

第5章 まとめ

5.1 本研究の成果

本研究の成果を以下にまとめる。

- (1) 建築物 58 棟について、周辺地盤 - 建築物同時観測を実施した。これらのうち、本研究期間中(H22~H25 年度)に新たに地震観測を開始したのは、27 棟(うち 4 棟は建築物内のみで地震観測を実施していた建築物の周辺地盤に地震計を設置)である。
- (2) 地震観測建築物につき、整理項目を統一的に定めた上で記録を収集し、特に、地震観測記録の整理結果に現れる地盤 - 構造物の動的相互作用効果の影響の程度、様相を整理した。観測記録には 2011 年東北地方太平洋沖地震での記録も含まれるが、いくつかの観測建築物では、地盤又は上部構造の非線形現象が反映された記録を観測した。これら記録の整理の結果、直接基礎と杭基礎の違い、階数、地盤条件等に応じて、フーリエスペクトル比等に特徴的なパターンが見いだされることを把握した。
- (3) 超高層建築物につき、地震入力に対する基礎構造形式の違いの影響等を観測記録に基づき分析した。連壁基礎の場合に通常的设计では無視することが多い回転の影響がやや大きくなること等を示した。また、2011 年東北地方太平洋沖地震での各超高層建築物の地震記録の比較により、その地震応答に対する長周期地震動の影響を把握した。
- (4) スウェイまたは SR モデルを用いた同定手法を適用し、観測記録から慣性および入力の相互作用による建築物応答の低減効果を推定する方法を示した。本方法においては入力損失の影響も含めて同定を行っている。また、得られた同定パラメータから定常ランダム応答を用いて、加速度一定又は擬似速度一定の応答スペクトルを仮定した場合の入力及び慣性の相互作用による建築物相対変位の低減効果を表示している。
- (5) 既往の基礎入力動の簡易評価式と観測記録とを比較して、これらの簡易評価式の妥当性ととも、入力低減効果に対する基礎構造の違いの影響を検討した。

5.2 今後の課題

第2章表 2.1 及び表 2.2 で示した地震観測建築物については、各実施機関において、今後とも継続して地震観測が実施される予定である。このことを念頭に、本研究及び建築物の地震観測に係る今後の課題を以下に考察する。

まず、本研究成果の想定される活用のされ方から見た課題を考える。

公開された地震記録の整理結果からは、観測対象の範囲においてであるが、どのような種類の建築物が地盤 - 構造物の動的相互作用効果の影響を受けやすいかが把握できる。地盤 - 構造物の動的相互作用効果の影響の程度は、第2章3節に示される通りフーリエスペクトル比のピークのずれ等から把握される。地盤 - 構造物の動的相互作用効果の影響が少ない

と見なされる観測建築物及びこれと類似の建築物については基礎固定系として扱っても地震応答は妥当に評価されると判断される。

地盤 - 構造物の動的相互作用効果の影響が大きいと見なされる建築物については、地震応答に対するその低減効果が大きな関心事となる。実現象として地震記録からより直接的に評価するには、第4章に示す同定に基づく方法が有効であると考えられる。これによると、基礎固定系と比較した場合の相互作用系の地震応答の比率(低減率)が、 S_a 一定又は pS_v 一定を仮定して算出される。建築物の地震力は応答スペクトルで評価される場合が一般的であるが、この場合は基礎固定系の応答が評価されている。これに対する地盤 - 構造物の動的相互作用による建築物の応答低減効果を考える場合には、本方法により得られる低減率が有力な参考情報となり得ると考えられる。

以上のような活用のされ方を想定すると、地震記録の整理結果を閲覧し易い形で公表することが重要となる。また、地震記録には、第2章3節でも示された通り、建築物特性の経年変化の影響やばらつきが見られるため、地震記録が一定以上蓄積された段階で、整理結果を更新する必要があると考えられる。今回、地震記録の整理結果を取りまとめたところであるが、更に、3年程度の期間毎、あるいは大きな地震が観測された段階で、整理結果を更新していくことが今後、取り組むべき課題として挙げられる。

また、同定による方法も適用事例を増やしていき、結果が得られたものから、順次、記録の整理結果と対応させて公表していくことが今後の課題となる。本研究では、「低層杭基礎」又は「低層直接基礎」と言った極めて大きくりの分類にて、地盤 - 構造物の動的相互作用効果による建築物の応答低減効果を検討しているが、適用事例を積み重ねることで、より細分化された分類に基づく応答低減効果の提示ができると考えられる。

次に、地盤 - 構造物の動的相互作用効果一般に係る課題を考える。

本研究期間中には、2011年東北地方太平洋沖地震が発生し、本研究で対象としたいいくつかの地震観測建築物でも非線形の現象を観測することができた。特に観測建築物 TKS では周辺地盤で液状化が発生し、これに伴う地盤の非線形化の建築物応答に対する影響とその後の地盤ばねの剛性の回復現象に関する記録を観測した。非線形現象の貴重な記録が得られたものと考えられるが、レベル的には震度5の記録であり、巨大地震時での記録とは言えない。杭周りでの地盤の局部的非線形性、根入れの剥離、浮き上がり等の幾何学的非線形性まで含めた巨大地震時での地盤 - 構造物の動的相互作用効果の評価は、理論的、解析的研究においても、未だ課題が残されているところであり、これらの現象の解明のためにも、建築物の地震観測は今後とも、継続して実施していくべきものと考えられる。