

局部座屈損傷を加熱矯正した箱型断面柱の圧縮挙動

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○廣畑 幹人
三井造船（株） 正会員 河津 英幸
大阪大学接合科学研究所 正会員 金 裕哲

1. はじめに

地震、火災および車両事故等により局部座屈した鋼橋各部材損傷部の早期復旧を目的に、現場で施工が可能かつ、新部材の追加を必要としない加熱矯正による補修¹⁾に着目し、一連の研究を行ってきた^{2), 3)}。

本報では、箱型断面柱の局部座屈損傷部を加熱矯正し、圧縮試験を行った。得られた知見を報告する。

2. 実験

2. 1 健全状態における圧縮試験

供試体は図1に示す箱型断面柱(断面 400×400 , 板厚 6, 高さ 700(mm))である。材料は SM490YB であり、供試体上下部には支圧板を取り付けている。パネルの面外方向初期たわみは 2mm 以下であることを確認している。まず、静的に圧縮荷重を負荷し、供試体を局部座屈させた。座屈モードを図2(a)に示す。供試体は正弦1波の座屈モードを呈し、正弦波頂点位置におけるパネル面外変位は最大 10-15mm であった。

2. 2 加熱矯正

圧縮試験により局部座屈させた供試体の座屈部を加熱矯正した。加熱矯正の概要を図3に示す。局部座屈箇所をバーナーにより鋼材の A_1 変態点以下 ($500-600^\circ\text{C}$) に加熱し、プレスにより変形を矯正した。なお、現場を意識し、プレス時の反力受けとして「コの字型」のジグを供試体中空部に設置し、矯正した。

この方法により、溶接部に割れなど生じることなく、面外方向の変形(これを残存不整と称す)を 2-4mm 程度まで矯正できた。

2. 3 加熱矯正後における再圧縮試験

座屈損傷部を加熱矯正した供試体に対し、再度圧縮試験を行った。加熱矯正後の再圧縮における座屈モードを図2(b)に示す。座屈モード(パネルのはらみ出し箇所と方向)は健全状態と同様であった。また、荷重-軸方向変位関係を図4(a)に、荷重-面外変位関係を図4(b)に示す。面外変位は、各パネルで変位が最大となる正弦波頂点の位置で計測した。また、同点にはひずみゲージを貼付し、軸方向ひずみを計測した。各計測点の面外変位挙動は4面ともに同じ傾向であったため、各計測点における変位の絶対値を平均し、面外変位とした。

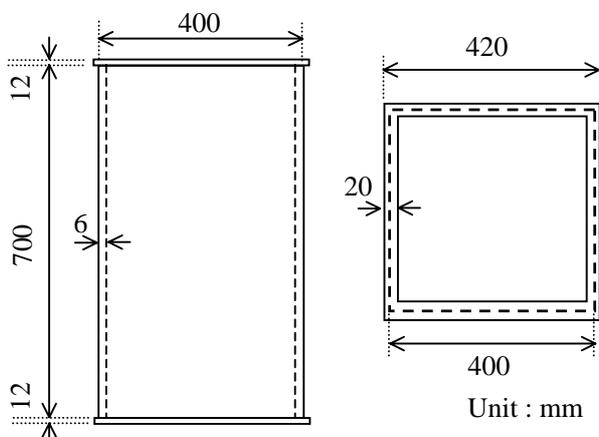
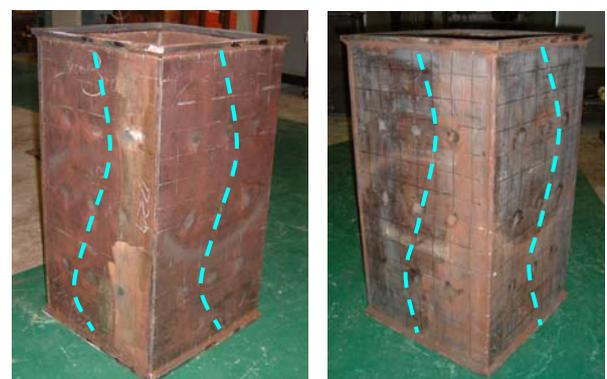


図1 箱型断面柱供試体



(a)健全状態に対する圧縮試験後 (b)加熱矯正後における圧縮試験後

図2 座屈モード

キーワード 加熱矯正, 補修補強, 座屈, 終局強度, 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 TEL 06-6879-8647

3. 結果と考察

図4に示すように、加熱矯正後における供試体に着目すると、接線剛性は健全状態に比べやや低下、同じ荷重に対しパネルの面外変位は大きい結果となった。しかし、終局強度は健全状態と同程度であった。

加熱矯正後における再圧縮試験では、残存不整は初期たわみに相当する。残存不整は2-4mm程度であり、健全状態における初期たわみ(2mm以下)に比べやや大きい。これに起因し、加熱矯正後における供試体の接線剛性は健全状態に比べやや低下し(図4(a))、パネルの面外変位が大きくなった(図4(b))と考えられる。

ところで、等方十字断面柱に対して行った実験結果によれば、加熱矯正後は健全状態と異なる座屈モードとなった。座屈モードが変化した理由は、座屈変形個所が加工硬化し、局部的に降伏応力が上昇したことと、残存不整の両者が原因であった^{2), 3)}。

これに対し、箱型供試体の場合、座屈モードは変化しなかった。これは、健全状態圧縮試験でパネルに生じたひずみは1%未満と小さく、ほとんど加工硬化しなかったためと考えられる。

4. まとめ

座屈損傷部を加熱矯正した箱型断面柱の圧縮挙動を明らかにするため、実験を行った。結果によれば；

- (1) 圧縮試験で生じた10-15mmの面外座屈変形を、溶接部に割れなど生じることなく加熱矯正できた。ただし、面外方向に2-4mm程度の不整が残った。
- (2) 座屈損傷に伴う面外変形が小さいと、矯正後においても健全状態と同様の座屈モードを呈する。
- (3) 加熱矯正後における供試体は健全状態に比べ、柱の接線剛性が低下し、パネルの面外変位が増大した。これは、残存不整によるものであり、これを初期たわみ程度に抑え、接線剛性の低下やパネルの面外変位は抑制できると考えられる。
- (4) 加熱矯正後における供試体の終局強度は健全状態と同程度であり、局部座屈損傷した鋼部材に対し、加熱矯正は補修手段として有効であることが明らかになった。

謝辞

本研究は、日本鉄鋼連盟2005年度鋼構造研究・教育助成事業および科学研究費補助金(基盤研究(B))によって行われたことを記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) (財)阪神高速道路管理技術センター：大震災を乗り越えて―震災復旧工事誌―，阪神高速道路公団，1997
- 2) 金 裕哲，廣畑幹人，河津英幸：加熱矯正が鋼構造部材の座屈および終局強度に及ぼす影響，土木学会第58回年次学術講演会講演概要集，2002
- 3) 金 裕哲，廣畑幹人，河津英幸：加熱矯正が鋼構造部材の力学挙動に及ぼす影響，土木学会第59回年次学術講演会講演概要集，2003

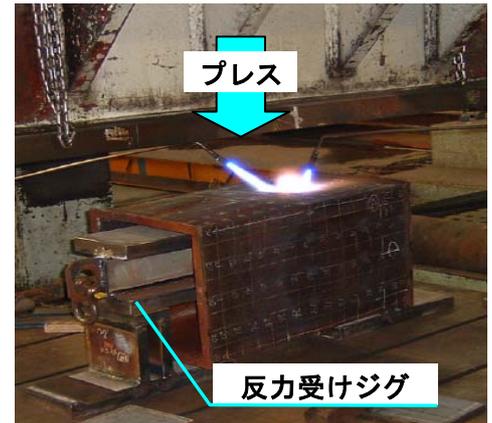


図3 加熱矯正概要

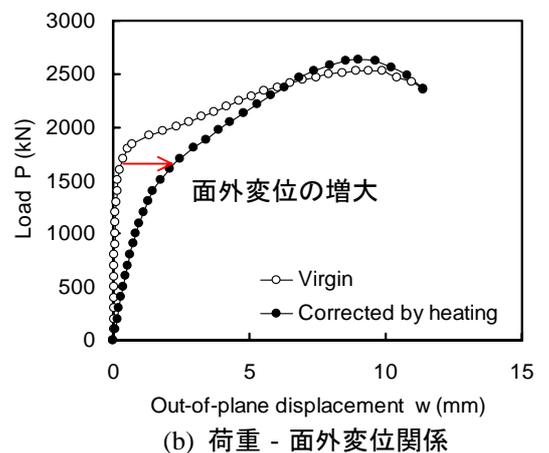
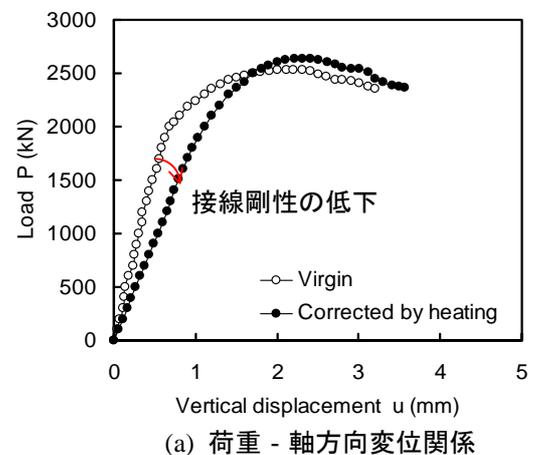


図4 実験結果