

木質複合構造の耐火性能に関する研究
(その11) 角形鋼管柱構造のスギ材被覆による2時間耐火
性能試験

Fire resistance of the hybrid wooden structure ()

Experimental results on two-hour fire resistance performance for hollow section steel column protected by Japanese Cedar

並木勝義¹⁾, 遊佐秀逸²⁾, 中山伸吾¹⁾, 川北泰旦¹⁾,
片岡福彦³⁾, 中川祐樹³⁾, 吉川利文²⁾, 金城仁²⁾

NAMIKI, Yoshitomo, YUSA, Shuitsu, NAKAYAMA, Shingo, KAWAKITA, Hiroaki,
KATAOKA, Hukuhiko, NAKAGAWA, Yuuki, YOSHIKAWA, Toshifumi, KINJOH, Hitoshi

要旨：本報告は、スギ材を使用した2時間耐火構造の木質系柱部材の開発に関し、前報（その10）の試験検討結果をふまえ、角形鋼管をスギ集成材（厚さ100mm）・強化石膏ボード（厚さ21mm）・ステンレス鋼板（厚さ0.1mm）の複合構成で耐火被覆した仕様について検討した。本研究では、角形鋼管柱300×300×9×3500mmの載荷加熱試験を1530kNの荷重をかけた状態で実施した。試験結果は、最大軸方向収縮量は規定値35mmに対し、試験体A：0.19mm，B：0.18mm，収縮速度は規定値10.5mm/分に対し試験体A：0.14mm/分，B：0.16mm/分であり、業務方法書に示す最大軸方向収縮量および収縮速度の規定値を大きく下回り2時間耐火性能が充分にあることが確認された。

はじめに

本報告は、前報（その10）で得られた結果を踏まえ、スギ材を使用した2時間耐火構造の木質系柱部材の開発に関し、角形鋼管柱をスギ集成材・強化石膏ボード・ステンレス鋼板の複合構成で耐火被覆した仕様について検討したものである。ここでは、鋼性柱耐火構造試験時の標準試験体である300×300×9mmの角形鋼管の試験結果について報告する。本研究は、農林水産省委託事業「平成18年度先端技術を活用した農林水産研究高度化事業-スギ・ヒノキ材を使用した耐火性複合構造材の開発-」として実施したものであり（金城ら2007；並木ら2006a,2006b;田坂ら2006a,2006b;遊佐ら2006a,2006b,2007），平成19年度日本火災学会研究発表会（並木ら2007a）及び2007日本建築学会大会（九州）（並木ら2007b）で発表した内容を改変したものである。

-
- 1) 三重県科学技術振興センター林業研究部
 - 2) 財団法人 ベターリビングつくば建築試験センター
 - 3) 株式会社ジャパンテクノメイト

連絡先：中山伸吾 nakays01@pref.mie.jp

実験方法

1. 試験体

試験体は554×554×3500mmのものを2体作製した。仕様は300×300×9mmの角形鋼管に対して、被覆材として外側にスギ集成材（厚さ100mm）内側に強化石膏ボード（厚さ21mm）の二層構造被覆とし、耐火上弱点となるコーナー部と、強化石膏ボードの目地部分をステンレス鋼板（厚さ0.1mm）で補強した仕様とした。スギ集成材はこれまでの研究で使用したレゾルシノール系接着剤ではなく、水性高分子イソシアネートで接着したものをを用いた（並木ら 2002）。鋼材への取り付けは、L型金物を使用し、接着剤を使用せずに溶接、ビス、釘留めによる取り付けとした。集成材は密度0.37、含水率11.4%のものを使用した。試験体の長さは3500mm、有効加熱長さは3000mmである。上下端部は木口より燃焼しないようにセラミックファイバーにより被覆した。試験体の概要を図1～2に示す。

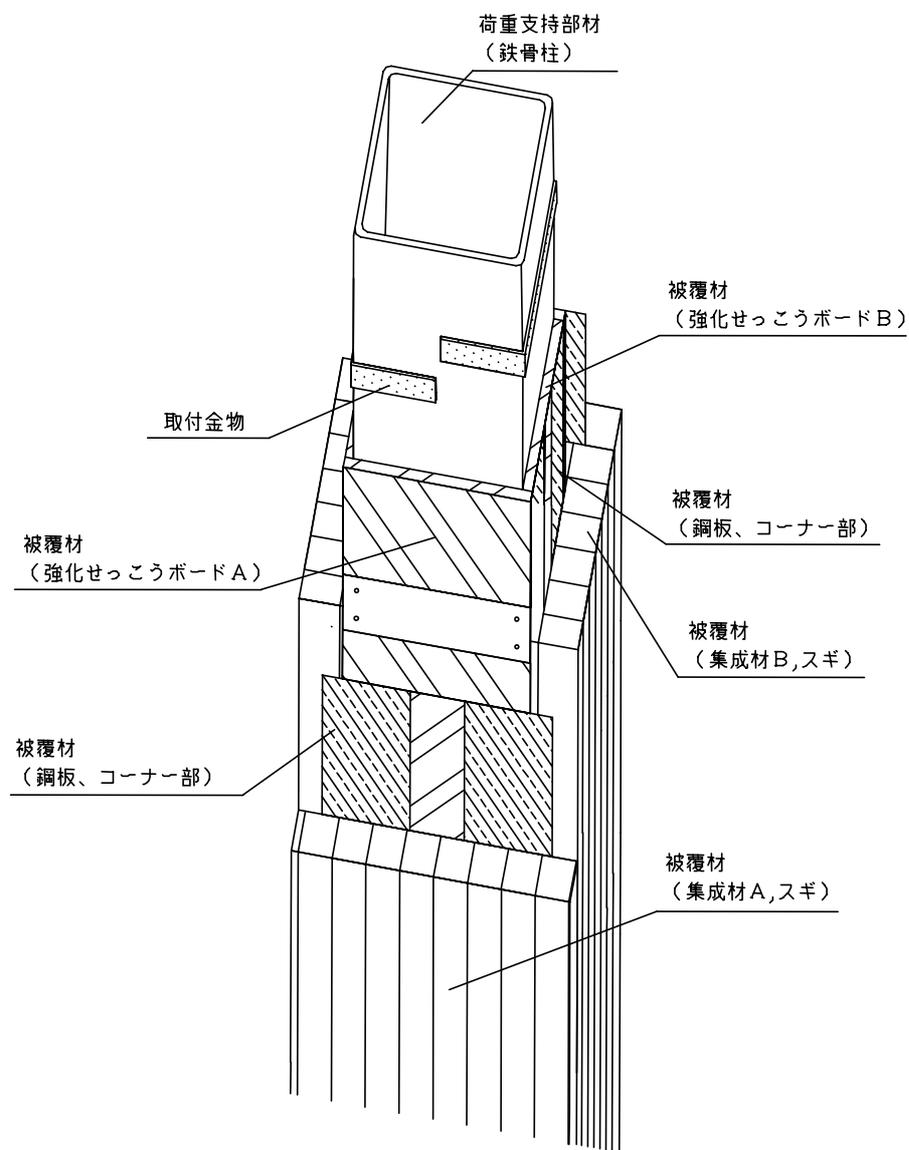


図-1 透視図

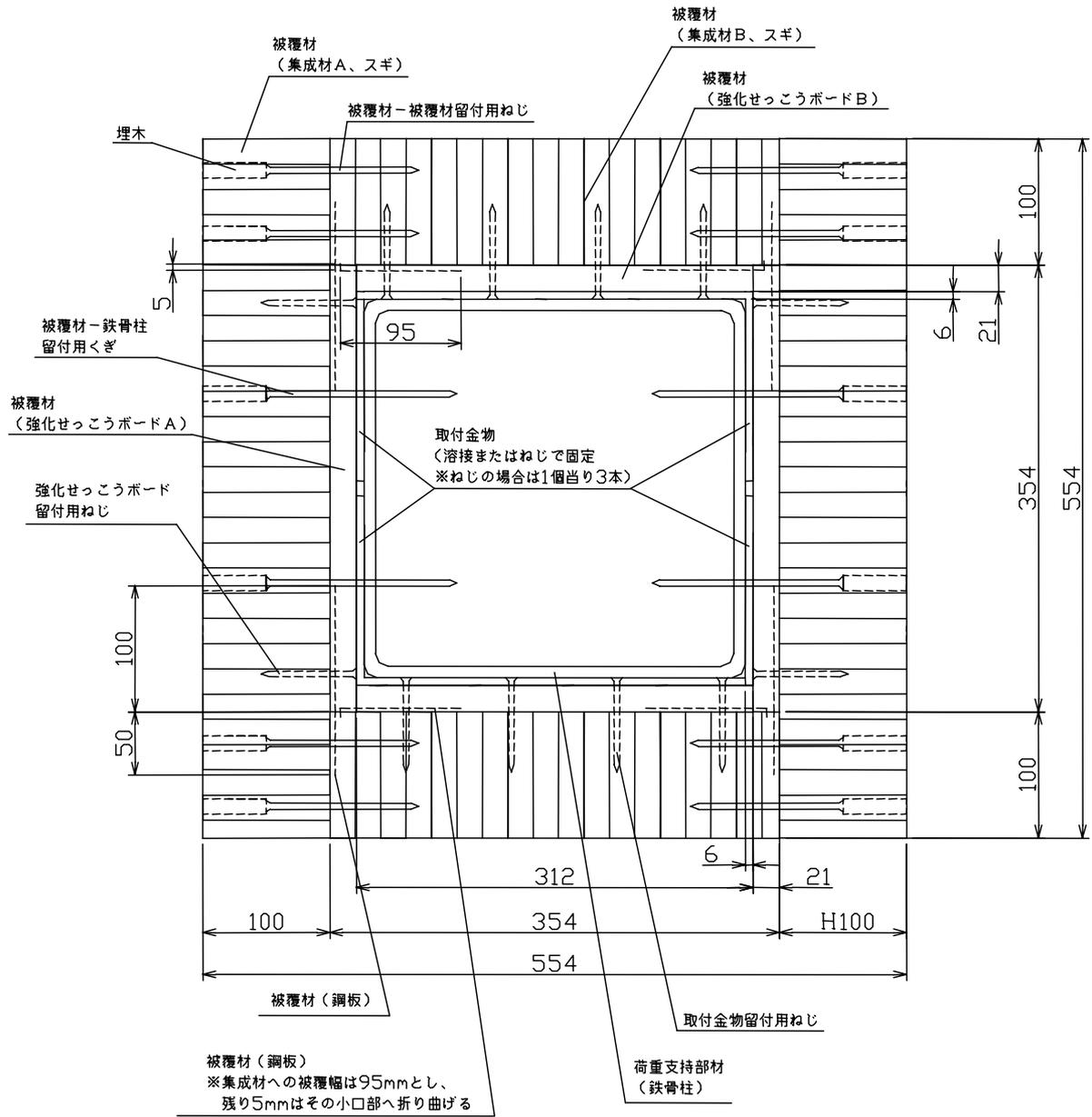


図-2 断面図

2. 加熱方法

試験は、財団法人日本建築総合試験所の柱炉を用いた載荷加熱試験とした。試験荷重は、鋼材の長期許容応力度に相当する荷重 (1,530kN) とし、加熱はISO834に規定する2時間の加熱を行った後、載荷をしたまま火気が認められなくなるまで (燃え尽きるまで) 炉内に放置した。加熱温度および試験体の鋼材温度、軸方向収縮量、試験状況の目視観察を試験終了時まで続けた。軸方向収縮量は試験体底部において端部4カ所で変位計を用いて測定した。鋼材温度の測定は「防耐火性能試験・評価業務方法書」に規定する載荷加熱試験では不要であるが、参考値として3断面で計測した。

実験結果及び考察

試験体 A, B の炉内温度、鋼材温度、軸方向収縮量と時間の関係を図3～4に示す。炉内温度の最高は1100 を超えているが、鋼材温度は木材による断熱(図中A) が一定時間継続し、木材の性能が無くなると強化石膏ボードが能力を発揮する、結合水の蒸発温度の100 近くまで徐々に上昇し、100 程度の状態を一定時間継続する(図中B)。強化石膏ボードの性能が無くなると鋼材温度は再び上昇を始め、燃え残った炭化層が灰化する過程で放出する熱量と、鋼材の熱容量とのせめぎ合いとなり、試験終了時まで鋼材が崩壊する温度を超えなければ耐火性能を有することになる。今回の試験では加熱中には変化がほとんど見られなかったが、加熱終了後に軸方向の変位は鋼材温度の上昇にともない膨張し、鋼材温度の低下にともない収縮している。

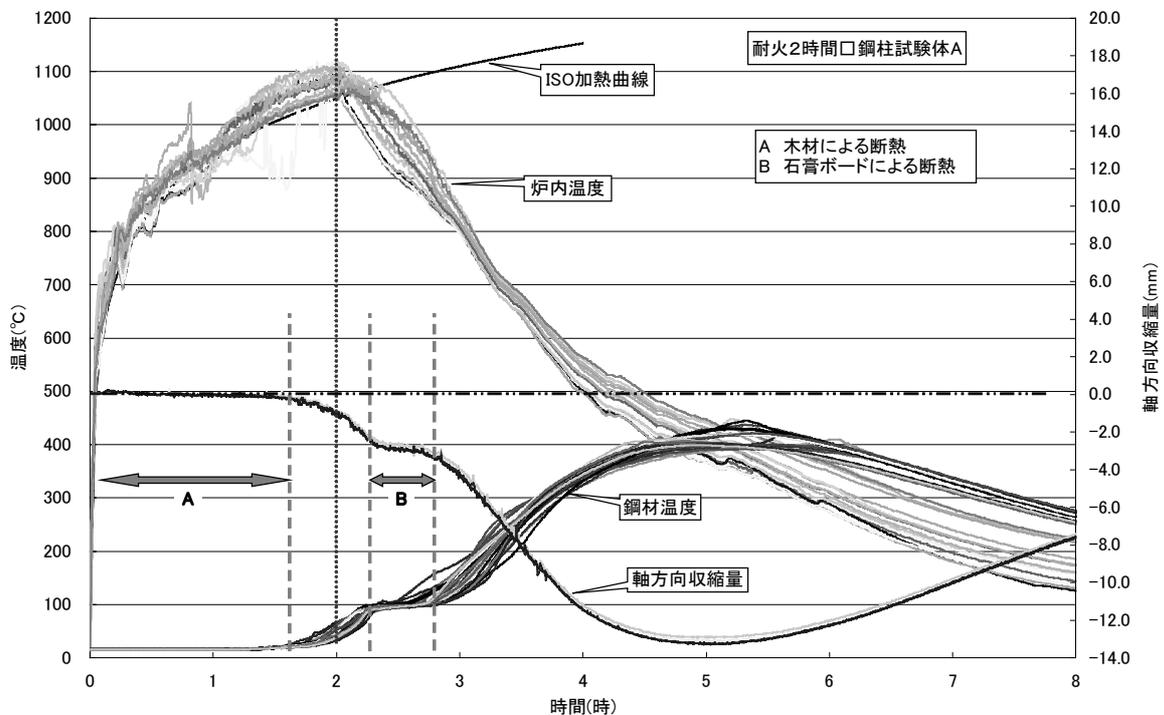


図-3 炉内温度、鋼材温度、軸方向収縮量と時間の関係 (A)

試験結果は、最大軸方向収縮量は規定値35mmに対し、試験体 A : 0.19mm, B : 0.18mm, 収縮速度は規定値10.5mm/分に対し試験体 A : 0.14mm/分, B : 0.16mm/分であった。鋼材温度は、最高は試験体 A : 445 (試験開始後318分), B : 434 (試験開始後306分), 平均は、試験体 A : 407 (試験開始後307分), B : 408 (試験開始後294分) であった。

業務方法書に規定された荷重を行わない場合の鋼材温度の規定値, 最高450, 平均350 を平均値において50 程度超えているが試験荷重を支持し, 構造耐力上支障のある変形, 破壊等の損傷は認められなかった。試験終了時には被覆材のスギ集成材は全て燃え尽きていた。試験前と試験後の状況を写真 - 1 に示す。

今回の試験では、荷重支持部材である角形鋼管にスギ集成材, および強化石膏ボードを被覆した角形鋼管柱は、加熱終了後に可燃物の被覆材であるスギ集成材が全て燃え尽きた時点で、業務方法書に示す最大軸方向収縮量および収縮速度の規定値を大きく下回り, 2 時間耐火性能が充分にあることが確認された。

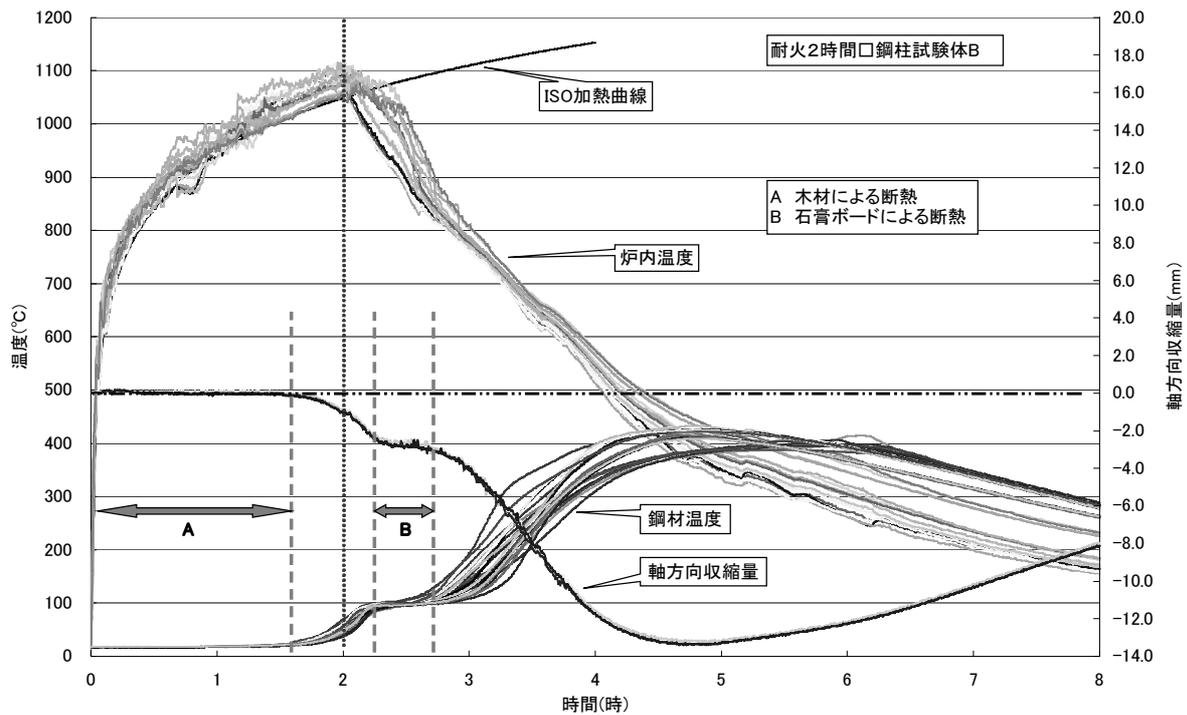


図-4 炉内温度, 鋼材温度, 軸方向収縮量と時間の関係 (B)



写真－1 試験前と試験後

これまでの研究ではカラマツ、ペイマツを使用した燃え止まり型タイプの研究を多く実施してきたが、今回の研究により、日本の主要な森林資源であるスギ材の使用を可能とする、2時間耐火の柱材について、燃え尽き型タイプとしての複合構成を明らかにすることができた。

今後、さらに鋼材の形状、寸法および被覆材の厚さ、樹種について検討を進める必要がある。

なお、本報告の仕様は2007年5月スギ材を使用した2時間耐火構造の柱として全国初の国土交通大臣の認定を得ている。

謝 辞

本研究の実施に当たり、耐火試験の実施に対し協力いただきました、(財)日本建築総合試験所の皆様方に対し感謝の意を表します。

文 献

- 金城仁・遊佐秀逸・吉川利文・並木勝義・中山伸吾・川北泰旦・片岡福彦・中川祐樹．2007．木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究（その17）H形鋼梁鋼構造のスギ材被覆による1時間耐火性能試験．平成19年度日本火災学会研究発表会梗概集，180-181
- 並木勝義・伊藤久・佐藤暢也・片岡福彦．2002．木材被覆鋼材の耐火性能．第52回日本木材学会大会研究発表要旨集，401
- 並木勝義・遊佐秀逸・中山伸吾・川北泰旦・片岡福彦・中川祐樹・吉川利文・金城仁．2007a．木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究（その16）角形鋼管柱鋼構造のスギ材被覆による2時

- 間耐火性能試験. 平成19年度日本火災学会研究発表会梗概集, 178-179
- 並木勝義・遊佐秀逸・中山伸吾・川北泰旦・片岡福彦・中川祐樹・吉川利文・須藤昌照・金城仁.
2006b. 木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究 (その13) H形鋼梁鋼構造のスギ材被覆
による2時間耐火性能試験. 平成18年度日本火災学会研究発表会梗概集, 54-57
- 並木勝義・遊佐秀逸・吉川利文・金城仁. 2007b. 木質系構造の耐火性能に関する研究 (その27) 角
形鋼管柱構造のスギ材被覆による2時間耐火性能試験. 2007年度大会 (九州) 日本建築学会学術
講演梗概集, 101-102
- 並木勝義・遊佐秀逸・吉川利文・須藤昌照・金城仁. 2006a. 木質系構造の耐火性能に関する研究
(その24) H形鋼梁鋼構造のスギ材被覆による2時間耐火性能試験. 2006年度大会 (関東) 日本
建築学会学術講演梗概集, 65-66
- 田坂茂樹・遊佐秀逸・並木勝義. 2006a. 木質系構造の耐火性能に関する研究 (その23) H形鋼柱鋼
構造のスギ材被覆による1時間耐火性能試験. 2006年度大会 (関東) 日本建築学会学術講演梗概
集, 63-64
- 田坂茂樹・遊佐秀逸・並木勝義・中山伸吾・川北泰旦・片岡福彦・中川祐樹. 2006b. 木質ハイブリッ
ド構造の耐火性能に関する研究 (その12) H形鋼柱鋼構造のスギ材被覆による1時間耐火性能試
験. 平成18年度日本火災学会研究発表会梗概集, 50-53
- 遊佐秀逸・吉川利文・須藤昌照・金城仁・並木勝義・中山伸吾・川北泰旦・片岡福彦・中川裕樹.
2006a. 木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究 (その11) 鋼構造の燃え尽き型木材被覆
による耐火性能の確保. 平成18年度日本火災学会研究発表会梗概集, 46-49
- 遊佐秀逸・吉川利文・須藤昌照・金城仁・並木勝義・増田秀昭. 2006b. 木質系構造の耐火性能に関
する研究 (その22) 鋼構造の燃え尽き型木材被覆による耐火性能の確保. 2006年度大会 (関東)
日本建築学会学術講演梗概集, 61-62
- 遊佐秀逸・吉川利文・金城仁・並木勝義・中山伸吾・川北泰旦・片岡福彦・中川裕樹. 2007. 木質ハ
イブリッド構造の耐火性能に関する研究 (その15) 鋼構造の燃え尽き型木材被覆の検討 - 2. 平
成19年度日本火災学会研究発表会梗概集, 176-177
- 日本建築総合試験所制定 防耐火性能試験・評価業務方法書