

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4) 振動台加振による落下再現試験

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

既存天井 落下防止 繊維強化塗料
ワイヤ

1. はじめに

本稿では CSFP 工法「帯塗・ワイヤタイプ」の効果を検証するための振動台加振による落下再現試験の概要および結果について報告する。

2. 振動台試験の概要

試験は鴻池組技術研究所(つくば市)の3次元振動台(3m×3m、搭載重量10ton、変位±150mm(X,Y)、±100mm(Z)、速度±75cm/s(X,Y)、50cm/s(Z)、加速度±1.0G(X,Y,Z))を用いた。

図1、図2および図3に試験体を、表1に試験ケースを示す。試験は天井板仕様の異なる3ケースについて行った。試験体は、一般的な在来工法天井で、鉄骨架台に吊り下げられた吊りボルト(1500mm)から野縁までの下地材は(その3)天井ユニット試験と同じで全ケース共通とし、仕上げ材をCase1化粧せっこうボード、Case2 けい酸カルシウム板、Case3 せっこうボード2枚張りの3種類とした。繊維強化塗料は天井板の板間(Case1は8本、Case2とCase3は4本)に塗り幅45mm、中塗りの塗り厚さ1.0mmで施工し、試験室内(気温30±3℃)にてCase1とCase2が6日間、Case3は7日間養生を行った。天井板の端部は壁などで固定せずフリーとした。試験体は吊りワイヤ2スパン分の大きさであるが、連続した実天井の条件を模擬するために天井受けワイヤの端部はCase2のみ鉄骨架台に固定した。加振波は東北地方太平洋沖地震(2011.3.11)での気象庁による仙台市宮城野区の観測波とし、加振方向は水平および上下の2方向とした(Case3のみ水平1方向)。

振動台試験は地震波加振によって野縁と野縁受けを接続しているクリップの外れを再現し、野縁受けから野縁および天井板を脱落させることを目的としている。

表1 試験ケース

No.	天井板	天井質量
Case 1	化粧せっこうボード (t=9 [455×910])	9.5kg/m ²
Case 2	けい酸カルシウム板 (t=6 [910×910])	8.3kg/m ²
Case 3	せっこうボード2枚張り (t=12.5 [910×1820], t=9.5 [910×910])	18.9kg/m ²

共通: ステンレスワイヤ 7×19、径3.5mm

そのため、クリップを外れ易くするためにブレースを4ヶ所設置し、また、半数のクリップを外してから加振した。図2に示す架台、天井および振動台の3つの高さレベルに至ゲージ式加速度変換器をそれぞれ3個(X,Y,Z)設置して加速度を測定した。

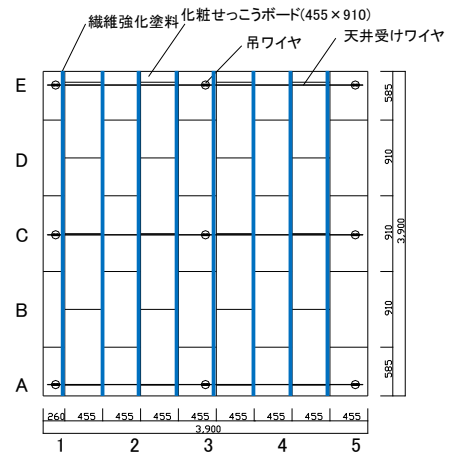


図1 試験体見上げ図(Case1)

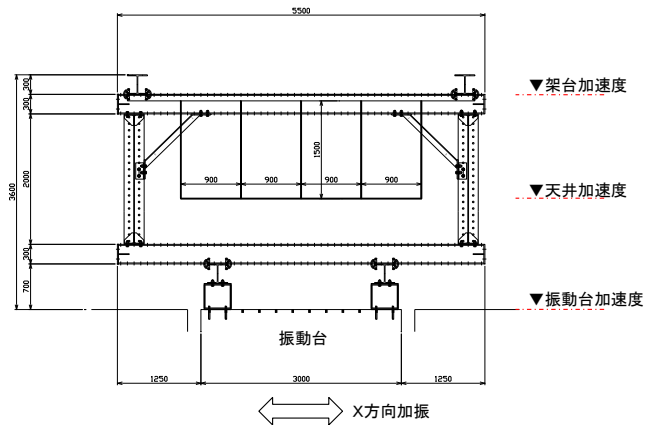


図2 試験体立面図およびセンサー設置位置



図3 試験体設置状況

3. 試験結果

図4に3種類の試験体の加振後の状況を示す。3つの試験体全てで、加振によって全てのクリップが外れ、天井受けワイヤおよび吊りワイヤによって落下衝撃荷重および天井荷重を支持する状況となった。その結果、吊りワイヤスパン中央にたわみが発生しているが、天井板の落下はなかった。また、補強金物周辺の天井板に局所的な損傷があったものの繊維強化塗料、補強金物およびワイヤに損傷はなく、吊りワイヤおよび天井受けワイヤ接合部のすべりも発生していない。Case2は天井受けワイヤの端部を固定しているため、吊りワイヤスパン中央のたわみがCase1と比較すると小さい。Case3は天井受けワイヤの端部は固定していないが、2枚張りのため天井板の曲げ剛性が比較的大きく、ワイヤスパン中央のたわみがCase1と比較すると小さく、Case2と同程度である。表2に加振中の最大加速度および加振終了時の天井板最大たわみを示す。なお、天井板のたわみはCase1のみレーザー変位計で測定したが、Case2およびCase3では、後述する過大な振動のためレーザー変位計での計測を中止とした。よって、天井板のたわみは、加振後にスケールにて測定を行った。Case1のたわみが最も大きく、次に天井受けワイヤ端部を固定したCase2、2枚張りのCase3のたわみが最も小さい。

なお、振動台の最大加速度がCase1およびCase2と比べてCase3が小さく、またCase3の加振がX方向のみとなっているのは、Case1およびCase2のXZの2方向加振において、架台が振動台より1.25mはみ出す片持ち構造

となっている影響から架台のX方向およびZ方向の振動が予想を超えて大きくなったため、Case3ではX方向の1方向加振としたからである。このようにCase1およびCase2では想定以上の振動が試験体に作用したが、クリップが外れて天井が落下する現象は再現できているので、試験結果に対する悪影響はないと判断している。

4. まとめ

地震波加振によってクリップの外れを再現することによって天井板を落下させ、本工法で補強した3種類の天井に落下衝撃荷重を作用させた。その結果全ての試験体の天井板は床面に落下することはなく、繊維強化塗料、吊りワイヤ、天井受けワイヤ、取付け金物(部材A、部材B)およびボルトクリップに顕著な損傷はなかった。

振動台試験により、本工法の有効性が確認でき、また各ケースごとの天井の仕様の違いによる落下後のたわみ性状の違いが確認できた。

表2 最大加速度および天井板最大たわみ

ケース	加振方向	振動台 (cm/s ²)		架台 (cm/s ²)		天井 (cm/s ²)	天井板たわみ (mm)	
		X方向	Z方向	X方向	Z方向	X方向	測定位置	
Case1	X,Z	1061	994	3559	3425	1168	174	B2
Case2	X,Z	1429	1085	3563	3440	3316	50	E2
Case3	X	697	302	2090	1191	640	40	E2

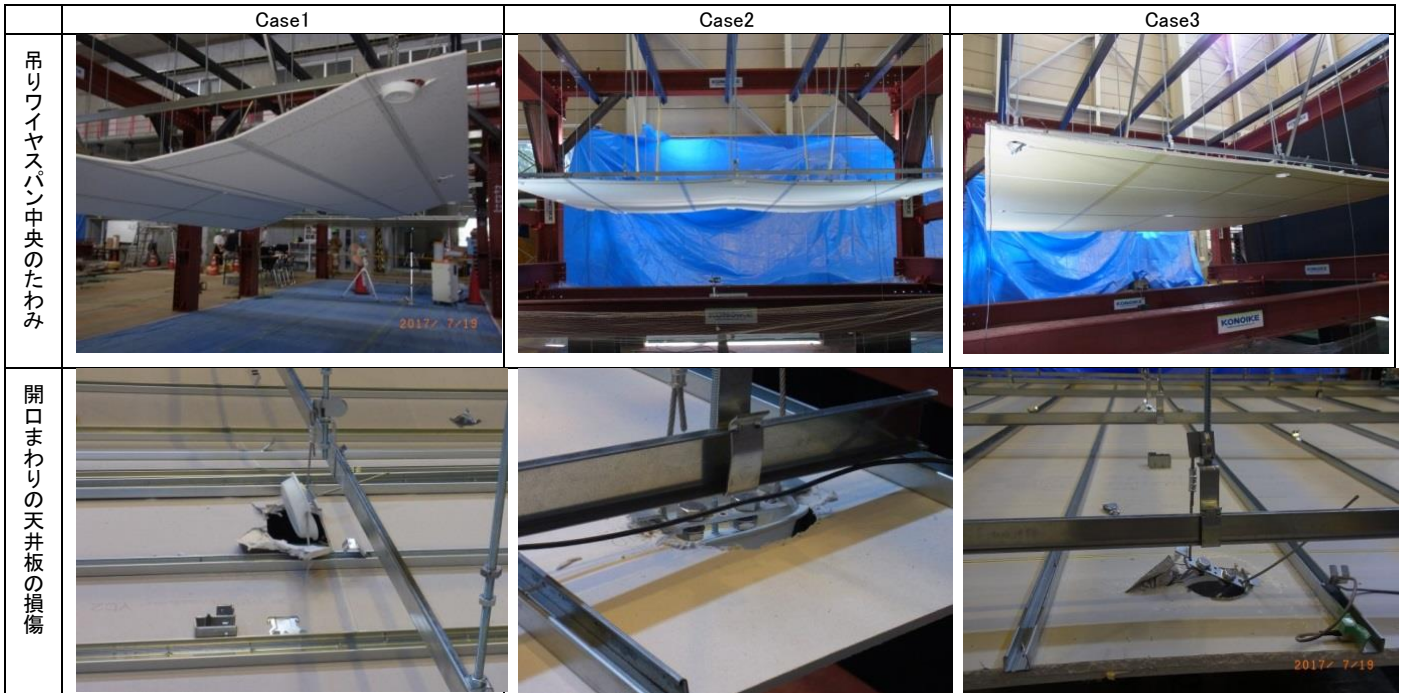


図4 加振後の状況

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

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