

H形鋼における新接合方法の境界要素法による三次元解析

福井大学
福井大学大学院 正 会 員
(株)ワダスチール

○ 上野 良樹
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用されている構造材であり、他の形鋼に比べ、断面効率や剛性に優れているという特徴がある。主に曲げ材として使用されるH形鋼材について、既に従来とは異なる接合方法が、著者らによって提案され、有限要素法を用いて二次元解析が行われ、有効性が検証されてきた。[1] またその結果から、従来のH形鋼と同程度の強度を保つことができ、曲げ性能、せん断性能においても問題はないものとされている。しかし、二次元での解析ではねじれ等、解析できない要素があり、さらに詳しく検証する必要があるため、本研究では、その新接合方法を三次元解析し、それらの挙動について検証することを目的とする。ここで、解析を行うための手法として、境界要素法を用いて解析を行うものとする。また、従来の接合方法についても解析を行い、それらを比較することによって新接合方法の有効性を検証する。

2 研究の背景

これまでに、有限要素法を用いて新接合方法の二次元解析が行われてきた。以下にその検証結果を当初予想されていなかった結果も含めいくつか挙げる。

1. 図-1に示す赤線部にある下部エンドプレート周辺に、右図の解析結果に示す通り、下部エンドプレートに力が集中し、負担が大きいことが確認された。
2. 図-1に示す青線部の補強は、当初せん断力に対するものとして設けられていた。しかし解析の結果、せん断力に対しての効果より、モーメント力に対して有効であることが確認された。
3. 3点曲げの解析結果から、左上がりに回転（変形）が生じることが確認された。

1の点については、上からの荷重に対し下部に引張力がかかる際に、構造的に周りの部材に力が流れていきにくく、下部エンドプレートを締結しているボルトが引張力を多く負担しているためと考えられる。これに対する解決策として、下部のエンドプレートの厚みを太くすることによって周りの部材に力が流れやすくなり、ボルトにかかる力も減少させることができるため、結果的に下部エンドプレートにかかる力を和らげることができた。

2の点については、この鋼材が様々な用途に使用され、荷重のかかり方が変わった場合にも有効であると考えられるため、結果的にも補強は必要であると再確認されている。

3の点については、左右の鋼材のボルトのきき方と剛性の違いによって回転していると考えられる。しかし、これまでの解析結果では微小な量なため、問題はないと考えられている。

これらの件については、さらに詳しく検証する必要があると考えられるため、境界要素法を用いて三次元解析を行っていくものとする。

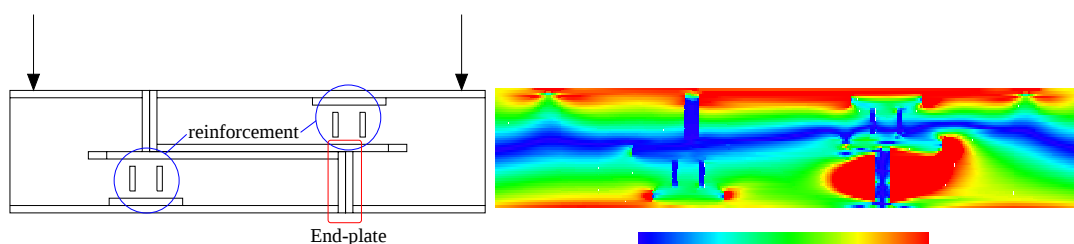


図-1 左：新接合方法のモデル 右：四点曲げ二次元解析結果

3 解析手法

最近 30 年間で構造物の数値解析に用いられた手法として、主に有限要素法がある。有限要素法は Ritz-Galerkin 法の一種で、構造物を小さな要素の連続体と近似し、工学問題を解く一つの手段である。その特徴として以下のことが挙げられる。

1. 要素分割を物体が占めているすべての領域について行うため、有限要素のメッシュ生成とそのチェックが難しく、物体形状が複雑な場合、要素分割が困難である。
2. 離散化モデルを修正することは難しく、多大な時間と労力を必要とする。

境界要素法は、グリーンの定理を用いて、解くべき対象である偏微分方程式を、境界上の積分方程式の問題に置き換えて解く手法である。その特徴として以下のことが挙げられる。

1. 要素分割は物体の境界のみで行われ、その後代数的な手法で近似解を求める。この時、解くべき問題の未知数の次数が一つ減る。
2. 未知数の次数が一つ減るため、離散化モデルの修正が比較的簡単になる。

上記に示す特徴から、三次元解析するにあたり有限要素法を用いて要素分割する際、本研究で扱う新接合方法の構造が複雑でモデル化が容易ではないため、境界要素法を用いて解析を行うものとした。

4 解析概要

解析を行うにあたり、以下のモデル図の通り二つの接合方法の H 形鋼を使用する。ここで従来の接合方法において、接合部ではなく一帯となっている H 形鋼を使用し、新接合方法の接合部における結果と比較、検証する。

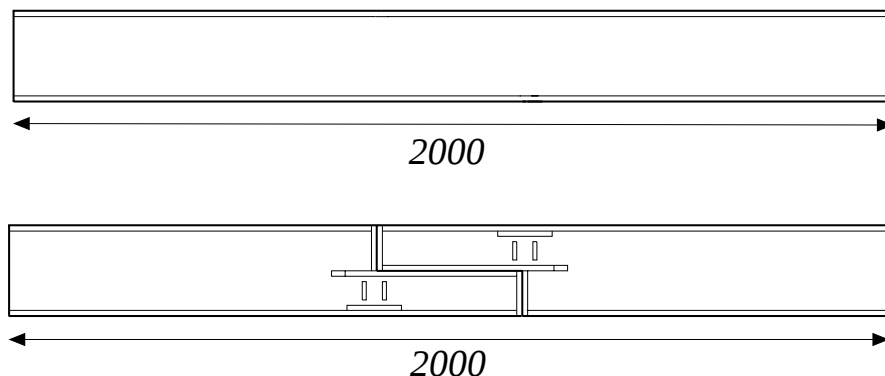


図-2 モデル図 上:従来の接合方法、下:新接合方法 (H-200 × 200 × 8 × 12 × 12)

5 解析結果

現在解析を進めており、結果はまだ出ていない。よって結果については当日発表するものとする。

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, 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, 年次学術講演会講演概要集, I-252, 2007
- [3] 著: J.T. カチカデーリス, 訳: 田中正隆, 荒井雄理: 境界要素法 - 基本と応用 -, 朝倉書店, 2004