

課題情報シート

テーマ名 :	木造耐力壁の製作と性能評価 (耐力壁競技会に向けた取り組み)				
担当指導員名 :	杉村 直哉	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	東北職業能力開発大学校附属秋田職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	住居環境科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	3	時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発 (制作) のポイント】

本実習テーマでは、耐震性能の高い耐力壁を制作することが目的です。耐震性能については、耐力壁の変形量と破壊に至るまでの水平荷重の大きさで描かれるグラフで囲まれた面積で表すことができます。硬すぎる耐力壁は柱脚部分に応力が集中するので、柱脚部分の仕様に工夫が必要となります。変形を許容する柔らかい耐力壁にすると耐力を大きく出すのが難しくなります。それらのバランスを考慮しながら耐力壁を設計するのがポイントとなります。

耐力を大きく出すためには、木材の接合部分に施工精度の高さが求められます。木材加工技術の向上がポイントとなっています。

【訓練 (指導) のポイント】

耐力壁の設計段階では、過去に開発された様々な仕様の耐力壁の性能を把握させる必要があります。独自のコンセプトで耐震性能の高い耐力壁を創造させるために、多くのヒントを与えて設計を重ねる必要があります。CADやCGソフトを活用しながら、独自のアイデアをプレゼンテーションする技術を習得させることも配慮しています。

施工技術については、1年時から習得する実習科目に対応しています。施工精度を向上させるために、5Sを常に心がけること、道具の手入れの大切さを身に付けさせることがポイントとなります。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 東北職業能力開発大学校附属秋田職業能力開発短期大学校
住所 : 〒017-0805 秋田県大館市字扇田道下 6-1
電話番号 : 0186-42-5700 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/akita/college>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

木造耐力壁の製作と性能評価(耐力壁競技会に向けた取り組み)

秋田職業能力開発短期大学校
住居環境科

1. はじめに

耐力壁とは地震や風などの水平荷重に抵抗する能力を持つ壁のことをいい、建築物にとって地震に耐えるようにするため建築基準法に定められている重要なものである。耐力壁をどのように製作すればコストパフォーマンスが高く耐震性の高い壁になるのかを検討するために、耐力壁競技会に出場してその性能を確認することとした。

2. ジャパンカップの参加と結果

予戦を突破し、決勝戦で東北能開大の応用課程に敗れた。荷重が約 25.07kN の地点で競技終了の 450mm に達した。我々の変形量は 336.8mm だった(図1)。対戦した東北能開大との結果を比較すると、CROSSFIRE(クロスファイヤー)の初期強度が変形量 50mm の時で約 12kN 低かった。施工性を向上させるために、斜材の角度を水平に近づけたために初期強度が低下したと考えられる。反対に粘り強さが増したため、結果的には 336.8mm の変形でも耐力壁の破壊は見られなかった。総合順位では上位 8 体に入った。2 月の東北ポリテクニックビジョンに向けて耐力壁設計における課題が明確になったとともに、施工・解体競技でよい経験を積むことができた。

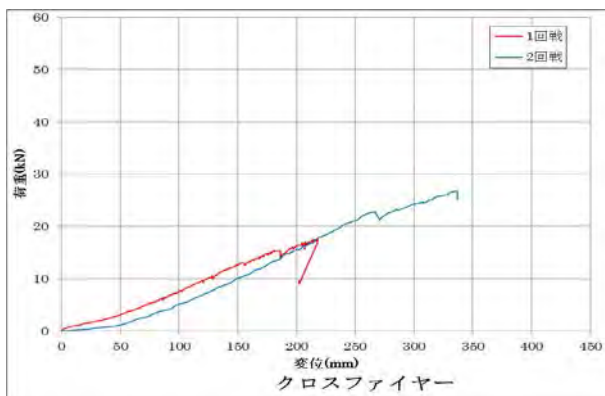


図1 荷重-変位 (P-δ) 曲線

3. 予備実験による検討

木造耐力壁競技会の2ヶ月前に3分の1サイズの模型を作成して東北能開大で予備実験を行った。競技会に出場する耐力壁を検討するために、事前

に5体の壁を制作して予備実験に臨んだ。耐力が強かった点と施工のし易さを考慮して写真の2体(写真1、2)の耐力壁を競技会に出場させることに決定した。

CROSSFIRE に関しては、斜材を通す穴の角度が大きすぎて加工が困難であったので角度を 45 度に統一し加工をし易くした。柱が一本だと斜材の力を大きく受けるので、添柱を追加しヒノキ材を使用することとした。土台部分は割裂を防ぐため二重土台にした。ホールダウン金物を使用し、初期剛性を高め CROSSFIRE は耐力部門で優勝を目指す仕様とした。斜材の角度や材料については、有限要素法による構造解析を行い決定した(図2、表1)。村上 SP に関しては、土台部分にブナ材で作った雇いほぞを使用した。貫材の本数を減らし剛性を高めるため桁材と同じ断面の杉材を使用した。初期強度は期待できないが変形を許容する粘り強い耐力壁として設計した。施工が簡単で材料費を抑えた仕様として、環境部門と施工部門での部門賞を目指し、水平加力に 20kN 以上耐えられれば総合優勝を目指せる耐力壁として設計した。



写真1 CROSSFIRE



写真2 村上 SP

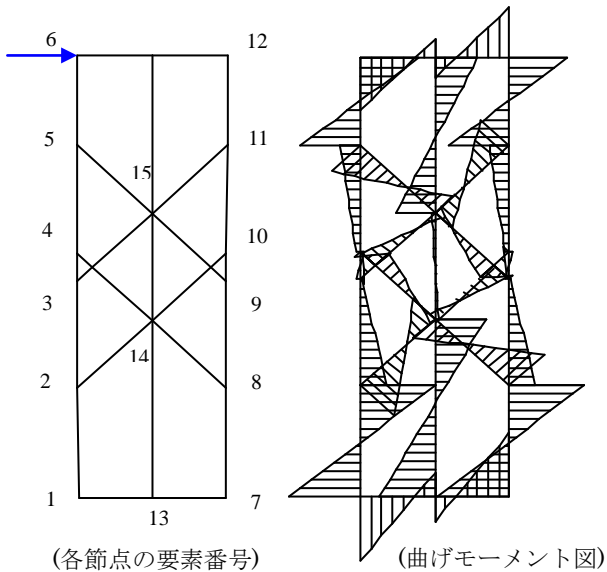


図2 有限要素法による構造解析

表1 各節点に発生する曲げモーメントを数値化した値

要素番号	Mzi	Mzj
1	-5282465.163	5568526.86
2	1963822.759	93112.96137
3	-326573.205	260700.6646
4	-305515.9508	-1491029.659
5	-4498512.505	4238808.418
6	-5282465.402	5568525.924
7	1963815.662	93129.66353
8	-326530.7747	260596.5328
9	-305772.9656	-1490488.45
10	-4497361.335	4237737.083
11	5282465.163	-2046975.47
12	5282465.402	-2046975.59
13	3604704.101	-2222137.093
14	3604710.262	-2222141.78
15	-464311.7823	1374437.367

4. 木造耐力壁競技会の参加

図3のCROSSFIREは金物を使って初期強度の向上をねらっている。斜材を4本使い、20kN以上の水平加力に耐えられる仕様として設計した。耐力壁を施工するうえで、金物と斜材が干渉することが判明したので、斜材を予備実験から500mm上方に設置する設計変更を行った。図4の村上SPは金物を使わない仕様とした。最大の特徴は、柱脚の引き抜きに抵抗するために雇いほぞとしてブナ材を使用している点である。予備実験では、込み栓を柱材に貫通させていたが、貫材にのみ穴をあけ

て込み栓で抵抗する設計変更を行った。施工シミュレーションを図5.6のようなCGを作成して組み立て手順の検討を行った。

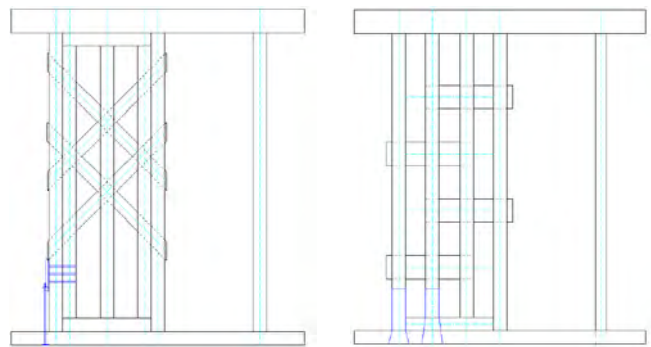


図3 CROSSFIRE 図面

図4 村上SP 図面



図5 CROSSFIRE CG

図6 村上SP CG

変形量 350mm に達した時点の最大荷重は、CROSSFIRE (写真3) が約 28kN、村上SP (写真4) が約 16kN だった。どちらの壁も 350mm に達する前にどの部材も破壊することはなかった。施工時間は CROSSFIRE が 27 分 00 秒、村上SP が 11 分 05 秒だった。解体時間は CROSSFIRE が 12 分 56 秒、村上SP が 6 分 12 秒だった。CROSSFIRE は最大耐力部門、耐震性部門で優勝し、さらには総合優勝も飾ることができた。



写真3 CROSSFIRE



写真4 村上 SP

6. 参加による考察

CROSSFIRE が総合優勝することができたのは、3分の1のモデルの予備実験で初期強度や剛性が出ないことなどの弱点がわかったため、これらを改善した耐力壁で今大会に臨むことができたことが大きな要因であった。他にも、現場で短時間の込み栓の穴開け作業、二人の少人数での施工・解体などの点が挙げられる。また、耐震性については金物を使った点と、斜めの貫材をバランスよく設計して剛性を高めたことも挙げられる。

村上 SP は、貫材と柱脚部分にブナ材を使用して水平荷重と引き抜きに抵抗する仕様であった。しかし、予想していたより込み栓と貫材のめり込みによる抵抗力が低かったため強度を発揮することができなかった。貫材と柱の接合部分に隙間なく施工することで、初期剛性が得られるが、施工が困難になるのでそのバランスを検討するのが今後の課題として挙げられる。

7. まとめ

木造耐力壁競技会での勝因は、耐力壁ジャパンカップに参加していたことで、本番の雰囲気や競技のやり方が分かっていたので余裕をもって挑めた点が大きいと感じている。また、耐力壁3分の1のモデルをつくり実際の装置で予備実験を行い、参考になるデータや設計における弱点を把握して本戦に臨んでいることである。モデルを制作したことで実際の耐力壁をつくる際も施工イメージを持って作業できたのでミスなく競技を行うことができた。

設計においては、耐力壁ジャパンカップに参加したときの反省点を生かし、水平加力に対して初期強度と最大耐力の向上させるために、ホールダウン金物の設置方法を改善した。斜材角度を 15° から 45° と変更して水平抵抗能力を高めている。斜材角度の決定理由は、有限要素法による構造解析によると 45° 前後で、使用する材料間の応力分布バランスが最適であったためである。また、解析結果によると柱の曲げモーメントが杉材1本では耐えられないためヒノキ材の柱を添えてボルトで締め付けることにより柱の破壊を抑えることとした。

施工に関しては、現場加工にも挑戦している。その理由としては、先に斜材の所の込み栓の穴を加工してしまうと本番のときに穴がずれてしまう可能性があったためである。穴がずれてしまうと施工できないだけでなく、穴がずれてしまった分だけ耐力が低下してしまう。また、競技会のルール上、現場加工した方が施工費を安くできる利点もある。しかし、現場加工には加工ミスによる耐力壁未完成や清掃作業によるタイムロスなどのリスクもある。そのため、学生チーム・職人によるチームでも現場加工を敬遠する傾向がある。

最後に耐力壁を制作していく中で、木材自体の特性を知ることができた。木工機械の使い方やノミでの加工などの精度が自然と向上し、耐力壁を組み立てる時にほぞや面取りの微調節が上手くできるようになった。

このチームで耐力壁を制作していく中で親睦を深めることができ、チームワークがよくなった。一人では決してこのような結果がでなかった。来年度はジャパンカップ競技会の上位入賞とポリテクニックビジョンでの2連覇を期待しています。

参考文献

- 1) 渋谷泉、松留慎一郎、前川秀幸、藤田香織、木造接合部におけるほぞ差込み栓の耐力評価法に関する実験研究、日本建築学会構造系論文集、第601号(2006)
- 2) 木造住宅の耐震診断と補強方法、日本建築防災協会(2004)

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：3月 23日

科名：住居環境科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		木造耐力壁の製作と性能に関する検討	
担当教員		担当学生	
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>東北ポリテクニクビジョンでは、東北職業能力大学校、付属短大だけでなく地域の関連企業が参加する木造耐力壁競技会が毎年開催されている。木造耐力壁競技会は東北ポリテクニクビジョンで実施するイベントとして、東北ブロックで定着した取り組みであり、秋田校からの参加も必須となっている。昨年度に引き続き「木造耐力壁競技会」に参加して優秀な成績を収めることを目的とする。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>木造建築物（住宅）の構造性能や環境性能が全国レベルで注目されている。顧客がそういった物件を求めている以上、地域や産業でも構造性能について注目せざるをえない。また、国としても住宅の耐震補強を推進しているため、地域ニーズ産業ニーズとマッチングしている。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>競技会としては、静岡で開かれる「木造耐力壁ジャパンカップ」にも参加することで、他大学のレベルを実感することができるため、予選通過、決勝進出を目指し取り組むことを念頭においている。木材に関すること・仕口に関すること、力の流れと破壊に関すること等を調べた上で、1/3模型による検討や、作業手順・加工や治具の開発など、木造施工や材料・力学等に関連する内容である。木造の耐力壁について、その強さはもとより、変形性能まで検討するには、耐力壁の仕組みや力の流れ・材料の特性から破壊検証まで、多岐にわたり整理・検討するの必要があり、検討結果は木造耐力壁競技会での入賞や新しい壁システムの構築となりうる可能性がある。</p>			
No	取組目標		
①	過去に製作された耐力壁のデータと仕様を確認します。		
②	① をもとに自分のイメージで耐力壁の設計をします。		
③	CADとCGを活用して、イメージを具体化します。		
④	耐力壁の模型を製作して、1/3 模型を用いて強度実験を行います。それを踏まえて設計変更を検討します。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	組立や加工の練習を積んで、実大で耐力壁を製作します。		
⑦	木造耐力壁ジャパンカップに参加して、様々な参加グループとコミュニケーションを図り情報交換をします。		
⑧	ポリテクニクビジョンの競技会にも参加して、耐力壁の性能向上を図ります。		
⑨	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑩	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		