

被災前後の固有周期の変化率と建物損傷度の関係に関する基礎的研究

その1 評価方法および解析概要

Fundamental study on the correlation the rete of the natural period before and after the disaster and the damage degree of the build

Part1 Outline of evaluation method and time history response

○原口健太¹, 森本竜², 北嶋圭二³, 中西三和³, 安達洋⁴

*Kenta Haraguchi¹, Ryu Morimoto², Keiji Kitajima³, Mitsukazu Nakanishi³, Hiromi Adachi⁴

Abstract: The purpose of this research is to evaluate the damage of the building by using the observation record. This paper shows the outline of the evaluation method and time history response analysis.

1. はじめに

地震大国である日本では平成 7 年の兵庫県南部地震を契機に、防災に関する様々な対策がより一層施されるようになった。しかし平成 28 年熊本地震では、約 27 時間の間に最大震度 7 の地震が 2 回観測され、さらに前震・本震・余震により最大震度 5 弱以上の地震を 3 日間に計 18 回経験したり。今後このような誘発地震により短期間に何度も大地震が発生するような場合に対しても建物を継続利用することが可能であるのか判断できる手段を構築しておく必要がある。現在、地震直後に行われている建物の継続使用性を判断する方法として、有識者の目視による応急危険度判定²⁾が挙げられるが、外観では損傷の判別ができない構造部分もあり、正確性に欠ける場合もある。また時間と労力に限界があり迅速に対応しきれないという課題がある。この対策として近年建物の構造的な損傷度や健全性を評価する構造ヘルスマニタリング技術の研究開発が盛んに行われている³⁾。しかし、老朽化した建物や既存不適格建物などに高コストな装置の設置あるいは解析による評価を行うことは現実的に難しい。

そこで本研究では、建物に強震計(加速度計)を最上階と最下階の 2 ヶ所のみ設置し、観測記録に基づき建物の損傷度をある程度推測し、被災建物の継続使用に関する意思決定を支援することが可能であるか検討する。本研究では実建物の地震観測記録による損傷評価を行う前段階として、多層建物を検討対象建物とし、縮約 1 自由度系の時刻歴応答解析を実施して、観測記録に相当する解析より得た加速度波形を用いて建物の固有周期の変化率と損傷度との関係について検討を行う。本報では建物損傷度の評価方法および解析概要を記し、次報で解析結果とその検討を記す。

2. 建物損傷度の評価方法の概要

建物の最上階と最下階に設置した強震計より観測波形を取得し、その記録を高速フーリエ変換(FFT)したパワースペクトル比⁴⁾の卓越周期から被災前後の建物の 1 次固有周期を算定する。そして、被災前後の固有周期の変化率により建物の損傷度を評価する。本研究で提案する建物損傷度の評価方法の概念図を Fig.1 に示し、本研究での検討フローを Fig.2 に示す。

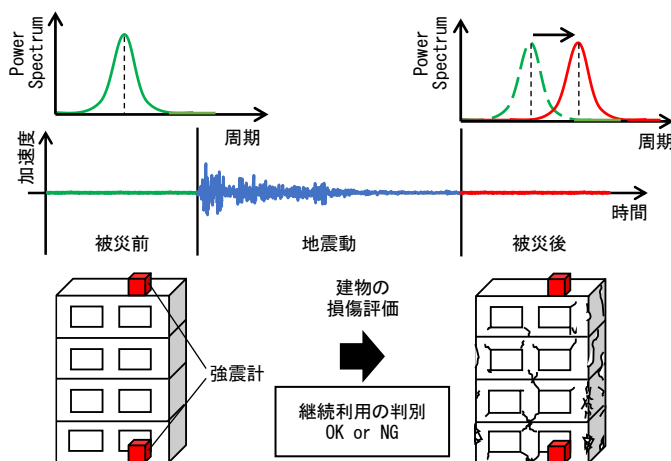


Fig. 1 Conceptual diagram of building damage degree evaluation method

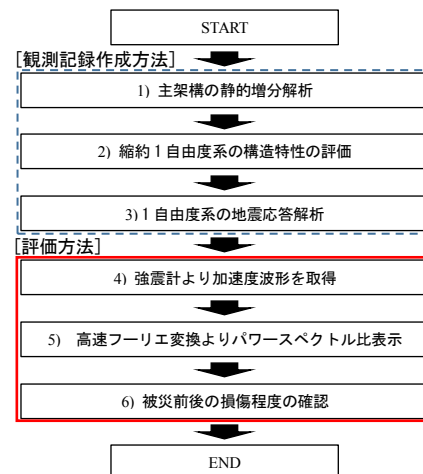


Fig. 2 Evaluation flow of building damage degree

1: 日大理工・学部・海建 2: 日大理工・院(前)・海建 3: 日大理工・教員・海建 4: 日大名誉教授

3. 検討対象建物および解析概要

検討対象建物として、1981 年以前の旧耐震基準で設計された 9 階建て SRC 造集合住宅⁵⁾ (Case1) と、新耐震基準で設計された 6 階建て RC 造事務所ビル⁶⁾ (Case2) の 2 つの建物を選定した。Fig.3 に検討対象建物の軸組を示す。時刻歴応答解析は、検討対象建物の縮約 1 自由度系に対する 1 質点系応答解析を実施した。縮約 1 自由度系の解析モデル(トリリニアモデル)は、検討対象建物の静的荷重増分解析で得られた層せん断力-層間変位関係を限界耐力計算の方法で縮約した構造特性曲線に基づきモデル化した。Fig.4 に静的増分解析結果の構造特性曲線(黒線)と 1 質点系応答解析のトリリニアモデル(赤線)を示す。モデル化に際し、安全限界変位で塑性率 2 となるように設定した。Case1 の建物の安全限界変位は、旧耐震建物なのでどこかの層の層間変形角が 1/150rad に到達した点とし、Case2 の建物の安全限界変位は、新耐震建物(梁曲げ降伏先行全体崩壊系)なのでどこかの層の層間変形角が 1/50rad に到達した点とした(◆印)。Table1 に解析モデルの諸元を示す。履歴特性は、両ケースとも武田モデルを採用した。なお、第 2 折れ点耐力のベースシア係数換算値 CB は Case1 が 0.35, Case2 が 0.49 で、弾性 1 次固有周期 T_0 は Case1 が 0.62 秒, Case2 が 0.53 秒である。応答解析は Newmark- β 法($\beta=0.25$)の数値積分法を用い、積分時間刻みは 0.001 秒とし、減衰は初期剛性比例型の 5% と設定した。検討用地震動は、Table2 に示すように地動最大速度を 50cm/sec の大きさに基準化した観測波 3 波と、位相特性が異なる告示波 11 波の計 14 波を入力倍率 1.0 の波とし使用し、入力倍率を 0.5~2.5 まで 0.25 刻みに増減させた計 126 波を入力した。検討用地震動(入力倍率 1.0)の加速度応答スペクトル($h=5\%$)を Fig.5 示す。

4. まとめ

本報では建物損傷度の評価方法の概要および解析概要を記した。次報では解析結果とその検討を記す。

【参考文献】

- 1) 国土交通省, 気象庁地震火山部, 平成 28 年(2016 年)熊本地震の関連情報 [<http://www.jma.go.jp/jma/>]
- 2) 日本建築防災協会: 被災建築物の応急危険度判定マニュアル 第 1 版, 1998
- 3) 川村学ほか: 加速度計を用いた実構造物の性能曲線算出方法に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, Vol.78, No.688, pp1061-1069, 2013
- 4) 大崎順彦: 新・地震動のスペクトル解析入門 第 4 版, 1997
- 5) 歌田航己ほか: 等価線形化法による既存中層 RC 造系建物の制震補強設計法, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.2, pp7-12, 2017
- 6) 日本建築学会関東支部: 耐震構造の設計 第 4 版, 2017

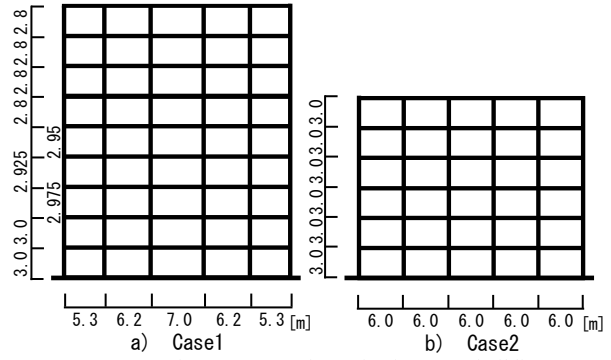


Fig. 3 Frame of examination target building

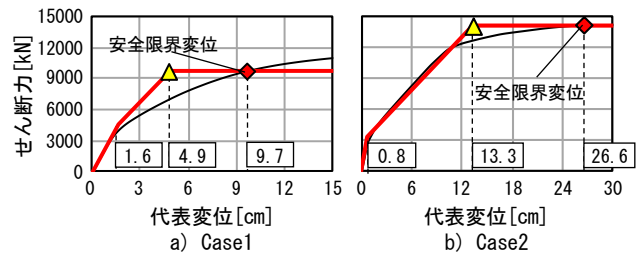


Fig. 4 Load-displacement relationship

Table 1 Analytical model characteristics

名称	せん断 バネ定数 [kN/cm]	第1折点 耐力 [kN]	第2折点 耐力 [kN]	第1折点 後剛性 低下率	第2折点 後剛性 低下率	除荷 剛性 係数
Case1	2879	4378	9684	0.563	0.001	0.4
Case2	4048	3239	13988	0.213	0.001	

Table 2 Earthquake response data (magnification 1.0)

	名称	継続時間 [sec]	最大加速度 [cm/sec ²]	最大速度 [cm/sec]
観測波	El Centro-NS	53.8	508.6	50.0
	Hachinohe-NS	54.4	332.3	50.0
	Taft-EW	50.7	502.9	50.0
告示波	BCJL1	60.0	207.3	25.0
	BCJL2	120.0	355.7	50.0
	EL CENTRO-NS	81.9	556.9	84.6
	TAFT-EW	81.9	671.8	104.0
	HACHINOHE-NS	81.9	625.1	104.0
	HACHINOHE-EW	81.9	575.1	92.5
	KOBE-NS	81.9	632.2	95.3
	RANDOM	81.9	555.5	81.4
	神戸位相	60.0	573.5	77.2
	東北位相	60.0	472.1	59.2
	八戸位相	120.0	479.4	71.9

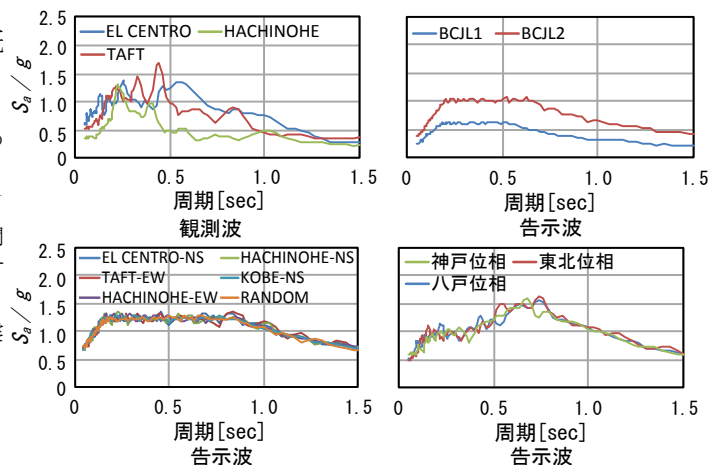


Fig. 5 Acceleration response spectrum of earthquake response