

準構造天井の耐震性に関する研究

その1 静的加力実験

天井ユニット 準構造化 正負交番加力
耐震天井 剛性 固有周期

正会員 ○下氏 亮介*¹ 正会員 小林 俊夫*³
同上 稲毛 康二郎*² 同上 間山 佳寿美*¹

1. はじめに

特定天井（国土交通省平成25年告示第771号）に該当する吊り天井は、水平な天井面形状を有する室においてブレースを設置する耐震天井として力学特性が研究され、設計法が確立されているが、音楽ホールや講堂等の天井は、段差や勾配・曲面を組み合わせた複雑な天井形状であることが多く、天井材の応力伝達機構が複雑であったり、ブレース設置が困難である等の理由から耐震天井として設計することができないことが多い。

そこで、複雑な形状の天井においても耐震性を有する天井として設計できるように、強度、剛性を持った接合部材を介して天井下地材を支持構造部へ直接固定し、吊り天井でない各部が構造設計可能な準構造化された耐震天井（以後、準構造耐震天井と呼ぶ）を提案している。本研究では、その準構造耐震天井を構築する部材の一つである KIRII アングルクランプを用いて構成した天井に対して静的加力実験や振動台実験を行い、その耐震性について確認する。本報その1では、静的加力実験を行い、剛性を確認し準構造耐震天井として設計可能であることを確認する。

2. 研究対象天井の概要

本研究で対象とする天井は図1に示すように、これまでぶどう棚として吊り天井の吊元の構築に多く使用されてきたリップ溝形鋼（JIS G 3350：軽量用型鋼）を支持構造部材として、吊り材（吊りボルト・ハンガー）を介さずに接合部材（KIRII アングルクランプ）を用いて天井下地（野縁・野縁受け）を構成しており、それぞれの部材の接合部はすべてビスもしくはボルトにて緊結に接合されている。

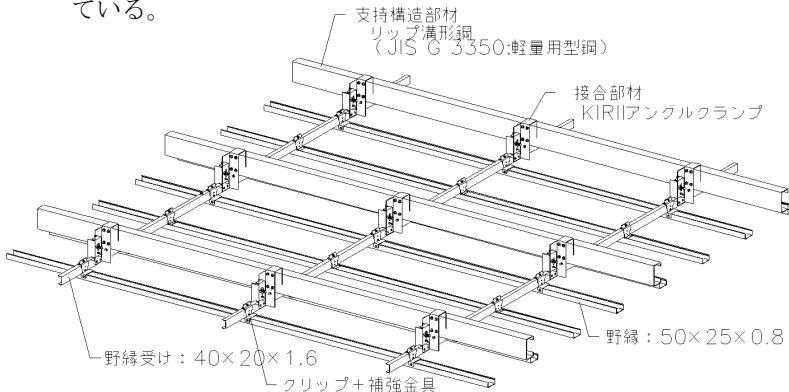


図1 KIRII アングルクランプ天井の全体構成

3. 実験概要

試験体は、鉄骨架台の下に4mの支持構造部材3本をXY方向に各1.2mピッチでボルト固定し、接合部材を9個を用いて野縁、野縁受けを組合せ、サイズ2.7m×2.7m程度の天井面を構成している。なお、接合部材は支持構造部材の支持間の中央部に設置し、取付ピッチは支持構造部材と鉄骨架台の固定ピッチと同様とした。

実験パラメータは、支持構造部材の材芯から野縁受けの材芯までの長さHとし、H=120mmおよびH=280mmの2種類の接合部材を用いて野縁方向、野縁受け方向にて正負交番漸増加力実験を行った。図2に野縁受け方向の試験体平面図、図3に野縁受け方向の試験体立面図（加力平行方向）、写真1a~dに加力前の各試験体状況、写真2a~dに加力後の各試験体状況を示す。

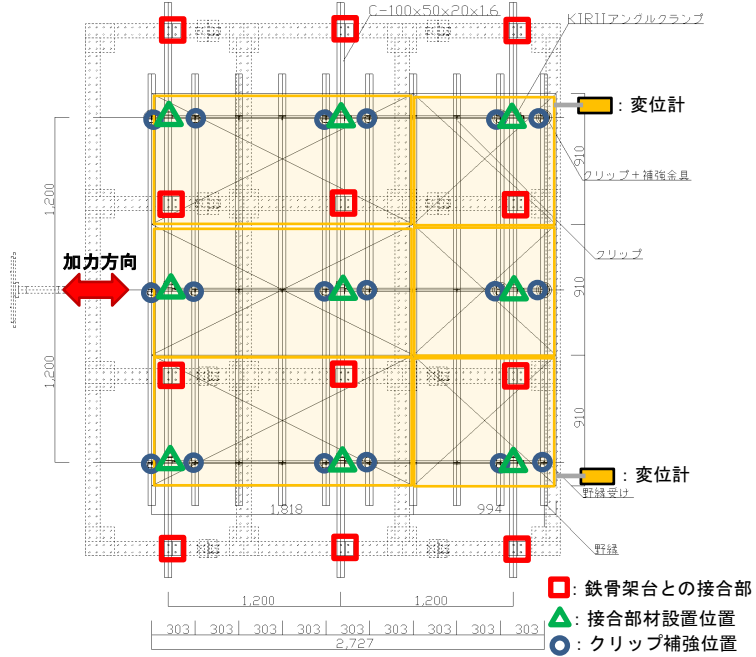


図2 野縁受け方向 平面図

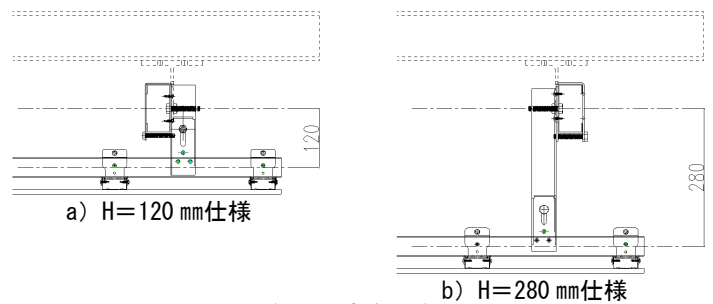


図3 野縁受け方向 立面図

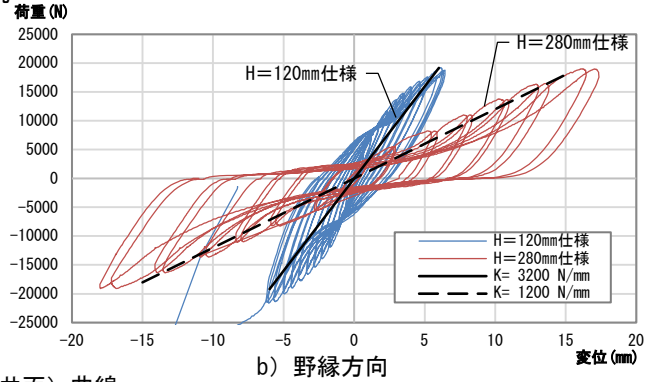
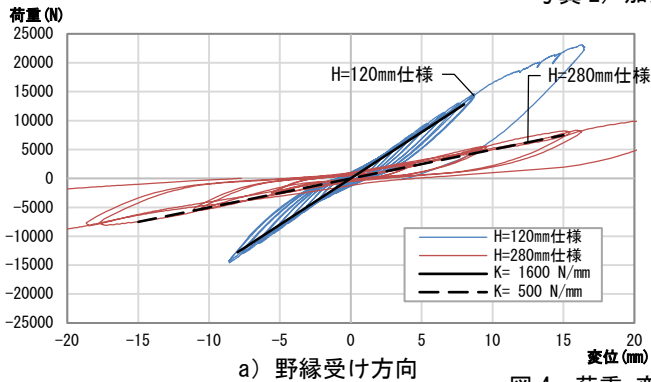
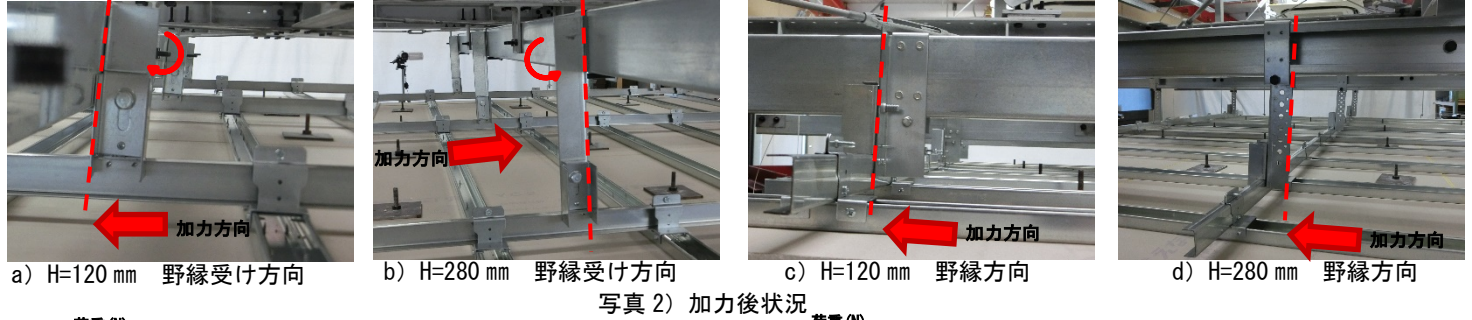
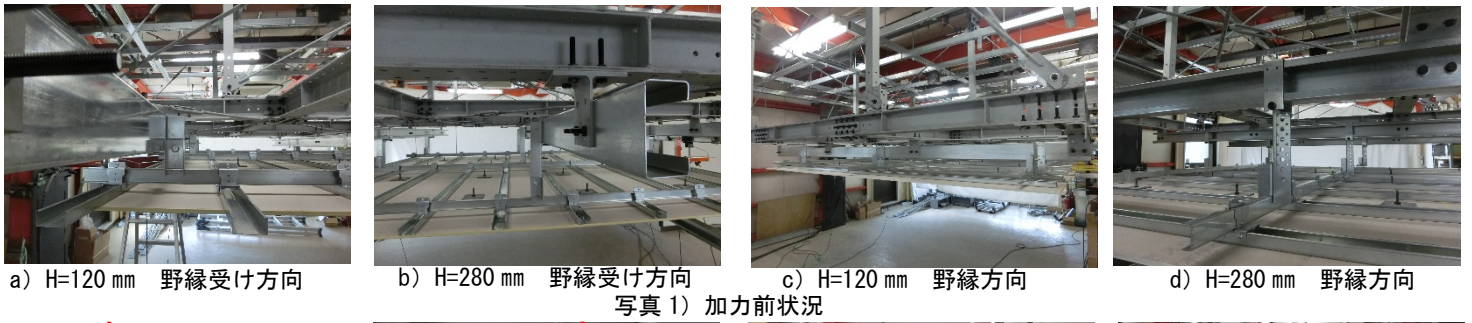


図4 荷重-変位 (天井面) 曲線

4. 実験結果

図4に野縁受け方向および野縁方向加力の荷重-変位(天井面)曲線を示す。

1) 野縁受け方向加力

H=120 mm仕様では、正負ともに15000N付近まで加力し、支持構造部の弱軸曲げ変形およびねじれ変形を確認し、接合部材と野縁受けフランジ接合部のスリットが開くような変形を確認し、天井面の剛性はK=1600N/mm程度であった。

H=280 mm仕様では、正負ともに10000N付近まで加力し、H=120 mm仕様に比べ支持構造部材のねじれ変形がより低い荷重で生じた。天井面の剛性はK=500N/mm程度であった。

2) 野縁方向加力

H=120 mm仕様では、正負ともに19000N付近まで加力し、接合部材の回転および、野縁受けの弱軸曲げ変形確認し、天井面の剛性はK=3200N/mm程度であった。

H=280 mm仕様では、正負ともに19000N付近まで加力し、H=120 mm仕様に比べ接合部材の回転変形がより低い荷重で生じた。天井面の剛性はK=1200N/mm程度であった。

5. まとめ

実験結果より得られた剛性値を用いて、本試験体仕様において天井の単位質量 25kg/m²の場合の固有周期を算出すると、以下のようになる。

$$\text{天井質量 } M = 1.2\text{m} \times 1.2\text{m} \times 9 \text{個} \times 25\text{kg/m}^2 = 324\text{kg}$$

- H=120 mm仕様 固有周期
 $T = 2\pi \sqrt{(324\text{kg}/1600000\text{N/m})} = 0.089\text{s}$
- H=280 mm仕様 固有周期
 $T = 2\pi \sqrt{(324\text{kg}/500000\text{N/m})} = 0.160\text{s}$

H=280 mm仕様では、支持構造部からの加力点までの支点間距離が長いため、曲げモーメントによる支持構造部のねじれ変形や接合部材の回転変形による剛性低下が顕著に生じたことにより準構造耐震天井に必要な剛な天井の条件である、天井面固有周期0.1sを超えてしまっている。したがって、特に支点間距離が長い部材を用いた設計する場合は支持構造部のねじれを考慮することおよび接合部材との接合部の回転変形に寄与するビスなどによる接合部剛性などの実験データを十分に揃えううえで、構造計算を行う必要があることが分かった。

*1 桐井製作所
 *2 桐井製作所 修士(工学)
 *3 桐井製作所 工学博士

*1 Kirii Construction Materials Co., Ltd.
 *2 Kirii Construction Materials Co., Ltd, M Eng.
 *3 Kirii Construction Materials Co., Ltd, Dr.Eng.