

【よくある指摘事例】

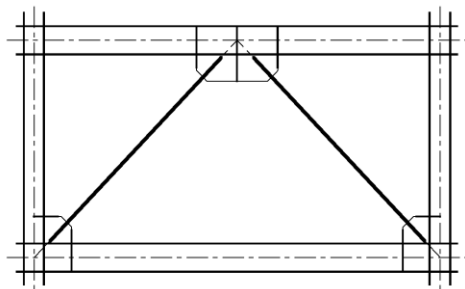
- ・筋かいが接合される鉄骨梁の付加軸力に対する検討が不十分な事例がある。
- ・ブレース交点の梁の構面外座屈の検討が不十分な事例がある。

【関係法令等】

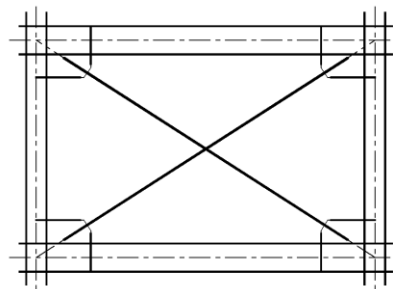
平成 19 年国交省告示第 594 号第 1 第一号，第二号
2020 年技術基準 pp.375～376，pp.620～625

【指摘の趣旨】

ここでは，図－1 に示す K 形筋かいと図－2 に示す X 形筋かいを対象として解説する．このような筋かいが設置されている構面の梁に作用する軸力評価の問題，特に K 形筋かいの梁側接合部における横補剛の問題，保有耐力接合の確認の問題など，指摘は多岐にわたっている．鉄骨筋かい接合部の設計に関しては 2020 年技術基準¹⁾ 及び S 接合部指針²⁾ に詳細に記載されているので，ここでは，適合性判定において指摘が多い事項について記述しておく．



図－1 K 形筋かい



図－2 X 形筋かい

【解説】

1. 問題の要点

剛床仮定を適用した応力解析の結果では，梁の軸方向変形は 0 であるから，梁に軸力は作用しないことになる．しかし，図－1，図－2 に示す筋かい構面の梁には筋かいからの付加軸力が作用する．この軸力の評価に剛床仮定をはずしてまで計算する必要はなく，簡単な釣合条件から安全側の軸力算定方法を提示する．この軸力を考慮して梁部材や柱梁接合部を設計することが必要である．柱への付加軸力は応力計算の過程で自動的に考慮されるので，配慮する必要はない．

特に，図－1 の K 形筋かいの交点である梁側接合部（図－4 参照）では，梁の横座屈や筋かいの構面外座屈（図－5 参照）を防止するためにも横座屈補剛が必要となる．

保有耐力接合の条件は，筋かいとガセットプレートだけでなく，ガセットプレートと骨組本体（柱や梁）との接合部にも適用されなければならない．

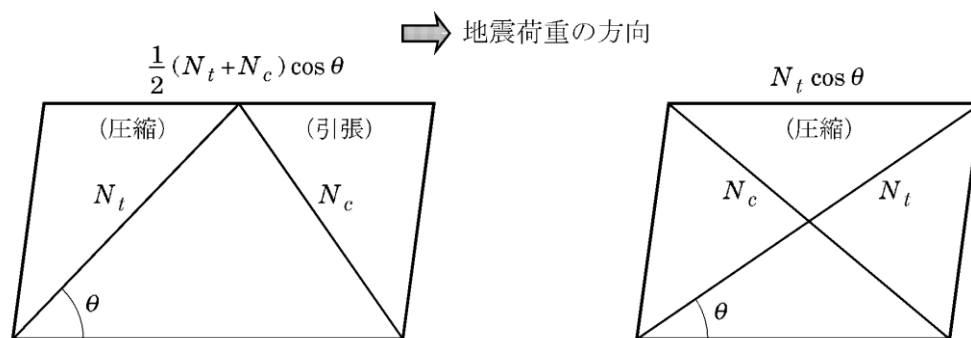
2. 筋かいが接合される鉄骨梁の付加軸力

筋かいからの梁の付加軸力は，釣合条件から図－3 のように考えることができる．これらの軸力は，上下層の筋かいの効果や同一層の隣接構面の軸力負担などを無視しているので，過大評価の値となっている．図－3 において， N_t は引張筋かいの軸力， N_c は圧縮筋かいの軸力， θ は筋かいの傾斜角である．K 形筋かいの場合では引張，圧縮筋かいの軸力の水平成分の平均値，X 形

筋かいでは引張筋かいの水平成分を圧縮力として付加する．ただし，X 形筋かいの場合， $N_t \geq N_c$ としている．

N_t と N_c の値は設計条件によって異なる．短期設計の場合はそれぞれ存在応力を用い，保有水平耐力算定の場合には，それぞれの終局耐力を適用する．

なお，図－4 に示すように，大梁が床スラブと頭付スタッドで結合されている場合には，梁の軸力がスタッドを介して床スラブに伝わる．しかし，接合部の近傍で梁の軸力は図－3 の値に近いので，床スラブによる軸力負担は無視すべきである．



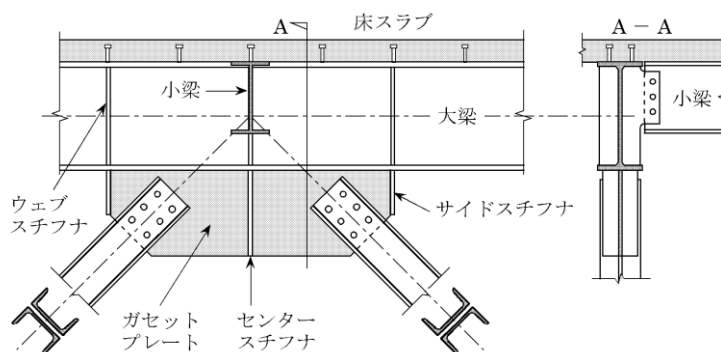
図－3 筋かいによる梁の付加軸力

3. K 型ブレース交点の横補剛（構面外座屈防止）

溝形鋼を用いた K 形筋かい交点の接合部の例を図－4 に示す．図－5 に示すような接合部における大梁の横座屈防止策として，図－4 に示すような横座屈補剛材（小梁ないし孫梁等）の設置が必要である．

図－4 におけるセンタースチフナやサイドスチフナはガセットプレートの構面外剛性を高める機能を果たす．また，これらは，筋かい接合部におけるガセットプレートのせん断座屈や筋かいの構面外座屈を防止するうえで有効である．

端部で柱とピン接合（ウェブのみを高力ボルト接合）されている梁（図－6 (a)）の場合，梁中央の K 形筋かい交点に塑性ヒンジが形成されると，図－6 (b) に示すように梁が変形して引張側筋かいが有効に機能しなくなる．したがって，崩壊メカニズム時の応力状態に対しても K 形筋かいが接合される梁は弾性を保つように許容応力度の検討を行う．この場合，横座屈を生じないことを確認する必要があるが，少なくとも K 形筋かい交点の接合部における横座屈補剛材の設置が必要である．



図－4 K 筋かい接合部



図－5 梁の横座屈

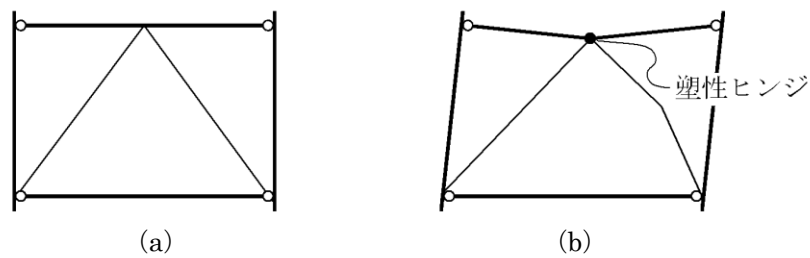


図-6 両端ピン接合の梁

また、図-6 (a) における梁端ピン接合部には、長期鉛直荷重による応力に加えて、図-3 に示した筋かいによる梁の付加軸力も同時に作用する。これらの適切な組合せ応力に対して、ピン接合部に十分な耐力を保有させておくことが必要である。

4. 保有耐力接合の確認

4.1 筋かいの保有耐力接合条件

2020 年技術基準では、保有耐力接合の条件は次式で与えられる¹⁾。

$$A_j \cdot \sigma_u \geq \alpha \cdot A_g \cdot F \quad (1)$$

記号 A_j : 接合部の破断形式に応じた接合部の有効断面積

σ_u : 接合部の破断形式に応じた接合部の破断応力度

A_g : 筋かい材の全断面積

F : 筋かい材の基準強度

α : 安全率 (接合部係数 ; 炭素鋼で 1.2, ステンレス鋼で 1.5)

上記 α の値 (炭素鋼で 1.2, ステンレス鋼で 1.5) は、筋かい材にある程度の塑性変形を期待し、かつ接合部の設計が現実的に可能となるように設定されている¹⁾。

なお、ここで対象としたのは通常の鉄骨筋かいであるが、座屈拘束ブレースのような制振ブレースの場合、接合部は弾性に留めることが設計クライテリアとなるので、接合部設計に用いられる安全率 (接合部係数 ; (1) 式の α 値) にはより大きな値が設定されている²⁾。

4.2 接合部設計の注意事項

高力ボルトや溶接を用いた筋かい接合部の様々な破断形式に対して、(1) 式による保有耐力接合の検討事項については 2020 年技術基準¹⁾ 及び S 接合部指針²⁾ に詳しいのでここでは省略するが、ここでは接合部に関する他の注意事項をいくつか記しておく。

はじめに、H 形鋼を用いた X 形筋かいの交叉部 (図-7) をとりあげる。この筋かい交叉部のウェブ (◆ の領域) は引張と圧縮の組合せ応力を受け、降伏点は F 値の 6 割程度に低下している。また、片側の筋かいフランジを一方のフランジに溶接するためにウェブにスカラップが設けられ、断面欠損が生じている。これらの接合部耐力の低下因子をカバーして保有耐力接合条件を満たすためには、図-7 に示す補強プレートの設置が必要となる。

次に、図-8 は、図-7 と同様に H 断面の筋かいの場合で、柱梁側接合部のブラケットフランジを折り曲げて軸組部材フランジと直角に接合する形式の接合部を表す。ブラケットフランジが図-8 (a) のように折り曲げられている場合、引張が作用すると、補強がなければ図-8 (b) のような破壊形式となり、所要の接合部耐力が発揮されない可能性が高い³⁾。筋かいのフランジ軸力を円滑にブラケットウェブに伝達して図-8 (b) のような破壊を避けるためには、折曲部に

図-8 (c) に示す補強スチフナの設置が不可欠である²⁾。

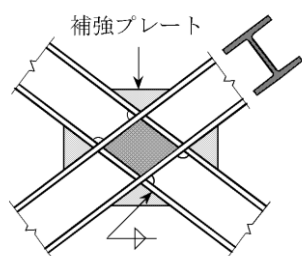


図-7 X形筋かい交叉部

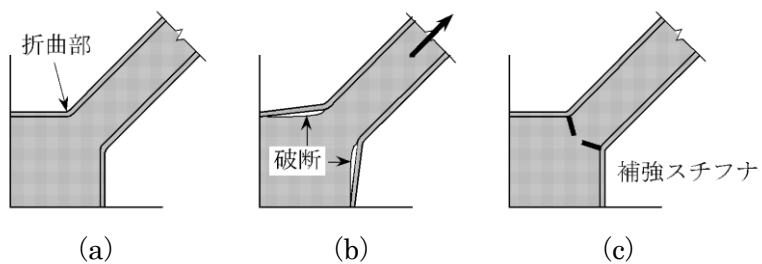


図-8 ブラケット形式の H 断面筋かい接合部

【参考文献】

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所他監修：2020年版建築物の構造関係技術基準解説書，付録 1-2.4 (2) 筋かい端部及び接合部の強度確保について（保有耐力接合）
- 2) 日本建築学会：鋼構造接合部設計指針，6章 プレース接合部，2012
- 3) 田中淳夫，榎本憲正：H形鋼を用いた軸組筋かい材端接合部の力学的性状，日本建築学会構造系論文報告集，第404号，pp.51～63，1989.10