

2.2 大本静岡分苑(福山弘構造デザイン)

1. 建築物の仕様一覧

事業名		落とし込みCLT板壁の性能実証および大本静岡分苑新築工事での建築実証		
実施者もしくは担当者(実施者が個人の場合)		宗教法人大本静岡分苑		
建築物の概要	用途	集会施設		
	建設地	静岡県富士市		
	構造・工法	木造軸組工法/落とし込み板壁耐力壁		
	階数	平屋		
	高さ(m)	7.521		
	軒高(m)	5.55		
	敷地面積(m ²)	1726.16		
	建築面積(m ²)	318.32		
	延べ面積(m ²)	329.80		
	階別面積(m ²)	1階	329.80	
2階				
CLTの仕様	CLT採用部位		壁(軸組内)	
	CLT使用量(m ³)		22.86(うち実験:3.06、加工前ベース)、開口現場加工での残材:3.96(物置に転換)	
	壁パネル	寸法	t60	
		ラミナ構成	3-3	
		強度区分	MX60A(相当)	
		樹種	スギ	
	床パネル	寸法		
		ラミナ構成		
		強度区分		
		樹種		
	屋根パネル	寸法		
		ラミナ構成		
強度区分				
樹種				
仕上	主な外部仕上	屋根	金属板葺き(ガリバリウム)	
		外壁	CLTパネル顕わし、一部ダイライト張り	
		開口部	アルミサッシ	
	主な内部仕上	界壁	CLTパネル顕わし/ヒノキ合板/漆喰塗	
		間仕切壁	CLTパネル顕わし/ヒノキ合板/漆喰塗	
		床	無垢スギ板/無垢ヒノキ板/畳	
構造	天井	ヒノキ合板/ヒノキ練付合板		
	構造計算ルート		4号/46条2項に基づく	
	接合方法		軸組工法落とし込みCLT	
	最大スパン		5.46m	
	問題点・課題とその解決策		意匠性と施工性、構造性能の両立を、試験で仕様確認しながらまとめる	
防耐火	防耐火上の地域区分		指定なし、法22条地域	
	耐火建築物等の要件		指定なし	
	問題点・課題とその解決策		延焼線内、躯体外火山性ガラス質複層板を利用	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		特に無し	
	建て方にける課題と解決策		反りを発生しているものがある。クリアランスを大きめに設定して対応	
	劣化対策		壁下部の水抜き等/壁量の冗長性(劣化をクリティカルにしない)/軸組の一部解体でCLT板交換可能	
工程	設計期間		2015.3-9	
	施工期間		2015.11-2016.3	
		CLT等躯体施工期間	2015.11-2016.1	
	竣工(予定)年月		2016.3	
体制	発注者		宗教法人大本静岡分苑	
	設計者		LLPテイクス	
	構造設計者		福山弘構造デザイン	
	施工者		菊池建設	
	CLT等新たな製品・技術供給者		山佐木材	
	ラミナ等供給者		曾於地区森林組合(鹿児島県産材)	

1. 本事業で実証した内容

本事業の建築実証にあたる内容は、もともと落とし込み板壁工法による内外頭しの耐力壁を想定して計画していたものに対して、板壁ユニット部分の単純な置換を試みようとしたものである。

板壁ユニットの CLT 置換は構造合理的であるとともに施工合理的でもあり、コスト上も通常の落とし込み板壁より安価となることが確認された。板壁ユニットの置き換えに必要なディテールとして、構造性能のほか雨仕舞やクリアランス、エアタイトの取り方を整理し、それに基づいた実大壁試験によって構造特性値を求めた。壁試験および建築実証で用いた仕様は結果が広く利用できるような汎用性の高い仕様ものとし、高低2種類のスペックを想定して、予備試験で意匠性・施工性を踏まえて仕様調整しながら最終形を決めた。これらを実際の建築に利用して、実施工時の問題点などを整理した。



Fig. エントランス北東側からの外観（上棟時）

2. 建築物の概要

- ・ 用途 集会施設
- ・ 建設地 静岡県富士市
- ・ 構造・工法 木造軸組工法／落とし込みCLT板壁耐力壁
- ・ 階数 平屋
- ・ 高さ 7.52 m
- ・ 軒高 5.55 m
- ・ 敷地面積 1726.16 m²
- ・ 建築面積 318.32 m²
- ・ 延べ面積 329.80 m²
- ・ 竣工予定 2016.3月中

3. 事業実施体制

意匠設計・設計統括：LLP テイクス（長谷川えいこ、武山肇）／ 試験計画・構造計画：福山弘構造デザイン／ 施工：菊池建設／ CLT 等部材供給：山佐木材／ 試験実施・試験計画補助：stroog

4. 実証方法と実施工程

4号物件としての扱いであり、軸材にJASを用いた46条2項ルートでの構造計算としたため、必ずしも告示等に定められる形で壁倍率の認められたものとする必要はないものとした。法的には提出義務はないものの、許容応力度計算を設計者責任で行う形となり、実質的にはそれを補完する形での試験結果を利用した設計を行った。また平屋であることから、基本的に壁量の冗長性は極めて大きいものとして利用し、試験結果で壁長さを変更する必然性が無いように計画した。

性能実証については、実施設計期間と重なる形で実大壁試験を行うスケジュールとした。また計画段階でCLT落とし込みの方が通常の落とし込み板壁よりもコストが落ちることがわかったため、補助事業化しない場合でもCLTを発注する段取りとして作業を進めることで、ある程度余裕のあるスケジュールで実証事業を進めた。

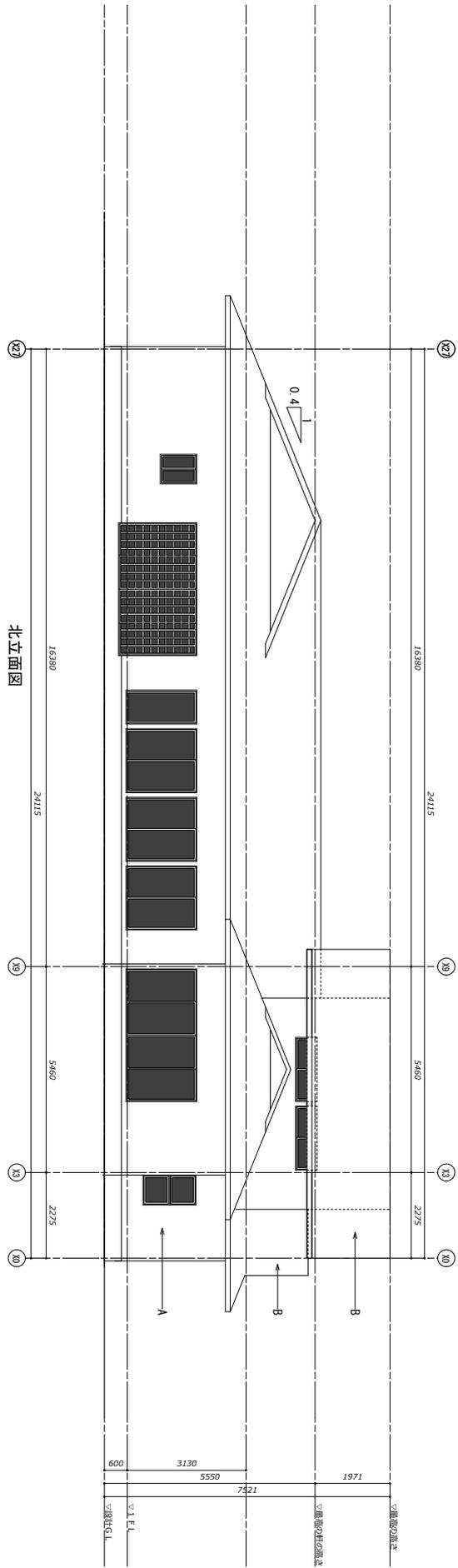
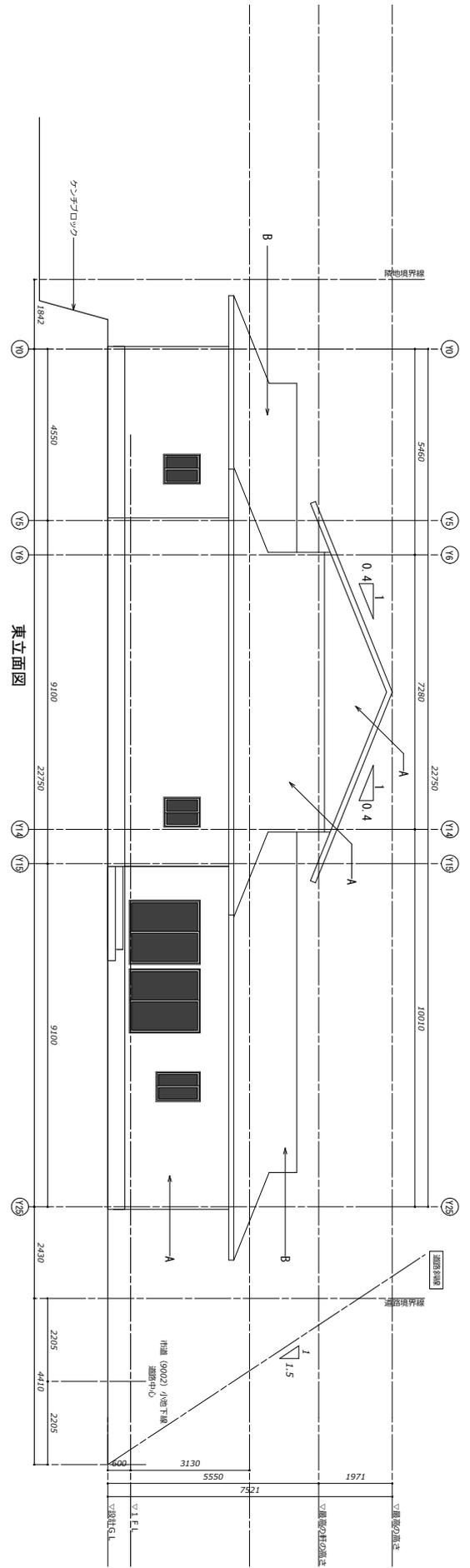
<建築物の設計>

建築物の実実施設計期間： 7月上旬～9月末、確認申請提出： 10月上旬

建築物着工： 11月初旬、CLT部分の施工完了：1月中旬、建築物竣工：3月下旬ごろ予定

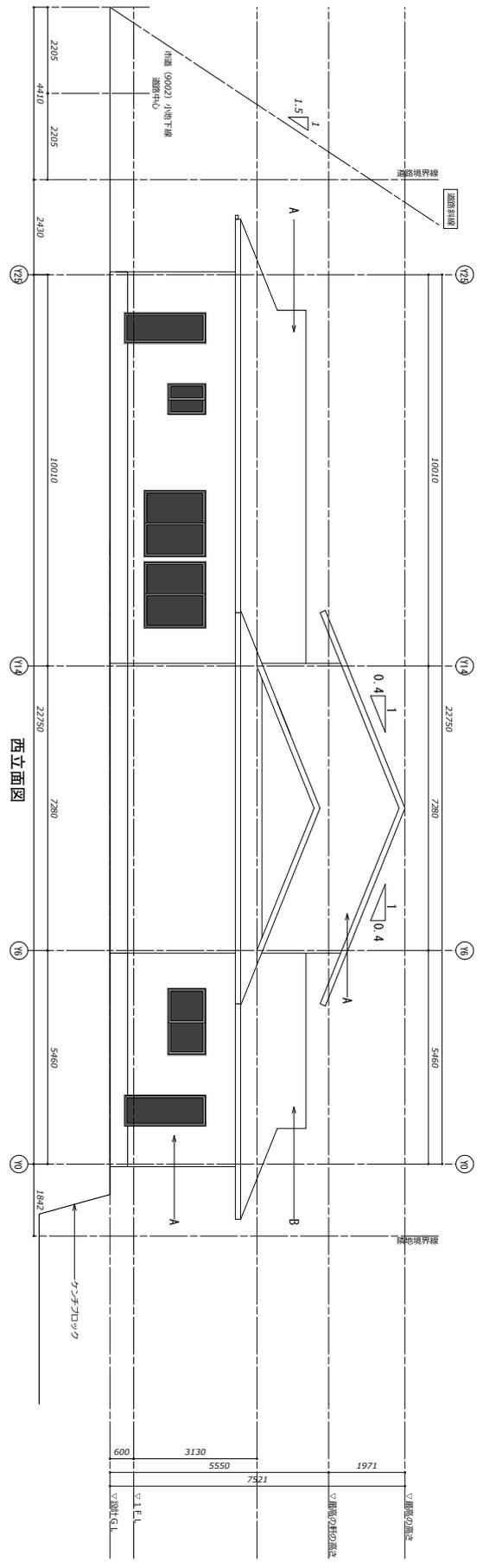
<実大壁試験>

試験体発注： 8月中旬、予備試験（5種5体）：9月上旬、本試験（4種9体）：10月上旬

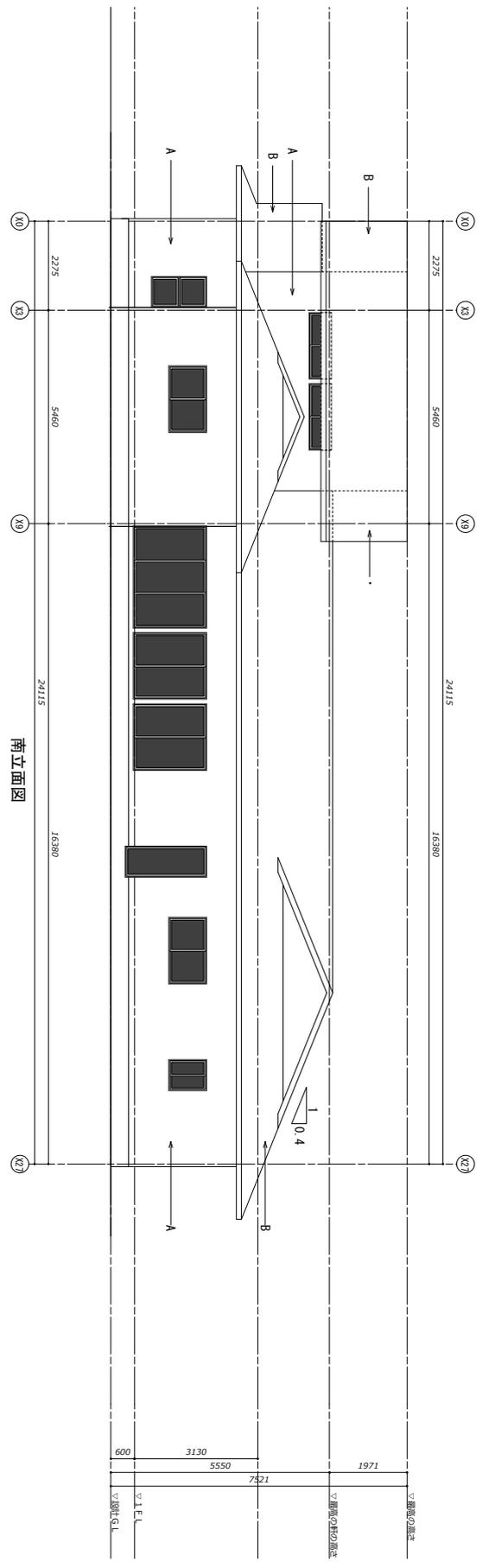


図号	名称	住居
A	外観	C.L.T.V.C&L
B	内観	2015.07.01 建築 建築家/建築之主観画: AKS-0927
C	外観開口部	2015.07.01 建築
D	付帯	付帯 付帯

宗教法人本報部分新築計画
 一級建築士事務所 設計家
 一級建築士事務所 建築家/建築之主観画: AKS-0927
 一級建築士事務所 建築家/建築之主観画: AKS-0927
 1/100
 Scale: 1/100 Number: AK-09
 2015.07.01 建築 建築家/建築之主観画: AKS-0927



西立面図



南立面図

記号	部名	仕様
A	外壁	C.V.F.付仕上
B	屋根	ガルバリウム鋼板(黒色)垂木付仕上(黒色) MM-6000
C	外装断熱材	グラスウール
D	軒天	石膏ボード

宗教法人大本精舎分苑新築計画
 一級建築士事務所 : 国土建築
 一級建築士事務所登録番号: 東京都知事登録第2549号
 一級建築士事務所 : 第25219号 長谷川 栄子
 立面図2
 Scale: 1/100 Number: AK-10
 2014.04.29
 7-1-16 SAKAYAMA TERRACE

5. 2 施工状況とコメント



Fig. 荷卸し時

3層3プライのt60は
かなり歪み・反りがある。
特に平積み時に荷重のか
からない上側で反りが大
きい。



Fig. 端部金物（右）と壁
脚中央のピン（左）

端部金物は基礎直結で土
台に先行して取り付け
る。壁脚中央のピンは
CLT 下側落とし込み時の
ガイド



Fig. パネルのつり込み

本工法の場合壁パネルの重量は、1間仕様のもの
で100～150kg程度。
通常の梁ものを吊るための
フックで引き上げること
ができる。



Fig. パネルの建て入れ

建て入れ時には、現場施
工者が位置合わせを行
う。溝に落ちてくるので、
引っかかる場合の対応と
底部孔とガイドピンの合
わせ程度。



Fig. コーナー周りに用いる金物式の
柱頭接合部 (stroog による)

埋込型の座金と延伸部を持つ M14 ボルトの組み合わせにより、高剛性・高靱性の柱頭柱脚接合とした。仕様は試験時よりも延伸部が長く改良している。

施工後はほとんど露出しない



Fig. パネル建て込み後の壁頭

パネルの反りが大きいことがわかる。ただし厚さが薄く、当該反り方向（壁幅方向）には有効厚さ（中層）20mmしかないため、梁を落としながら矯正することは比較的容易。

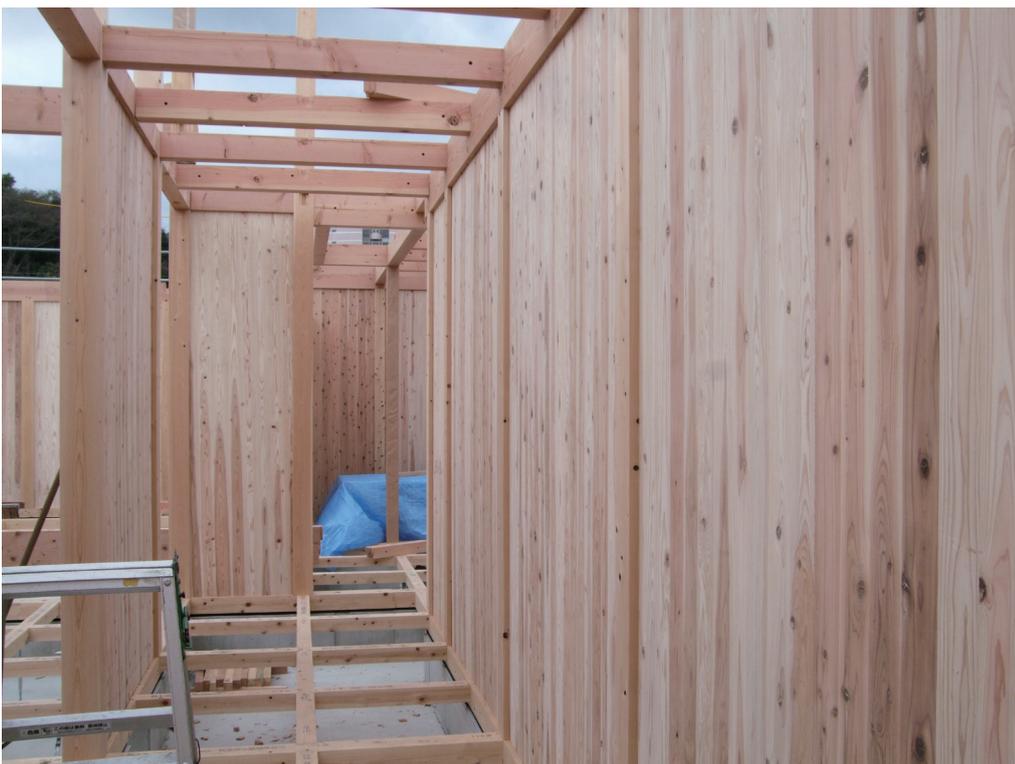


Fig. 壁の内観

通常の板壁とほぼ変わらない。板の表面グレードを選んだり入れる位置を選べばクオリティは上げられる

6. CLT 落とし込み板壁の性能実証の成果

6.1 概要とポイント

構想段階から企図していたことであるが、CLT 落とし込み板壁の場合、CLT 板壁部分自体は破壊しないため、CLT の圧縮筋交い効果は保ち続けたまま、柱頭柱脚の構造性能で壁全体の性能が決まる。一般に接合金物は先行破壊させないことを条件として、降伏耐力と最大耐力の $2/3$ ($P_y, 2/3P_{max}$) だけでしか性能を評価していないため、このような条件を想定する場合には一般に数値化して公表されていない塑性変形能力が問題になる。従って、接合部試験などの荷重変形関係からある程度想定しながら、実大壁試験を数体行って基本仕様を定める形をとった。

壁基本仕様を考える際にポイントとしたのは以下の点である。

- 1. 柱頭脚接合が意匠を邪魔しないものとする。
- 2. 接合点数を極力減らす。接合点数を増やせば（例えば落とし込んだCLTと外周枠を多数の斜め打ちスクリューで接合すれば）性能が上がるのは当然だが、施工性・意匠性を犠牲にする。ここでは如何に簡単に必要十分な性能を確保するかをテーマとしてバランスを定めることとした。
- 3. 外部露出に耐える雨仕舞とする。具体的には土台に対して壁の底付溝にさらに侵入した水を落とすためのドブ溝を通しておき、長さ300mmに1カ所程度、土台を上下に貫通する孔を底付き溝に設けることで、万が一侵入した水が残るリスクを排除した。
- 4. 施工性を考慮してクリアランスを適宜設けた。具体的には、最終仕様で前後方向各1.5mm（計3mm）左右方向各3mm（計6mm）上下方向上のみ3mmとした。クリアランスを補完するものとして上下からのみ若干のスクリュー打ちを行い、また下部には位置決めを兼ねて中央にシアピン（鋼管切放し）を設けた。
- 5. 横架材天端間はやや高めの3130mmとした。柱頭脚性能が壁性能に直結するので階高は高いほうが厳しくさらに厳しい条件も考えられるが、ここでは3m材で作られるCLTを納める最大限界の横架材間距離として定めた。

上記に列挙した項目は、基本的に構造性能を低下させるものである。しかしながら単純なチャンピオンデータの取得を主眼としない本プロジェクトにおいては、これらを壁要素試験の与条件として組み込んで試験をすることに意味がある。

本プロジェクトでは、耐力壁試験前の段階で施工者（施工性）、プレカット業者（加工精度、加工能力）、意匠設計者（意匠性）が構造設計者（構造性能、構法の整理）と一緒に協議しながらある程度の条件まで定めたいうで、さらに施工者の立会いのもと構造予備試験を行って多少の修正を加え、最終仕様を定めた。

実大試験Summary

試験体名称	仕構形式	壁長	接合部			試験体数 予備試験+本試験	壁倍率	D ₀ 指標を抜いた壁倍率(参考)	備考
			柱脚	柱頭	壁脚				
CLToi-kms_1P	kms	910mm (1P)	長ホヅ: w102 t36, h120 + 2-φ15, [≒カサ]	長ホヅ: w102 t36, h120 + 2-φ15, [≒カサ]	1-φ21.7-2.0φ, L210 [STK400] + 4(2x2)-PX8-140 [EJPF]	1+2	1.3	2.2	W1 (採用仕様) 込み栓仕様、一棟部全て
CLToi-HSB-1P	HSB	910mm (1P)	HSB-30 [stroog]	HSP-30型 M14 [SNR400B] [stroog]	1-φ21.7-2.0φ, L210 [STK400] + 6(3x2)-PX8-140 [EJPF]	0+3	2.5	3.6	W2 (採用仕様) パイプ型金物仕様、コーナ一部、1P ※1体のみ耐力トラス面による早期破壊で耐力トラス面を破壊して早期破壊を防止
CLToi-HSB-2P	HSB	1820mm (2P)	HSB-30 [stroog]	HSP-30型 M14 [SNR400B] [stroog]	1-φ21.7-2.0φ, L210 [STK400] + 6(3x2)-PX8-140 [EJPF]	0+2	3.7	5.8	W2 (採用仕様) パイプ型金物仕様、コーナ一部、2P
CLToi-HD-1P	HD	910mm (1P)	短ホヅ, t30 + ホールアウト>EX-M [TANAKA]	短ホヅ, t30 + ホールアウト>EX-M [TANAKA]	1-φ21.7-2.0φ, L210 [STK400] + 4(2x2)-PX8-140 [EJPF]	0+2	3.5	3.6	参考。荷重変位関係のコントロールとしての試験。実際には納まらない
CLToi-HSB1R	HSB	910mm (1P)	HSB-30 [stroog]	HSP-30型 M16 [SNR400A] [stroog]	1-φ21.7-2.0φ, L210 [STK400] + 6(3x2)-PX8-140 [EJPF]	1+0	1.9		塑性率低すぎ、破壊が脆性的
CLToi-HSB2R	HSB	1820mm (2P)	HSB-30 [stroog]	HSP-30型 M16 [SNR400A] [stroog]	1-φ21.7-2.0φ, L210 [STK400] + 6(3x2)-PX8-140 [EJPF]	1+0	6.9		梁の割裂と柱頭の抜けを拘束してしまつ形式の失敗試験。 結果的にCLTの圧縮筋交い効果のみ出る場合の性能を示す。
CLToi-kms1R	kms	910mm (1P)	長ホヅ: w102 t36, h120 + 2-φ15, [≒カサ]	長ホヅ: w102 t36, h120 + 2-φ15, [≒カサ]	1-φ21.7-2.0φ, L210 [STK400] + 2-PX8-320 [EJPF] 面内斜めスクリュー	1+0	0.8		塑性率低すぎ、破壊が脆性的
CLToi-PX1R	PX	910mm (1P)	短ホヅ, t30 + 2-PX8-200 [EJPF]	短ホヅ, t30 + 2-PX8-200 [EJPF]	1-φ21.7-2.0φ, L210 [STK400] + 4(2x2)-PX8-140 [EJPF]	1+0	0.3		塑性率低すぎ、破壊が脆性的

※ パラメータ: 柱頭柱脚仕様、クラフタンス、上下せみ断キーのみ、クラフタンスは予備試験結果から判断

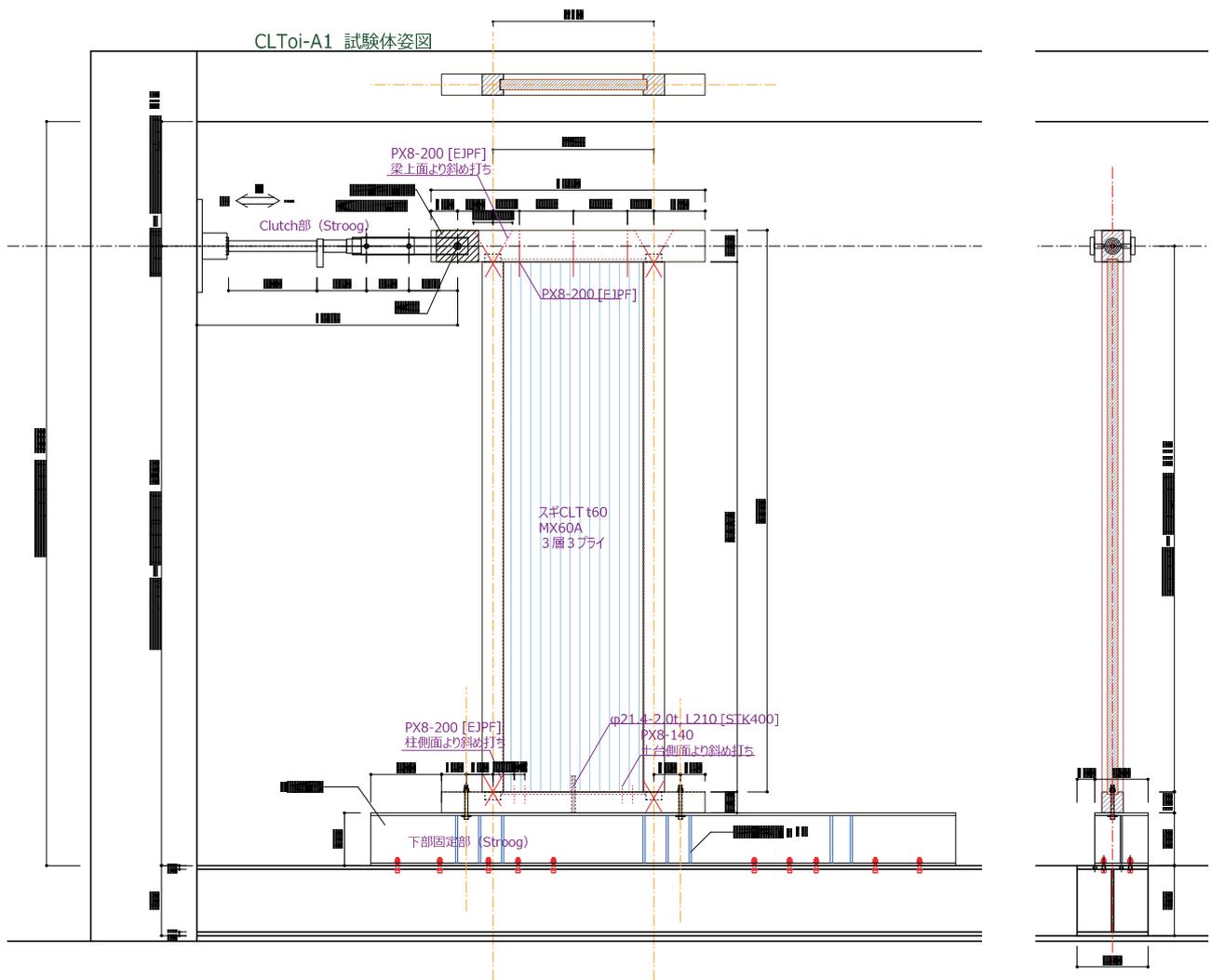
※ 軸部材: スキエ70 (おしくはE70相当程度であることを打撃試験にて確認)

※ CLT: MX60A-3-3, t60

※ 横架材天端間距離はH=3130mmでFIXとする。

6. 2 仕様および結果一覧

6. 3 試験方法

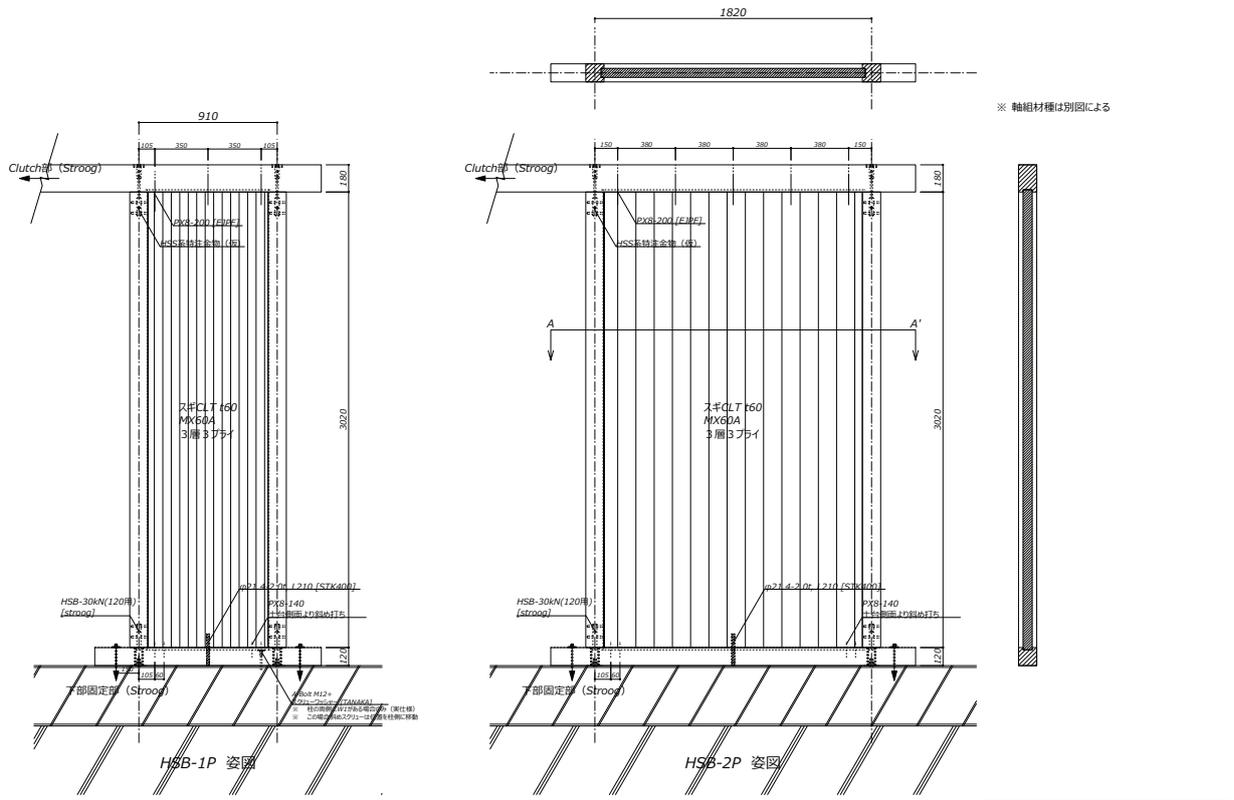


壁試験は上図の形式で無載荷の柱脚固定式で行った。

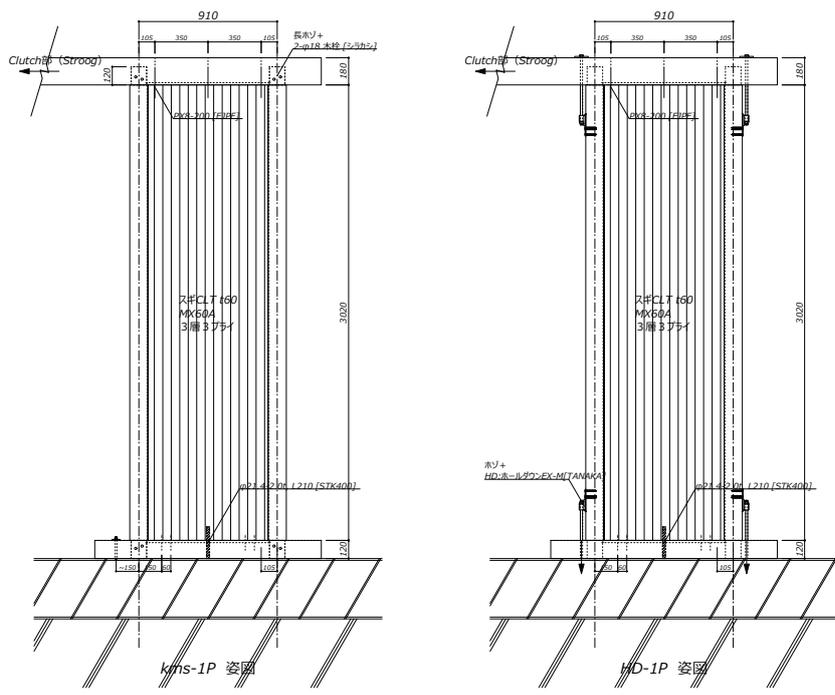
正負交番3回繰り返し試験を変位制御にて行った。履歴は 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75 とした。1/50 は行わず破壊させた

通常は柱脚固定式であれば当然無載荷であるが、本試験は固定している柱頭脚を壊すので、「軸組工法住宅の許容応力度設計（2008）」などに規定される方法とは考え方が異なり、載荷荷重によって引き抜きの抑え込みが起こることで見かけの耐力を増加させる。無載荷は最も厳しい条件での試験となる。

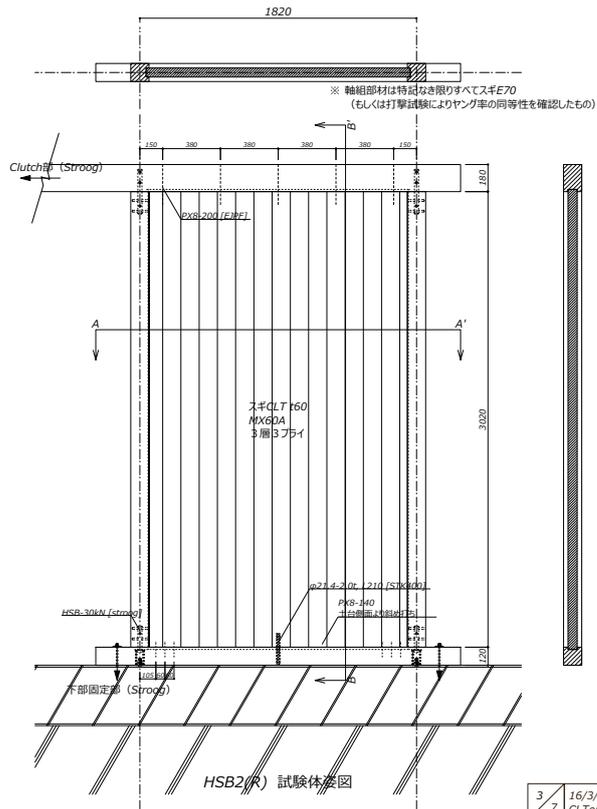
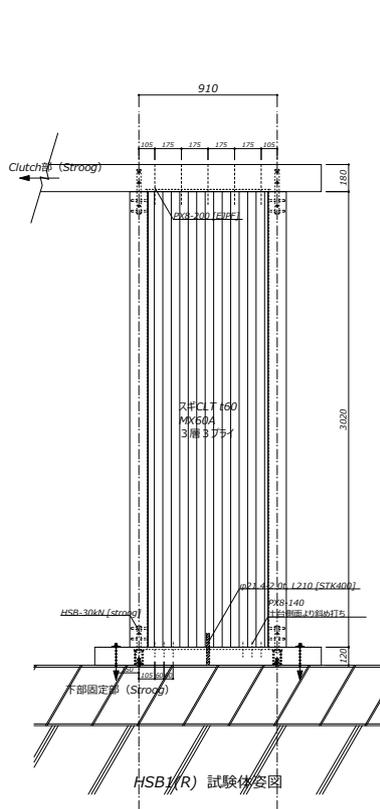
6. 4 試験体図



1/7 16/3/7
CLToI_ShearWall_160307testsum.vwx
静荷分苑 耐力壁標準図 drawing:Hf

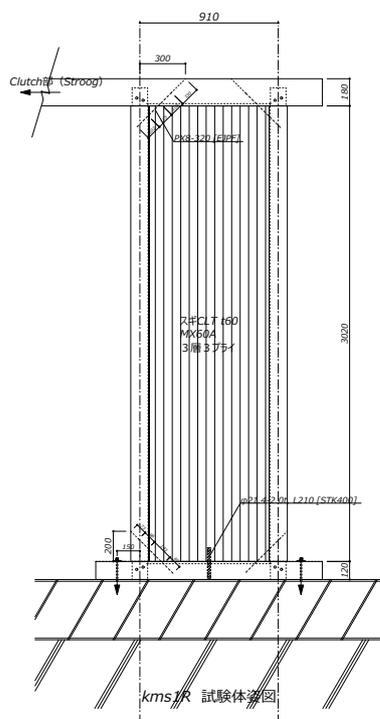
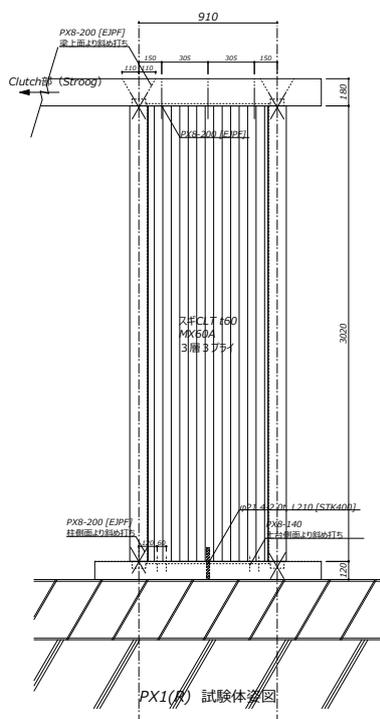


2/7 16/3/7
CLToI_ShearWall_160307testsum.vwx
静荷分苑 耐力壁標準図 drawing:Hf



3	16/3/7
7	CLToI_ShearWall_160307testsum.vwx

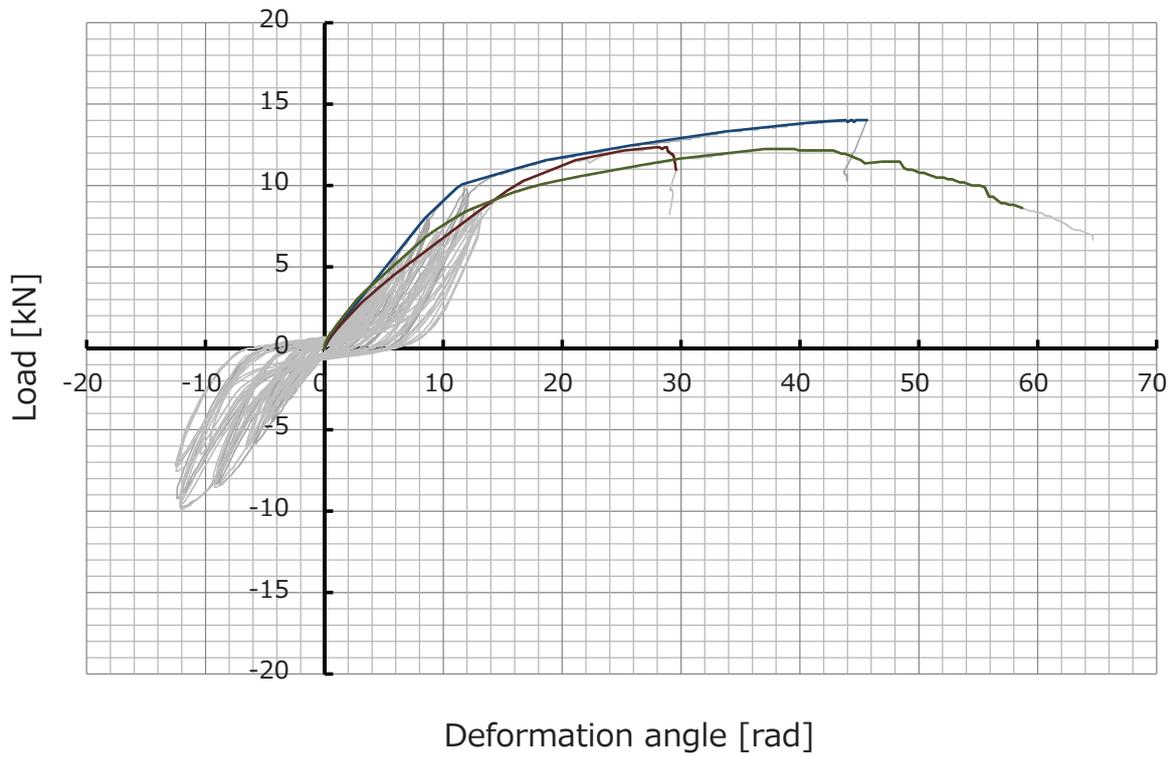
静岡分苑 耐力壁標準図 drawing:Hf



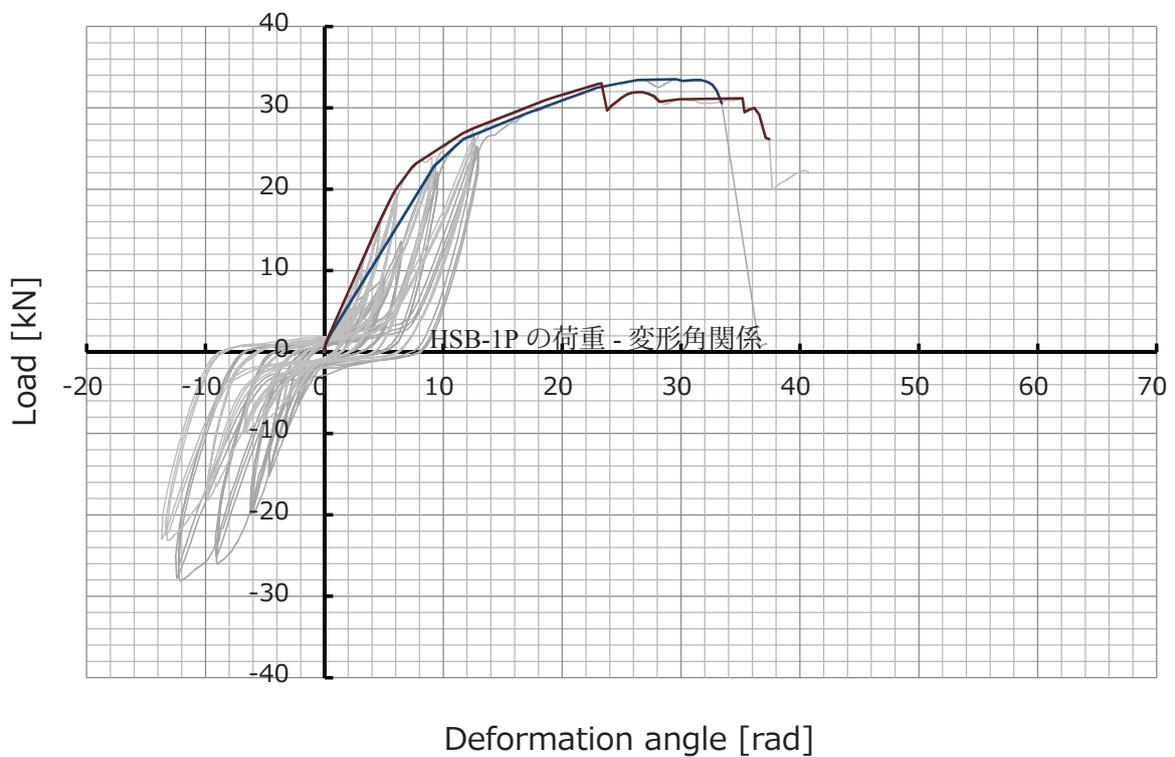
4	16/3/7
7	CLToI_ShearWall_160307testsum.vwx

静岡分苑 耐力壁標準図 drawing:Hf

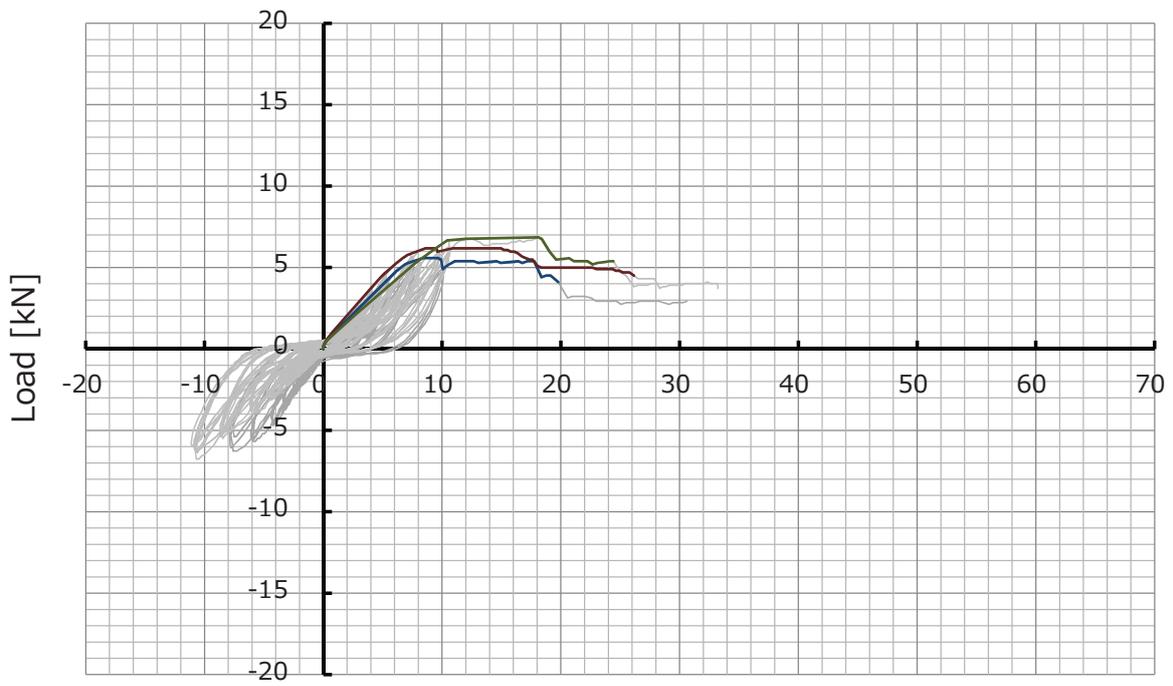
6.5 試験結果



HSB-1P の荷重 - 変形角関係

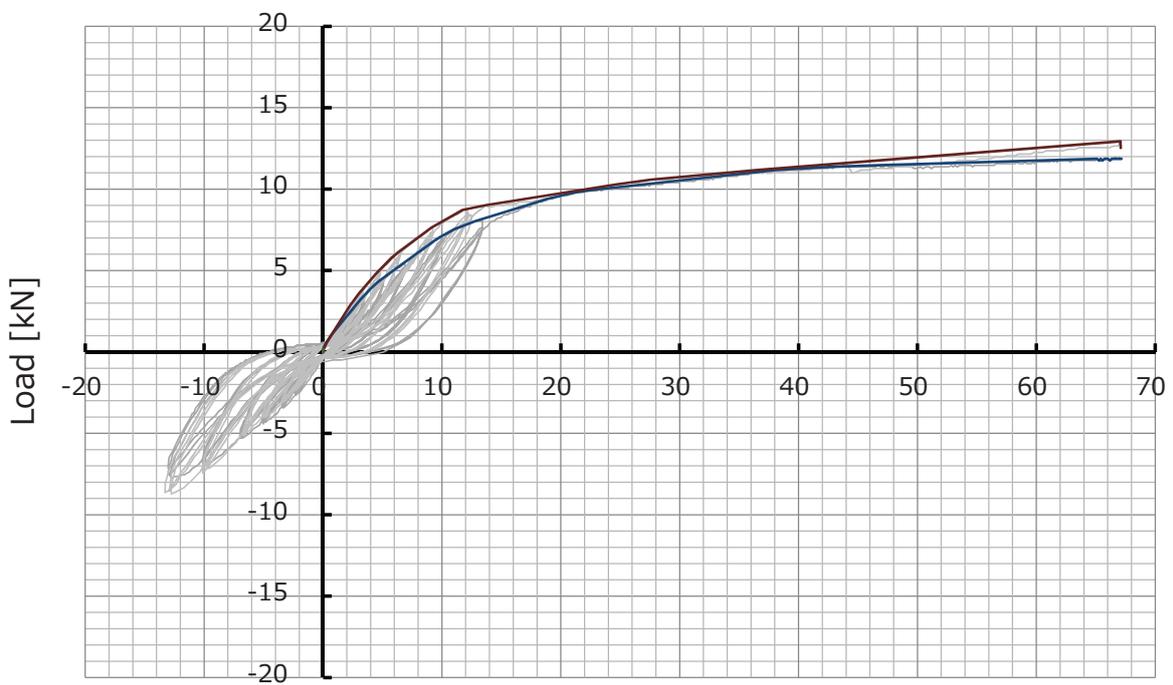


HSB-2P の荷重 - 変形角関係



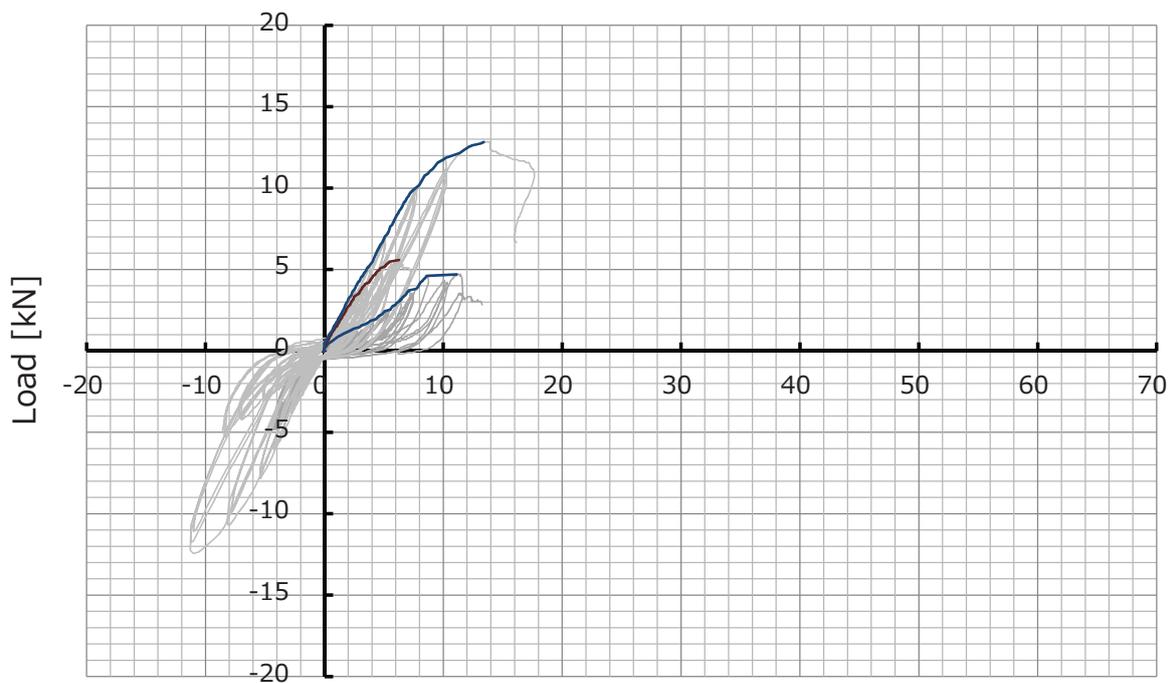
Deformation angle [rad]

kms-1P の荷重 - 変形角関係



Deformation angle [rad]

HD-1P の荷重 - 変形角関係



Deformation angle [rad]

予備試験のみとした仕様（最大荷重までの割線剛性上から順に HSB1R, PX1R, kms1R）
の荷重 - 変形角関係



Deformation angle [rad]

予備試験のみとした仕様（HSB2R、柱頭脚破壊させない）の荷重 - 変形角関係

4. 工事費等内訳

事業名		落とし込みCLT板壁の性能実証および大本静岡分苑新築工事での建築実証
実施者もしくは担当者(実施者が個人の場合)		宗教法人大本静岡分苑
共通仮設費		1,747,332
建築工事	直接仮設工事	629,532
	土工事	683,856
	コンクリート工事	2,673,748
	型枠工事	1,396,764
	鉄筋工事	1,073,578
	鉄骨工事	
	組積工事	
	防水工事	
	タイル工事	
	木工事	16,750,124
	屋根及び樋工事	
	金属工事	
	左官工事	
	金属製建具工事	
	木製建具工事	
	ガラス工事	
	塗装工事	
	内外装工事	
	雑工事	119,448
	電気設備工事	
機械設備工事		
その他(諸経費)		2,484,000
小計①		27,558,382
別途工事費	外構工事	
	解体撤去工事	
	ボーリング	
	設計	2,300,000
	大臣認定 確認申請	
小計②		2,300,000
合計(①+②)		29,858,382

注:平成27年度事業に計上した費用のみを記載