

## 第16回 防災カフェを開催しました。



### 『建築物の耐震設計』

ゲスト：吉富 信太 氏

(立命館大学 理工学部 建築都市デザイン学科 教授)

日時：2017年9月26日(木) 18:30~20:30

場所：滋賀県危機管理センター1階 エントランスホール

ファシリテータ：深川 良一 氏

(立命館大学 防災フロンティア研究センター長)



ゲスト：加藤 眞司 さん

吉富さんは、建物の揺れを抑える研究をされているということで、地震で建物がどんな被害を受け、それによって耐震基準がどのように改善されてきたのか、また、減災の方法のお話をうかがいました。その上で、私たちが住んでいる建物の地震への備えについてみんなで考えました。

吉富さんの研究室では、研究の一つとして、代表的な歴史的建築物などの構造をコンピュータ上に再現し、それが地震によってどのように揺れるのか、補強によってその揺れがどのように変化するかをシミュレーションし、実際にその結果をいかすといったことをされています。



学生が制作したシミュレーション

1995年の阪神・淡路大震災(兵庫県南部地震)の際、1981年改正の耐震基準(新耐震)を満たしているものとそうでないもの(旧耐震)の被害にはっきりと差が出ました。特に木造では一階が、鉄筋コンクリート(RC)造建物でも中間層や最下層のピロティが潰れたりしました。ここでも旧耐震のものが大きな被害を受けました。

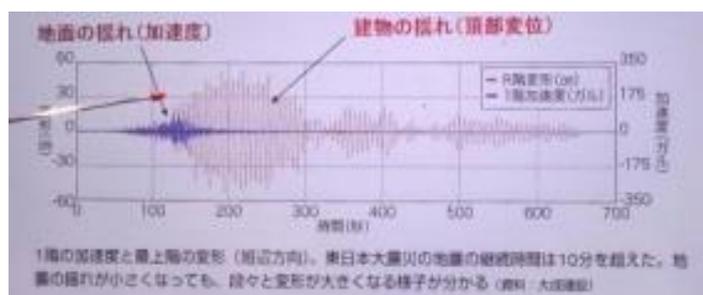
木造建物は、鉄骨造や鉄筋コンクリート(RC)造建物に比べて粘り強く、大きく変形しても倒れないという特徴があります。木造建物に多く使われている土壁には耐震効果があるのですが、揺れて剥がれると全く効果がなくなります。特に古い日本の建物は石の上に柱を立てていたりするので、地震で全体が滑ったり、浮き上がったたりするなどして、写真のように壁がなく屋根の重い手前の門が無事で、壁が多く頑丈そうな奥の建物が倒壊といったことが起きます。そのため、木造建物の耐震性の大きさを見積もるのは難しいのだそうです。



門の背後の建物だけが倒壊した

1981年改正の建築基準法(新耐震)では、地震を中地震(震度5程度)と大地震(震度6以上)に分けて、震度5以下では建物が変形せず、震度6以上では変形するが倒壊しないような設計が求められています。旧耐震は大地震での規定がありませんでした。実際に兵庫県南部地震では、木造建物で住めなくなった割合が旧耐震では約65%だったのに、新耐震では約25%であったので、新耐震は有効だということになりました。また、犠牲者の多くが地震後1時間以内に窒息や圧死などで亡くなっているのが、倒壊しないようにすることが重要だということがわかります。

建物の揺れは、その固有周期と減衰で決まります。地震の揺れの周期と建物の周期が一致すると大きく揺れます。揺れの影響を少なくする方法には、耐震、免震、制震があります。免震は建物の下に柔らかい装置を入れて固有周期を大きくし、ゆっくり揺れるようにする方法です。制震は建物の外に揺れを吸収する装置を入れて、早く減衰する方法です。しかし、東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)で発生した長周期地震動によって東京都の免震の高層建物で非常に大きな揺れが観測されました。また、長周期地震動は遠くまで届き、震源から遠く離れた大阪市の高層建物が共振して、地震動自体の揺れよりも大きく揺れました。



地震の揺れよりも建物揺れの方がはるかに大きい

耐震については、柱の間にすじかいをいれたり、壁量を増やしたりして、大きく変形しても倒壊しない粘り強さを持たせています。住宅の場合は壁量規定があり、建物の壁の量が規定量を上回っているかどうかで耐震性の判断をしています。ただし、すじかいは変形を防ぎますが、さらに大きな力が加わると破壊されて元に戻りません。

滋賀県の HP の防災ポータルに想定地震ごとの震度予測があります。それよりも耐震性能が低い建物は耐震化が必要です。耐震診断は無料で耐震性が低い場合の改修には補助が出ます。県の一般住宅の耐震化率は 80%以上で全国平均を上回っていますが、旧耐震の建物も多く残っています。「既存不適格」といい、現状維持では耐震改修の必要はありませんが、リフォームなどをするとき新耐震を満たすように改修しなければなりません。

耐震に関わって 2005 年に耐震偽装事件(姉齒事件)が起きました。これは構造設計士がマンションの設計の際に鉄筋を勝手に減らしたのに、耐震基準に適合しているかのように構造計算書を偽造した事件です。事件後、構造設計者に寄せられていた信頼が崩れて、認可のチェックの手続が厳しくなり、構造設計者の仕事が増え、注文する側も手続きが面倒なので建設に消極的になるという影響が出ました。また、新耐震では、大地震で建物が損傷して変形するが倒壊しないようにとの規定があるのに、「大地震で損傷するのは耐震性が劣るからだ。そして、そのような建物を作るのは、悪い技術者だ」と一般の人に受け取られるようになってしまったということでした。吉富さんは、学生を指導するときに、技術者としての倫理感の大切さをつねに強調されているということでした。

参加者からは多くの質問がありました。その一部を紹介します。

問：13 階建てのマンションに住んでいますが、階数と固有周期にはどんな関係がありますか？

答：階数を 10 で割るとおおよそその固有周期になります。13 階建てなら 1.3 秒になりますが RC 造は堅いのでより小さく、鉄骨造は柔らかいのでより大きくなります。また、高さ[m]×(0.01~0.03)というものもあって、RC 造では高さ×0.02 です。13

階建てなら高さが 40~50m ですから、40m なら 0.8 秒、50m なら 1.0 秒ということになりますから、おおよそ 1.0 秒から 1.3 秒になります。

