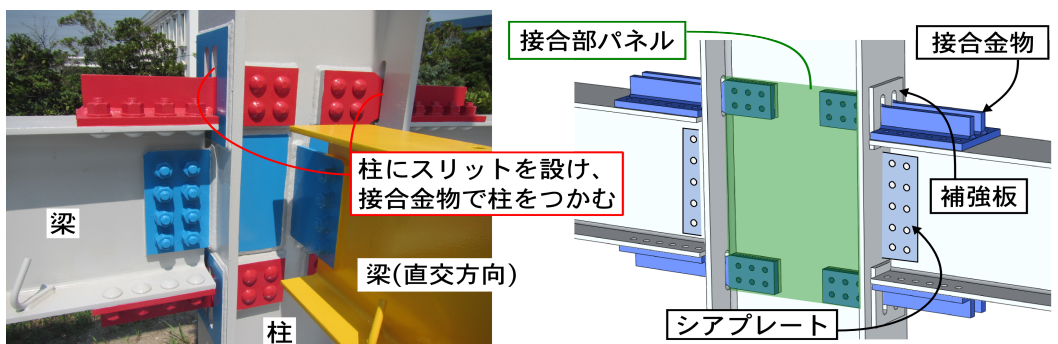


# 論文の内容の要旨

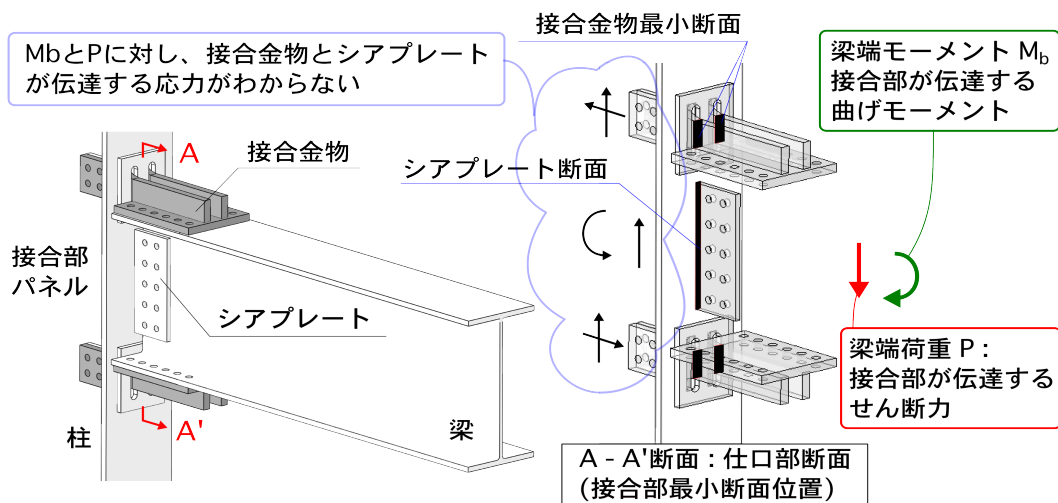
論文題目 ウェブクランプ形式柱梁接合部の応力伝達機構に関する研究

氏名 荒木 景太

ウェブクランプ形式接合部は、新しいH形鋼柱 - H形鋼梁接合部として提案されたものである。本接合部は、図1(a)のように、接合金物とシアプレートを通じて柱と梁をボルト接合する提案であり、その最大の特徴として、特殊な接合金物により、H形鋼柱ウェブを直接つかむ接合法であることが挙げられる。これにより、梁からの応力を直接接合部パネルへと伝えることができ、剛性が確保されるよう配慮されている。



(a)ウェブクランプ形式柱梁接合部



(b)本接合部の設計で重要な仕口部断面

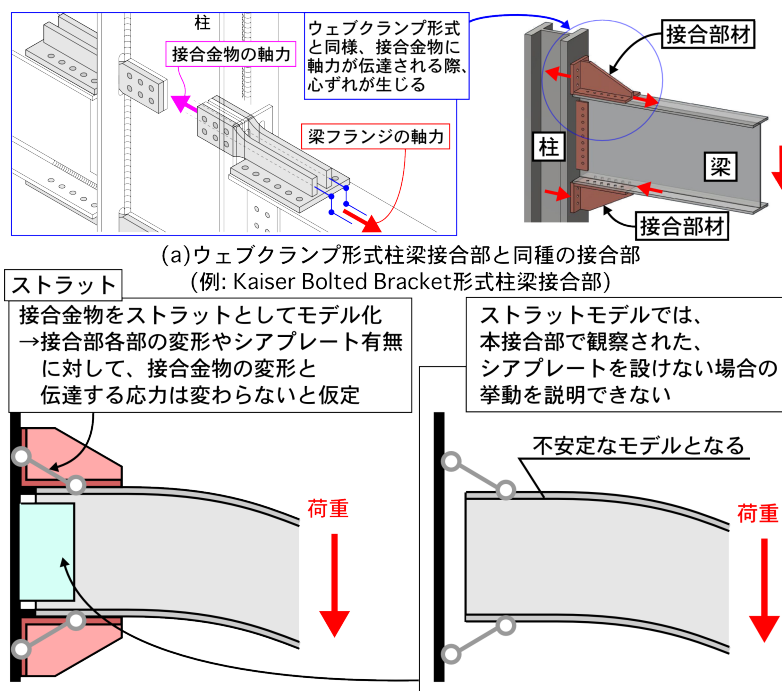
図1 ウェブクランプ形式柱梁接合部概要

本接合部は、従来溶接形式と同様に、梁降伏型骨組の設計に用いることを想定している。この設計を可能とするには、以下の2つの前提条件がある。

- 1) 骨組解析プログラムに、剛接合として本接合部を適用できること
- 2) 梁降伏型となるように本接合部を設計し、大地震に対して骨組に粘り強い性能を発揮させること

前者に対しては、梁、柱および接合部分において、局所的な変形により本接合部全体の剛性が低下しないことを保証する必要がある。後者に対しては、柱、梁、接合部パネル、および図1(b)に示した仕口部断面の耐力を適切に評価する必要がある。上記の(1)および(2)を検討するため、既往の実大実験により、本接合部が有する剛性と、接合部各部の耐力評価に関する検討が行われた。その結果、柱梁形状がある限定された範囲においては、本接合部の実用化が可能であることがわかった。

しかしながら、上記の実大実験による検討では、シアプレートが無くても応力伝達に問題ないことを示せたものの、シアプレートが存在した場合の接合金物とシアプレートの応力分担が不明点として残った。接合金物とシアプレートの応力分担に着目して既往文献をみると、図2(a)のように、心ずれを生じながら軸力の伝達を行う点において、本接合部と同種の接合金物を有する接合部が複数存在し、これらのすべての接合形式では、ストラットモデルと呼ばれる接合金物とシアプレートの応力評価方法が確立されている。しかしながら、ストラットモデルでは、本接合部の実大実験において観察されたシアプレートの有無や、接合部各部の変形を統一的に説明できない。これは、図2(b)のように、ストラットモデルにおける接合金物の力学モデルは、接合部各部の変形やシアプレートの有無に対して、接合金物の変形形状と伝達する応力に変化はないと仮定しているためである。



(b) ストラットモデルによる既往の応力評価方法について

図2 本接合部とストラットモデルの挙動の違い

以上の観点から、本論文では、接合金物各部の変形とシアプレートの有無を統一的に説明する、接合金物とシアプレートの応力分担評価手法の提案を試みた。これにより、本接合部の設計において重要な、仕口部断面(図1(b))の設計法の確立に取り組んだ。本論では以下に示した5つの接合部変形形状を対象として、実験および数値解析の両面から、接合金物とシアプレートの変形形状および応力分担を調査し、その応力伝達挙動の解明に取り組んだ。

- (1)接合部各部の局部変形およびすべり変形が生じない場合
- (2)接合金物の塑性化により軸方向変形が卓越した場合
- (3)接合部パネル塑性化によりせん断変形が卓越した場合
- (4)ボルト接合部分における母材同士のすべり変形が生じた場合
- (5)梁の局部変形が卓越した場合

検討の結果、上記に示した全ての接合部各部の変形やすべり変形に対して、シアプレートを設けることにより、接合金物の曲げ変形を抑え、軸方向にまっすぐ変形させていることがわかった。この傾向は、(5)に示した梁の局部変形が卓越する場合で顕著に観察されており、図3に示すように、シアプレートを設けない場合は接合金物の曲げ変形により梁フランジの局部変形が卓越することがわかった。また、シアプレートを設けると、この変形に伴い、接合金物底板に生じるモーメントが低減し、接合金物とシアプレートにはせん断力の分担が生じることがわかった。

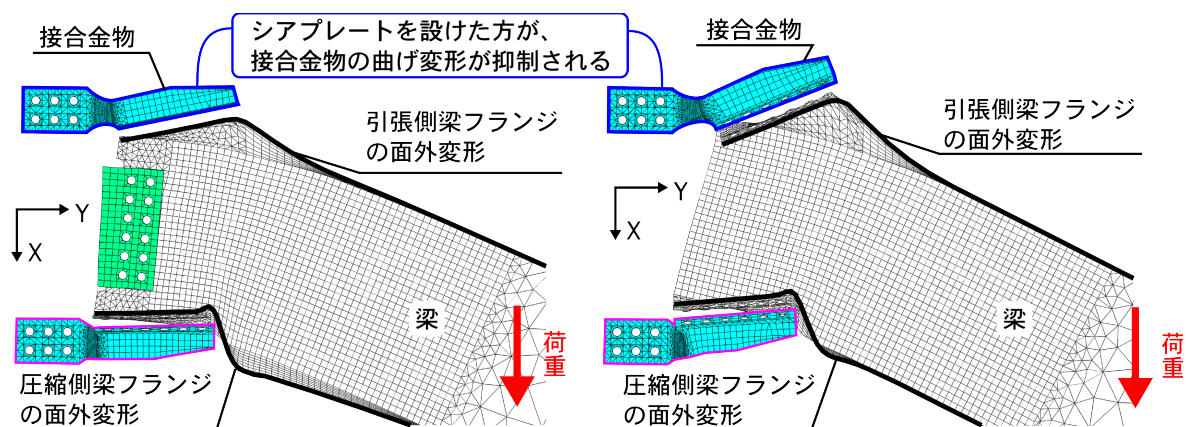


図3 梁が塑性化する場合における接合金物とシアプレートの変形形状の数値解析結果(倍率15倍)

以上の考察から、接合金物の曲げ変形の拘束度  $\alpha_r$  を定義し、接合金物とシアプレートの応力分担を表現することを考えた。前述したように、本論文では、図1(b)に示した梁端モーメント  $M_b$  と梁端荷重  $P$  が生じた場合に対して、仕口部断面に作用する応力を評価することを目的としている。また、仕口部断面には、接合金物の軸力  $F_k$ 、せん断力  $Q_k$ 、およびシアプレートのせん断力  $Q_s$  が主に作用していることが数値解析によりわかっている。本論ではこれら仕口部断面の各応力の評価式として、前述した接合金物の曲げ変形の拘束度  $\alpha_r$  を使用し以下の(1)~(4)式を提案した。

$$F_k = \frac{M_b}{d_k} \quad (1)$$

$$M_{bp} = (1 - \alpha_r) \left( F_k e_k - \frac{P}{2} e_{bp} \right) \quad (2)$$

$$F_k e_k - M_{bp} - Q_k e_{bp} = 0 \quad (3)$$

$$Q_s = P - 2Q_k \quad (4)$$

各変数は図4のように、 $d_k$ は接合金物最小断面間距離、 $e_k$ は接合金物軸力による偶力モーメントのうでの長さ、 $e_{bp}$ はせん断力による偶力モーメントのうでの長さ、および $M_{bp}$ は接合金物底板に生じる曲げモーメントを示す。 $\alpha_r=0$ として接合金物およびシアプレートの各応力を計算すると、シアプレートのせん断力 $Q_s$ は0となり、図4(a)のように、シアプレートを付加しても接合金物の変形を拘束しない場合の応力伝達を表現できる。一方、 $\alpha_r=1.0$ として接合金物およびシアプレートの各応力を計算すると、接合金物底板のモーメント $M_{bp}$ が0となり、図4(b)のように、梁の剛性に関わらず、接合金物を軸方向にまっすぐ変形させるよう、シアプレートが接合金物の曲げ変形を拘束する場合の応力伝達を表現することができる。(1)~(4)式より計算される、仕口部断面の応力を数値解析結果と比較した結果、接合部各部の変形やシアプレートの有無に関わらず、全ての解析結果は $\alpha_r$ が0から1の範囲にあった。このことから、 $\alpha_r$ を適切に評価することで、本接合部における接合金物とシアプレートの応力分担評価が可能となることがわかった。

この一連の検討により、本論文が研究目的とした、接合部各部の変形やシアプレートの有無を統一的に説明する、接合金物とシアプレートの応力分担評価方法が提案できた。しかしながら、本論文における $\alpha_r$ の大きさは、数値解析および実験結果から経験的に求めており、 $\alpha_r$ の定量的な評価には至らなかった。 $\alpha_r$ は、梁やシアプレートの剛性に関係していると考えられ、今後はこれらの影響を考慮した $\alpha_r$ の定量化に取り組み、本接合部仕口部断面の応力評価方法の確立を行う必要がある。

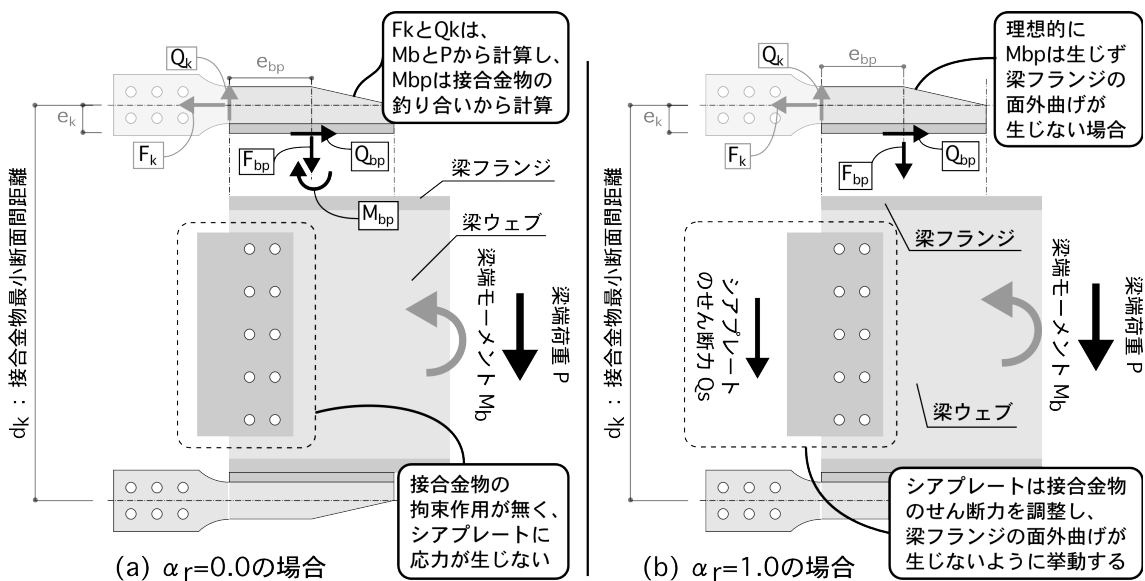


図4 シアプレートを付加した場合の接合金物変形を拘束する効果について