

H形断面鋼短柱の高温時の圧縮実験

正会員 ○岡部 猛*1
同 安部武雄*2

H形鋼短柱、高温圧縮実験、局部座屈挙動、溶接組立

1. はじめに

溶接組立H形鋼柱材の一定高温時の中心圧縮試験結果[1]と鋼素材の引張試験結果を関連付ける上で有用なH形鋼短柱の圧縮試験(stub-column test)を行った。試験体の断面寸法、鋼材料は文献[1]と同じものである。

2. 試験体及び実験方法

図1に実験装置の全景と電気炉内部の状況を示す。反力を受けるための鋼製フレーム中に油圧ジャッキ、ロードセル、圧縮用棒材、柱試験体、球座を組み込み、柱試験体の周囲を円筒型の電気炉(内法30cm、高さ100cm)で覆ったものである。球座には数本の短いボルトナットを組み込み、荷重の偏芯を調整でき、かつ荷重時は球座の回転を止めることができる構造となっている。実験は平押し条件で行った。

柱試験体に加わる軸力Pはロードセルで測定し、柱試験体の軸方向の伸縮Uは柱試験体の上下端にステンレス棒を取付けて炉外に取出し差動変位計で測定した。

実験温度は常温、400, 500, 600, 700°Cの5種類とし、500, 600, 700°Cの場合は、高温クリープ現象が顕著となり荷重速度の影響が大きいため、実験中1~2秒間隔で試験体の軸方向伸縮Uをモニターし、平均軸ひずみ速度が0.3~0.6%/分の一定になるように速度制御を行った。

表1にH形断面鋼短柱試験体の寸法を、表2に柱試験体鋼材の常温時の機械的性質を示す。柱試験体はH形断面材であり、材長は材幅の3倍とした。局部座屈の影響を見るため、幅厚比を $b/t=6.7$ と10の2種類を設定した。柱試験体は溶接組立により作製されており、溶接組立による初期たわみ、残留応力の影響は大きい[1]。

図2に一定温度下で行った引張試験による試験体鋼材(6mm厚)の応力・ひずみ関係を示す。500°C以上の引張試験においては、ひずみ速度の影響を見るために、ひずみ値2%を境にしてひずみ速度を毎分0.1%から0.5%に変化させるもの(実線)と毎分1.0%から2%に変化させるもの(破線)の二種類を行った。500°C以上の高温時はひずみ速度により応力の応答もかなり異なる。

3. 実験結果および考察

図3に高温実験荷重時の柱試験体の材長方向の温度分布を示す。鋼板材中心部に達する小穴を開け、直径1.6mmのシース型の熱電対を挿入し板厚中心温度を測定した。実験治具の熱容量等の影響により、柱試験体の端部は中央部よ

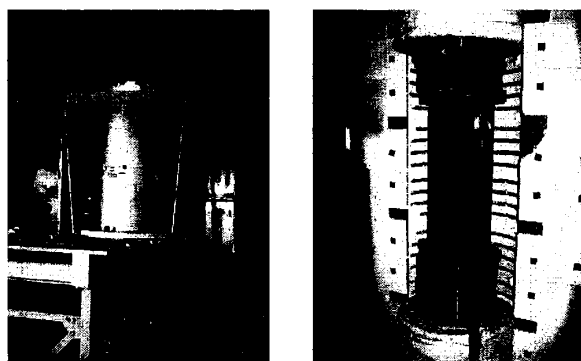


図1 高温圧縮試験装置

表-1 試験体寸法

試験体断面 (mm)	材長 (mm)	幅厚比 b/t
H-120x120x6x6	360	10
H-120x120x6x9	360	6.7

表-2 鋼材の機械的性質

鋼種	板厚 (mm)	$\sigma_{y,RT}$ (MPa)	$\sigma_{u,RT}$ (MPa)
JIS G3136			
SN490B	6	410	557
SN490B	9	380	556

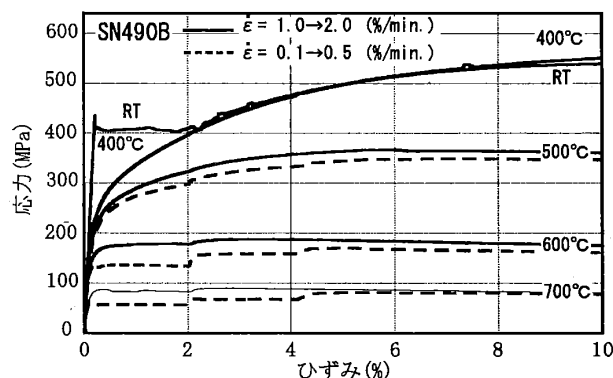


図2 応力ひずみ関係(6mm厚)

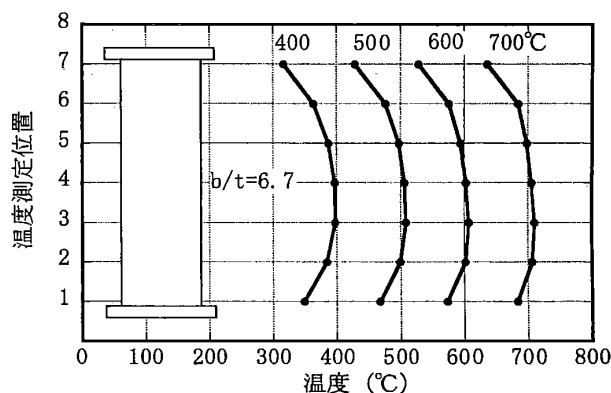


図3 実験時の温度分布 (b/t=10)

Compression Tests of Steel H-Section Stub-Columns at High Temperature

OKABE Takeshi et al.

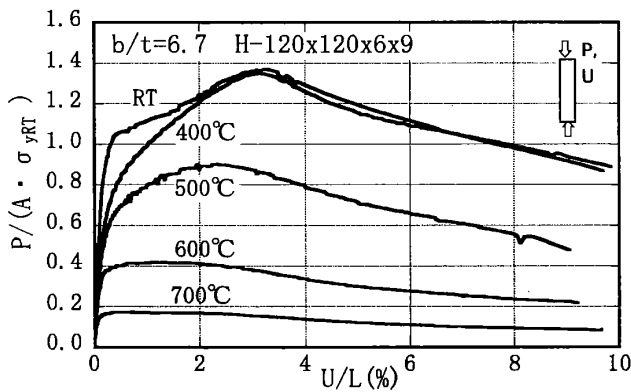


図4 軸荷重P-軸伸縮U関係

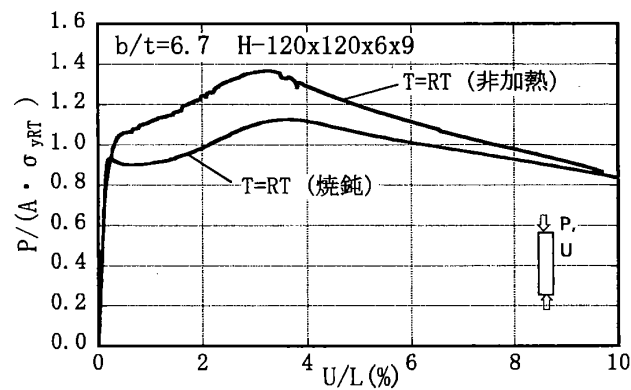
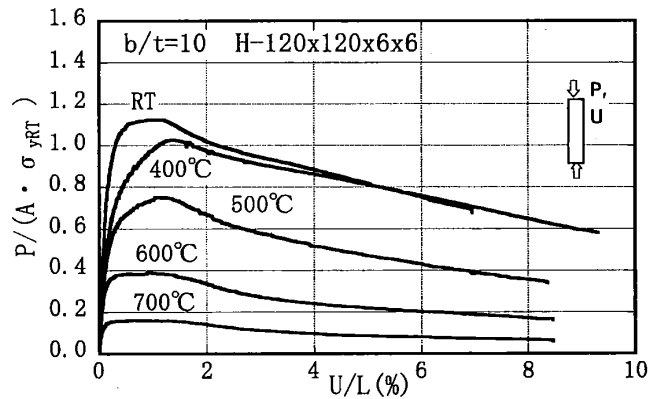


図7 高温時の変形速度の影響 (b/t=6.7)

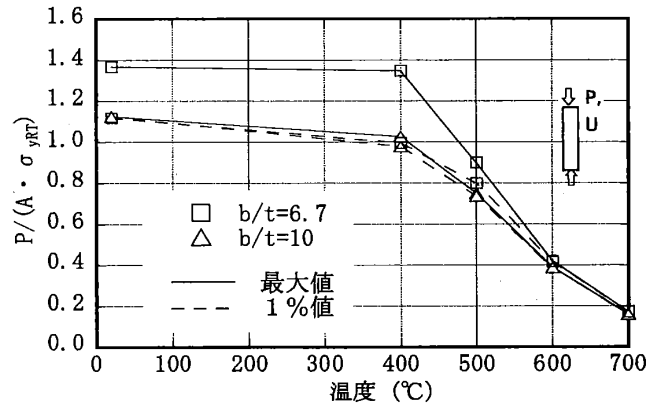


図5 最大荷重と1%耐力

り50~90°C程低い温度となっている。また、最大温度となる部分は柱試験体の中央部(測定点4)よりも下側(測定点3)に片寄る傾向がある。

図4に、実験で得られた軸荷重P-軸伸縮U関係を、図5に最大荷重 P_{max} や1%ひずみ時の荷重 $P_{1\%}$ と温度Tの関係を、図6の実験後の試験体の様子を示す。

これらの図より、温度により最大荷重が低下する様子や、幅厚比の違いによる荷重・変形関係の差異の様子が分かる。なお、b/t=6.7試験体は軸ひずみ3%程度で、b/t=10試験体は軸ひずみ1%程度で荷重低下が始まっていることが分かる。従って、b/t=6.7試験体の常温と400°Cでの最大荷重 P_{max} は、ひずみ硬化の影響により、b/t=10試験体のそれよりも高くなっているが、b/t=10試験体の最大荷重 P_{max} と全ての1%ひずみ時の荷重 $P_{1\%}$ に殆ど差はない。

最後に、700°Cで2時間加熱し徐冷却(焼鈍)したb/t=6.7の試験体と、同じb/t=6.7の非加熱の試験体の常温時の軸荷重P-軸伸縮U関係を図7に比較して示した。焼鈍により溶接組立の影響が小さくなると考えると、溶接組立の影響により明瞭な降伏点がなくなり曲線型の荷重・変形関係となり、かつ強度が上昇する傾向があることが分かる。

4. むすび



図6 実験後の試験体の状況 (b/t=6.7)

H形鋼短柱の高温時の圧縮試験を行い、H形断面材の軸荷重・軸変形関係に及ぼす局部座屈の影響を調べた。また、鋼素材の情報だけでは得られない溶接組立の影響を考察した。

5. 謝辞

本研究は、平成18年度科研費・基盤研究(A)(1)「火災加熱を受ける鋼骨組のシステムとしての構造安定性と火災時リダンダンシー」(研究代表者:鈴木弘之・筑波大学教授)の一環として行いました。また、社団法人日本鉄鋼連盟より試験体用の鋼材の支給を受けました。ここに記して関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 岡部猛, 他2名: H形断面鋼柱材の高温時の中心圧縮挙動実験、日本建築学会学術講演梗概、2006年9月

*1 熊本大学大学院自然科学研究科 准教授・工博

*2 東京工業大学建築物理研究センター 准教授・工博

*1 Assoc. Prof., Graduate School of Science and Technology, Kumamoto Univ.

*2 Assoc. Prof., Structural Engineering Research Center, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.