

## 第4章 CLT 制震壁の構造性能評価

#### 4.1 検討概要

第4章では、CLT パネルを用いた制震壁(制震効果は極低降伏点鋼材のダンパーによる)構面のせん断カー変位関係を各要素試験(極低降伏点鋼材ダンパー、LSB 接合部及びビス接合部)から得られた特性を用いて検討する。なお、極低降伏点鋼材ダンパーの特性については、要素試験において試験治具等の回転により、せん断カーせん断変位関係が上手く得られていないため、構面試験の試験体 A(A-1 及び A-2)から求めることとした。

#### 4.2 CLT 制震壁の構成及びモデル化

図 4-2.1 に CLT 制震壁の構成及びモデル化(SAP 出力図)を示す。極低降伏点鋼材ダンパー、LSB 接合部及びビス接合部の特性の詳細は、次節に示す。CLT パネルは、弾性シェル要素としてモデル化し、ヤング係数  $E$  は  $6000\text{N/mm}^2$  を、せん断弾性係数  $G$  は、構面試験において CLT パネルに計測した斜材の変形より得られた値で  $2500\text{N/mm}^2$  を用いた。なお、解析は一方変位増分解析とし、解析プログラムは SAP2000Ver.17 を用いた。

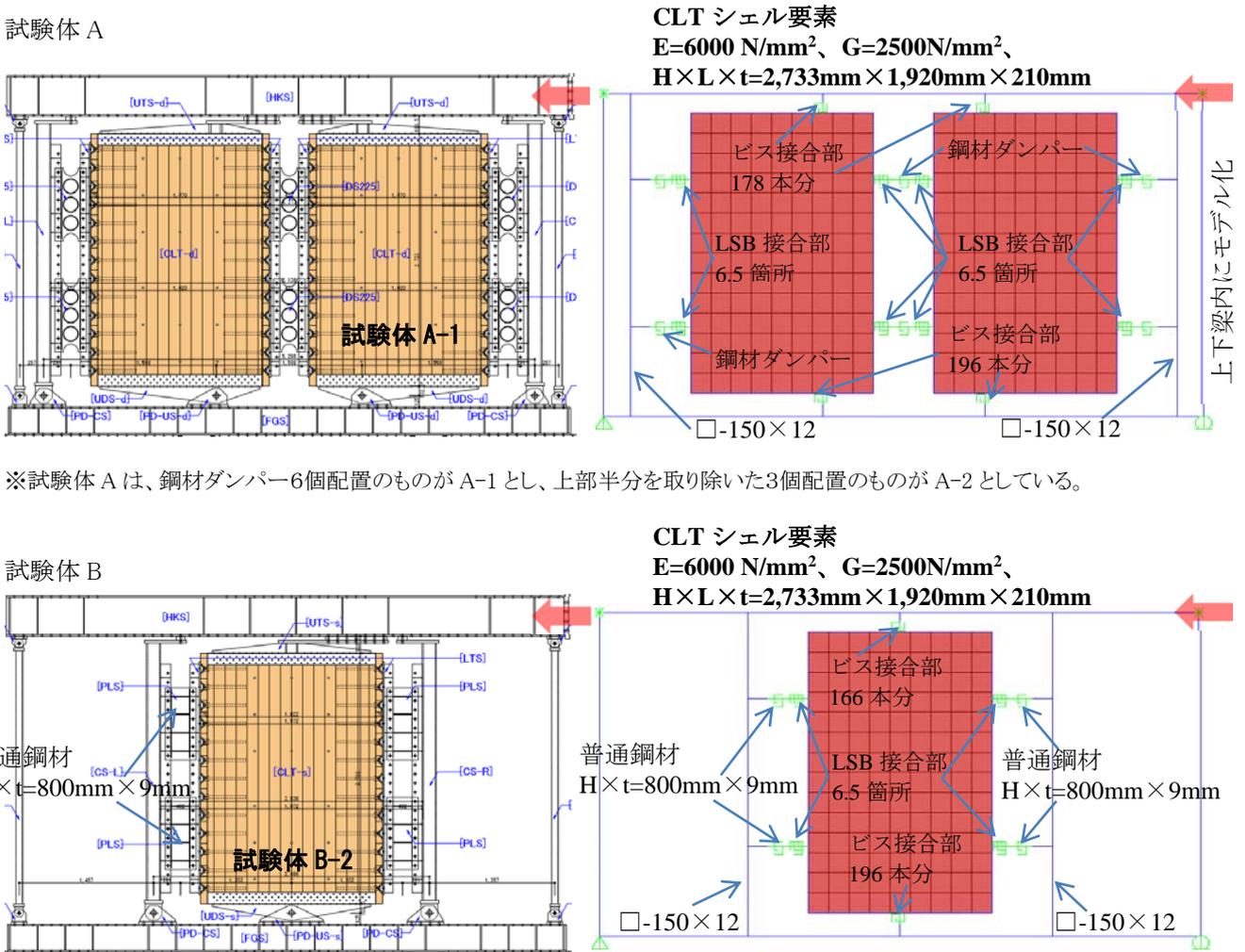


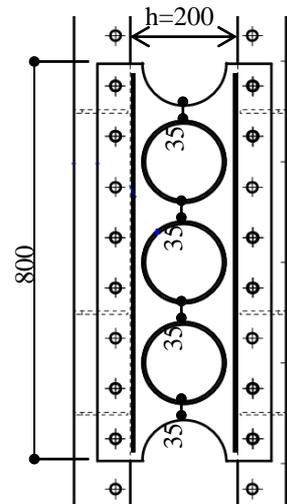
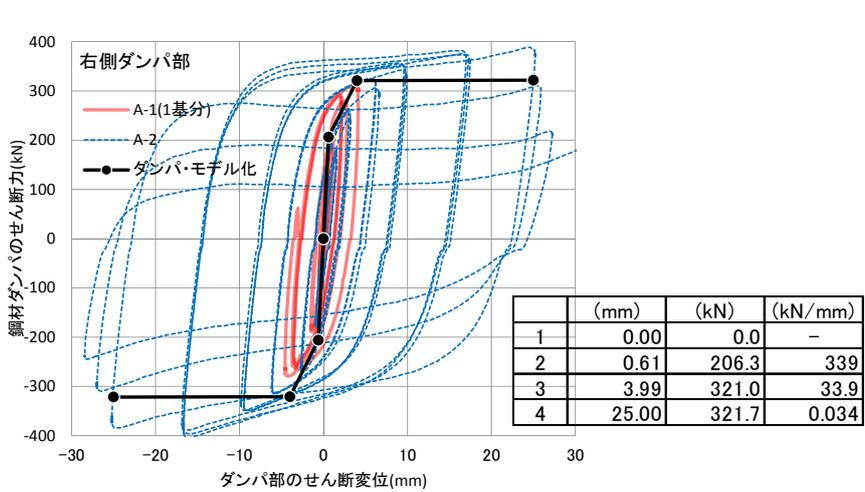
図 4-2.1 CLT 制震壁の構成及びモデル化

### 4.3 鋼材ダンパー、LSB 接合部及びビス接合部の特性

図 4-3.1 に極低降伏点鋼材ダンパー1箇所当りのせん断力-変位関係を、図 4-3.2 に LSB 接合部のせん断力-変位関係を、図 4-3.3 にビス接合部のせん断力-変位関係を示す。各特性は、要素試験により設定した。

極低降伏点鋼材ダンパーの特性は、トリニアにてモデル化した。初期剛性は弾性論により設定 ( $K=GA/h$ ) し、鋼材のヤング係数  $E$  及び降伏点強度  $\sigma_y$  は、鋼材の素材試験結果を用いた。ここで、極低降伏点鋼材ダンパーの第1点目耐力は、 $1.8 \times \tau_y \times A$  とし、第2点目耐力は、 $2.8 \times \tau_y \times A$  として試験結果に合うように設定した。また、第2勾配の剛性は、初期剛性  $K$  の  $1/10$  とし、第3勾配の剛性は、初期剛性  $K$  の  $1/1000$  とした。

普通鋼材によるダミーダンパの特性は、初期剛性のみ設定し、 $K=78846 \times 800 \times 9/200 \times 1000=28338(\text{kN/mm})$  を用いた。



極低降伏点鋼材ダンパーの形状・寸法

項目	単位	Y225
$K=GA/h$	kN/mm	339
$h$	mm	200
$L=35\text{mm} \times 4=140\text{mm}$	mm	140
$t$	mm	6
$A=L \cdot t$	$\text{mm}^2$	840
$E$	$\text{N/mm}^2$	209781
$G=E/[2(1+0.3)]$	$\text{N/mm}^2$	80685
$\sigma_y$	$\text{N/mm}^2$	236
$\tau_y = \sigma_y / \sqrt{3}$	$\text{N/mm}^2$	136
第1点目耐力 $= 1.8 \cdot \tau_y \cdot A$	kN	206
第2点目耐力 $= 2.8 \cdot \tau_y \cdot A$	kN	321

図 4-3.1 極低降伏点鋼材ダンパーのせん断力-変位関係

LSB 接合部の特性は、要素試験から設定し、テトラリニアにてモデル化した。CLT 制震壁構面の解析では、図表中のせん断力を調整(13/4/2倍)したものを用いた。

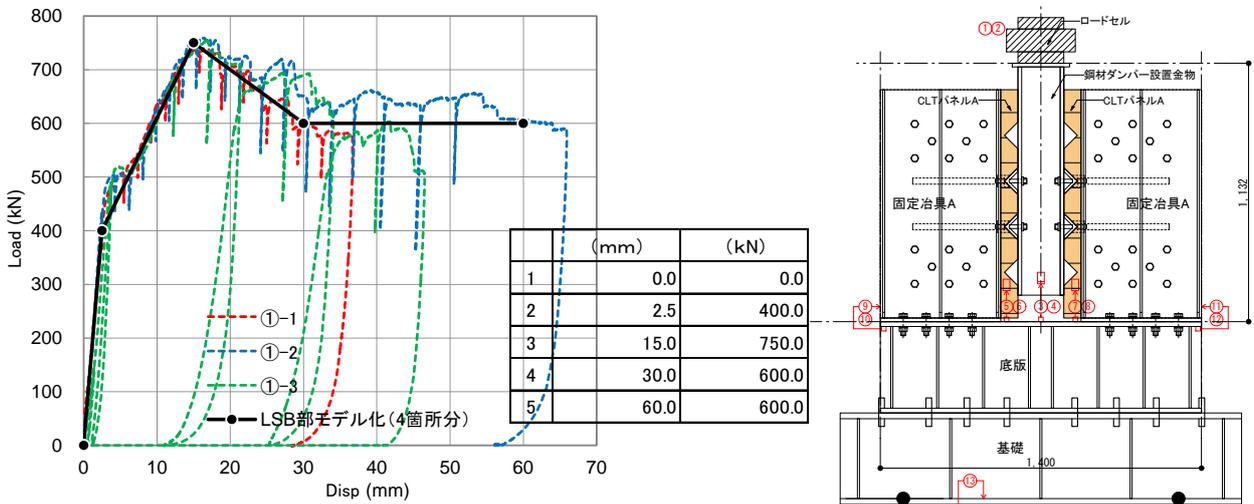


図 4-3.2 LSB 接合部のせん断力-変位関係

ビス接合部の特性は、要素試験から設定し、マルチリニアにてモデル化した。CLT 制震壁構面の解析では、図表中のせん断力を調整(上部 178 又は 166/36 倍、下部 196/36 倍)したものを用いた。ここで、初期剛性(第1折れ点)では、構面試験結果を参照し、破線▲(表中の変位値 0.83mm=2.5/3)のモデルを用いた。

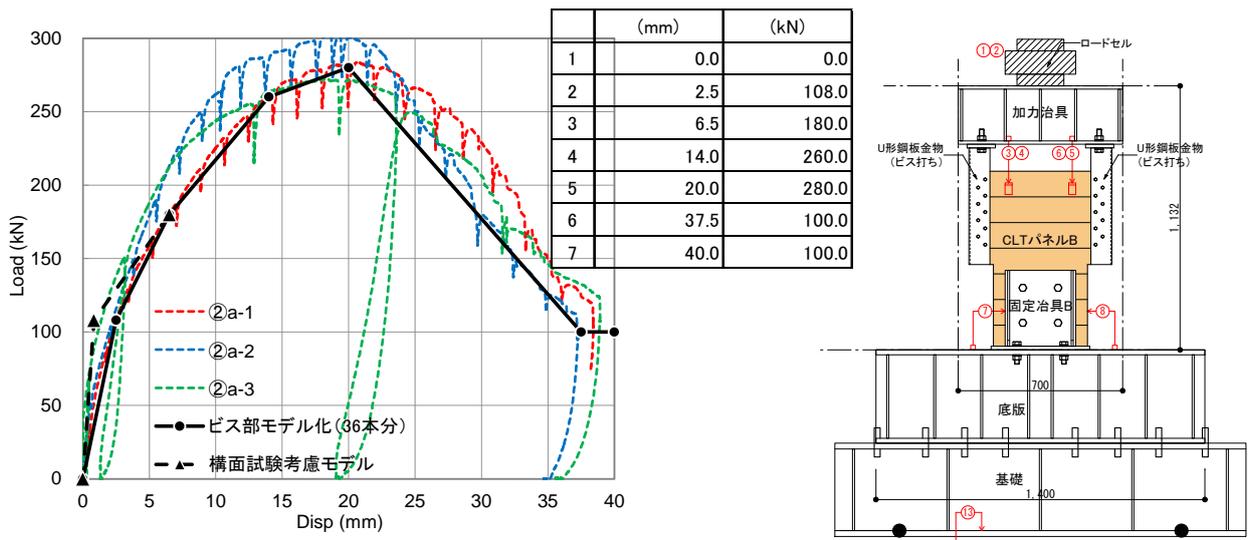


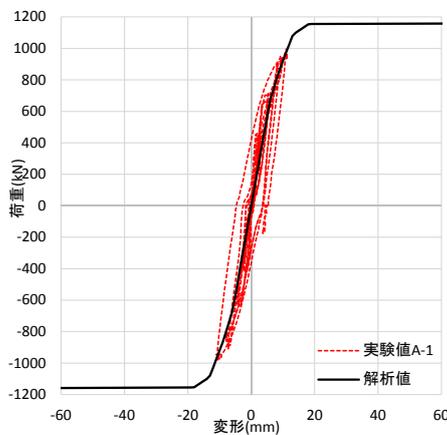
図 4-3.3 ビス接合部のせん断力-変位関係

#### 4.4 CLT 制震壁のせん断力-水平変形関係

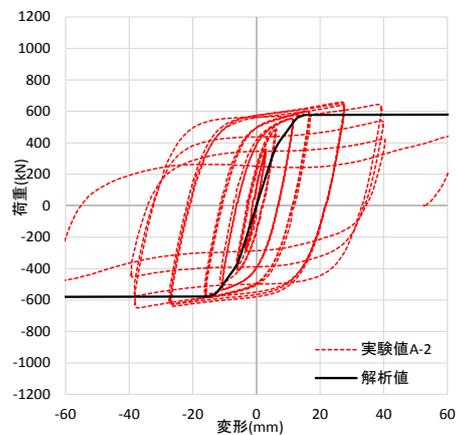
図4-4.1にCLT制震壁構面の解析モデルを変位増分解析より得られたせん断力-水平変形関係(解析値)と構面試験結果より得られたせん断力-水平変形関係(実験値)を示す。なお、同図の実験値の変形は、各部のズレによる変位を除去したものである。ただし、試験体B-1の変形は、ダンパーとLSB接合部間のズレが含まれたものである。

実験及び解析結果において、初期剛性は、試験体A-1及びB-2から、解析値と実験値で一致する傾向を確認することができる。降伏後の耐力は、試験体A-2で極低降伏点鋼材ダンパーのせん断力-変位関係を設定したものが、試験体B-2でも同程度の耐力であることが確認できる。

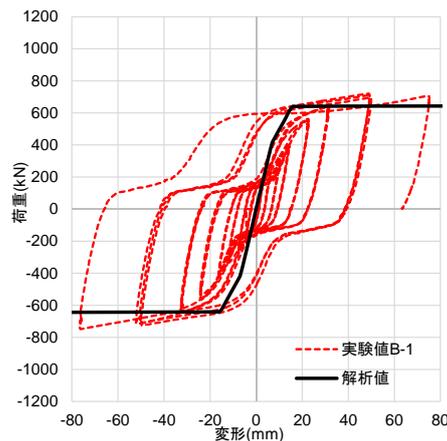
後述する第5章のプラン例によるCLT制震壁の効果の確認時には、A-1の解析における包絡線を用いて検討する。



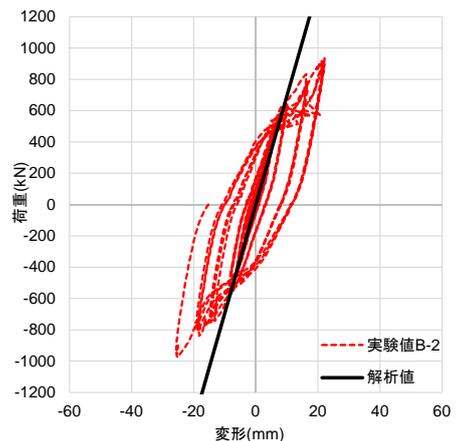
(a) 試験体 A-1



(b) 試験体 A-2



(c) 試験体 B-1

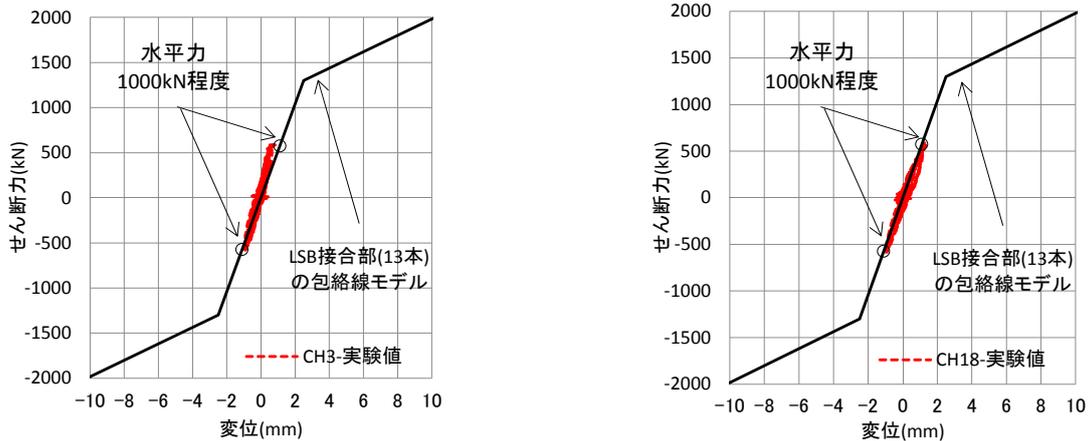


(d) 試験体 B-2

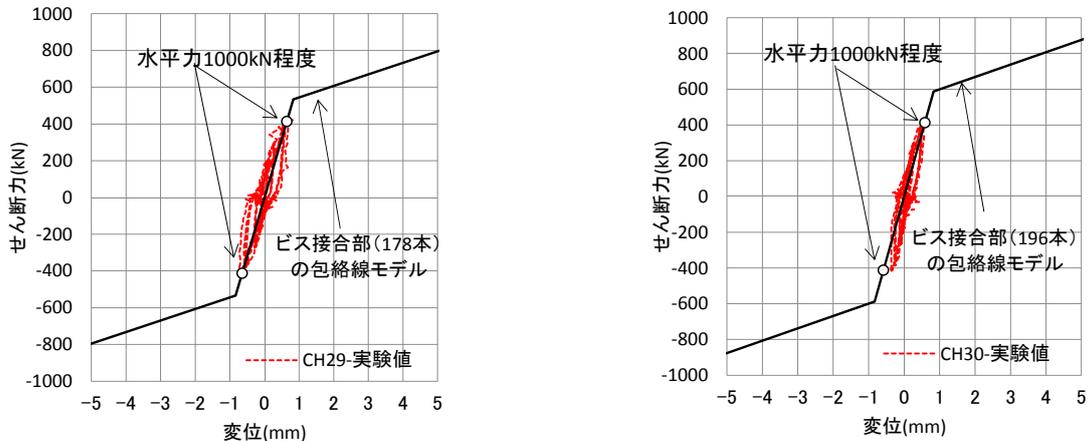
図4-4.1 CLT 制震壁構面のせん断力-水平変形関係

図4-4.2に実験値及び解析値によるLSB 接合部及びビス接合部のせん断力－変位関係(試験体A-1)を示す。図中の記号○の部分には、解析結果による構面実験の最大水平力時の部分を示す。

LSB 接合部及びビス接合部の実験値と解析値の比較では、せん断力及び剛性共に同様な値である。以上より、要素試験で設定したモデルが妥当であることが確認できる。また、解析結果において構面実験結果によるLSB 接合部及びビス接合部に生じている最大のせん断力は、第1折れ点以内であった。



(a) LSB 接合部のせん断－変位関係



(b) LSB 接合部のせん断－変位関係

図4-4.2 LSB 接合部及びビス接合部のせん断力－水平変位関係(A-1)

#### 4.5 まとめ

第4章では、要素試験及び構面試験の結果に基づき設定した解析モデルで増分解析を行い、CLT 制震壁の構造特性(せん断力－水平変形関係)の検討について述べた。解析モデルより得られた CLT 制震壁の構造特性(せん断力－水平変形関係)は、各構面試験結果と概ね適合していることが確認できた。