

- 3 設計外力の観測データに基づく合理的設定法の構築

Study on Rational Design Seismic Force Assessment Based on the Recorded Motions

(研究期間 平成14～16年度)

構造研究グループ	大川 出	小山 信	井上波彦
Dept. of Structural Engineering	Izuru Okawa	Shin Koyama	Namihiko Inoue
国際地震工学センター		鹿嶋俊英	
International Institute of Seismology and Earthquake Engineering		Toshihide Kashima	

Extensive works have been made as the follow-up of the recent revision of the Building Standard Law. The studies are basically based on the acquired data such as strong motion observation, microtremor measurement and earthquake data archived by other organizations.

【研究目的及び経過】

建築基準法が改定され、新しく取り入れられた事項、あるいは検討が不十分で今回取り入れられなかった諸事項について、データによる検証および将来の規定化を見据えた検討作業を行なった。これにより将来の設計外乱の合理的設定法の確立に資するものである。

【研究内容】

(1) すべり支承を用いた免震住宅実験棟の地震時観測

戸建て免震住宅の実証的なデータを蓄積を目的として建築研究所敷地内で実施されている強震観測によるデータを整理し、免震住宅実験棟の地震時挙動についてまとめた。免震住宅実験棟では、基礎上及び各階床上に加速度計、免震層には変位計(建物各方向で2ヶ所)が設置されている。基礎最大加速度がほぼ 70cm/s^2 以下の場合、基礎と1階床の最大加速度は同程度の値であり、免震効果は見られていない。その加速度を超える大きになると、免震層の変位も大きくなり、1階床最大加速度が低減する免震効果が見られる。

(2) 常時微動等を利用した住宅用建物の相互作用特性の評価

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、住宅用建物とその周辺地盤において、常時微動測定を行い、建物の卓越振動数および減衰定数について検討を加えた。対象建物は、茨城県つくば市に建設された中廊下型の集合住宅である。60m程度離れて同一建物が2棟(A,B)建設されている。

常時微動結果から伝達関数の振幅スペクトルおよび同位相差スペクトル、それらのピーク振動数等により、地盤効果を全て含む地盤連成系および基礎固定系に相当する建物だけの系における増幅特性を算定した。また、卓越振動数の変化とスウェイとロッキングの影響との関係につ

いても検討を加えた。さらに、RD法等を用いて、各振動系に対する減衰定数を評価した。

(3) 新潟県中越地震時の強震動評価のための余震観測

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震では、震源近傍の多数の強震観測点(地盤上)で強い揺れが記録された。それら大きな加速度振幅と周辺建築物被害の対応および建築物への実効入力地震動の評価のために被災地域での多点微動測定を行った。

小千谷小学校周辺ではK-NET観測点で0.7秒の卓越周期を有する大加速度記録が得られているが周辺の建築物の被災状況は必ずしもこれと整合しない。この観測点における揺れと比較するため、近傍の小千谷小学校校舎内での余震観測を実施した。その結果、いくつかの余震記録に関して、校舎1階ではK-NET記録に比べて振動レベルが低いという結果を得た。

(4) 強震記録から評価した振動特性の特徴

建築研究所が強震観測を行っている建物25棟について、各地点で得られている全ての強震記録について固有周期、減衰定数およびそれらの関係について検討した。

これらの値は、1質点振動系を仮定し、応答変位波形が最も適合する固有周期と減衰定数を探索する方法で算出したものである。また、建物高さとの関係についても既往の推定式との比較を行った。

強震観測記録から推定した場合、固有周期は安定的に推定できるが、減衰定数は推定値の幅が大きくなる。建物高さとの固有周期、固有周期と減衰定数の関係は、既往の研究結果と概ね調和的であることがわかった。

(5) 建築物および周辺地盤の挙動の検討

基礎地盤実験棟と周辺地盤を対象とした微動測定により振動伝播性状の検討を行った。建築基礎地盤実験棟及びその周辺地盤を対象に建築物の振動が地盤を介してどのよ

うに周囲に伝播するのを確認するための実験を行った。砂質土を充填した大型せん断土槽(約450t)を振動源とした正弦波加振(加振周波数1Hz~10Hz、1Hz刻み)を行い、建屋内部及び周辺地盤において、地表面の加振方向及び加振直交方向それぞれについて計測を行った。施設と計測機器の概要を図1に示す。

水平方向、鉛直方向それぞれについて微動を用いた距離による振動の増幅・減衰状況について検討を行った。基礎地盤実験棟の周辺には地震計が埋設されており、強震動レベルでの地盤内の鉛直方向増幅特性を含む振動の伝播特性についても検討を行っている。

(6) 日米動的相互作用ワークショップの共同開催

建築物への実効入力動の評価に関する日米研究者間の情報交換を目的とした地盤と建物の動的相互作用ワークショップを米国側と共同で開催し、ワークショッププロシーディングズを出版した。このワークショップは1998年から開催しているものであるが、2004年3月に米国カリフォルニア州メンローパーク市で第三回を開催した。両国及び第三国から約50名の研究者が参加した。

(7) 建築物の強震観測の事例に関する調査

近年、地盤上での強震観測点は飛躍的に増加したが、それに比して、建築物の地震時挙動を対象にした強震観測の事例はそれほど増加していない。これは、実際に実施事例が少ないことに加えて、私有物である建築物で観測が行われていたとしても、それらの観測データが公表される可能性が低いことにも一因がある。最近十年くらいの期間内に学会等で発表された建築物強震観測事例について調査を行い、対象建物や観測の目的、得られた成果などについて整理した。調査数は全体で百件余りあったが、絶対数としては少なく、地震時に実際に建築物へ作用している地震動を特定するためにも、公共建物などへの強震計の設置を進

め、観測データを公開していくことの重要性を認識した。また、公共建物に限定すると、建物のタイプが限られる可能性があり、建築物の高さ、構造、大きさ、材料、基礎形式、工法、地盤条件などの多様な条件に対応して計画的に強震観測を進めていくことも必要である。民間建築物の強震観測、データの公表を推進する仕組み作りも並行して進める必要があると感じられた。

(8) 表層地盤の増幅特性の検討

限界耐力計算の方法において表層地盤の地震動増幅特性を、個々の地盤情報に基づいて具体的に算定できるようになったが、増幅特性の算定法について、地中多点地震観測データなどを用いて検討を行った。限界耐力計算では、まず1層地盤に変換を行うがこの妥当性が重要である。地盤の層構造の状態に応じて、適用範囲を考慮しながら計算する必要がある。これら計算方法の適用性について整理した。

(9) 震度と地震動の関係に関する検討

1996年を境に、気象庁の震度が体感震度から計測震度に基づくものになり現状では震度とその元となる地震動がデータとして蓄積されている。計測震度自体は周期1秒程度にピークを持つフィルターを通した波形に依っているので、最大加速度値が非常に大きい地震動でも必ずしも大きな震度とはならない。しかしながら、1秒からはずれる周期の構造物に対しては、計測震度は作用地震動を代表する適切な指標にはなっておらず、個々の建築物の応答性状を震度より推定する場合には注意が必要である。

【研究結果】

設計外力に関連する種々の測定データの取得、整理、評価を行った。

【参考文献】省略

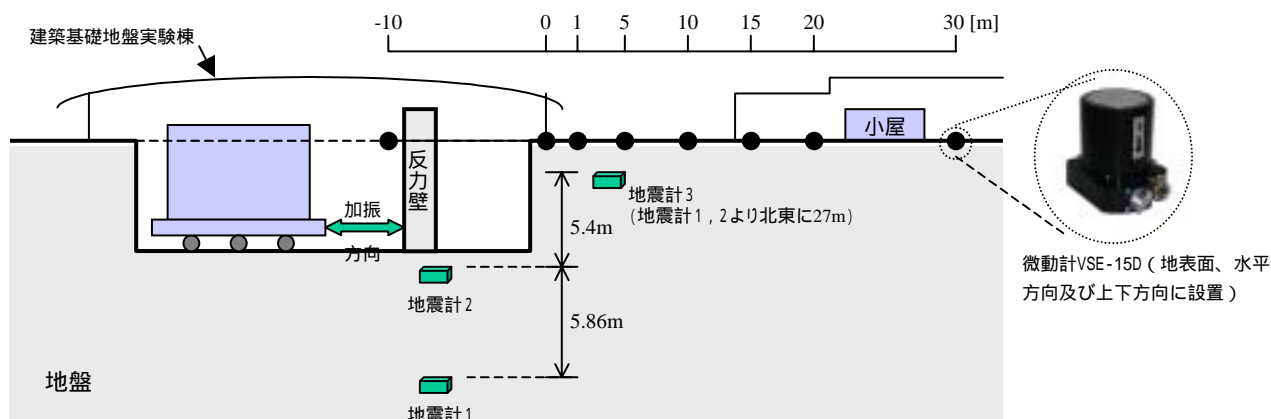


図1 基礎地盤実験棟での測定概要