

### 3) 防火研究グループ

#### 3) - 1 鋼部材の火災による崩壊の臨界点の解明

【基盤】

#### Basic Study on Strength of the Structural Steel (SS400) under elevated Temperatures from a View of the beginnings of collapse

(研究期間 平成 19～21 年度)

防火研究グループ  
Dept. of Fire Engineering

茂木 武  
Takeshi Motegi

The strength of Structural Steel under elevated temperatures is necessary for evaluating the fire safety of steel buildings subjected to fires. This paper reports yield stresses, Young's moduli, maximum stresses during tensile tests, stresses at 1% strain and creep deformations and their variations, which are measured using a newly developed device. The specimens are sampled from H-shape steelworks which is a steel grade of SS400 specified in JIS standard. It is concluded that the variation of yield stresses at 500 Celsius is about  $\pm 25\%$  to the average, and Young's moduli have the wider variation in a range from 20 to 800 Celsius. In addition the creep breaking times tested at 527 Celsius and a stress of 1.6tonf/cm<sup>2</sup> are different from 140 min. to over 360 min. (not break); the time differences are greater than expected.

#### 【研究目的及び経過】

鉄(鋼)で作られた高層建物は、火災に対する安全のため、熱で鋼の温度が上がらない(許容鋼材温度以下に保つ)ための処置が施されている。これは温度の上昇で鋼強度が徐々に低下することを考慮し、室温で部材が有する余力を、この強度低下により消費する考え方<sup>1)</sup>である。しかし、実際には条件の違いにより許容鋼材温度あるいは高温耐力は異なるはずで、これを定量的に評価するためには広い温度範囲での強度情報が必要である。

本研究は、崩壊を基準とした鋼部材の合理的安全性を評価するため、鋼の高温強度および変動などを調べることを目的としている。昨年度までに・高温時の鋼の弾塑性・クリープ特性モデルの検討、・被災した鋼の強度低下について再使用の観点から調べている。本年は新しく設計・製作した装置により、先の部材実験<sup>2,3)</sup>で使用したH形鋼の高温引張強度を測定したので報告する。

#### 【研究内容】

装置は、・荷重を加える油圧シリンダー、・試験片を高温(室温～900℃)にするための電気炉、・標点間(50mm)距離の変化を計る変位計、・試験片に作用する力を計るロードセルの4つの部分で構成される。装置を写真1、2に示す。



写真1 装置全体



写真2 電気炉など

試験片はH形鋼のフランジから切り出した長さ500mmで、試験断面は15mm×フランジ厚さである。標点間距離は50mmで、試験片に溶接したステンレス薄板を治具のミゾに入れて位置を固定した。

評価値は降伏強度、ヤング率、最大強度、1%歪強度などであるが、特別に行った測定については適切なものを選んだ。

SS400H形鋼は、①は1バッチ1ロットのJIS市場品、②は別に取得したJIS市場品、③は実際に使用されていたJIS品である。①のサンプル数は最も多く、②、③はサンプルが少ない。それぞれ部材試験で梁と柱として使用した2種類のH形鋼がある。

試験は室温～800℃まで100℃毎に温度を安定させた後に荷重を増加させて破断させる試験を①で各2ケ、②、③では室温と約530℃で2ケ行った。また、クリープについては、荷重と温度を変えて数分から数時間でクリープ破断する範囲を行った。特別に行った試験は、鋼の強度特性を理解する上で必要と考えたものである。

#### 【研究結果】

##### 1) 強度測定結果

降伏強度、ヤング率、最大強度、1%歪強度の測定値を図1-a～dに示す。いずれの評価値も温度とともに低下する傾向がある。バラツキは室温の降伏強度が約1.3tonf/cm<sup>2</sup>と低いものがあるため大きくなっている。また、ヤング率のバラツキは、他の評価値に比べて大きい。

##### 2) クリープ破断時間のバラツキ(特別な試験)

クリープ崩壊は、クリープ量の大きさに関係する。ここではクリープのバラツキを知るために、SS400鋼を

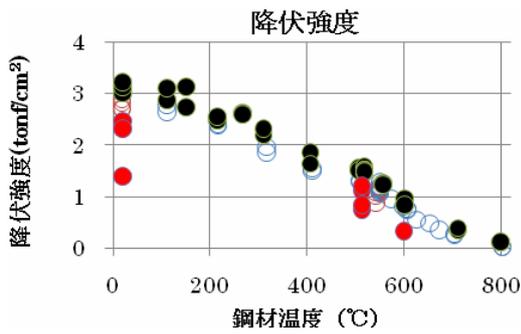


図 1-a 降伏強度 (梁と柱)

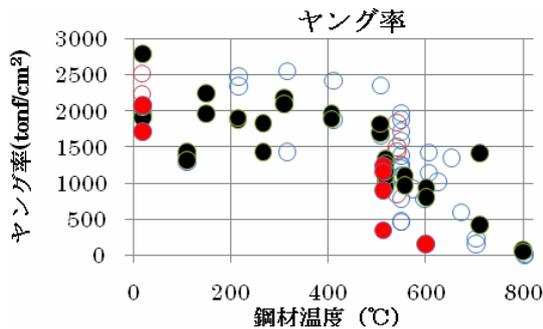


図 1-b ヤング率 (梁と柱)

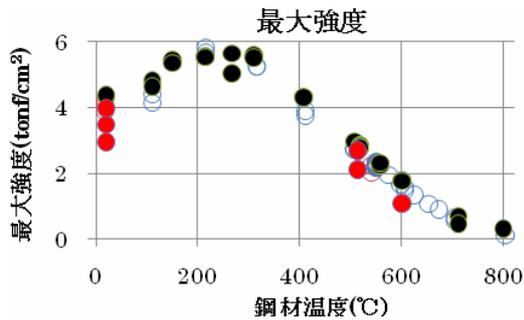


図 1-c 最大強度 (梁と柱)

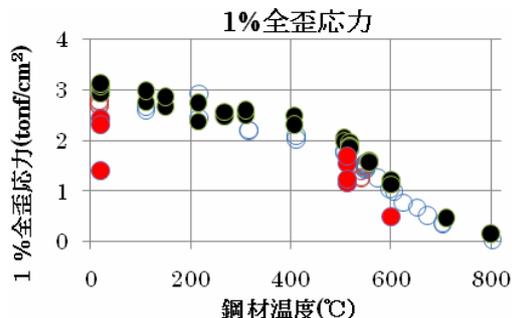


図 1-d 最大強度 (梁と柱)

527°C、作用応力度 1.6tonf/cm<sup>2</sup> (許容応力度) が作用した状態の 12 本のクリープ歪を測定している。その結果を図 2 に示す。これより破断時間は約 140 分から 6 時間で破断しないものまでである。試験片は①の柱からのものである。相当の差だと考える。

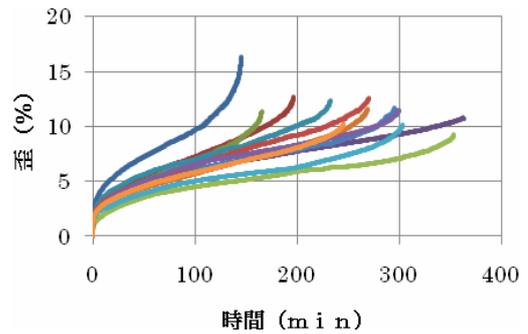


図 2 クリープ歪のパラツキ (527°C, 1.6tonf/cm<sup>2</sup>)

### 3) 単一試験片によるヤング率測定 (特別な試験)

ヤング率は 1) で複数の試験片について破断するまで引っ張る方法で測定しているが、ここでは 1 つの試験片で行う方法を試みている。温度は室温～800°C まで 50°C 刻みで測定している。具体的な方法は、炉の温度を安定させ、1) で測定した降伏強度を参考に弾性範囲内で荷重を 5 サイクル作用させ、その時の応力・歪関係から平均的なヤング率を求めている。この値は荷重レベルでの繰り返し荷重によるもので、通常の測定のように応力・歪曲線の立ち上がりでの 1 回限りの曲線からのものではない。すなわち実際のなものと言える。図 3 にヤング率の測定結果 (2 試験体) を示す。

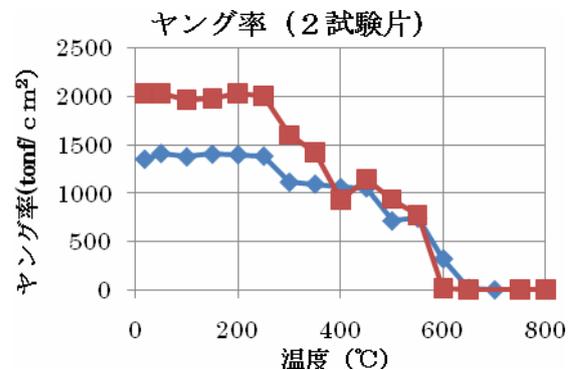


図 3 ヤング率

これより初期のヤング率には差が認められるが、室温から 250°C まで一定で、その後 600°C でほぼゼロになるまで次第に低下している。

### 4) まとめ

本研究により鋼の高温強度のパラツキの一端を示せた。今後は、データの収集をさらに進めたい。

### 参考文献

- 1) : 新訂 建築学体系 21 建築防火論 p.222  
彰国社 昭和 53 年
- 2, 3) : 茂木武 : SS400H 梁の室温～800°C の崩壊耐力、日本建築学会大会 (関東) A-2, 2006, 9 月, およびこれに引続く柱に関する研究