B-31

新耐震設計法で設計されたRC造建物の地震応答評価
ー設計用スペクトルに関する検討ー

Evaluation of Seismic Response of RC Buildings Designed under the New Seismic Design Method
—Investigation on Design Spectra—

○岸本大誠[1]，　北嶋圭二[2]
*Taisei Kishimoto[1], Keiji Kitajima[2]

Abstract: This study examined RC apartment buildings to evaluate design spectra in the New Seismic Design Method. The results showed that, although differences appeared in the spectra in the short-period range, the Rt Type II spectrum appropriately represents “rarely occurring earthquakes.”

１．はじめに

現在, RC造建物の設計には, 保有水平耐力計算(以下, 保耐法)が用いられている。しかし，保耐法では，大地震動を受けた際に建物がどの程度変形し，どの程度の被害が生じるかを設計者が把握できないという課題がある。文献1では，保耐法で得られる情報を活用し，等価線形化法による応答評価を行うことで，設計段階で想定地震動に対する損傷程度を設計者が把握できることを示している。しかし, 等価線形化法における応答評価は，使用する設計用スペクトルの設定に大きく依存するため，その妥当性を検討することが重要となる。ここで設計用スペクトルについて, 石山[2)]は多質点系モデルと1質点系モデルのベースシアを比較し, 告示スペクトルに近似するスペクトルを提案している。一方，平石ら[3)]は地盤増幅係数(Gs)について簡略法と精算法を比較し，簡略法では建物周期によらず応答値を安全側に評価する傾向があると指摘している。

本報では，設計段階で等価線形化法による応答評価で用いる応答加速度スペクトルについて検討する。

２．検討対象建物概要および静的増分解析結果

検討対象建物は，「構造設計・部材断面事例集」[4)]に記載されている5層，10層，14層の板状RC造集合住宅で，それぞれに耐震等級Ⅰ，Ⅱ，Ⅲを想定した計9ケースとした。耐震等級は，品確法において保有水平耐力を必要保有水平耐力で除した値(以下，検定値)で定義されている。本研究では，梁端降伏先行型の崩壊系となるように，柱梁断面を調整してモデル化を行った。

解析にはユニオンシステムの「SS7」を用い，静的増分解析および保有水平耐力計算を実施した。外力分布にはAi分布を採用し，形状係数は1.0，構造特性係数は0.3，地盤種別は第2種地盤とした。耐震等級ⅠおよびⅢの計6ケースにおける層せん断力—層間変位関係(Q-δ図)をFig. 1，建物諸元をTable 1に示す。図中には各限界時をプロットした。損傷限界時は，柱または梁部材のいずれか1部材が初めて降伏した時点，保有水平耐力時は, ある層の層間変形角が1/100radに到達した時点, 安全限界時は, ある層の層間変形角が1/50 radに到達した時点と定義した。Fig. 1より，耐震等級の上昇に伴い耐力が増加していることが確認できる。

Table.1　Building Properties

耐震等級	層	固有周期 [s]	C_B	検定値
Ⅰ	5	0.42	0.35	1.16
	10	0.68	0.35	1.17
	14	0.88	0.32	1.17
Ⅱ	5	0.43	0.38	1.26
	10	0.65	0.38	1.28
	14	0.77	0.38	1.28
Ⅲ	5	0.41	0.45	1.51
	10	0.51	0.46	1.54
	14	0.73	0.45	1.51

※保有水平耐力時のベースシア係数

３．設計用スペクトルの検討

3.1　検討対象とする応答加速度スペクトル

2種類の応答スペクトルを検討用地震動としてFig.2

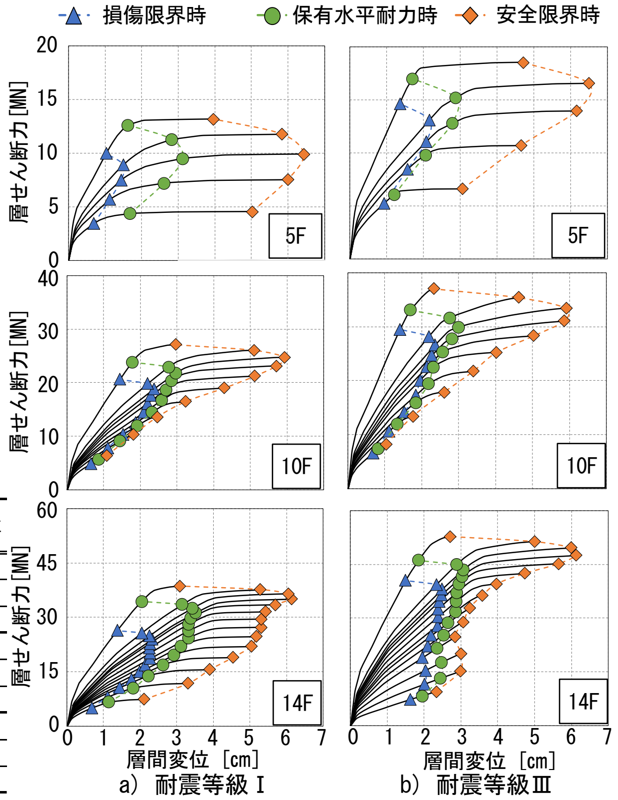

Fig.1　Shear Force-Displacement Relationship

1：日大理工・院（前）・海建　2：日大理工・教員・海建

に示す。保耐法においては，極めて稀に発生する地震動に対してC_0＝1.0と規定され，建物にはおおよそ1000gal程度の弾性応答せん断力が作用するとされている[5]。そこで，本研究ではRt曲線の第2種地盤を最大加速度1000galの加速度応答スペクトルと考え，これを保耐法で想定される地震動のスペクトル(以下，Rt2種スペクトル)とした。一方，限界耐力計算においては，工学的基盤上の標準加速度応答スペクトルに対して，表層地盤の影響を第2種地盤の略算法で考慮したスペクトル(以下，告示スペクトル)を，極めて稀に発生する地震動として扱う。本章では，Rt2種および告示スペクトルを検討用スペクトルとして，新耐震設計法で想定する地震動について検討する。

3.2　等価線形化法を用いた応答評価結果

検討用スペクトルを用いて等価線形化法による応答評価を行い，そこから得られる層間変形角をFig.3に示す。5層建物においては，両スペクトルに基づく層間変形角に差が生じることが確認された。一方，10層および14層建物では，層間変形角は概ね一致する結果となった。これは，建物の固有周期が長周期領域に移行することで，両スペクトル間の差が小さくなるためと考えられる。また，検定値ごとの比較では，5層および10層建物では，耐震等級によって最大層間変形角に差が生じたが，14層建物では大きな差は見られなかった。

3.3　時刻歴応答解析結果との比較

本節では，観測波4波(El Centro-NS，Hachinohe-NS，Taft-EW, JMA-Kobe-NS)を50kineに基準化した地震波を入力し，時刻歴応答解析結果と等価線形化法による応答評価結果を比較する。入力地震動のスペクトルをFig.4に示す。解析は，数値積分法にNewmark-β法(β＝0.25)を用い，積分時間間隔を1/1000秒，粘性減衰は瞬間剛性比例型，減衰定数を3%とした。固有周期が短周期領域にあたる5層建物と長周期領域にあたる14層建物の時刻歴解析結果をFig.5に示す。なお，Fig.5中のRt2種と告示の層間変形角は，Fig.3と同じ等価線形化法による応答評価結果である。

Fig.5より，等価線形化法による応答評価結果は時刻歴応答解析結果より，大きな層間変形角を示すことを包絡する結果であることが確認された。

4．まとめ

本報では，Rt2種スペクトルは，建物周期によらず，極めて稀に発生する地震動に対してより大きな層間変形角を算定することを確認した。これより，C_0＝1.0相当の地震動は極めて稀に発生する地震動を表すものと考えられ，設計段階での等価線形化法による応答評価を行う際には，Rt2種スペクトルを適用可能であると考える。

5．参考文献

1))岸本，北嶋ほか：新耐震設計法で設計されたRC造建物の損傷評価法に関する研究　その1,2，日本建築学会大会，2025.9
2)石山：種々の建物に対する地震層せん断力の分布とベースシヤー係数，日本建築学会構造系論文報告集，第439号，1992.9
3)平石，平塚：現行耐震基準による建物の耐震性能の検証，日本建築学会構造系論文集，第74巻，第641号，2009.7
4)日本建築防災協会：構造設計・部材断面事例集，2007
5))国立研究開発法人建築研究所：「2020 年版　建築物の構造関係技術基準解説書」，第１版

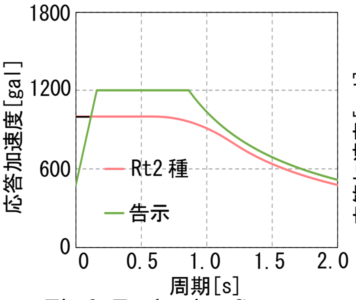

Fig.2 Evaluation Spectrum

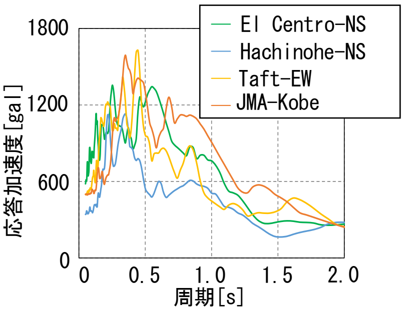

Fig.4 Observed Wave Spectrum

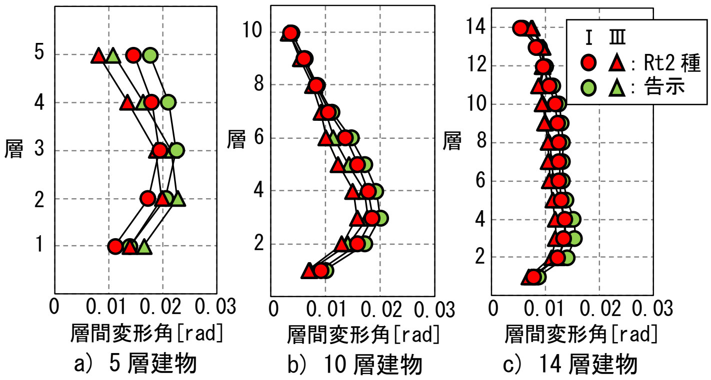

Fig.3 Response values for Seismic Grades I and III

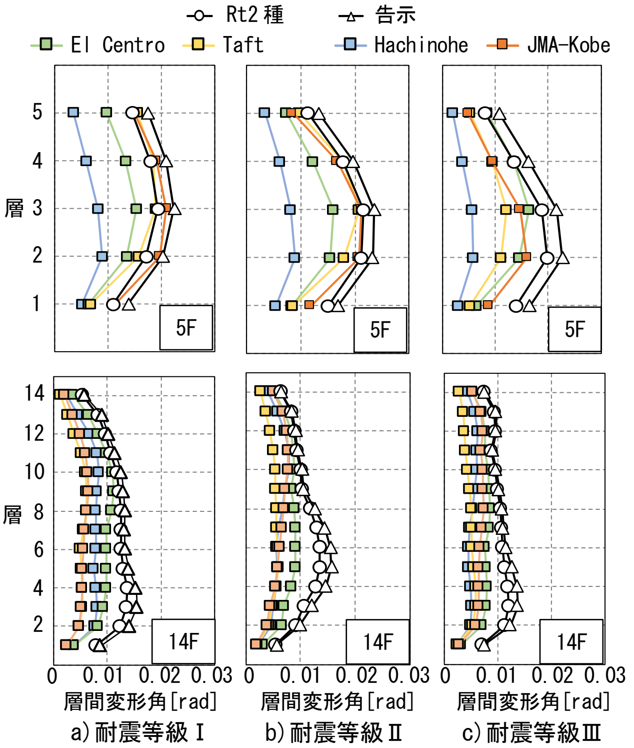

Fig.5 Validation of Response Spectra for Large Earthquakes