

繊維強化塗料とワイヤによる天井落下防止工法の開発

(その1) 工法概要

正会員	○岩下 智* ¹	同	伊藤真二* ²	同	高松 誠* ¹
同	小池いずみ* ³	同	稲毛康二郎* ³	同	荒井智一* ³

既存天井
ワイヤ

落下防止

繊維強化塗料

1. はじめに

2011年の東北地方太平洋沖地震では、多くの吊り天井が落下し、かつてない規模で人的・物的被害が発生した。これを受けて2013年に日本建築学会から「天井等の非構造材の落下事故防止ガイドライン」¹⁾が出され、同年に国交省からは特定天井の構造方法を定めた告示771号が出された。一方、既存の天井に対しては同告示の技術基準の替わりとして、ネットやワイヤを用いた落下防止措置が規定されている。

筆者らは、既存天井の落下防止措置として繊維強化塗料(短繊維を混入して補強した塗膜塗料)を用いて部材同士を接着・一体化し、地震時に天井面構成部材が落下することを防止、もしくは損傷を低減する工法(以下CSFP工法)について研究開発を進め、2014年にライン型システム天井を対象とした「帯塗・ワイヤタイプ」²⁾を実用化した。その後、在来工法天井を対象とし、塗膜と落下防止用ワイヤを併用する「帯塗・ワイヤタイプ」を開発した(図1)。これらの工法は、顧客からの強い要望である短工期、低コスト、美観性確保等に応えたものである。

本報(その1)では、「帯塗・ワイヤタイプ」の工法概要および使用材料、設計方針について報告する。

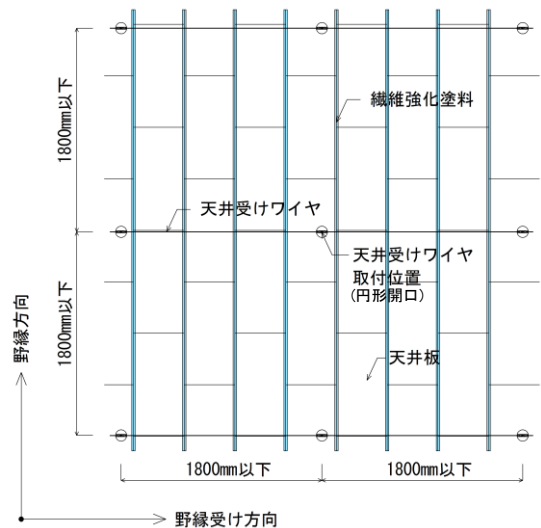
2. 工法概要

CSFP工法「帯塗・ワイヤタイプ」の概要図を図1に示す。在来工法天井の天井板ジョイント部に繊維強化塗料を跨るように塗布し、天井面下に落下防止用のワイヤを敷設する工法で、吊りワイヤ、部材A(吊り用フック)、天井受けワイヤ、部材B(受け用プレート)、ボルトクリップ、および繊維強化塗料から構成されている。これら構成材の取り付け手順を以下に示す。

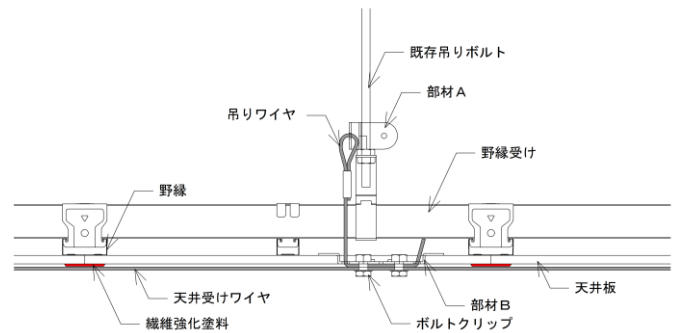


図1 施工事例(帯塗・ワイヤタイプ)

- ①隣り合う天井板同士を跨ぐように繊維強化塗料(幅45mm)を野縁方向に塗布する。
 - ②既存天井面に1800mm以下の格子間隔で直径100mmの円形開口を設ける。
 - ③円形開口から、吊りワイヤを取り付けた部材Aを既存吊りボルトに取り付ける。
 - ④部材Bを円形開口に設置し、ボルトクリップにて吊りワイヤと接続する。
 - ⑤天井受けワイヤを天井下面に野縁受け方向に敷設し、ボルトクリップにて部材Bと接続する。
- なお、本工法の施工は基本的に全て室内側から行う。



a) 天井見上げ図



b) 断面図

図2 帯塗・ワイヤタイプの概要図

天井受けワイヤが繊維強化塗料にて一体化された天井板を保持することで、地震時の天井板の落下を防止できる。なお、目標性能としては、天井面構成材がハンガーまたはクリップから脱落した時に生じる鉛直衝撃荷重に対して、これらの天井落下防止装置が必要な耐力を有することである。

3. 適用範囲

「帯塗・ワイヤタイプ」の適用範囲を図3に示す。

- ①天井面はフラットとする。ただし、勾配 5/100 程度までの斜め天井または端部接線勾配 5/100 程度までの曲面天井(下に凸のみ)には適用可能とする。
- ②吊りワイヤスパンに対し 5/100 までの段差は許容する。ワイヤ配置は段差と平行方向のみとし、段差を跨ぐワイヤ配置は禁止とする。
- ③天井面構成部材等の質量が 20 kg/m² 以下の既存吊り天井とする。
- ④脱落防止処置が施されていない設備機器や天井点検口については、落下防止対策を行う。
- ⑤吊りワイヤを取り付ける既存吊りボルトのスパンは 1800mm 以下とする。

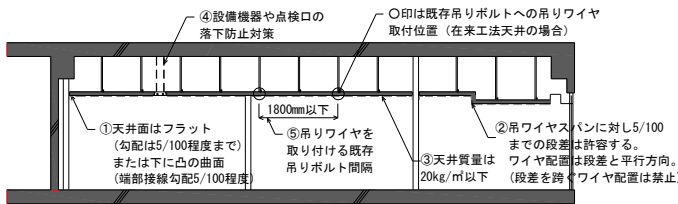


図3 適用範囲 (帯塗・ワイヤタイプ)

4. 使用材料

使用材料は、繊維強化塗料とワイヤおよびそれに付属する金物等の 2 つに分けられる。前者については、「帯塗・ワイヤレスタイプ」で用いた材料と同様であるため、ここでは省略する(既報²⁾参照)。図4にワイヤおよび金物の詳細を示す。

- ①吊りワイヤ・天井受けワイヤ：以下の何れかを使用
 - ・スチールワイヤ (構成記号 6×19, 公称径 3.5mm)
 - ・ステンレスワイヤ (構成記号 7×19, 公称径 3.5mm)
- ②取り付け金物
 - ・吊り用フック(以下部材 A) : FB-30mm×2.3mm (材料 SGHC, 規格 JIS G 3302)
 - ・受け用プレート(以下部材 B) : FB-20mm×2.3mm (材料 SGHC, 規格 JIS G 3302)
- ③ボルトクリップ
 - ・呼び M10, 材料 SUS304, 規格 JIS G 4308

5. 設計方針

地震時に脱落する天井材の衝撃荷重に対して、落下防止措置部材および既存吊りボルトが必要耐力以上であることを確認する。なお、天井材が脱落しない状態で地震

力が作用した時には、落下防止措置部材は天井材に作用する地震力を負担しないものとする。脱落による衝撃荷重の算定は、脱落した天井材が「天井受けワイヤ」に接触するまでの位置エネルギーから算定する³⁾。重力加速度 g 、天井受けワイヤの撓み剛性 k (弾性と仮定する)、天井材質質量 m 、天井受けワイヤの質量 ω 、天井受けワイヤの初期撓み量 h とすると、衝撃荷重 F は(1)式で表される。

$$F = (m + \omega)g \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2kh}{(m+\omega)g}} \right) \quad (1)$$

本工法では天井受けワイヤをたるませない程度に張った状態で施工するので初期撓み量 h は 0 とみなせ、(1)式より衝撃荷重 F は天井材自重の 2 倍となることから、衝撃荷重 F は天井材自重の 2 倍とする。

6. まとめ

天井落下防止工法 (CSFP 工法) として追加開発した帯塗・ワイヤタイプの工法概要および使用材料、設計方針について報告した。

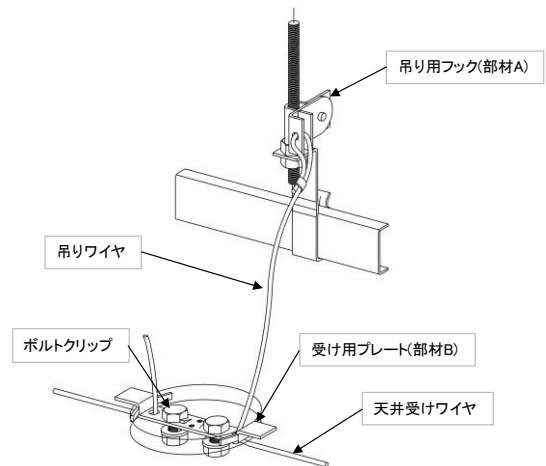


図4 ワイヤおよび金物の詳細

謝辞 本工法は(株)鴻池組、鴻池ビルテクノ(株)、(株)桐井製作所および日本樹脂施工協同組合の 4 者による共同開発です。関係各位に感謝します。

<参考文献>

- 1) 日本建築学会：天井等の非構造材の落下事故防止ガイドライン, 2013. 3
- 2) 高松誠・伊藤真二ほか：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 1~2), 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)構造 I, 2015. 9
- 3) 国土交通省 国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人 建築研究所, 一般社団法人 新・建築士制度普及協会：建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説, 2013. 10

*1 (株)鴻池組
*2 (株)鴻池組 博士(工学)
*3 (株)桐井製作所

*1 Konoike Construction Co., Ltd.
*2 Konoike Construction Co., Ltd., Dr. Eng.
*3 KIRII Construction Materials Co., Ltd.