

構造用製材の耐火性能 その2：製材柱の荷重加熱試験

正会員	齊藤 春重*1	同	増田 秀昭*3
同	中村 賢一*2	同	成瀬 友宏*3
同	遊佐 秀逸*2	同	山田 誠 *4

構造用製材 柱 荷重加熱
耐火性能

1. はじめに

本件は、財団法人日本住宅・木材技術センターによる「製材耐火性能開発事業」で行った国産スギ及びカラマツ製材の耐火性能ついて、燃えしろ設計を行う上での技術的資料を収集することを目的に実施した各種加熱試験の内、試験体寸法最大の製材柱の荷重加熱試験について述べる。

2. 試験体及び荷重荷重

試験体及び荷重荷重の概要を表-1に示す。試験体の種類は、カラマツとスギ各1体でいずれも角形に成形した高さ3300mmの構造用製材である。断面は、カラマツが300×300mm(試験体記号CL-K30)、スギが400×400mm(試験体記号CL-S40)であるが高さ方向中央部分にかけて丸味をおびた形状となっている。含水率は、CL-K30がほぼ気乾状態で17.8%、CL-S40が繊維飽和点で30.6%である。荷重荷重は、試験体の細長比の関係から座屈を考慮した木材の長期許容応力とした。

3. 試験方法

試験体の設置状況を図-1に示す。荷重は、荷重装置の球座部分に試験体を垂直に設置し、装置下部の油圧ジャッキで試験体に軸力を加えた。加熱温度は、試験体の加熱面から100mm離れた位置にシース熱電対及びプレート熱電対を用いて測定した。また、温度制御は、シース熱電対で図-2に示すISO/834による加熱曲線に沿った加熱を行った。炉内圧力は、試験体頂部で20Psを超えない範囲で制御した。試験体の軸方向変位は、試験体下部の油圧ジャッキの吐出量を測定した。

試験方法の概要は、試験体に荷重荷重を一定かつ継続的に作用させた状態で、図-2による加熱を行い、試験体の軸方向収縮変位が規定値を超えた時点で加熱を終了し、速やかに試験体を消火した後に炭化状況を観察する。

なお、軸方向収縮変位の規定値は、ISO/834による最大軸方向収縮量(h/100)33mm及び最大軸方向収縮速度(3h/1000)9.9mm/分とした。

表-1 試験体の概要

試験体記号	等級	樹種	断面寸法 mm	高さ mm	比重 g/m ³	含水率 %	断面積 mm ²	座屈低減 係数	基準強度 N/mm ²	荷重荷重 KN
C-K30	D15-E90	カラマツ	300X300	3300	0.69	17.8	90000	0.919	20.4	619
C-S40	D15-E50	スギ	400X400(注)		0.38	30.6	149900	1.00	20.4	1121

(注) 高さ方向中央部分にかけて丸味をおびた形状。

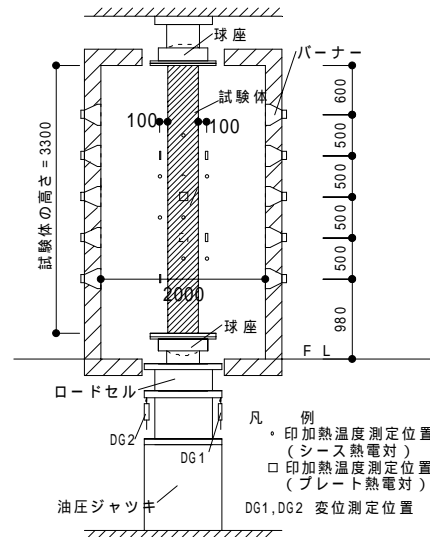


図-1 試験体の設置状況

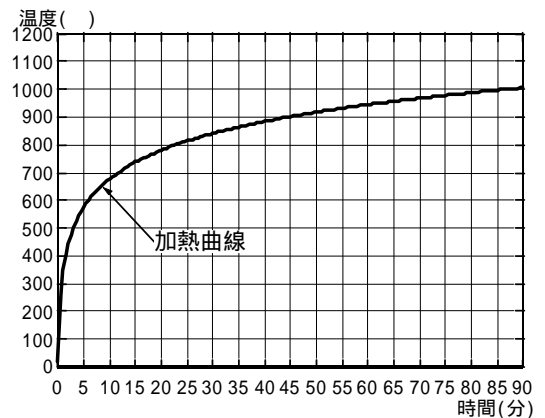


図-2 加熱温度曲線

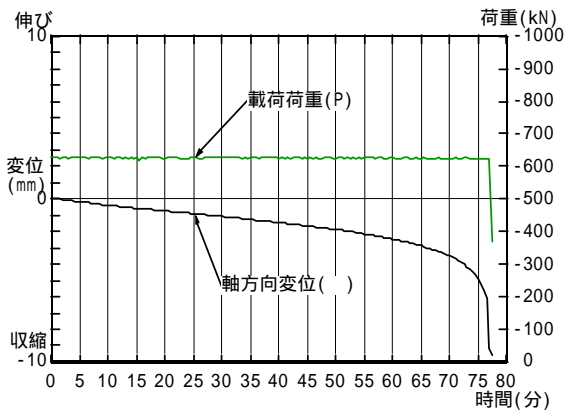


図 - 3 試験体記号 SL-K30 (カラマツ) の変位

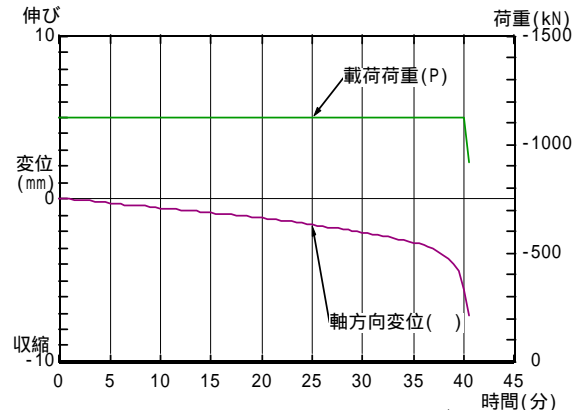


図 - 4 試験体記号 SL-S40 (スギ) の変位

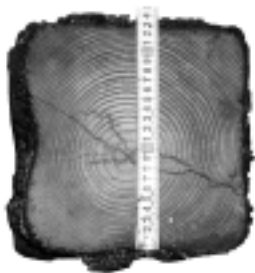


写真 - 1
試験体記号 SL-K30
(カラマツ) の試験
後の断面形状



写真 - 2
試験体記号 SL-S40
(スギ) の試験後
の断面形状

3. 試験結果

試験結果を表 - 2 に示す。試験体記号 SL-K30 のカラマツの軸方向変位を図 - 3 に示す。SL-K30 の変形性状は、加熱開始直後からほぼ一定の速度(0.04mm/分)で収縮し、55 分経過後から徐々に収縮速度が増加して、77 分経過直後に収縮速度が規定を超えたため加熱を終了した。77 分時の最大収縮量が 9.2mm、最大収縮速度が 6.1mm/分であった。SL-K30 の試験後の炭化状況を写真 - 1 に示す。平均炭化厚さは 40mm、炭化速度は 0.52mm/分、断面積に対する炭化した部分の割合は約 50%であった。

試験体記号 SL-S40 のスギの軸方向変位を図 - 4 に示す。SL-S40 の変形性状は、加熱開始直後からほぼ一定の速度(0.06mm/分)で収縮し、25 分経過後から徐々に収縮速度が増加して、40 分経過直後に収縮速度が規定を超えたため加熱を終了した。40 分時の最大収縮量が 5.6mm、最大収縮速度が 2.4mm/分であった。SL-S40 の試験後の炭化状況を写真 - 2 に示す。平均炭化深さは 28.4mm、炭化速度は 0.71mm/分、断面積に対する炭化した部分の割合は約 30%であった。

4. 考察及びまとめ

試験の結果、各試験体の耐火時間に大きな差が生じた。要因としては、樹木のかさ比重や含水率によって炭化速度や終局時の残存耐力が異なるためと考えられる。特に樹木のかさ比重が小さいスギは比較的炭化速度が速く、強度的にも弱いと考えられる。また、含水率が 30%を超える繊維飽和点の木材は強度的にも最も弱い状態であるため終局時の残存強度としては最も厳しい条件での試験結果と考えられる。なお、含水率が低くなると木材強度は増加する反面、炭化速度は速くなると考えられるため、燃えしる設計については、樹木のかさ比重及び含水率の影響を考慮した炭化速度と残存耐力に対する安全性を確保した設計が要求されると考えられる。

【謝辞】

試験の実施にあたり、ご指導頂きました製材耐火性能開発事業委員会関係者に感謝するものであります。

【参考文献】

(財)日本住宅・木材技術センター；製材耐火性能開発事業報告書

表 - 2 試験結果の概要

試験体記号	載荷荷重 (kN)	加熱時間 (分)	最大変形速度 (mm/分)	最大変形量 (mm)	平均炭化深さ (mm)	炭化速度 (mm/分)	炭化断面積率 (%)
CL-K30	619	77	6.1	9.2	40	0.52	約 50
CL-S40	1121	40	2.4	5.6	28.4	0.71	約 30

*1 財団法人 建材試験センター

*2 財団法人 ベターリビング筑波建築試験センター

*3 独立行政法人 建築研究所

*4 財団法人 日本住宅・木材技術センター

*1 Japan Testing Center for Construction Materials

*2 Tsukuba Building Test Laboratory, Center for Better Living

*3 Building Research Institute

*4 The Japan Housing & Wood Technology Center