

## 火災を受けた鋼材の機械的性質

J R 西日本 正会員 ○正司 誠 中山 太士 吉田 雅彦

(株)レールテック 正会員 松本健太郎

大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

### 1. はじめに

鋼鉄道橋が火災を受けた場合、受熱温度の違いにより、鋼材の機械的性質が変化するため注意が必要である。平成 19 年 2 月の大阪環状線淀川橋梁の火災では、火災発生から約 130 分という比較的短時間で運転再開させている。この時の運転再開時には、被災した鋼鉄道橋の受熱温度が 400℃程度であったため、鋼材の機械的性質の変化が少ないと推定したことも判断材料のひとつになった<sup>1)</sup>。しかし、受熱温度が高い場合には、鋼材の機械的性質が受熱温度により、どのように変化するかを把握しておくことが非常に重要になる。そこで、本稿では、実際の火災状況に近い状態を再現することができるガスバーナー法を用いて、受熱温度の違いによる鋼材の機械的性質の変化について検討したので報告する。

### 2. 試験体の製作

#### 2. 1 実験概要

鉄道橋として供用後、撤去された橋梁の主桁ウェブ (S39A) から 110 mm×220 mmの試験片を製作し、試験片が設置できるように耐火レンガを用いて加熱炉を組み立てた (図 - 1)。炉内のガスバーナー 2 本を熱源として、試験片を燃焼し、燃焼後に、図 - 2 に示す引張試験片に加工した。

#### 2. 2 試験片

試験片は、受熱温度が 200℃、300℃、350℃、400℃、450℃、500℃、550℃、600℃、650℃、700℃、750℃、800℃の計 12 種類とした。

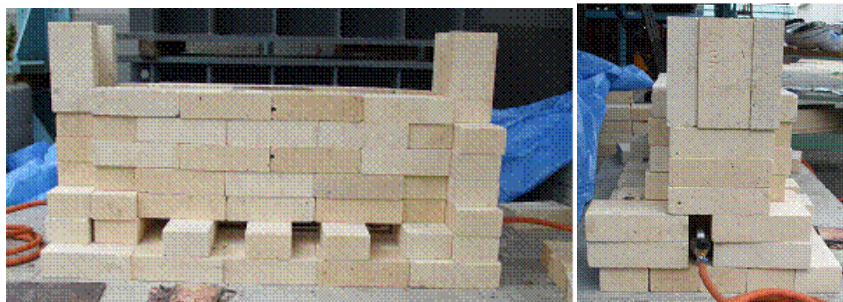
#### 2. 3 温度管理

炉内温度の計測は、試験体の燃焼面からレンガ半分の位置で行った。試験体の温度は、熱電対を取り付ける部分の塗膜を削り、スポット溶接で熱電対を取り付けた。温度は炉内、燃焼面、燃焼裏面の 3 箇所を測り、加熱開始から 10 秒毎に計測した。炉内及び試験片に設置した熱電対により温度管理した。ISO が推奨している温度曲線にそって試験片を加熱し、炉内温度目標値 (目標鋼材温度+200℃) に保持したまま、試験片の温度が目標値に達するまで加熱した。試験片の温度が目標値に達した時点で、試験片を炉から取り出し、火災時の消火活動による影響を再現するため、水槽内の水に浸漬し急冷した。

### 3. 実験結果

#### 3. 1 降伏点および引張強度

図-3 に本引張試験結果の鋼材温度と降伏点および引張強さの関係を示す。ここに、横軸に鋼材温度、縦軸に



(a)加熱炉 (正面)

(b)加熱炉 (側面)

図 - 1 加熱炉

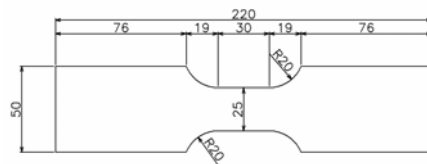


図 - 2 試験片

応力を示している。

一般的に鋼材温度が 720℃から始まる変態点を超えると材質に変化が生じ、降伏点が不明確になり強度的にも問題を残すようになることが明らかとなっているが、本結果では、鋼材が約 600℃以上受熱した場合は、燃焼していない試験片と比べて、降伏点と引張強さともに向上している。しかし、鋼材温度 750℃以上では降伏点が徐々に下がる傾向が有り、さらに明確な降伏点が表れなくなる場合がある。一方、引張強さについては、鋼材温度が高くなると、引張強さも高くなる傾向がある。材質変化原因として、本試験片は 600 度以上に加熱しすぐに急冷しているため、鋼材に「焼き入れ」が入り、試験片鋼材の結晶粒が小さい緻密な組織となりもろくはなるが、強度や硬度、耐摩耗性は向上している状況となった。

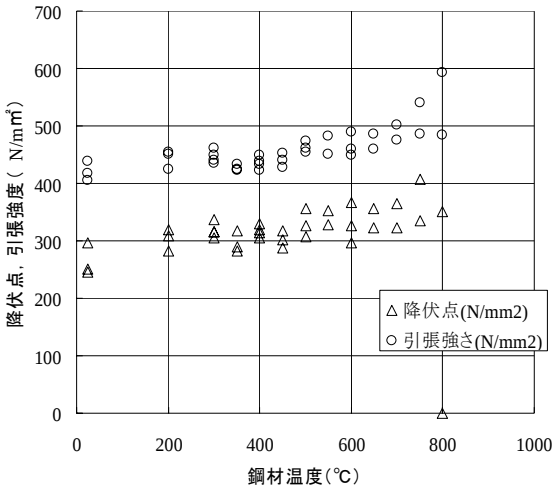


図 - 3 鋼材温度と降伏点・引張強度の関係

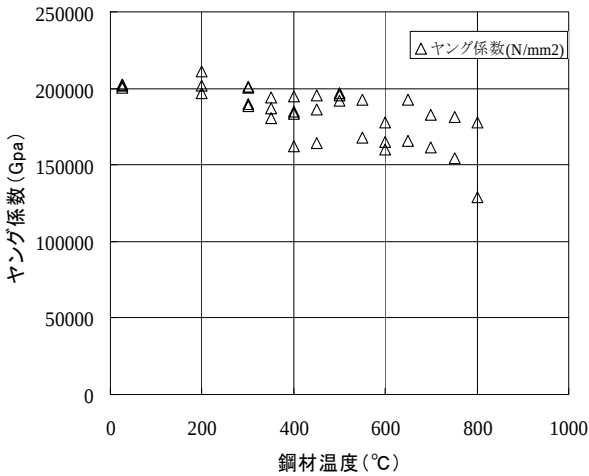


図 - 4 鋼材温度とヤング率の関係

3. 2 ヤング係数

図-4 に鋼材温度とヤング係数の関係を示す。ここに、横軸に鋼材温度、縦軸にヤング係数を示している。鋼材が約 600℃以上受熱した場合は、燃焼していない鋼材と比べて、ヤング係数が低下する。さらに、800℃まで鋼材が受熱すると、健全時と比べてヤング係数が 35%程度低下している。

3. 3 伸び率、絞り率

図-5 に鋼材温度と伸び率と絞り率の関係を示す。ここに、横軸に鋼材温度、縦軸に伸び率および絞り率を示している。鋼材が約 600℃以上受熱した場合は、燃焼していない鋼材と比べて、伸び率および絞り率が低下する。

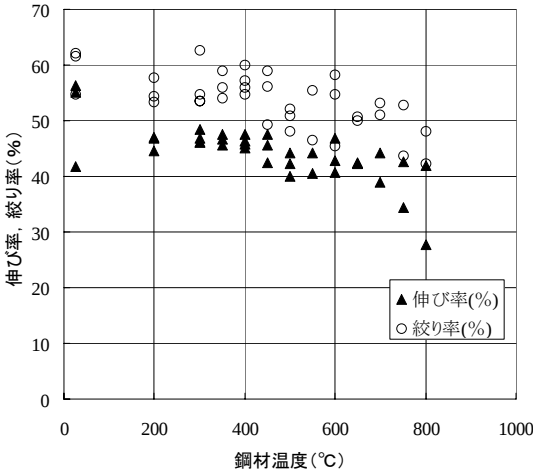


図 - 5 受熱温度毎の塗膜状態

4. まとめ

- (1) 本鋼材(S39A)では、受熱温度が約 600℃以上になるほど、降伏点・引張強さは向上するが、伸び・絞り率が小さくなり、ヤング率が小さくなる傾向がある。
- (2) 加熱急冷した S39A の材料強度に関する限り、600℃が再使用の目安の温度となる。ただし、鋼種により鋼材の材料性能の変化は異なるので注意が必要である。

5. 最後に

今回、火災時の受熱温度の違いによる鋼材の機械的性質の変化への影響を検討した。今後とも、火災時のたわみの変化等を検討し、火災時の運転取り扱いの深度化を図っていく。