

鋼構造の耐火性能評価

防火研究グループ 主任研究員 茂木 武

はじめに

鉄骨建物の梁・柱に用いられる「鋼」の溶ける温度は約1300°Cである。また、火災が発生すると部屋の温度は1000°C程度になる。この熱により梁・柱などは温度上昇し荷重を支持できなくなる。耐火構造では、この温度上昇を防止するための断熱材が梁・柱に取り付けられており、その性能は耐火試験により評価する。

本研究は（開始2年目）、断熱材を除いた裸のH形鋼による梁・柱の強度低下の全体像（弾・塑性、クリープ、高温機械強度を含む）を明らかにする。温度範囲は室温～800°Cで、支持することのできる最大荷重やクリープ変形などを測定する。これは耐火設計の基盤情報となる。ここまでにを行った梁と柱の崩壊耐力測定結果を述べる。

2. 耐火試験とここでの実験法の違い

耐火試験では、鉄骨試験体の場合、約5mの長さで、断面の大きさが35cm程度の鉄骨に耐火被覆（ロックウール、石綿等）を取り付け、設計荷重を加えた状態で加熱される。加熱はガスバーナー等を備えた炉の中で、規定の温度に従って行われる。概念図を図1に示す。

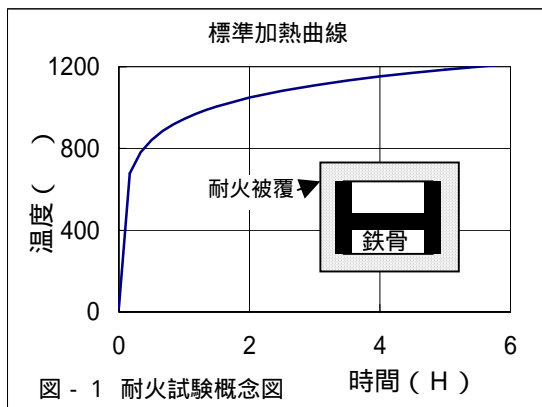


図-1 耐火試験概念図

鉄骨への熱は耐火被覆（断熱材）を通じて移動するため、鉄骨温度は徐々に上昇する。鉄骨の温度が

高くなると、最終的には荷重を支持出来なくなり崩壊するが、耐火試験では安全性の評価に目的があるため、目的の加熱時間で安全が確認されれば終了することが多い。ここで重要なことは、耐火試験では鉄骨の温度が上昇し続ける、すなわち「非定常」であることと「必ずしも崩壊を評価していない」ことである。

ここでの実験法は、耐火被覆はしていないSS400の試験体長さ2m、断面の大きさ25cm程度を用いる。これを電気炉内で鉄骨温度が一定温度に達するまで（3時間程度）加熱し、その後、崩壊するまで荷重を増加させて崩壊荷重を測定する。鉄骨温度は耐火試験と異なり、一定な「定常」である。鉄骨断面内には、温度分布は残るが耐火試験に比較して1桁程小さい。この方法によれば任意の温度での崩壊荷重を正確に知ることが出来る。もちろん、耐火試験のように荷重を加えた状態で、鋼材温度を上昇させながら崩壊させることも出来る（崩壊温度の測定）。比較のための実験も実施している。また、この装置の特徴を活かして、クリープ変形、端部の拘束効果、曲げ分布の違いによる崩壊耐力等も測定している。次に、梁と柱の結果を説明する。

3 梁の結果（平成16年度実施）

単純梁の結果を崩壊耐力（大きさは許容応力度法での長期曲げモーメントと崩壊荷重の比で表す）と崩壊温度（鉄骨温度と同じ）の関係として図2に示す。全体的に、崩壊温度の上昇とともに崩壊耐力が低下している。そして100°Cで崩壊耐力の最大値が観測される。一方、非定常状態と定常状態の崩壊耐力の差は小さい。許容応力度モーメント（崩壊耐力=1）での崩壊温度は600°C程度になる。この図に設計荷重と設計鉄骨温度をプロットすれば、崩壊耐力との比較、或いは

崩壊温度との比較から、それぞれの余裕の程度を知ることが出来る。写真 1 は 800 での実験後の写真である。

度の上昇に伴い崩壊耐力は低下している。崩壊耐力 = 1 (長期設計荷重) の崩壊温度は 550 程度である。定常と非定常での崩壊耐力には差があり、非定常の方が小さい。

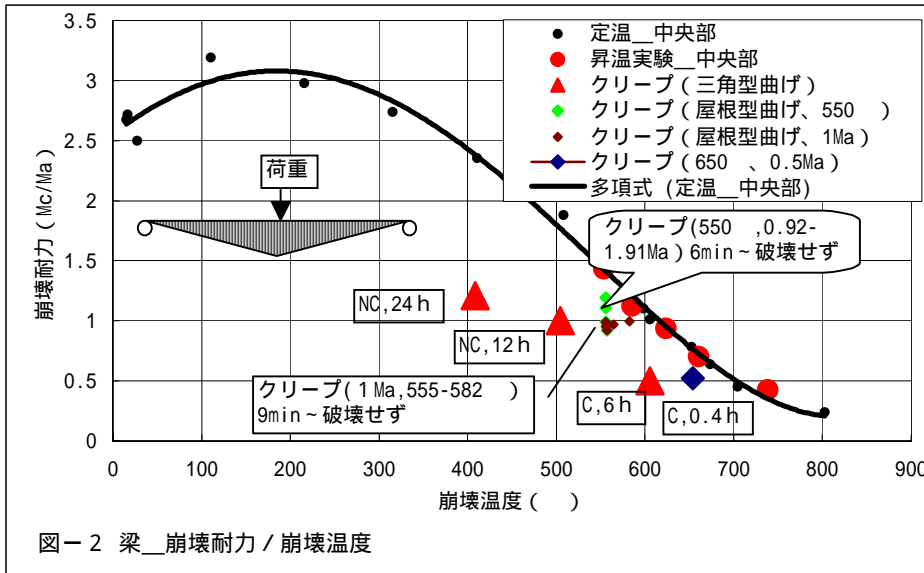


図-2 梁_崩壊耐力/崩壊温度

この図に設計荷重と設計鉄骨温度をプロットすれば、崩壊耐力との比較、或いは崩壊温度との比較から、それぞれの余裕の程度を梁と同様に知ることが出来る。写真 2 は 500 での実験後の写真である。

5 むすび

ここで使用した S S 4 0 0 材は市場から入手したもので、1ロット・1バッチのものを選んであることを断っておく。すなわち、極めて限定された材料の結果であるため全体的傾向変わらないかもしれないが、詳細な点については他で入手したものと同一結果になる



4 柱の結果(平成17年度実施中)

柱の結果は平成17年度11月までのものであり、クリープ等の実験結果は無い。両端ピン支持状態での軸荷重による崩壊耐力の結果を図3に示す。

とは限らない。しかしながら、ここでの方法を繰り返していけば、材料や部材についての情報が蓄積され、崩壊耐力についての全体像の把握が進むと考える。

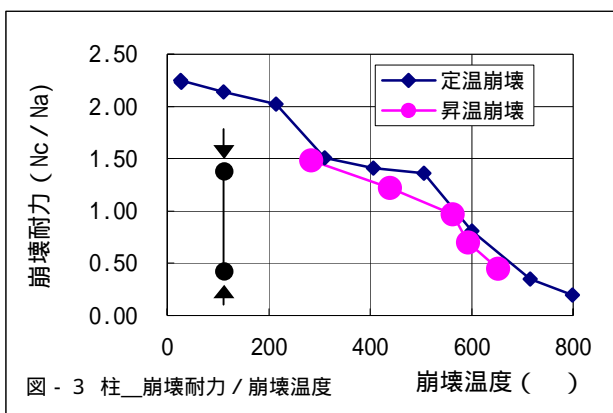


図-3 柱_崩壊耐力/崩壊温度

崩壊耐力は許容応力度法で両端ピンでの長期設計荷重と崩壊荷重の比で表す。梁と同様に、鋼材温

この研究の主眼は、鋼構造の耐火設計者が設計結果と崩壊までの余力(安全率)をシンプルな実験結果から理解しやすい様にすることにある。もちろん、ここでの結果が、鋼部材の耐火設計をより合理的にする上で力となることも望んでいる。

来年度は、高温強度測定を軸に、FEMモデルによる崩壊耐力の予測と実験結果の比較・検討を進める予定である。



写真-2
柱_500