

令和2年度 建築基準整備促進事業

令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会

M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

**事業主体名：一般社団法人 新都市ハウジング協会
株式会社 堀江建築工学研究所**

共同研究：国立研究開発法人 建築研究所

(目的)

ルート3(保有水平耐力計算)で設計されたRC造共同住宅を対象に、長期優良住宅の耐震性の基準を満足することを保証するための、極稀地震による応答値の算出方法の確立、および、応答値が一定値以下であることを検証する設計方法を提案することを目的とする。

(調査の実施方針)

- (1) ルート3で設計された、RC造共同住宅(耐震等級1相当)の典型事例を収集し、構造的特徴を抽出して検討モデルを構築。
- (2) モデル建物について、等価線形化法を用いた極稀地震による応答値の算出方法の検討。
- (3) 大地震時の応答値を一定値以下とする設計方法の提案。
- (4) 長期優良住宅の技術基準への提案。

第1章 事業概要 実施体制

| | 配置予定者 | 所属・役職 | 担当する分担業務の内容 |
|--------|--|--|---|
| 管理技術者 | ①坂田 司 ②太田 勤 | 新都市ハウジング協会 企画部長 堀江建築工学研究所 取締役 所長 | (1)事例の収集と検討 モデル構築 |
| 技術担当者 | ①白井清広 ②高橋 愛 | 新都市ハウジング協会 専務理事 堀江建築工学研究所・企画開発課長 | (1)事例の収集と検討 モデル構築 |
| 委員会委員 | ①楠 浩一 ②山崎 雄介 ③向井 智久 ④中村 聡宏 ⑤諏訪田 晴彦 ⑥田沼 毅彦 ⑦吉田 浩三 ⑧迫田 丈志 | 東京大学地震研究所 災害科学系研究部門 教授 芝浦工業大学 連携大学院 客員教授 建築研究所 構造研究グループ 主任研究員 建築研究所 構造研究グループ 主任研究員 建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員 都市再生機構 技術・コスト管理部 設計課 主幹 長谷工コーポレーション 技術企画室 GE 堀江建築工学研究所 取締役 企画開発部長 | (2)等価線形化法による応答値の算出 (3)設計方法の提案 (4)技術基準への提案 |
| オブザーバー | ①井上 波彦 ②坂下 雅信 ③宮森 剛 ④狩野 謙次郎 | 国総研 建築研究部 建築品質研究官 国総研 建築研究部 主任研究官 国交省 住宅局 住宅生産課 企画専門官 国交省 住宅局 住宅生産課 課長補佐 | |

第1章 事業概要

調査工程

| 調査検討項目 | 令和2年度(2020年度) | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|---|--------|---|--------|---|----|----|--------|--------|---|---|--|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | |
| ・委員会 | | | | ① | ② | | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | | |
| ・事例収集 ・検討モデル構築 | | | ←————→ | | | | | | ←————→ | | | | |
| ・応答値算出 ・設計方法の提案 | | | | | ←————→ | | | | | | | | |
| ・提案・調査報告書 | | | | | | | | | | ←————→ | | | |

第2章 等価線形化法による応答値の算定

2.1 目的

令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会
M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

長期使用構造等とするための措置及び維持保全の方法の規準
(平成21年国土交通省告示第209号)
耐震性【新築建物】の評価項目

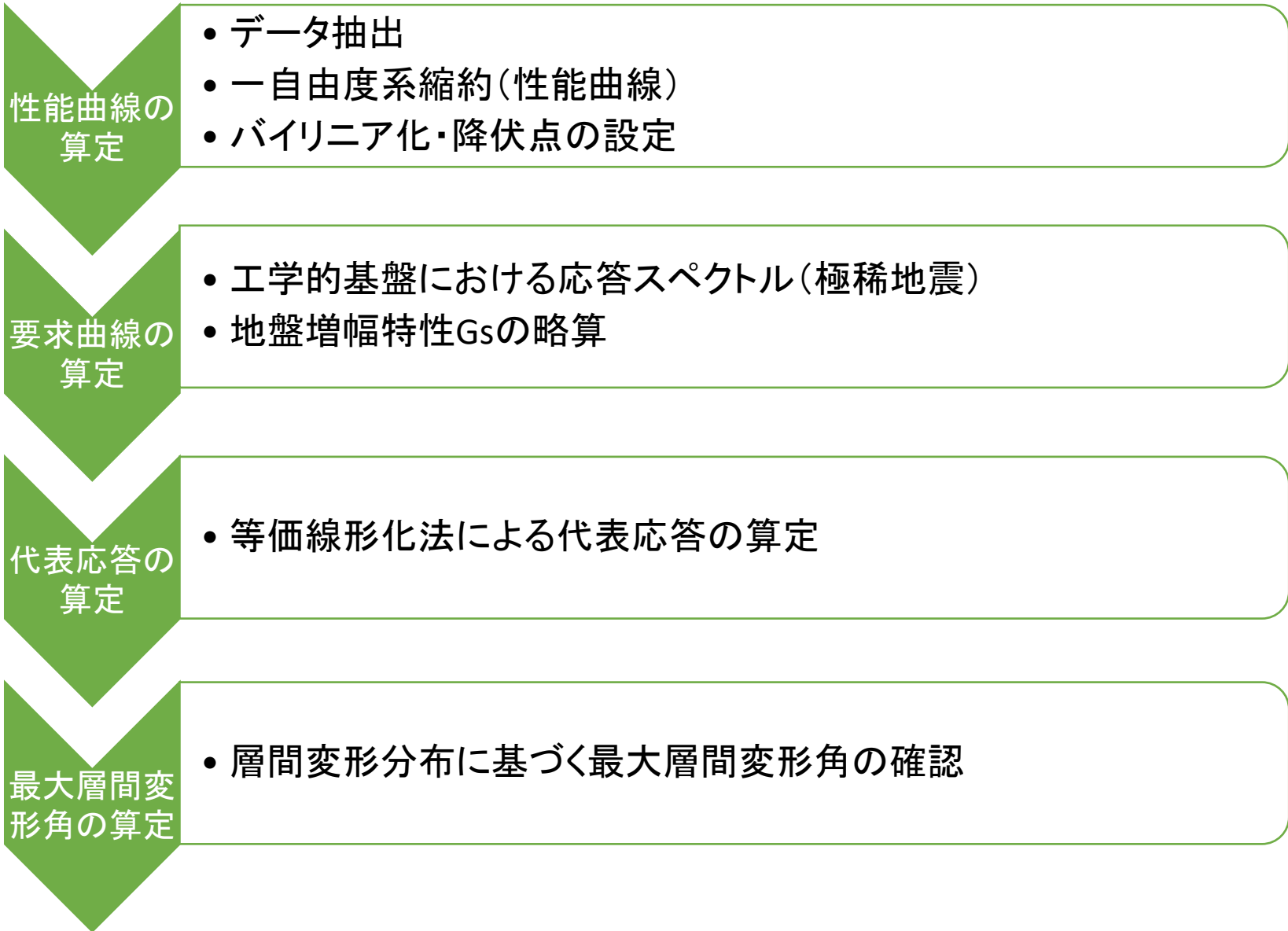
| 現行 | 提案 |
|---|---|
| ①限界耐力計算による場合 イ 安全限界変形が1/100以下であること ロ 木造建築物において.. ハ 耐震等級2または3 | ①限界耐力計算による場合 イ 安全限界変形が1/100以下であること ロ 木造建築物において.. ハ 耐震等級2または3 |
| | ②保有水平耐力計算(ルート3)による場合 で、別途、極稀地震における応答変形が 1/100以下であることが確認されていること |
| ②限界耐力計算以外の方法による場合 耐震等級2または3 | ③限界耐力計算以外の方法による場合 耐震等級2または3 |
| ③免震層および免震材料の維持管理方法 が明示された図書が作成されている免震構 造物 | ④免震層および免震材料の維持管理方法 が明示された図書が作成されている免震構 造物 |

本章では、保有水平耐力計算による構造設計が行われている場合において、極稀地震における応答層間変形角が1/100以下であることを確認する手法を提案し、それらを満足するために必要な諸条件について検討する。

第2章 等価線形化法による応答値の算定

2.2 計算方法の概要

令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会
M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

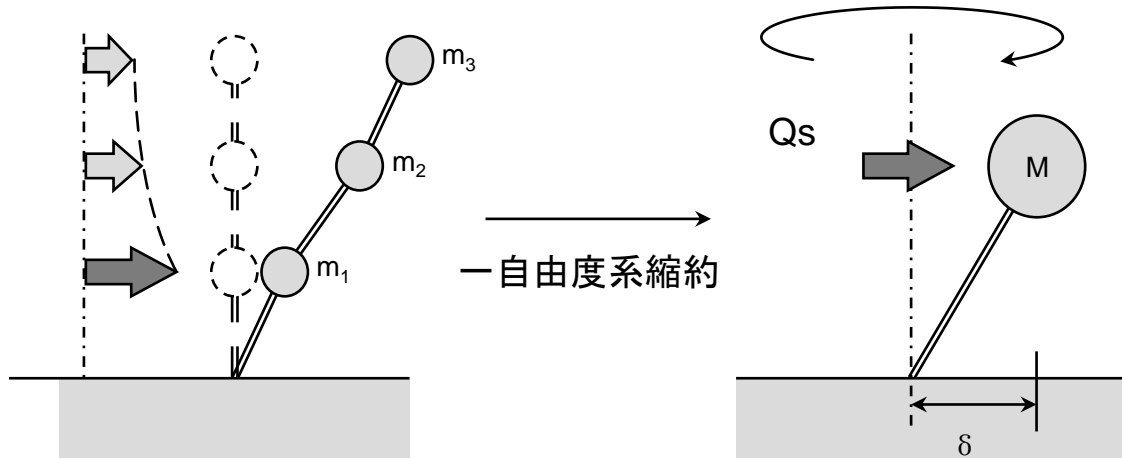


第2章 等価線形化法による応答値の算定

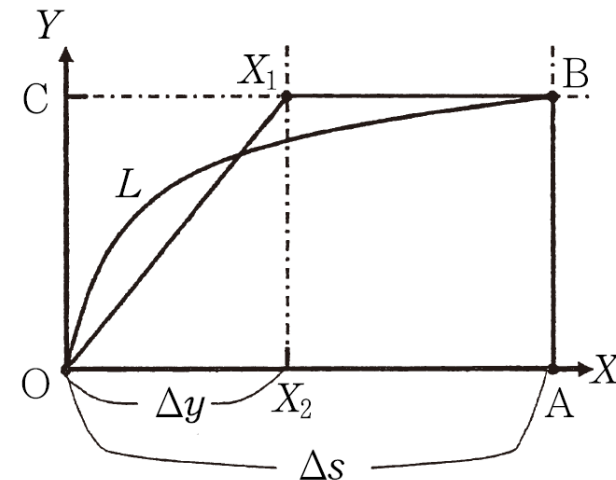
2.2 計算方法の概要 性能曲線の算定

令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会
M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

保有水平耐力計算において、一般的に行われる静的増分解析結果から、各層の層せん断力 Q —層間変形 δ 関係を抽出。⇒ 等価な一自由度系に縮約 **(性能曲線)**



平成12年建設省告示第1457号(限界耐力計算に関する告示)に従い、性能曲線をバイリニア化し、塑性率の起点となる降伏点 X_2 を確認する。



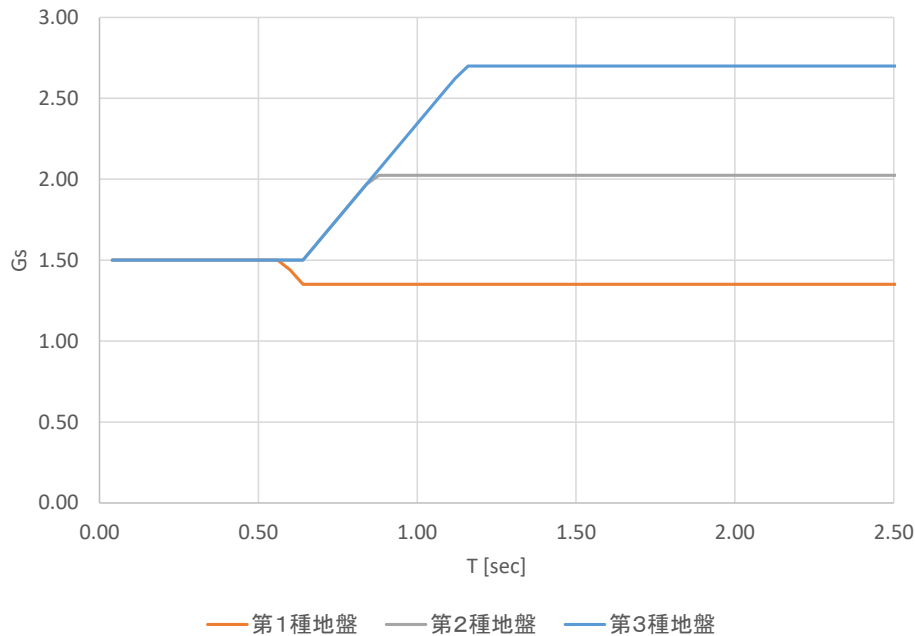
第2章 等価線形化法による応答値の算定

2.2 計算方法の概要 要求曲線の算定

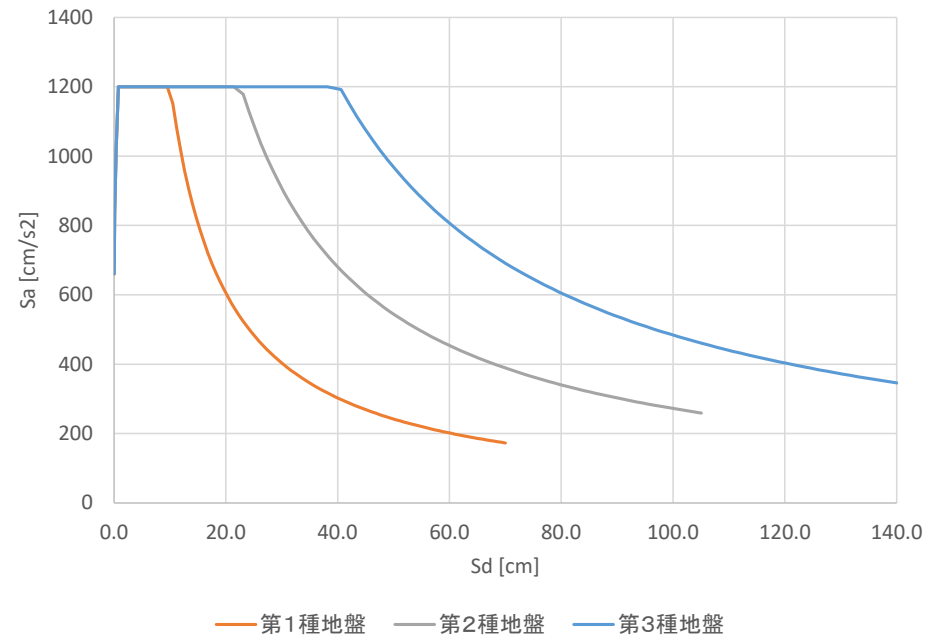
令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会
M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

要求曲線は、工学的基盤における極稀地震の標準加速度応答スペクトルに、地盤増幅特性 G_s を乗ずることで算定される。

G_s は、平成12年建設省告示第1457号第10第1項に定める方法(簡易法)により求める。



地盤増幅特性 G_s



要求曲線

第2章 等価線形化法による応答値の算定

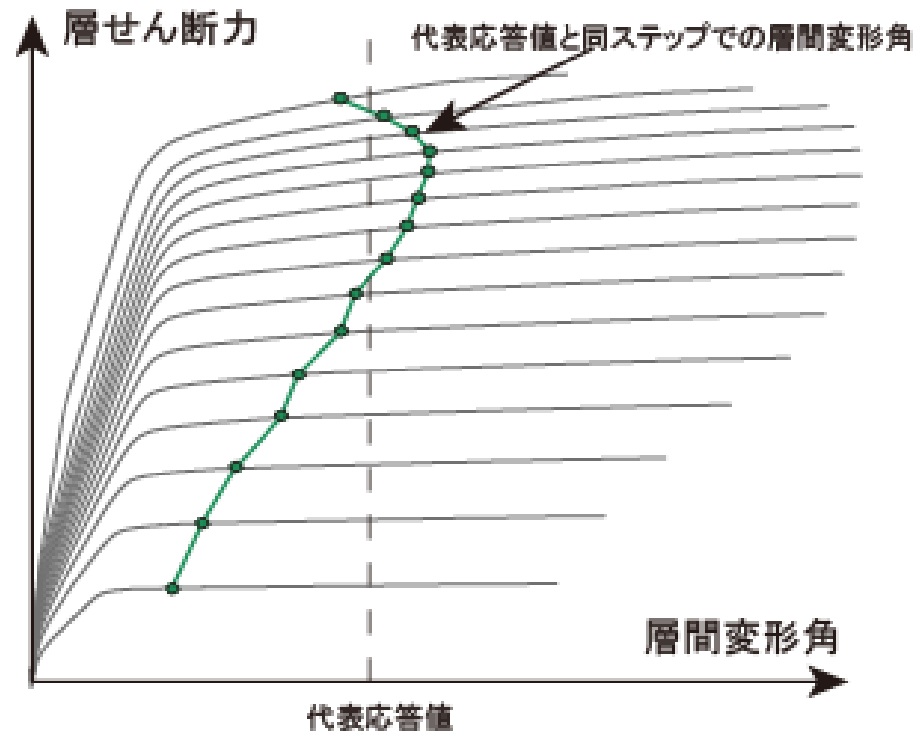
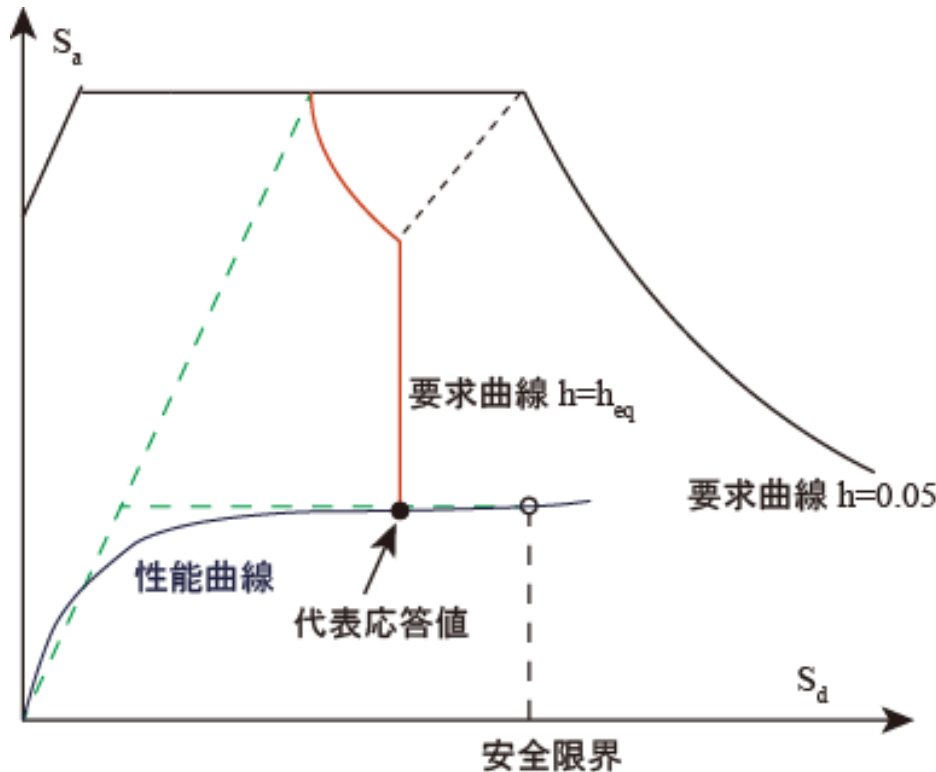
2.2 計算方法の概要 代表応答の算定

令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会
M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

等価線形化法を用いて代表応答値を算定する。

- 降伏点周期以降の要求曲線を、塑性率に基づく等価粘性減衰定数による低減率 F_h を考慮して定める。
- 性能曲線と要求曲線の交点が代表応答値となる。

代表応答値から、層間変形分布に基づいて最大層間変形角を確認する。



第2章 等価線形化法による応答値の算定

2.3 試設計への適用

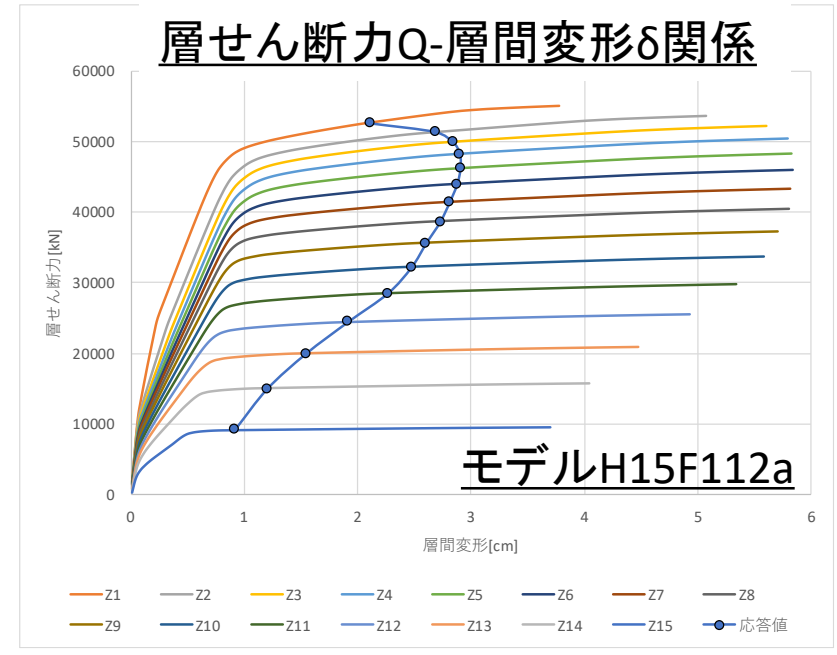
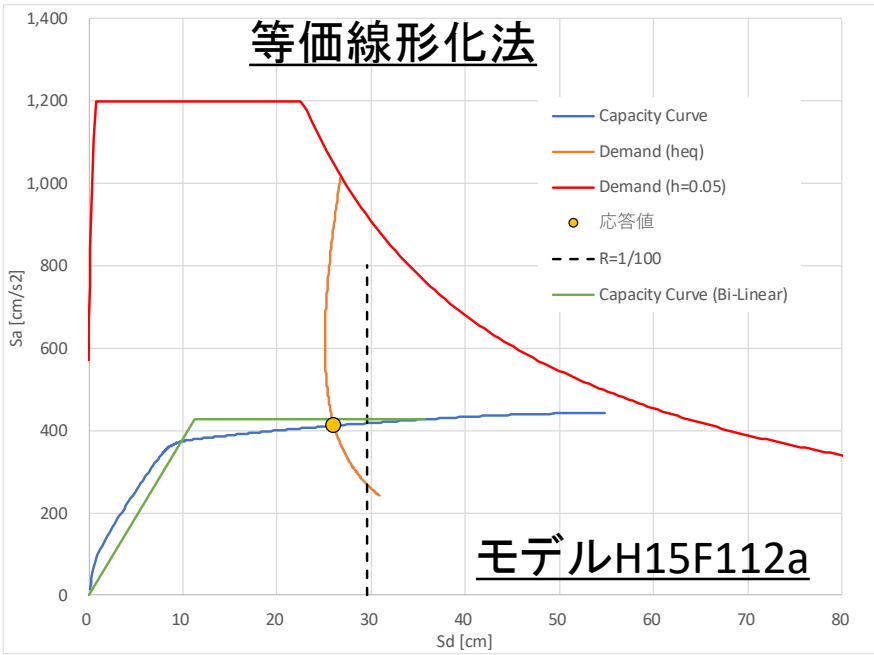
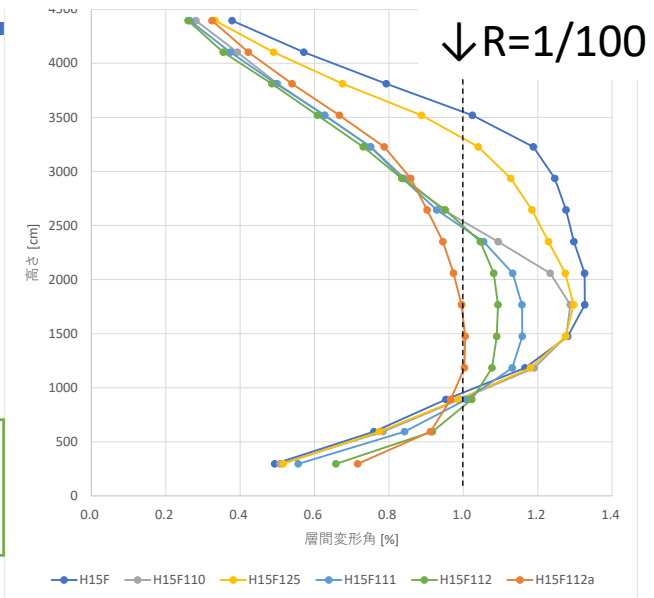
令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会
M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

応答層間変形角分布の比較

RC造共同住宅モデル(11Fおよび15F)について、 Q_u/Q_{un} および建物剛性(袖壁長さ)をパラメータとして検討。※モデルの詳細は第3章



袖壁長さ800mm、 $Q_u/Q_{un}=1.0$ としたモデル(H15F112a)において、最大層間変形角1/100以下を確認

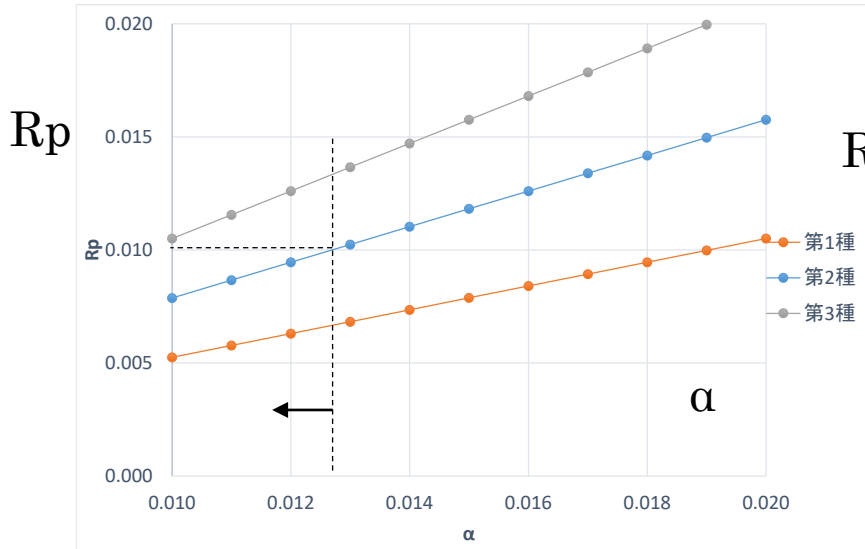


第2章 等価線形化法による応答値の算定

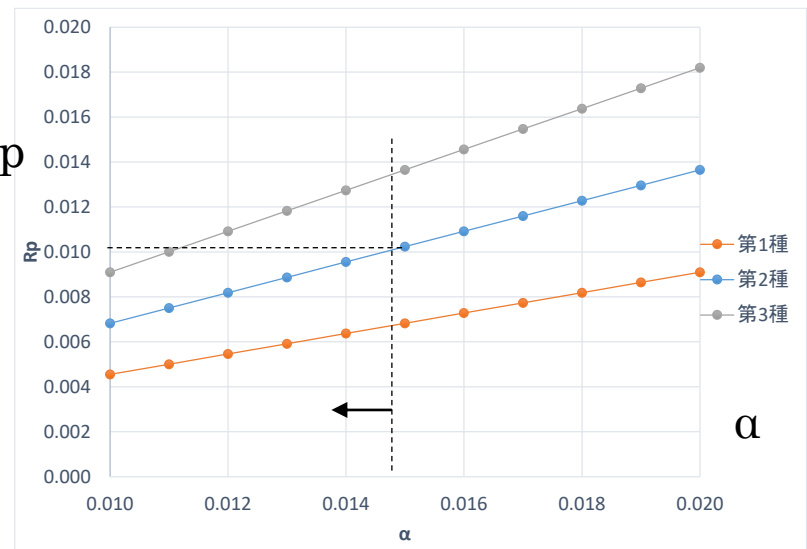
2.4 応答の傾向についての検討

等価線形化法における代表応答値について、建築物の一般的な周期帯においては、**おおむね変位一定則が成立する。**

⇒ 応答値を一定値以下とするために必要な建物剛性(初期周期)を検討。



a) 降伏点周期=初期周期×2



b) 降伏点周期=初期周期×1.73

縦軸: 代表変形角 R_p
横軸: 建物高さ[m]に対する初期周期の比率 α ($T = \alpha \times H$)

※ ただし、代表変形角 R_p は、各階の層間変形角の平均的な値を示しており、最大層間変形角は代表変形角よりもやや大きくなる。

$R_p < 1/100$ とするために必要な α

| 地盤 | a) | b) |
|-----|--------|-------|
| 第1種 | 0.019 | 0.021 |
| 第2種 | 0.0125 | 0.015 |
| 第3種 | 0.01 | 0.011 |

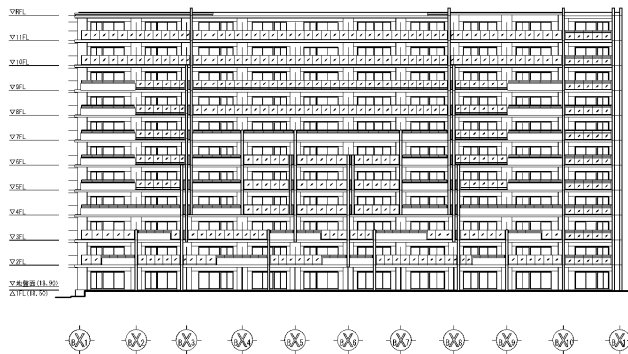
第2章 等価線形化法による応答値の算定 まとめ

- 保有水平耐力計算で行われる静的増分解析結果を用いて、等価線形化法によって応答値を算定する手法を提案した。階数が多くなるほど(建物高さが高くなるほど)、最大層間変形角が小さくなる傾向があることを確認した。
- 15Fモデルで、袖壁を付けたモデルにおいて最大層間変形角1.0%以下(1/100以下)となった。袖壁を付けることで、降伏点剛性が増大し層間変形分布の偏りが改善された。また、検証モデルにおいては、初期周期と降伏点周期の関係は、おおよそ1:2程度となった。
- 等価線形化法による応答値については、想定されうる建物条件の範囲内では、概ね変位一定則が成り立つため、応答変形を抑制するためには、降伏点剛性を高くすることが有効である。
- 降伏点周期(秒)が初期周期(秒)の2倍と仮定した場合に、建物高さ(m)に対する初期周期(秒)の比 α (RC造で $0.02H$)が、第1種地盤では $\alpha < 0.019$ で、第2種地盤では $\alpha < 0.0125$ で全体変形角が1/100以下となる。初期周期を短くする(建物剛性を高くする)ためには、ヒンジが生じる部材の剛性を向上させる必要があり、壁部材を付与する、柱梁断面を大きくする、ヒンジリロケーションによりクリアスパンを短くする等の方法が有効である。

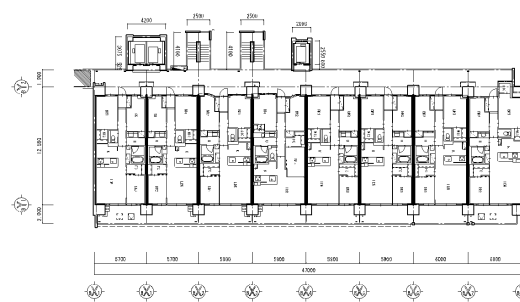
第3章 モデル建物事例に基づく検討 検討モデル概要

令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会
M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

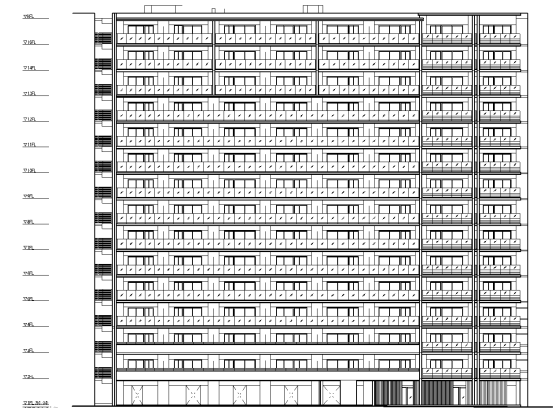
| モデル名称 | 階数 | 袖壁 | 梁幅 | 目標 Q_u/Q_n | 備考 |
|---------|-----|-----|-----|--------------|-----------|
| 11F000 | 11F | なし | 700 | 1.0 | 基本モデル袖壁なし |
| 11F125 | | 350 | | 1.25 | 袖壁追加 |
| 11F110 | | 350 | | 1.0 | 袖壁追加鉄筋減 |
| 15F000 | 15F | なし | 700 | 1.0 | 基本モデル袖壁なし |
| 15F125 | | 400 | | 1.25 | 袖壁追加 |
| 15F110 | | | | 1.0 | 袖壁追加鉄筋減 |
| 15F111 | | 900 | 1.0 | 袖壁追加梁幅増鉄筋減 | |
| 15F112 | | 700 | | 袖壁拡大1.5倍 | |
| 15F112a | | 700 | | 袖壁拡大2.0倍 | |



11Fモデル



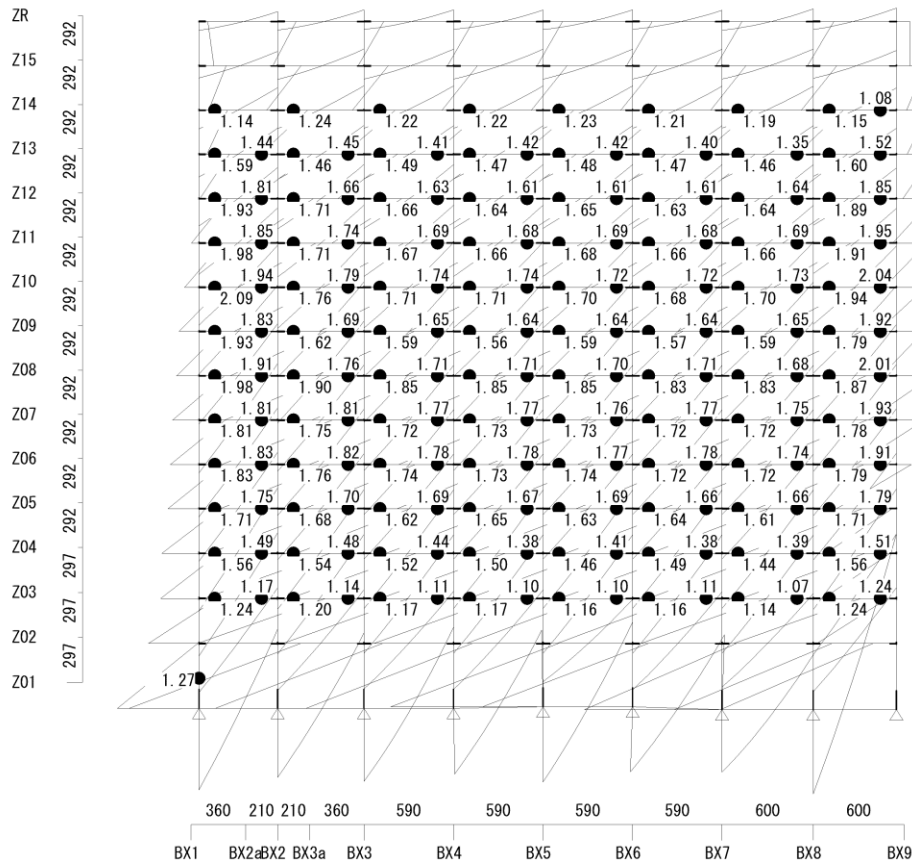
15Fモデル



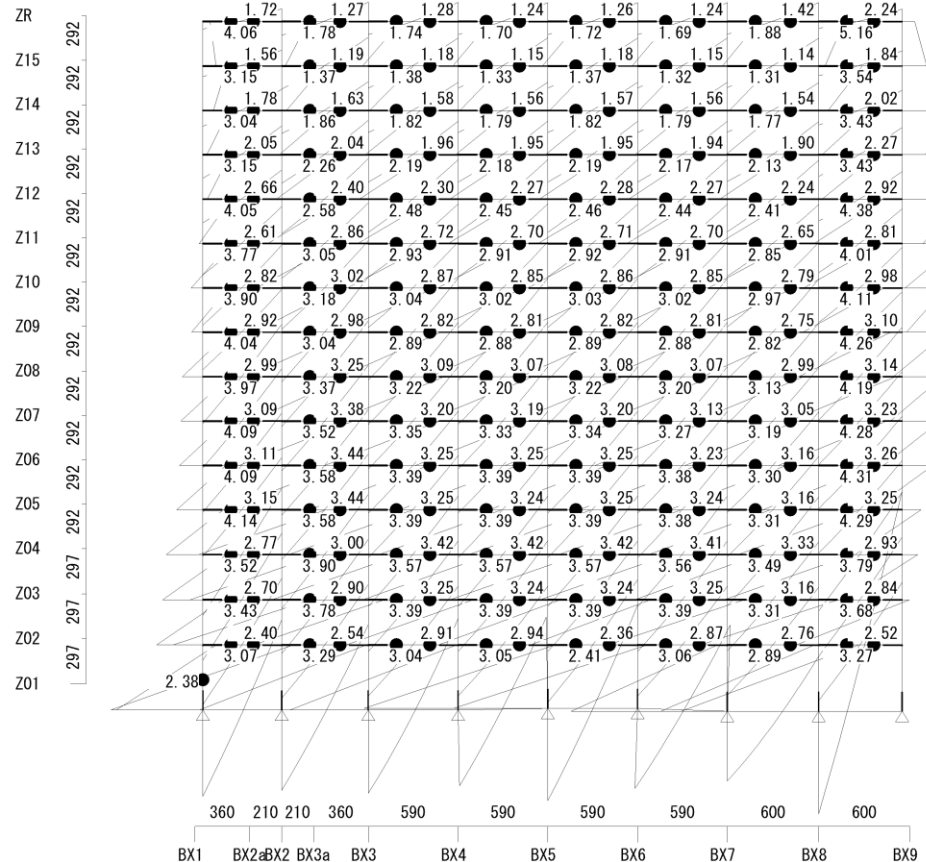
第3章 モデル建物事例に基づく検討

梁ヒンジ塑性率

- ◆ 保有水平耐力時のベースシア(係数)CBは、ともに0.33程度である。
- ◆ 梁ヒンジ塑性率は、基本モデルで1.7程度、**袖壁モデル**で4程度となった。



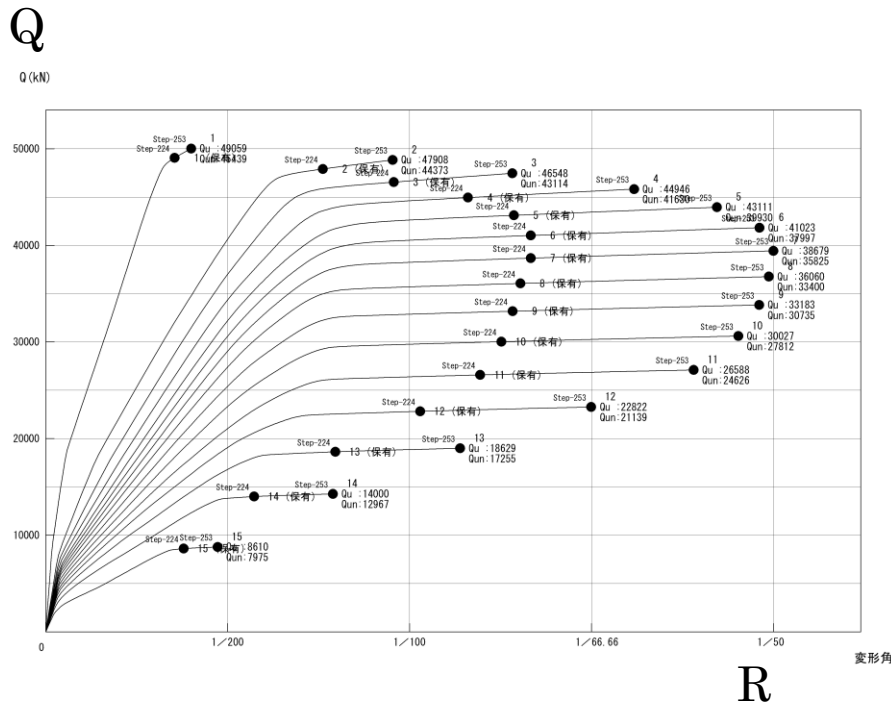
15F基本モデル(1/75時点)



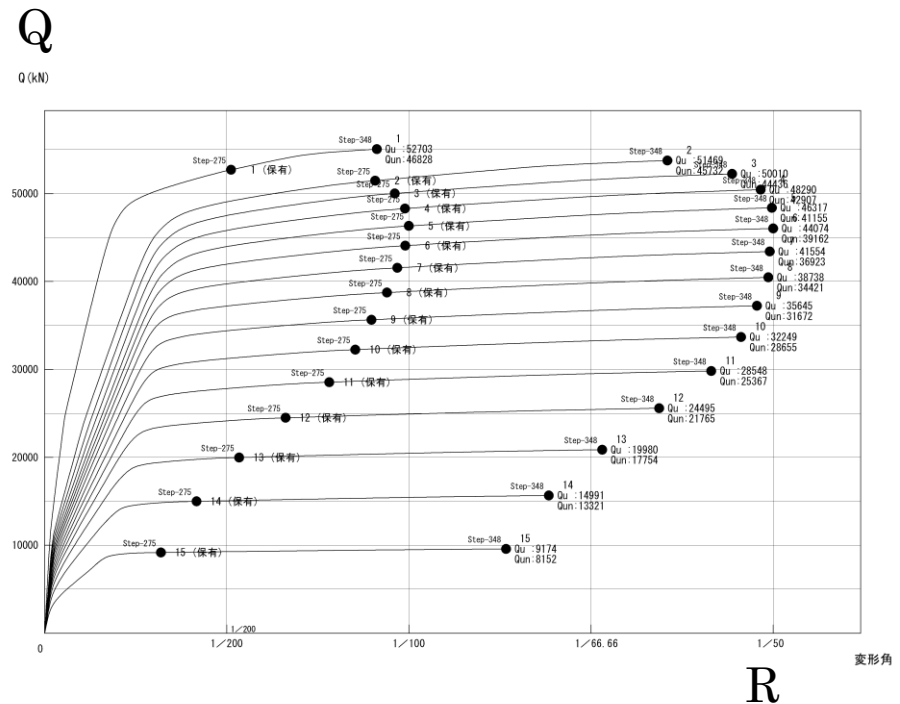
15F袖壁モデル(1/100時点)

第3章 モデル建物事例に基づく検討 層間変形角(分布)

- ◆ 15F袖壁モデルは15F基本モデルと比べ、耐力は同等で降伏点剛性は高い。
- ◆ 15F袖壁モデルは15F基本モデルと比べ、各階の層間変形角が揃っている。
- ◆ 15F袖壁モデルは15F基本モデルと比べ、各階の塑性率が大きい。



15F基本モデル

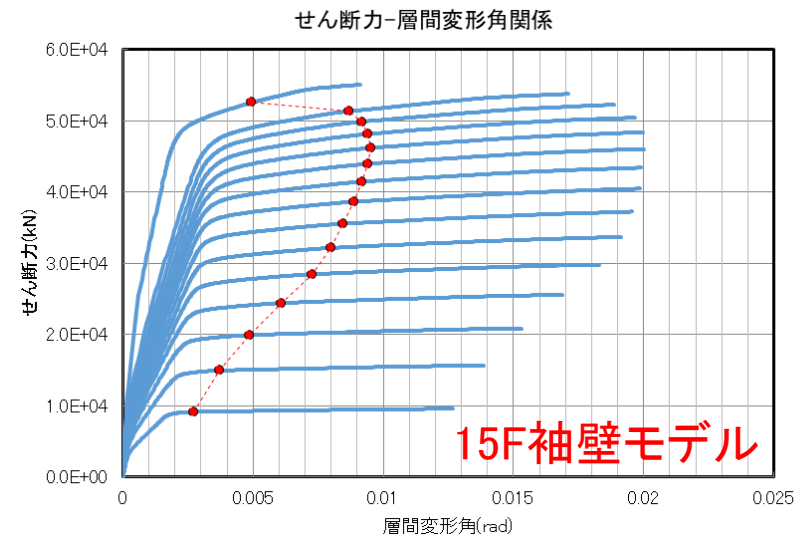
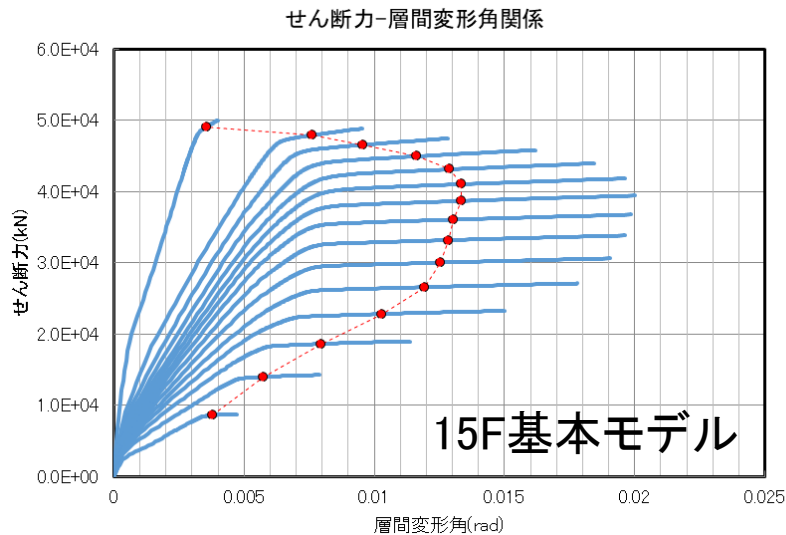
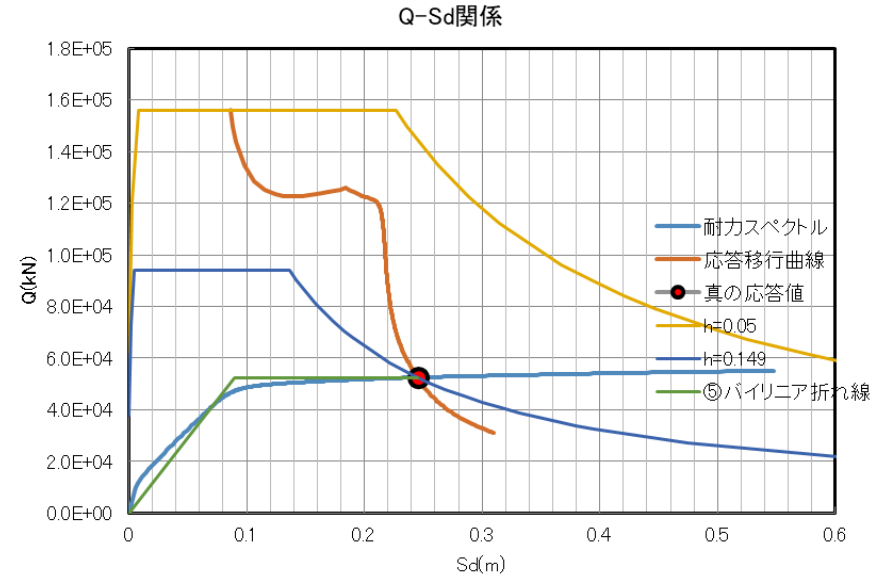
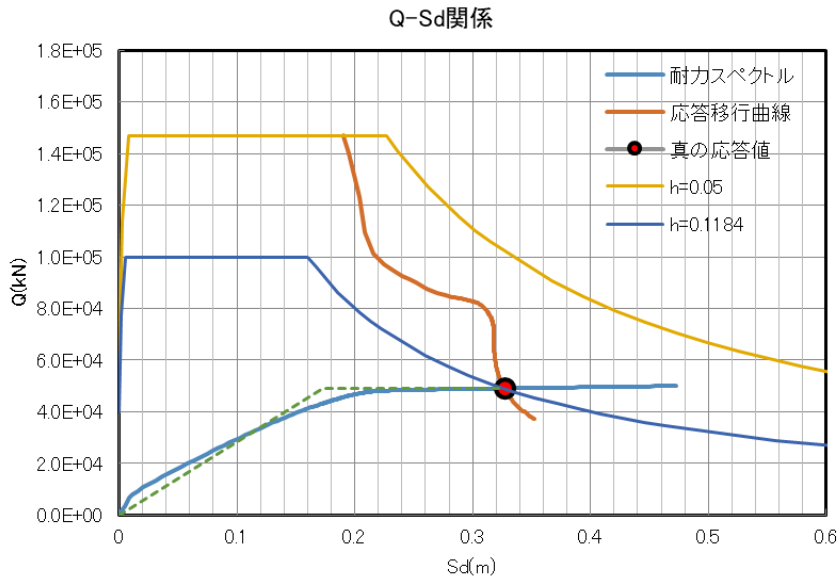


15F袖壁モデル

第3章 モデル建物事例に基づく検討 等価線形化法による応答値の推定

令和2年度建築基準整備促進事業成果報告会
M7. 長期優良住宅の認定に係る耐震性の評価の合理化に関する検討

◆ 15F袖壁モデルは最大層間変形角が1/100以下となった。



第4章 結論

長期優良住宅の技術基準への提案

長期使用構造等とするための措置及び維持保全の方法の規準(平成21年国土交通省告示第209号))における耐震性の評価項目について、追記を提案

| 現行 | 提案 |
|---|---|
| ①限界耐力計算による場合 イ 安全限界変形が1/100以下であること ロ 木造建築物において.. ハ 耐震等級2または3 | ①限界耐力計算による場合 イ 安全限界変形が1/100以下であること ロ 木造建築物において.. ハ 耐震等級2または3 |
| | ②保有水平耐力計算(ルート3)による場合 で、別途、極稀地震における応答変形が 1/100以下であることが確認されていること |
| ②限界耐力計算以外の方法による場合 耐震等級2または3 | ③限界耐力計算以外の方法による場合 耐震等級2または3 |
| ③免震層および免震材料の維持管理方法 が明示された図書が作成されている免震構 造物 | ④免震層および免震材料の維持管理方法 が明示された図書が作成されている免震構 造物 |

適用条件(今回の検討における解析モデルの設定)

- 剛性率や偏心率による必要保有水平耐力の割増がかかっていないこと。
(割増がかかる場合においては別途安全性の検討をすること。)
- 崩壊メカニズムがおおむね全体崩壊形であり、FA部材が主として用いられていること。