

地震による局部座屈損傷部を加熱矯正した鋼製橋脚の健全度診断

大阪大学 接合科学研究所 正会員 金 裕哲

大阪大学大学院 工学研究科 学生員 廣畑 幹人

〃 〃 〃 〃 〇森本 拓世

大阪大学大学院 工学研究科 正会員 小野 潔

片山ストラテック(株) 上野 康雄

1. はじめに

地震や事故、火災等で局部座屈した鋼構造物に対し、現場で作業が可能、かつ補修のための新材が不要である加熱矯正による補修に着目し、一連の研究を行ってきている¹⁾²⁾。

本報では、正負交番载荷による局部座屈を加熱矯正した鋼製橋脚の健全度を診断した。知見を報告する。

2. 健全状態における正負交番载荷実験

鋼製橋脚を模擬した供試体(図 1)に対し、正負交番载荷実験を行った。供試体諸元を表 1 に示す。公称降伏軸力の 15%の軸力(800 kN)負荷下において、公称降伏水平変位 δ_{Y0} を基本として繰返し荷重を漸増载荷した(図 2)。実験は 2 体行っており、供試体 A は 3 サイクル目に最大荷重に到達、4 サイクル目に荷重の低下を確認、载荷を終了した。供試体 B は 4 サイクル目に最大荷重に到達、その後荷重の低下を確認、载荷を終了した。着目部分(図 1)の座屈モードは、上下面が供試体内側にへこみ、側面が外側に膨らむ形であった。面外変形絶対値の最大は約 18mm であった。

3. 加熱矯正

交番载荷により局部座屈した部分を、現場矯正を意識し、供試体を解体することなく加熱矯正した。

供試体 A はバーナーを用い A_1 変態点以下に加熱(550-650℃)、ジャッキにより面外変形を矯正した(図 3(a)参照)。供試体 B は、供試体 A の矯正と同様であるが、矯正時に水を用いた(図 3(b)参照)。空冷・水冷に関わらず、割れを生じることなく矯正できた。ところで、変形を完全に矯正しようとする、溶接部に割れが生じる恐れがあり、やむを得ずある程度の不整を残したままにした(以後、残存不整と呼ぶ)。両供試体とも、面外方向残存不整の絶対値の最大値は 7mm 程度であった。なお、供試体 A の残存不整は座屈モード

表 1 供試体諸元

材料	SM490
公称降伏応力 σ_Y (MPa)	325
ヤング率 E (GPa)	200
基部から载荷点までの距離 h (mm)	2650
断面積 A (mm ²)	16728
断面 2 次モーメント I (mm ⁴)	1.04×10^9
断面係数 Z (mm ³)	3.33×10^6
細長比パラメータ $\bar{\lambda}$	0.26
幅厚比パラメータ : 補剛板 R_F	0.70
: 補剛材間 R_R	0.70
: 補剛材 R_S	0.40

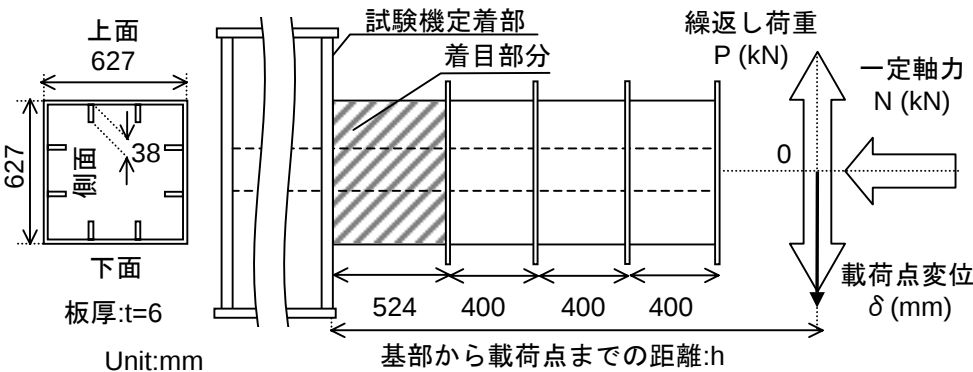


図 1 供試体

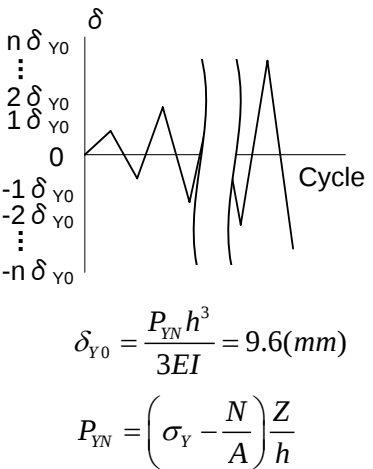


図 2 载荷パターン

キーワード 加熱矯正, 補修補強, 座屈, 鋼製橋脚, 残存不整
連絡先 〒567-0047 茨木市美穂ヶ丘 11-1 大阪大学接合科学研究所 TEL06-6879-8647



(a) 加熱および外力負荷

(b) 水冷の様子

図3 加熱矯正

と同傾向(上下面はへこみ、側面は膨らむ)とした。供試体 B の残存不整であるが、側面は座屈モードと同傾向、上下面は座屈モードと逆方向、すなわちやや過度に矯正した。

4. 加熱矯正後における正負交番载荷実験

加熱矯正後における供試体を、再び正負交番载荷実験に供した。加熱矯正時の空冷、水冷に関わらず、载荷中、供試体に割れは生じなかった。

荷重－変位関係を図4に示す。

点線は健全状態、実線は加熱矯正後における挙動である。両供試体とも、健全状態と同サイクルに最大荷重に到達した。

供試体 A の最大荷重は健全状態に比べ22%低下したものの、健全状態における除荷時の荷重に等しい。供試体 B の最大荷重は健全状態と同程度であった。

最大荷重時変位は、両供試体ともに健全状態とほぼ同じであった。これは、空冷、水冷によらず加熱矯正による鋼材の機械的性質に変化がなかったことを意味する。

加熱矯正後の最大荷重には残存不整が大きく影響を及ぼす²⁾。供試体 A の残存不整の絶対値は初期たわみの許容値 1.4mm の5倍程度大きく、その傾向は座屈モードと同様であった。このため、強度が大きく低下したものと考えられる。一方、供試体 B の残存不整の絶対値は供試体 A と同程度、側面の不整は座屈モードと同傾向としたが、上下面の不整は座屈モードと逆になるように過度に矯正した。これに起因し、供試体 B の最大荷重は低下しなかったと考えられる。

5. まとめ

局部座屈損傷部を加熱矯正した鋼製橋脚の健全度を診断するため、一連の実験を行った。実験の範囲内ではあるが、以下の知見を得た。

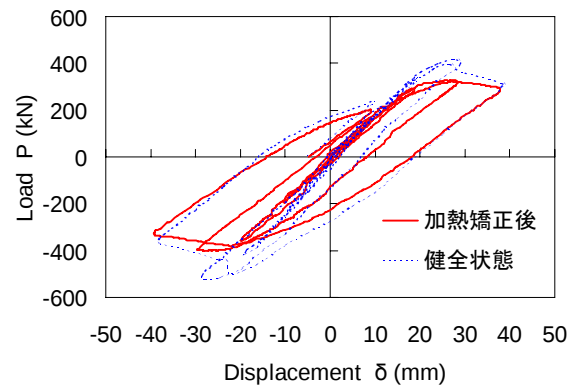
- (1)正負交番载荷により局部座屈した部分を A_1 変態点以下に加熱し、矯正した。空冷・水冷に関わらず、加熱により鋼材の機械的性質が劣化することはなかった。
- (2)加熱矯正後の交番载荷において、溶接部に割れなど生じることなく最大荷重に到達した。残存不整が座屈モードと同傾向であり、かつ絶対値が許容値の5倍程度大きい場合、最大荷重は健全状態に比べ約2割低下した。ただし、これは健全状態载荷における除荷時の荷重と同程度であった。
- (3)局部座屈変形を加熱矯正する場合、残存不整を初期たわみ許容値以下に矯正することが理想であるが、それが困難な場合、座屈モードとは逆モードとなるようにやや過度に矯正することを提案する。これにより、健全状態と同程度の力学性能が担保できる可能性を実験結果は示唆している。

謝辞

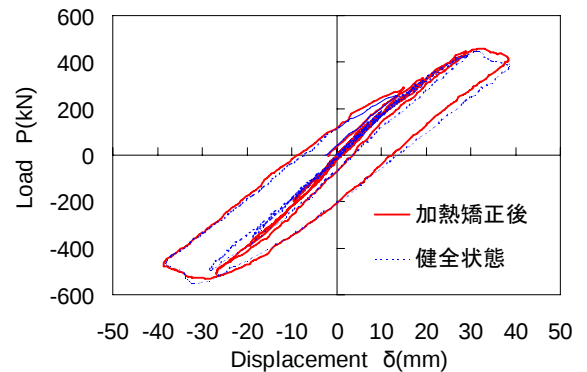
本研究は平成 16-17 年度科学研究費補助金(基盤研究(B))によって行われたことを付記し、謝意を表す。

参考文献

- 1)金 裕哲ら:加熱矯正が十字柱突出板の座屈および終局強度に及ぼす影響, 鋼構造論文集 11-44, 2004.
- 2)金 裕哲ら:加熱矯正された十字柱突出板の圧縮挙動, 鋼構造論文集 13-49, 2006.



(a) 供試体 A



(b) 供試体 B

図4 荷重－変位関係