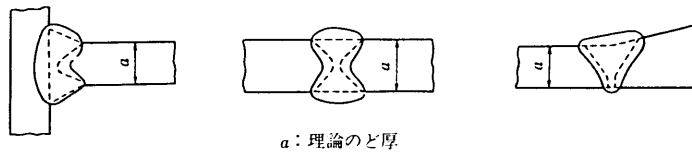


図8.1 全断面とけ込みグループ溶接の理論のど厚

- (2) 部分溶込みグループ溶接の理論のど厚は、図8.2に示す溶込み深さとする。

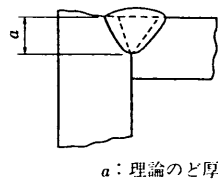


図8.2 部分溶け込みグループ溶接の理論のど厚

- (3) すみ肉溶接の理論のど厚は図8.3に示す継手のルートを頂点とする二等辺三角形の底辺のルートからの距離とする。

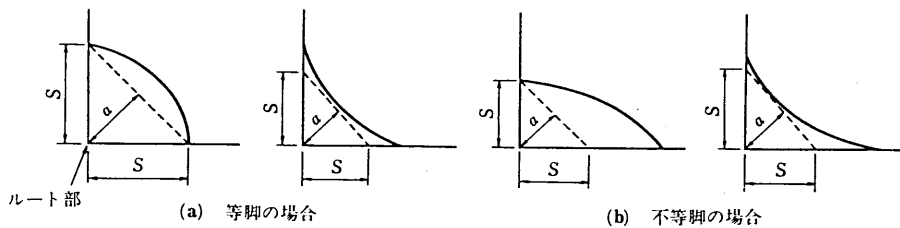


図8.3 すみ肉溶接の理論のど厚

【解説】 道路橋示方書・同解説II 4.2.2¹⁾に準拠して定めた。

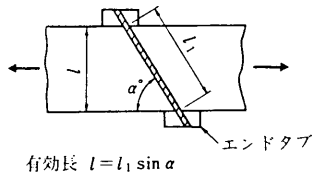
8.2.3 溶接部の有効長

- (1) 溶接部の有効長は、理論のど厚を有する溶接部の長さとする。ただし、全断面溶込みグループ溶接で溶接線が応力方向に直角でない場合は、有効長を応力に直角な方向に投影した長さとする。
- (2) すみ肉溶接でまわし溶接を行った場合は、まわし溶接部分には有効長に含めないものとする。

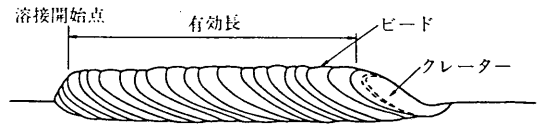
【解 説】 道路橋示方書・同解説II4.2.3¹⁾に準拠して定めた。解説文を以下に引用する。

(1) 溶接の有効長とは、設計に有効な溶接長さをいい、溶接線の方向が応力に直角でない場合の有効長は、解説図8.2のように応力に直角な方向に投影した長さとする。

解説図8.3に示すような、溶接の終了部のクレーターでは、つぼ状の凹を生じわれが生じやすい。また、溶接開始点では溶着金属の断面が不完全で溶込みも不十分となり、十分な応力の伝達が期待できないので、溶接の有効長にはこれらの部分を入れてはならない。したがって、応力を伝える重要な継手では、エンドタブを使用し、すみ肉溶接ではまわし溶接を行って開始点およびクレーターの影響を除去しなければならない。

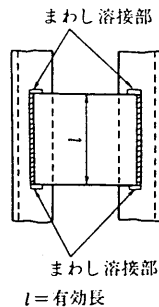


解説図8.2 溶接の有効長



解説図8.3 溶接の有効長

(2) まわし溶接部では応力の方向が変わり応力の伝達が不明確になること、クレーターや溶接開始点の影響を除くことが難しいことなどによりこの部分を有効長に入れてはならない(解説図8.4)。また、返し溶接部も同様の理由で有効長に入れてはならない。



解説図8.4 溶接の有効長

8.2.4 すみ肉溶接の脚およびサイズ

- (1) すみ肉溶接は等脚すみ肉溶接とするのを原則とする。
 (2) 主要部材の応力を伝えるすみ肉溶接のサイズは 6mm 以上とし、式 (8.1) を満足する大きさとするのを標準とする。

$$t_1 > S \geq \sqrt{2}t_2 \quad (8.1)$$

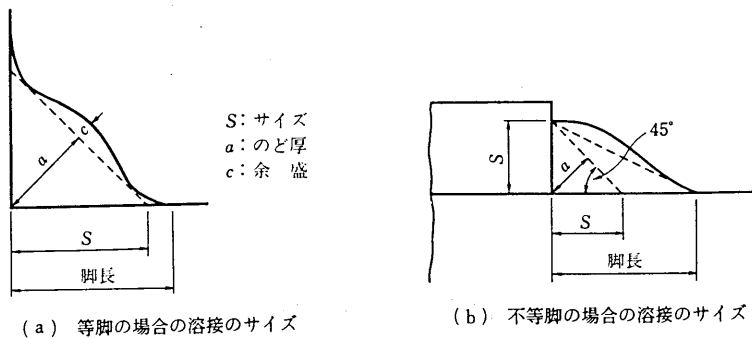
ここに

- S : サイズ(mm)
 t_1 : 薄い方の母材の厚さ(mm)
 t_2 : 厚い方の母材の厚さ(mm)

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.2.4¹⁾ に準拠して定めた。解説文を以下に引用する。

- (1) すみ肉溶接を不等脚とすると、材片に対する溶接棒の角度が一方に片寄って溶接欠陥を生ずる原因となりやすい。一方、等脚の場合は、溶着金属の断面積に対するど厚が最大となり最も有効なので、すみ肉溶接は等脚を原則とした。ただし、2枚の鋼板を重ねたフランジ前面すみ肉溶接では、応力の流れを円滑にするために不等脚とするようにプレートガーダーのフランジでは規定されている。このような重ねフランジのすみ肉溶接では、角が溶けることのないような脚長を選ぶことが必要である。
 (2) サイズとは、解説図 8.5 に示す S のことであって、必ずしも溶着金属端部までの長さとは限らない。解説図 8.5(b) に示すような不等脚の場合は S をサイズという。

サイズの大きさについては、接合する部材の厚さに比べ溶接のサイズが小さすぎると、溶接部は急冷されてわれなどを起こしやすく、また不必要に大きなサイズの溶接をすると、溶接によるひずみが大きくまた母材の組織が変化する範囲が広がる。したがって、すみ肉溶接の最小および最大サイズを規定した。なお、部材の厚さが大きく異なる場合に、 $t_1 \leq \sqrt{2}t_2$ となって式 (8.1) が適用できないことがある。この場合は、一般に $S \leq t_1$ としてよいが、溶接にわれが生じやすくなるので、とくに溶接時の予熱については十分検討しなければならない。



解説図 8.5 溶接のサイズ

8.2.5 すみ肉溶接の最小有効長

主要部材のすみ肉溶接の有効長は、サイズの10倍以上を標準とする。

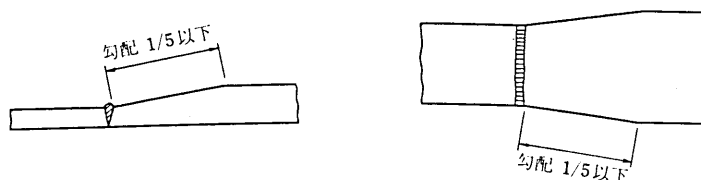
【解 説】 周囲の熱容量に比べてすみ肉溶接の量が少なすぎると溶接部は急冷されてわれなどの欠陥を生じやすい。

なお、道路橋示方書・同解説II 4.2.5¹⁾ではサイズの10倍以上、80mm以上としている。特に高強度の材料ではさらに大きくとる必要がある。

8.2.6 突合せ継手

断面が異なる主要部材の突合せ継手においては、厚さおよび幅は徐々に変化させ、長さ方向の傾斜は1/5以下を標準とする。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.2.9¹⁾を参考に定めた。道路橋示方書の解説では以下のように述べられている。厚さ、幅またはその両方が異なる板を突合せ溶接する場合は、溶接熱がなるべく両方の板に等しく伝わるよう、また、応力集中などが生じないように、長さ方向に1/5以下の傾斜をつけるようにした(解説図8.6)。



解説図8.6 断面の異なる主要部材の突合せ継手

8.2.7 重ね継手

(1) 応力を伝える重ね継手には、2列以上のすみ肉溶接を用いるものとし、部材の重なり長さは薄い方の板厚の5倍以上とする。

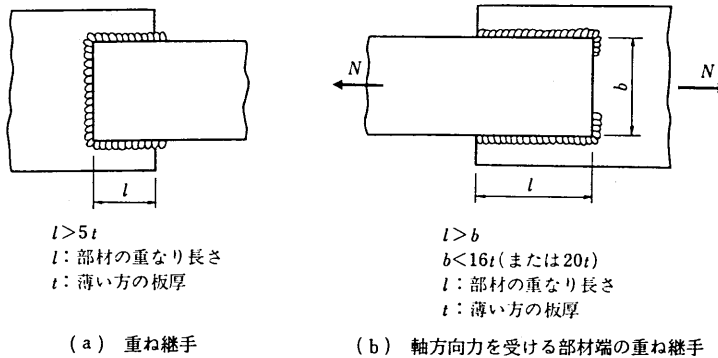
(2) 軸方向力を受ける部材の重ね継手に側面すみ肉溶接のみを用いる場合は、次の規定によるものとする。

1) 溶接線の間隔は薄い方の板厚の16倍以下を原則とする。ただし、引張力のみを受ける場合は、上記の値を20倍とする。やむを得ずこれをこえる場合は、板の浮上りを防ぐ処置を施すものとする。

2) すみ肉溶接のそれぞれの長さは、溶接線間隔より大きくするものとする。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.2.10¹⁾を参考に定めた。道路橋示方書の解説文を以下に引用する。

- (1) 応力を伝える重ね継手全般について規定したものである。重ね継手に1列のすみ肉溶接を用いるとビードに曲げモーメントが働き、応力集中などが生じやすく好ましくないため、前面および側面すみ肉溶接あわせて2列以上のすみ肉溶接を用いることにした。また、重なるの少ない重ね継手は、荷重の偏心作用に対する抵抗が弱く変形しやすい。このため溶接部に二次的応力が生じるようになり、破断強度を低下させるので、この規定を設けた（解説図 8.7(a) 参照）。
- (2) 部材端の軸方向力を受ける重ね継手に側面すみ肉溶接のみを用いる場合の規定である（解説図 8.7(b) 参照）。
- 1) 側面すみ肉溶接の線間距離の規定は、ボルトの最大中心間距離の規定に相当し、材片の局部座屈や浮上りを防止する目的と応力の伝達をなめらかにする目的とをもっている。
 - 2) 側面すみ肉溶接の1本の長さをその溶接線間距離より大きくするのは、応力の流れをなめらかにするためである。ただし、側面すみ肉溶接の長さを極端に大きくすると端部の応力集中が著しくなるので好ましくない。



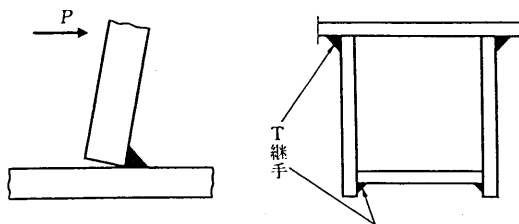
解説図 8.7 重ね継手のすみ肉溶接

8.2.8 T 継手

- (1) T 継手に用いるすみ肉溶接または部分溶込みグループ溶接は、継手の両側に配置するものとする。ただし、横方向の変形に対して抵抗できる構造の場合は片側のみでもよい。
- (2) 継手材の交角が 60° 未満、または 120° をこえる T 継手には全断面溶込みグループ溶接を用いるのを原則とする。すみ肉溶接または部分溶込みグループ溶接を用いる場合は、応力の伝達を期待してはならない。

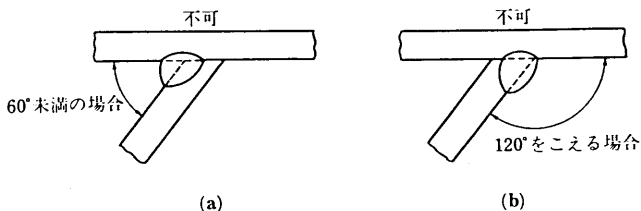
【解 説】 道路橋示方書・同解説 II 4.2.11¹⁾に準拠して定めた。道路橋示方書の解説文を以下に引用する。

- (1) T 継手において片側のみ、すみ肉溶接あるいは部分溶込みグループ溶接がある場合は、外力が作用すると、すみ肉溶接の弱点であるルートに応力集中を起し、また変形に対する抵抗も弱い、したがって、トラス弦材断面のすみの溶接のように横方向の変形に対して抵抗できる構造である場合はこのような溶接を用いてもよいが、単独の T 継手では両側に溶接しなければならない。



解説図8.8 T継手

(2) T継手の交角が 60° より小さい場合では、すみ肉溶接のルートの溶込みの完全を期すことはできず、 120° をこえるような大きな交角になると、所要ののど厚を確保するための溶接量が多くなる。したがって、このような場合は、すみ肉溶接や部分溶込みグループ溶接は用いないのを原則とした。

解説図8.9 交角が 60° 未満または 120° をこえるT継手

8.3 高力ボルト継手

8.3.1 一般

- (1) 高力ボルト継手は、摩擦接合、支圧接合および引張接合とする。
- (2) 高力ボルト支圧接合を採用する場合は、その使用箇所、施工性などについて十分な検討を行わなければならない。
- (3) 高力ボルト引張接合を採用する場合は、ボルトの材質、てこ作用などによる付加力、許容力、締付け力、疲労に対する応力範囲などを検討するとともに、継手接触面の平坦さ、被接合部の補強などについても十分な検討を行わねばならない。
- (4) 部材の継手に対して高力ボルト継手を使用する場合、原則として水密に直接関係する部分の構造継手には、高力ボルト継手を使用しないものとする。

【解説】 道路橋示方書・同解説II 4.3.1¹⁾、水門鉄管技術基準（水門鉄管協会）³⁾と橋梁用高力ボルト引張接合設計指針（案）⁴⁾に準拠して定めた。

道路橋示方書の解説文を以下の(1)、(2)、(3)に抜粋して示す。

(1) 高力ボルトを用いた継手を応力伝達の機構から次の三つに分類して考えることにする。すなわち、「摩擦接合」は、高力ボルトで継手材片を締付け、材片間の摩擦力によって応力を伝達するものである。

「支圧接合」は、ボルト円筒部のせん断抵抗および円筒部とボルト孔壁との間の支圧力によって抵抗するもので、リベット継手と同様な機構ではあるが、ボルトには摩擦接合の場合と同等な軸力を与えて継手性能の改善を図っている。

「引張接合」は、ボルトの軸方向に力が作用する継手である。摩擦接合および支圧接合でも継手形状によっては軸方向応力が付加される場合がある。また、引張接合でも接合面でせん断力に抵抗する必要がある場合もある。

(2) 支圧接合の研究はある程度進んでいるが、わが国での施工例はまだ少なく、今後なお慎重な施工と研究を積み重ねる必要がある。このため、とくにこの条項によって注意を促したものである。

本指針では、支圧接合に用いるボルトとして打込みボルトを用いることにしたが、ボルトの作業性(打込みの難易度)や、ボルトを打ち込んだときのボルト孔周縁に付ける傷の程度などは、継手母材の厚さと打込み強さ、ボルト孔の大きさと食い違いなどの部材製作精度、ボルト円筒部の径、きざみの形やボルトの強さなどに関係し、問題は複雑である。

したがって、支圧接合は、摩擦接合に比べてボルトの耐力は50%高くとれ有効な継手ではあるが、継手性能の特徴をよくわきまえ、その施工性を十分検討したうえで適用するように心がけなければならない。

(3) 引張接合は、アンカーフレームや支承の取付け、ラーメン隅角部などに実施例があるが、橋梁においては一般的に適用されるまでには至っていない。

十分なボルト軸力によって締付けられた継手にボルト軸方向の力が作用する場合、その力がボルトの締付け力よりある程度小さいと、ボルトの付加応力はほとんど無視できるくらいに小さい。そして継手部の剛性は高く、組立施工のうえでも便利な場合がある。

しかし、ボルトに生じる付加応力の程度、継手部の剛性、継手部材片に生ずる応力状態などは、継手部の構造の詳細いかんによって著しく異なる。引張接合については各種基準で解説表8.1に示すように取り扱われている。橋梁用には、橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案)⁴⁾(日本鋼構造協会)により設計することができる。

解説表 8.1 各種基準で取り扱っている引張接合に関する項目一覧表

項目	・鋼構造設計規準* ・高力ボルト接合 設計指針	橋梁用高力ボルト 引張接合設計 指針(案)	DIN	Eurocode No.3 Part.1	AASHTO	BS
1 引張接合で許容される 高力ボルトの種類	○	○	○	○	○	○
2 設計ボルト張力 (導入軸力)	○	○	○	×	○	○
3 軸力のみが作用する場合 のボルトの許容応力度 又は耐荷力	○	○	○	○	○	○
4 軸力とせん断力が同時に 作用した場合のボルトの 許容応力度又は耐荷力	○	○	○	○	○	○
5 疲労に対する取り扱い	○	○	×	○	○	○
6 てこ反力	○	○	×	○	○	○
7 引張力を受ける リベット接合	×	×	×	○	○	×
8 引張力を受ける Countersunk Bolts 接合	×	×	×	○	×	×

Notes; ○:規準中に規定又は解説等がある。 ×:規準中では一切取り扱っていない。

*:“鋼橋技術研究会海外設計基準研究分科会 昭和63年度報告書”も参考とする。

疲労許容範囲については、橋梁用高力ボルト引張接合指針（案）⁴⁾（日本鋼構造協会）では、荷重ボルト軸力関係を安全側を考慮して曲げの影響も含め6.6 kgf/mm²と規定している。

- (4) 水密に直接関係する部分の継手に対しては、水の浸透による摩擦係数の変化、高力ボルトの腐食等の点を考慮し、原則として使用しないことにした。ただしやむを得ず使用する場合には、使用箇所・使用条件に応じた水密性が得られ、高力ボルト接合の強度を保持できる配慮が必要である。したがって高水圧門扉または補修点検の困難な部分には現在のところ使用しない方がよい。また水密に関係のない場所でもボルトの錆の発生に対する配慮が特に必要である。

8.3.2 高力ボルト、ナットおよび座金

- (1) 摩擦接合、引張接合に用いる高力ボルト、ナットおよび座金は、JIS B 1186に規定する第1種および第2種の呼びM16、M20、M22およびM24を標準とする。ただし、セットのトルク係数値は表8.1によるものとする。

表8.1 セットのトルク係数値

1 製造ロットの出荷時のトルク係数値の 平均値	0.110 ~ 0.160
1 製造ロットの出荷時のトルク係数値の 変動係数	5 % 以下
1 製造ロットの出荷時のトルク係数値の 温度による変化値	20℃の温度変化に対して、出荷時のトルク係数値の平均値の5% 以下

また、トルシア形高力ボルトは、JSS II 09-1981「構造用トルシア型高力ボルト、六角ナット、平座金のセット」による。

- (2) 支圧接合に用いる高力ボルト、ナットおよび座金はJSS II 01-1981「打込み式高力ボルト・六角ナット・平座金のセット」による。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II4.3.2⁶⁾を参考に定めた。

8.3.3 ボルト孔

- (1) 部材の純断面積を算定する場合のボルト孔の径はボルトの接合法に応じて適宜適切な形で定めるものとする。
- (2) さらにボルトについては、その断面形を考慮してボルト孔を控除するものとする。

【解 説】 国鉄建造物設計標準解説（土木学会）⁵⁾を参考に定めた。道路橋示方書・同解説II 4.4.3¹⁾では控除すべきボルト孔の径を呼び径に3mmを加えたものと定めている。

8.3.4 ボルト長さ

ボルトの長さは部材を十分に締付けられるように選ばなければならない。なお、支圧接合においては、ねじ部がせん断面にかかってはならない。

【解 説】 道路橋示方書・同解説 II 4.3.3¹⁾ に準拠して定めた。

8.3.5 ボルトの中心間隔

(1) 高力ボルトの最小中心間隔は、表 8.2 に示す値を原則とする。ただし、特別の場合には、ボルト径の 3 倍まで小さくすることができる。

表 8.2 ボルトの最小中心半径 (mm)

ボルトの呼び	最小中心半径
M24	85
M22	75
M20	65
M16	55

(2) 高力ボルトの最大中心間隔は、表 8.3 に示す値のうち小さい方の値とする。

表 8.3 ボルトの最大中心間隔 (mm)

ボルトの呼び	最大中心間隔		
	p		g
M24	170	12t	24t
M22	150	千鳥の場合は $15t - \frac{3}{8} \cdot g$ ただし、12t 以下	ただし、300 以下
M20	130		
M16	110		

ここに、

t : 外側の板または形鋼の厚さ (mm)

p : ボルトの応力方向の間隔 (mm)

g : ボルトの応力直角方向の間隔 (mm)

(3) 引張部材をボルトでとじ合わせる場合の応力方向の最大中心間隔は、(2) の規定にかかわらず 24t とする。ただし、300mm をこえないものとする。

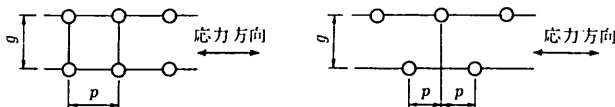


図 8.2 ボルトの配置と間隔のとり方

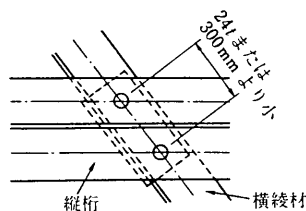


図8.3 とじ合せボルトの間隔

【解 説】 道路橋示方書・同解説II4.3.8~9¹⁾を参考に定めた。

8.3.6 縁端距離

(1) ボルト孔の中心から板の縁までの最小距離は、表8.4に示す値とする。

表8.4 ボルト孔の中心からいたの縁までの最小距離 (mm)

ボルトの呼び	最小縁端距離	
	せん断縁 手動ガス切断縁	圧延縁, 仕上げ縁 自動ガス切断縁
M24	42	37
M22	37	32
M20	32	28
M16	28	23

(2) ボルト孔の中心から継手材の重なる部分の縁端までの最大距離は、外側の板厚の8倍とする。ただし、150mmをこえないものとする。

(3) 支圧接合においては、応力方向のボルト本数が2本以下の場合、応力方向の最小縁端距離は、表8.4によるほか式(8.2)を満足するものとする。

$$\left. \begin{array}{l} \text{1面せん断の場合 } e \geq a \cdot \frac{A}{t} \\ \text{2面せん断の場合 } e \geq a \cdot \frac{2A}{t} \end{array} \right\} \quad (8.2)$$

ここに、

- e : 応力方向に測った最小縁端距離 (cm)
- a : ボルトと母材とのせん断強度の比
- A : ねじ部外径を基に算出したボルトの公称断面積 (cm²)
- t : 1面せん断の場合は薄い方の板厚 (cm)
2面せん断の場合は母材の板厚または連結板の板厚の合計のいずれかの薄い方の値 (cm)

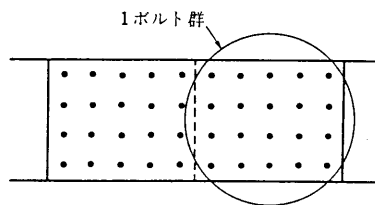
【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.3.10¹⁾を参考に定めた。

8.3.7 ボルトの最少本数

継手では、1群として2本以上の高力ボルトを使用しなければならない。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.3.11¹⁾に準拠して定めた。解説文を以下に引用する。

高力ボルトを使用する場合は、ボルト1本では、部材どうしの密着性が十分でないおそれがあること、また、組立時のことなどを考慮して最少2本とした。なお、1群のボルトとは解説図8.10に示す部分をいう。



解説図8.10 1ボルト群

8.3.8 勾配座金および曲面座金

- (1) ボルト頭またはナット面と部材面とが $1/20$ 以上傾斜している場合は、勾配フィラーを用いるか勾配座金を用いて、ボルトに偏心応力が生じないようにしなければならない。
- (2) 継手部が曲面でその曲率半径が小さい場合は、曲面座金を用いなければならない。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.3.12¹⁾に準拠して定めた。

8.4 普通ボルト継手

8.4.1 一般

- (1) 高力ボルトを使用する必要のない場合には、普通ボルトが使用できる。ただし、繰返し応力を受ける箇所には使用しないことを原則とする。
- (2) 普通ボルト継手は支圧接合と引張接合を標準とする。

8.4.2 ボルト, ナット, 座金

- (1) ボルトはJIS B 1180に規定する六角ボルトを、またナットはJIS B 1181に規定する六角ナットを標準とする。

8.4.3 ボルト孔

- (1) ボルト孔の径は、引張接合の場合JIS B 1001によるものとし、支圧接合の場合はボルトの公称軸径に 0.5 mm を加えたものを標準とする。

8.4.4 ボルト中心間隔

- (1) ボルトの最小中心間隔および最大中心間隔は、高力ボルトの規定を準用するものとする。

8.4.5 縁端距離

- (1) ボルトの縁端距離は高力ボルトの規定を準用するものとする。

8.4.6 最少本数

- (1) ボルトの最少本数は2本とする。

8.4.7 勾配座金, 曲面座金

- (1) 勾配座金, 曲面座金については高力ボルトの規定を準用するものとする。

【解 説】 国鉄建造物設計標準解説鋼鉄道橋⁴⁾を参考に定めた。

8.5 リベット継手

8.5.1 一般

- (1) ここにいうリベット継手とは、リベット軸のせん断および支圧によって力を伝えるものをいう。
(2) 軸方向に引張力を受けるリベットは使用してはならない。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.4.1⁶⁾に準拠して定めた。解説文を以下に引用する。

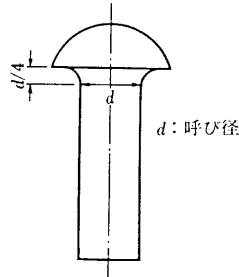
リベットに軸方向の引張力を働かせることは好ましくない。連結部でやむを得ずそのような構造になる場合は、高力ボルトを使用することができるので、引張力をリベットに受けさせることは禁じることにした。

8.5.2 リベット

- (1) リベットの径は呼び径を用いて示し、25mm, 22mmおよび19mmを標準とする。その形状、寸法は、特に定められた場合をのぞき、JIS B 1214によるものとする。
(2) 応力を伝える山形鋼に使用するリベットの径は、リベット締めする脚の幅の0.26倍以下でなければならない。ただし、重要でない部分においては75mm山形鋼脚に22mmリベット、65mm山形鋼脚に19mmリベットを使用することができる。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.4.2⁶⁾に準拠して定めた。解説文を以下に引用する。

- (1) リベット形状は、JIS B 1214 (解説図8.11) によるが、それには本条で標準と定めた径のリベットは優先的に使用すべきものとなっていない。しかし、呼び径25mm, 22mm, 19mm, とくに22mmのリベットは橋梁における長い経験から設計上、施工上ともによいとされ、広く使用されてきたので、従来どおり25mm, 22mm, 19mmを標準とした。しかし、最近では呼び径25mmのものは使われることは少なく、その材料取得が困難なので設計には一般に22mmおよび19mmを使用するのがよい。



解説図8.11 リベットの形状

- (2) 山形鋼の脚の幅を有効に使用するためには、幅に比べてあまり大きい径のリベットを使用することはよくない。一般には、脚の幅の1/4を限度とするのであるが、市場品使用の便を考慮して0.26までと規定したものである。

8.5.3 リベット孔

- (1) 部材の純断面を算定する場合のリベット孔の径は、リベットの径に3mmを加えたものとする。
- (2) さらにリベットについては、その断面形を考慮してリベット孔を控除するものとする。

【解説】 道路橋示方書・同解説II 4.4.3⁶⁾に準拠して定めた。道路橋示方書では、部材の純断面を算定する場合のリベット孔の径は、リベットの径に3mmを加えたものと定められている。

8.5.4 リベットの中心間隔および縁端距離

- (1) リベット最小中心間隔および最大中心間隔は、それぞれ8.3.5を準用するものとする。
- (2) 縁端距離は8.3.6(1),(2)を準用するものとする。
- (3) (1)および(2)においては、リベットの径19mmおよび25mmは、それぞれボルトの呼びM20およびM24に相当するものとする。

【解説】 道路橋示方書・同解説II 4.4.8⁶⁾を参考に定めた。

8.5.5 リベットの最少本数

リベット継手では1群として3本以上のリベットを使用するものとする。ただし、付属品はこの定めによらなくてもよい。

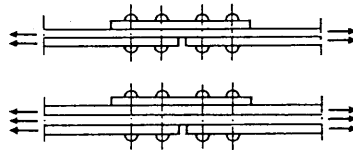
【解説】 道路橋示方書・同解説II 4.4.9⁶⁾を参考に定めた。

8.5.6 間接連結

連結板を間接に使用する場合は、直接連結に必要なリベット数よりも鋼板1枚へだてるごとにリベット数を30%ずつ増加しなければならない。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.4.10⁶⁾ に準拠して定めた。解説文を以下に引用する。

連結する材片に連結板を直接当てないで、解説図8.12のように間に他の材片をはさみ連結板を間接的に使用する場合は、直接連結に比べてリベットにより大きなずれが生じるので、従来から連結リベットを30%割増しすることになっている。間接連結は、応力の伝達が不確実になるので、なるべく直接連結とするのがよい。



解説図8.12 間接連結

8.5.7 フィラー

連結される部材または継手材間にフィラーがある場合のリベットの設計は次の規定によるものとする。

- (1) フィラーの厚さが6mm以上の場合、フィラーがない場合に必要のリベット数よりも30%増し、その厚さが6mm未満の場合は増さなくてよい。
- (2) フィラーの厚さが9mm以上の場合、フィラーを外にのぼし、(1)の規定により増加したリベットは、フィラーと部材との連結に使用するのがよい。
- (3) 2枚以上のフィラーを重ねて使用しないのがよい。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.4.11⁶⁾ に準拠して定めた。

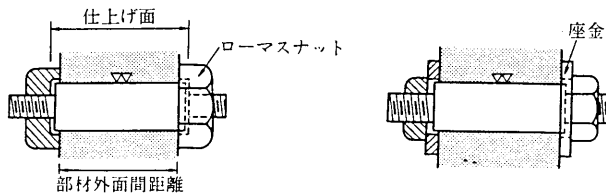
8.5.8 長いリベット

- (1) リベットの締付け長さがリベット径の4.5倍をこえる場合には、1mm超過するごとに6.4.4より算出したリベット数が少なくとも0.7%増加するものとする。
- (2) 締付け長さがリベット径の6倍をこえる場合には、特別の考慮を払わなければならない。

【解 説】 道路橋示方書・同解説II 4.4.12⁶⁾ に準拠して定めた。

8.6 ピンによる連結

- (1) ピンで部材を連結する場合は、その連結部で部材が移動しないようにし、また、適当な方法でナットがゆるまないようにしなければならない。
- (2) ピンの設計は次によるものとする。
 - 1) ピンの直径は75mm以上とする。
 - 2) ピンの仕上げ部の長さは部材の外間距離より6mm以上長くし、ピンの両端にはローマナットまたは座金付き普通ナットを使用しなければならない。



解説図8.13 ピンおよびナット

- (3) ピン孔を有する部材は次の各項によるものとする。
 - 1) ピンとピン孔の直径の差は、ピンの直径130mm未満のものに対して0.5mm、ピンの直径130mm以上のものに対しては1mmを標準とする。
 - 2) ピン孔を通る横断面における引張部材の純面積は、計算上必要な純面積の140%以上、引張部材のピン孔背後における純断面面積は、計算上必要な純断面面積の100%以上としなければならない。
 - 3) ピン孔がある部分の引張部材の腹板厚はその純幅の1/8以上とする。

【解説】 道路橋示方書・同解説II 4.4¹⁾ に準拠して定めた。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，1996年12月。
- 2) 日本建築学会：鋼構造設計規準，1973年5月。
- 3) 水門鉄管協会：水門鉄管技術基準，1993年3月。
- 4) 日本鋼構造協会：橋梁用高力ボルト引張接合設計指針（案），1994年3月。
- 5) 土木学会：国鉄建造物設計標準解説，1983年4月。
- 6) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，1980年2月。