

資料

- 1 不燃領域率について
- 2 補正不燃領域率について
- 3 想定平均焼失率（都方式）について

1 不燃領域率について

本計画では、市街地の延焼性状を評価する一つの指標として、不燃領域率を用いています。不燃領域率の算定方法は、建設省（現国土交通省）総合技術開発プロジェクト都市防火対策手法を基に、小規模空地や準耐火建築物に対する東京都としての検討結果を加味しています。

不燃領域率 = 空地率 + (1 - 空地率 / 100) × 不燃化率 (%)

空地率： $\{(S+R) / T\} \times 100$ (%)

S：短辺又は直径10m以上で、かつ、面積が100㎡以上の水面、鉄道敷、公園、運動場、学校、一団地の施設などの面積

R：幅員6m以上の道路面積 T：対象市街地面積

不燃化率： $(B/A) \times 100$ (%)

B：耐火建築物等建築面積 + 準耐火建築物等建築面積 × 0.8

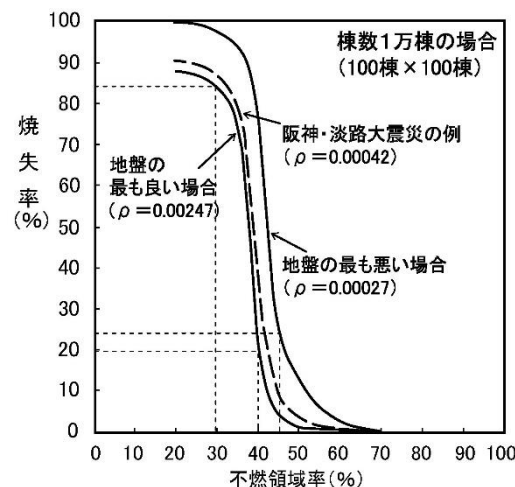
A：全建築物建築面積

耐火建築物等：建築基準法第53条第3項第1号イに規定する耐火建築物等をいう

準耐火建築物等：建築基準法第53条第3項第1号ロに規定する準耐火建築物等をいう

不燃領域率は、空地率と不燃化率との二つの指標によって構成されます。一定以上の広さの空地と道路とが多く、耐火建築物や準耐火建築物の燃えにくい建築物の割合が増すと、市街地が延焼しにくくなることを示しています。

不燃領域率と市街地の延焼性状との関係は以下のとおりです。



図資-1 不燃領域率と焼失率の関係

図は、原出典（建設省総合技術開発プロジェクト報告書 昭和58年）の図に阪神・淡路大震災の例を参考として加えたものです。

図の2本の実曲線は関東大震災規模の地震想定で4種類の地盤条件による想定出火率 ρ のうち、地盤条件の最も良い場合と悪い場合の出火率を用いたシミュレーション結果です。

出典：木造住宅密集地域整備プログラム
(1997（平成9）年 東京都)

不燃領域率が30%程度の市街地では、延焼による焼失率は80%を超えています。一方、不燃領域率が40%以上の水準に達すると、市街地の焼失率は急激に低下し、20～25%程度にとどまるようになります。不燃領域率が40%以上の水準に達すると、市街地の延焼が緩やかなものとなり、市街地大火への拡大抑制、避難時間の確保及び消火活動などの有効な展開が図られ、災害時の基礎的安全性が確保されと考えられます。

また、不燃領域率が60%以上に達すると、延焼による焼失率は0%に近づき、延焼が抑制されと考えられ、70%を超えると延焼による焼失率はほぼゼロとなります。

2 補正不燃領域率について

補正不燃領域率は、市街地における建物同士の隣棟間隔を考慮し、不燃領域率を補正した指標であり、60%を上回ると延焼による市街地の焼失率は0%に近づき、70%を超えると延焼による焼失率はほぼゼロとなります。

補正不燃領域率は、次の式によって求められます。

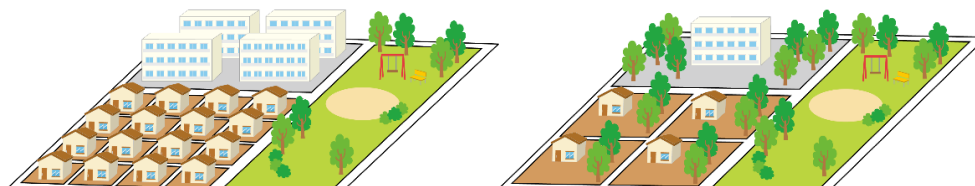
$$\text{補正不燃領域率} [\%] = \text{不燃領域率} + \text{市街地密度による補正值}$$

補正不燃領域率の導入により、建物同士の隣棟間隔が広く、ゆとりのある市街地の安全性をより正確に評価することが可能となります。

補正不燃領域率の考え方

下図の市街地（A）と市街地（B）とは同じ不燃領域率の値を示しますが、建物同士の隣棟間隔が広い市街地（B）は、密集している市街地（A）に比べ延焼の危険性が低くなると考えられます。このような市街地密度による延焼の危険性の差を補正するため、可燃建物換算棟数密度による補正值を求め、不燃領域率に加算をします。

可燃建物換算棟数密度とは、全ての建物の建築面積を可燃建物の建築面積に換算し、公園等の空地を除く地区内に、可燃建物が何棟分存在するかを表すものです。



図資-2 市街地の密度の違い

可燃建物換算棟数密度は、次の式によって求められます。

$$\text{可燃建物換算棟数密度} = \frac{\text{全建物建築面積} / \text{可燃建物平均建築面積}}{(\text{地区面積} - \text{空地面積})}$$

$$\text{可燃建物平均建築面積} = \text{可燃建物建築面積} / \text{可燃建物棟数}$$

$$\text{可燃建物建築面積} = \text{防火・木造建築物建築面積} + \text{準耐火建築物建築面積} \times 0.2$$

$$\text{可燃建物棟数} = \text{防火・木造建築物棟数} + \text{準耐火建築物棟数} \times 0.2$$

可燃建物換算棟数密度から求められる市街地密度による補正值は、表資-1のとおりです。

表資-1 市街地密度による補正值（対応表）

補正值 (%)	可燃建物換算棟数密度 (棟数/ha)	補正值 (%)	可燃建物換算棟数密度 (棟数/ha)	補正值 (%)	可燃建物換算棟数密度 (棟数/ha)
-34.0	1,170.0	-4.0	87.3	26.0	38.3
-33.0	917.0	-3.0	84.1	27.0	37.5
-32.0	747.0	-2.0	81.1	28.0	36.8
-31.0	625.0	-1.0	78.3	29.0	36.0
-30.0	534.0	0.0	75.6	30.0	35.3
-29.0	464.0	1.0	73.1	31.0	34.7
-28.0	409.0	2.0	70.7	32.0	34.0
-27.0	364.0	3.0	68.5	33.0	33.4
-26.0	327.0	4.0	66.4	34.0	32.8
-25.0	296.5	5.0	64.4	35.0	32.2
-24.0	270.4	6.0	62.5	36.0	31.6
-23.0	248.0	7.0	60.7	37.0	31.1
-22.0	228.7	8.0	59.0	38.0	30.5
-21.0	212.0	9.0	57.3	39.0	30.0
-20.0	197.3	10.0	55.8	40.0	29.5
-19.0	184.2	11.0	54.3	41.0	29.0
-18.0	172.6	12.0	52.9	42.0	28.5
-17.0	162.2	13.0	51.5	43.0	28.1
-16.0	152.9	14.0	50.2	44.0	27.6
-15.0	144.5	15.0	49.0	45.0	27.2
-14.0	136.8	16.0	47.8	46.0	26.8
-13.0	129.8	17.0	46.7	47.0	26.3
-12.0	123.5	18.0	45.6	48.0	25.9
-11.0	117.6	19.0	44.5	49.0	25.5
-10.0	112.3	20.0	43.5	50.0	25.2
-9.0	107.3	21.0	42.6	51.0	24.8
-8.0	102.7	22.0	41.6	52.0	24.4
-7.0	98.5	23.0	40.8	53.0	24.1
-6.0	94.5	24.0	39.9	54.0	23.7
-5.0	90.8	25.0	39.1	55.0	23.4

3 想定平均焼失率（都方式）について

想定平均焼失率（都方式）は、GIS（地理情報システム）を用いて、市街地の延焼危険性を直接評価する手法で、各建築物が一定の出火確率で出火した際、焼失が予想される建築面積の割合※1となります。

可燃建築物が連担している範囲で出火があれば、延焼クラスター内の可燃建築物は全て焼失することを想定しています。

想定平均焼失率（都方式）は、GIS（地理情報システム）を用いて延焼クラスターを作成したうえで、次の式によって求められます。

p : 出火確率 = $1/500$ ※2 n : 建物が所属する延焼クラスター内の建物棟数

(1) 延焼クラスターを考慮した各建物の焼失確率 P を求める。

$$P = 1 - \frac{(1 - p)^n}{n}$$

クラスター内のいずれの1棟も出火しない確率

(2) 焼失確率 P を建物建築面積に乗算し、各建物の焼失建築面積を求める。

$$\text{各建物の焼失建築面積 } Q = P \times A$$

$$(\text{例}) \text{ 建物①の焼失建築面積 } Q_1 = P_1 \times A_1$$

(3) 町丁目内の建物 j の焼失建築面積 Q_j を集計する。

$$\text{町丁目内の焼失建築面積} = \sum Q_j$$

(4) (3)の町丁目の合計焼失建築面積を町丁目内の全建築面積で除し、想定平均焼失率（都方式）を算定する。

想定平均焼失率（都方式）

$$= (\text{町丁目内の焼失建築面積}) / (\text{町丁目内の全建築面積})$$

※1 国が「地震時等に著しく危険な密集市街地」の評価指標として用いている想定平均焼失率においては、地区内のどこか1棟の建物から出火した際、焼失が予想される建築面積の割合を算定している。

※2 想定平均焼失率（都方式）においては、都内の町丁目の平均建物棟数が約500棟であるため、出火確率を $1/500$ と定めている。出火確率 $1/500$ は、実市街地において想定される地震火災の出火確率とは異なる。

延焼クラスターの作成方法

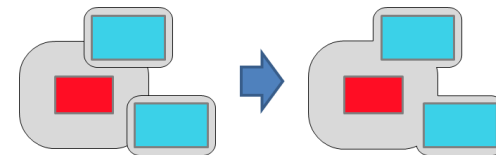
延焼クラスターとは、一度出火した場合に延焼が拡大する可能性のある範囲のことであり、GIS（地理情報システム）を用いて以下の方法で作成します。

- 1) 建築面積の平方根を建物1辺長とする
- 2) 構造毎の数式から延焼限界距離を算出

※延焼限界距離(D)の算出式（単位:m、a=建物1辺長）

イ) 標木造:	$D = 12 \cdot \left(\frac{a}{10}\right)^{0.442} = 4.34 \cdot a^{0.442}$
ロ) 防火造:	$D = 6 \cdot \left(\frac{a}{10}\right)^{0.322} = 2.86 \cdot a^{0.322}$
ハ) 準耐火造:	$D = 3 \cdot \left(\frac{a}{10}\right)^{0.181} = 1.98 \cdot a^{0.181}$
ニ) 耐火造:	耐火造の建物からはバツファを発生させない (耐火造は無いものとして扱う)

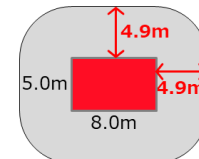
- 3) 2) を1/2してバツファ距離を算出
- 4) バツファが重なっているものを統合



試算例1（単棟からの受熱を前提）

建築面積40㎡の標木造の建物

- ① 1 辺長が6.3mの建物とみなす
- ② 延焼限界距離=9.8m
- ③ バツファ距離=4.9m
- ④ -
- ⑤ バツファを発生



出典：「地震時等に著しく危険な密集市街地における評価指標の算定方法について」資料
(2021（令和3）年10月）
国土交通省住宅局市街地建築課
市街地住宅整備室

3 想定平均焼失率（都方式）について

想定平均焼失率（都方式） 算定例

A町において、

緑クラスター：15棟の延焼クラスター（うち5棟がA町内に存在）

赤クラスター：5棟の延焼クラスター（うち2棟がA町内に存在）

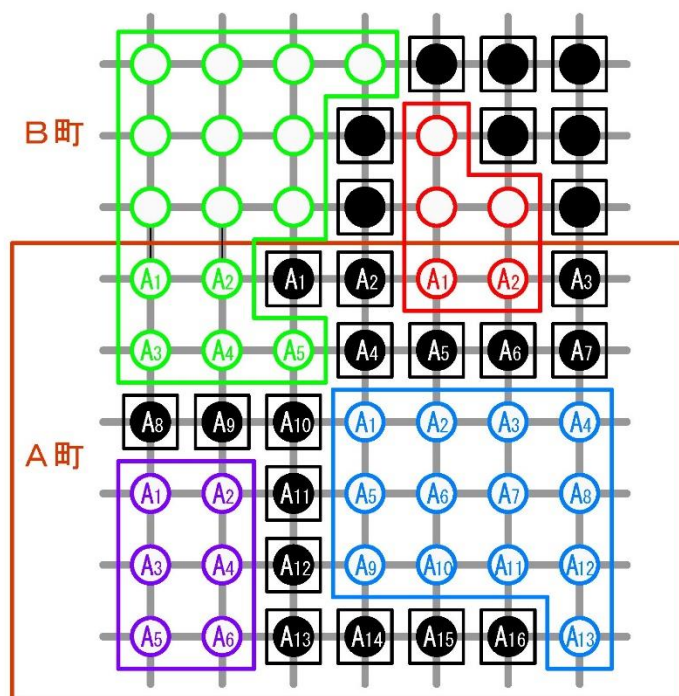
紫クラスター：6棟の延焼クラスター

青クラスター：13棟の延焼クラスター

黒：耐火建築物16棟 ※

がある場合の想定平均焼失率を求める。

※ 想定平均焼失率（都方式）においては、耐火建築物も1棟の延焼クラスターとして算定に含める



p : 出火確率 1/500 n : 建物が所属するクラスター内の建物棟数

(1) クラスターを考慮した各建物の焼失確率 P を求める。

$$P_{\text{緑}} = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 1/500)^{15}$$

$$P_{\text{赤}} = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 1/500)^5$$

$$P_{\text{紫}} = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 1/500)^6$$

$$P_{\text{青}} = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 1/500)^{13}$$

$$P_{\text{黒}} = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 1/500)^1$$

(2) 焼失確率 P を建物建築面積に乘算し、各建物の焼失建築面積を求める。

$$\text{各建物の焼失建築面積 } Q = P \times A$$

(例) 緑クラスター内の建築物①の焼失建築面積

$$Q_1 = P_{\text{緑}} \times A_1 \text{ m}^2$$

(3) A町内の建物 j の焼失建築面積 Q_j を集計する。

A町内の焼失建築面積

$$\begin{aligned} = \sum Q_j &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_1 + Q_2 \\ &+ Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \\ &+ Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \cdots + Q_{13} \\ &+ Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \cdots + Q_{16} \end{aligned}$$

(4) (3)のA町内の合計焼失建築面積をA町内の全建築面積で除し、想定平均焼失率（都方式）を算定する。

A町内の全建築面積

$$\begin{aligned} = \sum A_j &= A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_1 + A_2 \\ &+ A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 \\ &+ A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 \cdots + A_{13} \\ &+ A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 \cdots + A_{16} \end{aligned}$$

想定平均焼失率（都方式）

$$= (\text{A町内の焼失建築面積}) / (\text{A町内の全建築面積}) = \sum Q_j / \sum A_j$$