

鉄筋コンクリート建物の地震被害に及ぼす地階の効果の統計的評価

○ 徳島大学 正会員 三神 厚
 徳島大学 正会員 妹尾 勉
 徳島大学 正会員 澤田 勉
 徳島大学 学生員 松田敏和

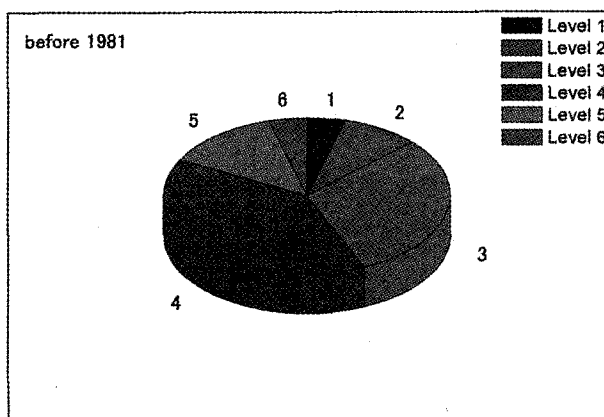
1. はじめに

地盤と剛性の異なる基礎が埋設されている場合、地震時において、剛性の違いに起因するキネマティック相互作用が生じる。キネマティック相互作用は、無質量基礎の地震応答と自由地盤地震動の比で伝達関数として表され、地震動の入力損失を表現する。埋設を有する剛な円筒基礎の伝達関数については、Elsabee and Morray¹⁾や Day²⁾によって有限要素法を用いた検討がなされており、顕著な入力損失の低減が理論的に示されている。しかしながら、地震動の入力損失効果については、これまで日本の建物の設計にほとんど考慮されておらず、建築物荷重指針・同解説³⁾でようやく導入された。設計への導入が進んでいない1つの理由として、実データによる検証が不十分であることがあげられる。また、実際の埋設を有する建物で剛基礎の仮定が成立するか否かという問題もある。剛基礎の仮定が成り立ち、地震動の入力損失があったならば、入力損失を考慮せずに設計された建物の被害の低減に寄与しているはずである。そこで本研究では、埋設を有する鉄筋コンクリート建物の地震動入力損失効果について、地階の存在によって被害の低減にどれだけ寄与しているのか、実データをもとに統計的に評価する。

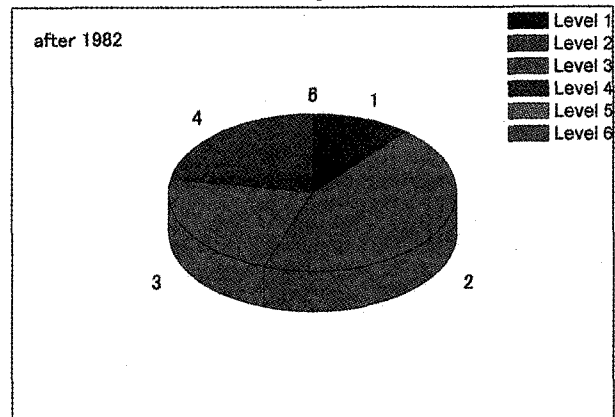
2. 要因別の被害分析

地階の存在が建物の地震被害度に及ぼす影響を検討するにあたり、まず兵庫県南部地震の建物被害調査報告書⁴⁾をもとにRC公共建築建物の被害度と建物諸元からなるデータベースを作成した。建物諸元としては、報告書から得られる情報として、竣工年、地上階数、地下階数を用いた。さらに、建物が立地する地盤の揺れを表す代表的な指標として、地盤の最大速度(PGV)を林ら⁵⁾の検討結果から決定し、データベースに加えた。なお、データベース作成にあたっては、今回は、震災の帯の内部に限定した。また、データベース中、地下階数が欠如している部分については、電話による聞き取り調査を行い補完した。

データベースの情報をもとに、建物被害に及ぼす要因の定性的な議論を行う。図-1(a), (b)には、それぞれ、竣工年が1981年以前と1982年以後の建物について、建物被害度の割合関係を示したものである。1982年以降に竣工された建物は、1981年以前竣工の建物に比べ、明らかに被害度のレベルが小さくなっていることがわかる。



(a) 1981年まで



(b) 1982年以降

図-1 竣工年の違いによる建物被害度の割合(1:無被害~6:倒壊)

表-3 数量化Ⅰ類による解析結果

要因アイテム	カテゴリー	度数	カテゴリー数量	範囲	偏相関係数
竣工年	1981 年以前	23	0.320	1.139	0.481
	1982 年以降	9	-0.818		
地上	5 階以下	8	-0.717	0.956	0.399
	6 階以上	24	0.239		
地下	なし	7	-0.315	0.634	0.312
	B1	17	0.291		
	B2, B3	8	-0.343		
PGV(cm/sec ²)	100 kine 以下	12	-0.293	0.468	0.233
	100 kine 以上	20	0.176		

定数項=3.312, 重相関係数 $R^2=0.3535$

3. 多変量解析による被害要因の統計的評価

次に、建物被害要因の定量的な議論を行う。同様に、震災の帯の領域で行う。まず、各要因(アイテムという)が建物の被害度にどのように貢献しているかを調べるため、重回帰分析を行う。ここでは、独立変数の一部に質的データがふくまれるので、これを 0-1 型の量的データ(ダミー変数)に直して計算する数量化Ⅰ類を用いる。なお、被害度は無被害 1 から倒壊 6 の 6 段階で表されるが、今回はこれを量的データとして取り扱い、数量化Ⅰ類を適用した。また、今回、十分な数のデータが得られなかったことから、地上階数については、地上階数については 5 階以下(中低層)と 6 階以上(高層)の 2 カテゴリーに分類した。地下については、地下なし、地下 1 階、地下 2 階以上の 3 分類、最大速度は 100 kine 以下、以上の 2 分類とした。

数量化Ⅰ類による解析結果を表-1 に示す。これらによると、建物被害度の変動のうち、およそ 35%がこれらの要因で説明されており、カテゴリー数量の範囲あるいは偏相関係数を見ると、4 つの要因のうち、竣工年の影響が最も大きく、地上階数、地下階数、最大速度の順となる。さらに細かく見ると、竣工年が 1982 年以降の建物の被害度が低く、1981 年以前が高いことが明らかにわかる。地上階数では、6 階以上の高層建物の方が、それ以下の中低層建物よりも被害度が高い。地下階数が 2 以上では被害度が低くなる傾向が見られるが、地下 1 階の建物では、逆に、被害度が大きくなっている。このため、地下階による埋設効果が建物に対する入力を低減し、被害を低減するとは言いきれない結果となった。

今回は解析に用いたデータ数が 32 と少ないため、今後、データ数を増やして、さらに検討を加えたい。

参考文献

- 1) Elsabee F. and Morray, J.P.: Dynamic Behavior of Embedded Foundations, MIT Report, R77-33, 1977.
- 2) Day, S.M.: Finite Element Analysis of Seismic Scattering Problems, Ph.D. Dissertation, University of California, San Diego, 1977.
- 3) 日本建築学会：建築物荷重設計指針・同解説, 2004.
- 4) 日本建築学会：1995 年兵庫県南部地震 鉄筋コンクリート造建築物の被害調査報告書, 第Ⅰ編公共建築, 1997.
- 5) 林康裕, 宮腰淳一, 田村和夫：1995 年兵庫県南部地震の建物被害に基づく最大地震動分布に関する考察, 日本建築学会構造系論文集, 第 502 号, pp.61-68, 1997.