

H形鋼における新接合方法の開発

福井大学大学院 学生会員 ○ 坂口 知香
 福井大学大学院 正 会 員 福井 卓雄
 (株) ワダスチール 中野 眞伸

1 はじめに

H形鋼は仮設構造・本構造を問わず、広く使われる構造材である。主として曲げ材として使われるH形鋼材について、従来とは異なる接合方法を提案し、その有効性を検証することを本研究の目的としている。

2 研究の背景

H形鋼の曲げ材の接合は、フランジおよびウェブに添接板を添え、それをH形鋼本体とボルトで固定する形で行われる(図-1 左)。すなわち、ボルトおよび添接板を介して力が伝達される機構となっている。

この接合法は部材の全強を目指したものであり、添接板およびボルト配置を適切に設計すれば、本構造においては申し分のない接合法である。しかし、仮設構造の施工という立場からこれを見ると、以下を始めとする、いくつかの問題点を指摘することができる。

1. 発展途上国が鋼材を必要としているため、世界中で鋼材の値段が高騰している
 2. 建設会社での安全に対する要求が高まってきている
 3. 発展途上国の構造基盤の整備のレベルがまだ満足されていないにもかかわらず、政府の予算が減少している
- これらの問題を解決するためには、
1. 鋼材の無駄を減らす
 2. 安全性の向上
 3. 建設コストを抑える
- 必要がある。

これらの問題点を解決するために新接合方法を提案する。接合部のウェブ中央部に新たなフランジをもうけ、それを強固に結合させることにより、二つの曲げ材を接合する方法である(図-1 右)。要点は、中央部にフランジをもうけることで、接合部において全強の1/2の強度を保証し、追加的処置により接合部強度の強化を図ることである。また、せん断力に対する部材として図-2の左図のように補強を入れている。

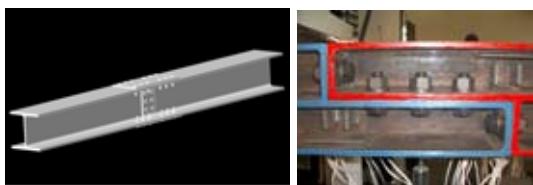


図-1 H形鋼材の接合方法(左:従来の方法、右:新接合方法)

3 有限要素解析

3.1 解析概要

強度実験をするにあたり、有限要素法(2D)を用いて挙動を推測し、補強がどのように作用しているのかを解析する。モデルは下図使用する。4点曲げ:モーメント力、3点曲げ:せん断力とし、以下の条件を用いる。

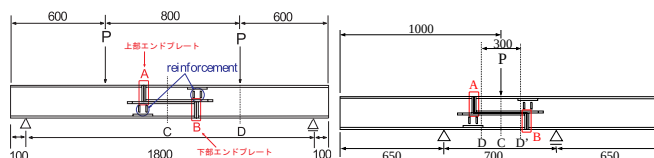


図-2 左図:4点曲げ、右図:3点曲げ

1. Aの上部エンドプレート:圧縮側となるため完全接着
2. 中央フランジ:ボルトが締まっている範囲が摩擦接合
3. Bの下部エンドプレート:引張側となるためボルトの部分でのみ接着

3.2 解析結果

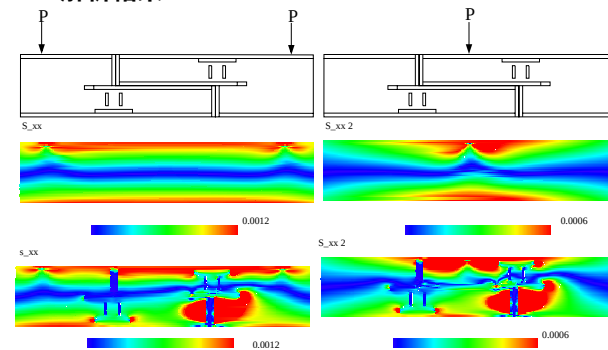


図-3 左:4点曲げ、右:3点曲げ

上図:H形鋼本体、下図:新接合方法のH形鋼である。これらの図から、

1. 4点曲げ・3点曲げ共に下部エンドプレート部分に力が作用している
2. 4点曲げと3点曲げを比較すると、4点曲げが3点曲げに比べて、全体的に2倍の力が作用している。
→新接合方法はモーメント力に弱い
3. 新接合方法の補強を見ると、その周辺では力が緩和されているように見える
→補強はせん断力だけでなくモーメント力にも有効に働いている

と予測される。

以上のことから、実験では4点曲げ・3点曲げの下部エンドプレート・補強を重点的に見ていくこととする。

4 実験概要

新接合方法は有用性があるかどうかを実験により検証を行う。また、有限要素法で用いた4点曲げ:モーメント力、3点曲げ:の挙動を観測・測定することとし、補強がどのように作用しているかを確認する。供試体・荷重および支点位置は、有限要素法で用いたものを使用することとする図-2。供試体は、4点曲げ:5本(うち3本補強あり)、3点曲げ:2本(うち1本補強あり)の計7体を計測した。

また、荷重は鋼材の降伏応力 $\sigma = 235 \text{ N/mm}^2$ に基づいて計算し、かけることとする。

5 実験結果

5.1 4点曲げ試験

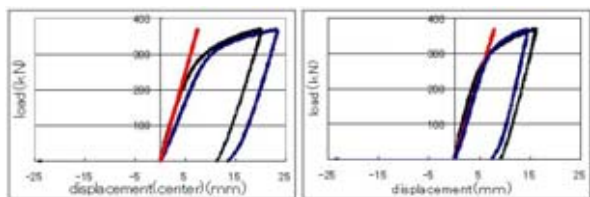


図-4 左:C点のたわみ、右:D点のたわみ

青線:実験結果(補強あり)、黒線:実験結果(補強なし)、赤線:計算結果である。中央フランジのトルク値は、補強あり: 600 kN/mm^2 、補強なし: 300 kN/mm^2 であり、エンドプレート部分のトルク値は、両方とも 140 kN/mm^2 である。

図-4を見ると、計算結果と比べると変位の勾配が、若干ゆるやかである。母材のフランジが許容応力に達する荷重レベル (140 kN/mm^2) までは、線形を保っている。その後、 300 kN を超えたあたりから、降伏し始める。しかし、許容荷重レベルの43%増しの負荷をかけても供試体に大きな変調は見られなかった。

補強に関して、補強がある場合と補強がない場合のH形鋼を比べてみると、補強がない場合より、補強がある場合の方がC点でのたわみが大きい。しかし、補強がある場合の方が線形を長く保つことが図から見てとれる。原因として、トルク値の違いによってたわみが変わってくるものと推測される。また補強をすることにより線形を長く保つ、すなわちモーメント力に効果がでることが確認できた。

5.2 3点曲げ試験

ここでは、4点曲げ結果で示した変位の考察に加え、鋼材が回転しているかを検証する。

5.2.1 変位に関して

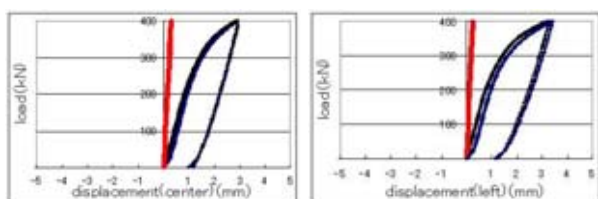


図-5 左:C点のたわみ、右:D点のたわみ

4点曲げのときと同様に、青線:実験結果(補強あり)、黒線:実験結果(補強なし)、赤線:計算結果である。また、中央フランジのトルク値は、両方とも 300 kN/mm^2 であり、エンドプレート部分のトルク値は、両方とも 140 kN/mm^2 である。

実験結果と数値計算と比べると、C点のたわみ、D点のたわみ共に、ほぼ変わっており、母材のフランジが降伏応力 (235 N/mm^2) に達する荷重レベルを超える負荷をかけても、変形は伴うが破壊まで至らないことが確認できた。

また、補強がある場合と補強がない場合のH形鋼を比べてみると、ほぼ変わらないことが確認できる。このことから、補強はせん断力に対してあまり効果がないものと思われる。したがって補強はモーメント力に対して有効であると言える。

5.2.2 回転に関して

ここでは、鋼材が回転(変形)しているかを観測した。測定は、中央から左右15cmの位置で測定した。

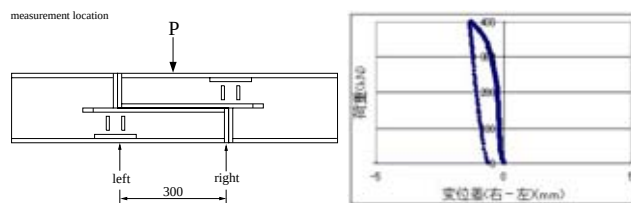


図-6 回転グラフ(左-右)

図-6より、回転していることがわかる。このことから、剛性の働きによって変形(回転)を起していると言えるであろう。理由としては、

1. 鋼材の左右のボルトのきき方が違う
2. 剛性の違いによって接合部分が変形(回転)しているが挙げられる。しかし、微小な量なので問題はないものと思われる。

6 結論

以上の結果より、補強はせん断力ではなくモーメント力がかかったときに有効に働くことがわかった。しかし、様々な用途に使用することを最終目標としているので、補強は必要であると再確認できた。

また実験により、実際の構造材の接合部に利用するための曲げ性能、せん断性能には問題がないものと推測される。したがって、新接合方法のH鋼は、接合部分で母材と同程度の強度を保つことが可能であると考えられる。

7 今後の課題

今回使用したH-200×200×12×8を用い、今よりもより正確なデータを測定する。

また、この試験を応用し、実施に繋がる、説得力のある実証データの蓄積を目的として、H-400×200×13×8鋼材、またはH-594×302×14×23鋼材の供試体を製作し、その破壊試験を行いたいと考えている。