

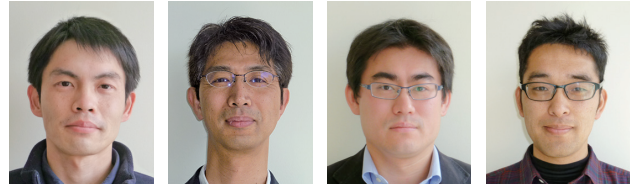
非住宅建築物の防火性能の高度化に資する新しい性能指標および評価プログラムの開発

(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 (修士(工学))) 岩見 達也 主任研究官 (博士(工学)) 鈴木 淳一 主任研究員 (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



1. はじめに

本研究では非住宅建築物が火災被害を受けた後の機能維持性能の評価の枠組み構築を進めている。本稿では、本年度の検討課題のうち、火災被害を受けてから改修・建て替え等の対応を経て、復旧に至るまでの建築物の機能率の時間変化を報道資料等に基づき調査、分析した結果について報告する。

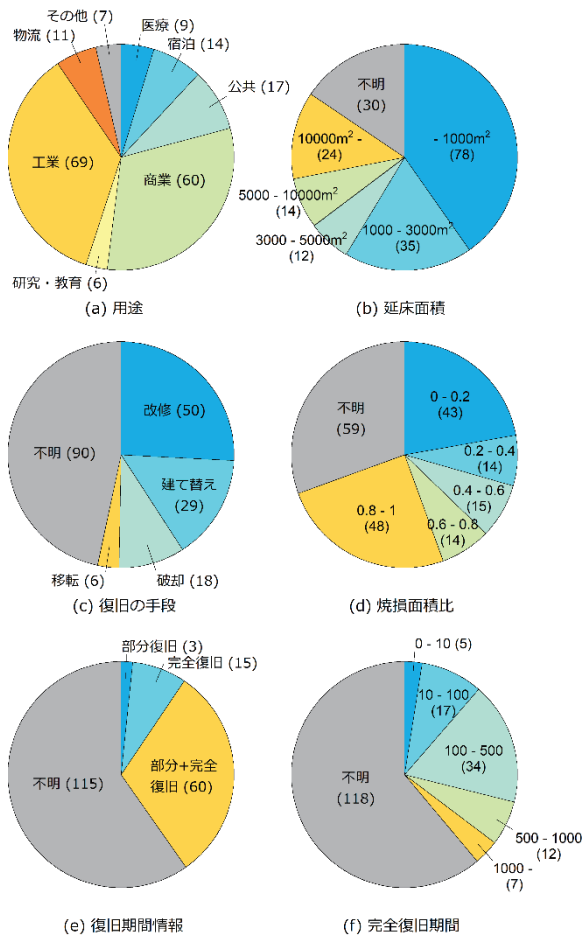


図-1 データベースに収録された火災復旧事例

2. 火災復旧事例データベース

建築物の火災被害およびその後の復旧過程の分析にあたり、2000年から2019年までの20年間に刊行された報道資料などを利用して、事例データベースを構築した。報道資料等から復旧に関する情報を収集できた被災建物の数は193件であった。その内訳を図-1に整理する。(a)の用途に着目すると、不特定多数が利用する商業施設や、比較的規模が大きな工場、倉庫に関する情報が多い。一方で、利用者が限定される住宅系用途や事務用途の建物に関する情報は含まれていない。(e)の復旧期間については、正確な期間を特定できる事例が限定されており、部分復旧期間、完全復旧期間のいずれかを特定できたものは78件であった。このうち60件では、部分復旧の後に完全復旧に至るといった段階的な復旧過程を経ていることが確認できる。

3. 確率モデルの概要

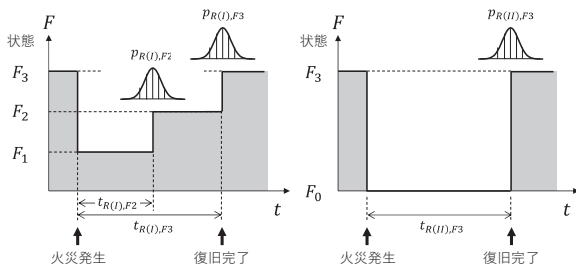
火災復旧事例の調査結果に基づき、復旧過程における建築物の空間・機能上の状態を、 F_0 , F_1 , F_2 , F_3 の4つの状態に分類した(表-1)。実際の復旧過程は、さらに細かく分類されうるが、報道資料等から入手可能な情報の制約上、これ以上の分類は困難であった。また、被災建築物の扱いは、部分的に改修される場合、破却後に再建される場合、破却後に再建されない場合で大別される。このうち、破却後に再建されない場合は、本研究の関心の対象外にあることから、残る2つを代表的な復旧シナリオとみなした。

図-2は、このうち改修する場合をシナリオI、建て

替える場合をシナリオⅡとして、それぞれのシナリオにおける火災後の機能率の復旧過程を模式的に描いたものである。こうしたシナリオに従って、各空間・機能状態への復旧期間 t_R （シナリオⅠの下での機能 F_2 の復旧期間 $t_{R(I),F_2}$ 、同じく機能 F_3 の復旧期間 $t_{R(I),F_3}$ 、シナリオⅡの下での機能 F_3 の復旧期間 $t_{R(II),F_3}$ ）の確率的な評価を行うこととする。

表-1 火災被害を受けた建築物の空間・機能分類

状態	空間	機能	機能率
F_0	全面進入不可	全面停止	0
F_1	被災部分への進入不可	被災部分の機能停止	$\frac{A_{f1} - A_b}{A_{f1}}$
F_2		被災部分の機能を他で代替	$\frac{A_{f1} - \alpha \cdot A_b}{A_{f1}}$
F_3	制約なし	制約なし	1



(a) シナリオⅠ(改修) (b) シナリオⅡ(建て替え)
図-2 被災建築物の段階的復旧過程

4. 復旧期間

火災被害を受けた建築物の復旧には、「火災被害の調査」、「清掃・(一部)解体」、「資金確保」、「設計・施工会社との契約」、「基本・実施設計」、「建築確認申請」、「施工」など、多岐にわたる工程を経る必要がある。各空間・機能状態への復旧期間 t_R (日)の把握には、これらに要する期間を個別に明らかにすることが基本となる。ただし、各工程に要する期間は、所有者の個別の事情や、その時々々の社会状況などに左右されるため、大きな不確実性を伴う。しかし、そうした中であっても、復旧過程の最終段階に位置付けられる「施工」に要する期間は、比較的変動が小さい上、復旧期間 t_R の小さくない比率を占める場合が多いと考えられる。そこで、「施工」期間 $t_{R,ref}$ を基準時間とみなし、各復旧期間 t_R を $t_{R,ref}$ で除すことで正規化時間 t_R^* を求め、復旧率

p_R との関係を対数正規分布関数により回帰する。

$$p_R = \Phi\left(\frac{\ln(t_R^*) - \lambda}{\xi}\right) \quad (1)$$

ここで、 Φ は標準正規分布関数、 λ と ξ はそれぞれ $\ln(t_R^*)$ の平均と標準偏差である。「施工」期間 $t_{R,ref}$ (日)については、建築着工統計調査報告を利用することで、次のような回帰式を得た。

$$t_{R,ref} = \begin{cases} 53.0A_{flr}^{0.250} & (\text{RC造}) \\ 36.5A_{flr}^{0.229} & (\text{S造}) \text{ (日)} \\ 44.4A_{flr}^{0.209} & (\text{木造}) \end{cases} \quad (2)$$

式(1)にしたがって、データベースの事例を回帰した結果を図-3、表-2に示す。回帰に利用できた事例の件数 N は、 $t_{R(I),F_2}$ が30件、 $t_{R(I),F_3}$ が35件、 $t_{R(II),F_3}$ が22件であったが、いずれの過程についても、データ点は概ね良好に回帰された。 $t_{R(I),F_2}$ 、 $t_{R(I),F_3}$ 、 $t_{R(II),F_3}$ の平均は、それぞれ基準時間 $t_{R,ref}$ の0.282倍、1.12倍、3.38倍となり、この順に要する時間が短かった。

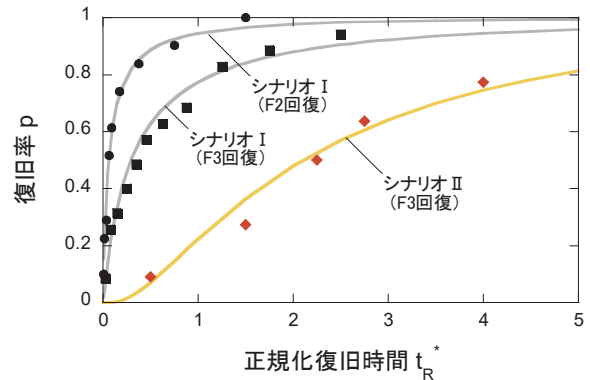


図-3 正規化復旧時間と復旧率

表-2 復旧率曲線の回帰結果

シナリオ	状態	N	μ	σ	λ	ξ
Ⅰ	F2回復	30	0.282	1.28	-2.81	1.75
	F3回復	35	1.12	4.13	-1.23	1.64
Ⅱ	F3回復	22	3.38	4.26	0.743	0.975

5. まとめ

本研究で構築した確率モデルでは、改修と建て替えの2つのシナリオの下での復旧率 p_R を、正規化時間 t_R^* に基づく復旧率曲線により評価した。これにより、比較的簡便な手続きで、火災被害を受けた建築物の復旧過程を追跡できるようになった。