

準構造天井の耐震性に関する研究

その3 振動台実験と静的加力実験の結果比較

静的加力実験 準構造耐震天井 固有周期
剛性 伝達関数 固有振動数

1.はじめに

前稿その2では、振動台実験により地震動に対する準構造耐震天井の安全性を確認し、伝達関数から天井の固有振動数を推定した。

本報その3では、振動台実験の試験体である水平天井上段と同様の仕様で静的加力実験を行った結果を報告する。また、振動台実験の結果より得られた剛性と、静的加力実験結果の結果より得られた剛性を比較する。

2.振動台実験結果

前稿その2で示した仙台波100%後のランダム波加振による水平天井上段の伝達関数のグラフを図1に示す。X方向において、20Hz前後で応答が増幅している傾向があるが、これは段差部を介して水平天井下段の振動の影響を受けていると考え、固有振動数をX方向は28.0Hzと推定した。Y方向は31.9Hzと推定した。

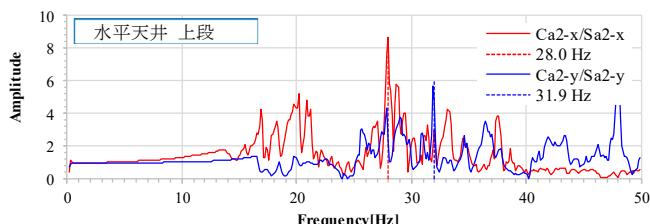


図1 伝達関数(天井面／鉄骨部材)

ここで、推定した固有振動数および質量から接合部材1個あたりの剛性を算出すると以下のようになる。

天井質量 $M=136.2\text{kg}$, 接合部材数量 $N=8$ 個

・X方向(野縁受け方向)

$$K_D = (2\pi)^2 \times 136.2\text{kg} \times 28.0\text{Hz}^2 / 8 = 527000\text{N/m} = 527\text{N/mm}$$

・Y方向(野縁受け方向)

$$K_D = (2\pi)^2 \times 136.2\text{kg} \times 31.9\text{Hz}^2 / 8 = 684000\text{N/m} = 684\text{N/mm}$$

3.静的加力実験概要

静的加力実験を行う試験体は、振動台実験の水平天井上段の試験体と同様とし、天井サイズについて振動台実験と比較して約半分に縮小し、接合部材を4個使用するサイズとした。支持構造部材 $C-100 \times 50 \times 20 \times 2.3$ の固定についてはアングル $L-130 \times 130 \times 12$ とし、固定ピッチや固定方法は振動台実験と同様とした。

試験パラメータは、野縁方向、野縁受け方向各1体とし、正負交番漸増力試験を行った。図1に試験体図を、写真1に加力前の試験体状況を示す。

正会員 ○稻毛 康二郎^{*2}
同上 間山 佳寿美^{*1}

正会員 小林 俊夫^{*3}
同上 下氏 亮介^{*1}

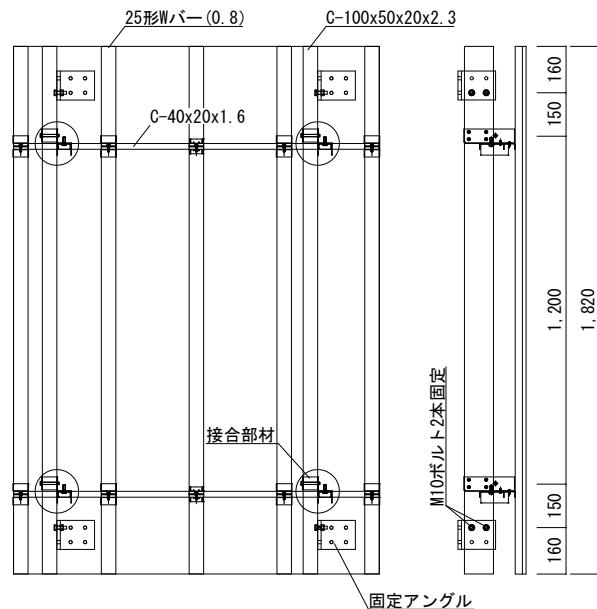


図1 試験体図



a) X方向(野縁受け方向)



b) Y方向(野縁方向)

写真1 加力前状況

4. 静的加力実験結果

図2に静的加力実験結果の荷重-変位のグラフを、写真3に±1200N 加力時の試験体状況を示す。

図2において、静的加力実験結果は、接合部材1個あたりの荷重とし、変位は天井面を計測した変位とする。また、図内に剛性 K_D および荷重 F_D を図内に示す。

ここで、荷重 F_D は、振動台実験における仙台波 100%加振時の最大加速度の結果から、以下のように算出した仙台波 100%加振時に水平天井上段に作用した慣性力とする。

天井質量 $M=136.2\text{kg}$ 、接合部材数量 $N=8$ 個

- ・X 方向（野縁受け方向）

$$F_D = 136.2\text{kg} \times 9.80665 \times 2.141 / 8 = 358\text{N}$$

- ・Y 方向（野縁方向）

$$F_D = 136.2\text{kg} \times 9.80665 \times 2.662 / 8 = 444\text{N}$$

表2に静的加力実験において荷重 F_D 時の+側の天井面を計測した変位を示す。また、その荷重および変位から算出した剛性 K_S を示す。

表2 静的加力実験結果

| | 荷重[N] | 変位[mm] | 剛性 K_S [N/mm] |
|-------------|-------|--------|-----------------|
| X方向（野縁受け方向） | 358 | 0.692 | 517 |
| Y方向（野縁方向） | 444 | 0.618 | 718 |

5. 剛性の比較

表3に振動台実験結果から求めた剛性 K_D と静的加力実験結果から求めた剛性 K_S を比較した結果を示す。

表3 剛性（比較）

| | 振動台実験 剛性 K_D [N/mm] | 静的加力実験 剛性 K_S [N/mm] | K_D / K_S |
|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------|
| X方向（野縁受け方向） | 527 | 517 | 102% |
| Y方向（野縁方向） | 684 | 718 | 95% |

以上の結果より、X 方向（野縁受け方向）、Y 方向（野縁方向）ともに振動台実験結果から求めた剛性と静的加力実験結果から求めた剛性が概ね一致していることを確認した。

6.まとめ

振動台実験における水平天井上段と同仕様の試験体で静的加力実験を行い、接合部材の剛性を確認した。また、振動台実験結果から求めた剛性（仙台波 100%後のランダム波加振による水平天井上段の伝達関数のグラフから固有振動数を推定して算定した剛性）と、静的加力実験結果から求めた剛性（仙台波 100%加振時に接合部材に作用した荷重を算出し、その荷重時の変位から算定した剛性）が概ね一致していることを確認した。

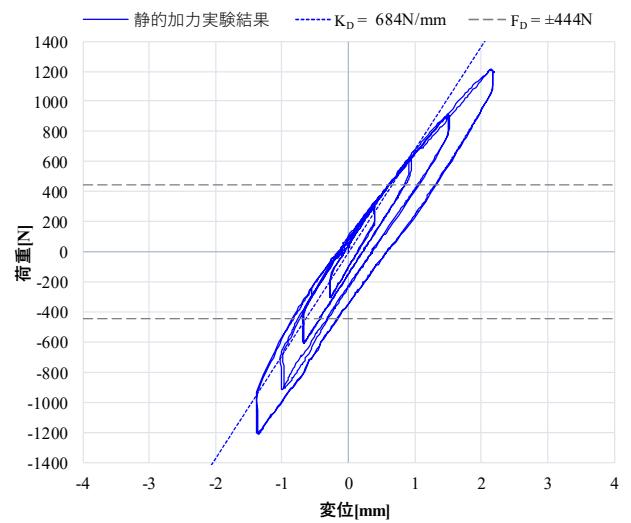
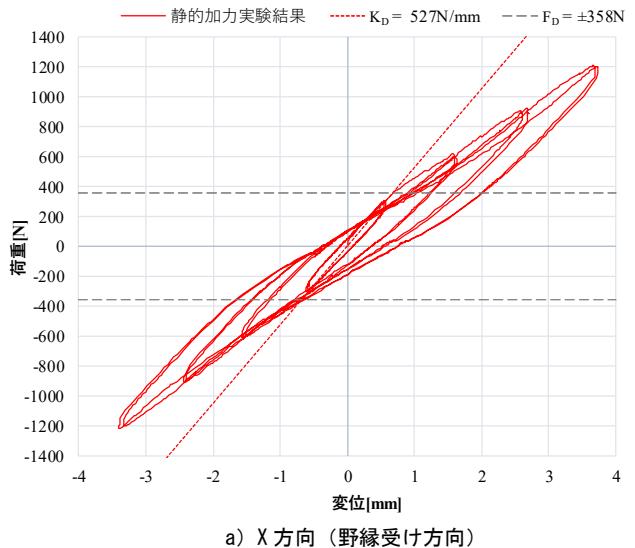


図2 試験結果

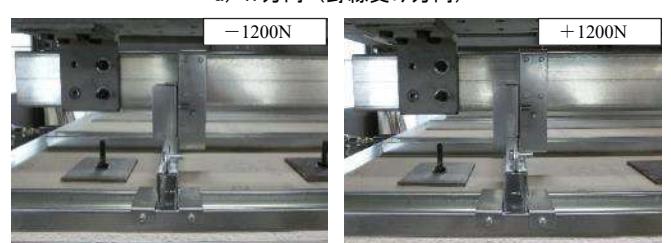
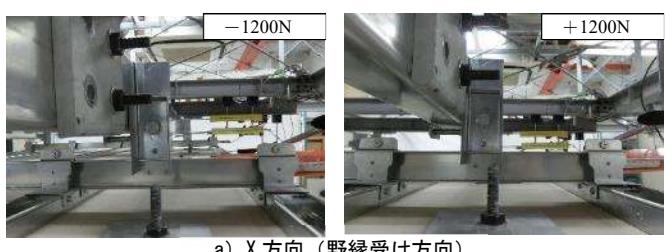


写真2 加振後状況

*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.