

## 火災を受けた冷間成形鋼管材の耐力と変形能力

正会員 ○西野 孝仁\*

冷間成形鋼管 火災後材料強度  
火災後耐力 火災後変形能力 火災後崩壊性状

**1. はじめに** 冷間成形された鋼管材の構造特性は火災による加熱履歴の影響を大きく受ける<sup>1)</sup>。本報では前報<sup>1)</sup>に引き続き火災時間 60 分における冷間成形鋼管材の火災後構造特性に対する実験結果を得たので報告する。

**2. 実験概要** 使用した冷間成形鋼管は STK400 φ114.3×3.5 の円形鋼管と STKR400□-100×100×4.5 の角形鋼管、火災継続時間は 0、60、120 分間であり、引張試験、短柱圧縮試験、曲げせん断実験を実施した。引張試験片を採取した部位は円形鋼管ではシーム部、平板部（シーム部以外の部分）の 2 箇所、角形鋼管ではシーム部、隅角部、平板部の 3 箇所である。短柱圧縮試験の実験方法・計測方法は前報<sup>1)</sup>と同じである。曲げせん断実験は材長 500mm の片持ち柱形式であり作用軸力は 0 である。供試体図・実験装置図・実験方法は文献 1 に示している。

**3. 断面各部の引張試験結果** 強度と火災時間の関係を図 1 に示す。図 1a は円形鋼管、図 1b は角形鋼管の場合であり白シンボルは降伏点、黒シンボルは引張強さを表している。火災を経験していない場合、両鋼管材のシーム部及び大きな塑性加工を受けている隅角部の降伏点、引張強さといった強度は平板部に比べてかなり大きい、少なくとも 60 分以上の火災を経験することにより、部位による強度の差は殆ど無くなる。また火災時間の増加とともに強度は低下するが、大きく低下するのは火災時間 60 分以内の範囲であり、これ以上の火災時間ではその低下率は極めて小さくなる。また低下率は引張強さより降伏点の方が大きい。火災時間 0~60 分における降伏点と引張強さの低下率は、円形鋼管材の場合、それぞれ平板部 36%シーム部 45%と平板部 22%シーム部 29%であり、角形鋼管材の場合、それぞれ平板部 34%シーム部 48%隅角部 43%と平板部 12%シーム部 29%隅角部 26%である。

**4. 短柱圧縮試験結果** 図 2 に圧縮降伏応力度（白シンボル）・圧縮最大応力度（黒シンボル）と火災時間の関係を示す。円形鋼管・角形鋼管とも火災時間が長くなるに伴って降伏応力度・最大応力度は低下するが、低下は火災時間 60 分以内で大きい。降伏応力度・最大応力度の低下の程度は塑性加工の影響を大きく受けている角形鋼管の方が大きく、円形鋼管の場合で 39%・35%、角形

鋼管の場合で 46%、42%となっている。断面各部の引張り試験結果を考慮すると、火災による角形鋼管隅角部の機械的性質の変化が軸圧縮特性に大きな影響を及ぼしていると考えられる。

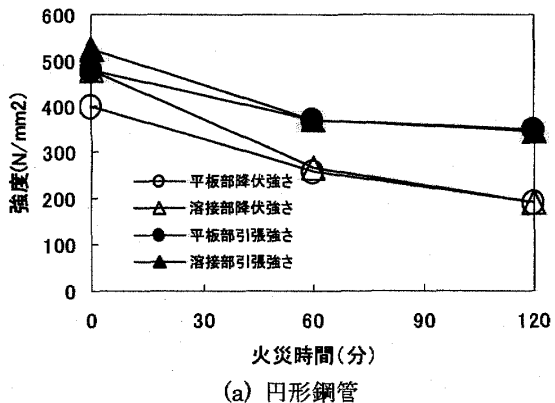
**5. 曲げせん断実験結果** 図 3 に水平耐力と水平変位の関係を示す。図中の破線と実線はそれぞれ火災前（火災時間 0 分）と火災後の断面・降伏点を用いた全塑性曲げモーメント  $M_p$  から求めた耐力である。火災により最大耐力は減少し、火災時間 60 分及び 120 分ではそれぞれ円形鋼管が 67%・角形鋼管が 60%及び円形鋼管が 61%・角形鋼管が 50%となる。しかし  $M_p$  で無次元化された円形鋼管の曲げ耐力は火災時間 0 分、60 分、120 分でそれぞれ 1.0、0.98、1.36、角形鋼管の曲げ耐力は 0.95、0.95、1.39 となり、火災時間 0 分と 60 分では変化が無く、120 分で増加する。また円形鋼管と角形鋼管の曲げ耐力は火災時間に関わらずほぼ等しい。これに対して 0.95 耐力時の塑性変形倍率は火災時間の増大にともなって増大し、火災時間 0 分の場合に比べ、60 分及び 120 分ではそれぞれ円形鋼管が 3.88 倍・角形鋼管が 7.03 倍及び円形鋼管が 8.1 倍・角形鋼管が 13.3 倍となる。したがって火災は曲げ耐力よりも変形能力に大きな影響を及ぼすといえる。

円形鋼管材では火災の経験の有無及び火災を受けた時間に関わらず板要素の局部変形の成長に伴い、この部分だけに亀裂が生じた。一方、火災を経験していない角形鋼管材では明確な局部変形生じる前にベースプレート溶接部の隅角部付近から亀裂が生じ、この亀裂が荷重回数の増加にともなって溶接線に沿って広がった。60 分間の火災を受けた角形鋼管材ではベースプレート溶接部の隅角部付近と脚部板要素の局部変形部分に亀裂が生じたが、最終的には溶接線に沿って広がった亀裂が耐力喪失の要因となった。120 分間の火災を受けた角形鋼管材では柱脚部板要素の局部変形部分に亀裂が生じた。

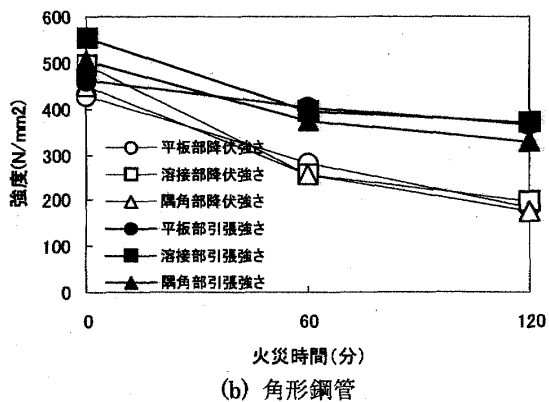
**6. 結語** 火災を経験した冷間成形鋼管材の構造特性を明らかにするため、火災時間をパラメータとした断面各部の引張り試験、短柱圧縮試験、曲げせん断実験を実施し、その結果について報告した。

**参考文献**

1) 西野孝仁：火災を受けた鋼構造部材の材料特性と曲げ変形性状、日本建築学会中国支部研究報告集、第 30 巻、pp.61-64、2007.3

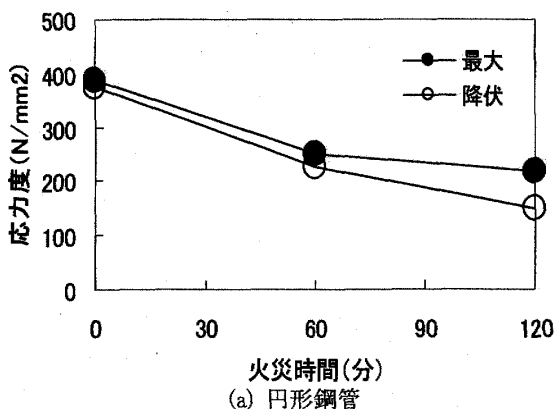


(a) 円形鋼管

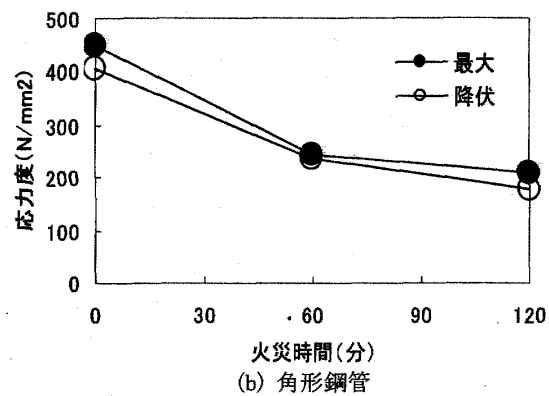


(b) 角形鋼管

図1 断面各部の強度-火災時間関係

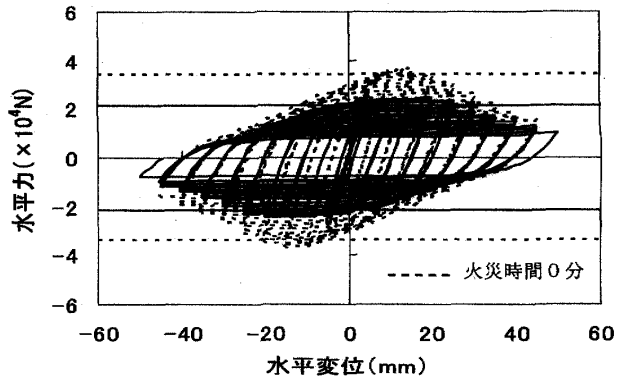


(a) 円形鋼管

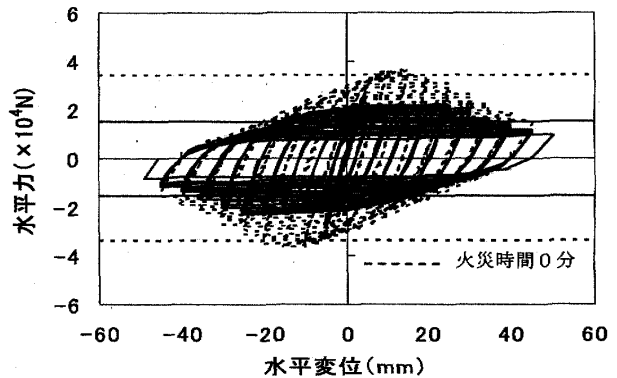


(b) 角形鋼管

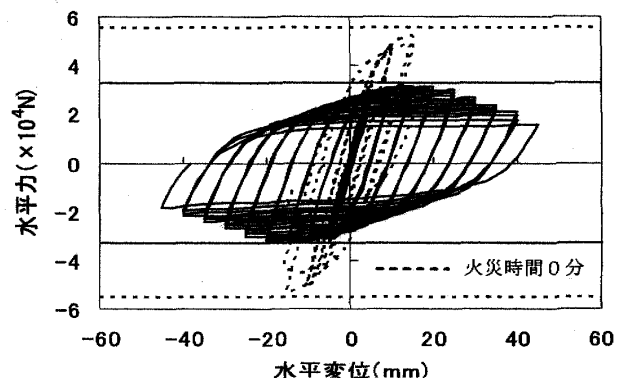
図2 圧縮応力度-火災時間関係



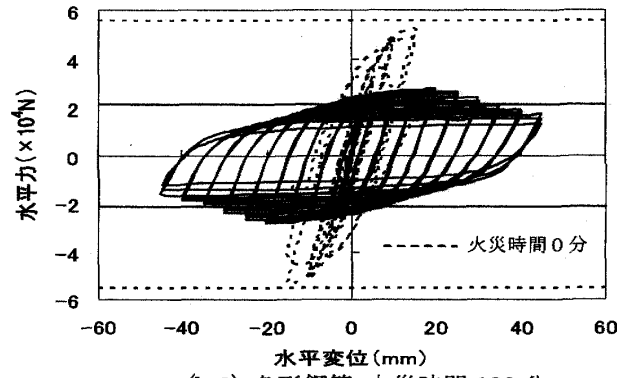
(a-1) 円形鋼管 火災時間 60分



(a-2) 円形鋼管 火災時間 120分



(b-1) 角形鋼管 火災時間 60分



(b-2) 角形鋼管 火災時間 120分

図3 水平力-水平変位関係

\* 広島国際大学工学部 准教授 博士 (工学)

\* Assoc. Prof., Faculty of Engineering, Hiroshima International Univ.