U.D.C 624.07

連続振動観測における構造物の振動特性評価
―その３　中小地震時における高層 SRC･低層 S 造建物の振動特性変化―

千葉　一樹*　　知念　　輝*　　伊丹　十夢*　　豊嶋　　学*

要　約：　本研究では，構造ヘルスモニタリングにおける長期維持管理機能に資する構造健全性評価手法の構築を目的として，地震・風などの外乱，振幅依存性，経年劣化・損傷蓄積，季節による温湿度変化について，蓄積した実建物の連続振動観測記録により分析を進めている。本論文は，関東地域に所在する高層 SRC 造建物と低層 S 造建物の中小地震観測記録を対象に，地震時及び地震前後における固有振動数・減衰定数の変化を分析し，振幅依存性や損傷蓄積の傾向について考察している。1 次固有振動数と最大相対変位の関係に振幅依存性を確認し，指数関数による近似モデルが実用可能な予測精度を示した。また地震時でも相対変位振幅の増減に伴う 1 次固有振動数の変化傾向を確認した。地震毎の 1 次固有振動数分布や地震前後における微動時の 1 次固有振動数変化から，損傷蓄積の影響が示唆される知見が得られた。

ｷｰﾜｰﾄﾞ：　構造ヘルスモニタリング，部分空間法，偏分反復法，固有振動数，減衰定数，システム同定，損傷蓄積

目　次：

1. はじめに
2. 観測対象建物概要
3. 地震観測記録概要
4. 地震毎における振幅依存性と損傷蓄積の傾向分析
5. 地震時･地震前後の振動特性変化の傾向分析
6. まとめ

1. はじめに

高度経済成長期に建設された多くの構造物が築年数 50 年を経過し，老朽化した構造物の健全性を効率的に維持管理していくことは，都市の防災・減災を促進するための重要な課題となっている。また，国内の生産労働人口の減少に伴い，点検調査・診断業務の労務軽減のための ICT・IoT 技術の実用化が推進されている。

こうした背景の中，これまで目視で行われてきた診断労務を代替するため，各種センサを用いた観測装置による状態監視と，構造健全性を判定する評価技術を組み合わせた構造ヘルスモニタリングシステム（Structure Health Monitoring）の活用が期待されている[1)]。中でも地震時における被災度判定システムは先行して，防災拠点の機能継続ガイドラインや健全性判定システムの管理マニュアルが整備され，徐々に社会実装が進みつつある[2), 3)]。

筆者らは，加速度計測による振動観測記録を活用した構造健全性評価手法の構築を目的として，被災度判定システムに応用可能な解析手法の提案または解析精度の検証結果を報告してきた[例えば 4), 5)]。しかしながら地震や強風などの外乱，また季節による温湿度変化などの様々な外部因子により影響される構造物の振動特性変化については評価手法の整備が不十分である。

これまで，長期振動観測から求められた固有振動数・減衰定数の変化から構造物の健全性を評価しようと試みている研究が数多く報告されている[6)–9)]。既往研究では，地震被害や経年変化[10)～12)]または振幅依存性[13)–15)]，温度変化[11), 12), 16)]，風外力[17), 18)]によって対象構造物の振動特性が変化していることが報告されており，建物規模や構造種別によっても変動傾向が異なるため，現状では様々な観測記録から得られる知見の蓄積が必要とされている。

そこで本論文では，筆者らが連続振動観測を実施している建物規模・構造種別の異なる 2 棟の建物を対象として，蓄積されている中小地震の観測記録から固有振動数・減衰定数の変化傾向について，振幅依存性及び経年劣化・地震による損傷蓄積の観点から分析・整理した結果を報告する。なお本論文は，既報[19)–20)]に新たな分析結果を追加して加筆修正し，再構成したものである。

2. 観測対象建物概要

本論文では，関東地域に所在する高層 SRC 造建物，低層 S 造建物の 2 棟を対象として分析を行った。いずれも筆者らが観測システムを管理している建物であり，常時微動を含めた 24 時間の連続振動観測を実施している。

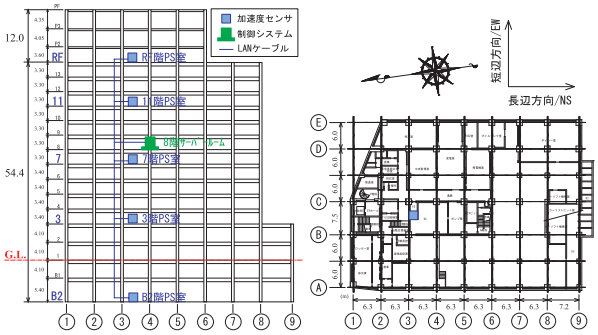
2.1　高層 SRC 造建物

都内に所在する地下 2 階・地上 13 階建ての鉄骨鉄筋コンクリート造で 1972 年竣工の建物である。加速度計には感振センサ（富士電機社製）を使用し，屋上階・11 階・7 階・3 階・B2 階の 5 箇所を観測点としている（図 1）。本建物では，2013 年 11 月から観測開始しており，観測継続期間は今年で 10 年目となる。

2.2　低層 S 造建物

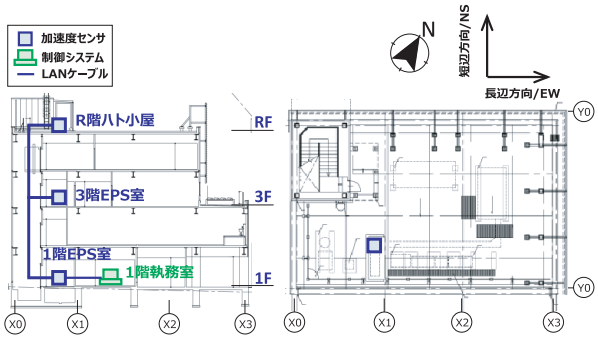
神奈川県内に所在する地上 4 階建ての鉄骨造で 2013 年竣工の建物である。高層 SRC 造建物と同様に感振センサを使用し，屋上階・3 階・1 階の 3 か所を観測点としてい

＊技術研究所　振動・音響グループ



（断面図）　（B2 階平面図）

図 1　建物概要・観測機器設置概要（高層 SRC 造）



（断面図）　（1 階平面図）

図 2　建物概要・観測機器設置概要（低層 S 造）

る（図 2）。本建物では，2017 年 12 月から観測を開始しており，観測継続期間は今年で 5 年目となる。

3. 地震観測記録概要

気象庁の震度データベース検索[20] により，観測建物所在地近辺で震度 1 以上を検知した発生地震を確認し，各建物での地震観測記録を照合してサイト震度別に集計した結果を表 1 に示す。ここで本論文では，各建物の最下階で観測した加速度記録から計測震度[21] を算定し，求めた震度をサイト震度と定義している。

筆者らが観測してきた地震記録の中でもサイト震度 4 が最大であり，2021 年 10 月 7 日に発生した千葉県北西部を震源とする地震が最も大きかった。

高層 SRC 造建物は，観測期間に比べて低層 S 造建物よりも地震検知の回数が少ない。気象庁の建物所在地近傍の震度からも，低層 S 造建物地域の方が比較的揺れやすい傾向が読み取れるため，各建物所在地の地盤条件の違いが理由に考えられる。また高層 SRC 造建物ではサイト震度を計測する加速度センサを地下 2 階に設定していることも観測値が小さくなる要因として考えられる。

表 2，3 に各建物で計測震度 2.5 以上を観測した地震記録の概要を示した。2021 年 10 月 7 日の地震では，高層 SRC 造建物の NS 方向で 85.2 gal，低層 S 造建物の EW 方向で 140 gal の最大応答加速度を建物頂部で観測している。

表 1　サイト震度別の地震観測記録収録回数

観測建物	期間	サイト震度						計
		0	1	2	3	4	7～5弱	
高層SRC造建物	2013.11～2022.7	72	71	24	5	1	0	173
低層S造建物	2017.12～2022.7	63	129	44	7	3	0	246

表 2　観測記録概要/計測震度 2.5 以上（高層 SRC 造）

気象庁　観測記録情報							対象建物　観測記録情報						
No.	地震発生日時	震央地名	深さ (km)	M	最大震度	建物所在地震度	サイト震度	計測震度		最大絶対加速度(gal)			
								B2	RF	B2		RF	
										NS	EW	NS	EW
1	2013/11/10 7:37	茨城県南部	64	5.5	5弱	3	3	2.6	3.6	12.3	13.0	28.7	21.0
2	2014/5/5 5:18	伊豆大島近海	156	6	5弱	4	3	2.8	3.3	13.9	20.0	28.7	21.9
3	2015/5/30 20:23	小笠原諸島西方沖	682	8.1	5強	4	3	3.1	4.1	13.8	14.4	33.9	37.7
4	2021/2/13 23:07	福島県沖	55	7.3	6強	4	3	2.8	3.8	13.3	14.9	43.8	25.8
5	2021/10/7 22:41	千葉県北西部	75	5.9	5強	4	4	3.7	4.5	38.9	37.5	85.2	49.8
6	2022/3/16 23:36	福島県沖	57	7.4	6強	4	3	2.9	4.3	14.7	17.1	60.9	27.1

表 3　観測記録概要/計測震度 2.5 以上（低層 S 造）

気象庁　観測記録情報							対象建物　観測記録情報						
No.	地震発生日時	震央地名	深さ (km)	M	最大震度	建物所在地震度	サイト震度	計測震度		最大絶対加速度(gal)			
								1F	RF	B2		RF	
										NS	EW	NS	EW
1	2018/1/6 0:54	東京湾	71	4.7	4	4	3	3.2	3.5	50.0	25.8	62.1	38.4
2	2018/7/7 20:23	千葉県東方沖	57	6	5弱	3	3	2.6	3.8	17.8	19.4	42.5	39.8
3	2019/6/24 9:11	千葉県南東沖	61	5.2	4	4	3	2.7	3.0	22.7	16.6	29.0	21.4
4	2020/5/6 1:57	千葉県北西部	68	5	4	3	3	2.6	2.8	18.4	17.2	25.6	25.4
5	2021/2/13 23:07	福島県沖	55	7.3	6強	4	4	3.5	4.8	40.4	46.0	121	115
6	2021/3/20 18:09	宮城県沖	59	6.9	5強	4	3	2.8	4.0	12.1	14.6	51.2	41.6
7	2021/10/7 22:41	千葉県北西部	75	5.9	5強	5弱	4	3.9	4.8	67.2	77.2	111	140
8	2021/12/12 12:30	茨城県南部	50	5	4	3	3	2.9	3.4	23.0	25.8	37.6	43.9
9	2022/3/16 23:36	福島県沖	57	7.4	6強	4	4	3.5	4.6	41.7	39.2	129	78.4
10	2022/3/31 20:52	東京湾	73	4.7	4	3	3	2.6	3.0	19.8	16.2	26.5	22.4

4. 地震毎における振幅依存性と損傷蓄積の傾向分析

各観測建物の固有振動数・減衰定数を算出し，長期間における振動特性の変化や，建物応答との関係性を分析した。ここでは 2021 年 10 月 7 日の地震で大きな加速度を計測した観測記録を採用し，高層 SRC 造建物は NS 方向，低層 S 造建物は EW 方向を分析対象とした。

4.1　分析方法

最下階とその他の観測点の入出力関係から，地震記録全体の加速度波形から伝達関数・位相差スペクトルを算定し，各次の刺激関数・固有振動数・減衰定数を多点参照・多自由度偏分反復法[4]（以降，MRDIM と略す）により同定した。伝達関数の平滑化には Hanning Windows を 1 回処理した。またシステム同定の収束判定条件は，固有振動数の同定誤差を 10^{-3} 以下に抑えることを想定し，余裕を見て各同定パラメータの変動差分 10^{-6} 以下に設定した。システム同定結果の代表例として，図 3 に 2021 年 10 月 7 日の地震記録を分析した結果を示す。同定次数は，伝達関数から励起された振動モードが判別できることを条件として高層 SRC 造を 3 次，低層 S 造を 2 次に設定した。

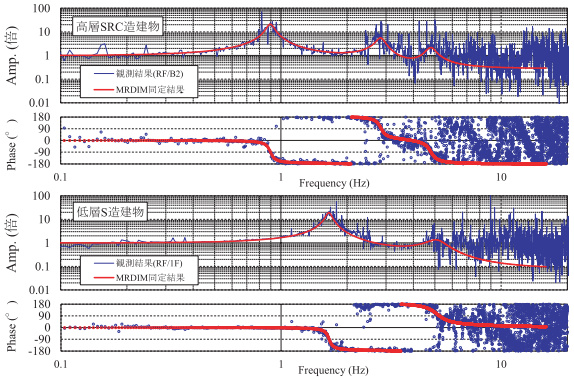


図 3　伝達関数・位相差スペクトルの算定例

4.2　高層 SRC 造建物の振動特性変化

高層 SRC 造建物で観測した 173 回の地震記録（表 1）を対象に，MRDIM により同定した各次固有振動数・減衰定数と建物頂部の最大相対変位との関係を図 4，5 に示した。ここで相対変位は，加速度波形に H.P.F. 0.3 Hz を処理して，フーリエ 2 階積分により変位に変換し，最下階と最上階の差分から建物頂部の相対変位を求めた。また各データは 2021 年 10 月 7 日前後の変化を読取ることを意識して，3〜4 年毎を目途に期間 A（2013.11〜2017），期間 B（2018〜2020），期間 C（2021〜2022.7）と 3 期間に区分して，各期間での変化の有無を確認した。

図 4 には，全期間と各期間に分けて，最小二乗法による指数関数近似の結果を示し，全期間の分析結果には 95% 予測区間を合わせて図示した。

全期間における 1 次・2 次の相関係数は −0.65〜−0.77 であり強い負の相関性が認められ，応答変位増加に伴って固有振動数が低下する明確な振幅依存性が確認できる。

近似曲線の予測精度は，1 次・2 次で比較的高い決定係数を示したが，3 次で一部傾向から外れたプロットの影響により極端に低下した。各プロットのバラツキは，全期間の近似曲線に対する 95% 予測区間内に概ね収まっている。ここで同定結果に対するバラツキの要因分析は今後の課題とするが，地震記録個別の地震応答に対する振幅依存性を評価できていないことや季節変動による影響を一因として想定している。

各期間の近似曲線の比較から，1 次・2 次は全期間と期間 A・B は類似した傾向に対して，期間 C は固有振動数が低下側に移動している傾向が読み取れる。このことから期間 C では損傷蓄積による経年変化の影響が示唆される。

図 5 の減衰定数と相対変位の関係では，1 次・2 次ともに 0.5%〜5% に分布し，相関係数 0.40〜0.45 から正の相関関係が認められた。3 次はバラツキが大きく相関関係は認められなかった。また期間 A〜C の分布からは，経年変化による傾向は認められなかった。

4.3　低層 S 造建物の振動特性変化

低層 S 造建物で観測した 246 回の地震記録（表 1）を対象にして，4.2 節と同様の分析を行い，図 6，7 に固有振動数・減衰定数と最大相対変位との関係を示した。ここで高層 SRC 造建物の期間区分と同じ考え方を用いて，期間 B（2017.12〜2020），期間 C（2021〜2022.7）に区分して，各期間での変化の有無を確認した。

図 6 から全期間における 1 次の相関係数は −0.6 であり，高層 SRC 造建物と比較するとバラツキが大きいものの，固有振動数と最大相対変位の関係に負の相関が認められ，振幅依存性の傾向が確認できる。

近似曲線の予測精度は，1 次で比較的高い決定係数を示したが，2 次ではバラツキが大きく近似予測の精度が低下している。また各期間の近似曲線の比較から，1 次に関しては期間 C における経年変化の影響が示唆された。

図 7 から 1 次減衰定数は 1%〜6% に分布し，最大相対変位との間に正の相関が認められるが，2 次はバラツキの影響から相関性が弱い。2 期間の年代プロットの分布からは，経年変化による傾向は認められなかった。

5.　地震時・地震前後の振動特性変化の傾向分析

微小時間間隔における振動特性の時間変化を Ordinary

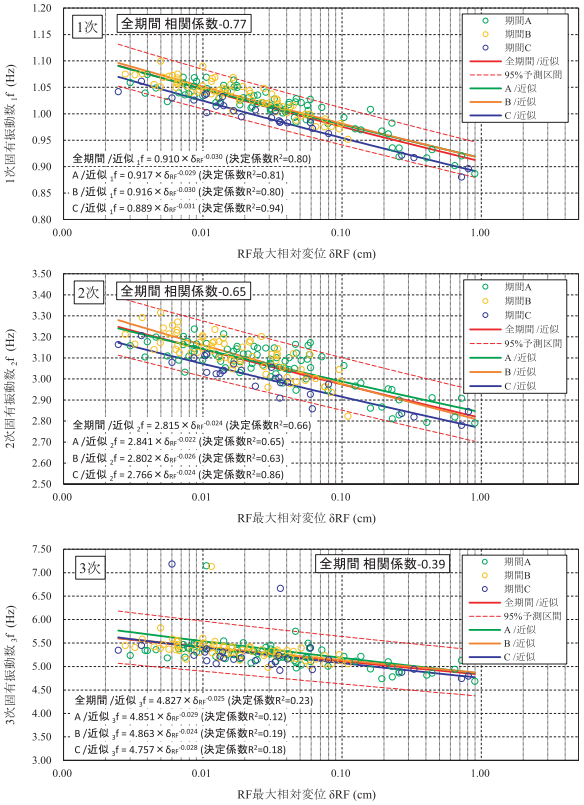


図 4　固有振動数の振幅依存性（高層 SRC 造）

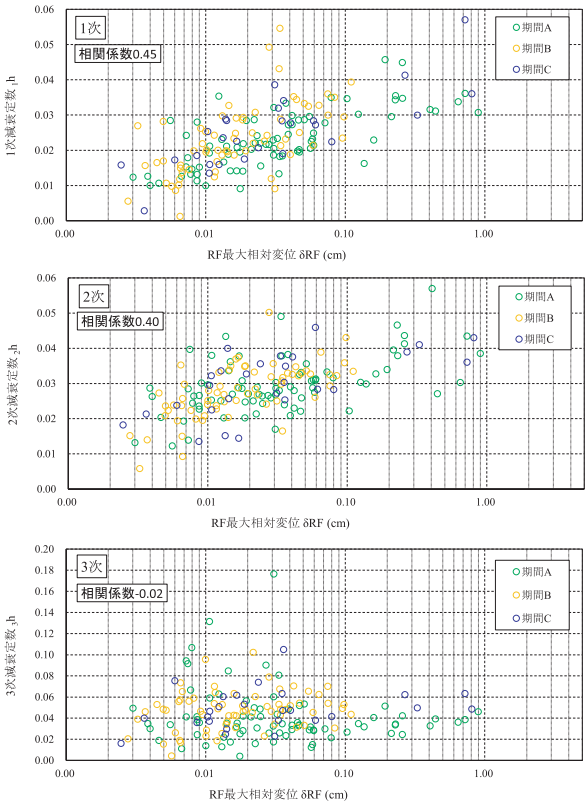


図 5　減衰定数の振幅依存性（高層 SRC 造）

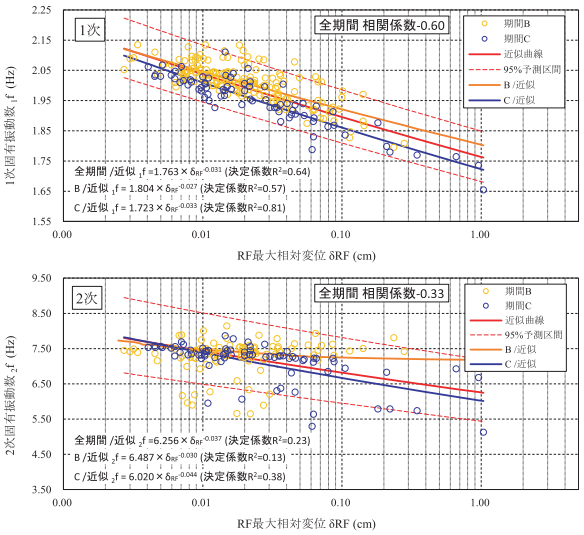


図 6　固有振動数の振幅依存性（低層 S 造）

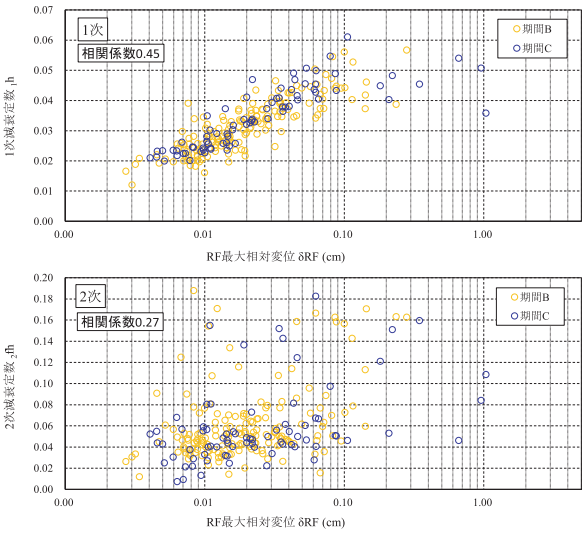


図 7　減衰定数の振幅依存性（低層 S 造）

MOESP 法による部分空間法[5]（以降，MOESP と略す）によって同定した。本論文では，分析時間間隔 0.05 s に対して，ハンケル行列のブロック行数を 1.0 s～1.2 s に 0.1 s で変更，またシステム次数を 5～30 で 1 ずつ変動させて固有振動数・減衰定数を同定し，各次数での最頻値を真値として同定結果に採用した。また地震発生前後の常時微動観測記録（深夜 1～4 時）を MRDIM によりシステム同定を行い，微動時の振動特性変化の確認を併せて行った。

ここで 2 つの地震記録（表 2 中 No. 5・6，表 3 中 No. 7・9）を対象に，4 章と同様に高層 SRC 造建物は NS 方向，低層 S 造建物は EW 方向の観測記録を分析対象とした。

5.1　高層 SRC 造建物の振動特性変化

地震加振中における 1 次の固有振動数･減衰定数の変化と建物頂部の相対変位波形を図 8･ｉ），9･ｉ）に示した。いずれの地震でも相対変位の振幅増加に伴って 1 次固有振動数が低下し，振幅が収まるにつれて徐々に回復する傾向が読み取れる。1 次減衰定数は 1 次固有振動数の変動傾向と同期する形で 3%～15% の間で増減を繰り返す様子が読み取れる。

図 8･ⅱ），9･ⅱ）には，地震前後の微動時における 1 次の固有振動数･減衰定数の推移を示した。2021 年 10 月 7 日の地震では，発生前後で微動時の 1 次固有振動数に 0.03 Hz の低下が見られ，発生後 2 週間で徐々に回復するが戻りきらず，その後は低下傾向に変化する。ここで本建物における 10 月～11 月の 1 次固有振動数の長期変動は低下傾向[23]を示すため，長期変動の傾向が影響していることが考えられる。また 2022 年 3 月 16 日の地震でも，地震後に低下した 1 次固有振動数が徐々に回復する傾向が認められるが，本建物における 3 月～4 月の 1 次固有振動数の長期変動は増加傾向[23]を示すため，同様に長期変動の影響が含まれるものと考えられる。

以上のことから，地震前後における損傷蓄積を明確化するには，長期変動傾向を把握し除外した上で，評価する必要性が示唆される。

5.2　低層 S 造建物の振動特性変化

5.1 節と同様に分析を行い，地震加振中の振動特性変化を図 10・ｉ），11・ｉ）に示した。また地震発生前後の微動時振動特性変化を図 10・ⅱ），11・ⅱ）に示した。

低層 S 造建物でも高層 SRC 造建物と同様に，変位振幅増加に伴って 1 次固有振動数が低下し，振幅が収まるにつれて回復する傾向が認められた。1 次減衰定数は一部バラツキが大きくみられる区間があり不明瞭であるが，3～5% あたりを推移する様子が確認できる。

6.　まとめ

関東地域に所在する高層 SRC 造建物と低層 S 造建物の中小地震時における振動特性変化について分析を行った。本論文から得られた知見を以下に示す。

（1）　固有振動数と最大相対変位との関係性に負の相関が認められ，1 次固有振動数は指数関数による近似モデルが決定係数 0.6～0.8 と実用可能な予測精度が得られた。

（2）　減衰定数と相対変位との関係性には正の相関が認められ，1 次減衰定数では高層 SRC 造建物で 0.5%～5%，低層 S 造建物で 1%～6% の分布が認められた。

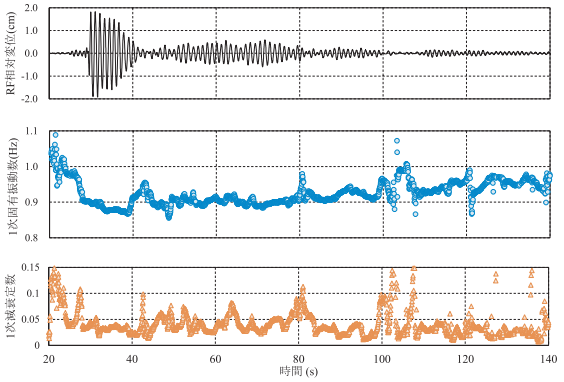
（3）　観測期間に区分した 1 次固有振動数の振幅依存を近似した結果から，2021 年～2022 年の期間に低下側に変動する傾向が認められ損傷蓄積の可能性が示唆された。

（4）　地震時には相対変位振幅の増加に伴って，1 次固有振動数が低下し，振幅が収まるにつれて徐々に回復する傾向が認められた。

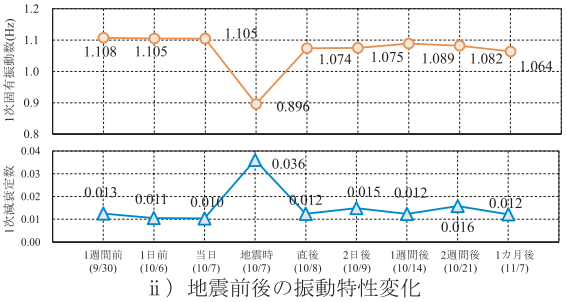
（5）　地震発生前後における微動時の 1 次固有振動数はいったん低下し数日間かけて徐々に回復する傾向が認められるが，長期の変動傾向を除外しないと明確な損傷蓄積が評価できないことが示唆された。

参考文献

1）建物のレジリエンスと BCP レベル指標検討特別調査委員会：建物のレジリエンスと BCP レベル指標検討　特別調査委員会報告書，一般社団法人　日本建築学会，2020.3

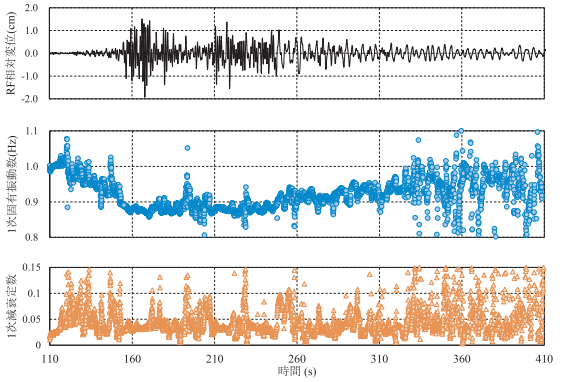


ⅰ）地震時における振動特性の時系列変化

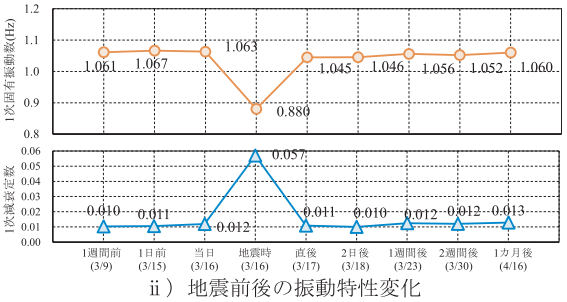


ⅱ）地震前後の振動特性変化

図 8　地震時・地震前後の振動特性変化（高層 SRC 造）
（2021 年 10 月 7 日発生地震：サイト震度 4）

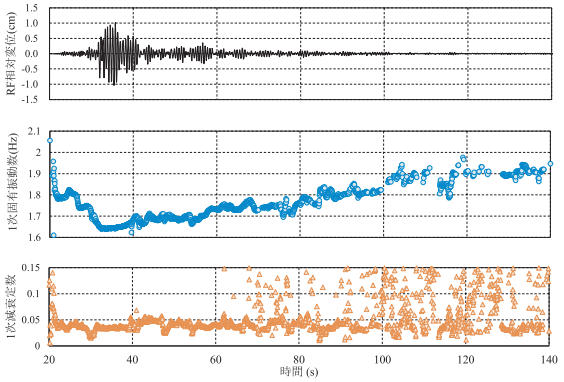


ⅰ）地震時における振動特性の時系列変化

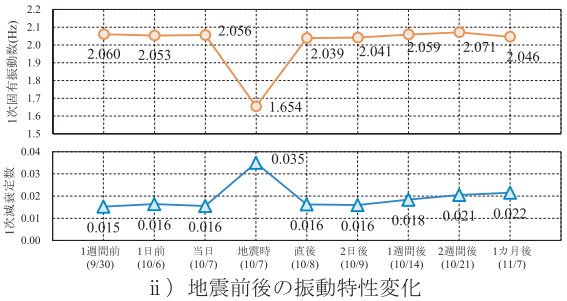


ⅱ）地震前後の振動特性変化

図 9　地震時・地震前後の振動特性変化（高層 SRC 造）
（2022 年 3 月 16 日発生地震：サイト震度 3）

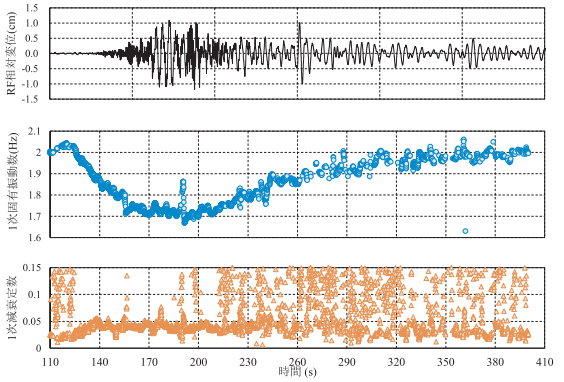


ⅰ）地震時における振動特性の時系列変化

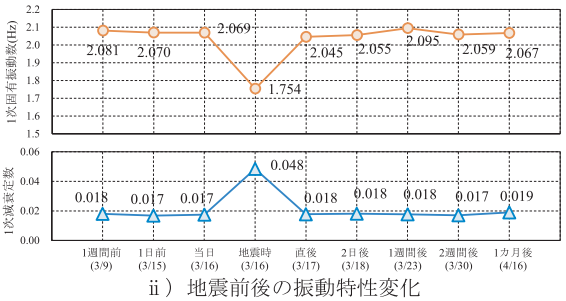


ⅱ）地震前後の振動特性変化

図 10　地震時・地震前後の振動特性変化（低層 S 造）
（2021 年 10 月 7 日発生地震：サイト震度 4）



ⅰ）地震時における振動特性の時系列変化



ⅱ）地震前後の振動特性変化

図 11　地震時・地震前後の振動特性変化（低層 S 造）
（2022 年 3 月 16 日発生地震：サイト震度 4）

2）健全度判定システムを用いた地震時の建物の管理マニュアル作成指針（案），科学研究費都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト②都市機能の維持・回復のための調査・研究，都市機能の維持・回復のための調査・研究プロジェクト運営委員会，2017 年 3 月

3）防災拠点等となる建築物の機能継続に係る機能継続ガイドライン，国土交通省住宅局，2018 年 5 月

4）千葉一樹，豊嶋学：システム同定を用いた非観測階の地震応答推定手法―多点参照・多自由度偏分反復法によるシステム同定の適用―，東急建設技術研究所報 No. 42, pp. 25–30, 2017.3

5）千葉一樹，豊嶋学：システム同定手法の違いによる同定精度の比較―偏分反復法と部分空間法による固有振動数・減衰定数の推定精度―，東急建設技術研究所報 No. 47, pp. 27–31, 2022.3

6）荒川利治，山本和也：常時微動測定に基づく鉄骨造高層建物の振動特性に関する経年変化および時間変動，日本建築学会技術報告集，第 19 号，pp. 61–66, 2004.6
7）森下真行，齋藤芳人，龍神弘明，田沼毅彦，渡辺一弘：RC 造超高層建物の長期地震観測結果に基づく動特性評価，日本建築学会技術報告集，第 20 巻，第 45 号，pp. 527–532, 2014.6
8）森田高市，鹿嶋俊英，濱本卓司：東北地方太平洋沖地震前後の SRC 造建築物の長期状態モニタリング，日本建築学会構造系論文集，第 81 巻，第 730 号，pp. 2037–2044, 2016.12
9）畠山智貴，王欣，大野晋，源栄正人：長期連続観測記録に基づく低層建物の通常時と地震時の固有振動数の変動，日本地震工学論文集，第 17 巻，第 4 号，pp. 1–12, 2017
10）鹿嶋俊英，北川良和：強震記録に基づく進化戦略手法による建物の振動特性評価，日本建築学会構造系論文集，第 602 号，pp. 145–152, 2006.04
11）岡本桂久，赤澤隆士，山田真澄，大西良広，林康裕：連続地震観測記録に基づく超高層建物の振動特性評価，日本建築学会技術報告集，第 19 巻，第 41 号，pp. 59–64, 2013.02
12）畠山智貴，王欣，大野晋，源栄正人：長期連続観測に基づく鉄筋コンクリート造建築物の地震時および通常時における振動特性の変動，日本建築学会技術報告集，第 23 巻，第 55 号，pp. 805–808, 2017.10
13）鹿島俊英，小山信，小豆畑達哉，井上波彦：東北地方太平洋沖地震による超高層建物の振動特性の変動，日本建築学会技術報告集，第 21 巻，第 48 号，pp. 493–497, 2015.6
14）中村尚弘，鹿嶋俊英，木下拓也，伊藤真二，宮本泰志，曽根孝行，荏本孝久，犬伏徹志：振幅依存性を考慮した中低層 RC，SRC 造建物の水平 1 次振動特性，日本建築学会構造系論文集，第 81 巻，第 721 号，2016.3
15）中村尚弘，鹿嶋俊英，宮津裕次，東城峻樹，肥田剛典，飯山かほり，鈴木琢也：振幅依存性を考慮した S 造建物の水平 1 次，2 次振動特性，日本建築学会構造系論文集，第 83 巻，第 753 号，2018.11
16）西野剛史，森下真行，肥田剛典，小田聡，田沼毅彦，鈴木賢人，永野正行：超高層集合住宅を対象とした長期微動計測による固有振動数の変化，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅱ，pp. 1–2, 2017.8
17）石橋敏久，内藤幸雄：常時微動による高層構造物の振動特性推定に及ぼす風の影響の検討，日本建築学会構造系論文集，第 464 号，pp. 71–80, 1994.10
18）森本淳，千葉一樹，栗田哲：連続観測記録に基づく建物の振動特性と風速特性の関係の統計的評価，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅱ，pp. 383–384, 2011.8
19）千葉一樹，伊丹十夢，豊嶋学：システム同定を用いた非観測階の地震応答推定手法―提案手法の精度検証とシステム同定の初期値設定に関わる考察―，東急建設技術研究所報，No. 43, pp. 37–40, 2018.3
20）千葉一樹，知念輝，伊丹十夢，豊嶋学：外部因子による構造物の振動特性変化に関する研究　その 1　高層 SRC・低層 S 造の中小地震における振動特性変化，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅱ，pp. 325–326, 2022.9
21）震度データベース検索，https://www.data.jma.go.jp/eqdb/data/shindo/index.html，気象庁
22）計測震度の算出方法，https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/calc_sindo.html，気象庁
23）知念輝，千葉一樹，伊丹十夢，豊嶋学：連続観測における構造物の振動特性評価　その 4　温湿度変動が高層 SRC・低層 S 造建物の振動特性に及ぼす影響，東急建設技術研究所報，No. 48, pp. 31–44, 2023.3

EVALUATION OF VIBRATION CHARACTERISTICS OF STRUCTURES USING CONTINUOUS OBSERVATION
Part3 Fluctuation Tends In Vibration Characteristics Of High-Rise SRC And Low-Rise S Buildings On Small And Medium-Sized Earthquake

K. Chiba, A. Chinen, T. Itami and M. Toyoshima

The purpose of this study is to construct the structural performance evaluation method that contributes to long-term maintenance in structural health monitoring, we accumulated disturbances such as earthquakes and winds, amplitude dependence, aging deterioration/damage accumulation, and seasonal temperature and humidity changes. We are proceeding with the analysis based on the continuous vibration observation records of actual buildings. This paper analyzes changes in the natural frequency and damping factor during and before and after an earthquake, targeting small and medium-sized earthquake observation records of high-rise SRC buildings and low-rise S buildings located in the Kanto region, and analyzes amplitude dependence and damage. We confirmed the amplitude dependence on the relationship between the first natural frequency of vibration and the maximum relative displacement and showed the prediction accuracy that the approximate model by the exponential function can be used. We also confirmed the tendency of the first natural frequency to change as the relative displacement amplitude increases and decreases even during an earthquake. From the distribution of the first natural frequency for each earthquake and the change in the first natural frequency during tremors before and after the earthquake, we were able to obtain results suggesting the effect of damage accumulation.