

(2) 集成材梁勝ち架構 [3.5]

■定式

$$\text{許容転倒モーメント } M_{Ta} = 3(A_m \cdot L_w + B_m) \cdot L_w \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad (3.5.4)$$

ここで、 $A = a_1 + a_2 \cdot L_o$ 、 $B = b_1 + b_2 \cdot L_o$

a_1, a_2, b_1, b_2 : 係数 (図 3.5.2~3.5.4 による)

L_w : 耐力壁の幅 (m) 0.9~2.5m の範囲

$$\text{水平剛性 } K_h = (A \cdot L_w + B) \cdot L_w \cdot \left(\frac{3}{H}\right)^2 \quad (\text{kN/cm}) \quad (3.5.6)$$

ここで、 A, B : 係数 (図 3.5.5 による)

H : 当該階の階高 (m)

■適用条件

- 耐力壁の幅 $L_w = 0.9 \sim 2.5\text{m}$
- 開口の幅 $L_o = 0 \sim 4.0\text{m}$ かつ $\{L_o \leq \text{梁せい}/2 \text{ または } (L_w \geq 2\text{m かつ } L_w \geq L_o)\}$
- 梁断面
 - 強度等級: 対称異等級構成 E105-F300
 - 幅は 120mm、せいは L_w, L_o に応じて表 3.3.1 に示す値 (39~87cm)
 - または、梁の曲げ剛性、曲げ耐力、せん断耐力が同等以上
- 耐力壁の長期軸力: $L_w < 1.5\text{m}$ のとき 130kN/m 以下、 $L_w \geq 1.5\text{m}$ 以上のとき 160kN/m 以下
- 梁端部の終局せん断耐力 $\geq 150\text{kN}$

(3) 鉄骨梁勝ち架構 [4.5]

■定式

$$\text{許容転倒モーメント } M_{Ta} = (54n_{eff} + 30) \cdot L_w \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad (4.5.3)$$

ここで、 L_w : 耐力壁の幅 (m) 0.9~2.5m の範囲

$$n_{eff} = n \cdot \sqrt{\frac{Z}{Z_{200} \cdot L_o}} \quad : \text{有効梁本数} \quad (4.5.1)$$

n : 壁列に取付く梁の本数 (端壁: 層数、中壁: 層数 $\times 1.1$)

Z : 梁の断面係数

Z_{200} : H-200 \times 100 \times 5.5 \times 8 の断面係数

L_o : 開口幅 (m)

また、 M_{Ta}/H の値に上限値・下限値がある (4.5.1 項)。

$$\text{水平剛性 } K_h = (A \cdot n_{eff.s} + B) \cdot L_w^{1.5} \cdot \left(\frac{3}{H}\right)^2 \quad (\text{kN/cm}) \quad (4.5.7)$$

ここで、 A, B : 係数 (4.5.2 項に示す値)

$$n_{eff.s} = \frac{n}{L_o} \cdot \sqrt{\frac{I}{I_{200}}} \quad : \text{階ごとの有効梁本数} \quad (4.5.5)$$

n : 当該層壁左右に取付く梁の本数

I : 梁の断面二次モーメント

I_{200} : H-200×100×5.5×8 の断面二次モーメント

K_h について、 $L_w < 0.9\text{m}$ のときは上式による $L_o = 0.9\text{m}$ のときの値と $L_o = 0$ のときの値 (4.5.2 項に示す) を L_o の値に応じて直線補間により求める。

■適用条件

- 耐力壁の幅 $L_w = 0.9 \sim 2.5\text{m}$
- 開口の幅 $L_o = 0 \sim 4.0\text{m}$
- 耐力壁の長期軸力 $\leq 216\text{kN/m}$
- 下式による γ_{sc} は 0.6 以下

$$\gamma_{sc} = \frac{Z_s \cdot F_s}{Z_c \cdot F_c} \cdot \frac{L_w + L_o}{L_o} \quad (4.5.4)$$

ここで、 Z_s, F_s : 梁の断面係数、基準曲げ強度

Z_c, F_c : 壁 CLT パネルの断面係数、基準曲げ強度

- 梁の部材種別は FA、かつ横補剛間隔を満足する。
- 梁端部のせん断耐力は梁断面 M_p 時応力に対して検定する。

9.2 構造特性係数 D_s ・ 応力割増し係数 R_f [2.6, 3.6, 4.6, 5 章]

第 2～4 章ではルート 1 における水平耐力に関する検討で実施したパラスタ結果に基づいて、ルート 3 における構造特性係数 D_s およびルート 2 における応力割増し係数 R_{f1}, R_{f2} についても検討を行った。また、第 5 章では 5 階建てを主対象として同様に検討を行った。

9.2.1 構造特性係数 D_s

2.6, 3.6, 4.6 各節および 5 章における検討により確認された D_s の値は以下のようになっている。

(1) 小幅パネル架構

階数、壁幅 L_w 、開口幅 L_o によらず $D_s = 0.4$ 程度。ただし、1 階に腰壁があり、壁幅が小さい場合は、壁パネルの先行破壊により 0.5 程度に増加する場合がある。また、壁パネルの面内耐力に対して壁上下端引張接合部耐力が大きい場合も 0.5 程度に増加する。

(2) 大版パネル架構②

3 層以下の場合は壁幅 L_w 、開口幅 L_o によらず $D_s = 0.4$ 程度以下。4 層以上については未検討。

(3) 集成材梁勝ち架構

3 層以下の場合は、 $L_w = 1.0 \sim 2.5\text{m}$ に対して $D_s = 0.35 \sim 0.50$ で、その中間は L_w に応じた直線補間でほぼ妥当。4 層以上については未検討。

(4) 鉄骨梁勝ち架構

3 層以下の場合は $\gamma_{sc} \leq 0.6$ であれば、 D_s は下式でほぼ安全側。

$$D_s = 0.025\gamma_{as} + 0.35 \quad \text{かつ} \quad 0.35 \leq D_s \leq 0.45 \quad (4.6.2)$$

ここで、

$$\gamma_{as} = \frac{N \cdot M_a}{L_o \cdot T_a} \quad (4.6.1)$$

- N : 壁列の層数(ここでは常に 3.0)
 M_a : 梁の短期許容曲げ応力
 T_a : アンカーボルトの短期許容引張応力

4 層以上の場合は、増分解析結果に基づいて CLT 壁パネルの先行破壊を防止すれば、 $\gamma_{as} \leq 3$ のとき式(4.6.2)による D_s でほぼ安全側。 $\gamma_{as} > 3$ のときは式(4.6.2)による D_s を上回る場合がある。その度合いは壁パネルの面内耐力に対して壁上下端引張接合部耐力が大きいほど顕著になる傾向がある。

(5) 共通事項

ルート 3 の場合は増分解析が前提となるので、アンカーボルトが終局変形に達するとき、その他の接合部は終局変形以下かつ CLT パネルは終局耐力以下であることを確認することができる。これは、上述の D_s の妥当性を保証するための条件となる。また、壁パネルの面内耐力と壁上下端引張接合部耐力のバランスにより D_s は変化するので、本稿のように仕様書規定的に D_s の値を設定しようとする場合は、4 層以上についても 3 層・ルート 1 と同様に接合部仕様の標準化が望まれる。

9.2.2 塑性化要素の応力割増し係数 R_{f1}

2.6, 3.6, 4.6 各節および 5 章における検討により確認された R_{f1} の値は以下のようにになっている。

(1) 小幅パネル架構

層数、壁幅 L_w 、開口幅 L_o によらず $R_{f1} = 1.0$ でほぼ安全側。

(2) 大版パネル架構②

$L_o \leq 1\text{m}$ で $R_{f1} = 1.0$ 、 $L_o = 4\text{m}$ で $R_{f1} = 1.6$ 、中間は直線補間でほぼ安全側。

(3) 集成材梁勝ち架構

3 層以下の場合、 $L_w = 1.0 \sim 2.5\text{m}$ に対して端壁で $R_{f1} = 1.0 \sim 1.5$ 、中壁で $R_{f1} = 1.0 \sim 1.2$ 、その中間は L_w に応じた直線補間でほぼ妥当。4 層以上については未検討。

(4) 鉄骨梁勝ち架構

3 層以下の場合、CLT 壁パネルの先行破壊が防止できれば、 R_{f1} は下式でほぼ安全側。

$$R_{f1} = \max\left(1.4 - \frac{0.9}{\gamma_{as}}, 1.0\right) \quad (4.6.3)$$

CLT 壁パネルの先行破壊防止は、3 層以下の場合 $\gamma_{sc} \leq 0.6$ の確認によりほぼ達成できるが、4 層以上の場合は γ_{sc} の閾値をさらに低減する必要がある。このような差異が生じる原因も壁パネルの面内耐力と壁上下端引張接合部耐力のバランスにあると推測され、この点からも、4 層以上における接合部仕様の標準化が望まれる。

9.2.3 弾性要素の応力割増し係数 R_{f2}

2.6, 3.6, 4.6 各節および 5 章における検討により確認された R_{f2} の値は以下のようになっている。

(1) 小版パネル架構

- CLT 壁パネル $R_{f2} = 2.5 \sim 4.0$
- せん断接合部 $R_{f2} = 2.5$
- 検討範囲：5 層まで

(2) 大版パネル架構②

- CLT 壁パネル $R_{f2} = 1.3$
- せん断接合部 $R_{f2} = 4.0$
- 検討範囲：3 層まで
- 2 章で設定した等価モデルでは層せん断力・層間変位関係は概ね妥当に評価されるが、応力分布については定かでない。したがって、上記の値は参考値とする。

(3) 集成材梁勝ち架構

- CLT 壁パネル $R_{f2} = 2.0$
- 集成材梁・梁端接合部 2,3 層壁列 $R_{f2} = 4.0$ 、1 層壁列 $R_{f2} = 6.0$
- せん断接合部 $R_{f2} = 3.0$
- 検討範囲：3 層まで

(4) 鉄骨梁勝ち架構②

- CLT 壁パネル $R_{f2} = 1.8 \sim 2.5$
- せん断接合部 $R_{f2} = 2.0$
- 検討範囲：5 層まで

(5) 共通事項

現告示では、CLT 壁パネルは圧縮接合部の非線形化を考慮する等の理由により塑性化要素とされている。一方で、小版パネル架構の R_{f2} は現告示による応力割増し率を越えており、この点については今後の検討が必要である。

また、 R_{f2} も壁パネルの面内耐力と壁上下端引張接合部耐力のバランスにより変化する。この点からも、4 層以上における接合部仕様の標準化が望まれる。

9.3 その他の検討

9.3.1 複数開口を有する大版パネルのモデル化 [6.2]

有開口大版パネルでは水平変形に伴い開口隅を起点とする表層ラミナ方向亀裂が生じやすい。亀裂発生による耐力低下・応力再分配などを解析によって追跡するためには変位増分法などの解析手法を用いる必要がある。一方で、第 2 章におけるパラスタでは、従来、荷重増分法を用いている。この点を考慮して、昨年度の検討では、荷重増分法で単一開口を有する大版パネルの変形過程を追跡し得る等価モデルを構築した。本年度はその結果を踏まえて複数開口を有する大版パネルについて検討を行った。結果として、昨年度構築した等価モデルが適用可能であることが確認された。

9.3.2 無開口とみなし得る小開口 [6.3]

現告示ではルート 1 において、壁パネルに 250mm 角以下の開口を設けることが認められているが、そのような開口を設けた壁は耐力壁とはみなされない。この規定の緩和を目的として、無開口とみなし得る小開口の大きさ・位置に関する検討を行った。そこでは、壁パネルの負担水平力が、第 2 章における壁パネルの許容水平耐力(ルート 1)の検討過程で確認された最大終局水平耐力に達するときの開口隅の弱軸方向面内応力度を FEM 解析によって求め、それが基準強度を越えないことを条件とした。結果として、下記の範囲内であれば無開口とみなし得ることが確認された。

開口の端あき・縁あき 250mm 以上 かつ

[開口寸法 250mm×250mm 以下 または (開口係数 0.98 以上かつ開口幅 500mm 以下)]

9.3.3 鉄骨梁勝ち架構のモデル化

(1) 鉄骨梁勝ち構面の水平加力実験 [7.1-7.5]

次の「壁幅内のモデル化」の検討に関連して、鉄骨梁勝ち構面の水平加力実験を実施した。

(2) 壁幅内のモデル化について [7.6]

鉄骨梁勝ち架構において、上下の壁パネルに挟まれる部分の鉄骨梁は壁パネルによって変形を拘束される。構造モデルでこれを考慮するためには、壁パネルと鉄骨梁の接触面に複数の離散圧縮バネを配置するなどの対応が必要となるが、それは構造モデルの複雑化や節点数の増加につながるため、何らかの簡略化が望まれる。これを考慮して、上記の鉄骨梁勝ち構面の水平加力実験結果への適合を条件として構造モデルの簡略化に関する検討を行った。結果として、壁パネルの隅角部近傍に圧縮バネを集約しても、それによる耐力過小評価の度合いは 1 割未満であり、実用的な問題は無いことが確認された。

9.3.4 壁-屋根引張接合部の省略 [8.1]

現告示・ルート 1 では、壁パネル-屋根パネル間に、壁パネル-床パネル-壁パネル間と同等の耐力を有する引張接合部を設ける必要があるが、昨年度の検討により当該接合部を省略しても壁パネルの水平耐力の低下率は極めて小さいこと、したがって、当該接合部の省略は可能であることが確認されている。本年度は、これに関連して、水平方向に連続して配置される壁パネルの継ぎ目位置と床・屋根パネルの継ぎ目位置が一致することにより、上述の引張接合部の有無にかかわらず連続する壁パネル間の鉛直せん断力の伝達が遮断される場合の水平耐力について検討を行った。結果として、そのような場合であっても、第 2 章で設定した水平耐力は確保されることが確認された。

9.3.5 屋根・床 CLT パネルの形状制限 [8.2]

昨年度までの検討において、斜辺で支持される屋根・床パネルの面外荷重に対する等価スパンの算出方法を設定した。しかしながら、現告示では屋根・床パネルの形状は矩形であることが求められるため、実用的な斜辺支持床版を設計することは困難である。本年度は、上述の等価スパンによる面外荷重に対する検定を行うことを条件として、矩形以外の形状を許容することの妥当性を確認した。