

クロス・ラミネイティド・ティンバーによる構造の耐震性能に関する研究
その8 全体変形と損傷

正会員 菅沼田 直人*¹ 同 五十田 博*² 同 河合 直人*³
同 岡部 実*⁴ 同 槌本 敬大*⁵ 同 林崎 正伸*⁶
同 新津 靖*⁷ 同 御子柴 正*⁸ 同 畠山 太志*⁹

CLT 振動台実験
層せん断力 層間変形

1. はじめに

本報では、振動台実験において構面実験と同等の耐力が発現するか、また、建築基準法で要求される各地震入力レベルに対して、必要性能を十分に満足するかなどを検証した。

2. 実験結果

2.1 損傷状況 全加振後に損傷状況を確認した結果、接合部のボルトの緩みが確認された。しかし、パネル自体には目立った損傷はなく、写真1に示すように、各部にひび割れが発生する程度であった。

2.2 層せん断力と層間変位の関係 層せん断力は各階の中央に設置したサーボ型加速度計の値に質量を乗じて算出し、層間変位は南壁に取付けたワイヤー式変位計から算出した。図1に主な入力波に対する各階の層せん断力と層間変位の関係を示す。ART_DIS20%では、1層で $C_0=0.24$ 相当のせん断力が生じたのに対し、層間変形角は最大でも $1/800\text{rad}$ 程度であり、建築基準法で規定される稀

に発生する地震に対して一般的な木造建築物の損傷限界変位 $1/120\text{rad}$ 以下を本試験体が満たしていることが確認できた。ART_DIS90%について、1層で $C_0=0.93$ 相当のせん断力が生じたのに対し、層間変位の最大値が 20mm 程度に収まり、建築基準法で規定される極めて稀に発生する地震に対して、一般的な木造建築物の安全限界変形である $1/30\text{rad}$ を超えない設計が可能であることがわかった。JMA神戸についても、1層で $C_0=1.79$ 相当のせん断力が生じたのに対し、層間変位が最大で 50mm 程度であり、建



写真1 損傷状況

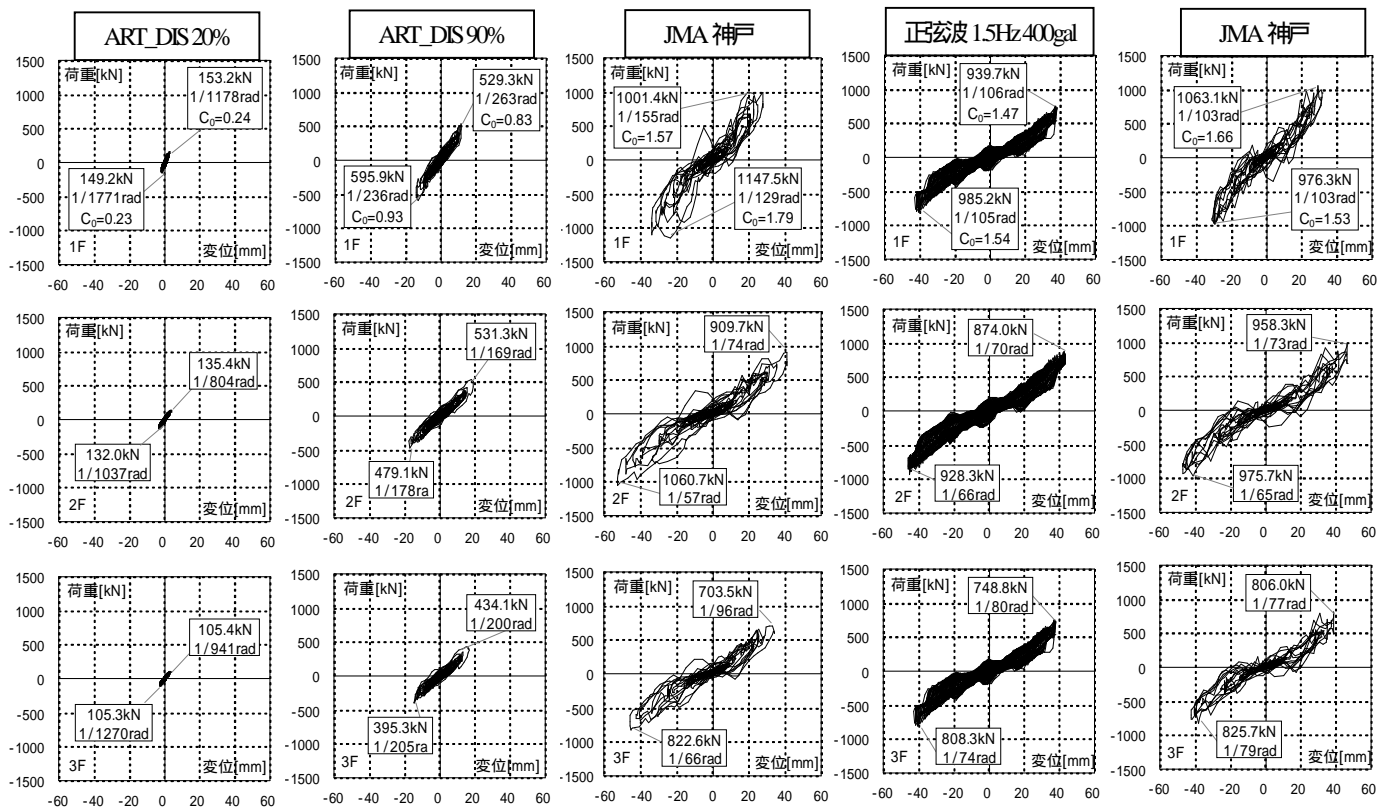


図1 層せん断力 - 層間変位関係 (上から 1F、2F、3F)

建築基準法で想定しない極大地震に対しても倒壊に至らないことが確認された。その後、試験体の破壊を目的として入力した正弦波と JMA 神戸 に対しても顕著な破壊には至らず、最大荷重に達しなかった。

2.3 最大値分布 主な入力波の層間変位の立面分布を図 2 に示す。全地震波を通じ 2 層の層間変位が最も大きい。これは鉄骨架台と 1 階壁パネル間のめり込みに比べて、2 階床パネルと 2 階壁パネル間のめり込みが大きいことが 1 つの要因として考えられる。JMA 神戸 加振における 2 層最大変位時の試験体全体変形図を図 3 に示す。なお、変位の挙動をよりわかりやすくするため実値より 10 倍拡大した。パネルの接合部で変形している様子がわかる。

図 4 に層せん断力から換算した A_i 分布を示す。また、試験体設計値の A_i 分布と 5 階建ての 3 階までの A_i 分布も合わせて記載した。 A_i は 3 層が最大で 1.47、2 層が最大で 1.28 であった。

2.4 最大軸力 主な入力波における 1 層脚部ボルトの最大軸力を図 5 に示す。全加振で脚部ボルト (SCM435、M24) の軸力が降伏耐力 : 277.1kN に達しなかった。JMA 神戸 と を比較すると、1 層に生じたせん断力は JMA 神戸 の方が大きいにも関わらず、軸力は JMA 神戸 の方が大きな値を示した。

3. 構面実験との比較

振動台実験における包絡線と構面実験のそれを比較し、図 6 に示す。ここで、構面実験の耐力は、引きボルト接合の腰壁なしと腰壁ありの試験体を足し合わせたものとした。図 6 について、振動台実験の初期剛性、最大荷重は構面実験に対してともに大きくなっている。

また、図 7 には、同一変形角時における振動台実験の層せん断力と構面実験の耐力の比 (Q/P) と変形角の関係を示す。耐力の比は概ね 2~4 であるが、変形が大きくなるにつれて比は小さくなった。これは、振動台実験の荷重変形角関係に含まれる粘性減衰項の他に、床の拘束や直交壁の効果などが考えられる。今後、実験結果を詳細に分析し、検討する必要がある。

4. まとめ

建築基準法で規定される稀に発生する地震、極めて稀に発生する地震及び同法令で想定しない極大地震に相当する加振で目立った損傷はなく、層間変位は最大でも 50mm 程度であった。このことから現行規定を満足する CLT 構造を設計することが可能であるとわかった。

【謝辞】

国土交通省補助事業「木造長期優良住宅の総合的検証委員会」構造分科会/材料分科会、CLT-TG、CLT-SWG の一環として行った。関係者に謝意を表す。

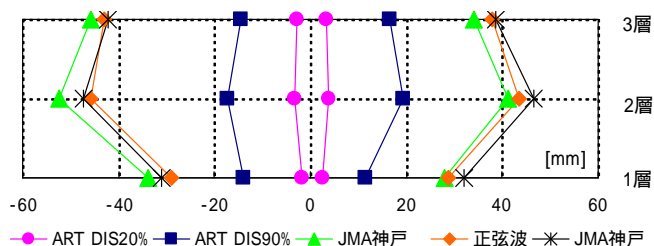


図 2 層間変位の立面分布

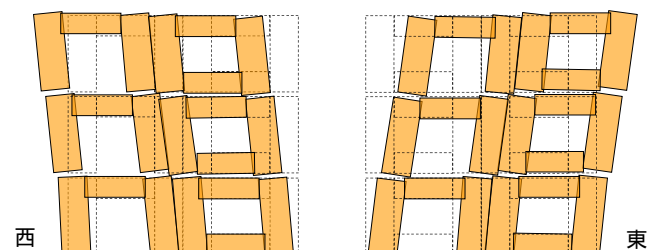


図 3 JMA 神戸 加振時の試験体全体変形

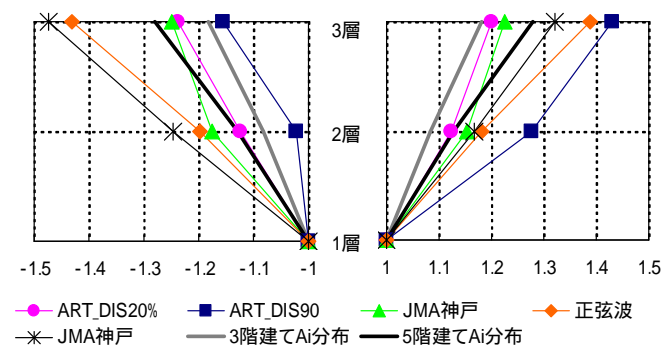


図 4 層せん断力の A_i 分布換算値

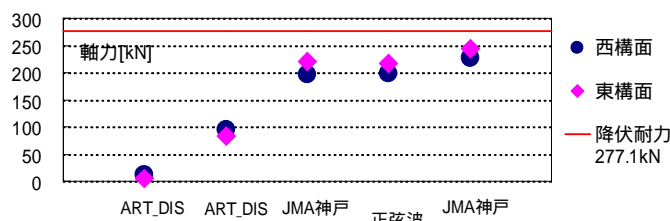


図 5 1 層脚部ボルトの最大軸力

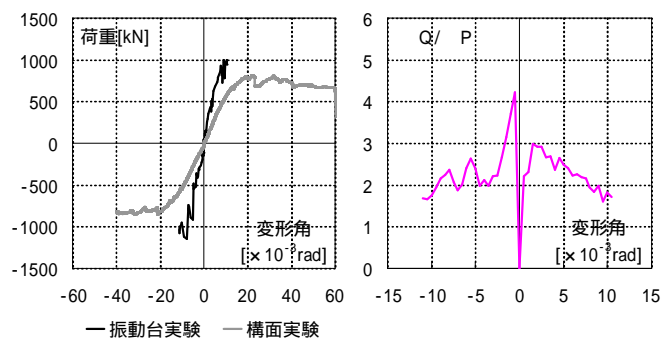


図 6 包絡線の比較

図 7 耐力の比 - 変形角関係

*1 信州大学大学院 修士課程
 *2 信州大学工学部 教授 博士 (工学)
 *3 工学院大学建築学部 教授 工学博士
 *4 ベターリビングつくば建築試験研究センター 農修
 *5 国土交通省国土技術政策総合研究所 室長 博士 (農学)
 *6 建材試験センター 中央試験所 構造グループ 主任
 *7 東京電機大学 情報環境学部 教授 工学博士
 *8 防災科学技術研究所 主任研究員
 *9 工学院大学大学院 修士課程

*1 Graduate Student, Graduate School of Engineering, Shinshu University.
 *2 Professor, Faculty of Engineering, Shinshu University, Dr. Eng.
 *3 Professor, School of Architecture, Kogakuin University, Dr. Eng.
 *4 Tsukuba Building Research and Testing Laboratory Center for Better Living, M. Agr.
 *5 Head, National Institute for Land and Infrastructure management, MLIT, Dr. Agr.
 *6 Senior, Japan Testing Center for Construction Materials.
 *7 Professor, Faculty of Information Environment, Tokyo Denki University, Dr. Eng.
 *8 Senior Researcher, National Institute for Earth Science and Disaster Prevention.
 *9 Graduate Student, Graduate School of Engineering, Kogakuin University.