

1) - 2 長周期地震動に対する超高層建築物等の応答評価技術の高度化【個別重点】

Advance on Techniques of Response Evaluation for Super High-rise and Seismically Isolated Buildings Under Long-period Earthquake Motions

(研究期間 平成 23~24 年度)

構造研究グループ Dept. of Structural Engineering	飯場正紀 Masanori Iiba 小山 信 Shin Koyama 田尻清太郎 Seitaro Tajiri 石原 直 Tadashi Ishihara	福山 洋 Hiroshi Fukuyama 加藤博人 Hiroto Kato 谷 昌典 Masanori Tani	大川 出 Izuru Okawa 長谷川隆 Takashi Hasegawa
建築生産研究グループ Dept. of Production Engineering 国際地震工学センター International Institute of Seismology and Earthquake Engineering		横井俊明 Toshiaki Yokoi 犬飼瑞郎 Mizuro Inukai	斉藤大樹 Taiki Saito 森田高市 Koichi Morita
企画部 Dept. of Research Planning and Management	向井智久 Tomohisa Mukai		

Under long-period earthquake motions, deformation responses of super high-rise and seismically isolated buildings probably will be large by phenomena of resonance. In the study, the evaluation method for design earthquake motions is modified through considering long-period and long-duration effects. To make clear the distinct setting of ultimate performance, the calculation procedure of earthquake response and the effectiveness of response reduction for super high-rise buildings, etc., dynamic experimental researches and simulation analyses under the earthquakes are carried out.

[研究目的及び経過]

超高層建築物や免震建築物等の固有周期の長い建築物は、長周期地震動に対して共振し、大きな応答変形が生じる可能性がある。また、多数回の揺れが繰り返される地震動における、建築物の限界状態は必ずしも明確ではなく、応答の状態予測や応答制御技術を用いる場合の目標の設定にも不確かさが存在する。ここでは、長周期地震動に対する超高層・免震建築物の耐震安全対策の信頼性向上を目的とし、長周期地震動を考慮した設計用地震動の作成手法の高度化を図るとともに、超高層・免震建築物の限界性能の明確化、地震応答予測技術の高度化、および応答制御技術の評価基準の明確化を目指した検討を行った。また本課題では、「建築基準整備促進事業」との共同研究を実施した。

[研究内容]

図 1 に示す 4 つのサブテーマに関する研究を実施し、アウトプットを得るための検討を行った。地震動については、長周期地震動を考慮した設計用地震動の作成手法の見直しを行い、建築物の応答については、長周期地震動に対する応答性能評価及び応答制御技術評価に係る技術的な知見の収集に努めた。

[研究結果]

1) サブテーマ 1 (入力地震動)

H23 年度に提案した、長周期地震動予測式の改良版を、内閣府が新たに設定した南海トラフにおける超巨大地震の震源モデルに適用し、主要地点での長周期地震動を作成した。図 2 に、東京・西新宿と大阪・此花地区での作成波の疑似速度応答スペクトルを示す。応答レベルは、H23 年度に作成した南海トラフ 3 連動地震の平均+標準偏差レベルの地震動と同等か、地点によってはやや大きいレベルとなった。既往の超高層・免震建築物の解析モデルに作成波を適用し、地震応答解析を行った。層間変形角や層塑性率などの応答値は、H23 年度の南海トラフ 3 連動地震による応答値を上回る地点が見られた。

2) サブテーマ 2 (RC 系超高層建築物)

20 層超高層 RC 造縮小建築物を対象にした地震応答解析結果と震動台実験結果の比較を、図 3 に示す。現在一般的に使用される設計・解析手法によって、最大層間変形角 1/100 rad.あたりまでは応答性状をほぼ適正に評価できることを確認したが、それを超えるような大変形領域では実験結果との相違が見られた。その原因としては、床スラブの有効幅の取り方や復元力特性モデルの履歴ループの設定などが推測され、今後の検討課題となった。

また、履歴型ダンパーを取り付けたモデルでは、最大応答を低減できることを確認した。

3) サブテーマ 3 (鉄骨系超高層建築物)

多数回繰返し荷重を受ける鉄骨部材の限界変形性能を明らかにするために、超高層鉄骨造建築物の中間階 3 層分を想定した実大 3 層骨組の多数回繰返し載荷実験を行なった。図 4 に示すように、本実験では、梁端部の接合部形式が異なる 4 種類の梁部材を組み込み、これらの梁端部の破断までの繰返し回数等の限界性能の違いを明らかにした。また、これまでの梁部材実験で得られていた設計用疲労曲線の妥当性を検証した。

4) サブテーマ 4 (免震建築物)

長周期地震動に対する積層ゴム支承の多数回繰返し特性の把握に向けて、鉛プラグ入り積層ゴム、高減衰ゴム系積層ゴム (各直径 1m) の動的実験を実施した。実験結果に基づき、繰返し特性のモデル化を行い、免震建築物の地震応答解析を行った。南海トラフ 3 連動地震

における地震動 (愛知・津島地区での平均評価の振幅を 1.5 倍に増幅) が入力する場合の、鉛プラグ入り積層ゴム支承の降伏応力の経時変化及び免震層のせん断力・せん断ひずみ関係を図 5 に示す。長時間継続する地震動による免震建築物の繰返し振動により、積層ゴム支承の降伏応力が低下し、免震層の最大変位が 18% 程度増大する結果が得られた。

<研究目的>
■入力地震動■ サブテーマ 1 入力地震動 → 「長周期地震動を考慮した設計用地震動の作成手法」の高度化
■建築物の応答■ サブテーマ 2 RC 系超高層建築物 サブテーマ 3 鉄骨系超高層建築物 サブテーマ 4 免震建築物 → 限界性能の明確化・地震応答予測技術の高度化・応答制御評価基準の明確化
<アウトプット>
■入力地震動■ 長周期地震動を考慮した設計用地震動の作成手法 (改良版) ■建築物の応答■ 長周期地震動に対する応答性能評価及び応答制御技術評価に係る技術資料
<アウトカム>
<ul style="list-style-type: none"> 指定性能評価機関の業務方法書として超高層建築物等の審査に反映される 技術基準解説書や各種ガイドライン等に反映され、構造設計の実務に供される

図 1 研究目的、アウトプット、アウトカム

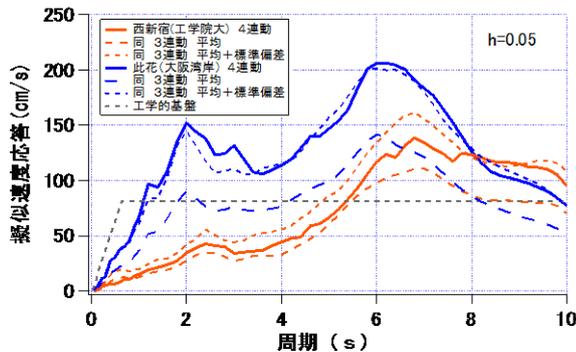


図 2 南海トラフ 4 連動、3 連動 (平均、平均+標準偏差) 地震による西新宿と此花地区の地震動の特性

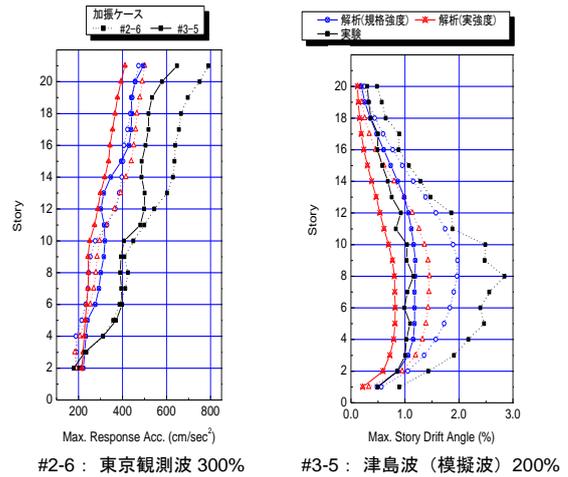


図 3 RC 造縮小建築物の地震応答解析結果

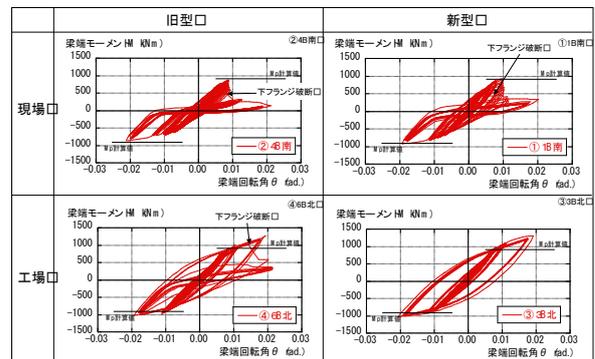


図 4 4 種類の梁端部のモーメント-回転角関係

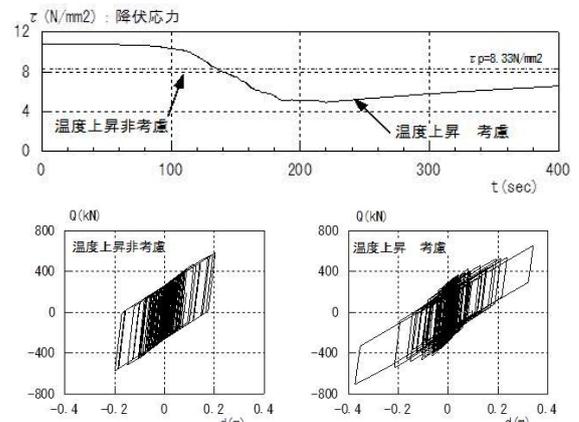


図 5 鉛プラグ入り積層ゴム支承の降伏応力の時刻変化とせん断力・せん断ひずみ関係