

鴻池CSFP工法 帯塗(タイ)くん

繊維入り強化塗料の帯状塗膜による
天井補強工法

(ライン型システム天井の耐震補強)

CSFP工法協会

株式会社 鴻池組

岩下 智

鴻池ビルテクノ 株式会社

大林 慎二

CSFP工法協会

1

天井落下による被害 (1)



←体育館の
天井落下例

※国交省HPより

ライン天井の
落下例→

※桐井製作所調査



東日本大震災の際には、ホールや体育館の天井だけでなく、**一般事務所ビル**の
ライン天井が落下する被害が多数発生しました。

CSFP工法協会

2

天井落下による被害 (2)



事務所の天井落下例 (仙台市内某ビル8F)

※鴻池ビルテクノ調査

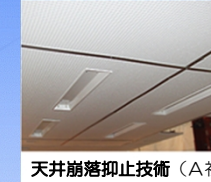
CSFP工法協会

3

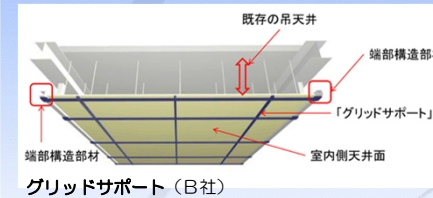
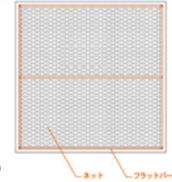
既存天井の落下防止工法 (フェールセーフ型)



従来技術
(落下防止ネット・ワイヤー)



天井崩落抑止技術 (A社)



グリッドサポート (B社)



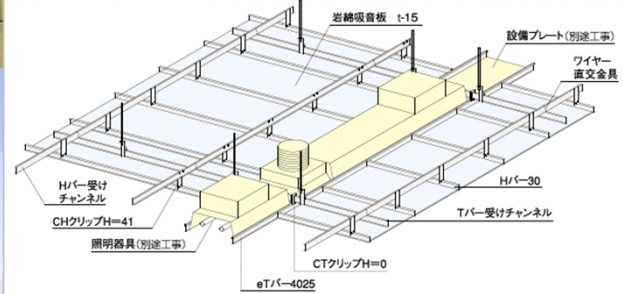
メッシュセーフ工法 (C社)

※写真・図は各社HPより引用

CSFP工法協会

4

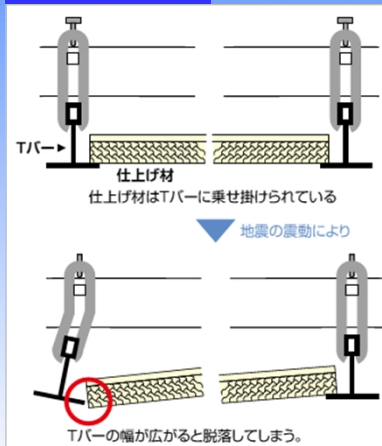
ライン型システム天井（１）

CSFP工法協会

5

ライン型システム天井（２）



一方向に配置されたTバーに仕上げ材(ボード等)が乗せ掛けられているため、地震時にTバーの間隔が広がると仕上げ材が脱落する。

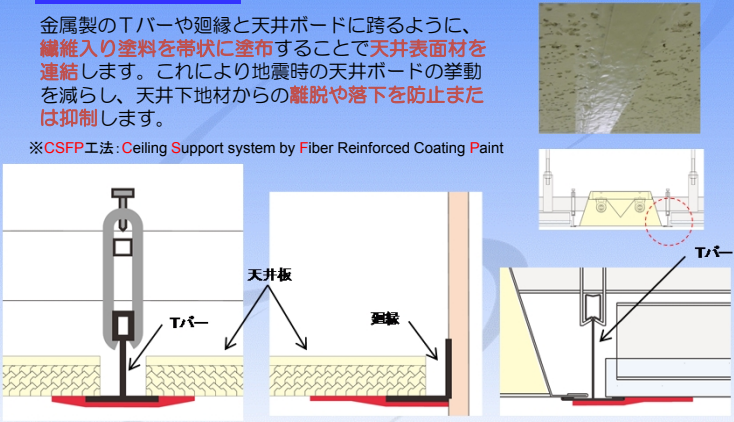
CSFP工法協会

6

CSFP工法（帯塗くん）とは

金属製のTバーや廻縁と天井ボードに跨るように、**繊維入り塗料を帯状に塗布**することで**天井表面材を連結**します。これにより地震時の天井ボードの挙動を減らし、天井下地材からの**離脱や落下を防止または抑制**します。

※CSFP工法: Ceiling Support system by Fiber Reinforced Coating Paint



CSFP工法協会

7

‘帯塗くん’の特長

- ①短工期
 - 2日間(土・日曜日)で施工可能。ただし、金曜日の夜から養生と足場の設置を行う必要があります。
- ②居ながら改修
 - 机上の書類等を片付けて頂くだけで、事務机等備品類の移動は必要がなく、業務の再開がスムーズになります。
- ③無振動・無騒音
 - 補強アンカー工事等はなく、無振動・無騒音で施工ができます。
- ④美観性
 - 透明塗料であることから、施工前後で天井面にほとんど変化がなく、天井の美観・イメージを損ないません。
- ⑤無臭性
 - 使用塗料は全て水性であり、無臭かつ有害な物質は含んでおりません。
- ⑥低コスト
 - 仮設・養生費を含め「5,000円～6,000円/㎡」（200㎡以上）程度で施工できます。一般的な天井下地補強工事の半分程度で施工が可能です。

CSFP工法協会

8

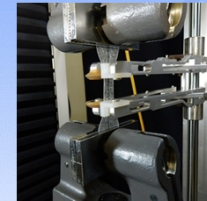
繊維入り強化塗料の塗装仕様

- 塗料は、全て**水性の透明塗料**
- 中塗り塗料には、**合成樹脂の短繊維が混入**
- 上塗りは、**透明のつや消し**（着色仕上げ也可）
- 塗り幅： **55mm**（標準仕様）
※ボード面への塗りかけ幅**15mm以上**
- 塗り厚： **1mm**（塗装時のTバー上）
→乾燥膜厚 **0.3mm以上**（標準仕様）

工程	種類	塗装方法	塗装回数	塗布量 g/m (塗幅55mm)	乾燥膜厚 mm (Tバー上)
下塗り	2液型アクリルシリコン樹脂系	ローラー・はけ	1回	5~8	—
中塗り	1液型アクリル樹脂系	コーキングガン・へら	1回	100以上	0.3以上
上塗り	2液型アクリルシリコン樹脂系	ローラー・はけ	2回	10~15	—

各種材料試験による材料特性の把握

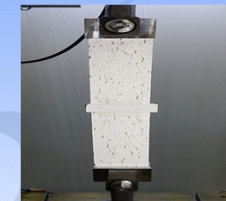
- 試験目的
 - 使用する繊維入り強化塗料の**基本物性**の把握
 - 帯状塗膜で**補強した天井材の力学特性**の把握



引張試験状況（塗料単体）



促進耐候性試験状況



引張試験状況

- 繊維強化塗料の許容応力（面内）
【引張】 2,900N/m **【せん断】 2,200N/m**

設計方針と強度検討

- 天井面に作用する設計用地震力に対し、天井材に塗布された**繊維強化塗料に生じる応力が許容応力以下**であることを確認。なお、地震力の方向はライン直交方向とする。
- 設計用水平震度は、平成25年国土交通省告示第771号に基づき算定。それによらない場合は、**設計用水平震度を2.2**とする。
- 設計用地震力を算出する際の**天井面積は、原則として居室全体の面積を採用**。天井周囲に地震力を負担できる壁がある場合は、壁面による圧縮力や、Tバーと直交方向に接する壁面による拘束力（塗膜のせん断強度）も考慮できるため、天井面積を分割して設計。

＜繊維強化塗料の強度検討＞

$$PA \text{ (許容引張・せん断強度)} \geq F_d \text{ (設計用地震力)} \quad (PA = f_a \cdot B \quad F_d = k \cdot W \cdot A)$$

f_a : 繊維強化塗料の1m当たりの許容引張・せん断強度 (N/m)

B : 繊維強化塗料の長さ (m)

k : 天井面を設ける階に応じた水平震度

W : 天井面構成部材等の単位面積質量（下地材、付属金物、設備等を含む） (N/m²)

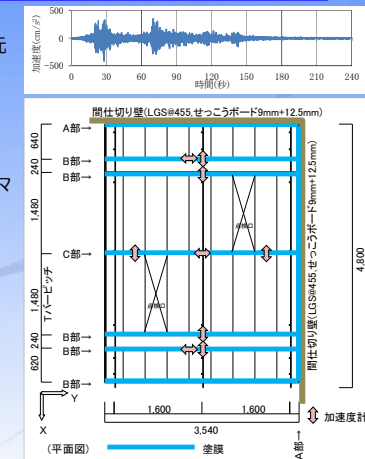
A : 天井の負担面積 (m²)

振動台実験による補強効果の検証（1）

- 鴻池組技術研究所（つくば市）の3次元振動台（3m×3m）を用いて実施。
- **補強を施した試験体と無補強の試験体の2種類を比較**する実験。
- 加振波は、**東北地方太平洋沖地震**での気象庁による仙台市内の観測波。
- 水平2方向加振で、加振レベルを徐々に（50cm/s²ずつ）上げた。



振動台実験全景



振動台実験による補強効果の検証（２）

- **<補強なし>試験体**：天井入力(吊元の床加速度)が約1,000cm/s²（振動台加速度 約500 cm/s²）で、天井板が落下開始。同じく、**1,400（700）**で、複数の天井板が落下し、加振終了。
- **<補強あり>試験体**：天井入力が1,400（振動台700）で損傷はないが、Tバー面の表層剥離が発生。その後加振を続け、**振動台加振上限の1,700（950）**で局部的に軽微な損傷が発生したが、**天井板等の部材は落下せず**。



無補強：多くの天井ボードが落下



補強：ボードの落下はなく、損傷もほぼ無し

《《《 実験動画紹介 》》》

施工手順

- 通常の塗装工事と同じ：
①下塗り → ②中塗り → ③上塗り
- 管理値：塗膜の幅55mm以上、厚さ0.3mm(乾燥時)以上

ステップ①

下塗り
JKタイトシーラー



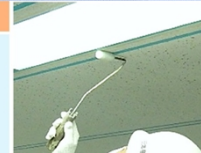
ステップ②

中塗り
JKタイト



ステップ③

上塗り
JKタイトトップ

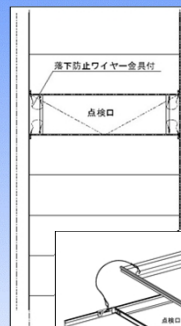


ステップ④

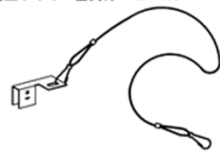
施工完了



点検口の落下防止対策（オプション工事）

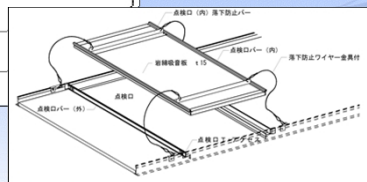


落下防止ワイヤー金具付 L=400

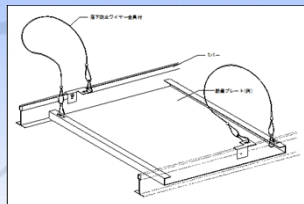


<落下防止ワイヤー>

塗料を塗布できない点検口や設備プレートについては、**落下防止ワイヤー**を設置する対策を別途提案します。



<点検口>



<設備プレート>

実建物の既存天井への施工状況（１）

	概要
天井種別	システム天井（シングルライン）
天井面積	約200m ²
天井高さ	2.6m
施工数量	塗布総延長187m (内訳) ・ Tバーライン : 4本 (計 68m) ・ 設備ライン : 7本 (計 119m)
施工手順	養生→作業足場設置→CSFP工法の施工→作業足場撤去→養生撤去・清掃

<養生・作業足場の設置>



実建物の既存天井への施工状況（２）



塗装ガイド貼付



はけによる下塗り



コーキングガンによる中塗り



へらによる中塗り厚さ調整

CSFP工法協会

17

実建物の既存天井への施工状況（３）



中塗り直後の塗膜



ローラーによる上塗り



養生テープの撤去



塗装工事了（足場撤去前）

CSFP工法協会

18

CSFP工法協会／特許・商標

◆CSFP工法協会

工法開発を共同して実施した以下のメンバーから成っています。

- 株式会社鴻池組（大阪市）
- 鴻池ビルテクノ株式会社（江東区、事務局）
- 株式会社桐井製作所（千代田区）
- 日本樹脂施工協同組合（台東区）

◆特許・商標

【特許】 名 称：天井落下防止構造

（出願中） 出願番号：特願2013-198826

出 願 人：鴻池組、鴻池ビルテクノ、桐井製作所

【商標】 商 称：^{タト}帯塗くん

商標登録：第5751331

出 願 人：鴻池組、鴻池ビルテクノ、桐井製作所、日本樹脂施工協同組合

CSFP工法協会

19

より詳しく知りたい方へ 公開技術情報

◆鴻池組技術研究報告 2015 Vol.25

➢ 鴻池組ホームページにて公開中（印刷可）

- ・タイトル：繊維入り強化塗料の帯状塗膜による天井補強工法の開発 ―ライン型システム天井の耐震補強―
- ・内容：工法概要、材料実験、振動台実験、試験施工

◆2015年度 日本建築学会大会[関東]（投稿・発表予定）

➢ 構造Ⅰ／天井：システム天井（9/5 10:29～11:17）

- ・20434 繊維入り強化塗料の帯状塗膜による天井補強工法の開発
ライン型システム天井の耐震補強
その1 工法概要と材料実験
- ・20435 繊維入り強化塗料の帯状塗膜による天井補強工法の開発
ライン型システム天井の耐震補強
その2 振動台実験

CSFP工法協会

20