

中高層建築物の地震火災被害評価に関する研究(1)



国立研究開発法人 建築研究所 防火研究グループ 主任研究員 樋本圭佑

はじめに

中高層建築物には多数の利用者がある一方、垂直方向の避難経路が限定されるため、火災時には、非地震時であっても大規模な被害が発生する潜在的な危険性を抱えている。このため、中高層建築物では、低層建築物に比べて高い防火性能が要求されており、平常時にこうした危険性が顕在化することは少ない。しかし、揺れによって構造的・設備的な被害が発生すれば、本来の防火上の備えが十分に機能しなくなる上、地震の影響が広域に及んでいれば、消防隊の対応能力も低下することから、火災リスクの上昇は避けられない。

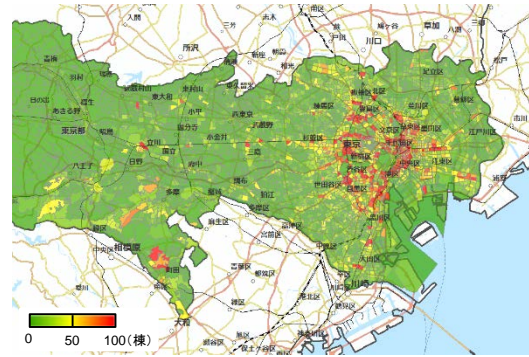


図1 都内の高層建築物の分布

過去の火災事例

地震時には、密集市街地で発生する広域延焼火災に関心が集まりやすいが、中高層建築物の火災も発生している(写真1, 2)。1995年の兵庫県南部地震では、市街地火災とならなかった火災のうち、4階建て以上の中高層建築物から出火した火災は34件である。2011年の東北地方太平洋沖地震については、中高層建築物火災の総数は明らかになっていない。しかし、アンケート調査により出火建物の階数等が明らかになった144件の建物火災のうち、約1/3にあたる44件が中高層建築物で発生している。中高層建築物で発生した火災の内訳を比較したものを図2に示す。建物の用途構成比率は、両地震で一致しているとは限らないが、出火建物の用途構成比率は類似している。



写真1 7階建共同住宅での火災
日本建築学会:阪神・淡路大震災調査報告(1998)



写真2 8階建共同住宅での火災
日本火災学会:東日本大震災火災等調査報告書(2011)

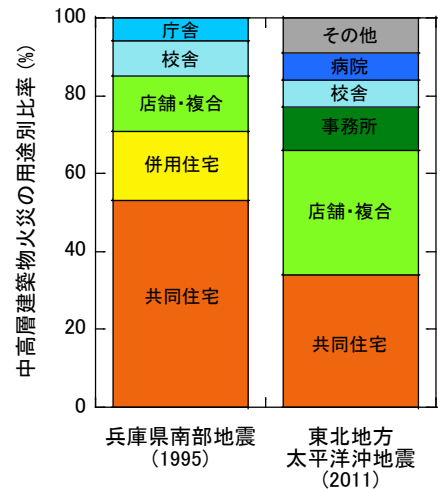


図2 中高層建築物火災の内訳

火災被害を拡大させる要因

過去の地震時には、防火関連設備の被害について調査をされている(写真3, 4)。ここでは、こうした調査の結果に、ロジスティック関数を適用することで、防火関連設備の耐震信頼性を評価する。

$$p = \frac{\exp(B_0 + B_1 x)}{1 + \exp(B_0 + B_1 x)}$$

ただし、対象とした設備は、火災性状への影響が大きいと考えられる消火器、屋内消火栓設備、スプリンクラー設備、機械排煙設備、防火戸、自動火災報知設備の6種類である。このうち屋内消火栓設備とスプリンクラー設備の推定結果を図3, 4に示す。なお、本検討で採用した被害率モデルは、データの制約上、建物ごとの被害の有無を判定するモデルとなっている。



写真3 防火シャッターの損傷例
日本火災学会:東日本大震災火災等調査報告書(2011)



写真4 防火扉の損傷例
日本火災学会:東日本大震災火災等調査報告書(2011)

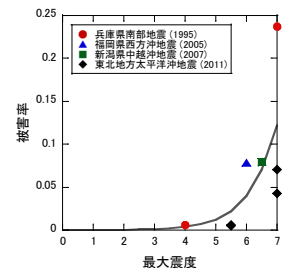


図3 被率率(屋内消火栓設備)

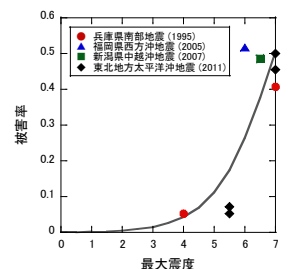


図4 被率率(スプリンクラー設備)

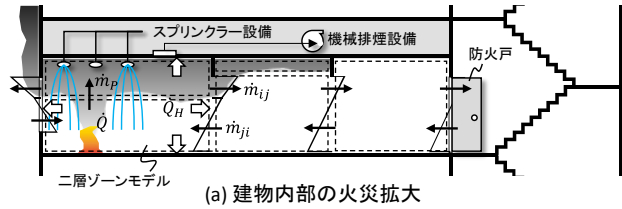
中高層建築物の地震火災被害評価に関する研究(2)



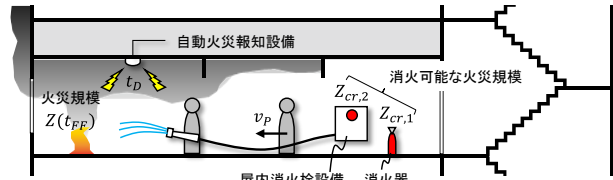
国立研究開発法人 建築研究所 防火研究グループ 主任研究員 樋本圭佑

評価モデルの概要

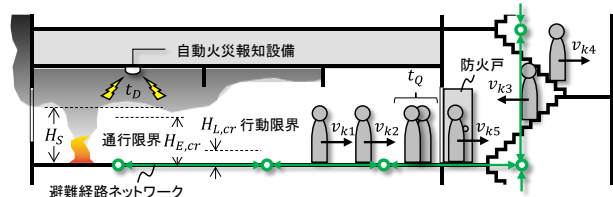
本研究では、地震の揺れにより防火関連設備が被害を受けた建物での、(a) 火災拡大性状の予測、(b) 在館者による初期消火活動の予測、(c) 在館者の避難行動の予測、を達成させることで、被害評価手法を整備した(図5)。このうち、(a)については、二層ゾーンモデルを拡張することで、防火関連設備による効果を考慮した予測を行う。(b)については、(a)で計算される消火活動開始時点における火災の $Z(t_{FF})$ と、消火器もしくは屋内消火栓設備によって消火可能な火災の規模 Z_{cr} との対比から、消火の成否を判定する。(c)については、室をノード、扉をリンクとみなす経路ネットワーク上の在館者の避難を予測し、(a)で計算される煙層高さ H_S の情報と重ね合わせることで、避難不能者の発生を予測する(図6)。



(a) 建物内部の火災拡大



(b) 在館者による初期消火活動



(c) 在館者の避難行動

図5 火災被害予測モデルの構成

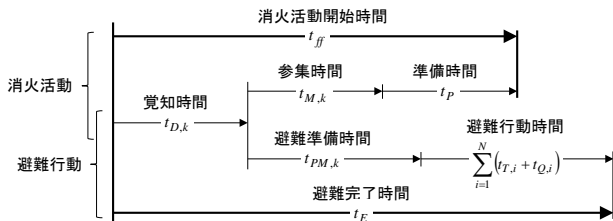


図6 消火活動ならびに避難行動に要する時間

ケーススタディ

地震動により防火関連設備が被害を受けた中高層建築物において、火災リスクがどのように変化するかを調べるため、仮想的な高層建築物を対象としたケーススタディを行った。検討対象とした建築物は、地上10階建、基準階床面積1,490m²の事務所ビルである(図7)。ここでは、地震による揺れの条件を変更しながら、モンテカルロシミュレーションを行って、建物内部で発生する火災により発生する煙損面積と避難不能者数を評価した。モンテカルロシミュレーションにより得られた、煙損面積と避難不能者数の累積発生確率を図8、9に、それらの期待値を図10に示す。

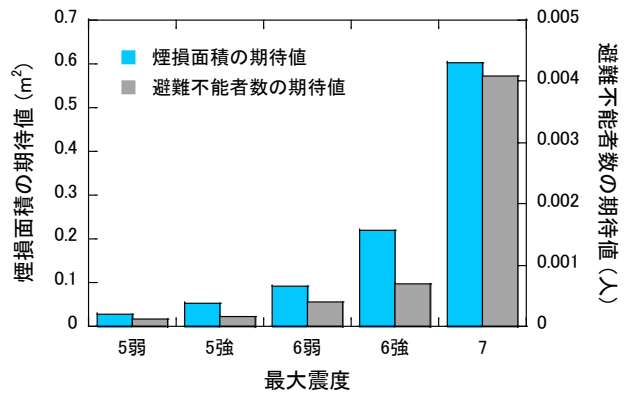


図10 煙損面積と避難不能者数の期待値

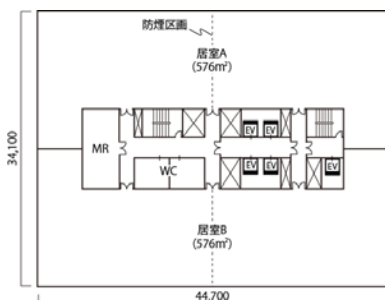


図7 対象建物の基準階

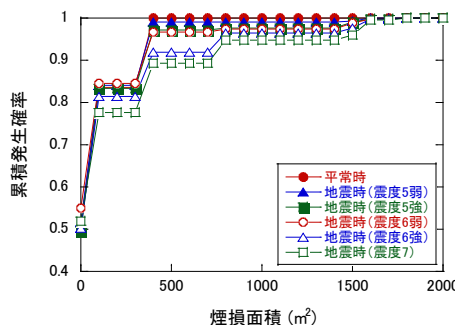


図8 煙損面積の累積発生確率

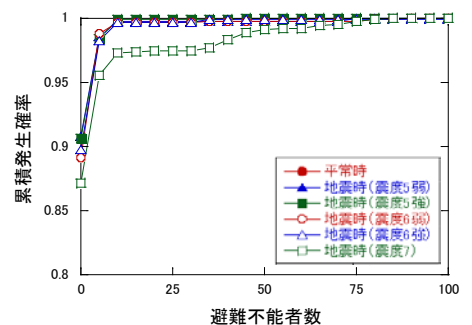


図9 避難不能者数の累積発生確率