

第 10 章 接合部試験・評価方法案

これまで実施してきた接合部の要素試験の実績から、試験方法・評価方法の提案を行った。今後、設計法の整備に伴い、適宜修正を加えていく方針である。

10.1 総則

当該試験方法は、標準的な方法を示したものであり、他工法との組み合わせ等によっては試験体の仕様等が実状に合致しないものがあるので、現場で使用する状況を勘案して決定する必要がある。適宜実状に応じて変更しなければならない。

また、試験データの評価についても試験を行ったときの状況と実際の現場における使用状況等が異なる場合は、該当部位の構成材料の耐久性・使用環境の影響及び施工の影響並びに試験方法が設計の前提条件を満たさない場合の影響等を勘案して決定する必要がある。

10.2 試験体材の選択方法

試験に用いる CLT の仕様は、以下のポイント等に注意して、できるだけ実際に使用する仕様に合致したものを選択することを原則とし、試験のために特別に高い品質・性能に調整してはならない。設計法の種類によっては、安全側で試験しても、適用範囲が広がらない場合がある。

- 1) 樹種
- 2) CLT 材の構成
- 3) ヤング係数、密度、その他品質に関する等級
- 4) 乾燥の程度
- 5) 接着剤の種類
- 6) その他、製造条件等

部材の木取りは以下のとおり行う。

- ・実験値のばらつきを把握する目的で、同一仕様の試験体を複数体試験する場合、同一個体由来のラミナ材から、2 以上の試験体を製作してはならない(図 10.2-1)。
- ・一つの試験体に複数の部材を用いる場合、同一個体由来のラミナ材から採取してよい(図 10.2-2)。
- ・接合金物等の仕様、材料の寸法等をパラメータとした一連の試験に於いては、1 シリーズに試験体には同一試験体を混ぜてはいけないが、異なるシリーズ同士の 1 体目、2 体目・・・は同一試験体でも良く、比較のためにはむしろ好ましい。
- ・幅はぎされていない CLT 材については、その位置が実験として安全側になるように木取りを行う。ただし、現場で位置をコントロールできるものに関してはこの限りではない。

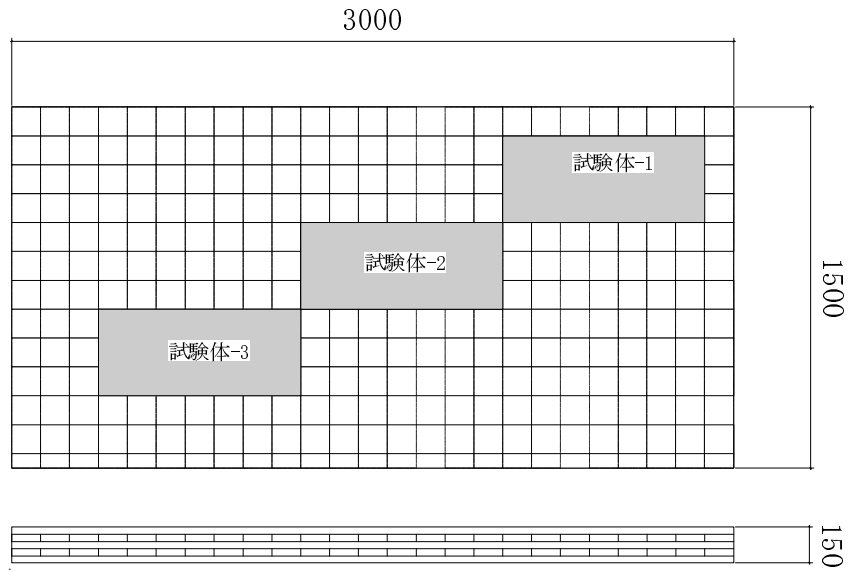
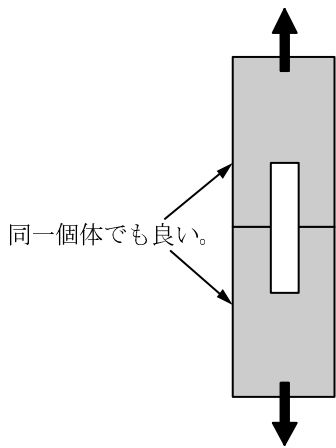


図 10.2-1 試験体の木取り方法



※1 体分の試験体において
組み合わせる部材は同一
個体でも良い

図 10.2-2 同一試験体での扱い

| | パラメータ 1 | パラメータ 2 | |
|-----|---------|---------|------------|
| 1体目 | 同一個体可 | 同一個体可 | 同一個体 不可 |
| 2体目 | 同一個体可 | 同一個体可 | |
| 3体目 | 同一個体可 | 同一個体可 | |

図 10.2-3 複数のパラメータが存在する場合

10.3 引張試験

(1)適用範囲

主として壁パネルのロッキング挙動を想定した接合部、床パネル相互の引張接合のための引張試験とする。

(2)試験体の種類

試験体は図 10.3-1～図 10.3-3 に示すとおり 3 種類の接合部位を想定する。なお、試験体の幅寸法は図 10.3-4 に示すように実際に使用する接合部の縁距離を再現し、左右同一寸法とする。このとき、試験体断面で引張破壊しないように注意して接合部の設計を行った方が良い。

(3)試験体数

予備試験体 1 体、本試験体 6 体以上とする。

(4)試験体の設置方法

試験体を固定するためのボルトは、実験の対象となる接合金物の想定する最大荷重を上回る耐力を有するものとする。ただし、図 10.3-1 のような接合金物とボルトを組み合わせた接合部でボルト部分を含めて評価したい場合にはこの限りではなく、材質やナット間距離等、実際に使う仕様に合わせるものとする。接合金物を取り付けるときはトルク値を管理する。図 10.3-2 の固定ボルトについては、予めレンチ等でボルトを締め付けてなじませ、その後ゆるめて手締めで固定する。

図 10.3-3、図 10.3-4 のように加力芯、試験体の芯、金物の芯のいずれかが一致しない場合、試験体が偏心するので、サポート治具を取り付け、試験体の傾きを抑えるものとする。

(5)変位計の設置方法

変位計は試験体の表裏若しくは両側面で計測し、その平均を取る。試験体が偏心する恐れがある場合にはその平均を取ることとする。図 10.3-2 では絶対変位、図 10.3-3、図 10.3-4 では相対変位を計測する。変位計は、試験体の軸芯に取り付け、やむを得ない場合は試験体を上から見たときに、2 つの変位計が対角線に並ぶように取り付ける。

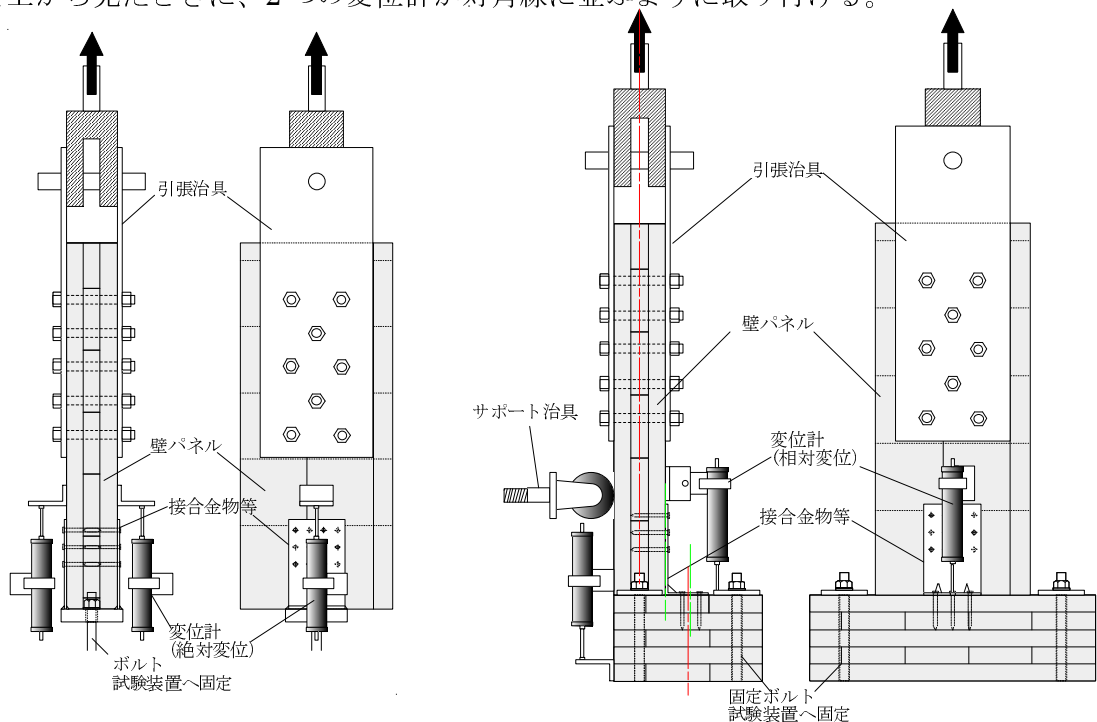


図 10.3-1 壁パネルーボルト接合部試験の例

図 10.3-2 壁パネルー床パネル接合部試験の例

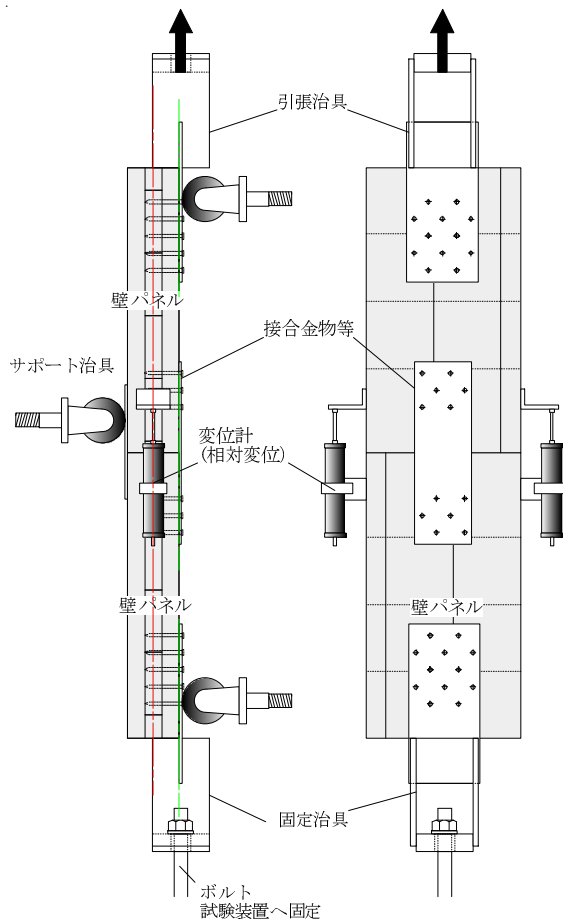


図 10.3-3 壁パネルー壁パネル、床パネルー床パネル接合部試験の例

--- 引張治具、接合部の芯
 --- 試験体材の芯

※実際の壁パネルに対する接合部の配置から、試験体寸法を決定する。

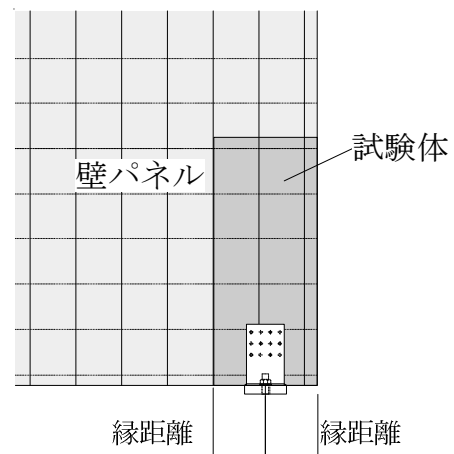


図 10.3-4 試験体の幅寸法の考え方

10.4 せん断試験

(1)適用範囲

壁パネルと床パネル、壁パネルと基礎等のせん断ずれ、及び床パネル相互のスプライン接合等を想定したせん断接合のせん断試験とする。

(2)試験体の種類

試験体は以下図 10.4-1～図 10.4-3 に示すとおり 3 種類の接合部位を想定する。

(3)試験体数

予備試験体 1 体、本試験体 6 体以上とする。

(4)試験体の設置方法

せん断試験は、正負交番加力とするため、側材の固定が十分でないと圧縮加力時に図 10.4-4 のように側材端部が主材に接し、接合部以外の荷重を拾ってしまう恐れがある。このため図 10.4-5 及び図 10.4-6 では開き止めを設け、側材を固定している。

接合金物を取り付けるときはトルク値を管理する。図 10.4-6 及び図 10.4-7 の開き止め等については、予めレンチ等でボルトを締め付けてなじませ、その後ゆるめて手締めで固定する。

いずれの試験も圧縮時に主材を偏心させないため、サポート治具を取り付け、試験体の傾きを抑えるものとする。

(5)変位計の設置方法

変位計は試験体の表裏及び左右の4点で計測し、その平均を取る。図10.4-5では絶対変位、図10.4-6、図10.4-7では相対変位を計測する。

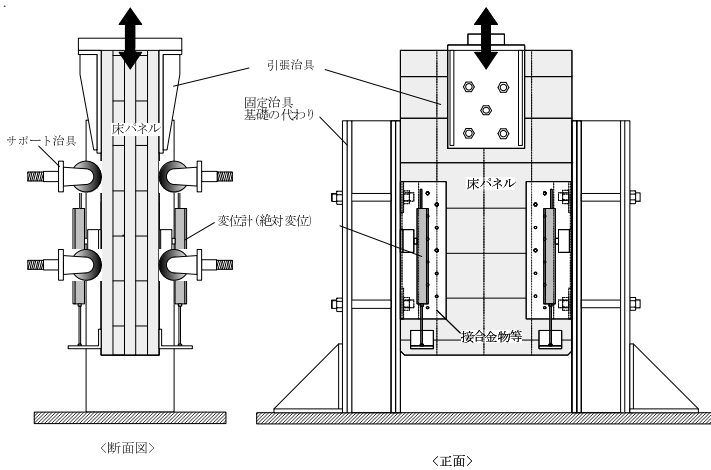


図 10.4-5 壁パネルーボルト接合部試験の例

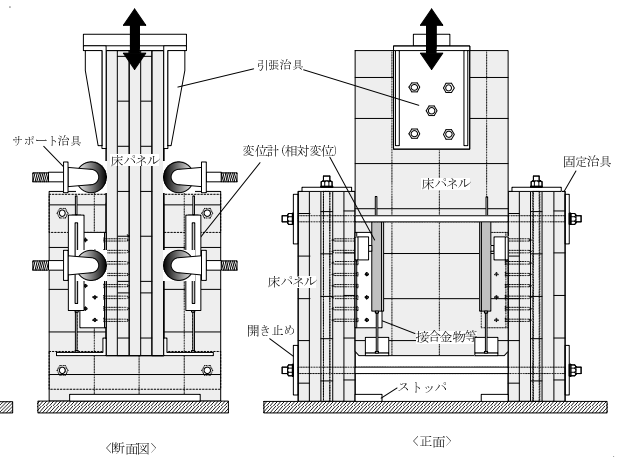


図 10.4-6 壁パネルー床パネル接合部試験の例

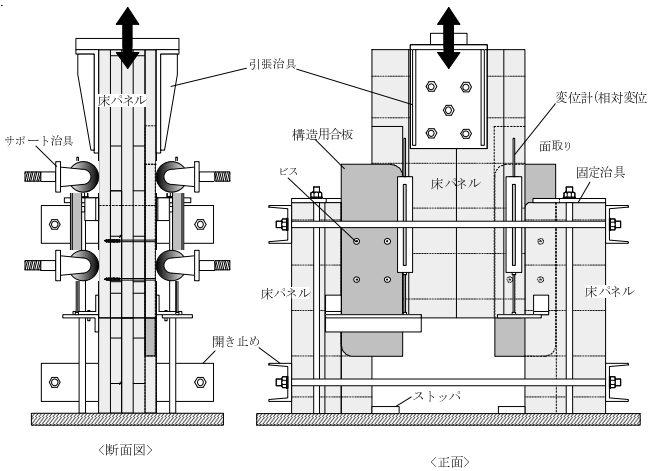


図 10.4-7 床パネル相互接合部の例

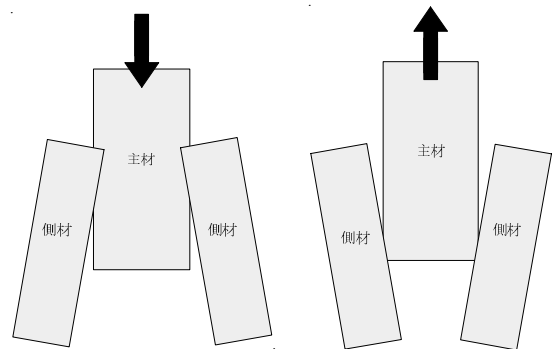


図 10.4-8 側材の拘束不足による不具合例

10.5 接合部試験の加力方法

(1)引張試験の加力は一方向の繰り返し加力とし、せん断試験の加力は正負交番加力とする。

繰り返しの履歴を決めるために行う予備試験についてはいずれも単調加力とする。繰り返しの行う変位は予備試験から得た降伏変位 δ_y の固定数列方式とする。すなわち、 δ_y の 1/2, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16 倍の順で繰り返し加力を行う。なお、降伏変位 δ_y が得られない場合には、最大荷重時変位 δ_{max} の 1/10, 1/5, 3/10, 2/5, 1/2, 3/5, 7/10, 1 の順で繰り返し加力を行う。

軸組構法等の一般的な試験では、変位が 30 mm に達したときか、荷重が $0.8P_{max}$ 以下に低下するまで加力することになっているが、CLT 接合部の試験においては使用部

位に応じて必要な変位まで加力するか、荷重が $0.8P_{max}$ 以下に低下するまで加力する。使用部位に応じた必要な変位とは、例えば耐力壁の性能として必要とされる D_s を確保するために必要な脚部の接合部の必要変位を計算等によって算出したものである。

なお、測定する変位には、実際に想定される範囲での試験による材料の割れ、めり込みによる変位等も含んだものとする。

10.6 接合部試験の評価方法

(1) 包絡線の作成

変位の平均値を X 軸、荷重を Y 軸に取り、荷重-変位曲線を作成する。包絡線は、最初の立ち上がりの計測点を繰り返し点まで結ぶ。その後は、各繰り返し加力のピーク及びその間の適切な点を順次結んで曲線を作成する。最大荷重が繰り返し履歴以降で記録される場合は、最後の繰り返し点と最大荷重点を結ぶ。また、その間で適切に補助的な計測点を結びながら曲線を作成する。最大荷重以降は計測された点を結んで曲線とする。ただし、破壊により急激に低下したような計測点は、全体の状況を勘案した上で曲線を作成する。

(2) 完全弾塑性モデルの作成

特性値を算出するためには以下のとおり完全弾塑性モデル(図 10.6-1)を作成する必要がある。作成方法は以下のとおりである。

- ① 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ第 I 直線を引く。
- ② 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ を結ぶ第 II 直線を引く。
- ③ 包絡線に接するまで第 II 直線を平行移動し、これを第 III 直線とする。
- ④ 第 I 直線と第 III 直線との交点の荷重を降伏耐力 P_y とし、この点から X 軸に平行に第 IV 直線を引く。
- ⑤ 第 IV 直線と包絡線との交点の変位を降伏変位 δ_y とする。
- ⑥ 原点と (δ_y, P_y) を結ぶ直線を第 V 直線とし、その勾配を初期剛性 K と定める。
- ⑦ 最大荷重後の $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変位を終局変位 δ_u と定める。
- ⑧ 包絡線と X 軸及び $x=\delta_u$ の直線で囲まれる面積を S とする。
- ⑨ 第 V 直線と $x=\delta_u$ の直線と X 軸及び X 軸に平行な直線で囲まれる台形の面積が S と等しくなるように X 軸に平行な第 VI 直線を引く。
- ⑩ 第 V 直線と第 VI 直線との交点の荷重を完全弾塑性モデルの終局耐力 P_u と定め、その時の変位を完全弾塑性モデルの降伏点変位 δ_v とする。
- ⑪ 塑性率 $\mu = (\delta_u / \delta_v)$ とする。
- ⑫ 接合部の構造特性係数 D_s は、塑性率 μ を用い、 $D_s = 1/\sqrt{2\mu - 1}$ とする。

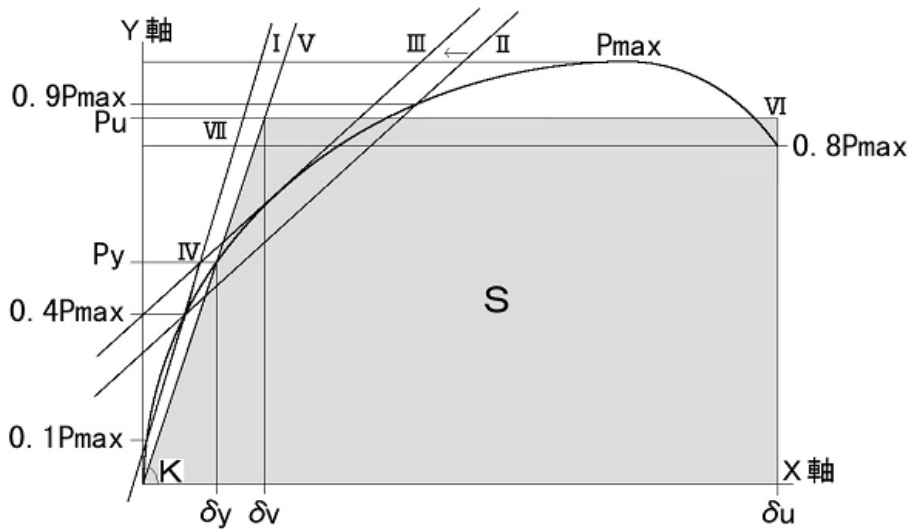


図 10.6-1 完全弾塑性モデルによる特性値の求め方

(3)特性値の算出

(2)で算定される特性値は表 10.6-1 のとおりである。試験結果には、これらの特性値の平均値とその平均値に、それぞれのばらつき係数を乗じて算出する。ばらつき係数を乗じる特性値は耐力に関する特性値で、 P_m 、 P_y 、 P_u 等であり、剛性、変位等は平均値を算出する。

なお、ばらつき係数は、母集団の分布形を正規分布とみなし、統計的処理に基づく信頼水準 75% の 95% 下側許容限界値をもとに次式により求める。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot k \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 CV : 変動係数

k : 信頼水準 75% における 95% 下側許容限界値を求めるための係数

(表 10.6-2 による)

表 10.6-1 特性値の種類

| 項目 | 単位 |
|---------------------------------|-------|
| 最大荷重 P_m | kN |
| 最大荷重時の変位 δ_m | mm |
| δ_u 時荷重 | kN |
| 終局変位 δ_u | mm |
| 降伏耐力 P_y | kN |
| δ_y | mm |
| 終局耐力 P_u | kN |
| 初期剛性 K | kN/mm |
| 降伏点変位 δ_v | mm |
| 塑性率 $\mu = \delta_u / \delta_v$ | |
| 構造特性係数 D_s | |

表 10.6-2 k の値

| 試験体数 | K |
|------|-------|
| 6 | 2.336 |
| 7 | 2.251 |
| 8 | 2.189 |
| 9 | 2.142 |
| 10 | 2.104 |
| 11 | 2.074 |
| 12 | 2.048 |

試験時に接合部 2 対を使用している試験でひとつの接合部に対して評価を行う場合、荷重を 1/2 とすることとし、最終的に破壊した接合部の変位を用いるか、平均の変位で評価する。