

44. 木造住宅の動的耐震診断における減衰定数算定法の開発

05168060 田中 亮太
指導教員 藤井 大地 教授

動的耐震診断 減衰定数

1. はじめに

近年、東海沖地震や東南海沖地震などの巨大地震の発生確率が高まっていることから、既存不適格木造住宅の耐震性向上が社会的急務となっている。そのため、国を始めとする地方自治体において静的耐震診断や動的耐震診断による耐震補強等がしばしば行われている。

一般には、耐震診断士による目視による方法が主であるが、これには減衰が考慮されていない。一方、最近では、減衰も考慮された起振機と振動計測装置を用いた動的耐震診断も行われるようになってきている。

本来、戸建住宅の耐震安全性は、剛性のみで評価されるものではなく、減衰性能も考慮すべきだと思われる。減衰性能の高い住宅は、たとえ剛性が低くても地震に耐えられる可能性があり、剛性補強を低減できる可能性もあるからである。実際、1995年に発生した兵庫県南部地震でも、不適格木造住宅とされる中に、被害を受けずに済んだ住宅があった。これは、耐力壁以外の要素の減衰定数が高かったことが考えられる。

制振装置の設計においても、住宅の減衰定数によって、その効果や制振装置に要求される性能が異なってくるなど、減衰定数は、耐震性向上に必要な要素である。

そこで本研究では、動的耐震診断による、起振機を用いた加振実験を行い、そこから得られた応答加速度から減衰定数の算出および評価を試みる。

2. 減衰定数の算出方法

計測データの衝撃力とされる振り幅を除いたものを対象データとし、その対象データを高速フーリエ変換により加速度フーリエスペクトルを求める。その加速度フーリエスペクトルを Band-pass Filter 処理をする。

そして、その加速度波形のピーク振幅の包絡線を最

小自乗法により近似して求める。なお、ピーク振幅は、最初の 1 サークル分を除いた波形に対する振幅とする。最小自乗法に用いる関数は次式に示し、 a 、 h を求める。

$$y = ae^{-h\omega t} \quad (1)$$

さらに、Band-pass Filter は、固有振動数を中央振動数 f_0 とする矩形のフィルターを用い、通過帯域の成分を 1 倍とし、遮断帯域の成分は 0 倍とする。

3. 実験概要

対象とする建物は、木造 2 階建ての既存木造住宅 3 棟であり、詳細は表 1 に示す。起振機と 3 軸加速度計の配置については、図 2 に示す。加振方法は、3 棟とも桁行方向（以下、X 方向）、梁間方向（以下、Y 方向）にそれぞれ 5 回ずつ加振し、測定する。また、いずれも加速度計の測定時間を 20 秒、サンプリング周波数を 100Hz とする。



a) 環境共生型木造実験住宅



b) T 邸



c) K 邸

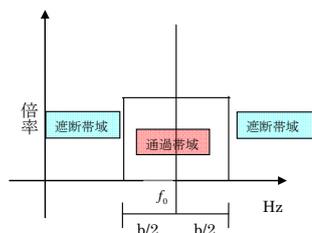
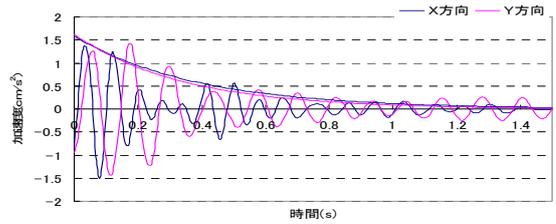


図 1 Band-pass Filter

図 2 起振機等の配置図

表 1 実験住宅の概要

	実験住宅	T邸	K邸
所在地	近畿大学工学部西部	広島市東区	東広島市河内町
建設年	2008年	1981年以降	1999年
X方向	5460cm	4660cm	12315.6cm
Y方向	9100cm	7426cm	16760cm
壁率:X	33(cm/m ²)	22.8(cm/m ²)	9.3(cm/m ²)
壁率:Y	40.3(cm/m ²)	29.1(cm/m ²)	15(cm/m ²)



c) K邸の加速度波形

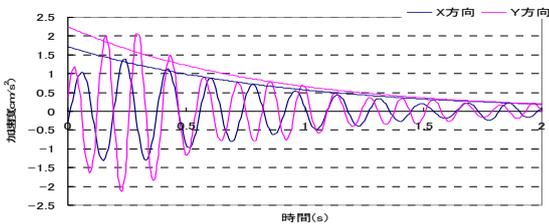
図 3 3 棟の加速度波形

3. 実験結果

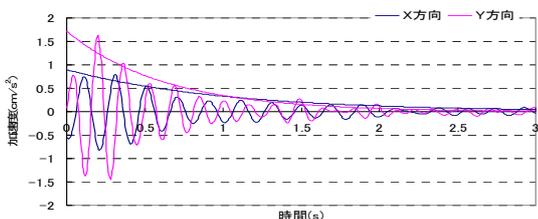
環境共生型実験住宅（以下実験住宅）、T 邸、K 邸の Ch1 の Band-pass Filter 処理した加速度波形に最小自乗法を適用したものを図 3 に示す。図より、3 棟とも、1 次の振動成分を取り出し減衰自由振動波形を得ることが出来た。

図 4, 図 5 は、3 棟の Ch1, Ch2 の X 方向と Y 方向の減衰定数を示す。図より、実験住宅での実験結果については、Ch1 の減衰定数の平均は、X 方向 3.2%、Y 方向は 2.9% となり、Ch2 は平均が、X 方向は 2.7%、Y 方向は 2.8% となった。X、Y 方向がほぼ同じになっているのは、実験住宅の構造がほぼ左右対称であり、剛心で加振し、棚などの積載荷重などが無いことが考えられる。T 邸での実験結果は、結果は減衰定数において Ch1 の平均が X 方向は 3.2%、Y 方向は 3.7% となり、Ch2 は平均が、X 方向は 5.1%、Y 方向は 4.7% となった。Ch2 の方が大きくなっているのは、T 邸の 1 階西側の壁量が少ないことが考えられる。K 邸での実験は、Ch1 の減衰定数が、平均で X 方向 3.8%、Y 方向は 4.7% となった。ほかの 2 棟と比べて Y 方向が大きくなる結果が得られた。これは、表 1 から Y 方向の壁率が大きいことであることが考えられる。

表 2 は、3 棟の X 方向、Y 方向の減衰定数の平均値を示す。表より、在来軸組工法の実験住宅と T 邸より伝統工法の K 邸が大きくなる結果になった。これは、K 邸が土壁で出来ていることが要因ではないかと考えられる。



a) 環境共生型木造実験住宅の加速度波形



b) T邸の加速度波形

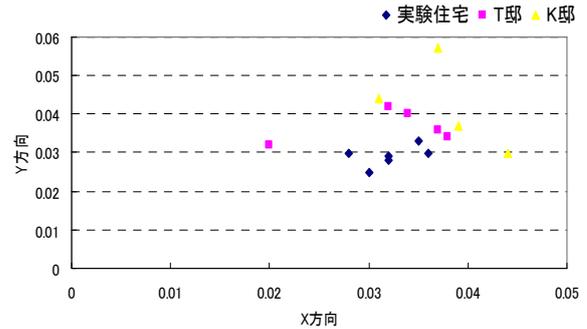


図 4 3 棟の減衰定数 (Ch1)

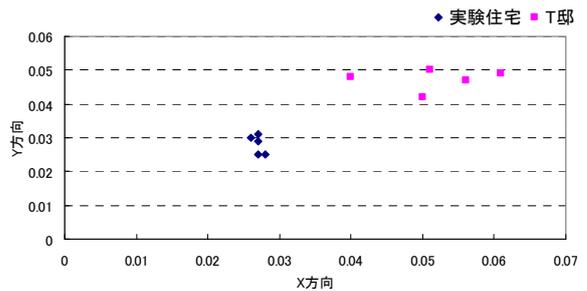


図 5 3 棟の減衰定数 (Ch2)

表 2 3 棟の減衰定数の平均値

Ch1	実験住宅	T邸	K邸
X方向	3.2%	3.2%	3.8%
Y方向	2.9%	3.7%	4.7%

4. まとめ

本研究では、動的耐震診断による、起振機を用いた加振実験を行い、そこから得られたデータを高速フーリエ変換により加速度フーリエスペクトルを求め、それを Band-pass Filter 処理をし、得られた加速度波形に最小自乗法を適用する方法を用いた。

加振実験から得られた結果から、本提案手法は動的耐震診断において減衰定数の算定をする方法として有効であると考えられる。今後は、経年の異なる木造住宅で実験を行い、経年と減衰定数の関係を調べる事が望まれる。

参考文献

1) 柴田明德. 最新耐震構造解析, 森北出版社株式会社, 2003, 5