

木造住宅の耐震性に基づく地域防災に関する基礎的研究

- その1 外観目視による簡易な耐震診断法 -

日大生産工(学部) ○中川 大輔 日大生産工(院) 高市 圭 日大生産工(院) 細尾 敦
日大生産工 神田 亮 日大・理工(非常勤) 八島 信良

1.はじめに

日本は 1995 年の兵庫県南部地震以来地震の活動期に入ったと言われている。全国的に各自治体では木造住宅が多く存在することを把握しておりその中でも新耐震設計法施行(1981年)以前に建てられた数は全建物の半数近くになる場合もある。各自治体では想定される建物被害の半減を目標として、ここ数年のうちに耐震化率を向上させることを目的としている。

木造住宅の耐震診断は日本建築防災協会による方法¹⁾により行われることが多いが、診断法は建築士が行わなければならない高度なものであることや、住宅一件を精密に診断し適切に補強することを目的としたものである。そのため、この診断法は建物個々の耐震性を向上させることには適している。しかし、多くの住宅の耐震診断結果を基に住宅の被害予測、避難者数の予測や避難経路マップ作成などの地域防災を構築しようとする場合などには膨大な時間とコストが掛かるため適していない。これまでに行われてきたこの種の研究^{例えば 2,3)}では、限られた数の精密な耐震診断結果を基に予測関数などを用いて全体の被害予測をしている。

これらの問題を踏まえると、地域全体の木造住宅の耐震診断が簡易に行える方法、すなわち短時間に多量の診断を行うことのできる手法があれば地域防災の一助となると考えられる。

よって、本研究の目的は、対象建物の目視による情報から上部構造評点を求める簡易な耐震診断方法(以下、目視診断法)を提案するとともにこの手法の精度について検討する(その1)。また、目視情報の違いによる精度について検討する(その2)。

2. 目視診断法の概要

目視診断法はまず診断者が対象とする住宅の建物長さや壁長さ、劣化度などを目視で判定、数量化する。次にこれらの数量を基に必要耐力 Q_r (kN)、保有耐力 P_d (kN)、低減係数 D を式(2)、(3)、表1、2より各々求め式(1a)、(1b)に代入し上部構造評点 I_w を求める。

$$I_w = \min(I_w^x, I_w^y) \quad \dots(1a)$$

ただし、

$$I_w^j = \frac{P_d^j \cdot D}{Q_r} \quad \dots(1b)$$

$$j = x \text{ or } y$$

ここで、 x , y は、 x 方向、 y 方向を示す。式(1b)は、文献1を参考に定めたものである。式中の I_w は、必要耐力(震度6強に耐えるために必要な建物の耐力) Q_r に対する現状の建物が保有する耐力($P_d \times D$)の割合を示した値で1.0以上であれば建物の現状の保有耐力が必要耐力を上回る。

また、本論文による住宅の x , y 方向は分析の都合上それぞれ道路面方向と道路面直交方向とする。

2.1. 必要耐力 Q_r の算定

必要耐力 Q_r は、地震時に作用する地震力と等価な値であり、屋根の単位面積重量に一階の床面積を乗じ更にベースシア係数 C_0 を乗じて算出する。算定式を式(2)に示す。

$$Q_r = C_0 \cdot (L_x \cdot L_y) \cdot \gamma_r \quad \dots(2)$$

ここで、 C_0 はベースシア係数、 L_x , L_y は x 方向の建物長さ(m)、 y 方向の建物長さ(m)、 γ_r は屋根の単位面積当たりの重量(kN/m²)である。床面積は、目視により x 方向、 y 方向の長さ L_x , L_y を推定し、それらに乗じることにより求める。屋根の単位面積重量は文献3を参考に表1のように設定する。 C_0 は、保有耐力を求める際の1.0を用いる。

2.2. 保有耐力 P_d の算定

保有耐力 P_d は、建物が元々有する水平抵抗力であり、壁の水平抵抗力 P_w と柱などその他の部材の水平抵抗力 P_c の和として求める。算定式を式(3a)、(3b)、(3c)、(3d)、(3e)に示す。

$$P_d^j = P_w^j + P_c^j \quad \dots(3a)$$

ただし、

$$P_w^j = (eP_w^j + iP_w^j) \quad \dots(3b)$$

$$P_c^j = r_2 \cdot Q_r \quad \dots(3c)$$

$$eP_w^j = \bar{C} \cdot l_w^j \quad \dots(3d)$$

$$iP_w^j = r_1 \cdot eP_w^j \quad \dots(3e)$$

$j = x \text{ or } y$

ここで、 P は耐力(水平抵抗力)、添え字 w , c は壁、柱他、添え字 e , i は外壁、内壁をそれぞれ示す。また、 \bar{C} は外壁の単位長さあたりの耐力(kN/m)、 l は、 j 方向の壁のトータル長さ、 r_1 は外壁の総耐力と内壁の総耐力の比、 r_2 は必要耐力に対する柱他の部材が負担する割合を示す。

今回、式(3)中の r_1 は筆者らが行った過去の診断実績から $r_1 = 1.0 \cong 0.49/0.51$ 、 r_2 は文献1より $r_2 = 0.25$ とした。また \bar{C} は r_1 と同様に過去の診断実績から診断の実績から $\bar{C} = 3.52 \text{ kN/m}$ とした。なお、 l_w^j には目視により建物の j 方向の壁トータル長さ数量化し適用する。

2.3. 劣化度による低減係数Dの算定

住宅の劣化度による低減係数Dは築年で表2より評価する。昭和50年以前の住宅を古い0.7、昭和56年以降の住宅を新しい1.0、その中間を0.85とする。築年は目視で概ねの年を判定する。

3. 目視診断法の精度検証

目視診断法の精度を検証するために2章で示した式を用いて I_w を求め、筆者らが過去に行った一般診断法による I_w と比較する。2章で示した目視診断法の内容からも察せられるように、目視診断法に含まれる誤差の要因は、手法そのものが有する誤差と目視の際に見誤りによる誤差に大まかに分けられる。今回は前者の要因による誤差のみを抽出するため、建物長さなどの情報は図面上から正確な値を読み取り I_w を求める際に用いた(以下、図面診断法)。よって、目視による値のばらつきはない。

図1に木造住宅19件の両手法の I_w の相関分析結果を示す。両手法の相関係数は0.74であり、自由度36の1%有意水準は、0.41であるから両手法の間には有意な相関があると言える。また回帰直線より図面診断法は一般診断法に比べ I_w が高くなる傾向があると言える。この理由としては地盤や耐力要素の配置の影響などによる低減係数を考慮していないことが理由として考えられる。

表1 屋根の単位面積重量(kN/m²)

屋根の重さ	平屋建単位面積重量(kN/m ²)	2階建単位面積重量(kN/m ²)
非常に重い	0.64	1.41
重い	0.4	1.06
軽い	0.28	0.83

表2 住宅の劣化度による低減係数D

築年	低減係数D
新築(昭和56年以降)	1.0
中間(昭和50年から56年)	0.85
古い(昭和50年以前)	0.7

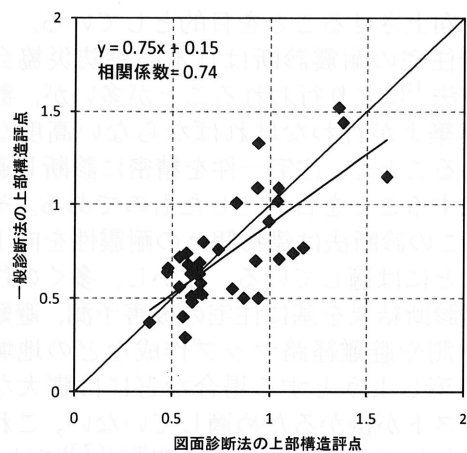


図1 図面診断法と一般診断法の上部構造評点の相関分析

4. まとめ

本論文では、地域防災のための耐震診断法である目視診断法の提案及び精度検証について示した。得られた知見を以下に示す。

- ① 図面診断と一般診断の I_w の相関係数は0.74であり、自由度36の1%有意水準は、0.41であるから両手法の間には有意な相関があると言える。
- ② 図面診断法は一般診断法に比べて I_w が高くなる傾向にあることが分かった。これらの理由として、地盤や耐力要素の配置の影響などによる低減係数を考慮していないことが理由として考えられる。

①、②より、本論文で提案した目視診断法に更なる改良を加えれば多くの住宅の耐震診断を短期間に実施し地域防災計画などに有益な情報を提供できると考える。その2では直接対象建物を見る目視診断法とGoogleマップを用いた簡易な耐震診断法を提案及び精度検証について示す。

参考文献は、その2参照。