

4. リスク基盤の設計火災荷重密度設定の妥当性に関するケーススタディ

上記 3. では建築物の崩壊リスクを許容レベル以下に抑制するという観点にたつて、耐火設計[耐火性能検証]で設定すべき設計火災荷重密度を定める方法を提案した。しかし、このような方法は、安全面でも技術・経済面でも、妥当なものとして耐火設計[耐火性能検証]実務で受容されるようであれば実務的な価値が生じない。ここでは、この方法によって実際の耐火設計[耐火性能検証]が可能か否かをケーススタディによって検討する。

現行の耐火規定は既に半世紀に亘る長期間運用され、それに基づいて多くの建築物が建設されて来ている。その間、耐火上特に深刻な問題を生じた事例は殆ど無かったと言っても過言ではないであろう。また当初は有ったかも知れない耐火建物の設計・建設に関する技術上・経済上の諸課題にも現在では殆ど対応が出来ていると考えられる。社会的に許容される耐火性能のレベルについて明確な定義は無いが、このような状況が社会的に許容されたレベルと言うべきであろう。

現行の耐火基準に様々な不合理や不経済はあるが、経験に裏打ちされない新たなシステムには想定外の初期故障も潜在している可能性がある。実際の建築物を建造することは紙上に絵を描くこととは違うのであるから、まずは従来の経験と近いところから出発し、研究と経験を蓄積しながら慎重に合理化を進めて行くのが賢明であろう。

以下のケーススタディでは、特に高層建物として計画される頻度が高い、事務所建築と集合住宅建築についてリスク基盤の設計火災荷重密度設定がどのレベルの耐火要求につながるのかを調べることを目的としている。

ケーススタディでは上記 3.6 の方法に従って建物階数・規模による設計火災荷重を設定し、SP の有無、火災区画の温度因子が異なる場合の火災継続時間を計算している。なお、

- 本方法の理解のし易さのために、火災荷重は積載火災荷重のみを対象とした。(実際の設計では固定火災荷重は別個に考慮すれば良い)
- 構造部材の許容崩壊確率の式については、耐用年限と消防活動による火災抑制効果に関する因子を割愛した次式とした。

$$P_{a,fail} = 0.2 \left(\frac{\bar{p}_f}{p_f} \right) \left(\frac{\bar{A}_f}{A_f} \right)^{1/2} \left(\frac{\bar{P}_{FO}}{P_{FO}} \right) \left(\frac{\bar{N} \cdot \bar{A}_{FLR}}{N \cdot A_{FLR}} \right) \quad (4.1)$$

以下のケーススタディの説明および結果の考察には幾つかの数式や用語が出てくる。これらの殆どは区画火災の条件に関するものであり、上記 2.、3. 節および Annex に既出であるが読者の便宜のために主なものを下記に挙げておく。

A_f	: の出火空間 (防火区画) の床面積[m ²]
A_{FLR}	: 階の合計床面積[m ²]
A_T	: 火災区画の周壁 (床、天井、壁) 面積[m ²]
$A_w \sqrt{H_w}$: 火災区画の換気因子[m ^{5/2}]
I_B	: 火災区画周壁の熱慣性
Φ	: 温度因子 (= $A_w \sqrt{H_w} / A_T$) (注)
Φ / I_B	: 温度因子 (注)
N	: 建物最上階から火災階までの階数
P_{fail}	: 構造部材の許容崩壊確率
P_{FO}	: 出火した火災が区画火災に拡大する確率
p_f	: 出火空間の単位面積当たり出火率
τ_D	: 火災継続時間 [min]
w	: 火災荷重密度 (木材換算) [kg/m ²]
w_D	: 設計火災荷重密度 [kg/m ²]

(注) : 川越・関根により区画火災性状に関する換気因子 ($A_w \sqrt{H_w}$) が発見された 1950~1960 年頃には温度の支配因子として $A_w \sqrt{H_w} / A_T$ が定着したようである。しかし、軽量コンクリートなど断熱的区画材が普及した現在では、温度評価に熱慣性 I_B を考慮する必要性が生じている。(Annex A5 参照)

4.1. 事務所建物のケーススタディ

ここでは許容崩壊確率の式(4.1)を事務所建物に適用してケーススタディを行う。

式(4.1)は事務所建物を標準建物 (Benchmark building) とした式であるが、対象建物も事務所建物なので出火室も事務所として用途による出火率比 $\bar{p}_f / p_f = 1$ とする。火災区画 (=防火区画) の面積は一律に標準建物と同じく $A_f = 1,500 \text{ m}^2$ とする。

スプリンクラー (SP)については設置される場合と設置されない場合の両方について考える。事務所用途の建築物は規模、階数ともに幅が広いので、階の総床面積については $A_{FLR}=2000, 3000, 4000\text{m}^2$ の3ケース、階数は1~100階を対象として計算した。具体的には下式による計算である。

$$P_{a,fail} = 0.2(1)(1)^{1/2} \left(\frac{\bar{p}_{FO}}{p_{FO}} \right) \left(\frac{9 \times 200}{N \times A_{FLR}} \right) \quad (4.2)$$

表 4.1.1 事務所建築のケーススタディの条件

出火率比 \bar{p}_f/p_f	出火室(防火区画)面積 A_f	区画火災拡大確率比 \bar{P}_{FO}/P_{FO}	階床面積 A_{FLR}	建物階数 N
1	1500	1, 4	2000, 3000, 4000	1 ~ 100

(1) 構造の許容崩壊確率

下図 4.1.1 は構造部材の許容崩壊確率、 $P_{a,fail}$ 、の建物階数 1~100 階に対する計算結果である。式 4.1 の形からも容易に分るように、 $P_{a,fail}$ 、は階数に反比例して減少する。低層建物では $P_{a,fail}$ は非常に大きくなり 1 を超える場合が出てくるが、この場合は耐火性能は要求しなくて良いことになる。階の面積によるが、図の結果からはスプリンクラー (SP) が無くても概ね階数 $N=2$ 程度まで、SP が有れば $N=7$ 程度まで耐火性能は不要となるので木造の事務所でも可能ということになる。但し、この計算条件では $A_f = 1,500 \text{ m}^2$ が前提となるので $1,500 \text{ m}^2$ 以内ごとの防火区画は必要となる。

なお直線は耐火性能検証法の許容崩壊確率で比較のため示している。耐火性能検証法では、階数や階床面積、更には SP の有無に拘らず、事務所の設計火災荷重密度は一律に 35kg/m^2 であるから、火災荷重密度の確率密度分布から、崩壊確率は 0.286 と計算される。

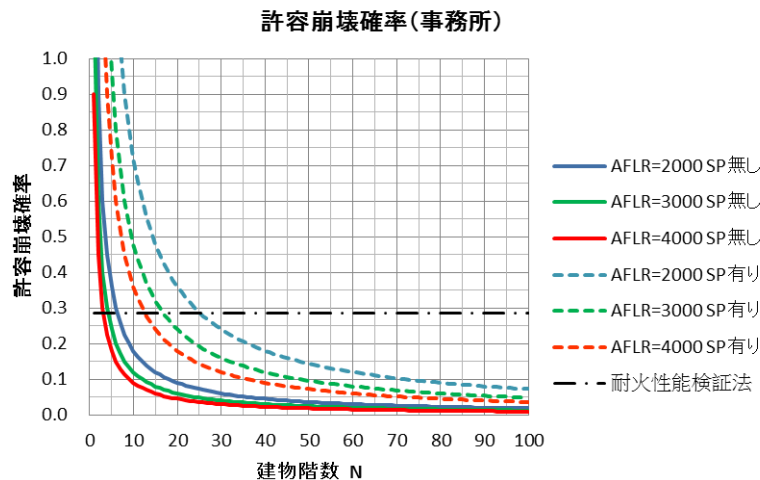


図 4.1.1 事務所建物の許容崩壊確率 $P_{a,fail}$ の例

(2) 設計火災荷重密度

耐火設計[耐火性能検証]のためには構造部材の許容崩壊確率($P_{a,fail}$)を設計火災荷重密度 (w_D) に変換する必要がある。記述のように、この計算はエクセル関数を使って次のようにとすれば計算できる。

$$w_D = \text{LOGNORM.INV} (1 - P_{a,fail}, \mu_{ln,w}, \sigma_{ln,w}) \quad (4.3)$$

下図 4.1.2 は設計火災荷重密度 (w_D) の計算結果である。階数が多くなるに従い大きくなるほど耐火設計[耐火性能検証]における設計火災荷重密度 w_D の値は大きくとる必要が有る。

因みに、図中の直線は耐火性能検証法における設計火災荷重密度の値 ($=35\text{kg/m}^2$) である。

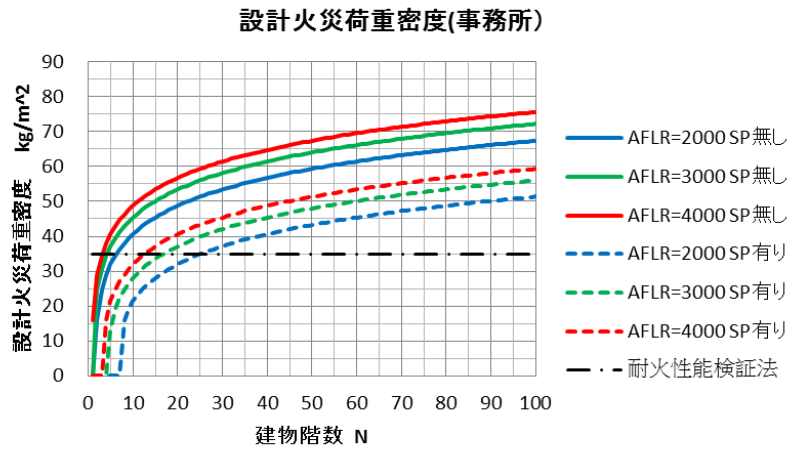


図 4.1.2 許容崩壊確率 ($P_{a,fail}$) から計算される設計火災荷重密度 (w_D)

(3) 通常の火災における火災継続時間

図 4.1.2 のように与えられる設計火災荷重密度 (w_D) は、高層建築の場合だと、耐火性能検証法の設計火災荷重密度の値 ($=35\text{kg/m}^2$) よりかなり大きくなるので、その設計火災荷重密度 (w_D) による火災継続時間 (τ_D) が幾らになるかは先ず興味のあるところである。

火災継続時間 (τ_D) は火災荷重密度が同じでも火災区画の条件に依存するので、その条件次第で長くも短くもなる。どこで先ず、比較の基となる‘通常の火災’における τ_D を明らかにしよう。

行政用語として‘通常の火災’と言う語は度々耳にする。その定義は必ずしも明確ではないが、耐火の分野に限れば火災温度が標準耐火試験の温度・時間曲線に従う火災と定義することも出来るであろう。区画火災で標準耐火試験の温度を生ずるのは、既に 2.3 に記したように、火災区画が $\Phi/I_B = 0.0175$ の条件にある場合である。

区画火災における質量燃焼速度に関する川越・関根の関係をを用いれば、火災継続時間 (τ_D) は次のように書ける。(参照：2.3、Annex A 7)

$$\tau_D = \frac{w_D A_f}{6 A_w \sqrt{H_w}} = \frac{w_D}{6 \frac{A_w \sqrt{H_w}}{A_T} \frac{A_T}{A_f}} = \frac{w_D}{6 \left(\frac{\Phi}{I_b}\right) I_b \frac{A_T}{A_f}} \quad (4.4)$$

ここで A_T/A_f は火災区画における床面積と周壁の総面積の比であるが、 1500m^2 の防火区画を標準火災区画としたから、ここではその平均的な形状を考えて、 $A_T/A_f \approx 2.44$ と見積ると (参照 Annex A10)。¹ ‘通常の火災’ (標準火災区画における火災) の継続時間 τ_D (min.) は

$$\tau_D = \frac{w_D}{6 \times 0.0175 \times 2.44 I_b} = 3.9 \frac{w_D}{I_b} \quad (4.5)$$

となる。(参照 Annex A10)。

しかし、 τ_D はなお周壁の熱慣性 I_b に依存するので、周壁が

- (a) 普通コンクリート ($I_b = 1.71$) および (b) 軽量コンクリート ($I_b = 1.07$)

の場合について‘通常の火災’の継続時間 τ_D を計算した結果が、図 4.3 (a) および (b) である。この τ_D は部材が標準耐火試験と同じ温度に暴露される時間と考えて良い。

なお同図には比較のため、施行令第 107 条の耐火時間を実線で付記している。

(a) 区画周壁：普通コンクリート ($I_b = 1.71$)

図 4.3 (a)から、SP 設置が無い場合、階床面積が大きい建築物で階数が多くなると、火災継続時間、 τ_D 、は施行令第 107 条の耐火要求時間(3 時間)に近くなる場合も出てくるが、階床面積が 4000m^2 程度までのところ 100 階の建築物でも、施行令第 107 条の耐火時間以下となることが分る。実際には高層建築では消防法により SP の設置が求められるので、その場合は 100 階の建築物でも施行令第 107 条よりかなり短い 2 時間前後の継続時間となる。

因みに、耐火性能検証法の設計火災荷重密度は建物階数に依らず $35\text{kg}/\text{m}^2$ なので、これによる火災継続時間は、 $\tau_D = 3.9(35/1.71) \approx 80 \text{ min.} (\approx 1.33 \text{ h})$ と、SP 設置の場合に比較してもかなり短い値となる。

通常火災の継続時間(普通コンクリート壁)

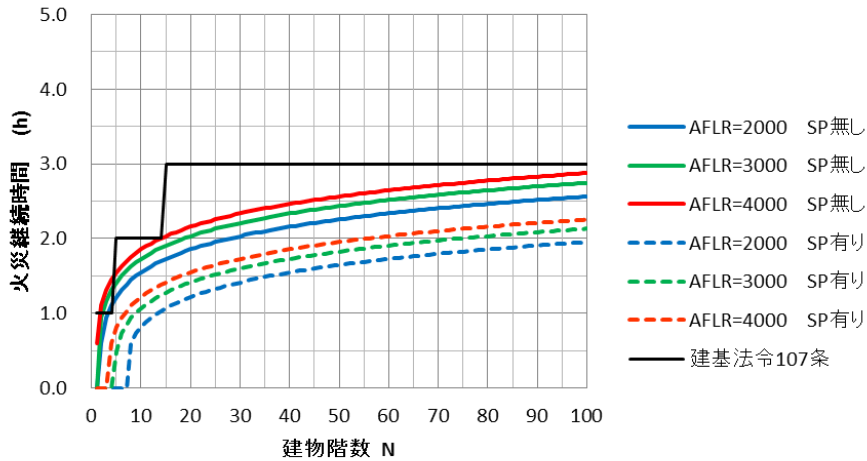


図 4.1.3(a) 通常の火災の継続時間 (区画周壁：普通コンクリート、 $I_b = 1.71$)

(b) 区画周壁：軽量コンクリート ($I_b = 1.07$)

高層建物では区画壁に普通コンクリートが使用されることは稀で、熱特性的には軽量コンクリートレベルの材料が主体と考えられるから上記、図 4.1.3(a)の結果より、下図の方が実際の建築物の条件に近い結果となる。区画周壁が軽量コンクリートの場合は、SP 設置が有っても火災継続時間が施行令第 107 条の要求耐火時間を上回るケースが少なくない。これは、軽量コンクリートは断熱性が高いため、火災温度を高めるための燃料消費量が少なく、同一の火災荷重量で長時間の火災を維持できるためである。

なお耐火性能検証法の火災継続時間は $\tau_D = 3.9(35/1.07) \approx 128 \text{ min.} (\approx 2.13 \text{ h})$ となる。

通常火災の継続時間(軽量コンクリート壁)

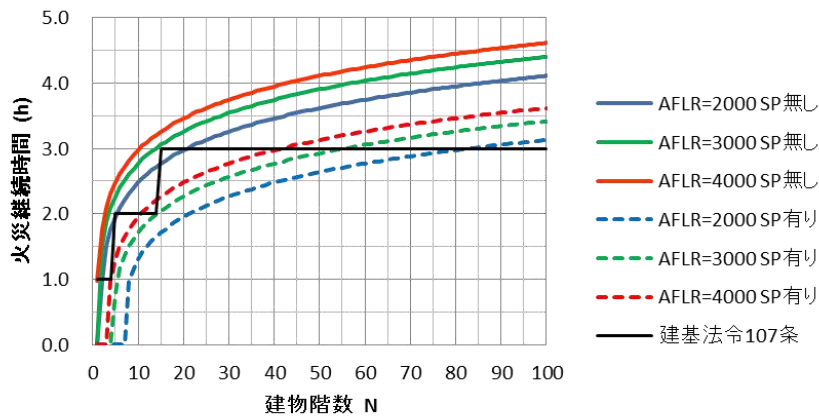


図 4.1.3.(b) 通常の火災の継続時間 (区画周壁：軽量コンクリート、 $I_b = 1.07$)

(4) 区画条件 Φ/I_B 値と火災継続時間

上記(3)では、‘通常の火災’の温度をもたらすような区画条件、すなわち $\Phi/I_B=0.0175$ 、の下での火災継続時間を算定したが、この条件は一般の建築物の‘通常の’居室では相当に開口面積の小さい区画となる。実際の事務室では開口が大きいため、換気因子、 $A_w\sqrt{H_w}$ 、の値も大きい場合が多いので、温度は高くなるが、燃焼速度が大きく火災継続時間 τ_D は短くなることが多い。

区画条件 Φ/I_B が任意の場合の火災継続時間 τ_D は式(4.3)に、その条件での Φ/I_B の値を用いて算定できるが、 τ_D は Φ/I_B に反比例して短くなることが分る。

下図 4.1.4 (a)、(b)はいずれも Φ/I_B の値が異なるときの τ_D を計算した結果を示している。階床面積は $A_{FLR}=3000\text{m}^2$ で同じであるが、周壁がそれぞれ(a)普通コンクリートおよび(b)軽量コンクリートの場合である。注意すれば、いずれの図でも τ_D は、 Φ/I_B に反比例していることが知られる。

下図 4.1.4 (a)の普通コンクリート周壁の場合、 $\Phi/I_B = 0.0175$ のときは火災区画条件が標準のときなので、火災継続時間 τ_D は 4.3 (a)で $A_{FLR}=3000\text{m}^2$ の時と同じであり、黒の実線で示す施行令 107 の耐火時間に比較的近いが、 $\Phi/I_B > 0.0175$ となる場合の τ_D は、これより大幅に短くなる。

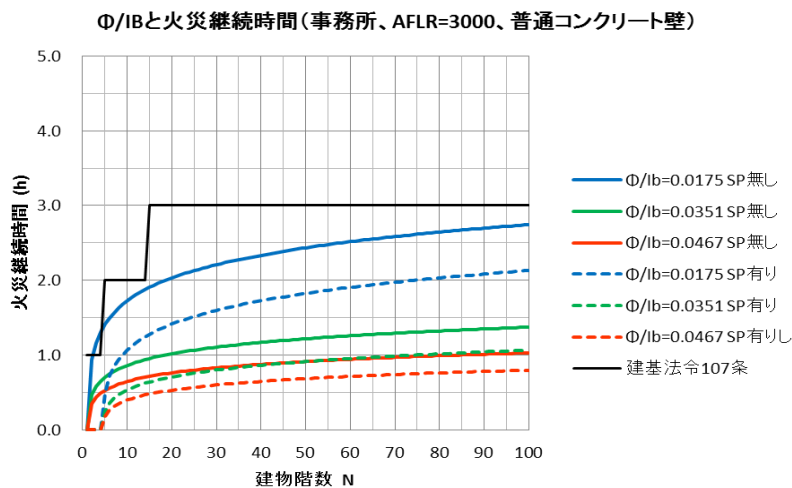


図 4.1.4(a) 区画条件 Φ/I_B と火災継続時間（区画周壁：普通コンクリート、階床面積： 3000m^2 ）

下図 4.1.4(b)は区画周壁が軽量コンクリートの場合で、高層建物では比較的現実的な条件であるが、普通コンクリートの場合に比較して火災継続時間 τ_D がかなり長くなる。しかし高層建物ではSPが設置されること、概して開口が大きいいことなどを考慮すれば、耐火設計[耐火性能検証]上、特に過大な要求を生じることが無いと考えられる。

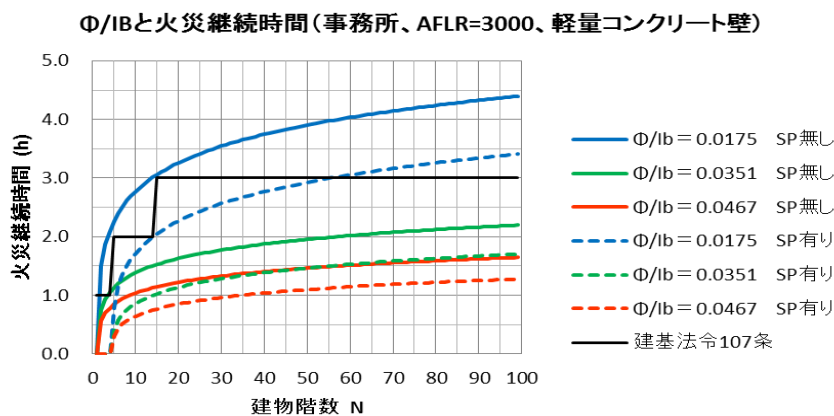


図 4.1.4(b) 区画条件 Φ/I_B と火災継続時間（区画周壁：軽量コンクリート、階床面積： 3000m^2 ）

4.2. 集合住宅建築のケーススタディ

ここでは許容崩壊確率の式(3.1)を集合住宅建築に適用してケーススタディを行う。主な目的は、事務所建物を標準建物（Benchmark building）として展開した設計火災火災荷重の設定方法が集合住宅建物に適用したときにも妥当な解を与えるかどうかを検討することにある。

事務所建築を標準とした出火率比は表 3.1 から $\bar{p}_f/p_f = 0.37$ である。また集合住宅建築では共住区画がなされるので各住戸を出火防火区画とし、この例ではその面積を 72 m^2 と仮定する。

集合住宅では事務所建築のような大きな階床面積は稀と考えられるので $A_{FLR}=500, 1000, 2000 \text{ m}^2$ のケースを対象とした。許容崩壊確率の具体的な計算式と計算条件は下記の通りである。

$$P_{a,fail} = 0.2(0.37) \left(\frac{1500}{72} \right)^{1/2} \left(\frac{\bar{p}_{FO}}{p_{FO}} \right) \left(\frac{9 \times 2000}{N \times A_{FLR}} \right) \quad (4.6)$$

表 4.2.1 集合住宅ケーススタディの計算条件

出火率比 \bar{p}_f/p_f	出火室(防火区画)面積 A_f	区画火災拡大確率比 \bar{P}_{FO}/P_{FO}	階床面積 A_{FLR}	建物階数 N
0.37	72	1, 4	500, 1000, 1500	1~100

(1)許容崩壊確率

集合住宅は、事務所建物に比較して単位床面積当たりの出火率が高いことが許容崩壊確率を小さく（厳しく）する反面、火災区画や階床面積が小さいことが許容崩壊確率を大きく（緩く）する傾向を生じる。

図 4.2.1 に階数・階床面積と構造部材の許容崩壊確率、 $P_{a,fail}$ （これを建築物の許容崩壊確率と見做している）の計算結果を示す。集合住宅建物は各住戸ごとに区画が細かく入るので、SP 設置がなくても許容崩壊確率はかなり大きめ（緩め）となる。因みに、許容崩壊確率が $P_{a,fail} \geq 1.0$ となる場合は、出火率、建物規模等の条件から特に耐火性能を持たなくても許容崩壊リスクが満足されることになる。但し、今回の例では火災区画が 72 m^2 に区画されることが前提になっているので、延焼防止のための耐火性は必要となる。

なお図中に付記した $P_{a,fail}=0.157$ の一点鎖線は、耐火性能検証法の設計火災荷重密度 45kg/m^2 を集合住宅の火災荷重密度分布に基づいて計算した構造部材の許容崩壊確率である。これは事務所用途に対する許容崩壊確率に比較してかなり低い（厳しい）値となっている。これは、検証法の設計火災荷重密度の殆どが、概ね各用途の火災荷重密度分布の「平均+標準偏差」に設定されているにも関わらず、事務所用途だけ低い値に設定されているためである。

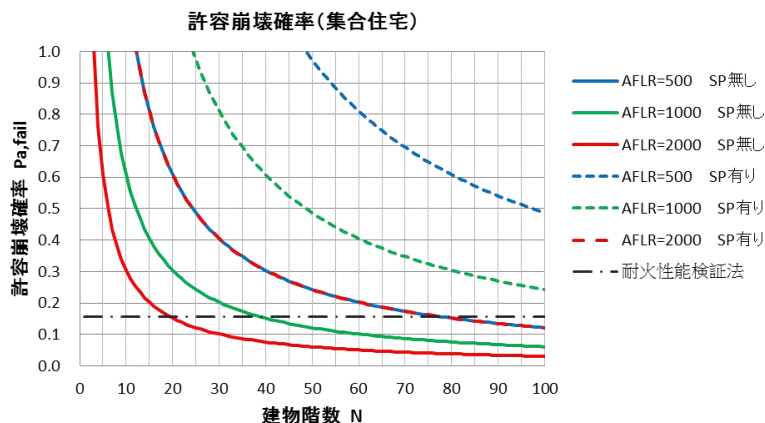


図 4.2.1 集合住宅の許容崩壊確率

(2) 建物階数・床面積と設計火災荷重密度

下図 4.2.2 は図 4.2.1 に示す構造部材の許容崩壊確率に対応する設計火災荷重密度の計算値である。

階数が少なければ設計火災荷重が 0 となる場合があるが、これは耐火性が要求されないことを意味している。但し、共住区画による防火区画があることが前提となるのは上記(1)と同様である。

なお、図中の鎖線は、比較のため耐火性能検証法の集合住宅に対する設計火災荷重密度 45kg/m^2 を付記したものである。

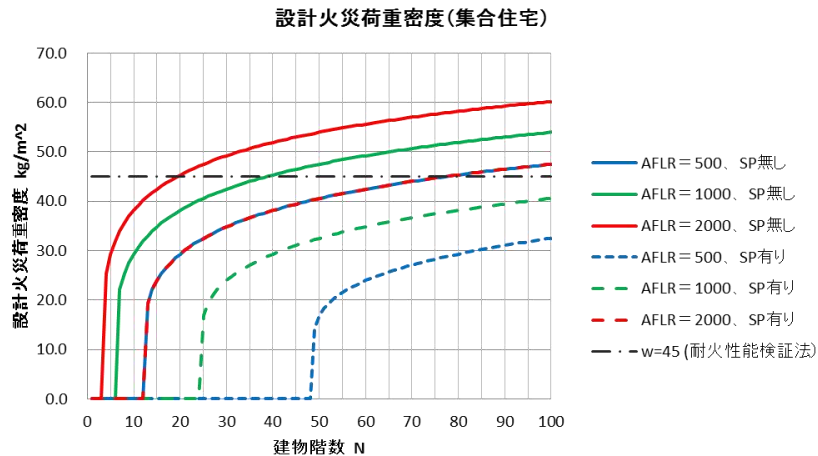


図 4.2.2 集合住宅の設計火災荷重密度

(3) 通常火災の継続時間

通常火災（標準火災）の継続時間, τ_D , は事務所のケーススタディで記述したのと同様にして計算できるが、ここでの火災区画は 72m^2 の住戸としたので、その平均的な形状を考えて $A_T / A_f \approx 3.5$ とすれば

$$\tau_D = \frac{w_D}{6 \left(\frac{\Phi}{I_b}\right) I_b \frac{A_T}{A_f}} = \frac{1}{6 \cdot 0.0175 \cdot 3.5} \frac{w_D}{I_b} \approx 2.72 \frac{w_D}{I_b} \quad (4.7)$$

下図 4.2.3(a) は、火災区画壁が普通コンクリートの場合 ($I_b = 1.71$) の火災継続時間, τ_D , を図 4.2.2 に示す設計火災荷重密度を上式に代入して算定したものである。なお黒の実線は施行令第 107 条の耐火時間を実線で付記したものである。

図 4.2.3(a) から、周壁が普通コンクリートの場合は SP の設置が無い場合でも、通常の火災の継続時間は 1.5 時間程度以下で施行令第 107 条の要求耐火時間よりかなり短いことが分かる。

一方、耐火性能検証法の設計火災荷重密度を基にした火災継続時間は、建物階数や階床面積 A_{FLR} に関わらず $\tau_D = 2.72(45/1.71) \approx 72 \text{ min.} \approx 1.2 \text{ h}$ であるから、SP 無しの場合の計算結果と似通っている。

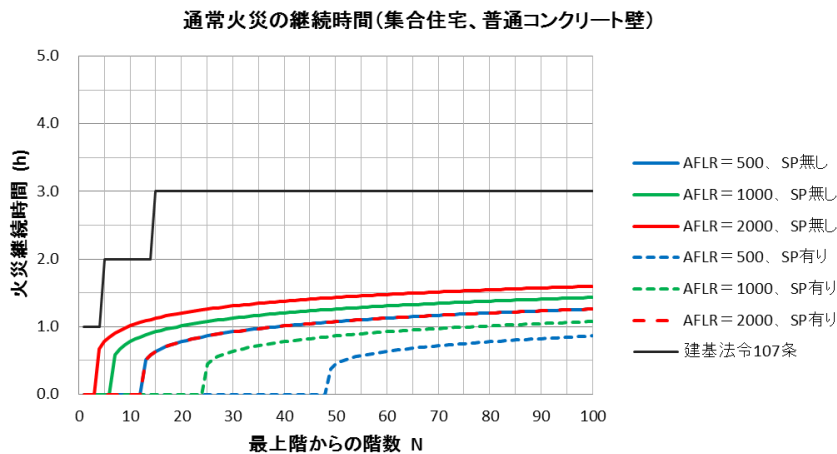


図 4.2.3(a) 集合住宅の通常火災の継続時間（周壁：普通コンクリート）

下図 4.2.3 (b)は区画周壁が軽量コンクリートの場合の通常火災の継続時間、 τ_D 、である。SP 設置無し
 のとき、集合住宅の階面積が大きいと、 τ_D の計算値は施行令第 107 条の要求耐火時間に比較的近くなる。

一方、耐火性能検証法の火災継続時間、 τ_D 、は $\tau_D = 2.72(45/1.07) \approx 107 \text{ min.} \approx 1.9 \text{ h}$ であるから、SP
 無しの場合の計算値に比較的近いと言えよう。

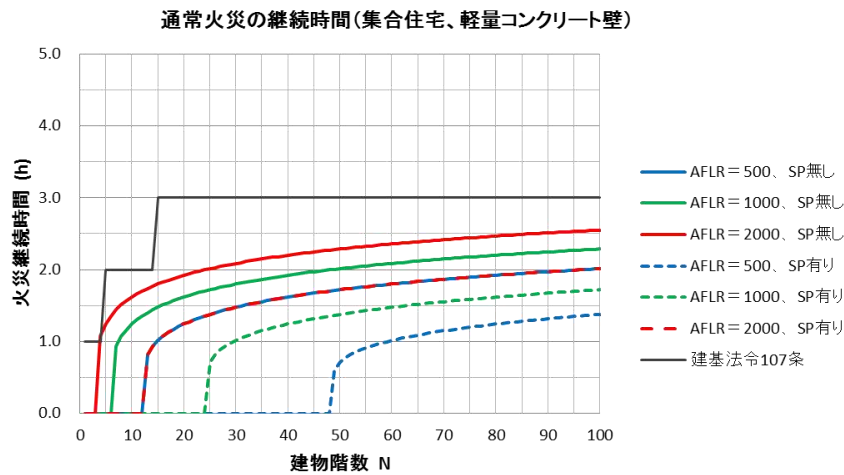


図 4.2.3(b) 集合住宅の標準火災耐火時間 (周壁：軽量コンクリート)

(4) Φ/I_b と火災継続時間

上記(3)の通常火災継続時間は、 $\Phi/I_b = 0.0175$ のときの結果であるが、現実の集合住宅の居室には採光
 等のため、区画条件の Φ/I_b 値は 0.0175 よりかなり大きくなり、従って燃焼速度も大きくなる。ここでは、
 階床面積が 1000m^2 の場合を選び、 Φ/I_b の値が異なるときの火災継続時間を計算してみる。

図 3.2.4(a)および(b)は、周壁が普通コンクリートおよび軽量コンクリートの場合の、 Φ/I_b による火災継続
 時間を示している。なお、図中には施行令第 107 条の要求耐火時間も比較のため付している。

集合住宅の共住区画の壁は、中・低層建物では普通コンクリート、高層建物では軽量コンクリートにな
 るかも知れないし、階数を問わず軽量コンクリートになるのかも知れないが、いずれの場合でも火災継続
 時間は建基法の要求耐火時間より格段に小さい。これは集合住宅の住戸面性や、階の総床面積の規模の
 小さいため建築物の崩壊リスクが小さいことに因っている。

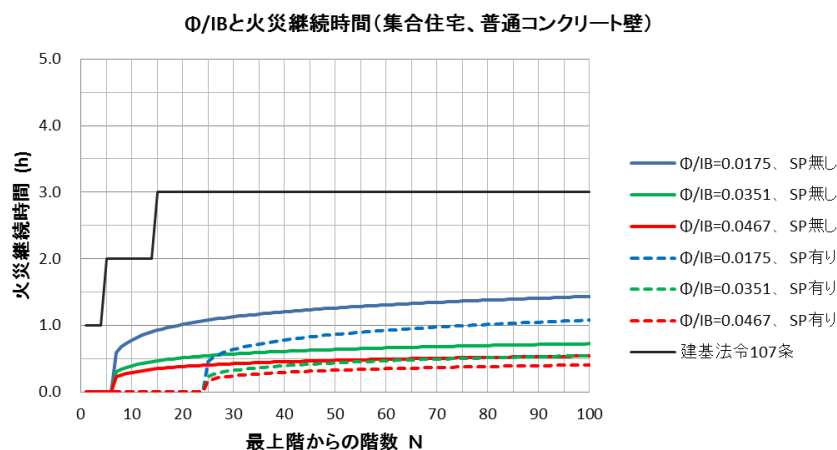


図 4.2.4(a) 区画条件 Φ/I_b と火災継続時間 (周壁：普通コンクリート、階床面積 1000m^2)

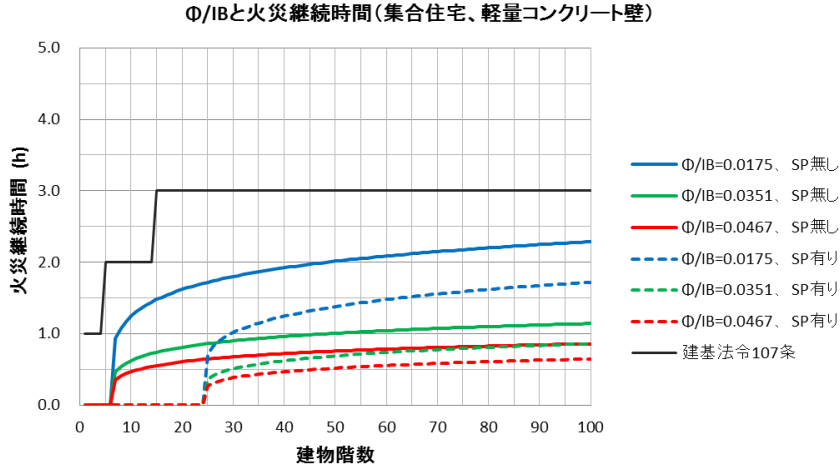


図 4.2.4(b) 区画条件Φ/I_bと火災継続時間 (周壁：軽量コンクリート、階床面積 1000m²)

4.3. 火災継続時間の耐火時間への読み替え

上記 4.1 の事務所建築のケーススタディでも 4.2 の集合住宅建築のケーススタディでも、火災継続時間は区画条件Φ/I_bの値に依存して異なる。しかし、異なるΦ/I_bの値は火災継続時間だけでなく区画火災の温度も変える。温度が違えば加熱時間は同じでも、部材が受けるダメージは異なる。

構造部材を始めとする耐火性が要求される建築部材の性能は最終的には耐火試験によって確認される必要があるが、耐火試験では規定の標準加熱温度以外で試験することは、不可能とは言えないまでも非常に難しい。そこでΦ/I_bの値により生ずる標準加熱温度との違いを、加熱時間を調整することで同等の加熱効果を得られるとするのが等価火災時間である。

この等価火災時間は耐火試験が始まった頃からあったアイデアであるが、最初に導入したのは Ingberg である。彼は温度×時間の積分が等しい時間を持って等価耐火時間とした。式で書けば

$$\int_0^{\tau_1} (T_{f,1} - T_{\infty}) dt = \int_0^{\tau_2} (T_{f,2} - T_{\infty}) dt \quad (4.8)$$

加熱温度が時間的に変化するので積分の形になるが、ここでは簡単のため平均化して次のように書くことにする。

$$(T_{f,1} - T_{\infty}) \tau_1 = (T_{f,2} - T_{\infty}) \tau_2 \quad (4.9)$$

これから、次のように火災継続時間τ₂を等価火災時間τ₁に読み替えることが出来る。

$$\tau_1 = \frac{(T_{f,2} - T_{\infty})}{(T_{f,1} - T_{\infty})} \tau_2 \quad (4.10)$$

その後、この式のT_∞をある限界温度T_cに替えた次のような式も提案されていた。

$$\tau_1 = \frac{(T_{f,2} - T_c)}{(T_{f,1} - T_c)} \tau_2 \quad (4.11)$$

また、耐火性能検証法では温度に代り部材表面への入射熱流束を用いる考え方が導入された。

$$\tau_1 = \frac{q_2}{q_1} \tau_2 \quad (4.12)$$

これら(4.10)、(4.11)、(4.12)のいずれの式でも、加熱の強いほど耐火時間を長くする点では目的に適っていると言えよう。しかし、耐火試験結果の等価読み替え方法については、1900年頃から最近まで議論が続いている問題であり、未だ有力な方法についての結論は出ていない。議論の中では式(4.11)、(4.12)

タイプの読み替え案には理論的根拠が薄弱であるとして強い反対意見も出されており、更には火災条件に依存して異なる強さの加熱を受ける材料の耐火性能を一律の加熱温度で評価することは無理だとする意見すらある。

等価読み替えの方法については、今少し検討が必要と考えるので、今回のケーススタディでは敢えて耐火時間への読み替えを行わなかった。しかし、火災温度が耐火加熱温度より高くなった時の等価耐火時間の増加率は概ね 2~3 割程度と考えられる。(参照：Annex A8)

4.4. ケーススタディのまとめ

事務所と集合住宅の 2 用途について平均的な建物条件を選びケーススタディを行った。本手法の提案は建築物の許容崩壊リスクの値に応じて耐火設計[耐火性能検証]の設計火災荷重密度を決定することなので、本来は設計火災荷重密度の計算例を示すところまでが目的である。しかし、この設計火災荷重密度から導かれる火災継続時間が建築基準法耐火規定に比較してどの程度の差を生じるかを確認しておくため火災継続時間の予測を加えた。

今回の提案の方法で定められる設計火災荷重密度は耐火性能検証法の設計火災荷重よりかなり大きくなることも多い。しかし、建築基準法の耐火規定は建築物の階数のみで定められており、階の床面積の規模、防火区画の面積、用途による出火率、区画の開口率や区画材の熱特性、SP の設置の有無、など建築物の安全性に関わる多くの要素が考慮されていない。実際の建築物におけるこれらの実情を考慮すると、設計火災荷重密度が耐火性能検証法よりかなり大きくても、火災継続時間が建基法耐火規定の耐火時間を上回ることはないので、耐火設計[耐火性能検証]上の技術的、経済的困難は無いと考えられる。

建築物の階数が少ないケースでは、許容崩壊確率が 1 を超すことで全く耐火性が求められない場合も部生じるが、低層、小規模の建築物は実際には現行法規でも耐火性の要求が無いか、あるいは大幅に緩和されている領域であり、特に大きな矛盾は無いと考えられる。

(1) 事務所建築のケーススタディ

今回のリスク基盤の設計火災荷重密度の決定手法では、建築物の階数が多いとき耐火性能検証法に比較し、かなり大きい設計火災荷重密度が算定される。しかし、現在の一般的な高層建物の規模や空間条件、設備の状況を考慮すれば、結果として要求される耐火時間は現状のレベルを超すことは殆ど無く、寧ろ緩和されると考えられる。

同じ設計火災荷重密度でも火災区画の熱的性質によって火災継続時間にかなり大きな差が出ることは現行の耐火規定が予想していなかったことだと思われるが、その場合でも結論は変わらない。

(2) 集合住宅のケーススタディ

集合住宅の単位面積当たりの出火率は事務所建築に比較して約 3 倍高い。しかし、階床面積の規模が事務所建築に比較して小さいこと、住戸間が共住区画で細かに防火区画されること、および住戸の開口率が高いことで火災継続時間が短くなり、その結果火災継続時間は建基法の耐火規定を大幅に下回る。火災による崩壊リスクに限って言えば、超高層建築でも SP の設置は必要なく、適度な耐火構造で十分なレベルにあると考えられる。