

火災加熱を模擬した加熱冷却過程を受けた鋼桁のせん断耐荷力実験

名古屋大学大学院 正会員 ○北根 安雄
 名古屋大学大学院 学生会員 小野 健太
 大阪大学大学院 正会員 廣畑 幹人
 京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征

1. 目的

近年、橋梁が火災を受ける事例が数多く報告されている。橋梁が火災を受けた場合、交通が遮断され、調査や補修補強、架替え等により長期の交通規制が強いられ、経済的損失は莫大となる。そのため、損傷状況や供用の可否をできるだけ迅速且つ的確に判断し、復旧することが求められるが、今日までに火災を受けた橋梁に対する診断法は確立していない。本研究では実火災入熱を模擬した鋼桁の加熱冷却実験¹⁾を実施し、鋼桁が火災を受けた場合のウェブ変形状の把握を行ったのち、せん断耐荷力実験を実施した。本稿では、耐荷力実験の結果について報告する。

2. 実験方法

実験で使用した桁は、図-1 に示す実橋を参考に作製した鋼 I 桁供試体である。鋼材はウェブ、フランジで SM490A、補剛材で SM400A を使用した。本実験では桁左側が火災による入熱を受けたと想定し、セラミックヒーターにより実火災加熱を模擬した入熱を行い（最大温度：ウェブ 800°C、下フランジ 700°C、上フランジ 500°C）、加熱開始から約 120 分後に、火災時の放水による消火活動を想定して、ホースによる放水により冷却を行った。

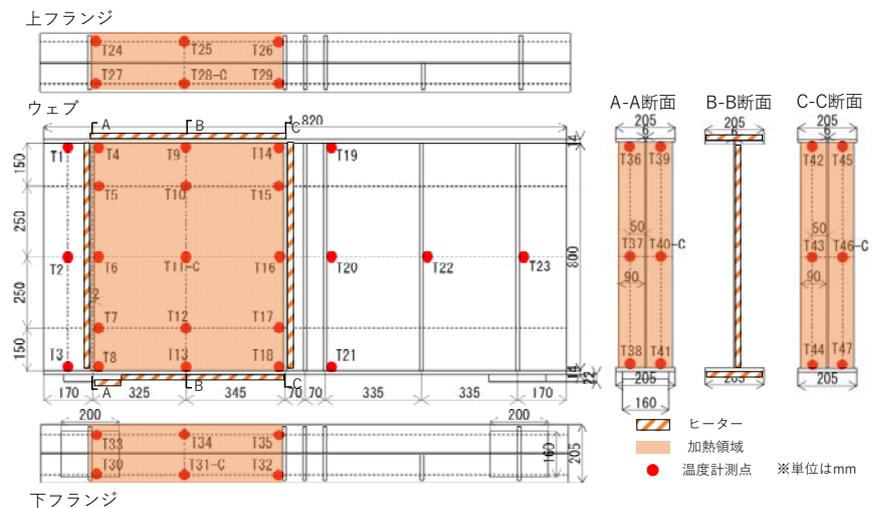


図-1 加熱位置と温度計測位置

その後、図-2 に示すような耐荷力実験を行い、加熱冷却後のせん断耐荷力性状を把握した。また、加熱冷却後により生じたウェブの面外変形を矯正する目的で、アングル材を高力ボルトにより設置し、同様に耐荷力実験を実施した。アングル材による補修方法は、耐荷力実験で引張荷重を受ける場合と圧縮荷重を受ける場合の 2 種類を考慮した。耐荷力実験供試体は 4 体あり、Case1：健全供試体、Case2：加熱冷却供試体（無補修）、Case3：加熱冷却・引張補修供試体、Case4：加熱冷却・圧縮補修供試体である。

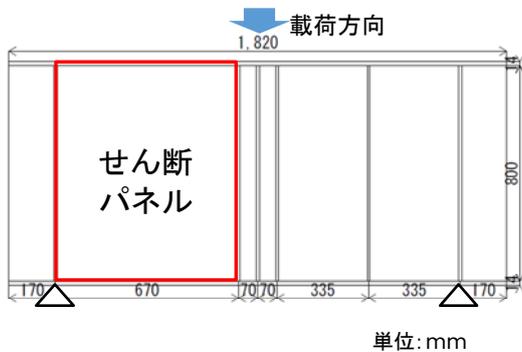


図-2 せん断耐荷力実験概要

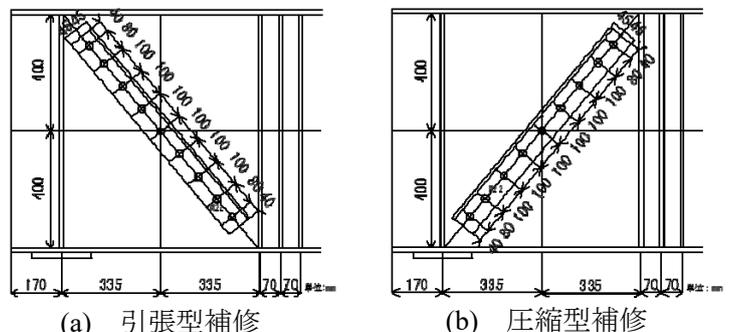


図-3 面外変形の矯正方法

キーワード 火災、鋼桁、せん断耐荷力、ウェブ面外変形、補修
 連絡先 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-2736

3. 加熱冷却実験後のウェブ面外変形

全ての供試体の上部に凹部，下部に凸部を持つ一波の面外変形となった。各供試体の最大変形量は Case2 が 17mm，Case3 が 14mm，Case4 が 20mm となっており，新設許容値であるウェブ高/250 の 3.2mm を大幅に超えていた。図-4 に Case4 で測定された面外変形を，加熱冷却終了後とアングル材の設置後について示す。図からわかるように，アングル材の設置箇所では，面外変形が矯正できているが，その他の部分では，依然，最大約 10mm の面外変形が残留していることがわかった。これは，Case3 の供試体でも同様であった。

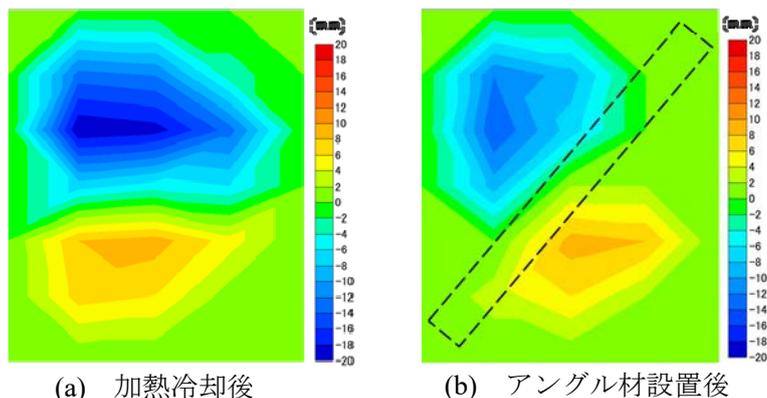


図-4 ウェブの面外変形量 (Case4)

4. 耐力実験結果

図-5 に実験で得られた各供試体の載荷荷重と載荷点直下の下フランジ中央での鉛直変位関係を，また表-1 に各供試体の最大荷重および初期剛性の比較を示す。Case2 の結果から，加熱冷却の影響により供試体の耐力は健全供試体 (Case1) と比較して 10% 程度低下し，ウェブ面外変形の影響により初期剛性が 34% 程度低下することがわかった。また，崩壊モードとしては，健全供試体ではせん断座屈方向に半波の変形が見られるのに対し，加熱供試体では一波の変形となっており，加熱冷却により生じたウェブ残留変形の影響で座屈モードが変化していることが確認された。一方，補修供試体については引張型補修の Case3 が健全供試体 (Case1) の耐力とほぼ同程度であったが，圧縮型補修の Case4 では健全供試体の耐力を大きく上回る結果となった。Case3 の場合は，加熱供試体と類似の崩壊モードを示しており，健全まで耐力が回復したとはいえ，アングル材は補強部材としては機能していない。それに対して，Case4 では，アングル材が圧縮荷重を伝達するストラットとして働き補強効果が非常に大きかったため，補強したパネルではなく，もう片側のパネルで斜張力場が形成し崩壊していた。

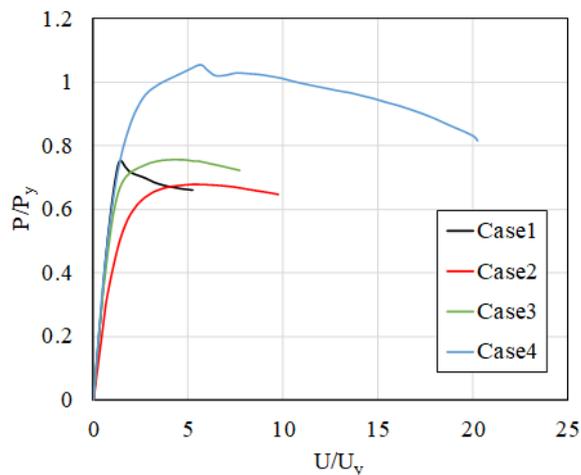


図-5 荷重-変位関係

表-1 各供試体の最大荷重および初期剛性

供試体	P_{\max}/P_y	耐力比	初期剛性	初期剛性比
Case1	0.752	1.00	0.696	1.00
Case2	0.678	0.90	0.459	0.66
Case3	0.756	1.00	0.709	1.02
Case4	1.053	1.40	0.736	1.06

全供試体 (Case1) の耐力とほぼ同程度であったが，圧縮型補修の Case4 では健全供試体の耐力を大きく上回る結果となった。Case3 の場合は，加熱供試体と類似の崩壊モードを示しており，健全まで耐力が回復したとはいえ，アングル材は補強部材としては機能していない。それに対して，Case4 では，アングル材が圧縮荷重を伝達するストラットとして働き補強効果が非常に大きかったため，補強したパネルではなく，もう片側のパネルで斜張力場が形成し崩壊していた。

5. まとめ

以下に，本研究で得られた知見をまとめる。

- 1) アングル材による矯正では，補強材設置箇所での変形は新設許容値程度にとどまり，変形の矯正を行うことができたが，設置箇所以外では依然として大きな変形が残存した。
- 2) 加熱冷却の影響により，鋼桁供試体の耐力は 10% 程度低下し，初期剛性は 34% 程度大きく低下した。しかし，補強材による補修を行うことにより，耐力は引張型補修で健全程度，圧縮型補修で健全に対して +40% 以上となり，剛性はいずれも健全程度まで回復した。

参考文献

- 1) 小野，北根，廣畑 (2019)：実火災入熱を模擬した鋼桁端部の加熱冷却実験，平成 30 年度土木学会中部支部研究発表会概要集，愛知工業大学，土木学会中部支部。