

山形鋼筋かい端接合部に対する乾式補強法
その6 背面付加材による乾式補強の実験計画

正会員 ○須崎 由也*1 同 平田 博宗*1
同 真辺 高勢*1 同 薩川 恵一*2
同 鈴木 壮*3 同 吉敷 祥一*4

山形鋼 高力ボルト摩擦接合 筋かい
保有耐力接合 突出脚

1. はじめに

桁行方向でブレース構造が広く適用される屋内運動場、学校体育館等の低層建物は、災害時に避難所として利用されることが多いことから高い耐震性能が要求される。

そのため、筋かいの耐震性能を発揮するまで接合部を破断させない保有耐力接合を施す必要がある。しかし、新耐震設計法以前の山形鋼筋かいは、有効断面に無効突出脚を算入しており、接合部の耐力が不足しているため、近年の地震被害調査では山形鋼筋かい端接合部における破断被害が多数報告されている¹⁾。

2. 補強概要

山形鋼ブレースの溶接による補強は、文献 2) にて突出脚側へ隅肉溶接により補強材を付けることで耐力が確保できることが示されているが、溶接を行う場合、施工品質の確保が課題であり、また火気の使用による危険性がある。そこで本研究で、高力ボルト接合により、補強材を取り付ける乾式補強方法を検討する。

図 1 に本研究で提案する補強方法について一連の検討を示す。図 1(a)には、山形鋼高力ボルト接合部の突出脚側を高力ボルト接合した並列タイプの補強方法を示し、図 1(b)には、山形鋼高力ボルト接合部の背面に高力ボルト接合により付加した乾式の背面補強タイプの補強方法を示す。文献 3) より、図 1(a)の補強方法は、既存ボルトと連結ボルトの距離を山形鋼の辺の長さの 1.5 倍程度以上とすることで連結ボルト孔側のみで有効断面が決まり、保有耐力接合を満たす知見を得ている。図 1(b)の背面補強タイプ(以下、本補強法)では、山形鋼 L75x6 を対象として載荷実験を行い、補強効果の有効性が示されている⁴⁾。本報では、文献 4) に引き続き、山形鋼サイズを変更し、載荷実験及び数値解析を行い、本補強方法の有効性を検証する。

図 2 に本補強方法の力の伝達機構を示す。本補強法は、山形鋼に作用する引張軸力を既存材の接合部のみで負担せず、補強材にも軸力を伝達することにより、既存接合部の応力負担の減少を図る。

図 3 に背面補強タイプの補強詳細を示す。本補強法は、既存材の既存ボルト前方とガセットプレートに補強材を取り付け、連結ボルトで接続する。また、補強材と既存ボルトが干渉しないようにスペーサーを介して補強材を取り付け 2 面せん断の摩擦接合とする。

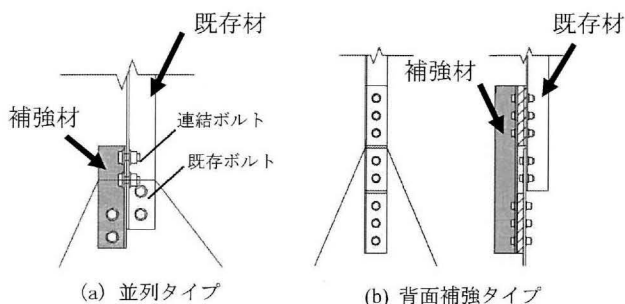


図 1 提案する補強方法

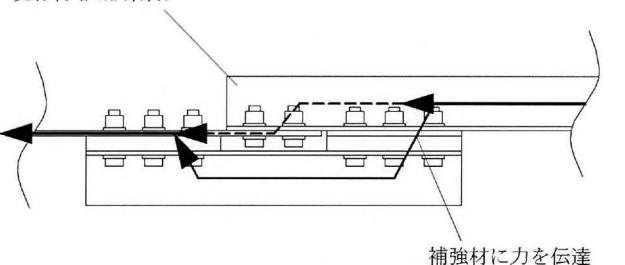


図 2 力の伝達方法

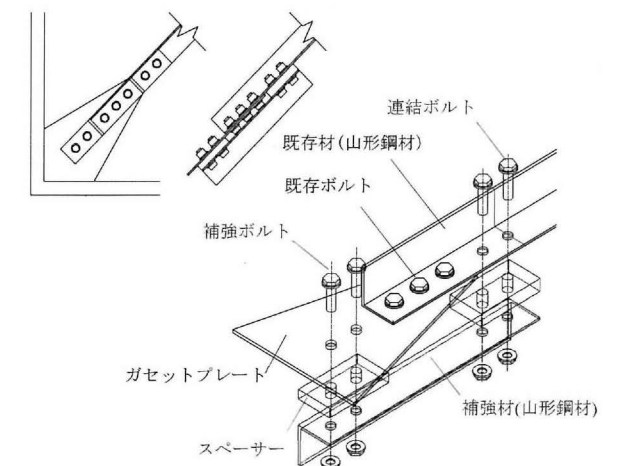


図 3 提案する補強方法の詳細

3. 実験計画

3.1 試験体概要

図 4 に載荷実験を行う試験体接合部詳細を示す。試験体は、既存材の両端にガセットプレートを設け、スペーサー(板厚 25 mm)を介して補強材を高力ボルト摩擦接合によ

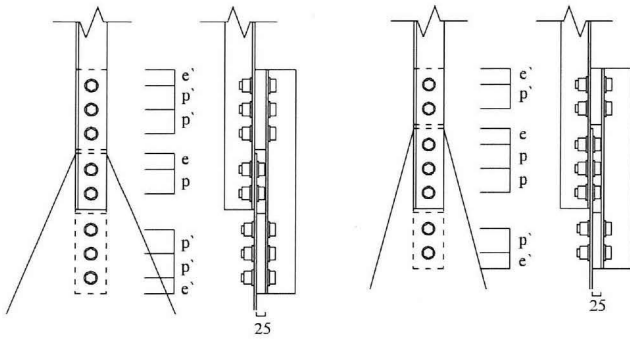


図4 試験体接合部の詳細

り取り付ける。なお、上下接合部同士の間隔は300mmとする。

表1に試験体一覧を示し、表2に載荷実験で使用した山形鋼とガセットプレートの材料試験結果を示す。実験変数は、山形鋼のサイズと連結ボルト本数及びボルト径である。L65×6, L75×6, L90×7の3種の既存材となる山形鋼に対して、既存ボルト2本及び3本の無補強試験体を基本とする。補強試験体は、既存材のボルト本数と連結ボルトの合計が5本となるように接合部を構成する。使用したボルトは全てF10Tとし、ボルト径は山形鋼L65×6, L75×6の試験体ではM16、L90×7の試験体はM20とする。L90×7の試験体のみ、連結ボルト径が1サイズ小さいM16も用意した。また、補強効果の検証のため、既存ボルト本数5本の無補強試験体も用意した。なお、ボルト接合の施工方法はナット回転法とする。摩擦面は黒皮のままとしている。以上より、補強試験体の降伏耐力及び最大耐力に関する効果を検証する。

3.2 載荷計画

図5に試験体のセットアップを示す。試験体は、縦向きに設置し、試験機とは上部治具と下部治具を介してボルト接合する。載荷は、試験体の下部を固定し、上部の軸方向に引張力を加える単調載荷で行い、接合部に発生した亀裂が伸展して急激な耐力低下あるいは破断が確認できるまで行った。荷重は試験機に設置されたロードセルにより計測し、接合部の変位は図5右で示すように変位計により計測を行った。接合部の変位は、ガセットプレートの上下接合部の治具から25mm離れた位置と既存材の上下接合部間での間隔が220mmになる箇所の表裏に計4つ取り付け上下接合部それぞれで二つの変位の平均を算出して上部変位 $\delta(\text{up})$ 及び下部変位 $\delta(\text{low})$ のうち、載荷後に破断したいずれか一方を変位 δ として採用した。

4. まとめ

本報(その6)では、山形鋼筋かいへの背面付加による乾式補強の実験計画について示した。

表1 試験体一覧

| 試験体 | 既存の接合部構成 | | | | 連結の接合部構成 | | | | | |
|--------------|----------|----|-------|-------|----------|-------|----|----|--|--|
| | e | p | 既存材 | 既存ボルト | 補強材 | 連結ボルト | e' | p' | | |
| L65-2-3 | 40 | 60 | L65×6 | 2-M16 | L65×6 | 3-M16 | 40 | 60 | | |
| L65-2-N | | | | | | | | | | |
| L65-3-2 | | | | | | | | | | |
| L65-3-N | | | | | | | | | | |
| L65-5-N | | | | | | | | | | |
| L75-2-3 | 40 | 60 | L75×6 | 2-M16 | L75×6 | 3-M16 | 40 | 60 | | |
| L75-2-N | | | | | | | | | | |
| L75-3-2 | | | | | | | | | | |
| L75-3-N | | | | | | | | | | |
| L90-2-3(M16) | 50 | 70 | L90×7 | 2-M20 | L90×7 | 3-M16 | 40 | 60 | | |
| L90-2-3(M20) | | | | | | 3-M20 | 50 | 70 | | |
| L90-2-N | | | | | | | | | | |
| L90-3-2(M16) | | | | 3-M20 | L90×7 | 2-M16 | 40 | 60 | | |
| L90-3-2(M20) | | | | | | 2-M20 | 50 | 70 | | |
| L90-3-N | | | | | | | | | | |
| L90-5-N | | | | | | 5-M20 | | | | |

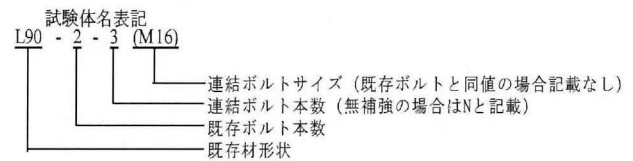


表2 材料試験結果

| 鋼材 | 鋼種 | σ_y [N/mm ²] | σ_u [N/mm ²] | Y.R. [%] | eu [%] | | |
|----------|-------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-----------|------------------|----------|
| L65×6 | SS400 | 330 | 477 | 69 | 37 | t 鋼材板厚 | |
| L75×6 | | 316 | 440 | 72 | 36 | σ_y 降伏応力度 | |
| L90×7 | | 312 | 446 | 70 | 34 | σ_u 引張強さ | |
| ガセットプレート | | t=6 | 276 | 407 | 68 | 40 | Y.R. 降伏比 |
| | | t=9 | 331 | 445 | 74 | 49 | eu 破断伸び |

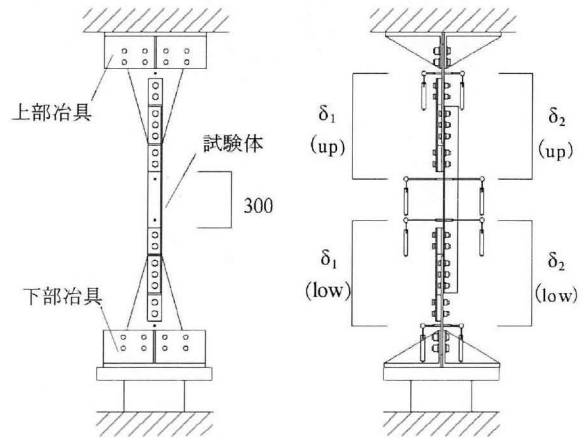


図5 セットアップ

参考文献

- 1) 伊山潤ほか:東北太平洋沖地震等による鉄骨造文教施設鉛直ブレースの震動被害,日本建築学会技術報告集,第19巻,第41号,pp153-158,2013.2
- 2) 吉敷祥一,河野由佳:山形鋼高力ボルト接合部に対する隅肉溶接の付加による乾式補強,日本建築学会構造系論文集,第81巻,第719号,pp111-121,2016.1
- 3) 吉敷祥一,梶間夏美,薩川恵一:山形鋼高力ボルト接合部の突出脚への並列材付加による乾式補強,日本建築学会構造系論文集,第84巻,第755号,pp447-457,2019.3
- 4) 梶間夏美,吉敷祥一,薩川恵一:山形鋼筋かい端接合部の背面付加材による乾式補強 地震工学会シンポジウム論文集,2017.11
- 5) 国土技術政策総合研究所,建築研究所:2015年版,建築物の構造関係技術基準解説書,2015.6

*1 愛知工業大学 元学生

*2 愛知工業大学 教授

*3 愛知工業大学 大学院生

*4 東京工業大学 准教授

*1 Aichi Institute of Technology

*2 Professor, Aichi Institute of Technology Dr.Eng.

*3 Aichi Institute of Technology

*4 Associate Professor, Tokyo Institute of Technology Dr.Eng.