

スリット入り鋼板耐震壁のパネル補剛設計式の導出
 Derivation of Design Formula for Panel Stiffening of Steel Shear Walls with Slits

○伊藤麻衣・林和宏・保木和明・谷口雄大・中島正愛

○Mai ITO, Kazuhiro HAYASHI, Kazuaki HOKI, Yudai TANIGUCHI, Masayoshi NAKASHIMA

Design formula for estimating the required thickness of wood panels that stiffen the slitted steel shear walls is proposed. Setting the ratio of modified buckling strength, which is obtained by assuming the effect of stiffening as the increase in the bending rigidity, to yield strength to a specified value, the design thickness of the stiffening panel is derived. The design formula to allow for the effect of the number of bolts and the dimension of the wall is also proposed. These formulas are found reasonable by the comparison with the experimental results.

1. はじめに

本研究では、木パネルで面外補剛されたスリット入り鋼板が耐震壁として妥当な減衰性能を保持するために必要な木パネル厚およびボルト本数を求める設計手順の導出を検討する。また、設計手順を既往の要素実験試験体に適用して、実験結果と比較し設計手順の有効性を確認する。

2. 補剛設計式

設計補剛厚の導出手順を示す。対象は、実用的な設計範囲を想定し、寸法約 1m 四方、鋼板厚 1~6mm、柱状部のアスペクト比は 2~4 とする。

a) 補剛の効果を曲げ剛性の増加と仮定した補正横座屈荷重 Q_{cr}^* を求める。補剛剛性には結合係数 k_1 を乗じる。

$$Q_{cr}^* = n \frac{4.013}{\left(1 - \sqrt{\frac{EI_w}{GJ \cdot (l/2)^2}}\right)^2} \cdot \frac{\sqrt{(EI + k_1 E_r I_r) \cdot GJ}}{(l/2)^2}$$

$E_r I_r$ は、鋼板の柱状部（スリット間のリブ材）に等しい幅を持った補剛材の曲げ剛性である。

b) 補正横座屈荷重 Q_{cr}^* と面内耐力 Q_{wtu} から k_2 を算出する。

$$Q_{wtu} = \frac{\sigma_y}{3} \cdot l \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\sqrt{3} \cdot b}{l}\right)\right) \cdot n \cdot t$$

$$Q_{cr}^* = k_2 Q_{wtu} \quad (k_2: \text{座屈降伏耐力比})$$

c) 実大の 1/3 寸法の基本モデルを基準に、鋼板厚と柱状部のアスペクト比を変数とした鋼板の弾塑性繰返し解析により、補剛判定基準（最大耐力比 0.8 以上かつスリップ耐力比 0.5 以上）を満足する値として、 k_1 は 0.1、 k_2 は 2.5 とする。（図 1, 2）

d) ボルト本数や鋼板幅を変える場合は、 k_2 を 2.5 とし、 k_1 はボルトで囲まれた領域の面積の 2 乗に反比例した値とする。

$$k_1 = k_{10} \cdot \frac{(d_{x0} d_{y0})^2}{(d_x d_y)^2} = \frac{1.44 \times 10^9}{(d_x d_y)^2}$$

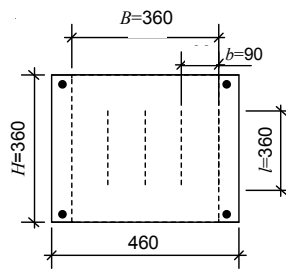


図 1 基本モデル
 (鋼板厚 $t=2.3\text{mm}$, 柱状部数 $n=4$)

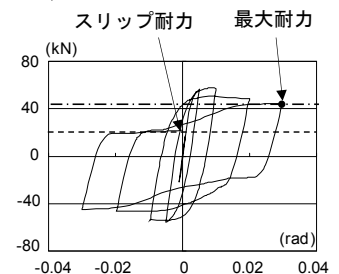


図 2 せん断履歴特性

3. 実験との比較 (表 1)

スリップ耐力比が基準値の 0.5 に近い試験体で実験補剛厚と設計補剛厚がほぼ一致した。またスリップ耐力比が 0.5 より大きくなるに従い、実験補剛厚が設計補剛厚より大きくなり、ボルト本数を変化させた試験体でも設計式の傾向と同じとなるなど、全てのモデルにおいて本設計式は実験結果の傾向を良好に追跡していることが確認できた。

表 1 設計補剛厚と実験補剛厚の比較

| | 鋼板寸法 B×H | ボルト数 | 設計補剛厚 (mm) | 実験補剛厚 (mm) | スリップ耐力比(実験) |
|-----|----------|------|------------|------------|-------------|
| S-1 | 360×360 | 6 | 11.0 | 24.4 | 0.603 |
| S-2 | 360×360 | 6 | 11.0 | 18.4 | 0.541 |
| S-3 | 360×360 | 6 | 11.0 | 11.8 | 0.506 |
| S-4 | 360×360 | 6 | 8.8 | 11.8 | 0.599 |
| R-1 | 540×360 | 6 | 27.5 | 24.1 | 0.493 |
| R-2 | 540×360 | 4 | 17.9 | 24.1 | 0.538 |
| R-3 | 540×360 | 9 | 11.3 | 24.1 | 0.658 |