

1) - 2 歴史的細街路における三項道路指定の活用と付帯的防火規制の検証に関する研究

Application of Paragraph 3, Article 42 of the Building Standard Law for the Preservation of Alleys in Historic Districts and Verification of Supplementary Fire Safety Regulations

(研究期間 平成 24~26 年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering

樋本圭佑
Keisuke Himoto

This study analyzes the applicability of paragraph 3, article 42 of the Building Standard Law for the preservation of historic alleys. Reduced scale experiments on heat transfer within an alley in case of fire and temperature-rise under an eave were conducted in order to investigate the behavior of fire spread between buildings. For the improvement of the fire spread simulation, critical condition for fire spread from a fire room to adjacent room was investigated by conducting a compartment fire experiment. As for the fire risk assessment, questionnaire survey for post-earthquake ignition following the Tohoku earthquake was conducted and a probabilistic model was developed. Requirement of the present regulation was analyzed from the perspective of fire spread risk and evacuation safety. Survey on construction type was conducted in Kyoto city and a model for estimating the ratio of buildings unqualified to the present regulation is developed with additional statistical data on houses and land use.

[研究目的及び経過]

本研究では、歴史的細街路で発生する火災の延焼危険性を実験的に明らかにすると同時に、実験結果を踏まえてこれまでに開発をした延焼モデルを改良し、合理的な地震火災リスク評価につなげる。また、火災安全工学の知見を活用することで、三項道路規定を防火的な観点から分析し、付帯的防火規制の整備に向けた基礎的検討を行うことを目的とする。

[研究内容]

(1) 細街路火災の危険性の分析

まず、1/5 ならびに 1/10 縮尺の細街路模型を用いた燃焼実験を行うことで、細街路内の一画で火災が発生した場合の隣接家屋への延焼危険性を評価した(図 1)。具体的には、火炎噴出形態、開口幅、前面道路幅、庇の有無、燃料種別を変数とする実験を実施した。このとき、対向する非火災建物の 1 階、2 階および屋根面に入射する熱流束を測定することで、噴出火炎の基礎的な特性について分析を加えた。

歴史的市街地では、通りに沿って建物の前面位置や軒の高さが調整される上、軒材料には木材が露出した状態で使用されることが少なくないため、一般の市街地と比べて、軒下火炎によって隣棟延焼が発生する危険性が高い。そこで、模型実験を行って、軒下部に衝突する火炎の熱伝達特性について調べた。軒断面形状、バーナー形状・設置位置、火源規模といった条件を変えながら、軒下部および軒材料表面の温度分布や軒への入射熱流束、

火炎長さなどを計測した。模型実験の結果、軒下の最大温度上昇 ΔT_{max} ならびに入射熱流束 q'' の減衰特性と、火源設置位置を始点とする無次元距離 $(x+H)/L$ との間に

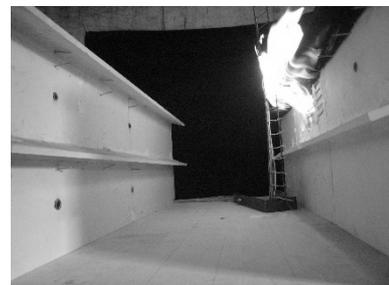


図 1 縮尺模型実験の様子

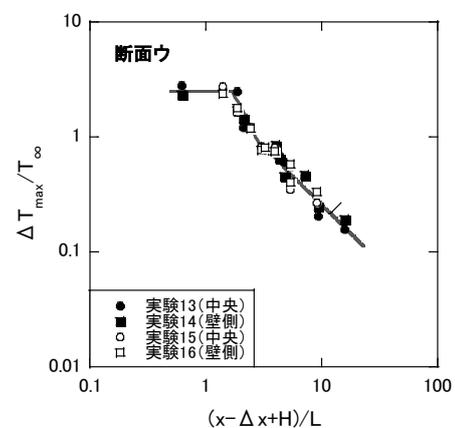


図 2 軒下の最高温度上昇 ($z=50\text{mm}$)

一定の関係が見られることを確認した。また、 ΔT_{max} は、連続火炎領域において一定値をとり、熱気流領域におい

て $(x + H)/L$ の-1 乗に比例して減衰することを解析的に示し、実験結果からもこの妥当性を確認した(図 2)。

(2) 市街地火災リスク評価手法の改良

開発中の市街地火災延焼性状予測モデルを改良するため、隣接する 2 区画からなる幅 1800mm×奥行き 900mm×高さ 720mm の区画モデルを利用した燃焼実験を行い、片側の区画で発生した火災が隣接する区画に延焼する速さについて調べた。具体的には、燃料種別、開口形状、開口の有無を変数とする実験を実施した。この時、火災区画から火災区画への延焼時間に加え、区画内の温度分布、可燃物の重量減少、可燃物周辺への入射熱流束、区画間の差圧を測定することで、区画間火災拡大速度の支配的要因について考察を加えた。また、出火室の発熱速度をバーナーで調節し、非出火室側に木材クリブを設置した実験を行ったところ、非出火室の火災成長速度は、入射熱流束の二乗量累積値に比例する結果が得られた(図 3)。

市街地火災は地震時に発生する可能性が高く、その際の出火確率がリスク評価の際には必要となる。そこで、東北地方太平洋沖地震の発生から 1 ヶ月間の、東日本 698 市区町村の出火データをアンケート調査により収集し(図 4)、同地震による津波浸水区域外で発生した火災(地震関連火災)の出火傾向を分析した。まず、河角式を用いた分析では、同地震と兵庫県南部地震における地震関連火災の出火確率の比較を行い、両者に顕著な違いが見られないことを確認した。次に、ポアソン分布を誤差構造とする一般化線形モデルを適用することで、市区町村ごとの出火件数を予測するモデルを構築した。この結果、「震度」、「加速度応答(1.0s)」、「SI 値」を採用したモデルの AIC が最小となった。

(3) 建築基準法の要求性能の分析

延焼危険性の評価にあたって、盛期火災状態にある建築物からの加熱を受けた場合の、基準的な着火時間 $t_{ig,cr}$ を設定し、防火規制後の外装材が着火するか開口部材が脱落するまでの時間 t_{ig} がこれを上回った場合に、建築基準法で想定される以上の安全性が確保されているものと見なされる。通路幅と開口寸法に着目して部材着火時間に関する分析を行った結果、幅 D の通路に面する建物の開口面積 A は次式のような制限を掛けることで建築基準法が想定する安全性を担保できることを示した。

$$\frac{A}{A_{cr}} \leq \left(\frac{D}{4}\right)^2$$

(1)

また、仮想的な細街路を対象とした延焼シミュレーションの結果をもとに、通路幅と開口部材が満足すべき性能

の違いについて考察を加えた。

避難安全性については、人体がうける輻射受熱強度と暴露時間に対する限界値を定め、その限界値に達することなく避難できるよう、建築物側の防火上の条件を検討した。この結果、開口面積 A に次式のような条件は制限を設けることで建築基準法が想定する安全性を担保できることを示した。

$$A < 5.25 \cdot \left(\frac{1}{\gamma}\right)^{4/5} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{8/5} \cdot v^{2/5}$$

(2)

ただし、 γ は開口部材による放射低減係数、 v は避難者の歩行速度である。

京都市内の 4 地区における建物外観調査を実施し、これに建物規模や階数などの情報や防火地域指定の変遷と重ね合わせることで、地区内における小地域単位の既存不適格率を推定した。また、この結果を住宅土地統計調査のいくつかの指標と比較、分析した。

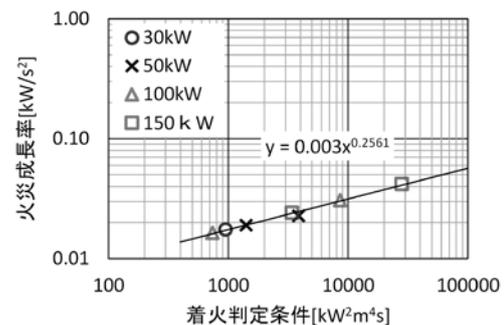


図 3 着火判定条件と火災成長率の関係

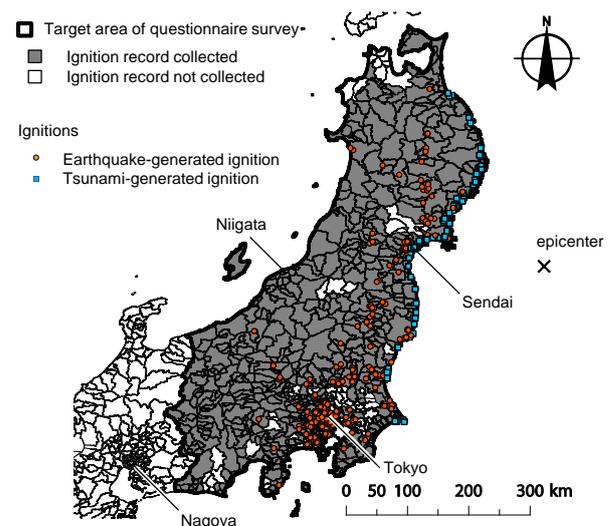


図 4 アンケート調査により明らかとなった出火点
(2011 年東北地方太平洋沖地震)