

古民家の耐震性向上のための研修会PART2レポート

構造研究会 石原弘一（姫路支部）

本研修会は、昨年1月～6月に開催された「古民家の耐震性向上のための研修会」に参加された多数の方から「ぜひもう一度開催してほしい」との要望を受けて、開催の運びとなりました。前回同様、ヘリテージ委員会、構造研究会、柏原支部の共同開催で、昨年9月～本年2月まで6回に分けて講義と実地研修が行なわれました。本研修会のカリキュラムは、①JSCA関西の木造伝統構法の限界耐力計算方法および計算プログラムソフトの入力方法を学び、②実際に木造伝統構法の建物の調査を行い、③調査結果に基づいて耐震診断および耐震補強計画を立てる、という実践的なもので、参加者は伝統木造構法に最適な診断・補強方法を学ぶべく熱心に受講されていました。以下6回にわたる研修会の概要を報告いたします。

■第1回「限界耐力計算の基礎知識①」 参加者：33名

四宮氏より木造伝統構法の限界耐力計算の考え方を分かりやすく解説していただきました。

- ① 限界耐力計算は、建築物を一質点系にモデル化して荷重や変位を漸増させながら、部材の剛性変化を評価し、倒壊にいたる過程を解析していく。木造では、特に伝統構法のような柔構造においては変位増分解析が適しており、層間変形角 $1/120\text{rad}$ を損傷限界、 $1/30\text{rad}$ （条件によっては $1/15\text{rad}$ ）を安全限界に設定している。
- ② 許容応力度計算における地震力の建物1階への応答値は、一次設計として標準せん断力係数 $C0=0.2$ が与えられているが、限界耐力計算では地盤の加速度応答スペクトルから建物へ入力される地震力を計算する。標準加速度応答スペクトルとして、損傷限界検討用と安全限界検討用とが定義されており、損傷限界が許容応力度計算における一次設計、安全限界が二次設計にあたり、損傷限界の5倍の数値となっている。
- ③ 建物の復元力特性とは力と変形の関係を表すものであり、土壁や小壁、筋交いなどの各耐震ユニットを階ごとに集計することにより求められる。耐震ユニットは統一された寸法で、実験により決められており、これを補正して用いる。
- ④ 変位増分法とは、1階の層間変形角を定点ごとに増分させ、定点における系の質量と剛性から固有1次モードを算定し、2階の層間変位を算定していく方法である。これを繰り返して1階の各定点変形角毎の振動形を作成する。これを一質点系に縮約し、応答スペクトル法により、応答計算を行なう。
- ⑤ 1階が先行降伏することを判別式で確認する。

上記の限界耐力計算の解説に引き続き、土壁や小壁などの耐震ユニットの耐力計算をいろいろなパターンの耐震壁を例に解説していただきました。

日程	会場	第1限	第2限	第3限	第4限
		13:00～	14:00～	15:00～	16:00～
1 9月18日(土) 13:00～17:00	神戸まちづくり 会館2階ホール	オリエンテーション 兵庫県建築士会	限界耐力計算の基礎知識① 四宮忠明		
2 10月16日(土) 13:00～17:00	神戸まちづくり 会館2階ホール	限界耐力計算の基礎知識② 四宮忠明	簡易計算シートの解説・課題説明(一宿題あり) 四宮忠明、浅原保弘		
3 11月13日(土) 13:00～17:00	神戸まちづくり 会館2階ホール	(課題演習)簡易計算シートの入力方法 四宮忠明、浅原保弘	現地調査マニュアルの説明と調査方法について 藤原義照、沢田伸		
4 12月11日(土) /12日(日) 13:00～16:00	丹波市、 京丹波町 の古民家	調査マニュアルによる現地調査(一宿題:調査表の完成、調査表に基づく簡易計算シート入力) 藤原義照、浅原保弘、沢田伸			
5 1月22日(土) 13:00～17:00	神戸まちづくり 会館2階ホール	(宿題報告)計算結果の検証、補強方法と補強設計(一宿題あり) 四宮忠明、藤原義照、浅原保弘	調査方法について 上村安彦		
6 2月19日(土) 13:00～17:00	神戸まちづくり 会館2階ホール	(宿題発表)補強発表・講評 補強設計について 総復習 四宮忠明、藤原義照、浅原保弘、沢田伸			

■第2回「限界耐力計算の基礎知識②」 参加者：33名

四宮氏より限界耐力計算の要となる、応答スペクトル法の解説がありました。

- ① 加速度応答スペクトル(縦軸:応答加速度、横軸:固有周期)は、一質点系に入力された地震動について建物の固有周期ごとの最大応答加速度を求めたものである(図1参照)。
- ② 変位増分解析を可能にするために①の加速度応答スペクトルを【縦軸:応答せん断力、横軸:層間変形角】に変換する。

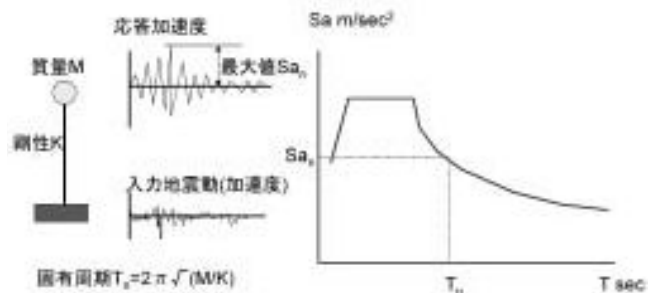


図-1

③ 建物の塑性化に伴って②の加速度応答スペクトルの減衰を計算ステップ毎に算定し、加速度応答スペクトルを減衰補正したものと、そのステップ毎の一質点系モデルの復元力特性から等価線形化法によって定めた原点を通る直線との交点を求める。

④ こうして求めた各交点は建物の復元力特性曲線上に一致しないが、各交点を結んだ線（必要性能スペクトル）と建物の持つ復元力特性曲線の交点が、入力された地震力の真の応答値となる。（図2参照）

上記のように、木造限界耐力計算の核となる加速度応答スペクトルから建物の真の応答値を求めていく過程を分かり易く解説していただきました。

浅原氏からは、演習課題の説明と計算ソフトの入力方法、建物重量の計算の手順、有効な耐震要素のカウント方法などについて解説していただきました。

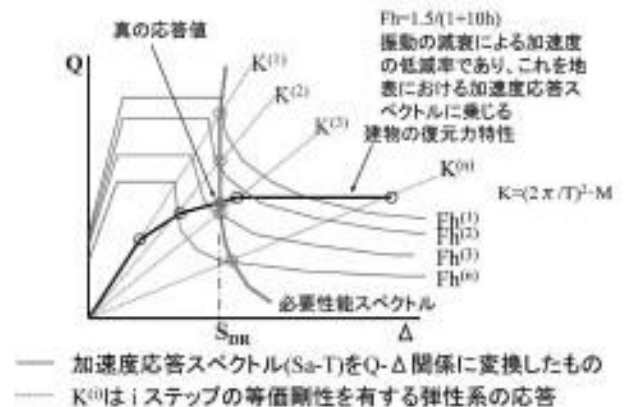


図-2

■ 第3回「限界耐力計算ソフトの入力方法・現地調査の進め方」 参加者：31名

四宮氏より、演習課題のJSCA版限界耐力計算ソフトの入力方法の説明があり、誤入力が多かったことや間違いやすい点について説明していただきました。●金物の無い筋交いは圧縮だけカウントする、●小壁の階高は応答計算用階高ではなく可撓長さをを用いる、●小壁については柱折損が生じる場合があり、折損の有無により復元力に差が生じる、●階高を高く入力してしまうと固有周期が長くなり危険側になるので要注意など、入力の際の注意点を詳説していただきました。

浅原氏からは、小壁の連続のカウント方法、小壁の高さの取り方、ホゾ数のカウント方法、補正入力方法などについて軸組図を用いて分かり易く解説していただき、参加者は次回の現地調査に向け、熱心に耳を傾けていました。

■ 第4回「古民家現地調査」

2010年12月11日(土) 於:丹波市柏原町 N邸
2010年12月12日(日) 於:京都府京丹波町 T邸

両邸とも1班3名体制で、5班に分かれて調査を実施しました。私が調査したN邸は、築100年以上経つ2階建ての入母屋の住宅(70坪)で、当時名高い宮大工だった棟梁の自邸というだけあり、良い材料を使って精度の高い仕事になされ、歴史と伝統が感じられました。直前まで降っていた雨も上がり、午後1時～4時の3時間の予定で調査が開始されました。予想以上に建物が大きく、予定時間をオーバーしましたが、何とか寸法取りだけは完了し、耐震診断が可能となる最低限の情報は確認できました。この計測データを元にした軸組図の作成と耐震診断ソフトへの入力が、冬休みの課題として参加者全員に与えられました。



N邸で熱心に調査中の参加者の皆さん



■第5回「古民家現地調査結果に基づく診断および解説」 参加者：29名

四宮氏より、参加者が提出した前回の古民家調査結果に基づく限界耐力計算ソフトの入力結果について解説していただきました。参加者の計算結果にかなりのバラツキがあり、その主な要因として、建物の重量計算の仕方と地盤種別の選択により大きく結果が異なることが指摘されました。第1種地盤か第2種地盤か、総重量なのか当階だけの重量なのか、単位や軸方向は間違っていないかなど、単純な入力ミスに気をつける必要がある。階高を高く設定すると応答が変わる（固有周期が延びる）ため、危険側になるので注意が必要であるとの解説がありました。

藤原氏からは、2階建ての平屋部分の耐震壁が有効に働くには、水平構面の強度と剛性が必要だが、N邸の場合、下屋根の水平構面が垂木と野地板のため強度と剛性が期待できないので、平屋部分の耐震壁はカウントできないとの説明がありました。参加者は自分の診断結果と照合しながら、熱心に聴講していました。

また豊岡総合高校の上村先生より、デジカメでの撮影データを元に寸法を読み取る新しい測量方法の提唱がありました。この方法は誤差が1%未満と精度が高いことに加え、測定漏れがあっても後から画像で確認できるので非常に画期的な計測方法であると感じました。

■第6回「補強方法の発表・講評」 参加者：22名

各邸2名、計4名が診断結果および補強計画についてプレゼンテーションを行い、講師の先生方に講評をいただきました。私は柏原町のN邸の補強計画について、応答変形角 $1/15\text{rad}$ をクリアするために、平屋部分の土壁・小壁が有効に働くよう下屋根の水平構面を補強し、仕口ダンパーと荒壁パネルを用いて補強する案を発表しました。ほかの発表者の方々も各自、建物重量を軽減する案やさまざまな耐震壁を用いた補強案を提案されました。それに対し四宮氏より、補強後も応答変形角 $1/30\text{rad}$ を超えている場合、筋交いや合板による補強では、耐震要素そのものが $1/30\text{rad}$ 以上の変形能力を有さないの注意である、耐力が大きい耐震要素は引き抜き力の検討も必要になるとの説明がありました。そしてソフトの計算結果で出ている応答値で層間変形角 $1/15\text{rad}$ 以上の数値は、安全限界値を超え、安全性が確認できない範囲なのであまり意味が無く、補強後の目標値としては少し余裕を持って $1/16$ 、 $1/17\text{rad}$ 以上を目標値に設定することを推奨してほしいとの説明がありました。

また浅原氏からは、小壁を追加する場合、柱の曲げ検討を行い、柱が折損しないよう添え柱を設ける必要があるとの解説がありました。最後にヘリテージ委員の澤田氏が、前回と比べて宿題の提出率が格段に向上し、非常に有意義な研修会になったと感じていますと講評を述べられ、全6回にわたる本研修会は無事終了いたしました。

限界耐力計算の基礎知識から計算方法まで網羅した丁寧で分かり易い解説に加え、実際に調査し、ソフトを使って計算することにより、参加者の方々もかなり理解が進み、レベルアップを実感できたと思います。個人的にも、JSCA関西の伝統木造構法の限界耐力計算の方法について一定の理解ができたと感じています。今後は、小壁や差鴨居による柱の折損の検討や、引き抜き力、水平構面、仕口の検討などのディテールの計算および耐震補強の計画・実践がしっかりできるよう、研鑽を重ねていきたいです。最後に、この研修会を開催していただいたヘリテージ委員会、構造研究会、柏原支部の皆様方に心より御礼申し上げます。報告とさせていただきます。



補強方法を発表しています



質疑応答も活発に交わされました