

住宅は地震のとき どのように壊れるか



流動研究員 箕輪親宏

昨年は大きな地震が3回起こりました。5月26日の岩手県南部の地震では新幹線の橋脚に被害がありました。9月26日の十勝沖の地震では7秒の長周期地震動で苫小牧の石油タンクに火災が起こりました。この2つの地震では木造住宅の被害は目立ちませんでしたが、7月26日の宮城県北部の地震は直下型の地震で木造住宅が潰れる被害が生じています。残念なことに木造住宅に被害があった地区に強震計の記録はありませんでした。阪神・淡路大震災以降も地震で潰れるのは木造の古い家です。日本中には古い家がたくさんあります。大地震はいつ起こるかわかりません。古い木造住宅を耐震補強することが緊急に求められています。

自治体は援助をしますから耐震補強をして下さいと、住民の方々にお願いしていますが、なかなか耐震補強は普及しません。社会的・個人的・経済的な数々の理由で普及しないのかもしれませんが、耐震補強普及を促進させるには、信頼される耐震診断と耐震補強が必要です。木造住宅の耐震診断法、耐震補強法が提案され、それらに基づいて耐震診断がなされ耐震補強が行われています。それら診断法と補強法が適切であるかを調べる必要があり、適切であることが多くの方に認められれば、普及すると思います。

2005年に超大型の3次元震動台、実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）が兵庫県三木市に完成します。E-ディフェンスは阪神・淡路大震災の強震記録を忠実に再現出来ます。木造住宅の耐震診断法および耐震補強法をE-ディフェンスで実際に即した試験体で実験して調べれば、その信頼性が確認されると考えています。

今、E-ディフェンスの実験の前段階として、多くの方々が協力して木造住宅の耐震診断と耐震補強のために研究を行っています。この研究の基本となるのが地震における住宅の壊れ方を調べることです。（地震の時、地面は3方向に揺れ、且つ回転もしていると考えられますが、耐震設計でも、実験で調べるときでも、多くの場合、水平の二方向に分け一方向ずつ別々に考えます。上下方向は重力が作用していますので考えないのがほとんどです。従って、水平一方向の地震動に対し研究するのが一般的です。）木造の立体フレームの倒壊に至る過程を調べる実験を、昨年3月に、神奈川県にある東急建設（株）技術研究所の振動台で行いました。このフレームは写真1のように高さ5.8m、X方向3.6m、Y方向5.4mで、壁量は筋交いの入っている部分とすれば長さにして2階でX、Y方向とも3.6m（4箇所・1

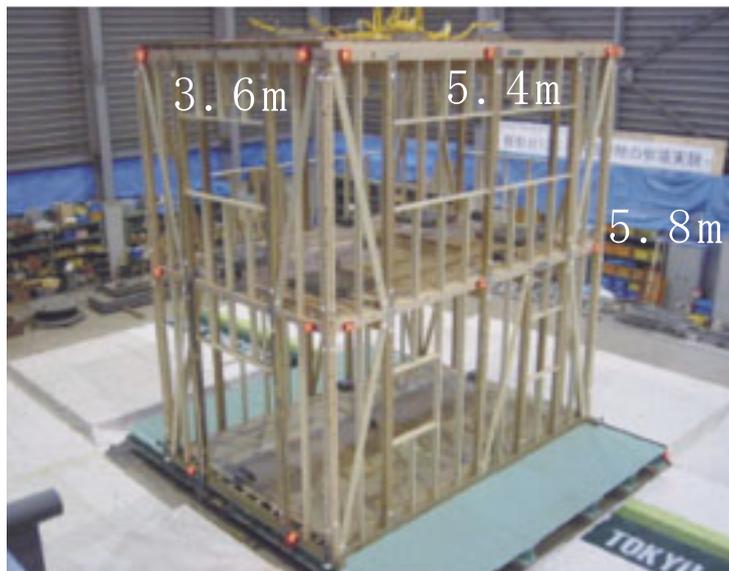


写真1 木造立体フレーム

個所0.9m)、1階ではX方向で2.7m(3個所)、Y方向で4.5m(5個所)で昭和35年の建築基準を満たすものです。さらに1979年の住宅金融公庫仕様(建築基準法改正前)に従い、柱上下端部にT金物、梁端部に羽子板ボルトを用いました。耐力は設計上、筋交い1ヶ所当り2.94KN(300kg)で考えました。重さは屋根が1.5トンのおもりと自重0.8トンで2.3トン、2階が2トンのおもりと自重1.1トン

で3.1トンです。このフレームを阪神・淡路大震災の時にJR鷹取駅で得られた強震記録で実験しました。振動台をX方向に最大速度150cm/s(両変位振幅80cm)、Y方向に最大速度65cm/s(両変位振幅35cm)で動かしました。X方向だけで動かした時と、XとY方向同時に動かした時の2回の実験で木造フレームは倒壊しました。XYZ方向同時に動かしたときは倒壊しませんでした。写真2はXY方向同時に動か



写真2 XY方向実験

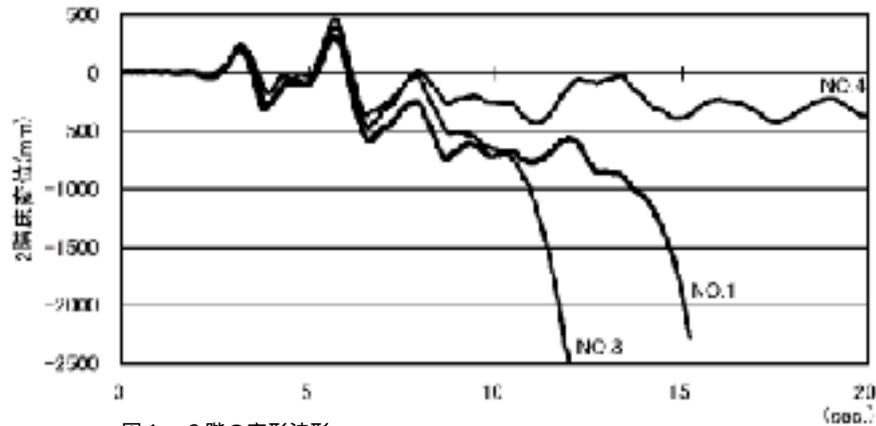


図1 2階の変形波形

した時の倒壊する写真です。僅かですが斜めに倒れ、筋交いが座屈し、外れ落ち、フレームの耐力が無くなり、倒壊した過程が解ります。

X Y Z方向同時実験フレームが倒壊しなかった理由としては、倒壊したX方向フレームとX Y方向同時実験フレームに比べ柔らかく、J R 鷹取の入力に対し応答が合わず倒壊を免れたと推測されますが、今後、さらなる検討が必要と考えられます。

第1図はX方向 (No. 1)、X Y方向同時 (No. 3)、X Y Z方向同時 (No. 4) 実験の時の2階の床のx方向の変形の波形です。X方向実験フレームとX Y方向同時実験フレームはほぼ同じに作られており、実験の違いを比較出来ます、この図から見れば、エネルギー投入の多いX Y方向同時実験がX方向実験より先に倒壊しているのが分かります。

加速度に質量を掛けたものが水平地震力 (剪断力) であると考え、大変形における変形と剪断力の関係を第2図に描いてみました。一階のフレームは1.5 m程度の変形まで剪断力が増え、1.5 m以上では剪断力は減少しています。最大で3トン程度の剪断力を示しています。2階のフレームは0.5 m程度の水平変形まで剪断力が増え、0.5 m以上では剪断力が減少し、倒壊に至っています。最大水平耐力は1トン程度でした。

この実験結果から得られた知見をもとにコンピュータシミュレーションプログラムを開発し、木造住宅の地震時倒壊予測に役立てる計画です。

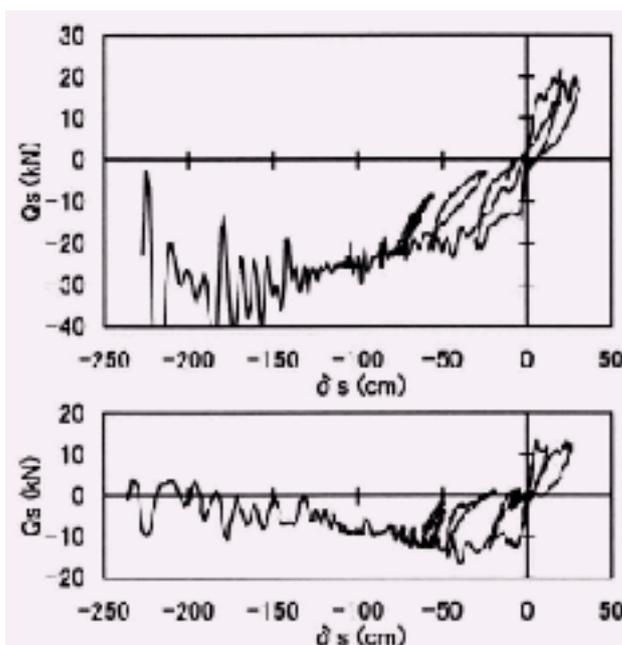


図2 変形と水平地震力の関係