

木造耐力壁の開発及び実用性の検証 2015

覚張良太*

滋賀職業能力開発短期大学校では総合制作の一貫として、2011年度より木造耐力壁ジャパンカップへの参加を行っている。これは企業および学生で構成された各チームが、耐力壁のデザインから製作までを一貫して行い、その耐力壁の性能を評価する技能・技術の競技会である。この競技会での総合優勝四連覇から見えてくる、競技会を活用した総合制作による学生の技能・技術の習得成果について報告する。

Keywords : 木造耐力壁ジャパンカップ, 四連覇達成, 木組と金物, 技術と意志.

1. はじめに

滋賀職業能力開発短期大学校（以下、滋賀短大校）住居環境科では、建築全般に関する専門知識の習得はもちろんのこと、より実践的な「ものづくり」の技能・技術を身に付けることを目的に、2011年度より木造耐力壁ジャパンカップ（以下、耐力壁 JPC）に参加している。

そこで、2015年度の総合制作において、過年度の木造耐力壁の開発成果に基づき、耐震性はもちろん環境面や経済性にも配慮した、コストパフォーマンスにも優れた実用性のある木造耐力壁を開発し、その性能を検証するために耐力壁 JPC に参加した。

2. 耐力壁 JPC の概要

2.1 主催 耐力壁 JPC は「NPO 法人 木の建築フォーラム」が主催となり、富士宮市にある「日本建築専門学校」を会場に、平成9年から年に1回、学生及び企業を含む一般公募16チームで開催される。

2.2 競技方法 実物大の木造耐力壁を組立て、柱脚部（土台）を固定した状態でどちらか一方の壁が破壊するまで、桁を互いに引き合わせ対戦する。勝敗は、どちらかが破壊されるか、変位量が大きくなりすぎると決定する。また、対戦終了時には木造耐力壁の解体を行い、組立・解体における施工時間についても測定する。

また、耐震性能、デザイン性能、加工・施工性能、環境性能を総合的に点数化し、各性能の総合評点が最も高い木造耐力壁にはジャパンカップ優勝杯（総合優勝）が贈られる。

3. 耐力壁 JPC における競技会成績

3.1 2011年度の競技会成績 「伝統的構法を用いた木造耐力壁の開発」として「Diagonal」（図1）の開発を行った。一般的には水平に配置する通し貫に、勾配（3.5寸勾配）を設けることで水平力に抵抗させた。成績は最大荷重 20.38kN、最大変位 354.0mm で、総合2位となった。

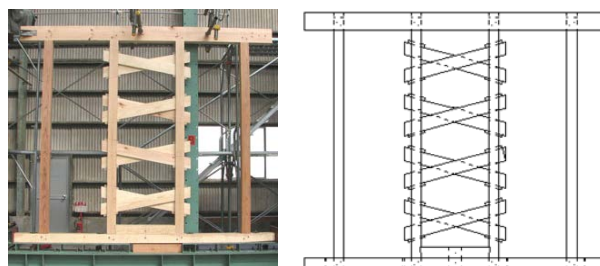


図1 平成23年度耐力壁「Diagonal」

3.2 2012年度の競技会成績 2011年度を引き継ぎ「Diagonal」の耐力の向上を目的とした。傾斜貫の勾配を4寸勾配とし、柱脚・柱頭部に振り分けた。また、ほぞの込栓は丸詮に変更した。「二代目 Diagonal」（図2）の成績は最大荷重 32.07kN、最大変位 328.4mm で、総合優勝となった。

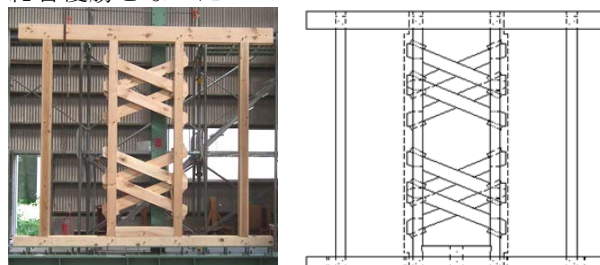


図2 平成24年度耐力壁「二代目 Diagonal」

3.3 2013年度の競技会成績 2012年度を引き継ぎ「初代 MOTONARI」（図3）は4本の傾斜貫（4.5寸勾配）により水平力に抵抗し、添え土台と大床（足固め）により柱脚の引抜力に抵抗する構造とした。成績は最大荷重 32.47kN、最大変位 382.60mm で、総合優勝二連覇となった。

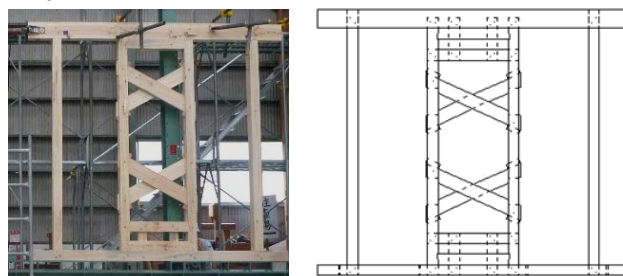


図3 平成25年度耐力壁「初代 MOTONARI」

* 滋賀職業能力開発短期大学校住居環境科

3.4 2014 年度の競技会成績 過年度の耐力壁の特徴を受け継ぎつつ、新しい構造形式による木造耐力壁の開発を行った。金物を用いない伝統的な貫工法と筋交い工法（矩勾配）による「エクスカリバー」（図4）の成績は、最大荷重 43.76kN，最大変位 220mm で、総合優勝三連覇となった。

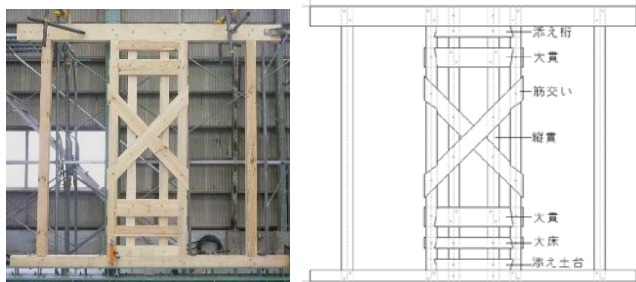


図4 平成 26 年度耐力壁「エクスカリバー」

4. 2015 年度木造耐力壁「Aegis」の開発

4.1 木造耐力壁「Aegis」の制作過程 2015 年度は 4 名の学生により制作を行った。また、制作過程は以下に示す。

- i 過年度の耐力壁を分析し、1/2 モデル耐力壁を各自で製作した。
- ii 各自で製作した 1/2 モデル耐力壁を、面内せん断試験機を用いて水平加力試験を行った。
- iii 試験結果に基づき 1/2 モデル耐力壁の水平加力試験を再度行い、原寸モデルの耐力壁を製作した。
- iv 原寸モデル耐力壁の試験結果より、木造耐力壁「Aegis」を製作し、耐力壁 JPC に参加した。
- v 耐力壁 JPC での各木造耐力壁の耐震性能を基に、金物仕様と木組仕様の 2 タイプの 1/2 モデル耐力壁を製作し、その性能について検証した。

4.2 木造耐力壁「Aegis」の仕様 木造耐力壁「Aegis」の製作図面を図 5 に示す。

- i 二本柱により内柱に生じる引抜力を中柱が補う構造とした。
- ii 筋交いは二段掛けとし、両側から挟み込むことで、二本柱に均等に力を伝達する構造とした。
- iii 大貫や大床を内柱や中柱に貫通させることで、土台や桁に一体化させ、柱に生じる引抜力に抵抗する構造とした。
- iv 台形の楔を使用し、土台と添え土台を固める構造とした。

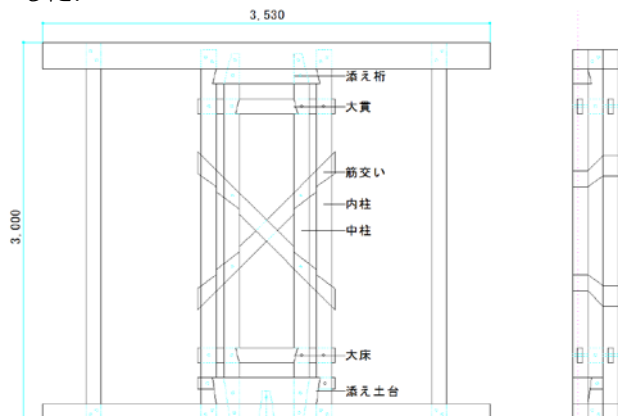


図5 木造耐力壁「Aegis」

4.3 木造耐力壁「Aegis」の競技会成績

4.3.1 予選：8 月 8 日（土）～8 月 9 日（日） 2015 年度の参加チームは 10 チーム、例年より企業チームは少なくなったが、新チームを含む多くの大学生チームによる競技会となった。

まず、耐力壁の組立作業が行われる。制限時間は 1 時間、安全かつ迅速な作業技術が求められた。滋賀短大校の特徴にはこの組立作業の速さにある。組立に苦戦するチームが続出する中、組立時間 16 分と全体の 2 位となった（図 6）。



図6 耐力壁の組立

予選は、初期剛性による評価となった。初期剛性とは、耐力壁が水平方向のエネルギーを受ける際に、耐力壁の変形が少ない範囲での強度である。金物を使用しない木組の耐力壁や伝統工法を主構造に用いた耐力壁などでは、この初期剛性が小さくなる傾向があるため、不安な幕開けとなった。これにより、10 チームあった木造耐力壁も 8 チームとなったが、木造耐力壁「Aegis」は予選 7 位通過となり決勝戦に進出した。

4.3.2 決勝戦：8 月 10 日（月） 決勝戦はトーナメント方式の勝ち抜き戦である。木造耐力壁「Aegis」の競技会結果は、決勝戦にて敗退するものの、最大荷重 34.57kN，最大変位 360mm で総合優勝四連覇を達成した。

破壊性状を見ると内柱と中柱は大きくしなり、筋交いの柱接合部でのめり込みが大きく見られた。最終破壊は二本柱の土台と桁から引抜けにより生じた。

学生達にとっては、四連覇に向けて夏休みを返上して製作に取り組んだ努力が実った瞬間であった（図 7）。



図7 耐力壁 JPC 四連覇達成（左：優勝杯 右「Aegis」）

5. 木造耐力壁の実用性の検証

5.1 実用性の再検証 2015年度の木造耐力壁 JPC から見える耐力壁の開発における課題を検証する。木造耐力壁「Aegis」を含めた木組仕様耐力壁は、初期強度が小さかった。また、ビスやボルトを使用した金物仕様耐力壁は最大荷重が最も大きかった。

そこで、木造耐力壁の性能について再検証するため、金物仕様と木組仕様の2タイプの1/2モデル耐力壁の製作を行い、それぞれの性能について比較検討した。

5.2 1/2モデル耐力壁の仕様 各仕様の耐力壁を図8に示す。

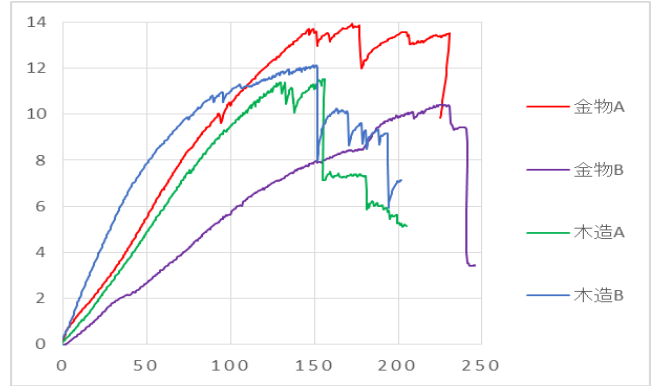
- ・「金物A」 土台と添え土台を金物で固定することで柱の引抜力に抵抗する構造とした。また、貫構造と二本柱により水平耐力を確保した。
- ・「金物B」 柱頭と柱脚に足固めを複数使用することで、柱の引抜力を分散させる構造とした。また、縦貫に傾斜を加えることで水平耐力を確保した。
- ・「木造A」 壁の両面から傾斜貫を格子状にはめ込むことでバネのように伸縮する構造とした。また、傾斜貫は相欠きにより固定した。
- ・「木造B」 土台、桁をトラス構造で一体化することで壁中央に大きなスペースを設けた。これにより水平荷重を吸収する構造とした。

5.3 1/2モデル耐力壁の破壊性状 各破壊性状を図9に示す。

- ・「金物A」 最大荷重と最大変位が最大であった。破壊性状は二本柱の内側の柱脚部で破損した。
- ・「金物B」 傾斜した縦貫と複数設けた足固めの接合を、ホゾ通しのみで込栓等による固定をしなかったため、壁の変位の共に滑りが生じた。
- ・「木造A」 土台に生じる柱の引抜力が大きかったため、土台と添え土台を固定する込栓よりせん断破壊が生じた。
- ・「木造B」 初期強度が最大であった。破壊性状はトラスと柱の接合部から損傷がみられた。

5.4 1/2モデル耐力壁の試験結果 グラフ1に各木造耐力壁の試験結果を示す。これより、木組仕様耐力壁

では、貫や格子の構造では接合部の接点が多い程、トラス構造では柱脚部の剛性を固めるほど、耐力とねばりが得られた。また、金物仕様耐力壁では直ボルトにより部材の一体化が可能であった。



グラフ1 1/2モデル耐力壁の荷重 - 変位曲線

6. おわりに

5年間にわたる耐力壁 JPC を活用した木造耐力壁の開発を通して、木組仕様および金物仕様のどちらの木造耐力壁であっても水平耐力に対する剛性は確保できることが分かった。また、直ボルトなどの金物を使用することで少ない部材と簡易な加工により最大荷重の向上が可能であることが分かった。

しかしそれ以上に、本総合制作に取り組んだ学生達の成長を伝えたい。挑戦した学生は皆校を代表するプレッシャーを負っていたことは言うまでもない。それでも精一杯の笑顔で大会に挑み、最高の開発成果を挙げてくれた。先輩から後輩へ、過去から現在へ、人から人へ繋ぐその技術と意志。このプロジェクトの意味はここにあるように思う。

文献

[1] 滋賀職業能力開発短期大学校紀要, 第20号.

(2016年06月10日提出)



図8 1/2モデル耐力壁 (左より金物A, 金物B, 木造A, 木造B)



図9 1/2モデル耐力壁の破壊性状 (左より金物A, 金物B, 木造A, 木造B)