

## クリアランスを有さない鋼製下地在来工法天井に関する研究

### その2 軽量不燃発泡複合板

耐震天井 軽量天井材 耐力評価  
クリアランス 静的加力試験

正会員 ○中川 環<sup>\*1</sup> 同 原口 圭<sup>\*1</sup>  
同 岩崎 和明<sup>\*1</sup> 同 荻原 健二<sup>\*2</sup>

#### 1. はじめに

天井については、日本建築学会の指針<sup>1)</sup>に示されているように、より確実な安全性を確保するための方法の一つとして、天井の軽量柔軟化が挙げられている。これにより、重力や地震力の影響を格段に減らすことができるだけでなく、万が一の落下時にも人体に危害を及ぼす可能性も大幅に減らすことができる。人命保護や機能維持の観点から、天井の軽量柔軟化は今後ますます進むと考えられ、各メーカーや建設会社を中心に新たな天井材が次々と開発されている。

前報では多機能けい酸カルシウム板の試験結果について報告したが、本報では、不燃性が確保された軽量な発泡素材（以下、軽量不燃発泡複合板）を仕上げ材とした天井の静的加力試験の結果について報告する。

#### 2. 試験概要

##### 2-1 試験体

試験体の仕様を表1、概要図を図1に示す。試験体は1,000 mm × 3,000 mmの実物部分天井とし、仕上げ材として厚さ 20mm の軽量不燃発泡複合板を使用した。この複合板は図2に示すようにイソシアヌレートフォームを芯材としたサンドイッチパネルであり、カラーアルミ材 0.3mm を面材としたフラットタイプと、アルミ箔を面材としたエンボスタイプの2種類について試験を行った。単位重量はフラットタイプが 27N/m<sup>2</sup>、エンボスタイプが 10.8N/m<sup>2</sup>であり、石膏ボード等に比べ軽量である。仕上げ材の物性値は表2に示すように、圧縮強度、曲げ強度ともフラットタイプの方が大きい。

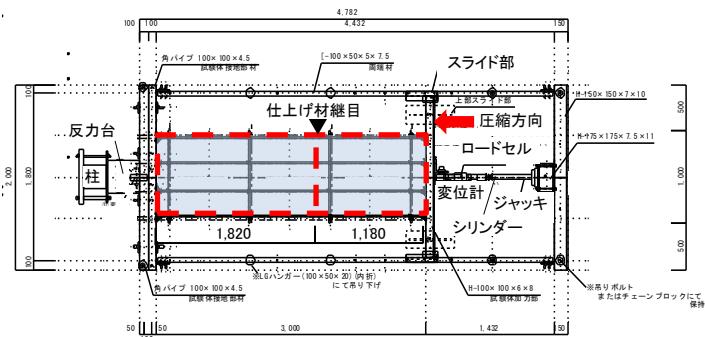
野縁受けピッチは 900 mm、野縁ピッチは 303 mm、仕上げ材のビスピッチは外周部 150 mm、中間部 200 mmとした。ハンガーとクリップは補強し、天井下地は前報同様に端部を固定している。また、試験体は表3に示すように、載荷方向（野縁、野縁受け）をパラメータとし、それぞれ3体の試験を実施した。吊り長さは 1.0m とした。

##### 2-2 試験方法

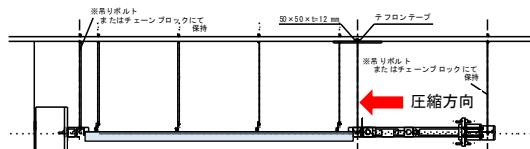
前報同様、試験体片側から一様に圧縮方向へ加力し、計測は加力レベルをシリンダーに接続したロードセルで測定し、変位は変位計で測定した。（加力限界 32kN）

表1 試験体仕様

項目	詳細
試験体寸法	3,000mm (載荷方向) × 1,000mm
仕上げ材	軽量不燃発泡複合板 ビス打ち 外周部 @150mm 中間部 @200mm
野縁受け	19型 @900mm
野縁	19型 @303mm



【平面図(野縁方向)】



【断面図(野縁方向)】

図1 試験体概要図

芯材面	フラットタイプ	面材 カラーアルミ 0.3mm	20	単位重量
	イソシアヌレートフォーム	エンボスタイプ		
	面材 アルミ箔 0.08mm			
裏面	フラットタイプ	面材 カラーアルミ 0.3mm	20	単位重量
	エンボスタイプ	面材 アルミ箔 0.04mm		

図2 軽量不燃発泡複合板の基本仕様

表2 軽量不燃発泡複合板(芯材)の物性値

仕上げ材	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	圧縮強度 (N/cm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (N/cm <sup>2</sup> )
フラットタイプ	50	27	53
エンボスタイプ	34	18	19

表3 試験体一覧

試験体No.	仕上げ材	載荷方向
1C_c	軽量不燃発泡複合板	野縁受け
1S_c	フラットタイプ	野縁
1C_d	軽量不燃発泡複合板	野縁受け
1S_d	エンボスタイプ	野縁

### 3. 試験結果および考察

#### 3-1 フラットタイプ

##### ① 野縁受け方向 (1C\_c)

フラットタイプの荷重変位関係を図3に示す。なお、最初の荷重極大値を損傷時の荷重としている。一部の試験体を除き、ほとんど変形しないまま、まず片方の野縁受けが座屈し、ほぼ同時に図4のように仕上げ材の継目や端部が変形した。その後、急激に荷重は低減するが、一方の野縁受けと仕上げ材が抵抗し、再び荷重は増大した。最終的には継目で天井材が折れ曲がるケースが多くった。

##### ② 野縁方向 (1S\_c)

損傷時の荷重に達する前に剛性が低下しているが、これは野縁の固定端付近の降伏に起因しているものと考えられる。荷重の増大とともに変形が進行し、7~8mm変形した時点では、図5のように試験体端部の野縁と仕上げ材に損傷（局部座屈）が見られた。荷重はその後増大し、一部を除き加力限界である32kNに達した。

#### 3-2 エンボスタイプ

##### ① 野縁受け方向 (1C\_d)

エンボスタイプの荷重変位関係を図3に示す。1C\_cと同様に、ほとんど変形しないまま、野縁受けが座屈した。1C\_cでは継目部が損傷したが、1C\_dは図6のように仕上げ材全体が波形に変形した。加力を続けると野縁受けと共に仕上げ材の変形も進行し、最終的には仕上げ材がビスから引き抜ける箇所もあり、一部で脱落も見られた。

##### ② 野縁方向 (1S\_d)

加力とともに野縁と仕上げ材が一体となり緩やかに変形し、中央部付近で野縁が座屈すると荷重が低減した。荷重は再び上昇し、加力を続けると野縁と仕上げ材の変形により、ビスの引き抜けや、ビスの支圧によって仕上げ材が裂ける現象（図7,8）が発生した。最終的には試験体中央部で全体が折れ曲がった。

#### 4. 各試験体の比較

軽量不燃発泡複合板を用いた天井における損傷時の荷重と変位の平均値を図9に示す。いずれの仕上げ材も前報で示した多機能けい酸カルシウム板同様、剛性は野縁受け方向が高いことが解る。耐力については野縁受け方向と野縁方向に大きな差はなかった。

各載荷方向とも、エンボスタイプの耐力はフラットタイプに比べ20~25%程度小さいが、これはエンボスタイプの軸剛性がフラットタイプに対して低く、下地の負担軸力が大きいことに起因すると考えられる。またエンボスタイプは、フラットタイプに比べ芯材の密度や強度が低いことに加え、面材が薄いため、全体的にビスの引き抜けや仕上げ材が裂ける現象が多く見られた。

### 5. まとめ

本報では、軽量不燃発泡複合板を仕上げ材とした鋼製下地在来工法天井について静的加力試験を行い、損傷状況や耐力、剛性について確認した。

#### 謝辞

本試験に用いた軽量不燃発泡複合板については、三菱樹脂㈱のご支援・ご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表します。

#### 【参考文献】

- 日本建築学会：天井等の非構造材の落下に対する安全対策指針・同解説、2015年1月

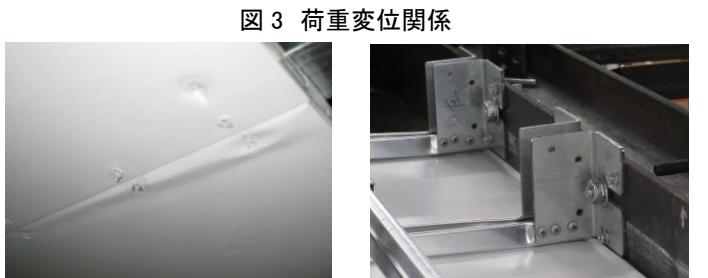
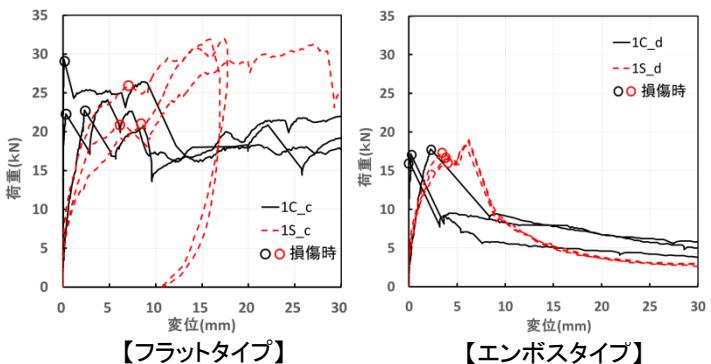


図4 仕上げ材の損傷  
(継目部分)【フラットタイプ】

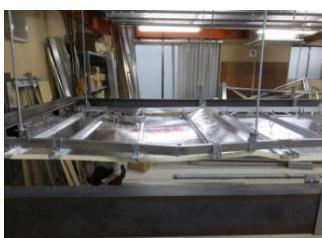


図5 野縁・仕上げ材の局部座屈  
(端部固定箇所)【フラットタイプ】



図6 仕上げ材の波形の変形  
【エンボスタイプ】



図7 野縁の座屈とビスの引き抜け  
(試験体中央部)【エンボスタイプ】

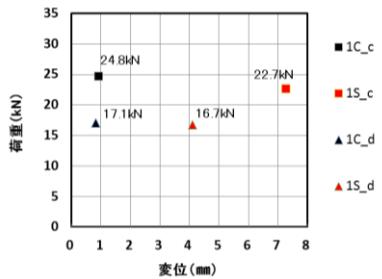


図9 損傷時の荷重変位  
【平均値(3体)】

\*1 東日本旅客鉄道

\*2 桐井製作所

\*1 East Japan Railway Company

\*2 Kirii Construction Materials