

CLT-RC 複合床の接合部長期せん断クリープに関する実験的研究

学生番号 B140429 氏名 田中 聡
 研究室 建築構造力学 指導教員 森 拓郎 准教授

1. はじめに

木材の建築構造利用促進のため、木材と他の構造材との複合構造が考案され、その一つに木材と RC の複合構造 Timber-Concrete Composite の床（以下、TCC 床）がある。これは、木材を梁や下スラブ、RC を上スラブとし、木材と RC を接合具で一体化してせん断力を伝達する床である。曲げ変形時に、木材が引張、RC が圧縮を負担する合理的な構造で、遮音性にも優れ、耐火被覆が木材側のみで済む利点もある。TCC 床の既往の研究としては解析的な研究や短期に対する性能実験が実施されているが、長期性能に関する研究は少ない。また、TCC 床の木材-RC のせん断接合部には、ボルトなど点で抵抗している例が多く、鋼板など面で抵抗している例は少ない。先行研究^{1),2)}では、短期せん断性能実験時に面接合が点接合よりも高い初期剛性を示すことが報告されているが、長期性能についての研究例はない。そこで、本研究では、TCC 床接合部長期せん断性能を明らかにすることを目的として実験的に検証した。

2. 試験概要

試験体: 試験体は、図 1 に示すように、木部材で RC 部材を両側から挟み込む形状とし、RC 部材をそれぞれ上下に引張ることで、TCC 床のせん断抵抗を模した。木部材には CLT (Cross Laminated Timber) を使用した。接合具には、図 2 に示すように、面接合として、穴を空けた鋼板に異形鉄筋を溶接したもの（以下、DS）や L 型のチェッカープレート（以下、BC）、点接合として、ラグスクリュー（以下、LS）を用いた。表 1 にそれぞれの材料特性を示す。

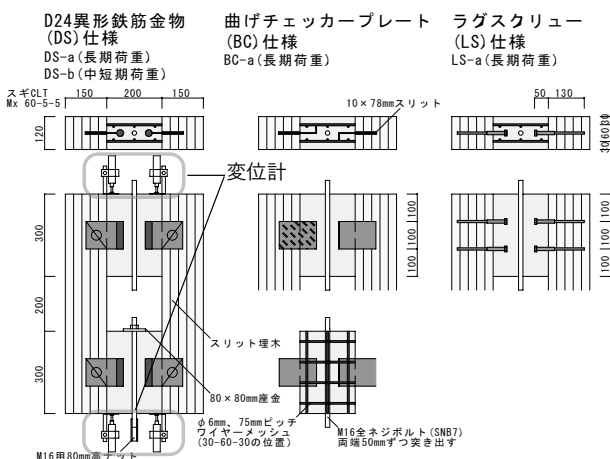


図 1 試験体詳細

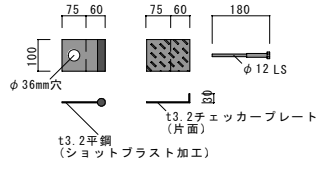


図 2 接合具詳細

表 1 試験体材料特性

木材	コンクリート(材齢87日) 圧縮強度(N/mm ²)
スギCLT Mx60-5-5	28.1

試験方法: 図 3 に試験装置及び設置の様子を示す。テコの原理を用いた試験機に試験体を設置し、錘を載せることで、試験体に引張力（せん断力）をかけ続ける。試験体接合部には、文献³⁾の方法で算出した長期許容せん断耐力と同等のせん断力（以下、長期荷重）がかかるように、錘を調整した。DS については、DS-b として中短期荷重についても実施した。また、図 1 に示すように変位計を配置し、CLT-RC 間の相対変位を計測した。4 つの変位計の計測値を平均し、接合部せん断クリープ変形とした。実験環境は、温湿度管理なしと恒温恒湿（20℃, RH65%）条件下とした。温湿度管理なしは 2017 年 8 月 28 日、恒温恒湿は 2017 年 10 月 10 日に実験を開始し、現在も継続している。

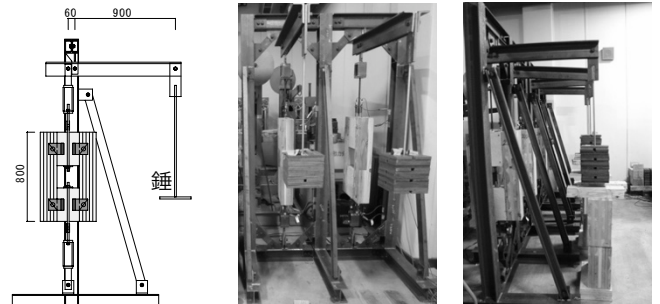


図 3 試験装置及び設置の様子

3. 試験結果と考察

図 4、5 に温湿度管理なし条件下、恒温恒湿条件下の接合部せん断クリープ変形を示す。実験では 1 時間毎にデータを計測したが、図 4-図 6 には、初期変形と 1 週間毎の値のみを示した。図 4、5 より、長期荷重時の最新値を比較し、点接合に対する面接合の長期性能が高いことを確認した。図 5 に、長期荷重と中短期荷重のときの変形比較を示す。試験体名の頭文字は、1 が温湿度管理なし条件下、2 が恒温恒湿条件下での値を示す。

温湿度管理なし条件下の接合部せん断クリープ変形: DS の長期荷重と中短期荷重を比較すると、かけた荷重が 1:1.4 に対し、変形は 1:2.5 となり、かけた荷重の比に対

して変形の比が大きくなる傾向がわかった。本実験の TCC 床の変形が微小であるため、冬期の温度低下の影響を受け、接合部せん断クリープ変形が戻る、または抑えられていることがわかる。

恒温恒湿条件下の接合部せん断クリープ変形： 温湿度管理なしの実験開始すぐのプロットより、温湿度管理なし条件下の実験時と比べて初期変形が小さいことがわかる。DS の長期荷重と中短期荷重を比較すると、かけた荷重が 1:1.4 に対し、変形は 1:1.6 となり、かけた荷重の比に対して変形の比が少し大きくなる傾向がわかった。停電と工事による恒温恒湿状態の中断（2017/10/20-2017/10/23, 2017/11/20-2018/2月）があり、温湿度管理なし条件下と同様に温度低下の影響を受けた可能性がある。

荷重の比に対する変形が一定でないことがわかったが、原因はわからない。

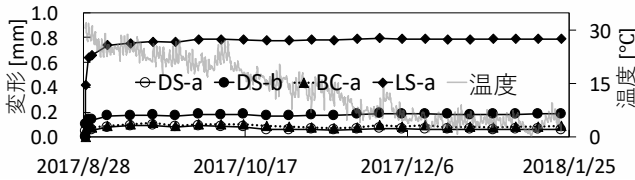


図4 接合部せん断クリープ変形（温湿度管理なし）

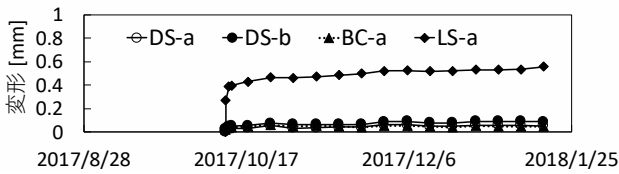


図5 接合部せん断クリープ変形（恒温恒湿）

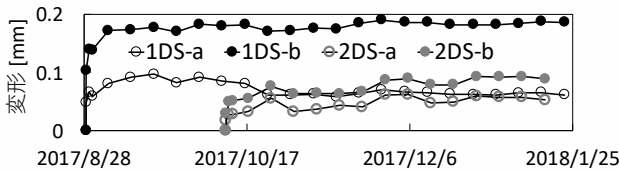


図6 長期荷重と中短期荷重の変形比較

4. クリープ係数の算出

図4、5の試験データを元に、文献⁴⁾の方法で50年後のクリープ変形を予測し、その結果を表2、3に示した。両表より、長期荷重時のクリープ係数と50年後のクリープ変形 δ_{50} を比較し、点接合に対する面接合の長期性能が高いことを確認した。

δ_{50} / δ_0 : 初期変形に対する50年後のクリープ変形の比、クリープ（調整）係数

δ_{50} : 50年後のクリープ変形 [mm]

δ_0 : 初期変形（本実験では錘載荷1日経後の変形9のことを指す。[mm]

温湿度管理なし条件下の50年後のクリープ変形予測： DS の長期荷重と中短期荷重の比較を精確に行うことができなかった。これは本実験の TCC 床の変形が微小であることが影響したと考えられる。

恒温恒湿条件下の50年後のクリープ変形予測： クリープ係数が、DS-a と DS-b で過大な値となった。これは、本実験の TCC 床の変形が微小であること、恒温恒湿条件下の実験において、初期変形が小さかったこと、停電による温度変化、工事による温度変化が影響したと考えられる。上記の理由より、精確な値とは言い難いため、DS の長期荷重と中短期荷重の比較は行うことができなかった。

表2 温湿度管理なし条件下の50年後のクリープ変形予測

	DS-a	DS-b	BC-a	LS-a
δ_{50} / δ_0	1.0	1.6	1.0	1.5
δ_{50} [mm]	0.00002	0.08126	0.00253	0.26866

表3 恒温恒湿条件下の50年後のクリープ変形予測

	DS-a	DS-b	BC-a	LS-a
δ_{50} / δ_0	25.8	24.6	1.1	6.1
δ_{50} [mm]	0.668	1.158	0.005	1.961

5. まとめ

TCC 床接合部せん断クリープ実験の結果を示し、点接合に対する面接合の長期性能が高いことを確認した。環境条件の違いによる性能差は、明らかにできなかった。これは、本実験の TCC 床の変形が微小であること、恒温恒湿条件下の実験において、初期変形が小さかったこと、停電による温度変化、工事による温度変化が影響したと考えられる。そのため、恒温恒湿条件下の実験を再検討する必要がある。荷重条件の違いによる性能差では、かけた荷重の比に対してクリープ変形の比が大きいかを示した。面接合でせん断抵抗する TCC 床のクリープ変形が微小であることにより、クリープ係数の算出において環境の変化などによる木材や RC の膨張収縮の影響を受けている可能性が示唆された。

【参考文献】

- 古澤隼人、他5名：RC床板と木梁を併用したハイブリッド床システムの開発 その1 要素せん断実験，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.137-138, 2016
- 古澤隼人、他4名：RC床板と木梁を併用したハイブリッド床システムの開発 その3 繰り返し試験及び木-鋼板一面せん断試験，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.623-624, 2017
- 木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）①，公益財団法人日本住宅・木材技術センター，pp.112, pp.300-301, 2017
- 構造用木材の強度試験マニュアル，公益財団法人日本住宅・木材技術センター，pp.49-58, 2011