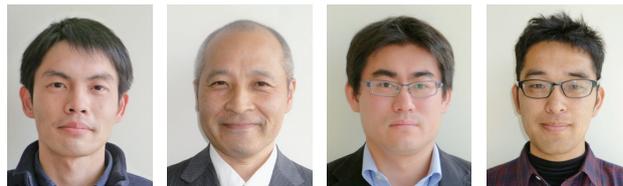


# 非住宅建築物の防火性能の高度化に資する新しい性能評価指標及び評価プログラムの開発



(研究期間：令和2年度～令和4年度)

建築研究部 防火基準研究室

主任研究官(博士(工学)) 樋本 圭佑 室長 博士(工学) 成瀬 友宏 主任研究官(博士(工学)) 鈴木 淳一 主任研究官(博士(工学)) 水上 点晴

(キーワード) 非住宅建築物、防火性能、機能維持性能、性能評価指標

国土を強靱化し、国民のいのちとくらしをまもる研究

## 1. はじめに

建築物に対して建築基準法が要求する防火性能は、生命の保護等の観点から必要とみなされる最低限の水準に留められている。このため、同基準を遵守することは、必ずしも大きな火災被害の発生防止を保証するものではない。近年は、基準に適合した建築物でも火災時の被害が大規模化し、長期間にわたり使用できなくなったり、建て替えが必要となったりする事例が散発している。こうした状況にあっては、最低限の水準を上回る防火性能を確保することに対する需要が一定程度存在するものと考えられる。しかし、特に非住宅建築物については、性能表示制度等の評価の枠組みが未整備のままとなっている。

そこで本研究では非住宅建築物に着目し、火災被害を受けた後の機能維持性能を定量的に評価する枠組みについて検討する。

## 2. 機能維持性能

ここでは、供用期間中に建築物が提供する機能の時間累計が、火災被害による低減を経ても、なお保持されている割合を機能継続性能と定義する(図-1)。

$$R = \int_{t_0}^{t_L} \frac{F(t)}{t_L - t_0} dt \quad (1)$$

ただし、 $F(t)$ は建築物の機能率、 $t_0$ は分析開始時点、 $t_L$ は分析終了期間である。機能率 $F(t)$ は、建築物全体の状態を表す変数であるが、建築物内で発生する火災は、建築物を構成する防火区画ごとに独立して進展するものと考えられる。そこで、機能率を防火

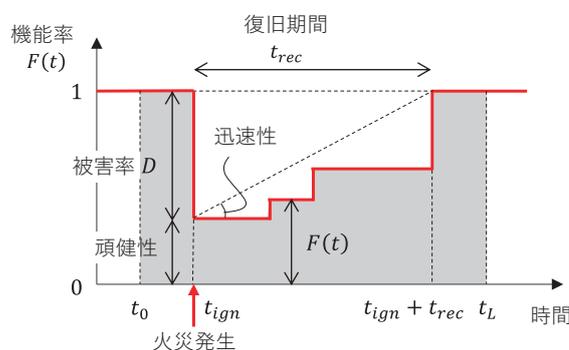


図-1 火災被害を受けた建築物の機能維持性能

区画単位で評価することとし、次のように建築物全体の機能率 $F(t)$ を計算する。

$$F(t) = \frac{\sum_{i=1}^N w_i f_i(t)}{N} \quad (2a)$$

$$f_i = \begin{cases} 1 & (t < t_{ign}) \\ 0 & (t_{ign} \leq t \leq t_{ign} + t_{rec,i}) \\ 1 & (t_{ign} + t_{rec,i} < t) \end{cases} \quad (2b)$$

ここで、 $N$ は建築物内の防火区画数、 $i$ は防火区画の識別子、 $w_i$ は当該防火区画の機能上の重要度に応じた重み付け係数 ( $\sum_{i=1}^N w_i = N$ )、 $f_i(t)$ は防火区画 $i$ の機能率、 $t_{ign}$ は火災発生時点、 $t_{rec,i}$ は復旧期間である。

ところで建築物は、火災加熱に対する耐性が異なる様々な部材で構成されている。同じ防火区画内であっても、被害の程度や、被害を受けた場合の復旧作業の工程は部材により大きく異なることから、建築物を構成する部材を、構造部材 $S$ 、非構造部材 $NS$ 、設備 $E$ 、収納物 $F$ に分類する。防火区画が使用可能な状態となるには、これら全ての部材の復旧が前提と

なることから、防火区画*i*の復旧期間 $t_{rec,i}$ は、

$$t_{rec,i} = \max\{\sum_x t_{rec,i(x)}, t_{rec(R),i}\} \quad (x = S, NS, E, F) \quad (3)$$

ここで、 $t_{rec,i(x)}$ は防火区画*i*を構成する部材*x* ( $x = S, NS, E, F$ ) の復旧期間であるが、簡単のため、各部材の復旧作業は同時並行的に進められず、いずれかの作業が終了した段階で次の作業に取り掛かることのできるものと仮定している。また、 $t_{rec(R),i}$ は防火区画*i*が稼働するための前提となる他の防火区画が復旧するまでに要する時間である。

防火区画の復旧期間 $t_{rec,i}$ の評価には、建築物内でどのような火災が発生するのかを把握した上で、どの範囲に対して、どの程度の被害が及ぶのかを評価する必要がある。ただし、各種不確実要因の影響により、防火区画内で発生する火災の性状は一意に定められないことから、ここでは次のような確率的な考え方を採用して $t_{rec,i(x)}$ を求める。

$$t_{rec,i(x)} = \int_t t(D_{i(x)}) \cdot p(D_{i(x)}|t_{fire,i}^*) \cdot p(t_{fire,i}^*) dt_{fire} \quad (4)$$

ここで、 $t_{fire}^*$ は等価火災継続時間、 $D$ は火災による被害率、 $t(D)$ は被害程度が*D*であった場合の復旧期間を表している。

### 3. ケーススタディ

上記手法の特徴を整理するため、図-2に示す鉄骨造、3階建て、延床面積3,432 m<sup>2</sup>の事務所建築物を対象とするケーススタディを行った。ここでは、表に示す3項目（耐火時間 $t_R$  (RS)、スプリンクラー設備の設置 (SP)、室Dの区画化 (C)) に着目し、これらの対策の組み合わせに応じた機能継続性能の変化を調べた。ただし、機能継続性能を求める際に必要となる分析期間 $t_L - t_0$ は出火後1年間に固定した。また、簡単のため、火災後にいずれかの防火区画で復旧作業が行われている場合には、建築物全体が使用不能な状態にあるものとした。

計算結果を図-3に示す。基本となる条件Oは、主要構造部の耐火時間 $t_R$ が60分、スプリンクラー設備な

し、室Dの区画化なしの条件である。この時、復旧期間 $t_{rec}$ は82.6日、機能継続性能は0.774となった。これに対し、3項目のいずれかを改善した条件RS, C, SPでは、復旧期間 $t_{rec}$ が49.4~70.3日（条件Oに対する低減率は14.9~40.2%）に、機能継続性能は0.807~0.865（条件Oに対する増加率は4.3~11.8%）となった。複数の項目を改善した条件のうち、機能継続性能が最も改善した条件はRS+C+SPであり、復旧期間 $t_{rec}$ は29.9日（低減率63.8%）、機能継続性能は0.918（増加率18.6%）となった。

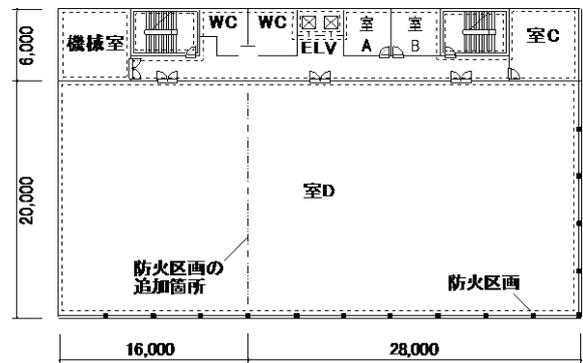


図-2 対象建築物の基準階平面図

表 計算条件

条件	項目	基本案(O)	改良案
RS	耐火時間 $t_R$	主要構造部	60 min / 90 min
		外窓	20 min
SP	スプリンクラー設備	なし	あり
C	室Dの防火区画分割数	1	2

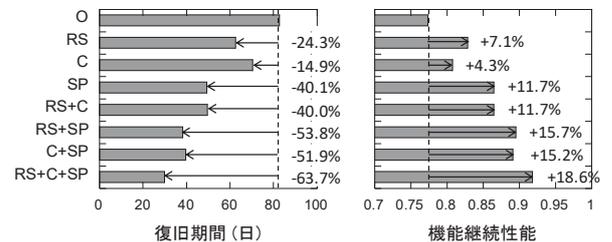


図-3 復旧期間と機能継続性能の計算結果

### 4. まとめ

機能継続上は、特に、設備Eや収納物Fの被害の影響が大きいと考えられることから、今後、適切な評価を行えるように検討を進める。