

地震応答観測データに基づき補正した解析モデルによる RC 建造物の応答推定

その2 検討用解析モデルの概要と異なる地震波に対する適用

地震応答観測	解析モデルの補正	応答推定	正会員	○大野歩美*1	同	易卓然*2
応答スペクトル法	入力地震動	4 質点系モデル	同	前田匡樹*3	同	Jonathan Monical*4
			同	鈴木裕介*5	同	関松太郎*6

## 1. はじめに

その2では、まず検討用解析モデルの概要について述べる。次にその1で示した提案手法を異なる3つの地震波に対して適用し、応答の推定精度の検討を行う。本検討では時刻歴応答解析結果を実応答（観測データ）とみなし、実応答に基づき荷重増分解析結果の補正を行った上で応答スペクトル法による応答推定を行う。同じ建物の場合でも、地震波によりモード系が変化すると考えられることから、地震波の違いは提案手法の等価1自由度系に縮約した性能曲線の評価精度にも影響を及ぼす可能性が考えられる。よってその2においては、提案手法の異なる地震波への適用性を検証することを目的とする。

## 2. モデル概要・解析概要

### 2.1 モデル概要

本検討では、図-1に示すような4質点系モデルを対象とする。全体崩壊形を想定し、各階の初期剛性・降伏耐力は設計用層せん断力分布係数  $A_i$  に基づき設定した。各パラメータの値は表-1に示すとおりである。

表-1 モデル概要 パラメータ

階	初期剛性(kN/mm)	降伏耐力 (kN)	質量(kg)
1	16.0	80.0	10000
2	13.9	69.7	10000
3	10.9	54.6	10000
4	6.8	34.0	10000

図-1 4質点系モデル

### 2.2 荷重増分解析結果

荷重増分解析における層せん断力-層間変形関係を図-2に示す。

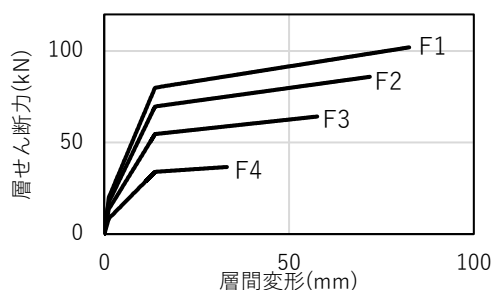


図-2 層せん断力 - 層間変形関係

### 2.3 時刻歴応答解析結果

本検討では、神戸、Northridge、El Centro の3つの地震波を使用する。各地震波について、目標応答変形を生じさせるよう入力倍率を漸増させ、全10回の時刻歴応答解析 (Run.1~10) を行った。(Run.1~Run.3: ひび割れ前 Run.4~Run.7: 降伏前 Run.8~Run.10: 降伏後)

Run.10における最大層間変形角分布を図-3に示す。異なる地震波を入力することで、分布にばらつきがあることがわかる。

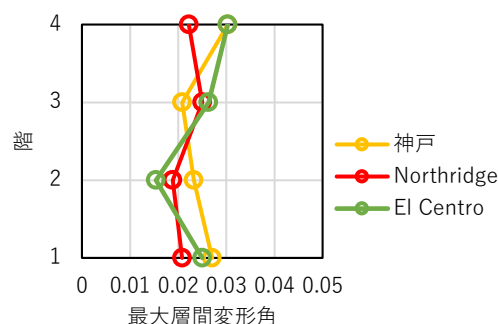


図-3 最大層間変形角分布

## 3. 提案手法の適用結果

その1で示した手法を3種類の地震波に対して適用し、応答推定を行う。以降示す結果においてはNorthridge波の場合を例とし取り上げることにする。

### 3.1 性能曲線の補正結果

降伏点を少し超えたRun.8までの観測データを使用し、等価1自由度系に縮約した性能曲線を補正した結果を図-4に示す。補正を行うことで、降伏点までの剛性が精度よく補正でき、実応答と一致していることがわかる。

### 3.2 等価粘性減衰定数の補正結果

等価粘性減衰定数の補正結果を図-5に示す。補正を行うことで特に塑性範囲の値に違いが見られることから、応答の推定にも影響を及ぼすと考えられる。

### 3.3 将来の地震動に対する応答推定結果

補正した性能曲線と等価粘性減衰定数を用いて、応答スペクトル法により応答推定を行う。はじめに、Run.8までの観測データを用いたRun.9、Run.10の応答推定結果を図-6に示す。

推定の結果、実応答と補正前の性能曲線・等価粘性減衰定数による推定値には誤差があるが、補正を行うことで推定精度が向上することを確認できた。

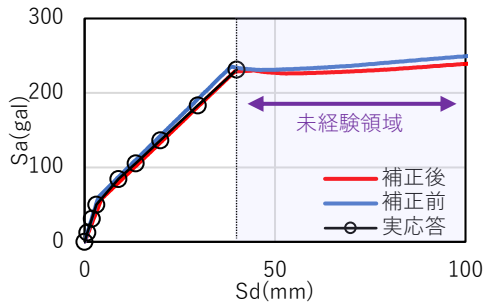


図-4 性能曲線の補正結果

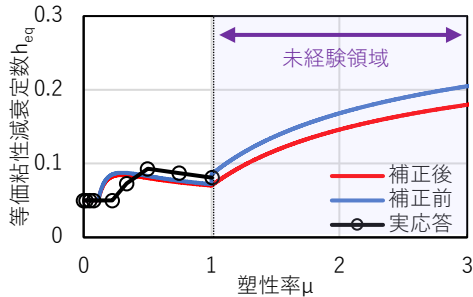
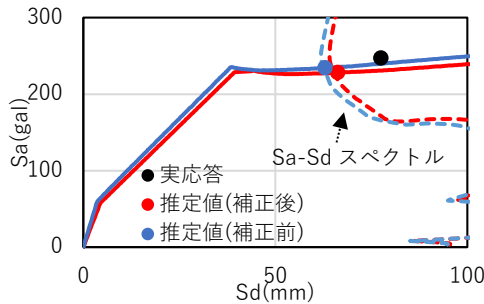
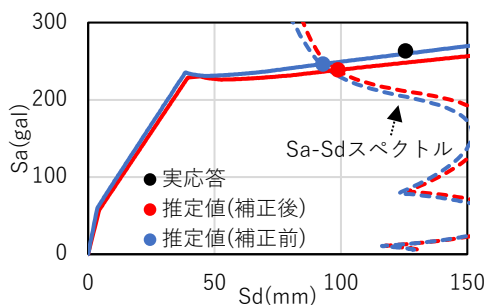


図-5 等価粘性減衰定数の補正結果



(a) Run. 9



(b) Run. 10

図-6 応答推定結果 (Northridge 波の場合)

次に各地震波について同様の方法で補正を行い、推定誤差  $E_m$  の検討を行う。その1式(5)に基づき求めた誤差を図-7に示す。今回の検討においては、もとの解析モデルの誤差が15%程度以上である場合には、補正を行うことで推定精度が向上することが確認できた。しかし、もとの解析モデルによる推定精度が5%程度以下と良い場合には、補正による効果はあまり見られず、数%程度であるが精度が悪化する場合もあった。以上より、一連の補正方法を用いることで、必ずしも推定精度を向上させることができるとは限らないが、実応答と誤差の小さい範囲で比較的安定した推定を行うことができると考えられる。

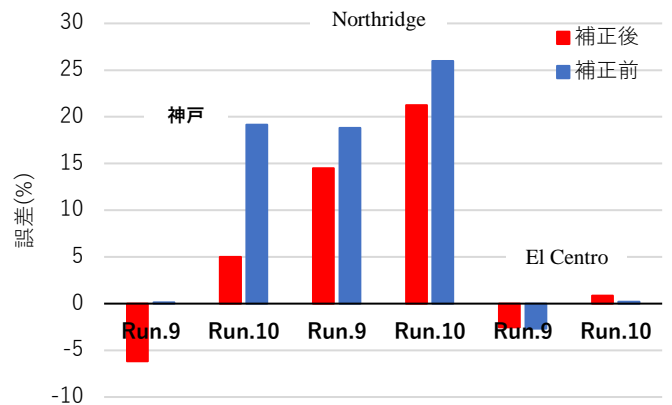


図-7 推定誤差

#### 4. 結論

提案した観測データに基づく解析モデルの補正法を4質点系モデルに適用し、異なる地震波に対する応答推定の結果を検討した。本研究の検討対象の4質点系モデルについて、解析モデルと実建物の荷重-変形関係に誤差がない場合には、異なる地震波に対する応答を等価1自由度系に縮約した性能曲線は、モード系の違いによる影響は小さく、荷重増分解析に基づいて縮約した性能曲線で概ね評価ができることがわかった。また本研究で提案した方法により性能曲線の補正が可能であることが確認できた。将来の地震動に対する応答推定では、等価粘性減衰定数の評価の影響が大きく、補正方法にはさらなる検討・改良の必要があると考えられるが、提案手法で一定の予測精度の改善が見られた。

同題その3では、解析モデルと実建物の荷重-変形関係に誤差がある場合についての検討を行う。

※謝辞はまとめてその3に示す。

\*1 東北大学大学院 工学研究科 博士課程前期  
 \*2 東北大学大学院 工学研究科 博士課程後期  
 \*3 東北大学大学院 工学研究科 教授・博士(工学)  
 \*4 東北大学大学院 工学研究科 研究員  
 \*5 大阪公立大学大学院 工学研究科 准教授・博士(工学)  
 \*6 建築研究所 特別客員研究員・工学博士

\*1 Graduate student, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.  
 \*2 Graduate student, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.  
 \*3 Professor, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.  
 \*4 Researcher, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.  
 \*5 Associate Professor, Graduate School of Eng., Osaka Metropolitan Univ.  
 \*6 Visiting Research Fellow, Building Research Institute