

PGA と PGV を用いた地震損傷度評価手法の構築
(その2) 解析例

正会員 ○大峯 秀人*
同 上 林 孝幸*
同 上 佐藤 一郎*
同 上 福島 誠一郎**

損傷度評価 地震動指標 PGA
PGV

1. はじめに

本研究(その1)で提案した地震損傷度評価手法ならびに地震動波形群を用いて、モデル建物についての解析例を示す。

2. モデル建物の設定

2.1 建物概要

モデル建物は、RC造中層建物とし、表1に示す諸元を有するものとする。

表1 モデル建物の概要

構造種別	RC造
階数	地上7階
層せん断力係数の高さ方向分布	Ai分布
Is値	0.6
階高	3.5m(全層で一律)
層重量	100tonf(全層で一律)

2.2 モデル化概要

応答解析モデルは図1に示すように、非線形せん断ばねで連結された集中質点系とする。自由度は並進方向のみとし、基礎は固定とする。

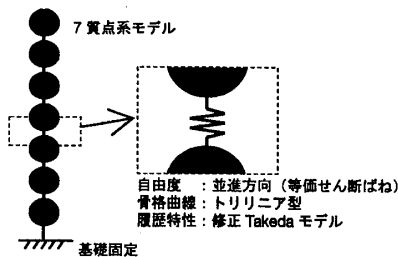


図1 応答解析モデル

非線形せん断ばねの復元力特性は、修正 Takeda モデルとし、その骨格曲線は終局耐力 Q_u を変数として規定されるものとする。 Q_u の評価においては、新耐震設計法に基づいて必要保有水平耐力 Q_{um} を各層について求め、さらに表1に示した所与の Is 値が実現されるように、各層一律の定数を乗じた。

骨格曲線の概要を図2に、応答解析モデルの諸元を表2

にまとめる。

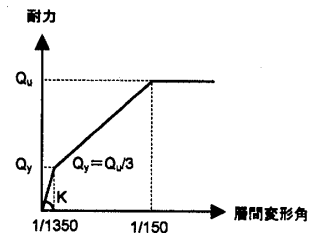


図2 修正 Takeda モデルの骨格曲線

表2 応答解析モデルの諸元

階	地上高 (m)	層重量 (tonf)	K (t/m)	Qy (tonf)	Qu (tonf)
7	24.5	100.0	12668	32.8	98.5
6	21.0	100.0	17395	45.1	135.3
5	17.5	100.0	20820	54.0	161.9
4	14.0	100.0	23991	62.2	186.6
3	10.5	100.0	27000	70.0	210.0
2	7.0	100.0	29653	76.9	230.6
1	3.5	100.0	31780	82.4	247.2

3. 応答解析結果

本研究では、層間変形角により損傷の判断を行う。そこで、層間変形角についての応答解析結果(中央値と対数標準偏差)を求めた。

PGA と PGV の組み合わせが層間変形角に与える影響を図3に示す。

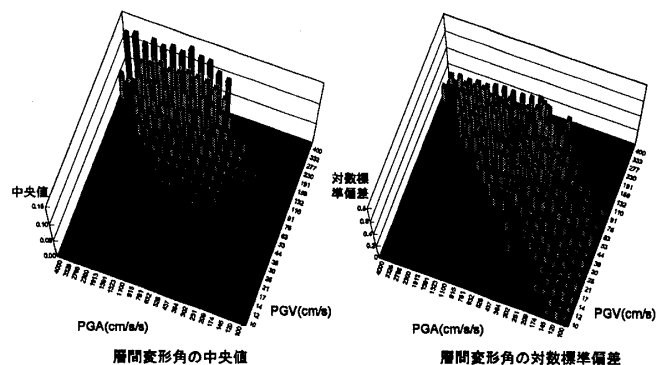


図3 応答解析結果

4. 損傷度評価

4.1 PGA と PGV の組み合わせによる損傷確率

所与の (a,v) の組合せに対する損傷確率 p(a,v) は、次式で与えられる。

$$p(a,v) = \Phi \left[\frac{\ln\{r(a,v)/\bar{r}\}}{\zeta(a,v)} \right] \quad (2)$$

ここに、r(a,v) は図 3 に示した層間変形角の中央値、 $\zeta(a,v)$ は層間変形角の対数標準偏差、 \bar{r} は所与の閾値で表 3 のように設定した。 $\Phi(\cdot)$ は標準正規分布関数である。

表 3 損傷の閾値

被害程度	小破	中破	大破	倒壊
層間変形角	1/240	1/120	1/60	1/30

4.2 損傷確率分布の回帰

本研究 (その 1) に示した(7)式の各変数を回帰して求めた。その結果を表 4 に示す。

表 4 得られた回帰係数

被害程度	回帰係数		
	ζ_A	ζ_V	λ
小破	0.408	0.401	23.75
中破	0.740	0.345	21.32
大破	0.884	0.240	27.39
倒壊	0.863	0.214	31.82

表 4 によれば、被害程度が小さいほど PGA の説明性が高く (ばらつきが小さい)、被害程度が大きいくほど PGV の説明性が高くなることわかる。損傷度評価では、短周期構造物には PGA の説明性が高く、長周期構造物 (塑性化に伴う長周期化を含む) には PGV が適切とされており、前述の傾向と調和的である。

4.3 損傷度曲面の作成

本研究 (その 1) に示した(7)式及び表 4 の回帰係数を用いることで、任意の PGA と PGV の組み合わせに対する損傷確率を求めることができる。図 4 に得られた損傷度曲面を示す。

5. まとめ

本研究 (その 1) では、PGA と PGV の 2 指標を用いた損傷度評価手法を提案した。次に、モンテカルロシミュレーションにより入力波形群を作成した。さらに (その 2) では、RC7 階建てのモデル建物について、本損傷度評価手法を適用し、PGA と PGV の 2 指標による確率的地震損傷度評価を実施した。

以上の検討を通じ、以下の知見を得た。

- ① 確率特性値 s を PGA と PGV の関数として表すことで、損傷度曲面を表現することが可能である。
- ② 被害程度が小さい場合には、PGA、PGV ともに損傷の表現に優れるが、被害程度が甚大になるに従い、PGV の損傷表現がより優れてくる。

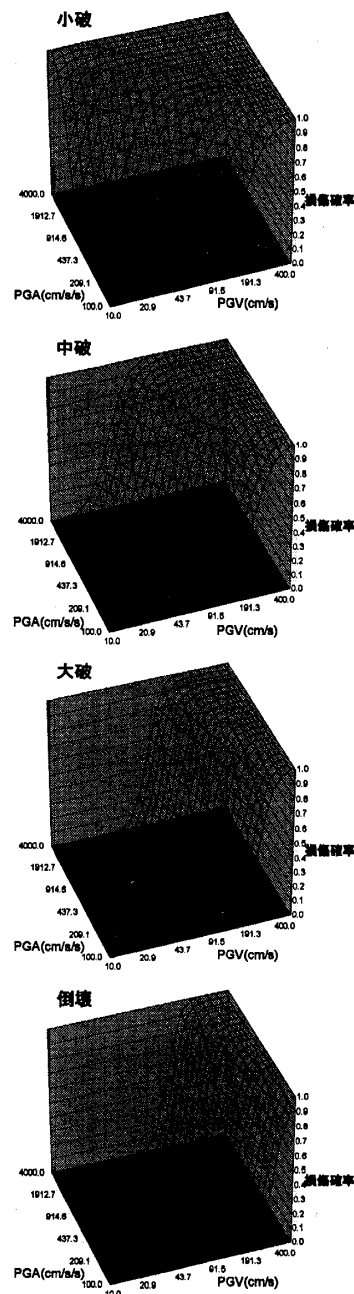


図 4 得られた損傷度曲面

*東京海上日動リスクコンサルティング
**東電設計株

*Tokio Marine & Nichido Risk Consulting, Co., Ltd.
**Tokyo Electric Power Services, Co., Ltd.