

第3章 CLT 燃えしろ設計マニュアル

3. 1 まえがき

当資料は、平成 26 年度 建築基準整備促進事業「CLT（直交集成板）の燃えしろ設計法に関する検討」等で研究した内容に基づき、CLT の準耐火構造についての設計方法について作成するものである。国土交通省及び林野庁から発表されている「CLT の普及に向けたロードマップ」によると、平成 27 年度中に本件の告示が予定されているが、当資料作成時点では発表されていないため、告示後は再度修正を行うものとする。

3. 2 準耐火構造の概要

CLT を用いた 45 分準耐火構造及び 1 時間準耐火構造は、「被覆タイプ」と「燃えしろタイプ」の 2 つに大別することができる。被覆タイプは、現行の準耐火構造の告示仕様とすることで建築可能であり、CLT に耐火性能の高い材料で被覆することで準耐火性能を確保するタイプである。「燃えしろタイプは」、CLT を壁、床、屋根等に用い、防火被覆なしで現し仕様とするタイプで、本マニュアルの「3. 準耐火建築物」以降、このタイプの設計方法について記述する。また、「被覆タイプ」と「燃えしろタイプ」を組み合わせることも考えられ、これらの一部についても当資料で扱うこととする。

なお、これら 2 つのタイプのほか、個別に準耐火構造の大臣認定を取得した仕様も可能であるが、これらについては、別途参照されたい。

3. 2. 1 防火被覆の仕様

現行の準耐火構造の告示仕様を表 3-1～8 に示す。

表 3-1 外壁（H12 建設省告示第 1358 号第一、H12 建設省告示第 1380 号第一）

	屋外側被覆材（外壁） [いずれかを選択する]	屋内側被覆材（内壁） [いずれかを選択する]
45 分	<input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上のせっこうボードの上に金属板張り <input type="checkbox"/> 木毛セメント板の上に厚さ15mm以上のモルタルまたはしっくい塗り <input type="checkbox"/> せっこうボードの上に厚さ15mm以上のモルタルまたはしっくい塗り <input type="checkbox"/> モルタルの上にタイルを張ったもので合計厚さ25mm以上 <input type="checkbox"/> セメント板または瓦の上にモルタルを塗ったもので合計厚さ25mm以上 <input type="checkbox"/> 厚さ25mm以上のロックウール保温板の上に金属板張り	<input type="checkbox"/> 厚さ15mm以上のせっこうボード（強化せっこうボード含む、以下同じ） <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上難燃合板 <input type="checkbox"/> 厚さ9mm以上のせっこうボードまたは厚さ9mm以上の難燃合板の上に厚さ12mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ7mm以上のせっこうラスボードの上に厚さ8mm以上のせっこうプaster
60 分	<input type="checkbox"/> 厚さ18mm以上の硬質木片セメント板 <input type="checkbox"/> 厚さ20mm以上の鉄網モルタル <input type="checkbox"/> 厚さ35mm以上の軽量気泡コンクリートパネル <input type="checkbox"/> 厚さ20mm以上の鉄網軽量モルタル(有機量8%以下) <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の硬質木片セメント板の上に厚さ10mm以上の鉄網軽量モルタル(有機量8%以下)を塗ったもの	<input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ12mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ8mm以上のスラグせっこう系セメント板の上に厚さ12mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ16mm以上の強化せっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の強化せっこうボードの上に厚さ9mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の強化せっこうボードの上に厚さ9mm以上の難燃合板 <input type="checkbox"/> 厚さ9mm以上のせっこうボードまたは厚さ9mm以上の難燃合板の上に厚さ12mm以上の強化せっこうボード

表 3-2 軒裏 (H12 建設省告示第 1358 号第五、H12 建設省告示第 1380 号第五)

	【垂木・野地板等を防火被覆する場合】	【垂木・野地板等を木材現しとする場合】
45分	<p>軒裏被覆材 [いずれかを選択する]</p> <ul style="list-style-type: none"> □厚さ12mm以上の硬質木片セメント板 □厚さ12mm以上のせっこうボードの上に金属板張り □木毛セメント板の上に厚さ15mm以上のモルタルまたはしっくい塗り □石膏ボードの上に厚さ15mm以上のモルタルまたはしっくい塗り □モルタルの上にタイルを張ったもので合計厚さ25mm以上 □セメント板または瓦の上にモルタルを塗ったもので合計厚さ25mm以上 □厚さ25mm以上のロックウール保温板の上に金属板張り 	<p>【野地板】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■厚さ30mm以上の木材 <p>【垂木】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■木材 <p>【面戸板】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■厚さ45mm以上の木材 <p>【部材の取り合い部】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■野地板及びたるきと軒桁との取合い等の部分を垂木欠きを設ける等、建物内部への炎の侵入を有効に防止する <p>【次の侵入を有効に防止する仕様の例】</p> <p>軒桁と垂木の納まり例 垂木と面戸板の納まり例</p>
	60分	<ul style="list-style-type: none"> □厚さ15mm以上の強化せっこうボードの上に金属板張り □繊維混入ケイ酸カルシウム板を2枚以上はったもので合計厚さ16mm以上 □厚さ18mm以上の硬質木片セメント板 □厚さ20mm以上の鉄網モルタル

表 3-3 間仕切壁 (H12 建設省告示第 1358 号第一、H12 建設省告示第 1380 号第一)

	被覆材 (両面にそれぞれ張るまたは塗る) [いずれかを選択する]
45分	<ul style="list-style-type: none"> □厚さ15mm以上のせっこうボード (強化せっこうボードを含む、以下同じ) □厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上のせっこうボード □厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上の難燃合板 □厚さ9mm以上のせっこうボードまたは厚さ9mm以上の難燃合板の上に厚さ12mm以上のせっこうボード □厚さ7mm以上のせっこうラスボードの上に厚さ8mm以上のせっこうプラスター □鉄網モルタル塗または木ずりしっくい塗で合計厚さ20mm以上 □木毛セメント板張またはせっこうボード張の上に厚さ15mm以上のモルタルまたはしっくい塗り □モルタルの上にタイルを張ったもので合計厚さ25mm以上 □セメント板または瓦の上にモルタルを塗ったもので合計厚さ25mm以上 □土蔵造 □土塗真壁造で裏返し塗りをしたもの □厚さ12mm以上のせっこうボードの上に亜鉛鉄板張り □厚さ25mm以上のロックウール保温板の上に亜鉛鉄板張り
60分	<ul style="list-style-type: none"> □厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ12mm以上のせっこうボード □厚さ8mm以上のスラグせっこう系セメント板の上に厚さ12mm以上のせっこうボード □厚さ16mm以上の強化せっこうボード □厚さ12mm以上の強化せっこうボードの上に厚さ9mm以上のせっこうボード □厚さ12mm以上の強化せっこうボードの上に厚さ9mm以上の難燃合板 □厚さ9mm以上のせっこうボードまたは厚さ9mm以上の難燃合板の上に厚さ9mm以上の強化せっこうボード

表 3-4 柱 (H12 建設省告示第 1358 号第二、H12 建設省告示第 1380 号第二)

	【防火被覆する場合】 [いずれかを選択する]	【燃えしろ設計する場合】
45分	<p>被覆材</p> <ul style="list-style-type: none"> □厚さ15mm以上のせっこうボード (強化せっこうボードを含む、以下同じ) □厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上のせっこうボード □厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上の難燃合板 □厚さ9mm以上のせっこうボードまたは厚さ9mm以上の難燃合板の上に厚さ12mm以上のせっこうボード □厚さ7mm以上のせっこうラスボードの上に厚さ8mm以上のせっこうプラスター 	<p>【燃えしろ寸法】 [いずれかを選択する]</p> <ul style="list-style-type: none"> □構造用製材：45mm □構造用集成材・構造用単板積層材 (LVL)：35mm <p>【継手または仕口】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■燃えしろ寸法を除いた部分で有効に存在応力を伝える ■ボルト・ドリフトピン・ビス・釘等を用いる場合は木材等で防火上有効に被覆する
	60分	<p>【燃えしろ寸法】 [いずれかを選択する]</p> <ul style="list-style-type: none"> □構造用製材：60mm □構造用集成材・構造用単板積層材 (LVL)：45mm <p>【継手または仕口】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■燃えしろ寸法を除いた部分で有効に存在応力を伝える ■ボルト・ドリフトピン・ビス・釘等を用いる場合は木材等で防火上有効に被覆する

表 3-5 床 (H12 建設省告示第 1358 号第三、H12 建設省告示第 1380 号第三)

	床上被覆材 [いずれかを選択する]	床下被覆材 [いずれかを選択する]
45分	<input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の構造用合板・構造用パネル・パーティクルボード・デッキプレート・その他類するもの(以下、「合板等」)の上に厚さ9mm以上のせっこうボード若しくは軽量気泡コンクリート、または、厚さ8mm以上の硬質木片セメント <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の合板等の上に厚さ9mm以上のモルタル・コンクリート・せっこう塗り <input type="checkbox"/> 厚さ30mm以上の木材 <input type="checkbox"/> 畳(ポリスチレンフォームの豊床は除く)	<input type="checkbox"/> 厚さ15mm以上の強化せっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の強化せっこうボードの上部に厚さ50mm以上のロックウール(かさ比重0.024以上)またはグラスウール(かさ比重0.024以上)
60分	<input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の合板等の上に厚さ12mm以上のせっこうボード・軽量気泡コンクリート・硬質木片セメント板 <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の合板等の上に厚さ12mm以上のモルタル・コンクリート・せっこう塗り <input type="checkbox"/> 厚さ40mm以上の木材 <input type="checkbox"/> 畳(ポリスチレンフォームの豊床は除く)	<input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ12mm以上のせっこうボードを張り、その上部に厚さ50mm以上のロックウール(かさ比重0.024以上、以下同じ)またはグラスウール(かさ比重0.024以上、以下同じ) <input type="checkbox"/> 厚さ12mm厚以上の強化せっこうボードの上に厚さ12mm以上の強化せっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ15mm厚以上の強化せっこうボードの上に厚さ50mm以上のロックウールまたはグラスウール <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の強化せっこうボードの上に厚さ9mm以上のロックウール吸音板

表 3-6 はり (H12 建設省告示第 1358 号第四、H12 建設省告示第 1380 号第四)

	【防火被覆する場合】 [いずれかを選択する]	【燃えしろ設計する場合】
45分	<input type="checkbox"/> 強化せっこうボード15mm厚以上 <input type="checkbox"/> 強化せっこうボード12mm厚以上の上にロックウール(かさ比重0.024以上)またはグラスウール(かさ比重0.024以上)50mm以上を張ったもの	【燃えしろ寸法】 [いずれかを選択する] <input type="checkbox"/> 構造用製材: 45mm <input type="checkbox"/> 構造用集成材・構造用単板積層材(LVL): 35mm 【継手または仕口】 <input checked="" type="checkbox"/> 燃え代寸法を除いた部分で有効に存在応力を伝える <input checked="" type="checkbox"/> ボルト・ドリフトピン・ビス・釘等を用いる場合は木材等で防火上有効に被覆する
60分	<input type="checkbox"/> せっこうボード12mm厚以上を張った上にせっこうボード12mm厚以上を張り、その上部に50mm厚以上のロックウール(かさ比重0.024以上)またはグラスウール(かさ比重0.024以上)を充填したもの <input type="checkbox"/> 強化せっこうボード12mm厚以上の上に強化せっこうボード12mm厚以上 <input type="checkbox"/> 強化せっこうボード15mm厚以上の上にロックウールまたはグラスウール50mm厚以上 <input type="checkbox"/> 強化せっこうボード12mm厚以上の上にロックウール吸音板9mm厚以上	【燃えしろ寸法】 [いずれかを選択する] <input type="checkbox"/> 構造用製材: 60mm <input type="checkbox"/> 構造用集成材・構造用単板積層材(LVL): 45mm 【継手または仕口】 <input checked="" type="checkbox"/> 燃え代寸法を除いた部分で有効に存在応力を伝える <input checked="" type="checkbox"/> ボルト・ドリフトピン・ビス・釘等を用いる場合は木材等で防火上有効に被覆する

表 3-7 屋根 (H12 建設省告示第 1358 号第五)

	屋外側の葺き材・仕上げ材	屋内側の防火被覆 [いずれかを選択する]
30分	<input checked="" type="checkbox"/> 不燃材料(瓦・金属板・平板スレート等)で葺くまたはつくる。	<input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の強化せっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ9mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上のせっこうボードの上部にロックウール(かさ比重0.024以上)またはグラスウール(かさ比重0.024以上) <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上の硬質木片セメント板 <input type="checkbox"/> 厚さ12mm以上のせっこうボードの上に金属板張り <input type="checkbox"/> 木毛セメント板の上に厚さ15mm以上のモルタルまたはしっくい塗り <input type="checkbox"/> せっこうボードの上にモルタルまたはしっくい15mm厚以上 <input type="checkbox"/> モルタルの上にタイルを張ったもので合計厚さ25mm以上 <input type="checkbox"/> セメント板の上にモルタルを塗ったもので合計厚さ25mm以上 <input type="checkbox"/> 瓦の上にモルタルを塗ったもので合計厚さ25mm以上 <input type="checkbox"/> 厚さ25mm以上のロックウール保温板の上に金属板張り <input type="checkbox"/> 厚さ20mm以上の鉄網モルタル <input type="checkbox"/> 繊維混入ケイ酸カルシウム板を2枚以上張ったもので合計厚さ16mm以上

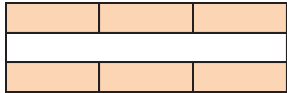
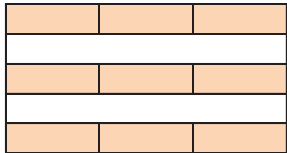
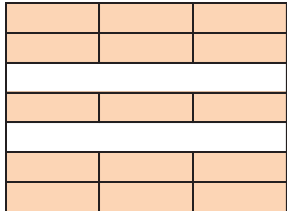
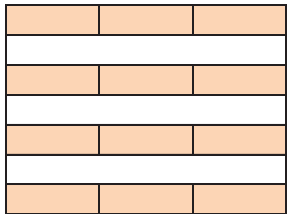
表 3-8 階段（H12 建設省告示第 1358 号第六）

	【木材のみで構成する場合】	【階段を防火被覆する場合】
30分	<p>【段板】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■厚さ60mm以上の木材 <p>【段板を支える桁】</p> <ul style="list-style-type: none"> ■厚さ60mm以上の木材 	<p>①段板及び段板を支える桁：厚さ35mm以上の木材</p> <p>【段板表面の防火被覆】【いずれかを選択する】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>厚さ12mm以上の強化せっこうボード <input type="checkbox"/>厚さ9mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/>厚さ12mm以上のせっこうボードの上部に厚さ50mm以上のロックウール（かさ比重0.024以上）またはグラスウール（かさ比重0.024以上） <input type="checkbox"/>厚さ12mm厚以上の硬質木片セメント板12mm厚以上 <input type="checkbox"/>その他の例示仕様 <p>【桁の外側の防火被覆】【いずれかを選択する】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>厚さ12mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/>厚さ8mm以上のスラグせっこう系セメント板 <input type="checkbox"/>準耐火構造の壁に取り付く場合 <p>※桁が屋外に面する場合は準耐火構造外壁屋外側被覆材のいずれかとする</p> <p>②段板及び段板を支える桁：厚さ35mm未満の木材</p> <p>【段板表面の防火被覆】【いずれかを選択する】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>厚さ15mm以上の強化せっこうボード <input type="checkbox"/>厚さ12mm以上の強化せっこうボードの上部に厚さ50mm以上のロックウール（かさ比重0.024以上）またはグラスウール（かさ比重0.024以上） <p>【桁の外側の防火被覆】【いずれかを選択する】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>厚さ15mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/>厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/>厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ9mm以上の難燃合板 <input type="checkbox"/>厚さ9mm以上のせっこうボードまたは厚さ9mm以上の難燃合板の上に厚さ12mm以上のせっこうボード <input type="checkbox"/>せっこうラスボード7mm以上の上にせっこうプaster-8mm厚以上 <input type="checkbox"/>準耐火構造の壁に取り付く場合 <p>* 桁が屋外に面する場合は準耐火構造外壁屋外側被覆材のいずれかとする</p>

3. 2. 2 燃えしろ設計に適用できる CLT の材料規準

燃えしろ設計に適用できる、CLT の材料規準は下表のとおりとする。

表 3-9 燃えしろ設計に適用できる CLT の材料規準

樹種	スギ
強度等級 (曲げ)	Mx60
ラミナの 厚さ	12mm,15mm,21mm,27mm,30mm
接着剤	使用環境 A 及び B：レゾルシノール樹脂，レゾルシノール・フェノール樹脂
層構成	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>3層3プライ</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5層7プライ</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>5層7プライ</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>7層7プライ</p>  </div> </div>

3. 3 準耐火建築物

3. 3. 1 準耐火構造でできる建築物の基準

45分準耐火構造及び1時間準耐火構造の壁、床等で建設可能な建物が本マニュアルで想定する建物となる。

現行の建築基準法では、建設地の防火地域指定や建物規模・用途により、建築物の耐火上の構造制限がなされている。

防火地域規制では、図3-1のように防火地域、準防火地域ごとに、建物規模により、耐火建築物、準耐火建築物、その他建築物等とすることが規定されている。準耐火建築物で建設可能となるのは、①防火地域の2階建て以下かつ延べ面積100m²以下、②準防火地域の3階建て以下かつ延べ面積1500m²以下である(図3-1のグレー色以外の部分)。

また、建築物の規模・用途による規制では、表3.1-1のように3階部分が特殊建築物用途になると耐火建築物とすることが要求される。ただし、共同住宅、寮、寄宿舎、学校等では、3階建てであっても、1時間準耐火構造等で建設することができる。3階建ての学校等についての詳細は、今後施行される告示を参照されたい。また、2階建ての場合は、用途ごとに、当該用途に供する部分の床面積によって、準耐火建築物とすることが要求される。

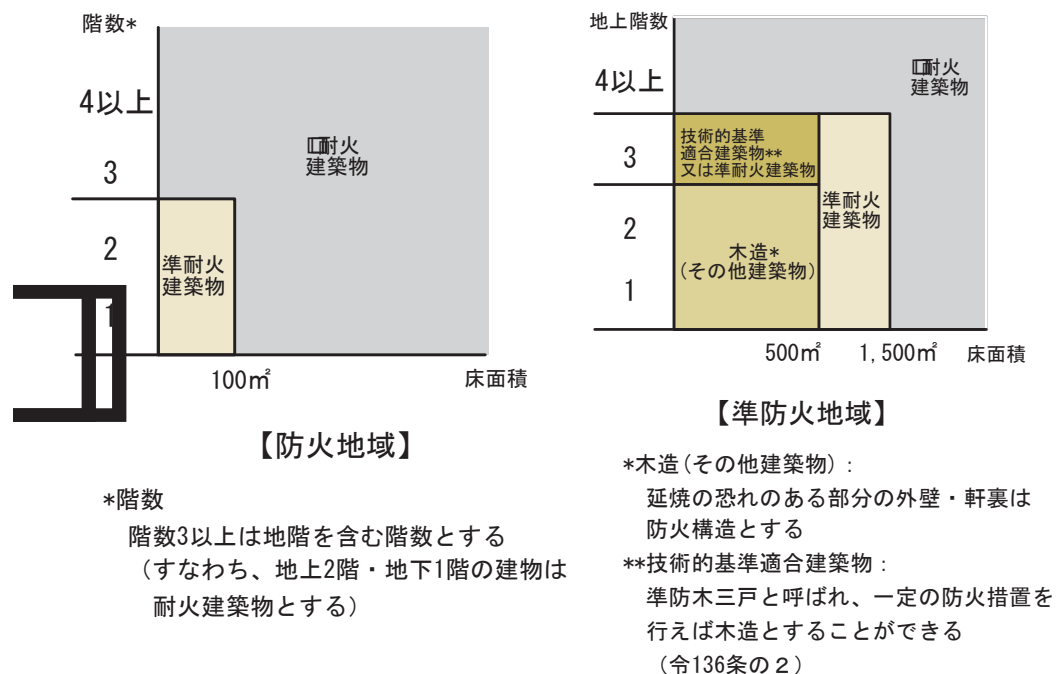


図 3-1 防火地域規制による構造制限

表 3-10 主要構造部と外壁開口部に係る例示仕様の整理

		主要構造部		外壁の開口部		
		特定避難時間倒壊及び延焼を防止する構造(令第110条第1号)	耐火構造等(令第110条第2号)	延焼の恐れのある部分	他の外壁の開口部から火炎が到達するおそれのあるものとして国土交通大臣が定める部分	
(一)	劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場	・3階以上の階を用途に供するもの ・客席の床面積の合計が200㎡以上 ・【劇場、映画館、演芸場】主階が1階にないもの	—	耐火構造等	法第2条第9号の2口に規定する防火設備	※2
(二)	病院、診療所、ホテル、旅館、下宿、共同住宅、寄宿舎、児童福祉施設等	・3階以上の階を用途に供するもの	—	耐火構造等	防火設備	※2
		【下宿、共同住宅、寄宿舎】3階建てで3階を用途に供するもの	1時間準耐火基準に適合する準耐火構造(各宿泊室等にバルコニーを設置する等一定の要件に該当するものに限る。) <u>※1</u>	耐火構造等		
		・用途に供する部分(2階かつ病院・診療所については、患者の収容施設に限る)の床面積の合計が300㎡以上	準耐火構造等	耐火構造等		
(三)	学校、体育館、博物館、美術館、図書館、ボーリング場、スキー場、スケート場、水泳場、スポーツの練習場	・4階以上の階を用途に供するもの、4階建て以上で3階を用途に供するもの	—	耐火構造等	法第2条第9号の2口に規定する防火設備	※2
		・3階建てで3階を用途に供するもの	1時間準耐火基準に適合する準耐火構造(建物の周囲の一定部分に幅員3メートル以上の通路を設けたものに限る。)	耐火構造等		【1時間準耐火構造に適合する準耐火構造とした場合】 法第2条第9号の2口に規定する防火設備又は他の外壁の開口部のある室の天井の不燃化等
		・用途に供する部分(2階以下)の床面積の合計が2000㎡以上	準耐火構造等	耐火構造等		
(四)	百貨店、マーケット、展示場、キャバレー、カフェ、ナイトクラブ、バー、ダンスホール、遊技場、公衆浴場、待合、料理店、飲食店、物品販売業を営む店舗	・3階以上の階を用途に供するもの	—	耐火構造等	法第2条第9号の2口に規定する防火設備	※2
		・用途に供する部分の床面積の合計が3000㎡以上	準耐火構造等	耐火構造等		

※1 従来定められていた3階の各宿泊室等の外壁面の開口部及び建物の周囲の幅員3メートル以上の通路に係る基準について一部合理化している。

※2 3階以上の階を用途に供する場合において、主要構造部を告示仕様によらず大臣認定を受けて建築する場合には、法第2条第9号の2口に規定する防火設備若しくは屋内への遮炎性能を有するものとして大臣が認定した防火設備又は他の外壁の開口部のある室の天井の不燃化等が必要。

3. 3. 2 準耐火建築物・準耐火構造の要求時間

イ準耐火建築物における準耐火構造の要求時間を、図 3-2、表 3-11 (イ準耐火建築物-1(1時間)) 及び、図 3-3、表 3-12 (イ準耐火建築物-2(45分)) に示す。いずれの場合も屋根及び階段は、30分準耐火構造が要求される。

なお、表 3-11 のうち、主要構造部に耐火構造等が求められる建物用途・規模の場合に、個別に特定避難時間を検証し、国土交通大臣の認定を取得して設計することもできるが、その際は、30分、45分、1時間によらない準耐火性能（たとえば1時間30分など）が要求されることもあり得るので、別途検討が必要である。

表 3-11 イ準耐火建築物-1(木三共の例)の準耐火構造の要求時間

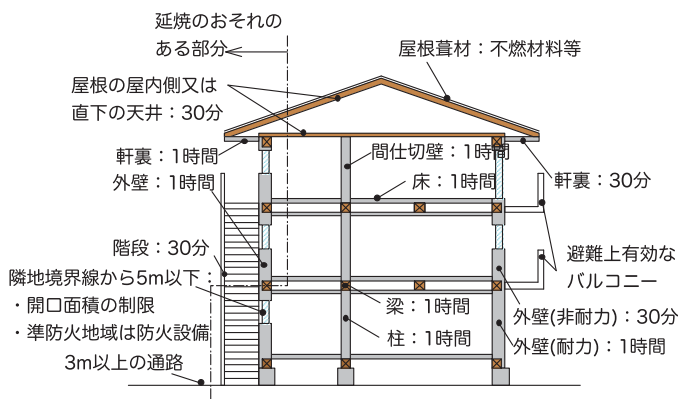


図 3-2 イ準耐火建築物-1(木三共の例)の準耐火構造の要求時間

部 位		通常の火災		屋内側からの火災	
		非損傷性	遮熱性	遮炎性	
壁	間仕切壁	耐力壁	45分	45分	—
		非耐力壁	—	45分	—
	外壁	耐力壁	45分	45分	45分
		非耐力壁	延焼のおそれのある部分 上記以外	— 30分	45分 30分
柱		45分	—	—	
床		45分	45分	—	
はり		45分	—	—	
屋根		30分	—	30分	
軒裏	延焼のおそれのある部分 上記以外	—	45分	45分	
		—	30分	30分	
階段		30分	—	—	

表 3-12 イ準耐火建築物-2の準耐火構造の要求時間

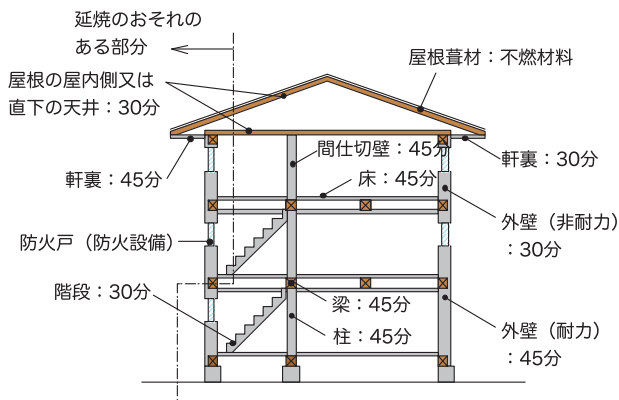


図 3-3 イ準耐火建築物-2の準耐火構造の要求時間

部 位		通常の火災		屋内側からの火災	
		非損傷性	遮熱性	遮炎性	
壁	間仕切壁	耐力壁	1時間	1時間	—
		非耐力壁	—	1時間	—
	外壁	耐力壁	1時間	1時間	1時間
		非耐力壁	延焼のおそれのある部分 上記以外	— 30分	1時間 30分
柱		1時間	—	—	
床		1時間	1時間	—	
はり		1時間	—	—	
屋根		30分	—	30分	
軒裏	延焼のおそれのある部分 上記以外	—	1時間	1時間	
		—	30分	30分	
階段		30分	—	—	

※耐火性能の種類

- 非損傷性：構造上支障のある変形、溶解、破壊、その他の損傷を生じない（崩壊しない）
- 遮熱性：加熱面以外の面の温度が可燃物の燃焼温度以上に上昇しない
- 遮炎性：火炎を出す原因となる亀裂その他の損傷を生じない

3. 3. 3 想定される CLT パネルの利用法と準耐火構造部材の構造方法

CLT パネルを使った建物の工法は、図 3-4 及び図 3-5 のように、①CLT パネルによって壁・床・屋根が鉛直力を支持する場合（図 1.2-4）と、②柱及びはりが鉛直力を主に支持し、CLT パネルの壁は鉛直力を支持しない場合（床及び屋根は鉛直力を支持する、図 1.2-5）に大別される。もちろん、①②の間中間的な工法も考えられる。①における壁は外壁・間仕切壁ともに鉛直力を支持するため「耐力壁」に位置づけられ、②における壁は外壁・間仕切壁は「非耐力壁」に位置づけられる。前者には、非損傷性、遮熱性、遮炎性が、後者には、遮熱性と遮炎性が要求される（表 3-13、3-14 参照）。

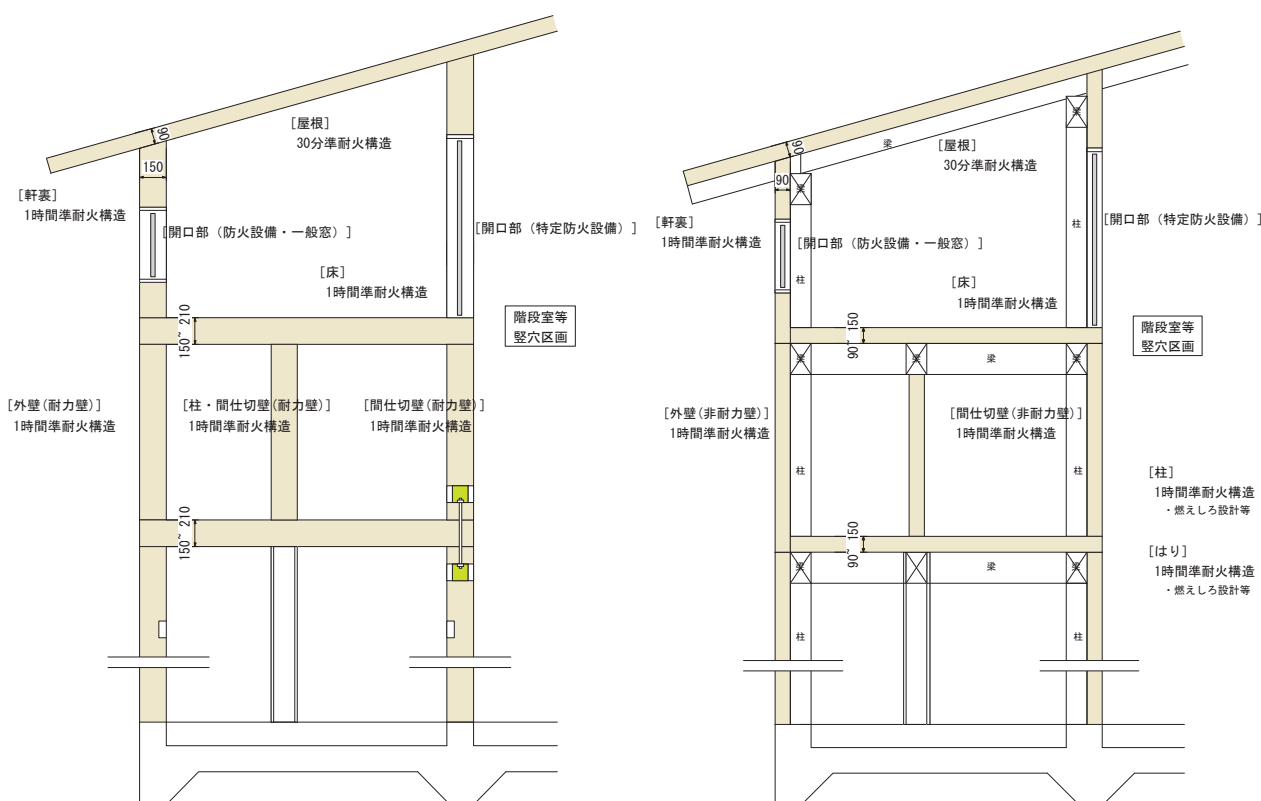


図 3-4 CLT 耐力壁・床・屋根による工法

図 3-5 柱・はり・CLT 非耐力壁・床・屋根による工法

図 3-4 と図 3-5 の工法の部位毎に、燃えしる設計の際に、CLT パネルに必要な防耐火（準耐火）性能を表 3-13 及び表 3-14 に示す。

(1) CLT パネルを用いた耐力壁・床・屋根による工法（CLT 構法）

基本的に柱、はりがなく、鉛直力を支持する部材が、CLT パネルの外壁、間仕切壁、床、屋根となる。

表 3-13 主要構造部に必要な準耐火性能 1

主要構造部		想定加熱	要求性能(準耐火性能)		
外壁		片面	非損傷性・遮熱性・遮炎性	燃えしろ設計	45分・1時間
間仕切壁	防火区画の場合	片面	非損傷性・遮熱性・遮炎性	燃えしろ設計	45分・1時間
	防火区画以外の場合	両面 ^{※1}	非損傷性	燃えしろ設計	45分・1時間
床		片面	非損傷性・遮熱性	燃えしろ設計	45分・1時間
軒裏		片面	遮熱性・遮炎性		30分・45分・1時間
屋根		片面	非損傷性・遮炎性	燃えしろ設計	30分

※1 独立した壁柱等

(2) 柱・はり・CLT 非耐力壁・床・屋根による工法

柱・はりが鉛直力を負担し、壁は水平力に抵抗、床は限定されたスパン(ALC 版等と同じ考え方)を支持する。

表 3-14 主要構造部に必要な準耐火性能 2

主要構造部		想定加熱	要求性能	
外壁		片面	遮熱性・遮炎性	30分・45分・1時間
間仕切壁	防火区画の場合	片面	遮熱性・遮炎性	45分・1時間
	防火区画以外の場合	両面	なし	-
床		片面	非損傷性・遮熱性	45分・1時間
軒裏		片面	遮熱性・遮炎性	45分・1時間
屋根		片面	非損傷性・遮炎性	30分

※柱・はりにはCLT以外の準耐火構造

3. 3. 4 準耐火性能を確保するための部位の設計

準耐火建築物においては、主要構造部の準耐火性能の確保に加えて、部材同士の接合部や取り合い部の納まり、設備用配管・配線等の貫通部の措置など、建物としての防耐火性能を確保するために、設計上配慮すべき点がある。

主要構造部に求められる準耐火性能は前述の表 3-13 であるが、主要構造部以外の部位に必要な防耐火性能は表 3-15 のように整理できる。

表 3-15 主要構造部以外に部分に求められる防耐火性能

部位	防火区画の壁及び床				
	貫通部	開口(掘り込み部)			
	配管・配線貫通部	防火設備・特定防火設備	コンセント等	照明等	換気扇ダクト等
必要な性能	遮炎性	遮炎性	遮熱性・遮炎性		
部位	防火区画以外の壁及び床				
	貫通部	開口(掘り込み部)			
	配管・配線貫通部	防火設備	コンセント等	照明等	換気扇ダクト等
必要な性能	遮炎性	遮炎性	遮熱性・遮炎性		
部位	接合部				
	主要構造部材同士	接合金物廻り			
必要な性能	遮熱性・遮炎性	遮熱性・遮炎性			

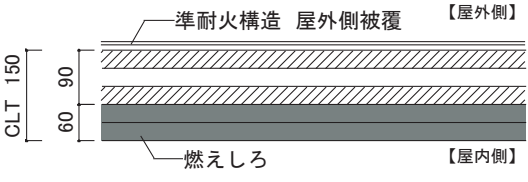
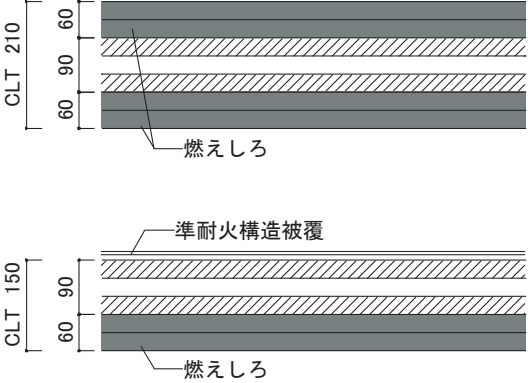
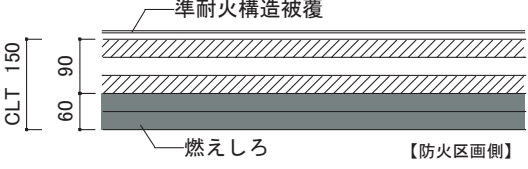
※要求時間は当該貫通部、接合部等が発生する主要構造部の要求時間に従う

3. 4 主要構造部の燃えしろ設計の仕様

3. 4. 1 外壁・間仕切壁

外壁は、CLT厚 150mm 以上で屋内側を現しとし、屋外側は準耐火構造の被覆をする。

間仕切壁は、壁柱で両面現しとする場合は、CLT厚 210mm 以上、片面現しの場合は CLT厚 150mm 以上で片面は準耐火構造の被覆をする。また、防火区画とする間仕切壁は、CLT厚 150mm 以上で加熱側を現しとすることも可能である。

外壁	 <p>The diagram shows a cross-section of an exterior wall. On the left, a vertical dimension line indicates a total thickness of CLT 150mm. This is divided into a 60mm char layer (燃えしろ) on the interior side (【屋内側】) and a 90mm section on the exterior side (【屋外側】). The exterior side consists of a fireproofing structure (準耐火構造) and its covering (屋外側被覆).</p>
間仕切壁 (両面加熱 の場合)	 <p>Two diagrams are shown. The top diagram is for a two-sided heating case (両面加熱の場合), showing a CLT 210mm wall with a 60mm char layer (燃えしろ) on both sides. The bottom diagram is for a fire compartment case (防火区画の場合), showing a CLT 150mm wall with a 60mm char layer (燃えしろ) on one side and fireproofing covering (準耐火構造被覆) on the other.</p>
間仕切壁 (防火区 画)	 <p>The diagram shows a cross-section of a partition wall for a fire compartment. It has a total CLT thickness of 150mm, with a 60mm char layer (燃えしろ) on the heating side (【防火区画側】) and fireproofing covering (準耐火構造被覆) on the other side.</p>

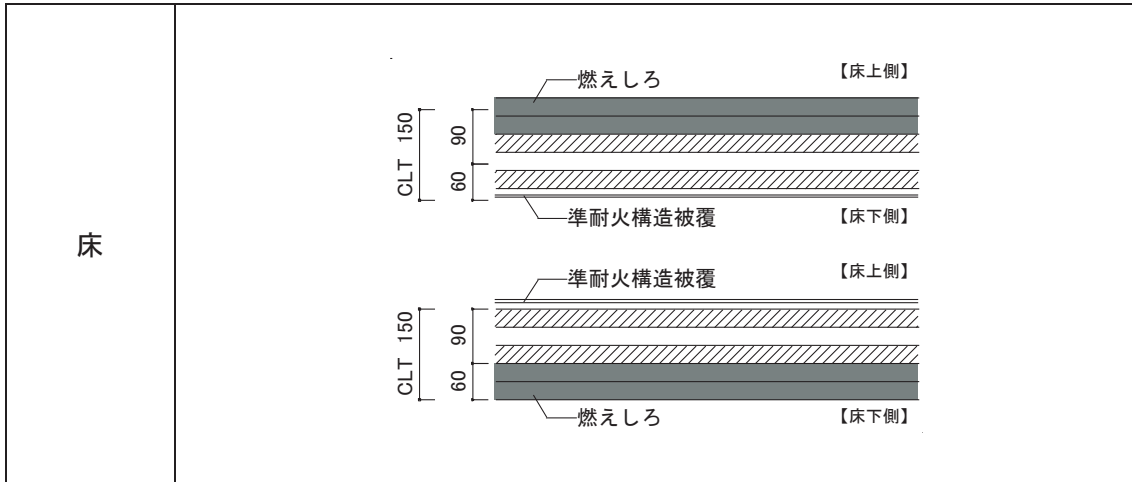
※斜線部が荷重支持部

図 3-6 燃えしろによる外壁及び間仕切壁 (両面加熱/防火区画) の仕様

外壁は、燃えしろを 60mm (1mm/分で鉛直力支持できる断面が減っていく) と想定すれば、残存厚さを 90mm 確保できるため、作用する荷重が、この断面の座屈荷重以下 (柱、はりの燃えしろ設計に従えば、短期許容荷重以下) であることを確認する。

3. 4. 2 床

床は、CLT厚 150mm 以上で床上側または床下側を現しとし、もう一方を被覆する。

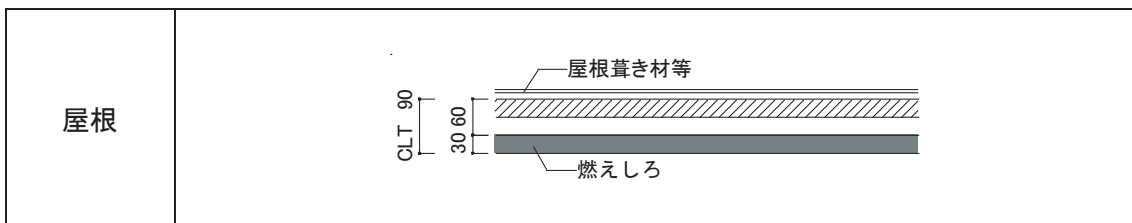


※斜線部が荷重支持部

図 3-7 燃えしろによる床の仕様

3. 4. 3 屋根

屋根は、CLT厚 90mm 以上で、屋内側は現し仕様とし、屋外側は準耐火構造の屋根葺き材等とする。



※斜線部が荷重支持部

図 3-8 燃えしろによる屋根の仕様

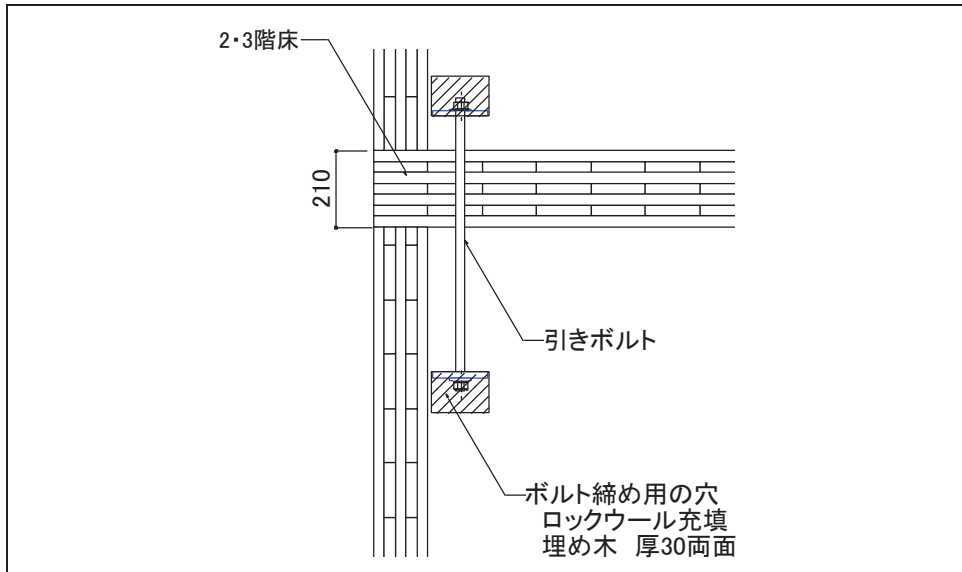
3. 5 各部構造

3. 5. 1 接合部

1) 取り合い部

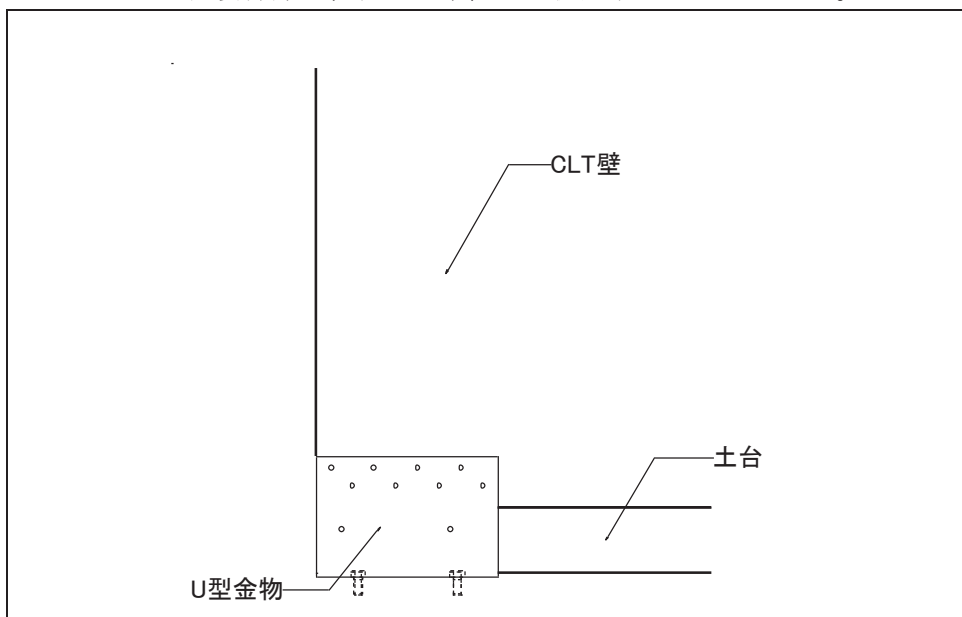
①引きボルト接合部

壁の接合等に用いる引きボルト接合部は、ボルト締め用のくりぬき穴にロックウールを充填し、厚さ 30mm の合板等で両面からふさぐ。



②U型金物接合部

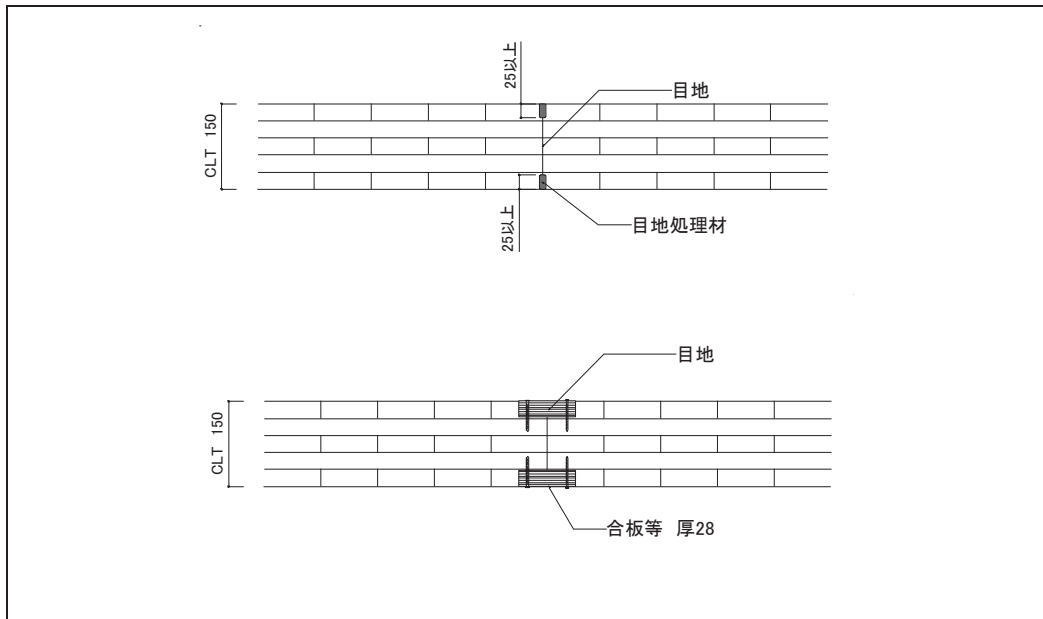
U型金物接合部は、特別な措置なく使用することができる。



3. 5. 2 壁及び床の目地

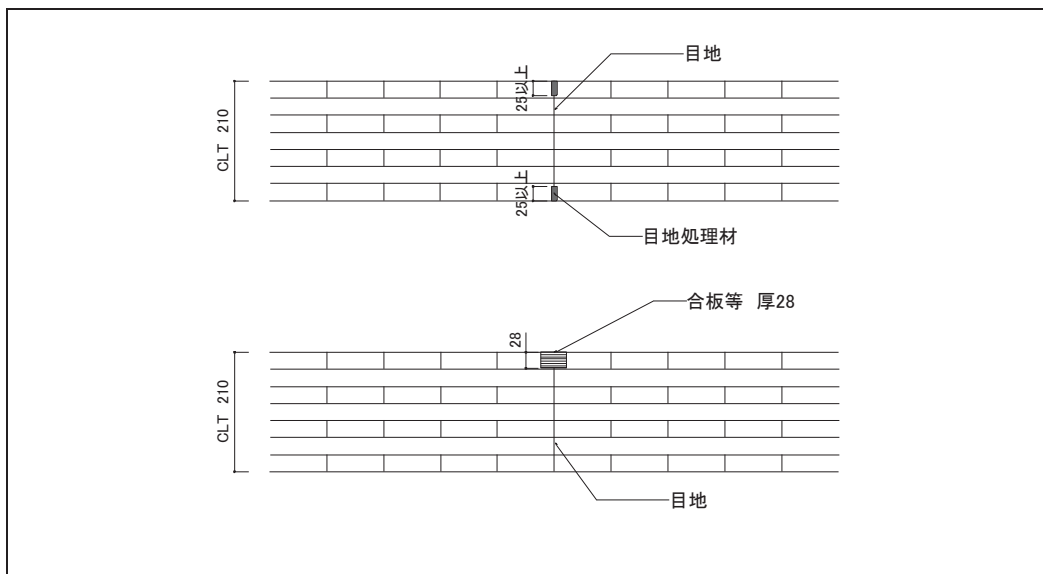
1) 壁目地の仕様

壁の目地は、加熱により発泡する目地処理材を壁パネルの木口両端に貼り付ける、または合板等をとめつける。



2) 床目地の仕様

床の目地は、加熱により発泡する目地処理材を壁の木口に貼り付ける、または合板等をとめつける。



3. 5. 3 区画貫通部

1) 床の区画貫通部

床の防火区画貫通部は、表 3-16 に示すとおり、貫通孔と配管の隙間を充填材で充填する。

表 3-16 床の区画貫通部隙間充填材

配管の種類	隙間充填材
鋼管(厚さ1.6mm)	ロックウール36kg/m ³ またはモルタル
硬質塩化ビニル管	モルタル (ロックウール36kg/m ³)

硬質塩化ビニル管の隙間充填材は、モルタルが望ましい。(管の収縮を考慮)

鋼管は加熱されると高温になるため、付近に可燃物を置かない等の配慮が必要である。

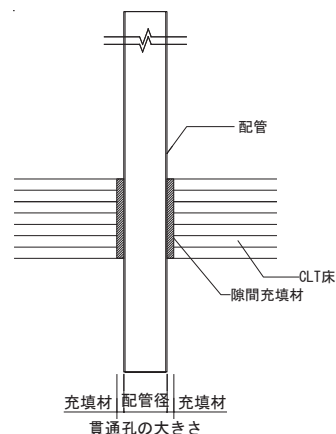


図 3-9 床の区画貫通部 概要図

(2) 壁の区画貫通部

壁の防火区画貫通部についても、表 5.1.3-2 に示すとおり、貫通孔と配管の隙間を充填材で充填する。

表 3-17 壁の区画貫通部隙間充填材 (壁厚 90mm)

配管の種類	隙間充填材
耐火二層管	グラスウール24K+ポリウレタン樹脂系シール
	セメントモルタル
	ロックウール40K
鋼管	グラスウール24K+ポリウレタン樹脂系シール
	セメントモルタル
	ロックウール40K
丸ダクト(ステンレス製)	ロックウール40K
丸ダクト(垂鉛鉄板)	ロックウール40K
塩化ビニル管	グラスウール24K+ポリウレタン樹脂系シール
	セメントモルタル
	ロックウール40K
硬質塩化ビニル鋼管	グラスウール24K+ポリウレタン樹脂系シール
	セメントモルタル
	ロックウール40K
コンセントボックス貫通	グラスウール24K 100厚
	グラスウール16K
	強化せっこうボード12.5厚×3
	グラスウール24K 50厚+せっこうボード12.5厚×2
スイッチボックス貫通	グラスウール24K 100厚
	強化せっこうボード12.5厚×2
	グラスウール24K 50厚+せっこうボード12.5厚×2
電線(Fケーブル)	グラスウール24K+ポリウレタン樹脂系シール
	不燃性パテ+せっこうボード12.5厚×2
	不燃性パテ
コンセントボックス深さ60mm	—
コンセントボックス深さ60mm ・中央貫通穴φ 30	—

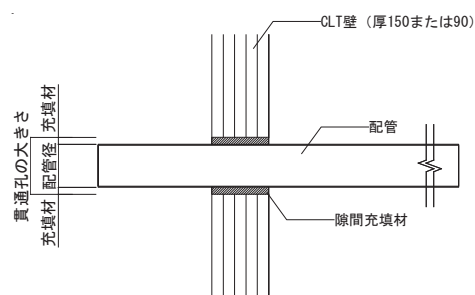


図 3-10 壁の区画貫通部 概要図

3. 6 設計の配慮

3. 6. 1 CLT パネルの異種工法との接合部

異種工法のうち、枠組壁工法・鉄骨造・木造軸組については、被覆型の準耐火構造との接合部を、大断面木質構造・木造軸組については燃えしろ型との接合部を対象とする。また、接合箇所は、異種工法の柱・梁・壁・屋根・床に対して CLT パネルの壁・床・屋根の各版が接合される部分を対象とする。表 3-18 に接合部を図示する。表 3-18 に示す納まりより、防火上考えられる課題は、以下の通り想定されるので、十分検討した上で設計する必要がある。



枠組壁工法の被覆型の工法との接合部では、CLT パネルの燃えしろ部分と壁、床との取り合い部において、CLT パネルの燃え込みによって、メンブレン被覆された部材の内部に防火被覆が突破されるよりも早く、火炎が侵入するのを防止するための防火処置方法が必要となる。特に、勾配屋根との取り合い部は、矩形の材を組み合わせるだけだと、斜めとなるため隙間が生じやすく、勾配に合わせた防火被覆の面取りや裏打材などの設置が必要となる。

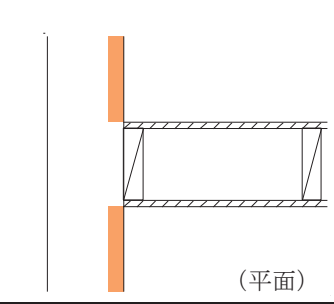
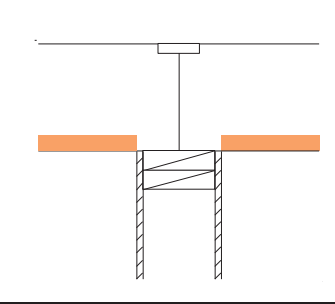
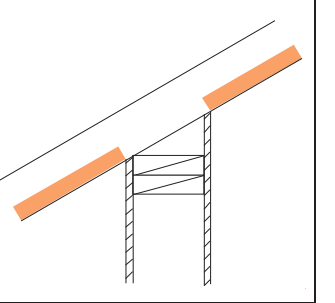
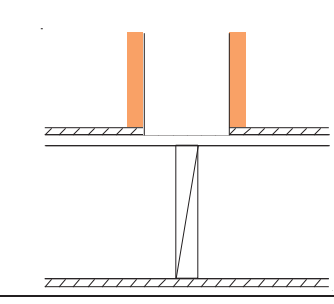
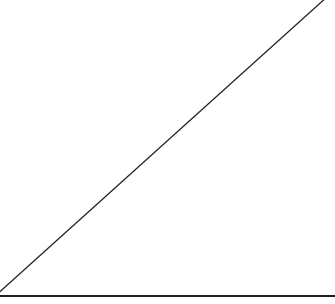
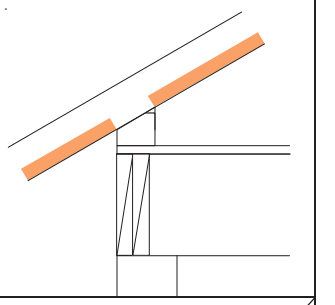
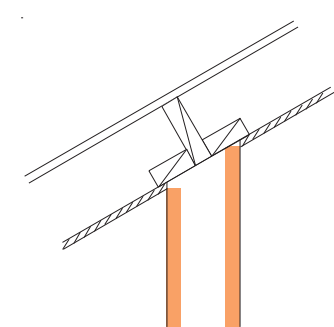
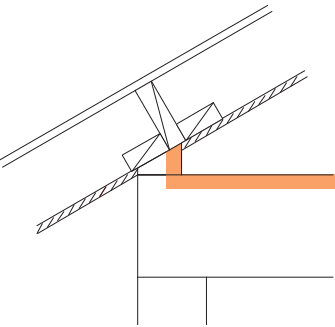
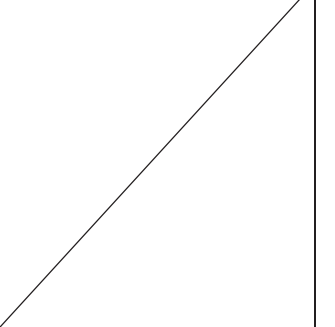
燃えしろ設計される柱・梁との接合部においては、勾配屋根との取り合いを除き大きな問題は生じにくいと考えられるが、柱・梁と壁・床と接合方法(ビス留め、ボルト留め等)の緊結度によって、火災時の燃えしろ寸法の取り方や荷重負担時の変形挙動が異なる可能性がある。

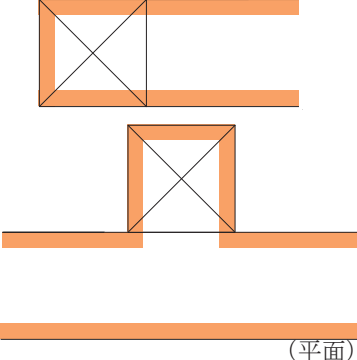
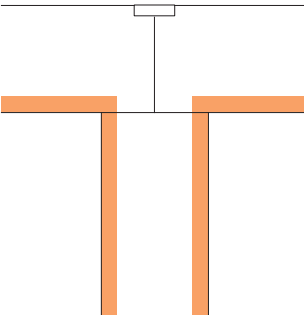
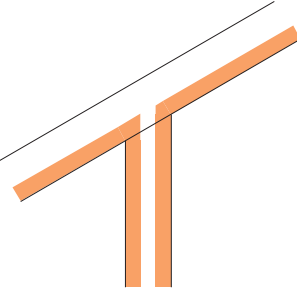
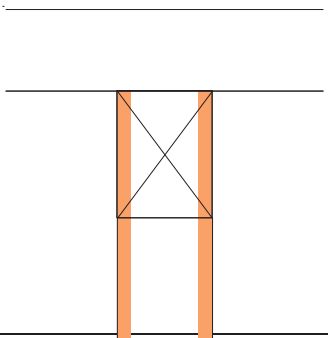
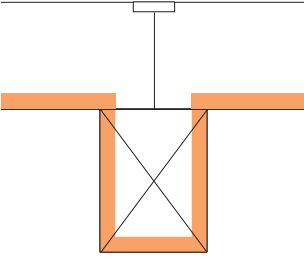
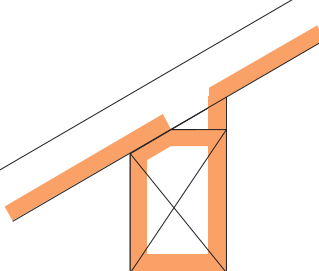
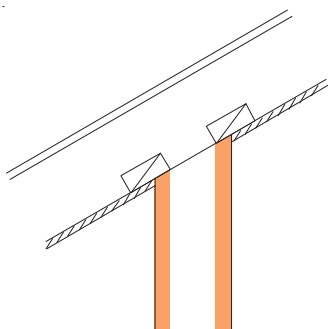
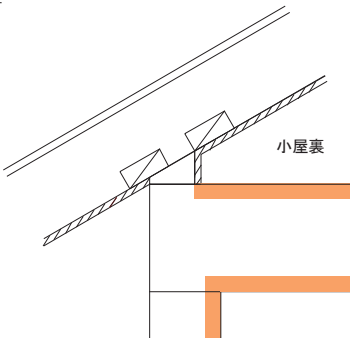
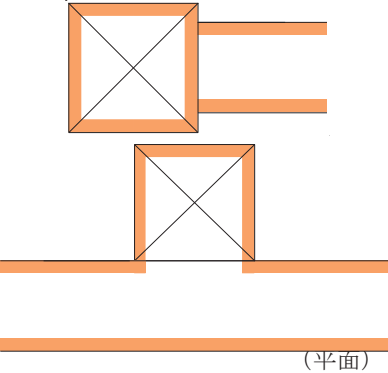
鉄骨造との接合部においては、防火上の課題が多いと考えられる。特に、火災時の木材と鋼材の変形の差によって、接合部分には隙間が生じる可能性が極めて大きい。木材と鋼材を直接接合すると、木部は早期に炭化するために接合力は期待できない。そのため、木部にも防火被覆を設置するなどの必要が生じると考えられる。また、鋼材の柱に CLT パネルの壁を設置する場合、火災時に柱は軸方向に 20～30mm 程度伸び出す、木材は伸びないため隙間が生じるなどの可能性もある。

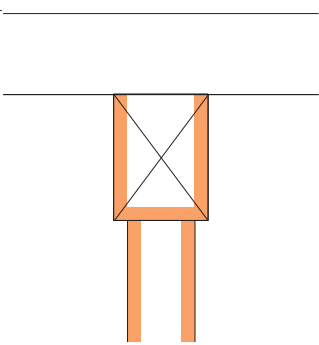
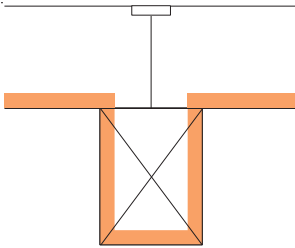
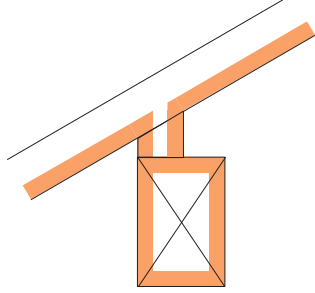
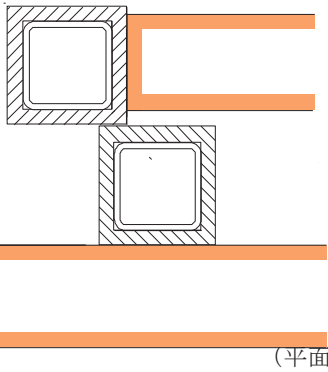
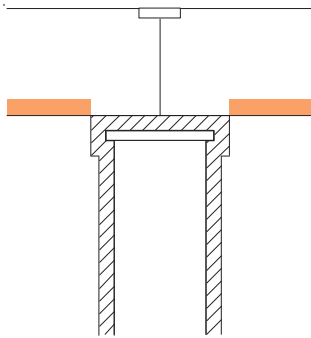
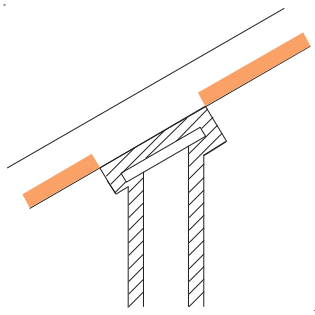
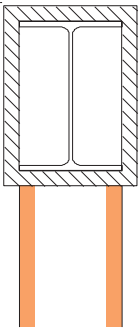
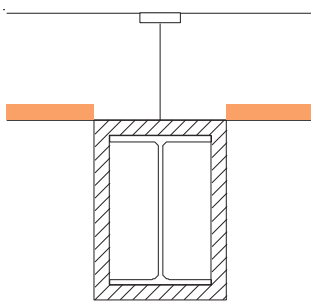
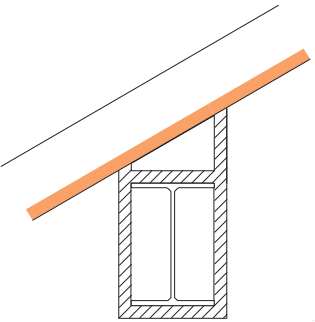
これだけでなく、CLT パネルと異種工法部材との変形による寸法差が生じる部分についても、同様に防火上の課題になると考えられる。

表 3-18 異種工法との接合部

 : 防火被覆
 : 燃えしろ

		CLT		
		壁	床	屋根
枠組壁工法	壁	 <p>(平面)</p>		
	床			
	屋根			

		CLT		
		壁	床	屋根
木造軸組	柱 (燃えしろ型)	 (平面)		
	梁・桁 (燃えしろ型)			
	屋根			
	大断面木質構造 (燃えしろ型)	 (平面)		

		CLT		
		壁	床	屋根
大断面木質構造 (燃えしろ型)	梁			
	柱	 (平面)		
	梁			

3. 6. 2 燃えしろ設計に関わる構造の自立の考え方

準耐火構造では、火災加熱が続く間、構造の自立が確保されることが要求されている。したがって、火災加熱により CLT が燃え進んだ場合でも、建物が自立できるように予め設計しておく必要がある。例えば、燃えしろ設計した壁で燃えしろ設計した床を支持している場合、燃え残った状態で床を支持できるかどうかの確認等が必要である。

第 4 章 CLT 2 時間耐火仕様の検討

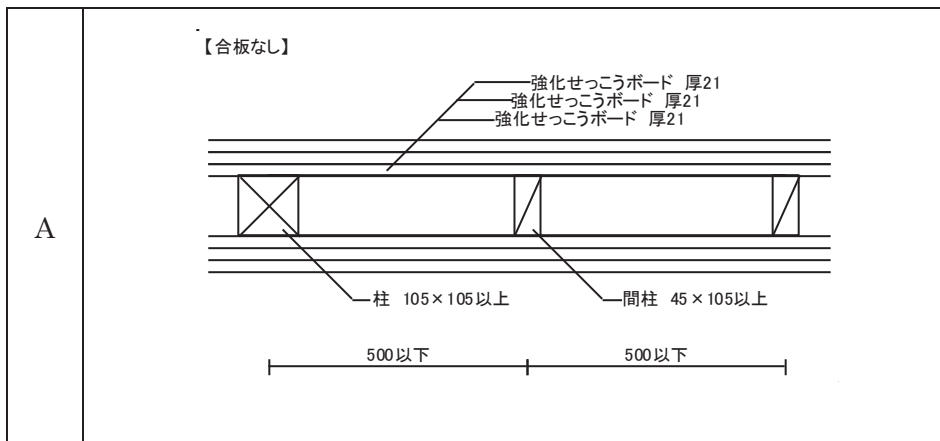
4. 1 既往の研究

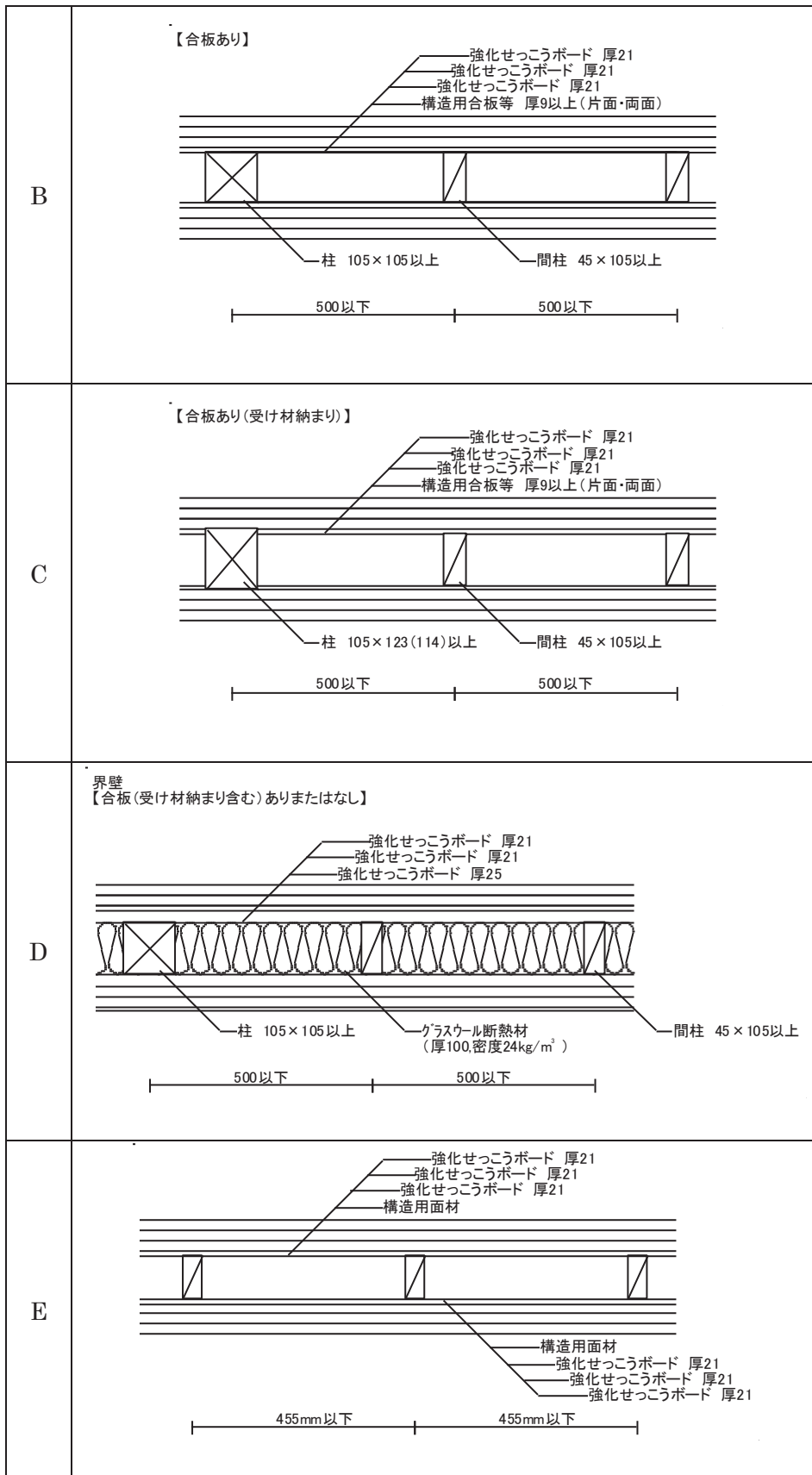
木質構造の2時間耐火使用については、日本木造住宅産業協会と日本木造耐火建築協会が木造軸組を構造躯体として2x4協会が枠組み壁工法を構造躯体として又超高層ビルに木材を使用する研究会 CLT+鉄骨造の床について開発を進めており一部大臣認定の取得も行われている。これらの既往の仕様を参考として、CLTを構造躯体とした場合の仕様研究の一助とする。

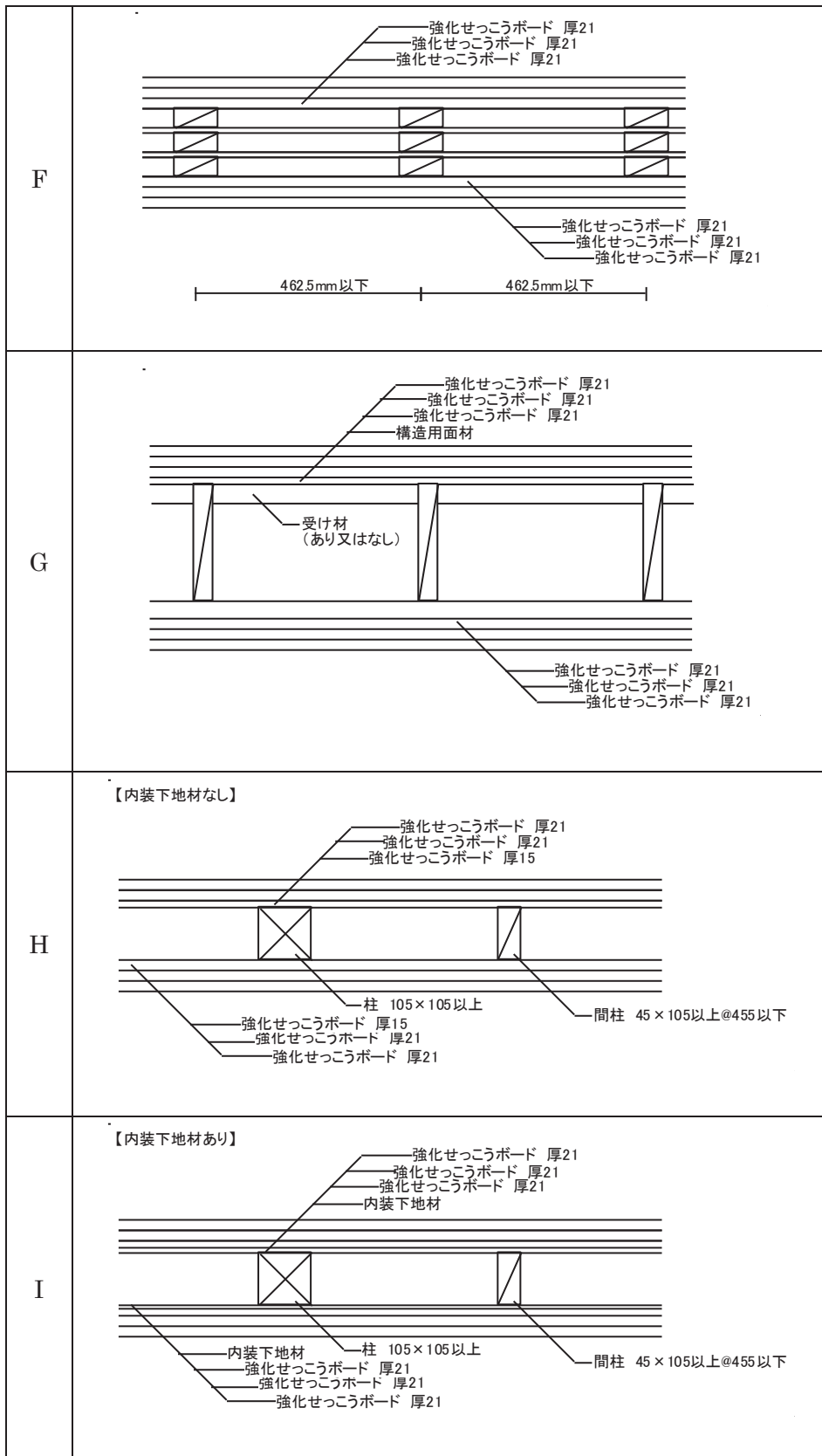
表 4-1 2時間耐火の既往の仕様

開発主体	外壁	間仕切壁	床
日本木造住宅産業協会		A B C D (界壁)	
日本ツーバイフォー建築協会		E F	G
日本木造耐火建築協会		H I	
超高層ビルに木材を使用する研究会			J K

※A～Kの仕様の詳細は以下（図 4-1）に示す。







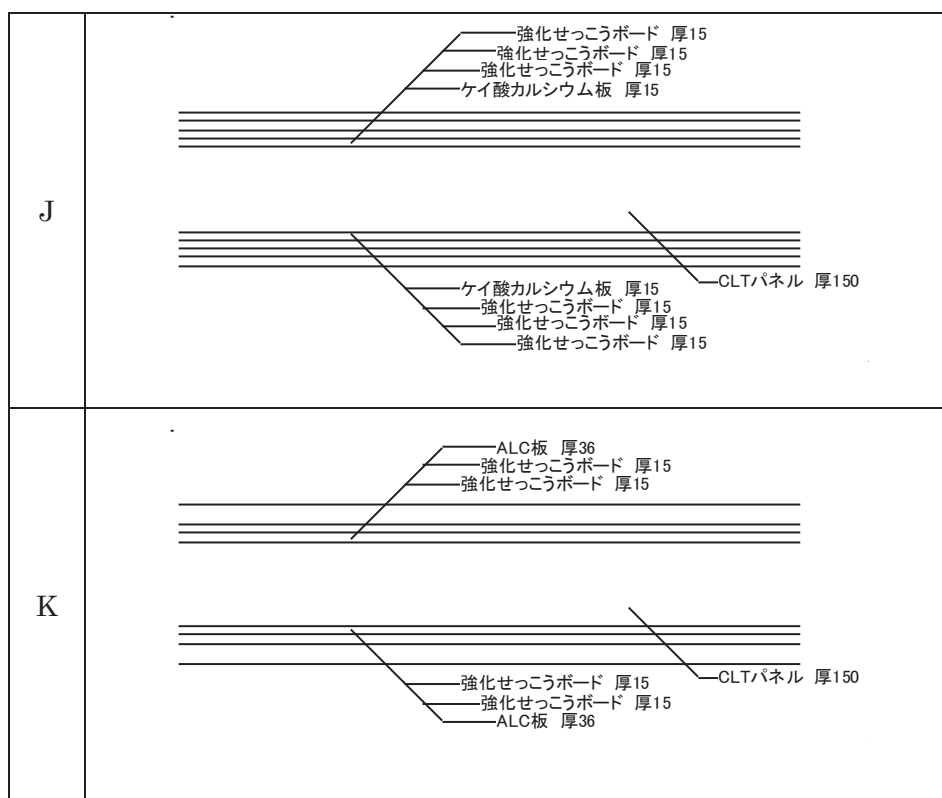


図 4-1 2 時間耐火の既往の仕様

4. 2 2 時間耐火構造の判定

当試験方法及び判定方法は 防耐火性能・評価業務方法書による概要は 2 時間加熱後に 6 時間放置し構造躯体（木部）に焦げが生じないこととされている。

4. 3 既往の仕様からの考察

- ① 耐火被覆材として強化せっこうボード 21mm 3 枚が最低必要となっている。
- ② 試験体層構成に断熱材が含まれる場合は非加熱側に熱流が貫流しづらく不利側となる。
- ③ CLT 躯体（スギ材）の熱伝導率は $0.12\text{W}/(\text{m} \cdot \text{k})$ でグラスウール 32K の $1/3$ であるが間仕切壁では他構造に比べ不利側になる。
- ④ 加熱終了後（2 時間経過後）は、炉内温度は低下するものの炉壁からの放射熱により試験体にはさらに加熱が続くため 耐火被覆材は脱落せずに残ることにより放射熱を防ぐ役割を果たす。さらに炉内温度が 260°C 以下の段階では脱落して試験体から放熱が進めば有利となる。

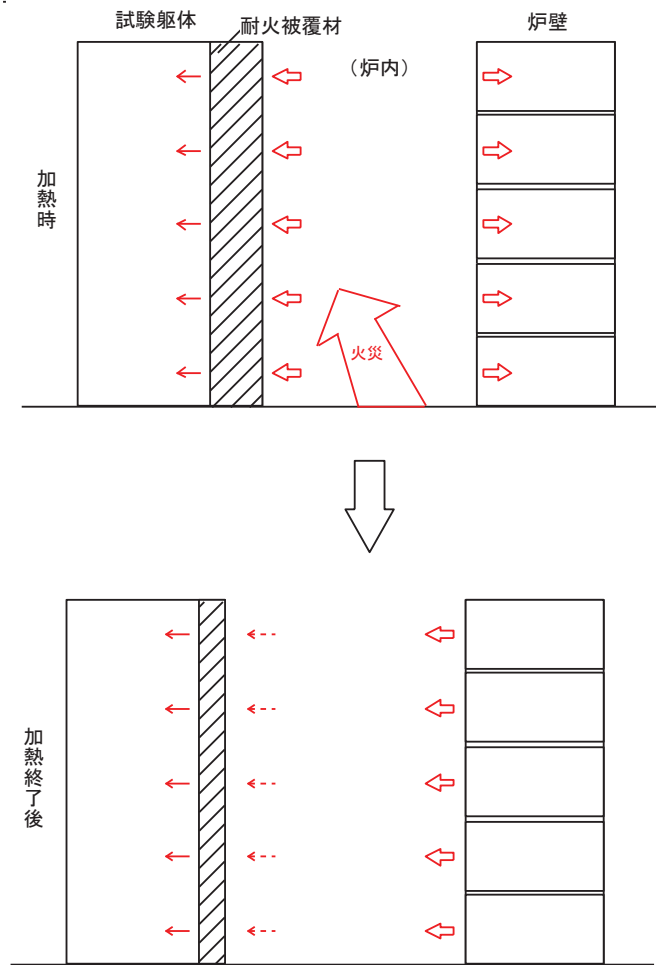


図 4-2 2 時間耐火試験の状況

- ⑤ せっこうボードは2時間程度 結晶水を放出するが 試験体躯体側に水分が滞留することが望ましい。
- ⑥ 一般的に胴縁などの非構造材は判定上対象にはならない。また胴縁によりできる空隙は有利に働く。
- ⑦ せっこうボードは3枚を貫通して躯体に止めつける事は、熱橋となるために避ける事。2枚目以降のボードはステープルと接着剤で止め重ねる。
- ⑧ 施工の観点からせっこうボードの枚数が少ない方が望ましい。
- ⑨ ラミナの最外層に非構造部分として難燃処理材を用いる方法を検討すべきである。

4. 4 2時間耐火仕様の提案

4. 3の考察より間仕切壁においても総厚276mm（せっこうボードを用いた場合の最小厚さ）となりせっこうボードの施工期間や手間を考えるとRC造との差別化が可能か十分検討する必要がある。現在ラミナに尿素系難燃剤の加圧注入ラミナによる燃え止まり設計による研究が進んでおり、この研究の成果で実用化の見通しが立てばこの方法による仕様も選択の一つとして検討する。

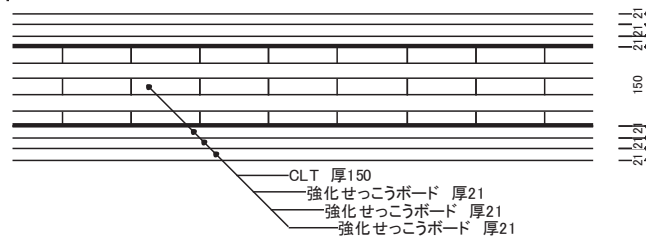


図 4-3 CLT の 2 時間耐火提案仕様

第5章 おわりに

5. 1 おわりに

本事業でおこなった検討結果は以下の通りである。

1) 防火構造外壁の開発

CLT 厚さ 90mm を構造躯体とし、防火被覆として機能する断熱材 5 種類を施工した試験体を作成し 30 分防火試験を実施した。合わせて CLT の目地部分も数種類について火炎の貫通が見られるか試験を実施した。

- ①非損傷性の確保：30 分加熱に対しては CLT 単体でもぎりぎり確保できる可能性はあるが、今回実験の断熱材 5 種類はいずれも CLT 単体より有利側に作用する事を確認、非損傷性については十分確保できる事を確認した。
- ②遮熱性の確保：目地仕様が最もクリティカルであり、雇い実目地において性能確保を確認した。

今後、これらの結果をもとに協会として認定を取得する仕様を検討し、CLT の基準強度が明確になった時点で性能評価試験を行うこととする。また試験データは今後の種々の材料が開発された折には予測検討に活かされるように整備した（第 2 章 2.2、2.3）。

2) CLT 燃えしろ設計マニュアル

準耐火建築物を CLT で設計するに当たり 現し仕上げ部分について活用できるマニュアルを作成できた。今後 燃えしろ設計の告示が出た時点において再度マニュアルを修正し実用化されるものに仕上げていく。

3) 2 時間耐火構造の検討

他構造における 2 時間耐火の開発状況を調査し CLT の 2 時間耐火仕様の提案を行った。次年度以降に今回行った提案を元に仕様を設定し試験を実施に移す予定である。

以上 3 項目にわたって検討をおこなったが 委員会において軒裏現し仕上げの検討および省令準耐火への位置付けの新たなテーマが提起されたており、次年度以降においても CLT の防耐火に関する研究を進めていく必要がある。

參考資料

平成 27 年度 林野庁委託事業（木質耐火部材開発）
「CLT の防耐火技術の開発に関する検討」
第 1 回委員会 議事録（案）

日時：平成 27 年 9 月 3 日（木） 18:00～20:00

会場：一般社団法人日本 CLT 協会会議室（東京都中央区東日本橋 2-15-5 モリビルディング 2 階）

出席予定者：（敬称略、順不同、[]は欠席予定、（）は代理）

委員	三井所 清典(委員長)/芝浦工業大学（名誉教授） 遊佐 秀逸/早稲田大学、安井 昇/桜設計集団、平沼 宏之/建材試験センター
オブザーバー	中井 聡/オーシカ、[安池 淳二/協和木材]、荘保 伸一/越井木材工業、加藤 富美雄/大東建託、瀬戸 康一/ニチハ、貞広 圭一郎/銘建工業、宮内 亨/旭化成建材、方波見 雅彦/ジャパン建材、市橋 正崇/エヌシーエヌ、石原 英喜（久和原裕輝）/北洲、[生方 陵/ナイス]、坂 賢/林野庁
事務局	大倉 靖彦、靱井 玲、武田 光史、荒井 唯香/アルセッド建築研究所 宮林 正幸/ティーイーコンサルティング、杉田 敏之/ミサワホーム 河合 誠、塩崎 征男、中谷 浩之/日本 CLT 協会

議 事：

1. 林野庁ごあいさつ
2. 委員自己紹介
3. 事業概要説明
4. 2 時間耐火建築物、1 時間耐火建築物について
5. 1 時間準耐火建築物、45 分準耐火建築物について
6. 防火構造について（内部現し仕様の防火構造認定のための性能試験について）
7. その他

会議資料：

- | | |
|---------|---------------------------------|
| 資料 1-1. | 委員名簿 |
| 資料 1-2. | 2015 年度第 2 回日本 CLT 協会防耐火 WG 議事録 |
| 資料 1-3. | 林野庁委託事業概要（CLT 協会） |
| 資料 1-4. | 標準仕様の状況（CLT 協会） |
| 資料 1-5. | 予備試験概要（宮林、杉田） |
| 別図 | 予備試験体図 |
| 資料 1-6. | 防火委員会工程表案（宮林、杉田） |

資料 1-7. 事業に関するメモ (安井委員)

参考資料 予備試験一覧表 (CLT 協会)

議事録

1. 林野庁様ご挨拶
林野庁 坂様より挨拶をいただく。
2. 委員自己紹介
委員会出席者の自己紹介を行なった。
3. 事業概要説明
 - ・ 資料 1-3 1-4 を基に、事業の目的等を説明 (事務局)
 - ・ この事業の主なものは内部現しでの防火構造認定への試験なのか? (三井所)
→そのように考えている。(河合)
 - ・ 補足として、
 - ①耐火構造については、現し仕様は考えておらず、被覆仕様で考えたい。2h 耐火は他協会の調査、1h 耐火は外壁と間仕切り壁については告示があり、床については告示待ち。
 - ②準耐火構造については、被覆仕様は告示が出ているので、現し仕様のための燃えしろの告示待ち。
 - ③防火構造については、外壁について内側を現した仕様での認定取得のための、仕様を決めるための試験を行なう。(杉 90mm 厚さ 断熱材 外装材)
 - ・ 以上、補足のよう、国の告示待ち以外の被覆型 2h 耐火と現し型防火構造を今年度は対象にし、現し型耐火は来年度以降としたい。(河合)
 - ・ 省令準耐火は現しでできるのか? (遊佐) →被覆しないと厳しいかもしれないが、天井面現しでの仕様も実現しており、交渉する余地はある。(安井)
 - ・ 防火構造は軒天はやらないのか? (安井) →検討しないといけないが、軒を現しとする場合もあるのかを調査する。(塩崎) →木構造振興(株)のやった試験データを調査し、来年度以降の検討項目に入れてはどうか。(安井)
4. 2時間耐火建築物、1時間耐火建築物について
 - ・ 2h 耐火については、他協会、他団体の被覆仕様 (2×4 工法、在来工法) を研究調査する。1h 耐火については、告示による被覆仕様で対応する。(河合)
 - ・ 他工法での耐火構造と CLT での耐火構造では仕様の参考にならないのはいか? (三井所) →耐火構造では木が焦げてはいけないことになっており、他工法での仕様がそのまま適応できるかは、分からないが、参考となる。(河合)
5. 1時間準耐火建築物、45分準耐火建築物について
被覆型は告示にて既に対応でき、現し型は燃えしろ設計の告示待ち

6. 防火構造について

- ・ 資料 1-5 1-6 を基に、防火構造の試験の概要を説明（杉田）
- ・ 9月の試験は載荷加熱試験 1 体 非載荷加熱試験 2 体（目地と断熱材の試験）
- ・ 10月の試験は非載荷加熱試験 2 体（不燃系断熱材と有機系断熱材の試験）
- ・ 認定のための仕様を決めるための予備試験として行なう。
- ・ 試験 No1 は座屈時の炭化厚みを計測する。ケイ酸カルシウム板を貼り、均等加熱する。
- ・ 試験 No2 は目地仕様の試験。シーリング（変性シリコン）、アルミテープ、T型ジョイナー
- ・ 試験 No3 は目地仕様とグラスウールを下半分に施工した試験。シーリング（ウレタン、変性シリコン）グラスウールは 32K 25mm
- ・ 試験 No4 は不燃系断熱材 3 種類の試験。ロックウール 80K 25mm、グラスウール 32K 25mm、ロックウール 80mm。座金付きのビスで留める。
- ・ 試験 No5 は有機系断熱材 3 種類の試験。フェノールフォーム、ウレタンフォーム、スチレンフォームで仕様は検討中。
- ・ 鉛直力支持荷重はどのようにして求めるか？（安井）→オイラーの座屈の公式（JAS の平均のヤング率を使用）で求める。（宮林）
- ・ 想定目地巾は考えないのか？ 昨年燃え代設計の検討委員会では 2mm で行なった。（安井）
- ・ 目地の仕様は、載荷の時と非載荷の時で、試験時の挙動が違うので、注意しないとイケない。（安井）
- ・ 断熱材はどのような基準で選定したのか？（安井）→温熱環境の検討で、CLT 素版でも基準に合格する計算結果を得ているが、地域によっては、不合格のところもあり、メーカー最低厚みを基準に採用している。（河合）
- ・ 断熱材種類ごとの有利不利を明らかにするべきではないか。（安井）→ロックウールよりグラスウールの方が一般的に不利であるが、有機系含め、試験にて性能を確認したい。（宮林）
- ・ 金物の熱橋の影響をみないのか？（安井）

7. 木質耐火部材開発事業に関するメモについて

- ・ 資料 1-7 を基に説明がなされた。（安井）

8. 次回日程

12月8日 17時～19時

平成 27 年度 林野庁委託事業（木質耐火部材開発）
「CLT の防耐火技術の開発に関する検討」
第 2 回委員会 議事録（案）

日時：平成 27 年 12 月 8 日（火） 17:00～19:00

会場：一般社団法人日本 CLT 協会会議室（東京都中央区東日本橋 2-15-5 モリビルディング 2 階）

出席予定者：（敬称略、順不同、[]は欠席予定、（）は代理）

委員 三井所 清典(委員長)/芝浦工業大学（名誉教授）
遊佐 秀逸/早稲田大学、安井 昇/桜設計集団、平沼 宏之/建材試験センター

オブザーバー [中井 聡/オーシカ]、[安池 淳二/協和木材]、[荘保 伸一/越井木材工業]、[加藤 富美雄/大東建託]、瀬戸 康一/ニチハ、貞広 圭一郎/銘建工業、宮内 亨/旭化成建材、方波見 雅彦/ジャパン建材、[市橋 正崇/エヌシーエヌ]、[石原 英喜（久和原裕輝）/北洲]、[生方 陵/ナイス]、坂 賢/林野庁

事務局 大倉 靖彦、靱井 玲、武田 光史、荒井 唯香/アルセッド建築研究所
宮林 正幸/ティーイーコンサルティング、杉田 敏之/ミサワホーム
河合 誠、[塩崎 征男]、中谷 浩之/日本 CLT 協会

議 事：

8. 前回議事の確認 資料 1
9. 木造建築防耐火研究内容説明 資料 2
10. 第 1 期予備試験結果について 資料 3
11. 第 2 期予備試験試験体（案）について 資料 4
12. 報告書執筆について
13. その他

会議資料：

資料 1 平成 27 年度 第 1 回 CLT 防耐火委員会議事録（案）
資料 2 防耐火仕様研究内容一覧
資料 3 防火構造第 1 期予備試験結果
資料 3 別紙 2 月の試験に向けて
資料 4 防火構造第 2 期予備試験 試験体（案）
資料 4 別紙 1 試験体図面

資料4別紙2

参考資料 試験結果概要

議事録

9. 前回の議事録確認
 - ・ 特に指摘なく、承認された。
 - ・ 試験 No4 は不燃系断熱材 3 種類の試験で、ロックウール 80K 25mm と試験概要には記載したが、実際に試験で採用したのは、40K である。(河合)
 - ・ CLT のラミナの密度は、一般的に低い方が不利側と思う。認定試験の時も、密度を調べて申請すれば、その密度以上は包括されると思うが、限定条件がつくのかなど、別途相談が必要。(平沼)
 - ・ 認定試験についての予約はまだできていないが、本事業の一連の試験結果をもとに、認定試験の試験条件を決めていただきたいと考えている。(宮林)
10. 木造建築防耐火研究内容説明
 - ・ 資料 2 をもとに、事務局 (河合) より、事業全体の概要、位置づけを説明。主に、被覆型と現し型に分けて、各構造での現状について説明。
 - ・ 2 時間耐火の他構造に対する調査、問い合わせを実施した。(河合)
シェルター(株)は、大臣認定を既に取得しており、資料を頂いた。(一社)日本木造住宅産業協会と一般社団法人 日本ツーバイフォー建築協会は大臣認定を取得次第、資料を見せていただける。
11. 第 1 期予備試験結果について
 - ・ 資料 3 をもとに、事務局 (中谷) より、No1~5 までの試験結果について説明。
 - ・ 試験荷重は 132 kN×3 枚分で 396kN である。曲げヤング係数は JAS の平均値 5.2Gpa を使用して計算。(宮林)
 - ・ 外装材の金属板は脱落しているか? (安井) →試験内では脱落なしだった。(杉田)
 - ・ 参考資料をもとに、事務局 (杉田) より、No1~5 までの試験体について説明。
 - ・ No1 については、CLT 素版にて、どこまで燃えれば壊れるかを調べ、51mm の炭化残存厚み時点にて壊れた結果より、51mm と他の試験結果を比較して、壊れるか壊れないかの検討をできるようにした試験と思う。(安井) →51mm は参考値で、炉から出すときに燃えていることを考慮すると安全をみて、60mm の CLT 残存厚みを壊れた厚みと考えた方が良いのではないか。(安井)
 - ・ No1 の試験については、内側 (加熱と逆側) にはらんで壊れた。(杉田) 座屈し始めて、すぐに加重をやめたので、それ以上は分からない。(平沼)
 - ・ No2 は目地仕様 (コーキング、T 型ジョイナー、アルミテープ) の比較、No3

はグラスウールを施工した場合での目地仕様（コーキング種類、有無）の比較（ただし、No2 3 とともに目地隙間は0にて試験体を施工）

- ・ No4 は不燃系断熱材（グラスウール、ロックウール、ロックウールラメラ）の比較で、目地は突き付け。No5 は有機系断熱材（フェノールフォーム、ウレタンフォーム、スチレンフォーム）の比較で、目地はウレタンコーキング。（ただし、No4 5 とともに目地隙間は2mmにて試験体を施工）
- ・ スチレンフォームの残存厚みが59mmと60を切っているが、外装材が落ちたなどの他の部位との差はあったのか？（安井）→特になかった。（杉田）
- ・ T型ジョイナー（厚み0.27 亜鉛鉄板）の施工時の拘束の仕様を明確にした方がよいのではないかと。（安井）
- ・ 目地の燃えぬけは下側からではないか？炉内の下側が負圧になっているためと思われるが、それが実際の火災での現象がは分からない。（安井）
- ・ 金属板の変形はなかったのか？あればその辺りからの影響もあるのではないかと。（遊佐）

12. 第2期予備試験試験体（案）について

- ・ 事務局（杉田）が、第1期予備試験結果から分かった内容について説明。
- ・ 第1期予備試験から分かったことは、グラスウール、ロックウールでは不利側とされるグラスウールでも防火構造の性能がある。また、有機系断熱材については、フェノールフォームの成績が一番良かった。（杉田）→非損傷性については、No1の試験結果の残存厚み51mmより、一般部に関しては他の試験体の全てについて、上回っているので層構成に関しては問題ないと思われる。（ただし、スタイロフォームは59mmという結果である。）遮熱性に関して、目地について2mmの隙間が施工上必要ということであれば、有機系断熱材に関しては、面取りコーキング以上の仕様を考える必要がある。（安井）
- ・ 施工上、隙間は必要である。また、目地に関して、スプライン、シール材、相じゃくり、縦胴ぶちを打つなど考えられるが、各種問題がある。（河合）→施工時に割付をすれば隙間がなくせるのではないかと。（宮内）→土台や基礎の精度で、割付をしても隙間をゼロにするのは難しいのではないかと。（河合）
- ・ 相じゃくり：吸水による厚みの違いや左右が出てくる。縦胴ぶち：施工でそのようなモジュールになるのかが不明。スプライン：施工実績が少ない。シール材：施工時に剥がれる。つくば実験棟では、雇い実を採用したが、現場での評判も良く、事務局からは、雇い実を試験仕様に入れることを提案したい。（河合）
- ・ 雇い実にするなら、雇いと実寸法のクリアランスを小さくすることが重要になると思われるが、施工との兼ね合いもあると考えられる。（安井）また、巾はぎ接着していないので、ラミナ厚みより小さい厚みの実加工としなければならない。（宮林）
- ・ 資料4をもとに、事務局（宮林）が、第2期予備試験について説明。
- ・ No6はグラスウール、No7はネオマフォームにて試験をしたいと事務局は考

えている。(宮林)

- ・ 不燃系断熱材の防火性は高いが、断熱性を考えると有機系断熱材が高く、両方の仕様が欲しいと考える。(河合) →全ての断熱材仕様で合格するであろうことが確認できたが、安全側のフェノールフォームで行なうのか。(三井所) →危険側のスタイロフォームで行なっても、認定範囲では安全側では包括しない。(杉田)
- ・ サイディングは木製でいくのか？(安井) →そう考えている。(河合) →止め方の仕様で釘の本数について、二本でいくのか、一本でいくのかまた、斜め打ちかを考えなければならない。(安井) →最小本数、最大ピッチの留めつけならそれ以上、以下の危険側の範囲を包括する。(平沼) →一本留めなら反ってしまい、二本留めにすれば、木材の脱落を防ぐことにより、断熱材に直接火が当たるか、蒸し焼きとなるのかの違いも出てくる。(安井)
- ・ あくまで実験なので、危険側のスタイロフォームにて試験体仕様を検討してもいいのではないか？(安井) →二種類有機断熱材を行なうことも考え、事務局にてメールベースでご連絡させて頂く。(河合)

13. 次回日程

2016年2月17日10時～12時

平成 27 年度 林野庁委託事業（木質耐火部材開発）
「CLT の防耐火技術の開発に関する検討」
第 3 回委員会 議事録（案）

日時：平成 28 年 2 月 17 日（水） 10:00～12:00

会場：一般社団法人日本 CLT 協会会議室（東京都中央区東日本橋 2-15-5 モリビルディング 2 階）

出席予定者：（敬称略、順不同、[]は欠席予定、（）は代理）

委員 三井所 清典(委員長)/芝浦工業大学（名誉教授）
遊佐 秀逸/早稲田大学、安井 昇/桜設計集団、平沼 宏之/建材試験センター

オブザーバー 中井 聡/オーシカ、[安池 淳二/協和木材]、[荘保 伸一/越井木材工業]、[加藤 富美雄/大東建託]、[瀬戸 康一/ニチハ]、貞広 圭一郎/銘建工業、宮内 亨/旭化成建材、方波見 雅彦/ジャパン建材、市橋 正崇/エヌシーエヌ、[石原 英喜/北洲]、[生方 陵/ナイス]、[坂 賢/林野庁]

事務局 大倉 靖彦、靱井 玲、武田 光史、荒井 唯香/アルセッド建築研究所
宮林 正幸/ティーイーコンサルティング、杉田 敏之/ミサワホーム
河合 誠、[塩崎 征男]、中谷 浩之/日本 CLT 協会

議 事：

14. 前回議事の確認
15. 第 2 期予備試験結果について
16. 品質性能試験体について
17. 報告書執筆について
18. その他

会議資料：

資料 1 平成 27 年度 第 2 回 CLT 防耐火委員会議事録（案）
資料 3-2 CLT 外壁防火構造予備試験体図
資料 3-3 木製外装材仕上げの防火構造試験概要
資料 3-4 試験結果概要
資料 3-5 防火構造予備試験結果
資料 3-6 報告書執筆案

議事録

14. 前回の議事録確認
 - ・ 特に指摘なく、承認された。

15. 第2期予備試験結果について
 - ・ 試験体仕様の説明。内容については資料 3-2、3-3 参照。(宮林)
 - ・ 試験体設計についてパネルの目地と通気胴縁の目地が重ならないように配慮した。(宮林)
 - ・ 雇い実はスギの乾燥材を用いた。目地 B 下端の溝部分に実落下防止材としてネジを取り付けている。(宮林)
 - ・ 断熱材の留め付け方法はパネリードで CLT に留め付けた縦胴縁で抑えるような、簡易な方法としている。(宮林)
 - ・ 試験体 6 と 7 は断熱材の仕様、突きつけ目地のウレタンコーキングの有無、横棧の有無が異なる。(宮林)
 - ・ 試験荷重は今回のパネルの動ヤング係数を縦振動法で測定し、オイラーの公式から座屈荷重を求めて、長期換算係数の 1.1/3 を乗じた値を試験荷重とした。(宮林)
 - ・ 各パネルの縦振動法によるヤング係数の平均値 5.9 を採用。JAS の基準値より 1～2 割程高い数字。パブコメで出ている基準強度はかなり低い値。試験ではパブコメの値の 1.5 倍程度の荷重を架けているので本試験でパブコメ値を採用すると余裕が出るだろう。(宮林)
 - ・ 木材塗料の塗布量は施工性の問題で 180～220g/m²の間の値となっている。試験の結果には影響しない。(杉田)
 - ・ パブコメの座屈荷重については細長比/300。木材と同じ座屈低減係数の計算から採用している。(宮林)
 - ・ パブコメを見て数値が全体に低く出ている印象。(宮林)
 - ・ 告示では強軸についてパネルの外側の層のことを差しているのか、ラミナそのものの方向を差しているのか読みにくい。説明会ではラミナで読むと担当者から言われた。(河合)
 - ・ 読み方については再度確認する必要がある。(宮林)
 - ・ CLT 告示案のパブコメには 5、7 層はクリープ試験が終わっているので告示案が出ているが、3 層 3 プライ材の値が明記されていない。クリープ試験まで終わった項目が出ている。4 月の時点では出ないが、順次基準強度が出るとは聞いている。(河合)
 - ・ 告示が出なければ本委員会で検討している本試験が遅れることも想定している。来年度の事業でどのように進めていくか確認をする。(河合)
 - ・ 試験結果について。内容は資料 3-4 参照。(平沼)
 - ・ 試験体 6 について。裏面温度は目地の最高温度と最高温度の平均値を測定したが、規定値と比較すると余裕があるので本試験でも問題になることはない。(平沼)

- ・ 各断面測定温度の 260°C到達時間について、目地 A の上下と中間を見ると外装材の目地部分となる目地 A 上下部分は深さ 30mm の位置で 260 度に到達している。外装材の影響が見れる。目地のない C 部分は 260°Cに到達しているのは表面部分のみなので座屈に影響しない。グラスウールの収縮、脱落后、少し経過してから目地に温度が伝わったことが確認できる。(平沼)
- ・ 目地 A は下部で発生したフラッシュオーバーが上部に達して試験終了まで上部が燃え続けた。室内側から炉内貫通が確認できたので NG。また、上部で 10 秒以上発煙が続いたことが確認できたのでこれも NG。目地 B は煙が出た程度で問題ない。(平沼)
- ・ 切断面を確認すると目地 B、雇い実の下部(下端から 100mm)で 5~6mm の炭化が認められた。雇い実を薄くすると性能に影響が出るだろう。(平沼)
- ・ 加熱側の目地の隙間は炭化しているが、下端以外の雇い実はやニが出て変色した程度で燃えていないことが確認できた。(杉田)
- ・ 実を厚くして外側のラミナが薄くなると巾ハギ接着をしていない部分が脱落するのではないかと危惧している。(宮林)
- ・ CLT パネルの両端については加工の制限をする必要がある。ラミナの幅ハギ部分は接着していないので加工の切り欠きの仕方によっては簡単に脱落してしまい、目地が大きくなる恐れがある。一方で実を薄くすると実が燃えてしまう恐れもあるので慎重に検討をする。(杉田)
- ・ 目地部分のディテールについてはもう少し検討をする必要がある。(宮林)
- ・ 試験体 7 について。裏面温度測定結果について目地 A については規定値に達しているため NG。目地 B は余裕があるので問題ない。
- ・ ポリスチレンフォームほど燃えやすい素材だと難しいことが分かる。目地 B においてもラミナの 2 層目が 260°Cに達している。
- ・ 試験体 6 と 7 で目地 A の 260°C到達時間の差はウレタンコーキングが効いていると考えられる。
- ・ 試験体 7 では雇い実が半分ぐらいまで炭化していた。(杉田)
- ・ 本試験では貫通すると NG。炉内が見えた程度では問題ないが、表面温度が何度に達しているかというパラメーターもある。ただし、CLT は材の厚みがあるので表面温度が低くなる。
- ・ 今回、試験体 6、7 において性能試験の結果としては概ね同じような結果が出ている。詳細を見ると雇い実の炭化に大きな違いがあることが分かる。(杉田)
- ・ 試験体 7 の荷重・面外方向たわみ結果のグラフを見ると面外方向へのたわみが 20 分くらいから発生している。(河合)
- ・ 大きいたわみが発生しているのは突きつけ目地部分。裏面側へたわみが発生していることが分かる。(平沼)
- ・ JAS で決められた値よりも 2 割ほど大きい値で荷重を掛けているので本試験では問題ないだろう。(宮林)
- ・ 260°C超過時間の表を見て、グラスウールの挙動は具体的にどうなってい

たかが気になる。結果を見るとグラスウールの効果があまり出ていないように見える。観察結果では20分くらいまで胴縁で抑えられていることが予想できるが。(安井)

- ・ 傘くぎで留め付けていない分脱落や、ふくれで隙間ができたのだろう。(平沼)
- ・ 断熱性能の高いものと、燃えにくい断熱材の両極端を試験したが、そこまで断熱材の性能が左右していないようだ。グラスウールを防火的に使用するのであれば傘釘を使用してしっかりと留め付けることが必要だ。30分では胴縁で留める事でも問題ないことが分かったので、今後45分など時間を延長していくためには傘くぎでの施工が必要になることが分かった。断熱材の留め方によって結果が大きくことなるという整理をしておくとうい。(安井)
- ・ 軸組工法では面外へ40mm程はらんでくると変形が加速していき、70mmぐらいで中止する。90mmの厚みがどのような加速度で変形していくかについてのデータが取れるとうい。座屈で決まってくる。(安井)
- ・ 目地が主旨だったが、せつかく載荷したときに何を調べるかについて再度整理してほしい。突きつけ部分は2mmの隙間が空いているので燃え抜けるは当たり前である。よく粘ったと思う。(安井)
- ・ 実際の建物で使う場合は気密性を考慮して目地の外壁側にはコーキングをすることを考えているが、防火性能については期待できない。(河合)
- ・ CLTの表面が熱せられ始めてから抜けてくるまで何分かを確認しておくとうい。コーキングによって何分遅延できているかを整理するとよい。報告書では目地部分の炭化図は拡大しておくとうい。(安井)
- ・ ログハウスでやっているように、最終手段としては室内側にエプトシーラー(商品名、気密材)を採用すると燃えぬけが止まる。(安井)
- ・ エプトシーラーの施工はCLTのように縦方向の目地に入れる場合、施工性に難がありそうだ。(大倉)
- ・ 実の上下端は荷重が実にかかる事を避けるために25mm空けてある。そのため空気が動きやすくなっている。(宮林)
- ・ 実際は実が下端までいくので空気の出入りがなくなる。本試験のときは下端だけでも空けないようにすると空気が入りにくいので燃えにくくなる。本試験では下端は絶対に埋めておいた方がよい。(安井)
- ・ 上端だけでもクリアランスがあれば荷重はかからないだろう。または空気の流入を防ぐためにはセラミックを抜けない程度に埋めておけばよい。規定値が30mm程度なのでかからないように。(平沼)
- ・ 全断面に荷重をかけるのであれば実にもしっかりと荷重がかかっている必要があるが、荷重支持部材なので本来であれば削って荷重をかける。それであれば実を除いて荷重をかける。(安井)
- ・ CLTのラミナの中央層は繊維と直行方向なので荷重を負担できない層になり、実のある層では荷重を負担しない。従って実には荷重をかけられないのを考慮して慎重に実の配置を検討する必要がある。(宮林)
- ・ 実の入れ方や建て方など実際、現場での施工性についても検討する必要がある

る。(大倉)

- ・ 今日の意見を考慮して、来年度の本試験体の仕様を決めていきたい。最終案を決めるときに再度相談したい。(河合)

16. 報告書執筆について

- ・ 1章はじめに：内容の報告。(三井所)
- ・ 2章防火構造の開発：試験体図など引き続き宮林氏と打合せをしながら確定をしていく。(平沼)
- ・ これまで委員会内で議論した内容についても記載していく予定。(杉田)
- ・ 2.4 認定取得仕様案については今日の議論内容について記載し、具体的な試験体の仕様は記載しない。(河合)
- ・ 確実に認定が取れる雇い実の仕様を列挙する。(宮林)
- ・ 各仕様の方向性を書いておくとよい。(杉田)
- ・ この事業の中で遮熱性と非損傷性に対して 30 分耐える性能を発揮する目地部と一般部の個々の仕様を淡々と記載しておく。この情報を利用して次の人が考えていける。防火的に効いてくる留意点のようなものをまとめておくとよい。(安井)
- ・ 目地部の仕様と留意点が整理されていれば良い。それらの要素の組み合わせについては来年度議論をしていくことにする。(大倉)
- ・ 試験をして駄目だった内容についても試験結果の章でしっかりと記載する。(三井所)
- ・ 3章 CLT 燃えしろ設計マニュアル：平成 26 年度に建築基準整備促進事業「CLT の燃えしろ設計法に関する検討」でまとめた内容に基づいて準耐火構造についての設計方法を記載している。(河合)
- ・ 4章 2時間耐火構造の検討：既往研究をまとめている。断熱材があると熱が溜まってしまうので、必要な性能を満たすための仕様が大きくなるため、2時間耐火仕様の提案については加圧注入ラミナによる燃えどまり設計の研究が進んでいる。(河合)
- ・ ヨーロッパの高層建築の基準は2時間耐火ではないのか。(三井所)
- ・ ヨーロッパは基本的には日本でいう準耐火構造が求められる。ある一定の時間燃え始めないことを考慮している。日本のような仕様にはならない。日本の方が遥かに基準が厳しい。実験をすると耐火の1時間は準耐火の2時間の性能であるので倍ぐらいの性能を求めている。(安井)
- ・ 今月中に赤を入れて2月中に報告書をまとめるスケジュールで進める。(河合)
- ・ 来年度の林野庁委託事業に申請する予定。(河合)
- ・ 学会論文に投稿するとよい。(安井)