

天井の耐震性に関する研究

その6 グリッドシステム天井の面内変形

正会員 小林 俊夫*¹
正会員 由利 隆行*²

グリッドシステム天井、面内変形、クリアランス

1. はじめに

グリッドシステム天井は格子状に配置したTバーにボードや照明器具などの施設をはめ込んで構成される。そして天井の耐震性確保のため吊ボルトにブレースを設置する。ブレース間の天井面ははめ込まれたボードなどの剛性で平面を構成するので地震時の水平力に対し天井の周辺構造物との干渉を検討する際には、建物本体の層間変形やブレース構面の変形と共にブレース間天井面の面内変形の定量的評価が重要になる。すなわち、図1において、

(建物の変形成分) + (面内変形)

+ (ブレース構面の変形) < (クリアランス) (1)

が満たされれば地震時にも周辺構造物と天井面との干渉はない。

今回ブレース間天井面の面内変形の特徴を把握する目的で実物部分モデルを用いた静的加力実験を実施したので報告する。

2. 試験体と実験器具

TバーにはY字型断面を持つ成48mm、幅15mmで600グリッドサイズのものを2グリッド採用した。面材としては岩綿吸音版($t=15$)を、実験器具は株式会社島津製作所オートグラフ(AGS-JH)を用いた。

3. 試験内容

加力装置の性能上天井面を鉛直とし、2グリッド分の両端Tバーを固定し、中央のTバーに加力した。

まず岩綿吸音版を設置しない状態で加力し、Tバーのみの剛性を求めた。実験状況を写真1に示す。

次に同じく岩綿吸音版を設置した状態で加力し、Tバーと面材の和の剛性を求めた。実験状況を写真2に示す。

4. 試験結果

(1) Tバーのみのケース

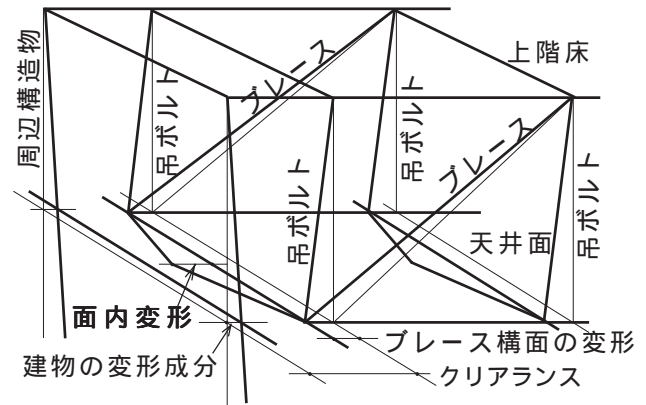
Tバーのみの試験体に対する試験結果を図2に示す。この場合、試験体が塑性領域に入らないように最大変位を10mm程度とした。最大点では変位10.21mmで加力101.1Nであり、原点と最大点とを結ぶ剛性は $K_1=9.90\text{N/mm}$ となる。

(2) Tバーと面材の和のケース

Tバーと面材の和の試験体に対する試験結果を図3に示す。この場合、試験体が終局状態になるまで加力した。Tバーのグリッドに面材を落とし込むため設計上は両者の間に0.5mmのギャップがあるが、実験結果の荷重-変形関係は原点からほぼ線形であった。最大点では変位43.46mmで加力1081.85Nであり、原点と最大点とを結ぶ剛性は $K_2=24.89\text{N/mm}$ となった。

(3) 面材のみの剛性

今回の試験体は加力と直交するTバーの曲げ剛性が



細線：初期状態 太線：上階床に対する相対変位
図1 地震時の変形成分



写真1 Tバーのみの加力実験状況

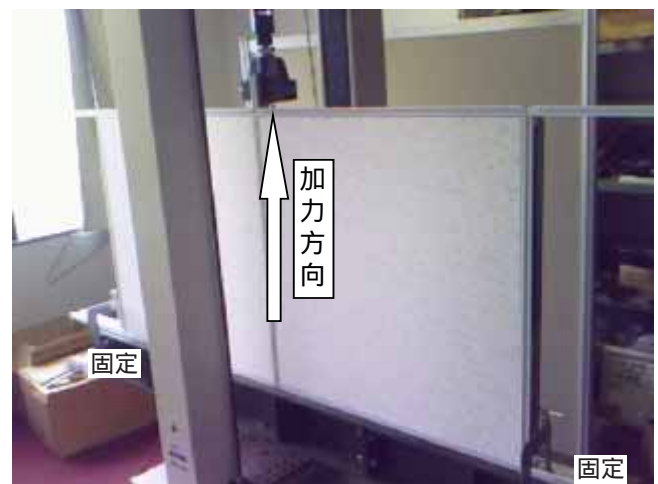


写真2 Tバーと面材の加力実験状況

有効に働く方向のみの試験体しか用いなかったため、安全側にボード2枚分のみの剛性として $K = K_2 - K_1 = 15.0 \text{ N/mm}$ を面内剛性として評価する。

5. 試設計天井に対する検討

(1) 試設計天井

検討対象試設計天井の条件は以下の通りとする。

- (a) 使用する材料は試験体と同じとする。
- (b) 平均天井重量は 100 N/m^2 とする。
- (c) 検討対象水平震度は $k=1.0$ とする。
- (d) 吊ボルトは水平2方向に 1200 ピッチで配置されているとする。
- (e) 天井懐深さは 1200 とする。
- (f) 天井周辺部分の全ての吊ボルトに壁と直交するブレースが 1200 ピッチで配置されるものとする。試設計ブレース配置例¹⁾を図4に示す。

(2) 検討方針

壁際ブレース間の2グリッドを取り出し、壁と直交方向に地震力が作用するものとする。ブレース支持点に対するブレース間中央のはらみ出し量を求める。

(3) 検討結果

図5に示すように、2グリッドの各グリッドの分布質量をブレース間中央部分とブレース構面部分に2分割して各々を集中質量とし、中央部分半分に対応する慣性力 F が作用するものとする

$$F = kW = 1.0 \times 2 \times 0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 100 \text{ N/m}^2 / 2 = 36 \text{ N}$$

従ってはらみ出し量 d は

$$d = 36 \text{ N} / (15.0 \text{ N/mm}) = 2.4 \text{ mm}$$

となる。

(4) クリアランスの試設計

(1) 式の各成分を求めると、

(建物の変形成分)：建物固有の数値となるが仮に層間変形角を $1/200$ とすれば、 $1200 \text{ mm} / 200 = 6.0 \text{ mm}$ となる。

(面内変形)：上記のように 2.4 mm となる。

(ブレース構面の変形)：図4ではV字配置のブレース1組の支配面積は 13 m^2 であるが、筆者らが開発した文献²⁾の耐震天井工法を用い施工性を上げて 20 m^2 とすれば、地震時の負担水平力は 2000 N となり、文献²⁾の図3によれば、このとき水平変位は 7.5 mm となる。

これらを総合すると、地震時に天井と周辺構造物とが干渉しないためには

$$(\text{クリアランス}) > (6.0 + 2.4 + 7.5) \text{ mm} = 15.9 \text{ mm}$$

となり、約 16 mm 以上のクリアランスが必要である。

6. まとめ

グリッドシステム天井を対象として地震時のブレース間面内変形を定量的に評価するため、実物部分モデルに対して面内載荷試験を実施した。その結果に基づき、安全側としてボードのみの面内剛性を用い、試設計天井に水平震度 $k = 1.0$ を作用させた場合、はらみ出し量は 2.4 mm となった。また地震時に天井と周辺構造物とを干渉させないためのクリアランスの試算結果は約 16 mm 以上となった。

< 参考文献 >

- 1) 「システム天井ブレース設置基準の見直し、ブレースの配置例(整列配置)」、ロックウール工業会 工法委員会、平成19年5月
- 2) 「天井の耐震性に関する研究(その2)グリッドシステム天井用ハンガー補強金具」、由利隆行、荒井智一、小林俊夫、日本建築学会大会梗概集、2006年9月

*1 桐井製作所 工学博士

*2 桐井製作所

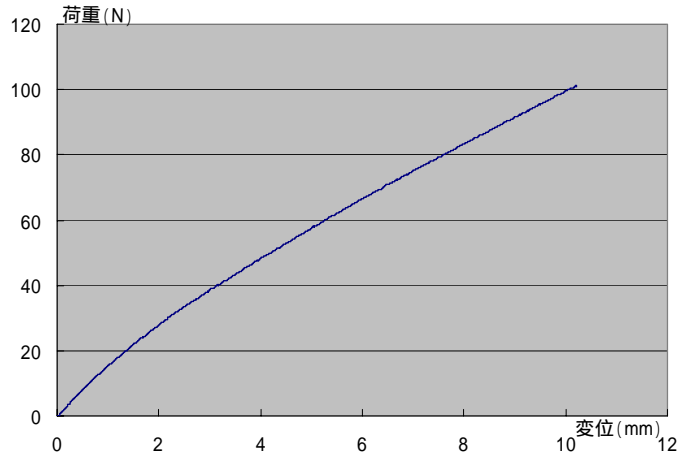


図2 Tバーのみの加力実験結果

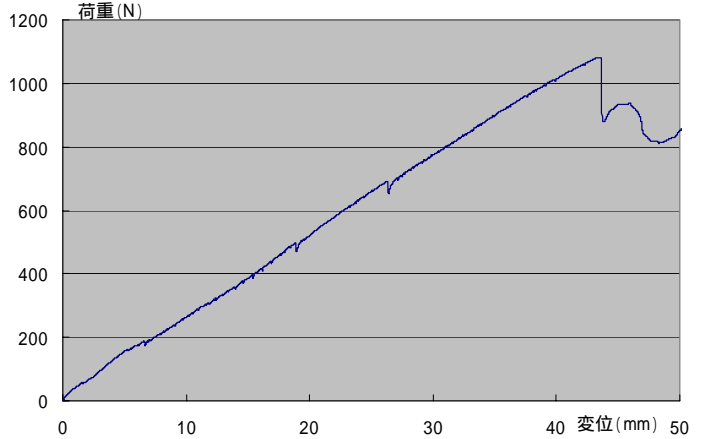


図3 Tバーと面材の加力実験結果

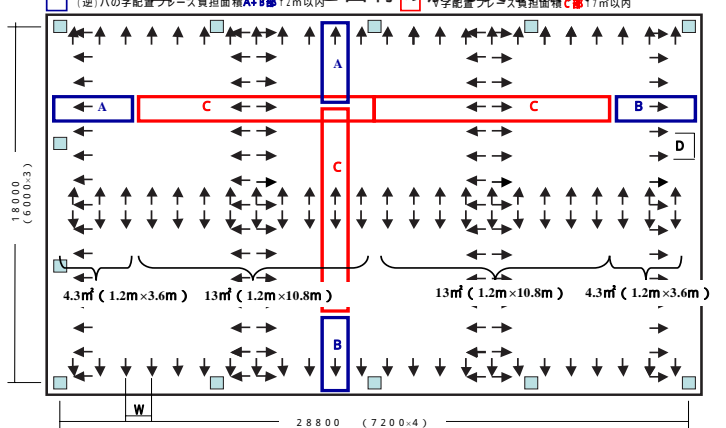


図4 試設計ブレース配置例

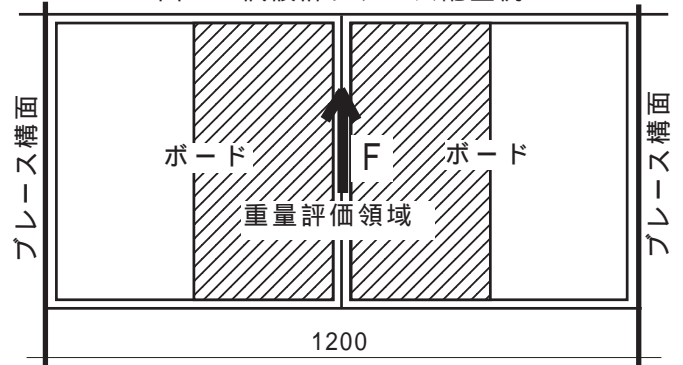


図5 検討概念図(平面図)

*1 Kirii Construction Materials Co., Ltd., Dr. Eng.

*2 Kirii Construction Materials Co., Ltd.