

## 鋼材等の受熱影響と出火箇所

### 一、概要

建物火災の燃え方は、耐火造と木造でその形態が大きく相違します。とりわけ開口部の大きさ、形などの条件は火災中期から最盛期へと進展する際の燃え広がりに影響を与えます。このため、建物の火災実験においても開口部をどのように設定するかによって、実験の目的が変わることになります。

さて、これを実際の火災調査現場の焼損状況から見ると、火災中期以後に開口部としての屋根の構造が火災の燃え広がりを左右します。

平屋建物で屋根が瓦葺きの場合、早く落下した瓦付近の直下が概ね出火

箇所として、可燃物量に応じて横方向へ延焼拡大します。屋根がトタン葺き

の場合は、立ち上がった火炎が屋根で抑えられ、出火箇所の付近に近い開口部に火炎が噴出し、その後は横方向へと広がります。このため、この部分のトタン屋根は焼損による変色が強く現れます。つまり、屋根の構造材の見分が出火箇所判定の大まかな指標となり、その後の調査活動を容易にします。しかし、屋根等の構造がコンクリート造

の場合は、開口部が限定され、火災の火流が開口部へと流れ、吸気・排気が同時に行われて、複雑な焼損状況を示すこととなります。耐火建物の火災では、火災中期以後に室内が換気の形態

がアルミニウムの溶融で、窓枠のサッシの溶けが焼けの方向性を現す指標となります。金属類の熱に対する溶融・変形を手がかりとして、出火箇所の判定を行うことが多くありますが、溶融に至らない場合でも鋼材等の金属は金属組織に受熱影響を受けています。

### 三、火災熱による表面変化

#### (一)、テンパーカラー

表1 主な金属の融点

元素	融点
亜鉛	419度
アルミニウム	660度
錫	232度
鉄	1535度
銅	1084度

[理料年表より]

次に熱に対して、金属類の融点があります(表1参照)。火災調査で一番利用されるの

は、磨耗に強い鋼材もありません。含有することによって錆にくく、磨耗に強い鋼材もありません。

このように、鉄はC(炭素)の含有量が少なくと柔らかく、多いと硬くなります。これらは、製造工程中の熱処理(焼き入れ等)の仕方により変化します。更に、鋼材の中に色々な元素が入り込むことによって特殊な鋼材となります。その主な元素として、C(炭素)、P(燐)、Si(けい素)、Mn(マンガ

表2 テンパーカラー

加熱温度	ステンレス鋼(SUS304)	冷延鋼材
300度	わずかに薄褐色	薄い黄褐色
400度	わずかに濃い薄褐色	わずかに濃い黄褐色
500度	薄い赤紫色	薄紫色
600度	赤紫色	暗紫色
700度	濃い赤紫色	灰色に近い暗紫色
800度	紫色	黒紫色
900度	暗青色	灰色(酸化鉄色)
1000度	灰色(酸化鉄色)	灰色(酸化鉄色)

加熱温度は、耐火建物標準加熱曲線(JIS A1304)により鋼材を加熱した温度(写真1参照)。

写真1 ステンレス鋼のテンパーカラー

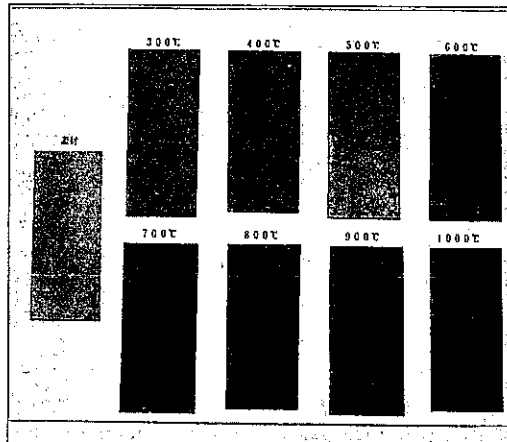


写真1がカラーでないのが残念ですが、鋼材は受熱温度により表面の「色変化」を生じます。これを「テンパーカラー」と呼びます(カラー写真集は平成四年火災調査事務本部教養で各署に配布しています)。ステンレス鋼と冷延鋼板の例でテンパーカラーを表現すると表2のようになります。

これが火災調査上、従来からよく

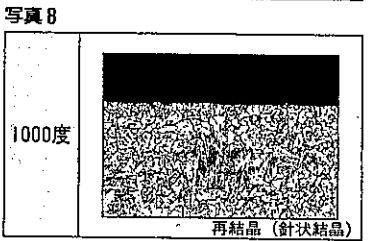
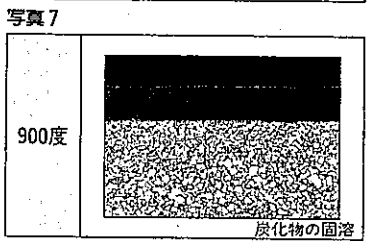
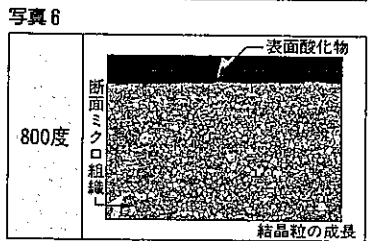
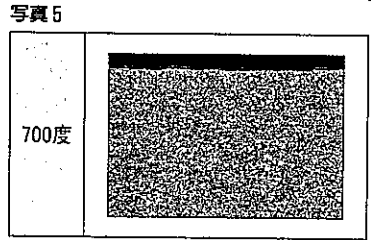
に支配された燃焼性状となり、出火箇所と建具等の焼損の相関性が弱く、出火箇所の判定が難しくなります。このため、室内の家具等を詳細に比較見分しなければならず、可燃物の焼損が激しい時には判定材料が限定されてしまいます。そこで、室内の不燃材として残存する「鋼材等」に着目して、受熱影響の強弱を判定する方法を紹介します。

### 二、鋼材等の特徴

鋼材と言っても色々な種類があります。Fe(鉄)にC(炭素)が混ざる割合で鉄、鋼、鋳物

分類	炭素含有量
鉄	0~0.04%
鋼	0.04~2.1%
鋳物	2.1~6.7%

写真5~8 冷延鋼板—加熱水冷材のミクロ組織 (×100)



このように、現場の鋼材の「酸化物」の厚さから受熱影響の強弱がわかるようになります。

四、火災熱によるミクロ組織の変化

冷延鋼板の受熱による変化を断面で切断研磨して、その金属組織のミクロ（一〇〇倍）観察を行いました。

その結果によると、七〇〇度までは変化は見られませんが、八〇〇度になると高温下での鉄の二次結晶が生じて「粗大な粒」が中央部に生成しはじめ、表面付近はまだ微細な元の組織のままです。写真5~8が高温下での金属結

晶の変化を示したものです。九〇〇度になると全面的に粗大化し、一〇〇〇度になると全面的に極めて大きな再結晶粒となることが分かります。

ステンレス鋼 (SUS304) では、七〇〇度付近で含有物のCrが粒界へ析出しはじめ、八〇〇~九〇〇度になると全面的に析出して粒界の境界面が顕微鏡ではっきり分かるようになり、結晶粒の丸みを帯びてくるようになります。

五、まとめ

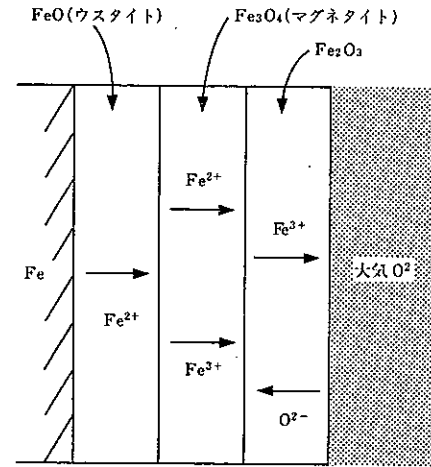
表面変化とミクロ組織の変化を示しましたが、鋼材の受熱影響試験には、

他に「引張試験」「表面、断面硬さ試験」などがあります。しかし、これらの試験法は、受熱影響に対する測定値の変化が少なく、反面、個々の部材の測定上のバラツキが大きいため、「熱影響の判定法としては信頼性が低い」という委託研究結果が得られました。このため、火災調査上の鋼材の受熱影響の指標としては、上記二つの方法を用いることとしていきます。

温度の低い範囲、あるいは受熱による酸化が弱い範囲では、視認によるテンパーカラーの色変化が有効であり、更に上の高温範囲では酸化物の厚さと断面の金属組織のミクロ観察が有効となります。そして、さらに高温下では溶解・変形することにより、倒壊方向や特異な屈曲箇所などを比較検討して見分けることとなりますが、この場合でも金属組織のミクロ観察が有効となります。

(文責 北村)

図 鋼材の酸化表面の断面図



われる、鋼材の強く焼けたと見分される時の「なすび色」赤紫色」の根拠です。約八〇〇度以上で受熱していたことになり、耐火建物火災での高温域に大体一致しています。

テンパーカラーの生じる理由は、図に鉄の酸化形態を示しましたが、この形態は温度によって各層の厚さが異なり、五七〇度以上では図のように三層になり、それ以下の温度では二層しかできません。この表面酸化物の受熱温度による厚さの違いが、入射光に対す

(一) 酸化皮膜の変化

鋼材は、六〇〇度ぐらいまではその断面観察では表面の変化はあまりないのですが、それ以上になると急速に酸化物の成長があり、厚くなってきます。高温になるほど、また、長時間になるほど酸化は進み、酸化物の断面厚さが受熱影響の強弱を判

る反射光の位相差(干渉差)となって、色調(色変化)を生じさせます。特に、酸化腐食性の強いステンレス鋼では、光の波長の位相差に相当する酸化しか進まないため、低温から高温領域にわたるテンパーカラーがきれいに現れます。

なお、一般にはロッカーや家庭用電気製品など塗装(有機皮膜)してある鋼材の場合は、三〇〇度で表面の塗装膜が黒く焼損し、四〇〇度で白っぽい粉状の付着物となって六〇〇度で付着物が焼けてうすくなり、それ以上の高温では表面酸化に移行します。

写真2 低い受熱塗装が白く付着している



写真3 中程度の受熱酸化物が形成されている



写真4 強い受熱酸化物が一部剝離している



定する指標となります。

これを実際に、準耐火建築物火災での三カ所の鉄の梁の表面状態の見分写真2~4で見比べてみます。梁は、通称Cチャンネルと言われるコの字型の冷延鋼材で、表面に錆止め塗装がなされています。

写真2では、塗装膜が焼けて粉状の付着物となっており、写真3では塗装膜はなくなって酸化皮膜が少し浮き上がった状態となり、写真4では酸化皮膜が厚くなって一部剝離しています。