

9. まとめ

建物と地盤の動的相互作用現象の基本性状を把握することを目的として、集合住宅とその周辺地盤において、常時微動測定・人力加振を行った。その測定結果に基づき、建物の卓越振動数および減衰定数を評価した。地盤連成系における建物の1次卓越振動数の評価は、常時微動測定における建物頂部、1階および地盤上の測定波形の伝達関数により算定した。また減衰定数は、伝達関数の位相関係から算定するとともに、常時微動結果にRD法を適用した自由振動波形や人力加振による自由振動波形から対数減衰率として評価した。

また建物・地盤において、B棟の短辺方向及び長辺方向について2次元FEMを用いて、弾性範囲のシミュレーション解析を実施した。

対象建物は、茨城県つくば市に建設されている7階建の中廊下型の集合住宅である。平面は短辺方向3スパン、長辺方向9スパンの矩形である。本建物は、壁・床に、RC造のプレキャスト版を用いて、梁はRC造、柱は鉄骨鉄筋コンクリート造であり、PC杭で支持されている。60m程度離れて同一建物が建設されている。速度型センサーを建物内および地盤上に設置し、60分間程度の記録を収録した。

測定結果・解析結果の特徴・特性をまとめると、以下のようになる。

a)伝達関数における建物の1次卓越振動数

- ・短辺方向では、基礎固定系に対する連成系の卓越振動数の比は、0.68~0.70に、ロッキングが含まれる振動系では0.77~0.78となった。また長辺方向では、基礎固定系に対する連成系の卓越振動数の比は、0.75~0.78に、ロッキングが含まれる振動系では0.87~0.99となった。
- ・卓越振動数の低下には、建物と地盤の動的相互作用が関係しており、短辺方向では、ロッキングの影響が大きく、長辺方向では、スウェイの影響が大きいことが確認された。
- ・位相角が90度となる振動数と振幅のピークを与える卓越振動数とが一致しないことや基礎固定系の位相が進み側に生じるなど、理論的な特性と適合しない結果も得られた。
- ・短辺方向・長辺方向とも、基礎固定における卓越振動数および基礎固定系に対する連成系の卓越振動数ともに、FEM解析における結果は、測定結果と良い対応を示した。

b)1次卓越振動数での増幅率

- ・FEM解析では、短辺方向・長辺方向とも、卓越振動数での増幅率は、基礎固定系、ロッキングが含まれる振動系、連成系の順に小さくなる、すなわち減衰定数が大きくなる特性を示した。この結果は、一般的な建物と地盤の動的相互作用の現象と整合するものである。一方、微動測定では、逆の結果となっており、一般的な建物と地盤の動的相互作用の現象とは異なった特性を示した。この理由を検討するために、既往の文献を調べてみると、起振機実験(建物上部加振)の場合には、基礎固定時の特性が精度良く求められるが、常時微動のように建物外部からの入力の場合には、連成系の振動モードで揺れているため、基礎固定時の特性が検出されにくいことが示されている。微動測定結果を詳細に検討してみると、連成系の伝達関数における各波形処理時間(80s)の伝達関数の場合、位相が遅れている場合と進んでいる場合が同程度見られ、常に一定の位相特性を示していないことや平均化した特性では、性状が十分に把握できないことが明らかとなった。

c)RD法を適用した建物の減衰定数

- ・RD波形より算出した連成系の1次卓越振動数に対する減衰定数は、平均的にみると短辺方向で5.5~6.0%、長辺方向で6.5~6.9%となり、長辺方向の減衰定数が短辺方向の結果に比べてやや大きく評価された。一方、ねじれの減衰定数は、A棟で4.89~7.39%、B棟で4.26~5.26%とA棟の方がB棟に比べばらつきが大きく、減衰定数の平均値も1%以上の差が見られた。ロッキング成分については、平均的にみると5.59~6.11%となり、A棟がB棟に比べてやや大きい結果となった。
- ・日本建築学会でまとめられている卓越周期と減衰定数の関係の図に今回の結果をプロットすると、

RD 法より算出した減衰定数の平均値（短辺 5.56%、長辺 6.86%）は、学会における図のばらつきの範囲に収まり、学会の略算式とも調和的であった。

d) 人力加振における建物の減衰定数

- ・ 人力加振における建物の短辺方向、長辺方向の減衰定数は、共に 5.0～6.0%程度の範囲の値が得られた。短辺方向の減衰定数は、RD法により得られた結果とほぼ同様であったが、長辺方向については、1割程度小さい値となった。

e) 中低層建物の常時微動測定データの蓄積

- ・ 中低層建物の場合、参考となる実測例が少ないため、振動特性の把握や測定・評価結果の妥当性などの検討が十分に行われていない。実測および文献事例からより多くの振動特性を蓄積し、より精度の良い特性を評価する必要がある。

謝辞

建物・敷地内での常時微動測定においてご配慮いただきました、関東財務局水戸財務事務所および水戸財務事務所筑波出張所の職員の皆様にはお礼を申し上げますとともに、常時微動の測定・分析に協力いただきました筑波建築研究機関協議会・勉強会の委員の方々には、感謝致します。