

## - 2 鋼構造の耐火性能検証手法の高度化に関する研究

### Research on upgrade of fire resistance efficiency verified methodology of steel structure

(研究期間 平成 16～17 年度)

防火研究グループ  
Dept. of Fire Engineering

増田秀昭  
Hideaki Masuda

This research is the one having done for the improvement of the technique for verifying the fire resistance efficiency of the column and the beam of the steel structural component in the fire resistance efficiency verification method. Especially, the performance degradation properties in the refractory design at the high temperature of the steel material were implicitly assumed for a long term. Therefore, it aimed to examine the standard to secure advanced development of the performance verification technique with a steel type etc. remarkably different from this steel material characteristic and the material performances at these high temperatures.

**【研究目的及び経過】** 本研究は、耐火性能検証法（平成 14 年建設省告示第 1433 号）における鉄骨構造部材の柱・はりの耐火性能を検証する手法の高度化として、特に、耐火設計における鋼材の高温時の性能劣化性状が長期にわたり暗黙のうちに仮定されて来た。よって、この鋼材特性とは著しく異なる鋼種等に対する高度な性能検証手法と、さらにこれらの高温時の素材性能を確保するための規格基準について検討することを目的とする。

**【研究内容】** 鋼種の違いに基づいた性能を検討するために、大断面鋼柱の耐火試験に続き、アメリカで製造された大断面鋼材に我が国で用いられる耐火被覆を施して、耐火試験を実施して、保有耐火時間および柱崩壊時の鋼材温度を載荷加熱試験により明らかにする。

1) 試験概要：セラミックファイバブランケットにより耐火被覆した断面形状の異なる鋼柱 2 体を載荷加熱試験した。試験時に、柱の変形量、鋼材温度を継続的に計測することにより、柱が荷重支持能力を喪失する状態に至る時間およびその時の鋼材温度分布を明らかにした。

2) 試験方法

2)-1 試験体および載荷荷重

柱試験体は全 2 体で、いずれも H 形鋼であり、柱の鋼種、断面寸法および載荷荷重値を表.1 に示す。

2)-2 耐火被覆：全ての試験体は、セラミックファイバブランケットタイプ（商品名 ファイアーガード）により耐火被覆した。被覆厚さは、表.1 に示す通りである。

2)-3 加熱曲線：加熱は、UL263 に規定される加熱温度曲線（ASTM E-119 に相当）による。ただし、炉内温度の制御は ISO834 に準じたプレート温度計の温度指示値により行なった。

2)-4 測定項目

(1) 載荷荷重は、柱炉上部に備え付けられたロードセルにより常時計測した。なお、加熱開始までの載荷過程では試験体に取り付けたひずみゲージにより計測を行った。

(2) 炉内温度の測定点は、炉内を高さ方向に 4 分割した各ゾーンごとに、4 点、計 16 点とした。このうち、4 点は炉内温度制御用として ISO834 に準拠したプレート温度計とし、6 点は UL263 規格の熱電対、残りの 6 点は先端開放のシース熱電対とした。配置を図.2 に示す。計測は、30 秒間隔で、試験開始から終了まで行った。

(3) 試験体温度の測定は K 型熱電対により計測した。測定点は、高さ方向の 4 つのレベルで、各断面において柱フランジ部に 2 点、ウェブ部に 2 点、総計で 16 点とした。これらの配置を図.1 に示す。計測は、30 秒間隔で、試験開始から終了まで行った。

表.1 試験体概要

試験体記号	鋼種	$H$ (mm)	$B$ (mm)	$t_w$ (mm)	$t_f$ (mm)	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	載荷荷重 (MN)	被覆厚さ (mm)
No. 5	普通鋼	399	401	24.9	39.6	393	8.38	25
No. 6	普通鋼	407	404	27.2	43.7	394	9.02	25

(4) 試験体変形は柱の軸方向の変形量を測定し、30 秒間隔で、試験開始から終了まで行った。軸方向の縮及び速度の限界値は、以下である。

・ 軸方向縮

$$\Delta L \geq L/100 = 4300 / 100 = 43 \quad \text{mm}$$

・ 軸方向縮速度

$$\frac{d\Delta L}{dt} \geq 3L/1000 = 12900/1000 = 12.9 \quad \text{mm/min}$$

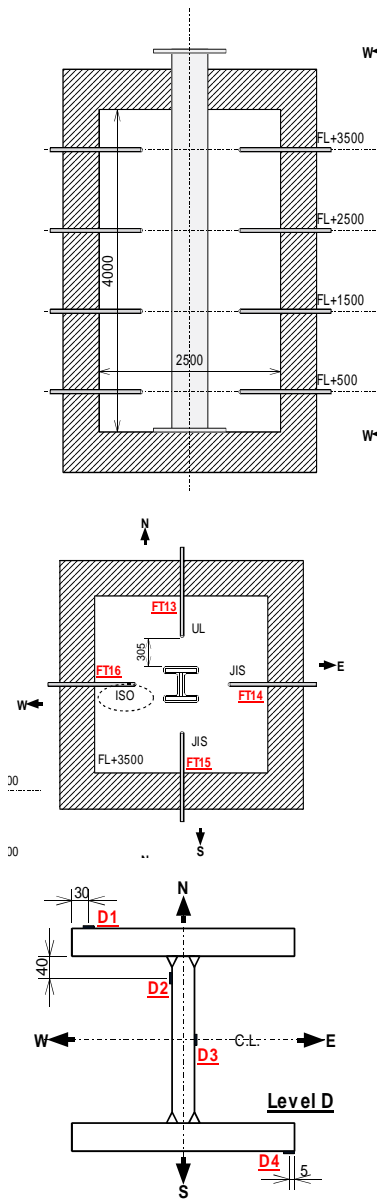


図.1 熱電対の配置

**【実験結果】** 荷重加熱試験における軸方向の変位及び鋼材温度の経時変化を図.2 に示す。

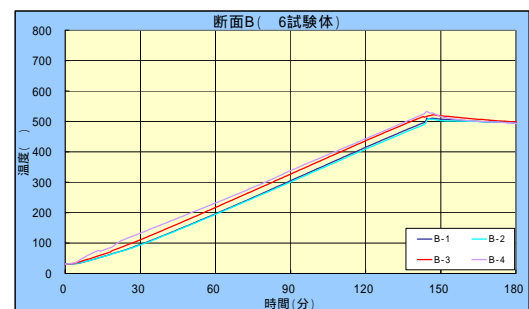
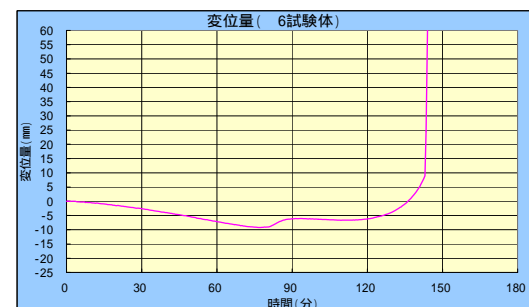
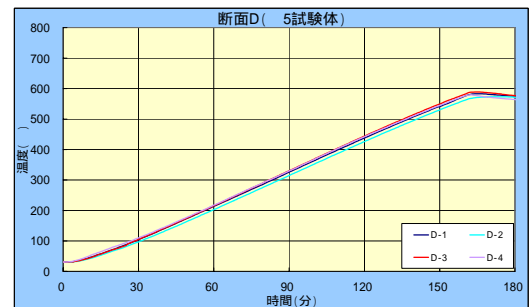
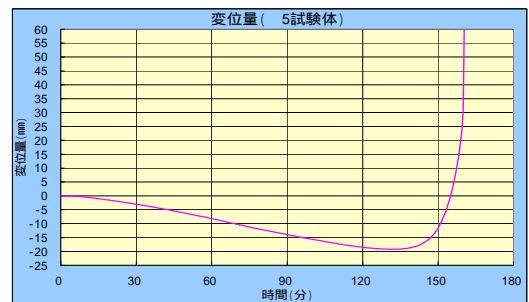


図.2 変位量及び鋼材温度履歴

試験体 No.5 では、加熱開始から 130 分で変位が逆転し 163 分に座屈現象が生じて急激な変位が計測された。この時の鋼材温度は、約 560 を示している。試験体 No.6 は、125 分ごろ変位が逆転し、145 分に座屈を生じて荷重支持能力が損失した。この時の鋼材温度は、概ね 520 を示している。

**【まとめ】** これまでに海外の鋼材を含め、材種を変化させて荷重加熱試験を実施した結果、座屈が発生する鋼材温度は、多少のばらつきがあるものの概ね 520 ~ 560 と推察される。