

名古屋大学における実測記録に基づく建築物の動的特性に関するデータベース構築

名古屋大学社会環境工学科建築学コース
福和研究室 浜田栄太

1. 背景と目的

1998年、建築基準法改正による建物の設計が仕様規定型から性能規定型に移行し、建物の地震応答を設計時に正確に予測することがこれまで以上に重要となった。建物の振動特性を考える上では建物の揺れやすい振動数を示す固有振動数と、建物の揺れにくさ「減衰性能」を示す減衰定数が重要となる。しかし、構造設計の場において、減衰定数設定の根拠に議論がされることは稀である。また議論の主対象も高さ60mを超える高層建物に限られる。都市に多く存在する軟弱地盤上の中低層建物は地盤に比べて建物の剛性が大きく、地盤と建物の動的相互作用の影響が強く、逸散減衰効果も大きいと考えられるが、実測資料は殆ど蓄えられていないのが現状である。より合理的な耐震設計を進めるには、中低層建物も含んだ信頼性の高い実測資料が必要であり、建物に関する諸情報とともに体系的に収集整理されなければならない。

そのため、本研究では1994年度から2003年度にわたり名古屋大学で実施してきた多数の中低層建築物の実測記録と建物に関する諸情報を体系的に整理・収集し、それらをデータベース化することを目的とする。更に加えて、今回は常時微動記録に基づく高層建物と中低層建物の統計的な比較、検討を行う。

2. データベース概要

対象建物について図2.1、図2.2に示す。全建物棟数は118棟であり、その内訳はRC造103棟、S造11棟、SRC造4棟である。RC造の主な用途は名古屋市内の研究棟、及び名古屋市内の小学校である。また、S造10階建ては学内の建物1棟であり、15階以上は名古屋市内の高層評定を受けた建物9棟である。SRC造は15階建ては名古屋市内の高層評定を受けた建物1棟、それ以下に分布しているSRC造はすべて学内の建物である。そのうち2棟は増築前後の建物である。用途の「その他」は宿泊施設、複合施設が含まれている

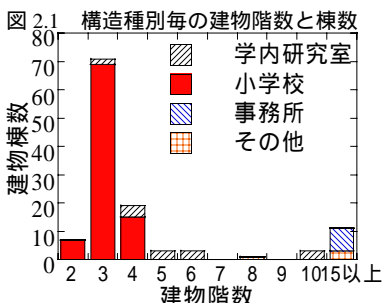
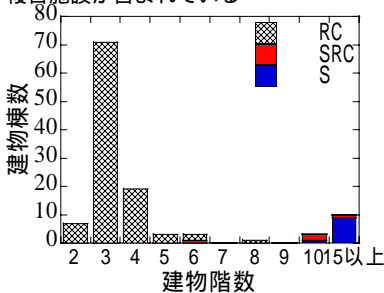


図2.2 用途別毎の建物階数と建物棟数の関係

3. 対象建物の振動特性に関する統計的分析

軒高の変化による振動特性の変遷

振動特性の分析方法は、RC造、SRC造(学内のもの)については、固有振動数は伝達関数(RF/1F)のピークもしくは伝達関数からカーブフィットで推定したものを、減衰定数はカーブフィットにより推定が行えたケースのみ採用した。S造、SRC造(高層)については、固有振動数はRD法により生成された自由振動波形による平均ゼロクロッシング数から推定し、減衰定数はその自由振動波形から対数減衰率により推定している。

図3.1に長辺、短辺の軒高と実測固有周期を示す。長辺、短辺ともに軒高の増加とともに実測1次固有周期は増加していることが分かる。また、図3.2にRC造及びS造の原点を通る回帰直線と文献¹⁾による回帰直線(RC造は $T=0.016H$ 、S造は $T=0.02H$)を相関係数Rとともに示す。文献¹⁾は微動時における高層建物の結果を対象に回帰された結果である。これを見るとS造の方は比較的良く対応している傾向が見て取れるが、RC造に関しては特に短辺方向の相関係数が低い結果となった。これは文献¹⁾により提案された回帰直線が高層建物のデータが中心であるために構造形式に共通性が大きいのに対し、筆者の結果は壁量の変化が大きい中低層建物を主対象としているためと考えられる。図3.3では軒高と周期比(長辺/短辺)の関係を用途・構造別に示す。軒高の増加とともに、周期比が1に収束してゆく傾向が出ている。これは低層に比べて高層の場合には長辺と短辺での壁量の差が小さく、基礎固定時の周期の差が小さいことが1つめの原因として考えられる。もう一つの理由は建物平面形状による動的相互作用の差である。高層の場合には平面形状が正方形に近いのに対し、学校や共同住宅が多い中低層建物の場合には平面形状が細長くなるため、短辺と長辺の相互作用の利きの違いが異なってくる。

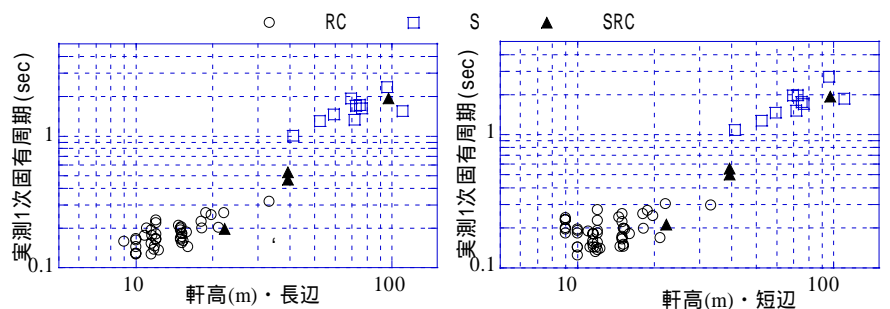


図3.1 軒高と実測固有周期の関係

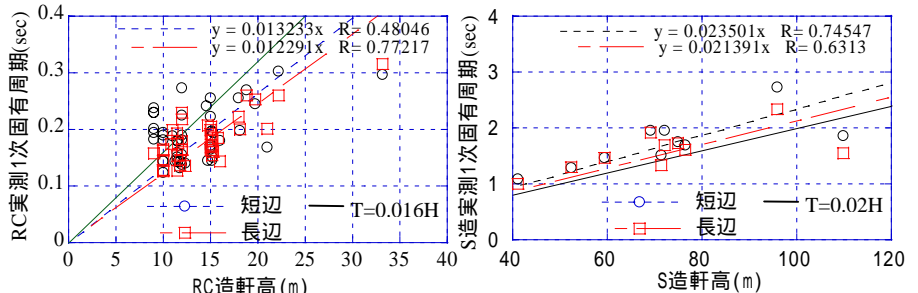


図3.2 軒高と周期の関係の回帰曲線

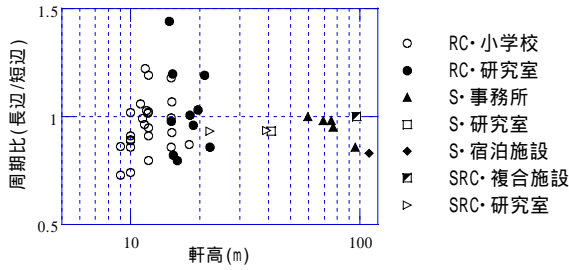


図 3.3 軒高と周期比(長辺/短辺)の関係

図 3.4 には軒高と実測 1 次減衰定数の関係、図 3.1.5 には実測 1 次振動数と実測 1 次減衰定数(地盤-建物連成系)の振動数依存性の関係を示す。また、図 3.6 には文献¹⁾による原点を通る回帰直線(S 造は $h_1=0.013f_1$ 、RC 造は $h_1=0.014f_1$)と RC,S のそれぞれに回帰直線を引いたものを示す。図 3.4 を見ると軒高の増加とともに減衰定数は小さくなる傾向にある。また、図 3.5 より固有周期の増加とともに減衰定数が減少する傾向がある。同図には RF/1F により求められた伝達関数によるカーブフィットにより求められた減衰定数についても示した。RF/GL より求められた減衰定数は RF/GL により求められた減衰定数より低い値を示す傾向にある。両者の差を相互作用効果を示すことから、低層建物では地下逸散減衰が期待できるものと考えられる。

固有振動数と減衰定数の関係を構造種別ごとに回帰分析させたものを図 3.6 に示す。文献¹⁾による回帰式は建物の微動時における振動数と減衰定数の相関が原点を通る線形であると仮定

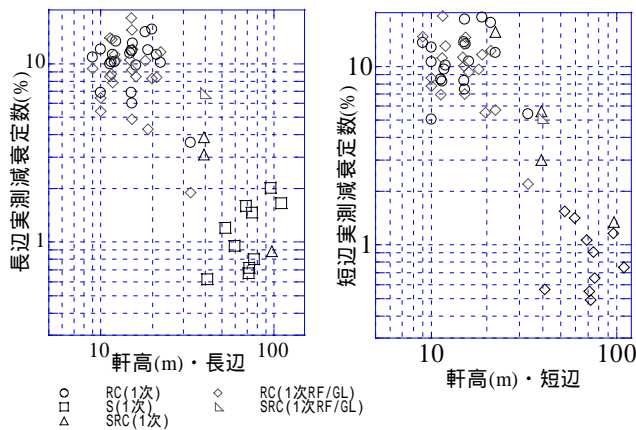


図 3.1.4 軒高と実測減衰定数の関係

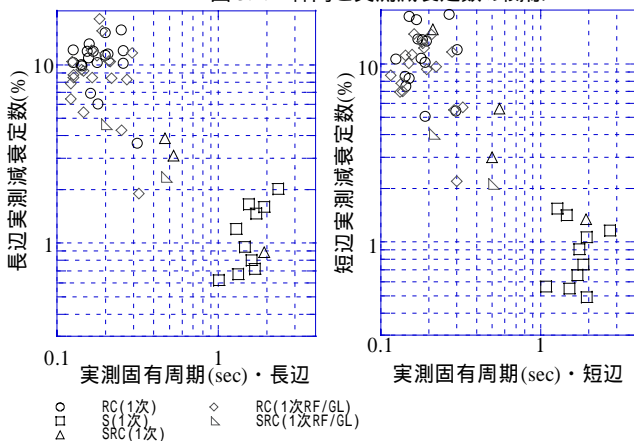


図 3.1.5 実測固有周期と実測減衰定数の関係

したときのものである。また同図に今回収集したデータから回帰した結果を相関係数 R とともに示す。図を見ると、提案された回帰式とも、本研究のデータによって作成された回帰直線とも相関が悪い。S 造についてはもともと提案された式の相関係数が $R=0.65$ と低く、この理由としては地盤条件の差による減衰の違いが考慮されていないのが原因だと思われる。また RC については先にも述べたが、本研究の対象建物と文献¹⁾とは壁量が異なる傾向が見えるので、それらを考慮した回帰式の提案が必要である。

4. 結論

主に中低層建物に関する多数の建物の実測記録を整理し、それに基づいて固有周期と減衰定数の特性を分析することで以下の知見を得た。

高層建物は上部構造の用途および建築工法などの理由により骨組みが短辺、長辺ともにラーメン形式である場合が多く、一方中低層建物は壁量が多いという違いから、長辺と短辺の固有周期の関係が大きく異なる。また、平面形状の特徴の違いから中低層建物は相互作用が短辺と長辺とで効きが違う。そのため高層建物の実測記録より推定された従来の回帰式の中低層建物への適用は難しく、別途検討する必要がある。

減衰定数については中低層建物の場合、相互作用の寄与度が高層建物と比較して大きく、スウェイ拘束から推定された減衰定数は地盤-建物連成時のそれと比較して一般に小さく、逸散減衰の寄与度に伴う減衰定数の変化を表していると考えられる。今後は、スウェイとロッキングを分離できる観測体制とその結果の蓄積が重要であると考えられる。

減衰定数の回帰式に関して、文献¹⁾により提案されている式を用いて今回のデータによる回帰式との比較を行った結果、どちらも相関性が低く、実用性にかける結果となった。今後、地盤特性も含めた分析を行うとともに、減衰の設定を設計時に反映することができる設定式などの提案を続けていく必要がある。今後、減衰定数に関しては構造的特徴や、実測方法及び評価手法などさまざまな因果関係を含めながらデータベースの活用、及びより多くのデータの収集が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 日本建築学会編：建築物の減衰、2000

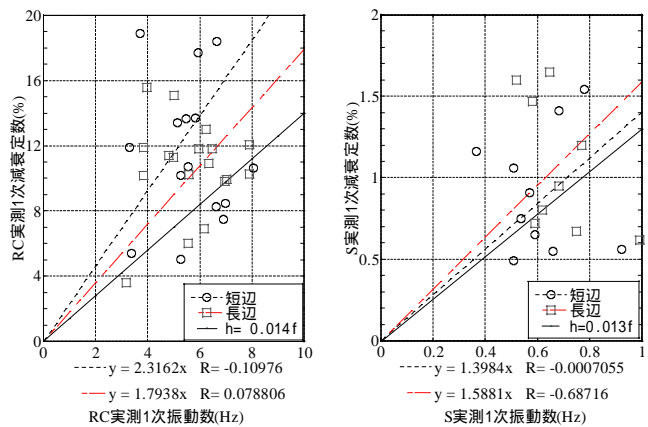


図 3.1.6 実測固有振動数と減衰定数の関係と回帰式