

CFT造耐火設計指針 (新検証法)の概要

1. はじめに

当協会は、平成8年に当時の建設省から建築基準法(以下「法」と呼ぶ)第38条に基づく無耐火被覆CFT造柱の設計法として「無耐火被覆CFT造柱を用いた建築物の耐火設計法」の認定を取得した。これに基づき「CFT構造技術指針・同解説」を発行して136件の建物の設計内容審査行ってきた。

平成10年6月の法改正により、法第38条が廃止されるとともに耐火に関わる概念も性能規定化し、当協会の認定の内容も新法への適合が求められた。当協会では、新法に適合する設計法を検討し、平成12年の法の最終施行と同時に移行認定の形で無耐火被覆CFT造柱の検証法の認定を再取得した。

取得した検証法は、基となる「建設省告示第1433号耐火性能検証法」の実際の運用の立ち後れもあったため、当協会の検証法として積極的に公開しなかった。

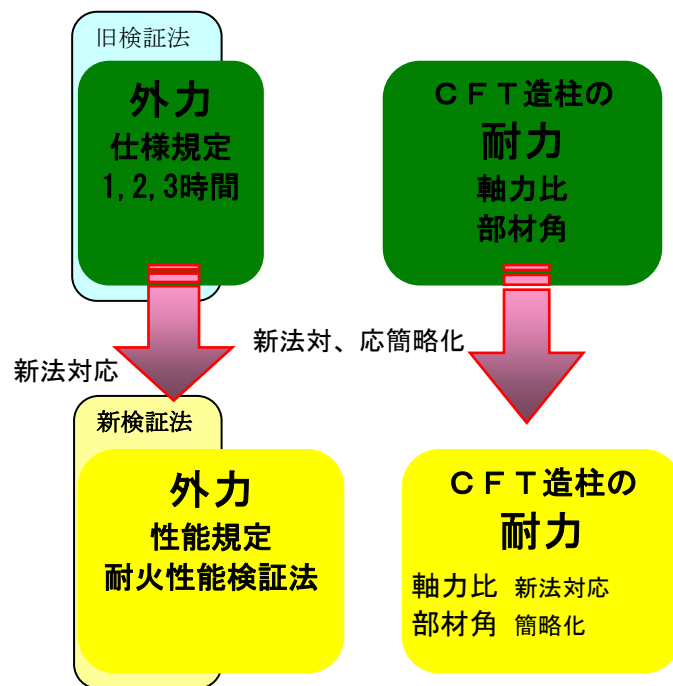
この度、耐火性能検証法をはじめとする耐火設計に関わる法の運用環境も落ち着きはじめ、徐々に性能的な耐火設計が実施されるようになったことを機に、認定内容をより実情にあったものに修正し、本年3月12日付けで国土交通省から「無耐火被覆CFT造柱を用いた建築物の主要構造部の構造方法」の認定を取得した。

以下にこの検証法を紹介する。

2. 検証法の適用範囲と構成

〔図-1〕に本検証法の構成を示す。本検証法は「耐火性能検証法」と「簡略化したCFT造柱の耐火設計法」とから構成される。

設計外力となる火災規模は、火災室や火災荷重に基づいて火災継続時間を算定する耐火性能検証法による。無耐火被覆CFT造柱の火災時の耐力、すなわち耐火性能は、許容軸力比や梁の熱膨張によって生じる部材角等を基に旧指針の概念に基づいて新たに簡略化して作成したものである。

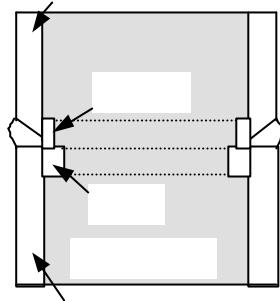


〔図-1〕 新検証法の構成

3. 無耐火被覆CFT造柱の耐火性能と検証法

本検証法で扱うことができる無耐火被覆CFT造柱の仕様を以下に示す。これらは旧指針と基本的には変わっていない。

- ・使用材料は法第37条に適合したもの
- ・充填コンクリートは普通コンクリートで、設計基準強度は24 N/mm²以上60 N/mm²以下
- ・断面形状寸法は円形、角形で径200 mm以上
- ・径厚比は、円形鋼管 $D/t \leq 67$ 、角形鋼管 $B/t \leq 44$ (D, B : 鋼管外径、 t : 鋼管肉厚 [mm])
- ・径長さ比(筒体部長さと外径の比) ≤ 8.0
- ・柱頭、柱脚に蒸気抜き孔を設けること
- ・柱接合部の溶接は裏当て金方式とする(〔図-2〕参照)
- ・筒体部に小梁等が取り付けしていないこと
- ・鉄骨梁との仕口部、およびブレース端部には耐火被覆を施す



〔図 - 2〕柱の接合部

無耐火被覆 C F T 造柱を含む建物の耐火設計のポイントは、大きく分けて、径長さ比、軸力比、火災時の部材角、層の安定性の 4 つである。これらのポイントに対する設計手法について旧指針との違いを中心に以下に紹介する。

(1) 径長さ比

本検証法は、無耐火被覆 C F T 造柱の鋼管長さ と鋼管外径との比を 8 倍以下とした実験を基に作成している。従って、本指針で扱うことができる無耐火被覆 C F T 造柱の鋼管長さ と鋼管外径との比はこれまでと同様に 8 倍以下のものに限る。

(2) 軸力比

〔表 - 1〕に本検証法の許容軸力比表の一部を示す。無耐火被覆 C F T 造柱の火災時の耐力は支持する荷重に大きく左右される。また、火災時には部材表面にある鋼管が火災初期に高温となって耐力を失うため、火災時の無耐火被覆 C F T 造柱の荷重支持能力は内部のコンクリートによって決定される。よって、本検証法では内部コンクリートの常温時耐力と実際の建物における長期軸力の比を無耐火被覆の条件の一つとしている。

この軸力比による制限は、改正建築基準法の概念に基づいて、その許容値を変更した。

法改正前の耐火時間の考え方は、「所定の火災時間、荷重を支持できればよい」であったが、改正建築基準法の性能規定では、建物の耐火性能を「火災が終了するまで耐えること」とし、火災を受けた後、炎が消えて建物が常温になるまで建物が壊れてはいけないとしている。無耐火被覆 C F T 造柱についてもその考え方は適用される。火災時の

〔表 - 1〕 本検証法の許容軸力比表の一部

等価火災 継続時間 t_{ef} [分]	コンクリートの設計基準強度 F_c [N/mm ²]									
	36	39	42	45	48	51	54	57	60	
30	0.495	0.474	0.455	0.438	0.423	0.409	0.396	0.385	0.374	
35	0.480	0.459	0.441	0.425	0.410	0.396	0.384	0.372	0.362	
40	0.467	0.447	0.429	0.413	0.398	0.385	0.373	0.362	0.352	
45	0.455	0.436	0.418	0.403	0.388	0.376	0.364	0.353	0.343	
50	0.445	0.426	0.409	0.394	0.380	0.367	0.356	0.345	0.335	
55	0.437	0.418	0.401	0.386	0.372	0.360	0.349	0.338	0.329	
60	0.430	0.411	0.394	0.379	0.365	0.353	0.342	0.331	0.322	
150	0.353	0.338	0.324	0.312	0.301	0.291	0.282	0.273	0.265	
160	0.349	0.333	0.320	0.308	0.297	0.287	0.278	0.269	0.262	
170	0.344	0.329	0.316	0.304	0.293	0.283	0.274	0.266	0.258	
180	0.340	0.325	0.312	0.300	0.289	0.280	0.271	0.263	0.255	

t_{ef} 次の式により計算した等価火災継続時間

$$t_{ef} = t_f \cdot \left(\frac{a}{460} \right)^{3.2}$$

ここに、 t_f : 「耐火性能検証法」により算定された火災の継続時間 [分]
 : 平成 12 年建設省告示第 1433 号第 3 第一号イ (2) に規定する火災温度上昇係数

ただし、「別記 - 2」を用いた場合は $t_{ef} = t_{f,org}$ とする。

耐火性能を担保する方法の一つの考え方として、所定火災加熱時間の 1.2 倍の加熱時間で部材が破壊しなければ冷却過程も含めて 1.0 倍の耐火時間があると判断するというものである。無耐火被覆 C F T 造柱についてもこの考え方を採用した。例えば、72 分間の加熱で破壊しなかったものを 60 分耐火として評価することとした。結果として、これまでより若干厳しい制限値となった。

(3) 火災時の部材角

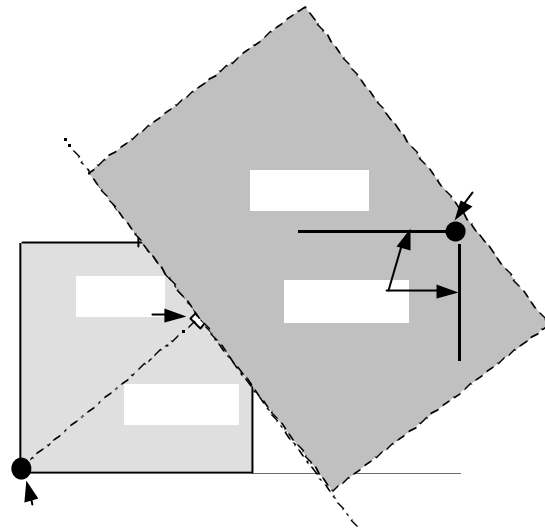
本検証法は、無耐火被覆 C F T 造柱の火災時最大部材角を 1/50 に設定した耐火実験を基に作成しているため、火災時の部材角制限値を 1/50 に設定している。

旧指針では、無耐火被覆 C F T 造柱に取り付く梁の温度を算定して架構として部材角を直接算定していたが、建築主事の建築確認行為が容易になることに配慮して、本指針では建物内における火災の最大延焼範囲を対象に、梁の最高到達温度に対するチェックを行うことによって 1/50 の部材角を担保する設計手法を採用した。梁の温度算定には耐火性能検証法で採用している梁の温度算定式を用いた。詳細は当協会から発行している指針を参照されたい。

(4) 層の安定性

無耐火被覆 C F T 造柱は、曲げ抵抗要素である

鋼管が部材表面にあり、鋼管は火災時に高温となって耐力を失い柱頭と柱脚がピンとなる。従って、一つの層全体が火災になった場合は、全ての無耐火被覆CFT造柱の柱頭柱脚がピンとなり、他に水平抵抗要素がない場合は層崩壊が起こる可能性がある。旧指針では、このような層崩壊が起こらないように火災階の無耐火被覆CFT造柱以外の水平抵抗部材の水平耐力を構造設計行為として検証していた。本検証法では、構造設計者以外の設計者でも理解し実行できるように簡略化した。具体的には、一つの層における無耐火被覆CFT造柱以外の柱の数を4本以上とすることにより、層の安定性検討の省略した。4本未満の場合は、〔図-3〕に示すように2本以上の柱が火災区画の両端に位置するようにすることとした。



〔図-3〕火災時に水平抵抗要素となる柱の位置

4. 検証法の特徴

事務所建物は火災継続時間が60～90分の範囲にあることが多く、旧指針と同等のCFT造柱の無耐火被覆が可能である。

本検証法は以下の項目を取り入れ、性能設計を容易に行えるようにした。

耐火性能検証法では仕様規定における耐火認定部材を使用できるが、仕様規定では壁や床のような区画部材について1時間を超える部材が設定されていないため、耐火性能検証法で等価火災時間が1時間を超えると検証法自体が使えなくなる。本検証法ではこれに対処するため、旧建築基準法の下で存在した2時間耐火構造の区画部材の中から、現行規定でも1時間を超える性能を有するものを選別して設定したため、火災継続時間が1時間を超えても対応できる検証法となっている。なお、デッキプレート床については100分までの使用となる。(〔表-2〕,〔表-3〕参照)

また、労力を要する耐火性能検証法の火災継続時間の算定に対し、本検証法では手計算時の設計作業省力化のため、事務所建物を対象として開口部と床面積の割合を設定するだけで火災継続時間が算定できる簡易予測法も選択できるようにした。

設計外力は、仕様設計における階によって決定される1時間～3時間の耐火時間ではなく、耐火性能検証法による火災継続時間を採用しているた

〔表-2〕120分の遮熱性を保有する間仕切壁

番号	構造方法の名称	商品名	会社名	認定番号
1	両面強化せっこうボード重張/中空又はグラスウール充てん/軽量鉄骨下地間仕切壁	吉野耐火ウォール A21	吉野石膏(株)	FP060NP-9030
2	両面ボード用原紙張繊維混入硬質せっこう板・強化せっこうボード両面重張/グラスウール充てん/軽量鉄骨下地間仕切壁	吉野耐火ウォール A・2000WI	吉野石膏(株)	FP060NP-9156
3	両面ボード用原紙張繊維混入硬質せっこう板・強化せっこうボード両面重張/グラスウール充てん/軽量鉄骨下地間仕切壁	吉野耐火スーパーウォールA	吉野石膏(株)	FP060NP-9158
4	両面せっこうボード・強化せっこうボード重張/グラスウール充てん/間仕切壁	吉野耐火リブウォールA	吉野石膏(株)	FP060NP-9155
5	両面ボード用原紙張繊維混入硬質せっこう板・リブ補強強化せっこうボード両面重張/グラスウール充てん/間仕切壁	吉野耐火スーパーウォールA	吉野石膏(株)	FP060NP-9157
6	強化せっこうボード重張り間仕切壁	吉野耐火ウォール A60	吉野石膏(株)	FP060NP-9129
7	両面強化せっこうボード重張り/中空又はグラスウール充てん/軽量鉄骨下地間仕切壁	吉野耐火ウォール A21WI	吉野石膏(株)	FP060NP-9138
		耐火ウォール Z02	チヨダウチ(株)	FP060NP-9111
		耐火ウォール Z03	チヨダウチ(株)	FP060NP-9112

〔表-3〕100分の遮熱性を保有するデッキプレート

番号	構造方法の名称	商品名	会社名	認定番号
1	連続支持合成スラブ (普通コンクリート厚さ90mm、潤滑金網 6・100×100、満広タイプ75)	QLデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9107
		Cデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9110
		スーパーEデッキ	日機建材工業(株)	FP120FL-9108
		USデッキ	植木鋼業(株)	FP120FL-9111
		明治アデ/UL/Aデッキ	明治鋼業(株)	FP120FL-9112
		QLデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9107
2	連続支持合成スラブ (軽集コンクリート厚さ85mm、潤滑金網 満広タイプ)	Cデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9110
		スーパーEデッキ	日機建材工業(株)	FP120FL-9108
		USデッキ	植木鋼業(株)	FP120FL-9111
		明治アデ/UL/Aデッキ	明治鋼業(株)	FP120FL-9112
		QLデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9113
		Cデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9116
3	単続支持合成スラブ (普通コンクリート厚さ90mm、潤滑金網 6・100×100、満広タイプ75)	スーパーEデッキ	日機建材工業(株)	FP120FL-9114
		USデッキ	植木鋼業(株)	FP120FL-9117
		明治アデ/UL/Aデッキ	明治鋼業(株)	FP120FL-9118
		QLデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9119
		Cデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9116
		Cデッキ	JFE建財(株)	FP120FL-9110

め、営業用倉庫など、可燃物が多く火災継続時間が長い用途への適用は難しい。また、仕様規定の最上層からの階数によって一律に定められた仕様規定の火災外力は使用できない。

5. 検証法の運用

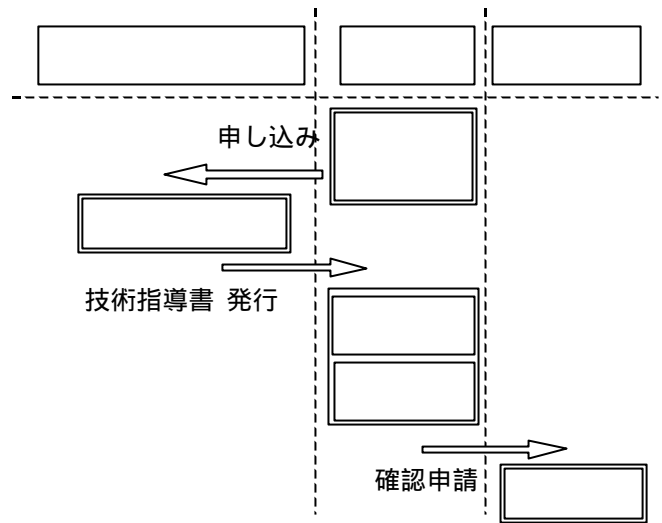
〔表 - 4〕に無耐火被覆 C F T 造柱を含む建物の設計ルートを示す。建築物の耐火設計はルート A、B、C の 3 ルートがあるが、本検証法は大臣認定を取得しているため、認定内容に沿って耐火性能が検証された建築物は確認申請のみで無耐火被覆 C F T 造柱を採用できる。強いて言えばルート B' として位置づけることができる。本検証法の使用にあたっては、当協会に申し込み耐火設計が認定内容に適合するかどうかの C F T 造耐火設計審査を受けた後確認申請の手続きが必要となる。

審査料は規模によって異なるが性能評価より低料金を設定している。審査期間は検証法の適用に問題が無ければ約 2 週間を予定している。

〔図 - 4〕に検証法の利用方法を示す。検証法の利用者は、当協会の耐火設計指針に基づき耐火設計を実施した後、当協会に別途示す耐火設計図書を提示し指針に対する適合審査を受け、技術指導書を受ける。技術指導書は、建物の確認検査機関に提出して当協会の審査を受けたことを明示する。その後は通常の建築確認と同様な手続きとなる。また、確認申請後の計画変更についても同様な手続きとなる。

〔表 - 4〕 無耐火被覆 C F T 造柱を含む建物の設計ルート

設計ルート	手続き
A	無耐火被覆 C F T 造柱を指定試験機関において認定試験(载荷加熱試験)を受け、耐火構造として認定を受ける
B	このルートでの設計はできない
B'	新都市ハウジング協会指針による設計
C	建物毎に指定性能評価機関による性能評価を受け、国土交通大臣の認定を取得する。



〔図 - 4〕 検証法の利用方法

6. 今後の改訂について

今回の改訂で、本検証法は 1 時間を超える区画部材の追加により改訂前よりより現実的な検証法となった。しかしながら、今後、より実用的な検証法とするために、以下の改訂を予定している。

- ・径長さ比が 8 倍を超える長柱の無耐火被覆
当協会では、径長さ比を 12 倍に設定した载荷加熱試験を実施し耐火性能評価が可能となる工学上のデータを得ている。8 倍以下の条件より許容軸力比は低くなるが、耐火性能の評価が可能となっている。
- ・ 2 層吹き抜け空間を含む建物の耐火設計
本検証法では、吹き抜け空間を含む建物は対象外としたが、複数層同時火災についての架構の変形状態をモデル化することにより、事務所ビルの下層階でよく使われる吹き抜けを持った建物にも対応できるようにする。
- ・ 梁の伸び出しを考慮した設計法

本検証法は、無耐火被覆 C F T 造柱の火災時の最大部材角を 1/50 に設定した耐火実験を基に作成している。検証法としては火災区画の最大値を考慮して、梁の温度で評価しているため、安全側の評価となっている。これを実際の梁断面や火災温度に基づいた梁の伸び出し量と柱の部材角の算定手法とすることにより、より工学的で無耐火被覆となる C F T 造柱の数を増やすことができる。

<新都市ハウジングニュース Vol.34 P.15 ~ 18 より転載>
(一部修正)