

建築物の構造耐火性能の向上技術①



独立行政法人 建築研究所 防火研究グループ 上席研究員 萩原 一郎

I はじめに

一般に火災に強い、火災で壊れない建物をつくるためには、柱や梁などの部材を耐火被覆で保護することと、火災を閉じ込める防火区画を設けることが重要である。建築研究所では、近年の火災による高層ビルの倒壊事故などを踏まえ、建築物の火災時の安全性を向上させることを目指した研究を進めており、ここでは最近実施した建築物の耐火性能向上に関する研究について紹介する。

II 実大鋼構造部材の耐火性能

鉄骨・鋼は高層建築物などに幅広く利用されている材料である。鋼はもちろん燃えないが、火災による熱で高温になると強度が失われるため、柱や梁は大きく変形する恐れがある。火災による熱で高温になることを防ぐために、**鉄骨を耐火被覆という断熱性の高い材料で保護**する。

超高層建築物の地上近くに使われる柱は、建築基準法により耐火時間が3時間の性能が必要とされる。50階程度の高層建築物の1階を想定した実物大の鉄骨柱に、荷重を加えた状態で火熱を加え、耐火性能を確かめる実験を行った。

試験した鉄骨柱には、耐火時間が1時間に相当する耐火被覆を施していたが、耐火試験では実に**3時間以上も壊れなかった**。これは耐火被覆による断熱効果に加えて、鉄骨柱の寸法が大きいことが影響し、予想以上に耐火時間の余裕が大きくなったと考えられる。

また、耐火被覆が地震により損傷することを想定し、耐火被覆の25%を剥ぎ取った状態でも試験を行った。耐火被覆による断熱効果が失われた結果、耐火時間は**僅か27分に減少した**。耐火被覆がない部分から直接火災の熱が大量に伝わったため、寸法が大きな鉄骨柱であっても、短時間で高温に達したためである。

今後、これらの結果を踏まえて、耐火被覆の損傷や脱落の防止対策など、地震後の火災安全性確保に関する研究に本格的に取り組む計画である。



図1 火災の熱で大きく変形した鉄骨



図2 火災で上部が崩壊した高層ビル

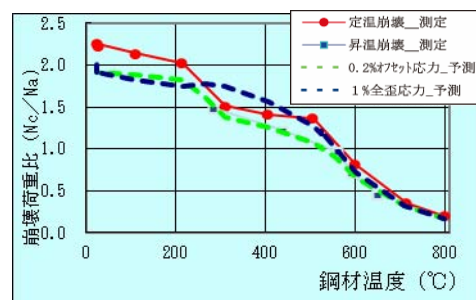


図3 柱崩壊荷重比と鋼材温度との関係

部材温度が高いほど、崩壊に至る荷重の大きさが小さくなる。



図4 耐火被覆を25%剥ぎ取った実験後の試験体
耐火被覆が健全な場合と比較して、耐火時間が大幅に減少した。

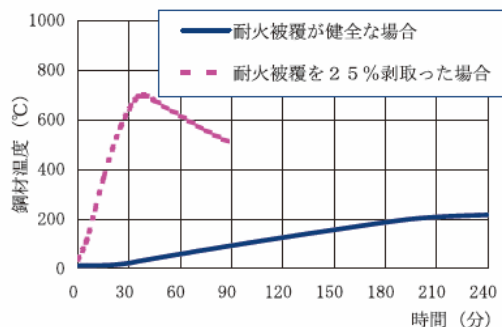


図5 耐火被覆が健全な場合と25%剥ぎ取った場合の鋼材温度履歴の違い

建築物の構造耐火性能の向上技術②

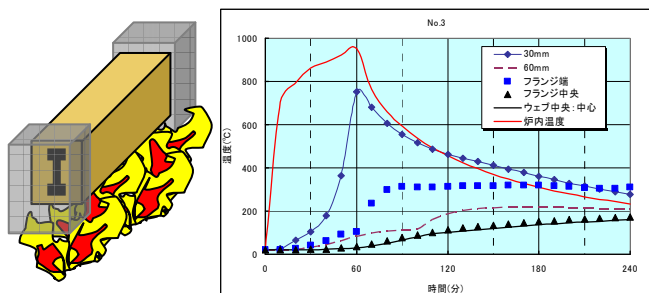


独立行政法人 建築研究所

防火研究グループ 上席研究員 萩原 一郎

Ⅲ 木造による耐火建築物

木材は燃えやすいという欠点がある。そこで、木材と鋼を組合せて、鉄骨の周囲に集成材(断面寸法の小さい板を接着剤で再構成したもの)を貼り付けた部材を開発した。この部材が火災の熱を受けると、まず表面の集成材が燃焼するが、**燃焼時に炭化層を形成し、いわば耐火被覆の役割**を果たすため、その断熱効果により鉄骨の温度上昇を防ぐことができる。火災の熱を取り去った後は、集成材の部分が燃え残る。この木材(集成材)と鉄骨を組み合わせた部材は、「**燃え止まり部材**」と呼ばれ、**耐火1時間の性能を有している柱や梁**が開発されている。



一定時間加熱後も、鉄骨は許容温度以下



← 燃焼、炭化による断面欠損の部分

図6 燃え止まり部材による載荷加熱試験の結果

「燃え止まり部材」の柱と梁を使用し、4階建て事務所ビルを設計し、その一部分を実際に建てて**実大規模の火災実験**を行った。火災終了後の被害状況を調査した結果、柱や梁には部材毎による耐火試験と同様に燃え止まりが確認され、その耐火性能が確かめられた。



図7 実大火災実験の様子と部材の燃え止まりの状況

既に、耐火建築物が要求される建築物に、**木材を利用した建築物が次々と建設**されている。最近、木材は持続可能な材料としても、また省CO2という面からも、世界的に注目を集めている建築材料であることから、**火災安全性を確保しつつ、木材の利用拡大を目指した研究開発**を継続することが今後も期待されている。

Ⅳ コンクリート部材の爆裂防止

長時間にわたり激しい火災の熱にさらされた場合には、部材の表面が爆裂し、コンクリートの一部が大きく剥ぎ取られる。このようなコンクリートの爆裂を防止することが重要である。

コンクリートの爆裂メカニズムは諸説あるが、コンクリート内にあるスポンジ状の空隙に、火災による熱を受けた水蒸気の圧力が上昇して破壊が発生する説が有力である。そこで、**水蒸気による圧力を外部に逃がす道をつくる**ために有機繊維をコンクリートに混入する方法を検討した。有機繊維は比較的低い温度で熔融するため、水蒸気圧を逃がす効果が期待できる。その結果、ある程度**爆裂による損傷を抑える**ことが実験により確かめられた。

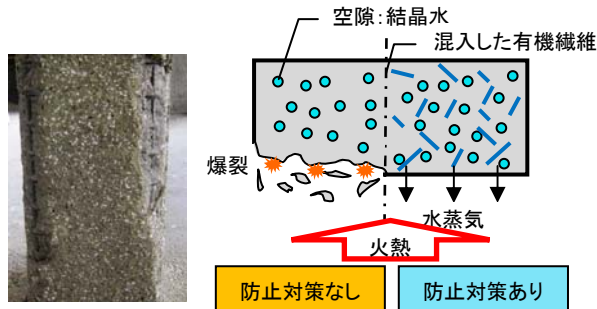


図8 コンクリート部材の爆裂メカニズムと防止対策

Ⅴ おわりに

防火研究グループでは火災現象の解明から、様々な防火対策の性能評価、防火基準の性能規定化などの課題に取り組んでいる。より火災安全性の高い建築物を実現するため、**建築物に必要な耐火性能に関する研究課題**に取り組んで行く予定である。

関連する主な研究課題:
鋼部材の火災による崩壊の臨界点の解明(H19-21) 茂木 武
伝統的木造建築物の保全に資する構造・防火関連の技術開発(H18-20) 萩原一郎、増田秀昭他
木質複合建築構造技術の開発フォローアップ(H16-17) 萩原一郎、増田秀昭、成瀬友宏他
木質複合建築構造技術の開発(H11-15) 河野 守、増田秀昭他
鋼構造建築物の耐火性能評価ツールの開発(H14-16) 河野 守、増田秀昭、茂木 武