

H形鋼の新しい接合方法における 接合部周辺に関する研究

○ 福井大学大学院
福井大学大学院
庸光鋼材

学生会員
正会員

坂口 知香
福井 卓雄
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、その有効性を検証し実用化することを本研究の目的としている。

2. 研究の背景

従来のH形鋼の接合は、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設計を目指したものである。従来の接合方法は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が、以下のような背景が挙げられる。

- 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. 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
- 3. 建設会社での安全に対する要求が高まってきている

これらの背景を踏まえ、仮設構造の施工という立場から見ると鋼材の無駄を減らし、コストを低減し、安全性のあるものをつくることが要求されている。したがって、本研究では新しい接合方法を提案する(図1右)。この接合方法の利点として、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追加的処置を行うことにより母材と同程度の強度を得ることができる点、ボルトの本数を3~5割削減できるためコストが削減できるという点、また添接板が不要となるため接合の手間・経費の削減ができるという3点が挙げられる。

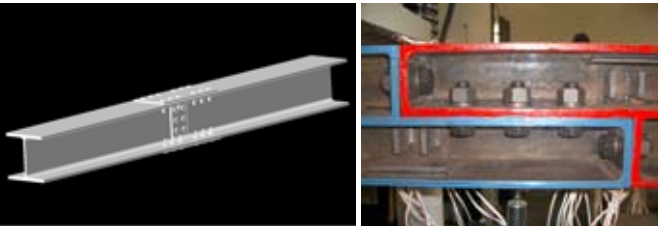


図1 左図:従来の接合方法 右図:新接合方法

3. 強度実験

以下の2つの荷重条件に対する現在までに行った強度試験結果を示す。

- 曲げモーメントが大きく作用する4点曲げ
- せん断力が大きく作用する3点曲げ

下記のモデルを用い、 $H-200 \times 200 \times 8 \times 12 \times 12$ に關して試験を実施した。ボルトはT10T, M22を使用し、補剛がある場合とない場合に加え、締め付けトルクを変化させ実験を進めた。

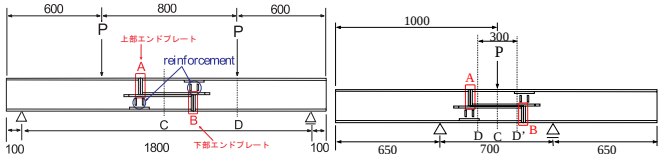


図2 左図:4点曲げモデル 右図:3点曲げモデル

(1) 3点曲げ試験の結果

3点曲げ試験において鋼材の中央位置のたわみを測定した。

	補剛	トルク値 (N・m)	
		中央フランジ	エンドプレート
青線	なし	300	140
赤線	あり	300	140

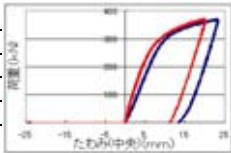


表-1 たわみ測定条件

図3 たわみの測定結果

以上の結果より、補剛の有無で結果に差異は見られないことが確認できる。このことから、補剛はたわみを抑制する上で、ほぼ効果がないと考えられる。この実験ではトルク値を変化させずに行ってきたが、補剛の効果やトルク値の違いによる変化をさらに詳しく実験する必要がある。

(2) 4点曲げ試験の結果

3点曲げ試験と同様、4点曲げ試験においても鋼材の中央位置のたわみを測定した。

	補剛	トルク値 (N・m)	
		中央フランジ	エンドプレート
青線	なし	600	140
赤線	あり	300	140
黒線	あり	140	140

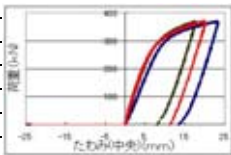


表-2 たわみ測定条件

図4 たわみの測定結果

まず、補剛がある場合のみで比較することとする。弾性域での傾きによる違いが見られるが、これはトルク値による違いで生じたものと考えられる。

3点曲げ試験の結果により、補剛はたわみには関係性があまり見られないと言える。4点曲げの結果から、補剛がある場合は補剛がない場合に比べ、わずかではあるが線形を長く保っていることが確認できた。この図での形状を決定しているものは、トルク値による違いが大きいと考えられるが、まだ具体的に確認されていないため、今後さらに詳しい検証が必要である。

4. 有限要素法による解析

有限要素法での解析結果より、3点曲げ・4点曲げ共にエンドプレート部分に応力集中がみられることが確認された。応力集中を緩和する方法として、新たに引張側のエンドプレート部分を厚くするという見解が出てきた。ここでは、その方法を実証するために条件を変えて、有限要素法を用いた2次元解析を行いその検証を行った。条件は以下のものを使用することとする。

- 鋼材：SS400
- ヤング係数： $2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
- ポアソン比：0.3

(1) 4点曲げの解析結果

解析結果の例として、最大応力の応力分布に関して示すこととする。



図5 補剛あり 左図：12mm モデル 右図：24mm モデル



図6 補剛なし 左図：12mm モデル 右図：24mm モデル

図5の12mmモデルを見てわかる様に、下部のエンドプレートの周辺のウェブに応力が集中している。これは下部のエンドプレートを締結するボルトが曲げモーメントによる引張応力の負担を大きく受けているためだと考えられる。24mmモデルと比較すると、応力集中は生じているが12mmモデルに比べると軽減されていることが確認できる。厚みが増したことにより、周りの部材に応力を伝達しやすくなったためと予測される。結果的に、下部のエンドプレートが負担する応力を軽減させたものと考えられる。

図5、図6を比べると、補剛の応力伝達に対する効果は少なく、補剛を設けなくても十分な性能を発揮できると考えられる。

(2) 3点曲げの解析結果

4点曲げの解析結果とは違い、3点曲げはせん断を主として見ていくため、解析例として、最大せん断応力分布に関して示すこととする。

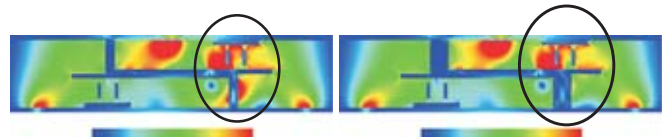


図7 補剛あり 左図：12mm モデル 右図：24mm モデル

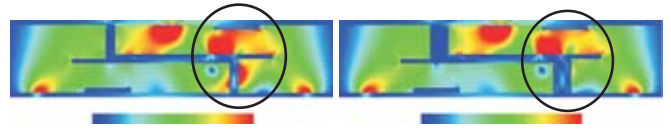


図8 補剛なし 左図：12mm モデル 右図：24mm モデル

図7の12mmモデルを見てみると、4点曲げ同様に下部のエンドプレート部分に応力集中が生じている。さらに、上部の補剛部分にも応力集中が生じている。24mmモデルと比較してみると、4点曲げ同様下部のエンドプレート部分の応力集中は軽減されている。しかし、補剛の部分を見てみると、応力集中はほとんど軽減されていないことがこの図より確認できる。

現時点まで、補剛はせん断に対して有効なものとして設けられており、その効果によって補剛周辺でせん断応力を負担しているものと考えられていた²⁾。

図7、図8を比べると、4点曲げ同様補剛の効果はあまり大きくないことが確認できる。この結果から補剛が接合部周辺の応力伝達性能を向上させる上で大きな効果はないことが確認できる。

5. 今後の課題

今回使用した新しい接合方法のH形鋼では曲げ性能・せん断性能に問題がないものと思われる²⁾。しかし補剛の効果に関するデータが不足しているため、さらに詳しい有限要素法による3次元解析や実験を行っていく必要がある。今後実用化につながるための説得力のある実証データも作っていく必要があるものと考えられる。またエンドプレート部分における新たな見解についての強度試験を平行して行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 坂口知香, 福井卓雄, 石田貴之, 中野眞伸: H形鋼の曲げ材における新しい接合方法の開発, 平成18年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集 I-47, 2006
- 2) 坂口知香, 福井卓雄, 石田貴之, 中野眞伸: H形鋼における新接合方法に関する研究, 平成19年度年次学術講演会講演概要集 I-252 2007
- 3) 坂口知香, 福井卓雄, 中野眞伸: H形鋼における新接合方法の開発, 平成19年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集 I-28 2008
- 4) 上野良樹, 福井卓雄: H形鋼における新接合方法の境界要素法による3次元解析, 平成19年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集 I-29 2008