

## 東京理科大学「火災安全科学研究拠点」

### ■ 研究成果概要報告書

研究課題		地震被害を被った鋼構造物の耐火性能 (継続課題)	実施年度 平成22年度
研究代表者	所属	筑波大学大学院	
	氏名	鈴木弘之	
<b>1. 研究の背景および目的</b>  建築物の柱・梁などの耐力部材の性能と区画部材の性能は相互に依存しあっているため、一方が損傷を被ると他方の性能に影響する。地震等による建築物の損傷は、防耐火上主要な区画部材や耐火被覆材等の断熱部材にも及ぶことが想定されることから、たとえ耐力部材の損傷が一定程度以下であったとしても、区画部材や耐火被覆材が亀裂等の損傷を被るとその防火・耐火性能は著しく低下する。また、火災加熱を受ける鋼架構では、柱には1/50程度の部材角が生じることや、架構全体に亘る応力再配分が行われて、部材の変形はさらに大きくなることも解析的に明らかとなっており、耐火被覆には十分な変形追従性を確保しておく必要があるといえる。しかし、現在一般的に行われている耐火試験は、上記の変形挙動を全く考慮しておらず、架構の真の耐火性能を調べるための試験としては極めて不十分である。本研究は、この点を踏まえ、昨年度と同様に、耐火被覆材の火災時における健全性・変形追従性と、損傷を被った乾式壁の区画部材の保有耐火性能を明らかにすることを目的とする。本年度は、拠点実験施設を利用する実験としては、前者の耐火被覆材と鋼柱部材の火災時相互作用を明らかにする実験に注力した。			

## 2. 研究成果および考察（申請時の計画に対する達成度合いも含む）

耐火被覆された鋼柱の載荷加熱試験とその結果を要約する。

耐火被覆材に対する実験では、昨年度と同様に、吹き付けロックウール、けい酸カルシウム板および巻き付け被覆材を対象とし、長方形箱形断面に加えて正方形箱形断面の柱を扱う。実験方法は次の通り。中型複合炉内に被覆鋼柱を設置する。柱には、温度上昇と共に、一定軸力と梁の伸び出しに相当する水平変位が同時に加わる。軸力と変位は加力フレームに支持されたジャッキによって与える。3種被覆を各々通常形で施した試験体、被覆目地部処理を改良したものなど併せて10体を上回る試験を行った。次の実験結果を得た。

鋼が降伏する温度に達するまでに柱は1/100を超える部材角を来しているが、ここまでは柱は座屈も局部座屈もせず、つまり部材温度がそれに至るまでに上昇せず、耐火被覆材の損傷度も僅少に止まる。板被覆、巻き付け被覆では目地の開きに伴ってその付近の鋼材温度は若干増大する。

鋼断面が専ら軸力によって降伏する時間に達してしばらくすると、正方形断面柱には、曲げ座屈の先行をほとんど観察することなく局部座屈が発生する。局部座屈後、板被覆通常版では板が剥落し、鋼材温度は柱の広い範囲で急上昇して、得られる性能は芳しくない。そこで、被覆板の長手方向寸法を短縮する、全横目地は通し目地とする、各横目地と鋼柱の間にスペーサとしてセラミックファイバークラウド帯板を配するなどの改良版を設けた。そうすると、局部座屈による柱の局所的膨らみはスペーサ間の空間に発生して、これが被覆板の剥落を防止し、局部座屈後の極端な部材温度上昇は見られなくなるという性能向上を得た。

巻き付け被覆通常版の場合、被覆材の加熱に伴う収縮によって縦目地が開き、これが部材温度上昇速度を若干高める。並行して被覆材の脆化も進み、局部座屈後には被覆材は圧壊して一部は剥落し、柱温度の局所的な急上昇が観察される。縦目地の開きを防ぐべく、目地を被覆材のオーバーラップで覆う改良版を設けたところ、局部座屈前も後も、吹き付け被覆柱の部材温度上昇履歴に匹敵する性能向上を得た。

吹き付け被覆柱の加熱と強制変形同時作用に対する性能は良好である。その部材温度上昇性状は、単純な加熱非載荷試験のそれと遜色ない。局部座屈後の部材温度急上昇もほとんど見られない。

柱に局部座屈が発生すると、柱は与えた軸力を最早保持できなくなる。実験では、この後、火災加熱はそのまま延長、部材角は1/50を超えないように保持、除荷に至らないように鉛直ジャッキを押して柱を縮め続けるという実験を継続し、部材温度の上昇経緯と柱の軸力～軸縮み関係の両者を取得した。高温座屈後の耐火被覆柱の座屈後荷重変形関係は、過去に公表されたことはなく、大変貴重な資料である。現在、この荷重変形関係を解析的に検討する研究に着手したところである。

より詳しい実験結果を報告すべく、今夏の建築学会大会に発表予定の論文を別添資料とする。

### 3. 経費の使用状況

消耗品費・会議費・印刷費等		旅 費		人 件 費	
事 項	金額(千円)	事 項	金額(千円)	事 項	金額(千円)
実験消耗品 (セラミック ブランケット、熱電対)	473.130				
計	473.130	計	0	計	0

### 4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

本研究は、そもそも本来ならば、既に十分に検討されていなければならなかったはずであるにも拘わらず、法がそれを求めてないという理由もあって、放置され続けてきた問題の重要性を提起するために行った研究である。まだ、始まったばかりであり、今後検討されるべき関連課題は山積している。それらの幾つかを挙げることで展望に代える。

- ・壁については、加力の後の加熱試験ばかりでなく、加力(強制変形)と加熱の同時進行試験も必要である。
- ・壁の面内せん断試験ばかりでなく、壁が梁の火災時たわみに押される実験も必要である。
- ・火災時の変形に伴って、壁の四周に広がる隙間への対処方法を研究・開発する必要がある。
- ・梁と耐火被覆材の火災時相互作用については、今研究では割愛したが、この問題も重要である。
- ・巻き付け被覆・板による被覆法は、変形を考えると、取り付け方法の改良が望まれ、実規模実験による性能把握を目指すべきであるが、このためには試験装置開発研究をも伴う。

## 5. 成果の公表状況（学会への発表，学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

1. 水平変形を伴う耐火被覆鋼管柱の耐火性能 その 1：実験概要，鈴木弘之，鈴木淳一，小寺賢，大熊晃一路，足立格，伊藤卓，社団法人日本建築学会学術講演梗概集 A-2 分冊，p.50-51，2010
2. 水平変形を伴う耐火被覆鋼管柱の耐火性能 その 2：試験体概要，実験結果，足立格（筑波大），鈴木弘之，鈴木淳一，小寺賢，大熊晃一路，伊藤卓，社団法人日本建築学会学術講演梗概集 A-2 分冊，p.51-52，2010
3. 水平変形を伴う耐火被覆鋼管柱の耐火性能 その 3：実験考察，小寺賢（大成建設），鈴木弘之，鈴木淳一，大熊晃一路，足立格，伊藤卓，社団法人日本建築学会学術講演梗概集 A-2 分冊，p.53-54，2010
4. 損傷を被った間仕切壁の耐火性能に関する実験 その 1 実験概要，鈴木淳一，市原嵩紘，伊藤卓，鈴木弘之，大宮喜文，小寺賢，大熊晃一路，足立格，日本建築学会学術講演梗概集 A-2 分冊，p.145-146，2010
5. 損傷を被った間仕切壁の耐火性能に関する実験 その 2 面内せん断実験，伊藤卓，鈴木淳一，市原嵩紘，鈴木弘之，大宮喜文，小寺賢，大熊晃一路，足立格，日本建築学会学術講演梗概集 A-2 分冊，p.147-148，2010
6. 損傷を被った間仕切壁の耐火性能に関する実験 その 3 加熱実験，市原嵩紘，鈴木淳一，伊藤卓，鈴木弘之，大宮喜文，小寺賢，大熊晃一路，足立格，日本建築学会学術講演梗概集 A-2 分冊，p.149-150，2010
7. 梁の伸びだしを受ける耐火被覆鋼管柱の耐火性能、足立格、大熊晃一路、鈴木淳一、鈴木弘之、日本建築学会学術講演梗概集、2011，発表予定

※上記 5 に記載された成果公表については，別刷 1 部を研究事務課まで提出願います。PDF ファイル等の電子データでも構いません。

※本成果報告概要書に記載された内容は，本拠点の成果報告として Web 等で公開されることをお含み置き下さい。

※本成果報告概要書と併せて，研究報告書を提出頂いても構いません。（フォーマットは問いません。）