

第1章 はじめに

1-1 検討体制

本研究は、建築研究所が、平成21年度における個別重点研究課題「長周期建築物の耐震安全性対策技術の開発」の実施に当たって、平成21年度建築基準整備促進補助金事業に基づく調査事項に係る共同研究として、同事業の事業主体4者と共同で実施したものであり、その体制は、図1.1aのとおりである。建築研究所は、調査研究の計画策定、研究の成果の取りまとめとしての設計用長周期地震動の提案について、主たる役割を果たしたほか、その他の項目について、各事業主体とともに研究を行った。

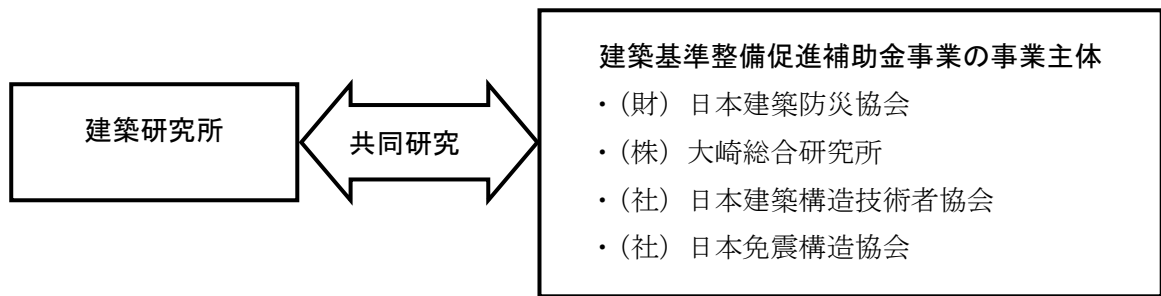


図 1.1a 共同研究の実施体制

共同研究の検討体制としては、「長周期地震動に関する検討委員会」を設け、その下に「地震動WG」と「建物応答WG」を、さらに「建物応答WG」の下に「超高層SWG」と「免震SWG」を設けて行った。検討体制を以下の図1.1bに示す。

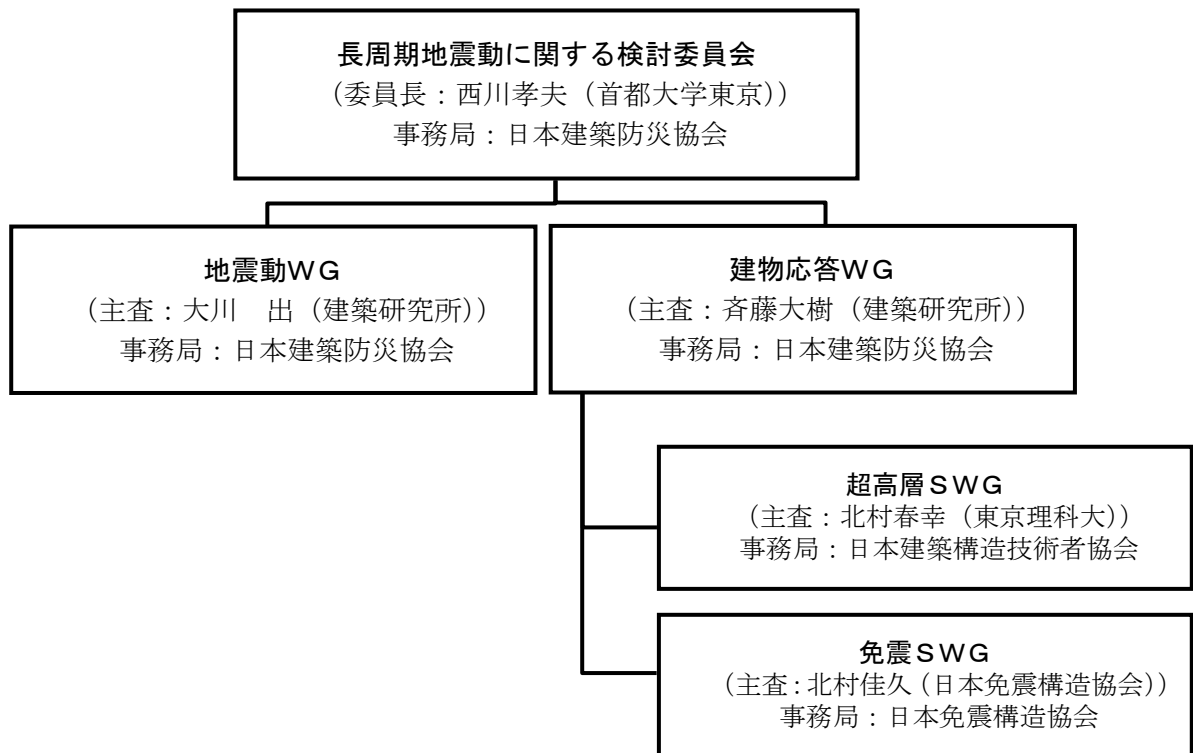


図 1.1b 「長周期地震動に関する検討委員会」検討体制

1-2 地震動 WG の検討概要について

1-2-1 平成 20 年度検討作業について

平成 21 年度地震動 WG の検討は平成 20 年度検討内容に基づいた作業であるため、同 WG の平成 20 年度作業内容について概略記述する。なお、平成 20 年度検討についても、平成 20 年度建築基準整備促進補助金事業に基づく調査事項として、(財)日本建築防災協会と(株)大崎総合研究所との共同研究を実施している。

- (1) 強震観測データによる回帰式の作成
- (2) 使用データ：K-NET、KiK-net、JMA87 観測点におけるデータのうち、海溝型*1、地殻内地震*2 の 2 種類の震源で分類したデータを用いた。
- (3) スペクトルの回帰式は以下の通りとした。

$$\log_{10}Y(T)=a(T)Mw+b(T)R-\log_{10}(R^p(T)+d(T)10^{0.5Mw})+c(T)+c_j(T) \quad (1.1)$$

ここに、

Y(T)：減衰定数 5% 加速度応答スペクトル、または同 1% 加速度応答スペクトル、およびエネルギースペクトル (h=10%) のいずれかを指す。

Mw：モーメントマグニチュード*3

T：周期(秒)

R(km)：想定震源断層までの最短距離

a(T)、b(T)、d(T)、p(T)、c(T)、c_j(T)：回帰係数(数値で与える)

c(T)：周期 1 秒以上で、地盤増幅がなく、地震基盤相当と考えられる KiK-net 観測点 FKSH19 のサイト増幅係数。

c_j(T)：評価地点での地震基盤から地表までのサイト増幅係数。

(10^{c_j(T)}をサイト増幅率としている。)

時刻歴作成のための群遅延時間の平均値および分散の回帰式は以下の通りとした。

$$Y(f)=A(f)M_0^{1/3}+B(f)X+C_j(f) \quad (1.2)$$

ここに、

Y(f)：平均値 $\mu_{t_{gr}}(f)$ 、分散 $\sigma_{t_{gr}}^2(f)$

M₀：地震モーメント (dyne-cm)、f：振動数 (Hz)

X：建設地から断層破壊開始地点までの距離(震源距離, km)

C_j(f)：評価地点の群遅延時間に関するサイト係数

- (4) 想定地震の設定地点でのスペクトルは、モーメントマグニチュードと震源への最短距離および各サイト(観測点に限る)係数によって評価地点の地表における値として求まる。また位相特性については、地震モーメントと震源における破壊開始地点からの距離および、群遅延時間に関するサイト係数(観測点毎に設定)によって算定される。このうち、地震基盤相当のサイトにおける、5%減衰の加速度応答スペクトルは、モーメントマグニチュード Mw と、断層最短距離 R によって図 1.2 のように算定される。

- (5) 上記 (1.1) 式のサイト増幅係数 $c_j(T)$ は、各観測点で求められている。全国および三大都市圏での主要観測地点でのサイト増幅率を図 1.3 に示した。東京地域では周期 6～7 秒に卓越が見られる。大阪では、湾岸地域でやはり周期 6 秒あたりに卓越が見られるが、そのほかの地点では、2～5 秒にピークが見られる。濃尾平野の名古屋市近郊では、東京、大阪よりはやや短い 2～3 秒に卓越が見られる。
- 図 1.2 の地震基盤相当のスペクトルに図 1.3 のサイト増幅率を掛け合わせたものが、対象地点の地表での推定加速度スペクトルとなる。
- (6) これに上記 (2) 式の群遅延時間の回帰分析結果を用いて、位相特性を与えて、算定応答スペクトルに適合するように時刻歴波形を作成した。
- (7) 想定南海地震、想定東南海地震などに対する模擬地震動波形を作成して、既往のシミュレーション波形との比較を行った。その結果、地震動の推定誤差を考慮した場合には、本作業の模擬波形と既往の模擬波形とは大きく乖離することがないことを確認した。

1-2-2 平成 21 年度の地震動 WG 検討内容

平成 20 年度作成した地震動を建物応答 WG に配布し、超高層建築物、免震建築物のモデルによる地震応答解析を行うとともに、東海・東南海、等の連動型の地震動の模擬作成作業を行ったほか、以下のような精度向上及び地震動のばらつきの明確化に関連する作業を行った。

(1) 各既往評価波との比較

- ・日本建築学会（内閣府委託）が実施した有限要素法による東海・東南海地震の広域の地震動シミュレーション（対象周期 2.5 秒以上）、結果との比較を行った。
- ・経験的グリーン関数法による東南海・東海地震による名古屋・三の丸地域の模擬波形との（名古屋市官庁街）比較を行った。
- ・H21.9.に公表された地震調査研究推進本部(推本)による長周期地震動予測地図試作版（有限差分法による、対象周期 3.5 秒以上）との比較作業を行った。

(2) サイト増幅率、サイト係数の改良（主として関東平野を対象として、記録時間の不足するデータに替わるものを補充（JMA 9 5、工学院大等の記録）し、追加観測点のサイト増幅率および群遅延時間のサイト係数を求めた。2009 年に発生した駿河湾の地震の追加により、異なる震源によるデータを用いた場合のサイト増幅率、サイト係数への影響について検討した。

(3) 増幅率の検討（工学的基盤基準と観測点以外の増幅率の評価手法の検討）

- ・地表に工学的基盤相当の地層が露頭しているサイトの平均増幅率を算定し、短周期域 0.5 秒以下での地震基盤－工学的基盤のサイト増幅率とし、周期 1 秒以上の長周期については、影響がないものとして、そのまま工学的基盤相当として使用することとした。その間の周期域についてはマッチングフィルターにより補間を行った。
- ・任意地点の増幅率の算定方法の検討については、推本が平成 21 年 12 月に公開した深部地下構造データを用いた検討を開始した。

(4) 作成波形のばらつきの検討（作成 21 波形のばらつきなど）

- ・本方法において使用する乱数の違いによる地震動のばらつきについて検討した。

・連動型地震を模擬する場合の個別震源による地震動の重ね合わせ方、特に破壊が進行する方向が波形特性に与える影響について検討した。

*1 : プレート境界とスラブ（境界下部プレート）内で起こる地震

*2 : 境界上側の地殻内に起こる地震

*3 : 断層運動としての地震の規模を表す指標。モーメントマグニチュード M_w との間には、次の関係がある。この場合、 M_0 の単位は、 $\text{dyne}\cdot\text{cm}$ である。

$$\log_{10} M_0 = 1.5M_w + 16.1$$

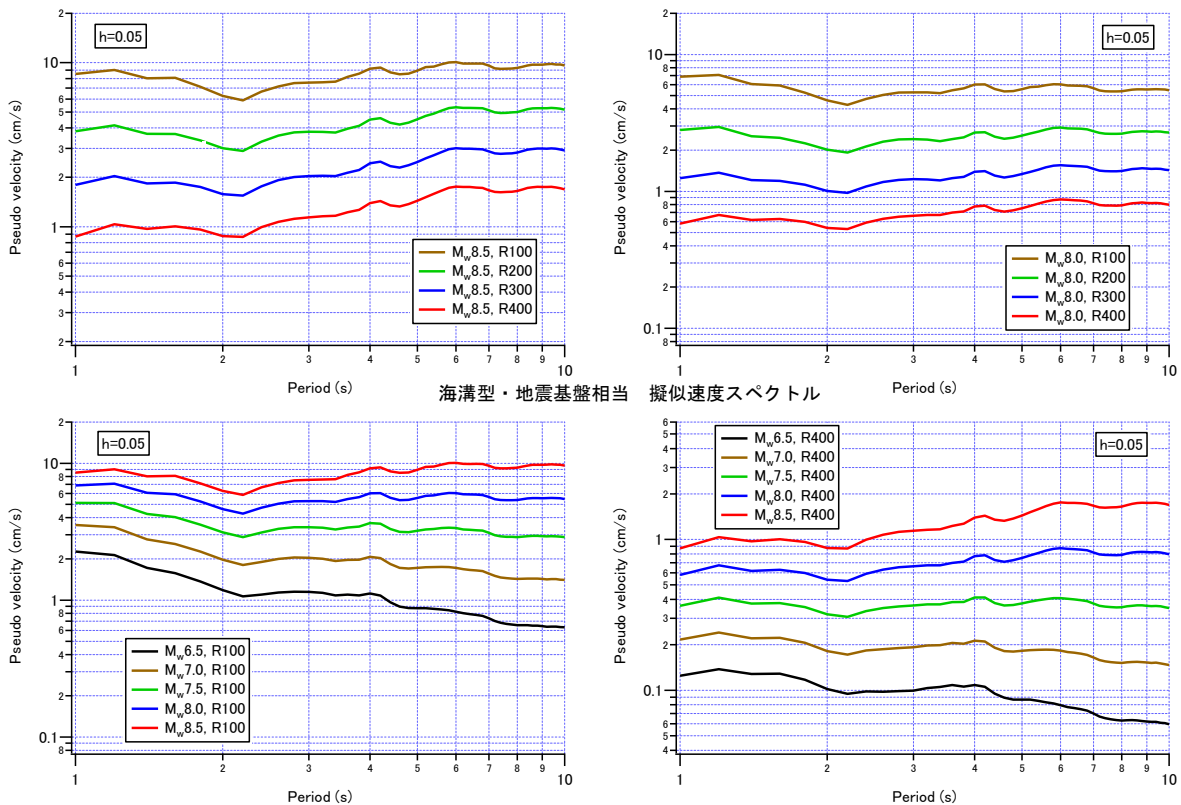


図 1.2 回帰分析による地震基盤相当サイトにおける地震動加速度応答スペクトル(h=5%)

1-2-3 三大都市域における主要観測地点のサイト増幅率について

前記、式(1)に含まれる、サイト増幅率を全国、東京、大阪、名古屋地域について周期との関係を図 1.3 に示した。また、図 1.4 には、本作業で対象とした想定地震の断層モデルとその破壊開始地点および、主要観測地点の位置を示す。さらに、図 1.5 には 3 大都市圏に於ける強震観測点とそのうちそれぞれの地域を代表する観測点の位置を示す。後述する地震動の評価は主としてこれらの地域の代表観測点位置で行っている。

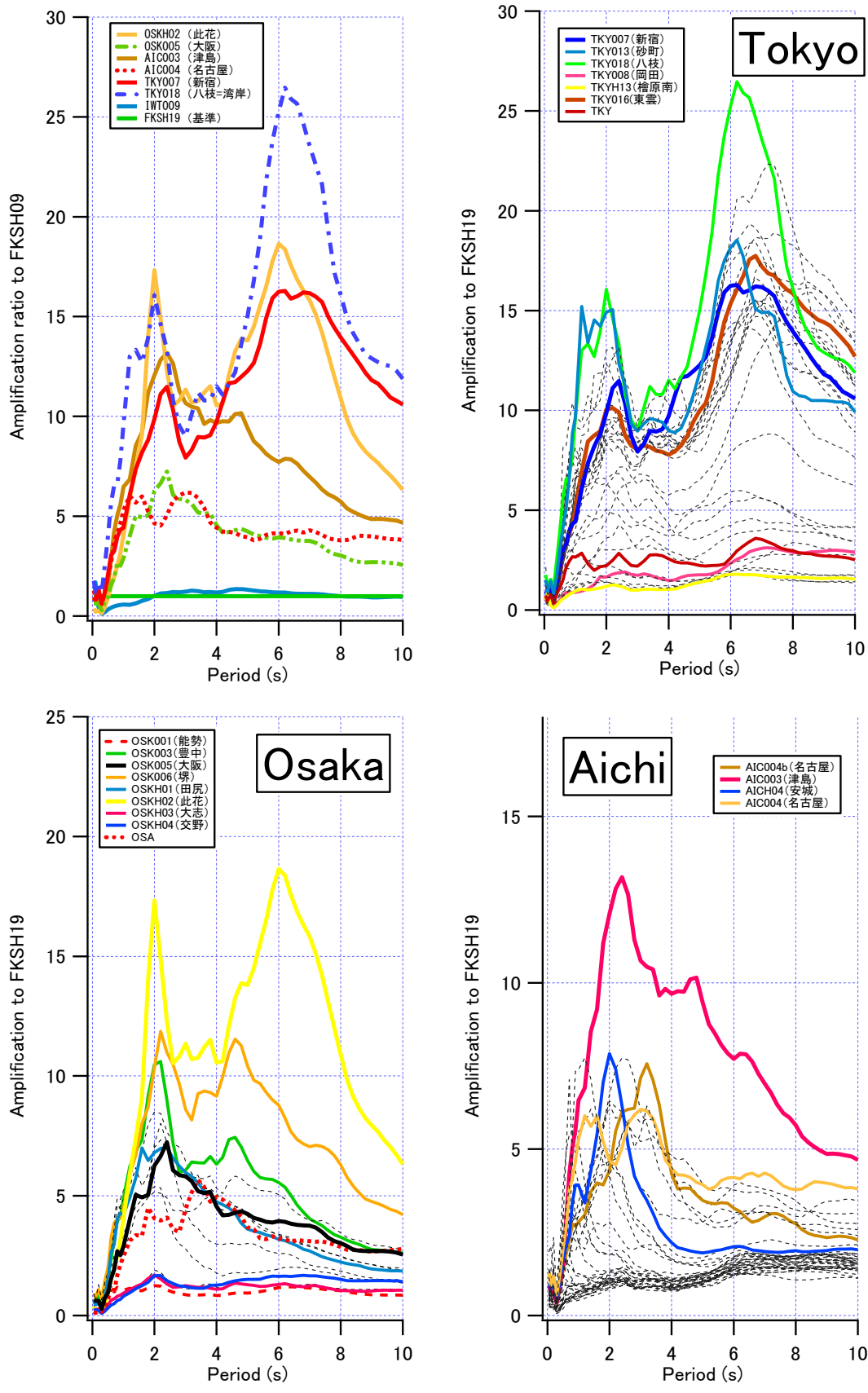


図 1.3 全国及び東京、大阪、愛知各地区における主要地震観測地点のサイト増幅率

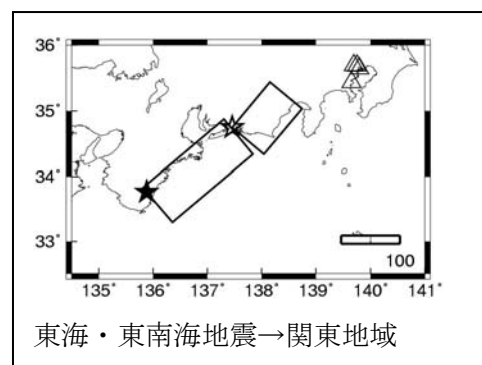
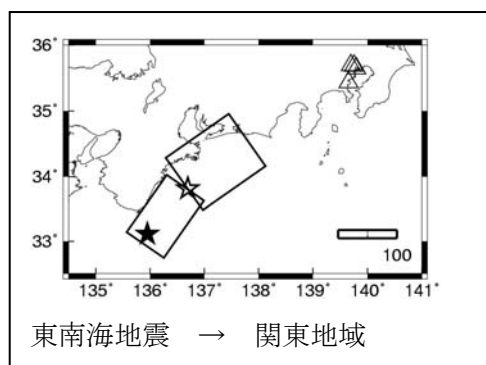
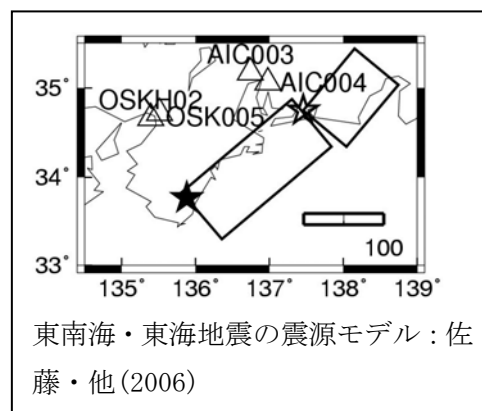
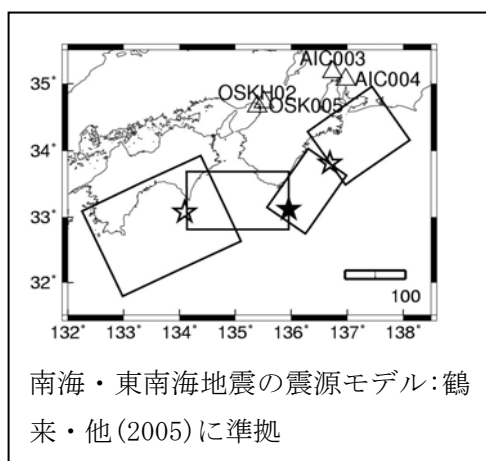
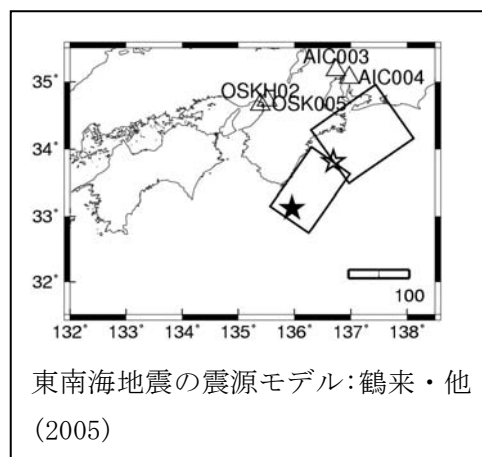
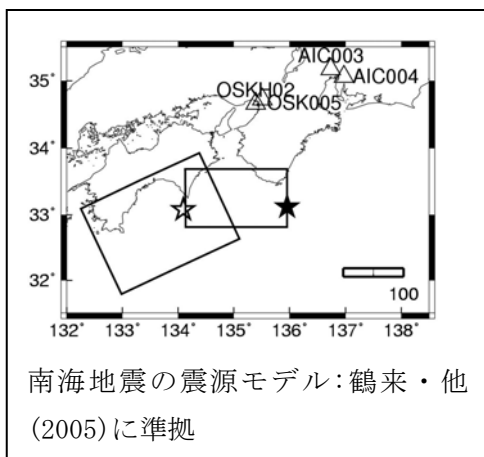


図 1.4 本作業で算定に用いた各想定地震の簡略化震源域と地震動評価地点

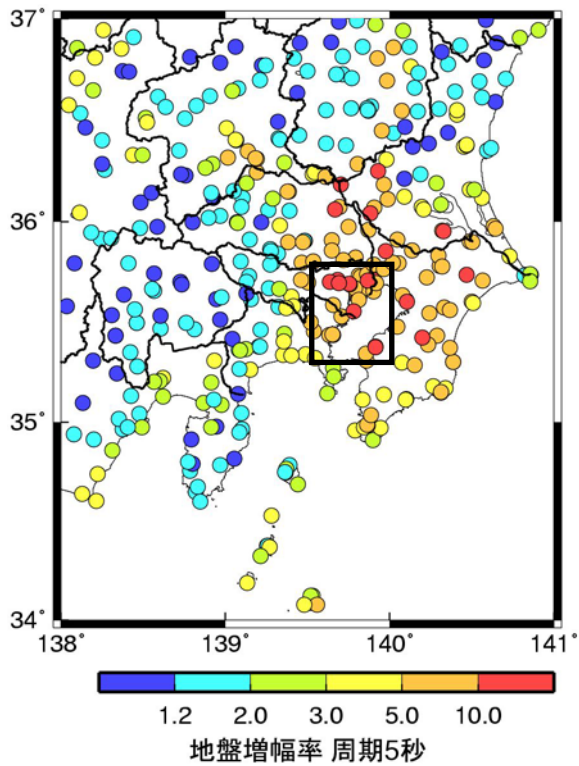
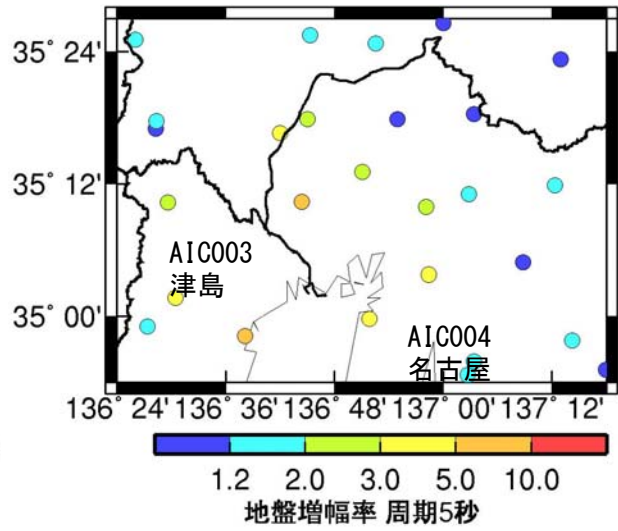
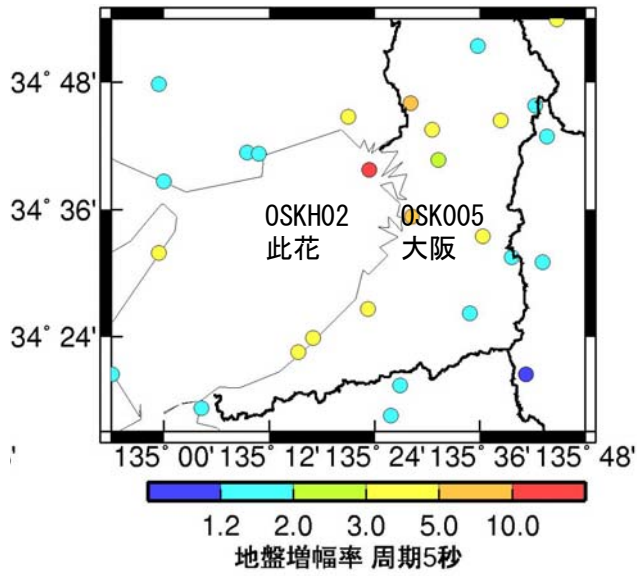


図 1.5 各大都市域での代表的観測地点位置(地震動評価地点)

1-3 建物応答WGでの検討概要

前述のように、「建物応答WG」では、WGの下に「超高層SWG（事務局：日本構造技術者協会）」と「免震SWG（事務局：日本免震構造協会）」を設置して、それぞれの建築物に与える長周期地震動の影響を分析した。

検討に用いた長周期地震動のリストを表1.1に示す。これらは、地震動WGが提案する観測データに基づく回帰式を用いた波形作成法により作られた長周期地震動である。ここに、「平均波」とあるのは回帰式のばらつきを考慮したときの平均的特性から求めた波形で、「平均+標準偏差波」は回帰分析の回帰誤差（予測値と観測値間のばらつき）大きさを前述の平均値に加えて作成したものである。ただし、回帰誤差自体は地震動データ全体から求めたものであり、サイト毎の増幅特性の相違や、観測地震の違いなど、ばらつきをもたらすさまざまな要因がすべて含まれているものであり、この「平均+標準偏差波」は、かなり大きめの予測誤差を見込んで設定している。なお、超高層SWG、免震SWGのそれぞれで、既往設計に用いている地震動波形による応答特性との比較についても検討している。

なお、本資料で応答解析に利用している地震動は、すべて各観測地点の地表面で評価された地震動である。

表 1.1 検討に用いた長周期地震動波形

想定地震	地名		平均波	平均+標準偏差波
想定東海・東南海地震	愛知県	津島	T-TN-AIC003-av	T-TN-AIC003-sd
		名古屋	T-TN-AIC004-av	T-TN-AIC004-sd
	東京	工学院大学	T-TN-KGIN1F-av	T-TN-KGIN1F-sd
想定南海地震	大阪	此花	N-OSKH02-av	N-OSKH02-sd

超高層SWG、免震SWGとも、実際に施工された物件に基づいて、固有周期や構造形式等にバリエーションをもたせた複数の解析用建物モデルを設定した。また、解析方法も現在の設計実務で利用されている方法に基本的に従っている。

超高層建築物の検討では、個々の建物モデルの解析に加えて、耐力変動の影響や、質点系とフレーム系の解析モデルによる結果の違い、P- δ 効果や復元力特性の繰り返し劣化の影響などについても検討した。また、免震建築物の検討では、免震部材の品質変動やエネルギー吸収能力に関する検討を行った。さらに、長周期地震動の影響を受けやすい昇降機設備の地震対策について、最新の状況と課題を整理した。

検討結果のまとめ

- ・ 超高層建築物の応答解析結果一覧を表1.2、表1.3に、免震建築物の応答解析結果を表1.4に示す。
- ・ 本検討では、「地震動WG」が作成した長周期地震動の「平均波」に対しては、超高層建築物も免震建築物も応答値は従来のレベル2地震動の設計クライテリアに収まる程度の結果が得られた。このことから、「平均波」のレベルの長周期地震動に対しては、建築物の揺れの継続

時間の長さやエネルギー入力大きさに留意しながら、現行の設計クライテリアを満足する設計が可能と考えられる。

- ・ 一方、「平均+標準偏差波」のレベルの長周期地震動に対しては、超高層建築物も免震建築物も従来の設計クライテリアを大きく超える応答になる場合があることが示された。地震動作成手法における回帰式の誤差など予測波形のばらつきは極めて大きく、建物応答の結果からも「平均+標準偏差波」のレベルは設計で考慮するには過大な入力であると考えられる。
- ・ しかしながら、万が一起きるかもしれない「平均+標準偏差波」に対しても超高層建築物や免震建築物が大破・倒壊しないことを検証するためには、応答値が設計安全限界を超えた場合の建築物の挙動を追跡できる解析方法や、そのモデル化に必要な構造実験の蓄積が不可欠であるが、本検討結果からも、それらの研究はまだ不十分であることがわかる。
- ・ また、既存建築物の効果的な補強方法の開発も急務であるが、本検討において、制震ダンパーの設置により応答値を小さくできる可能性が示された。ただし、必要な補強量を決める方法や施工方法について設計者が参考にできる技術指針等がないのが現状である。
- ・ さらに、超高層建築物の地震後の機能維持の要となる昇降機設備に関しては、すでに長周期地震動対策が進められているものの、構造躯体の応答値が設計安全限界を超えるような場合は想定されておらず、本検討においても、エレベーター昇降路壁の脱落などが起こりうる事が指摘された。
- ・ このように、建築物の設計における地震動のばらつきの扱いに加えて、建築物側の終局性能の把握や対策方法の検討など、議論すべき問題は多く残されている。

表 1.2 超高層S造建物検討結果一覽表

S 造	高さ階数	設計用C _B	応答解析モデル	応答最大値				
				平均波		平均+σ波 (付章参考値)		
				層間変形角	塑性率	層間変形角	塑性率	
100m級	102m 25	0.100	曲げせん断棒	X方向 Y方向	1/123(5F:津島(AIC003)) 1/97(10F:津島(AIC003))	1.34(5F:津島(AIC003)) 1.58(10F:津島(AIC003))	1/119(10F:津島(AIC003)) 1/70(10F:津島(AIC003))	1.37(5F:津島(AIC003)) 2.21(12F:津島(AIC003))
120m級	120m 26	0.075	曲げせん断棒	X方向 Y方向	1/176(6F:津島(AIC003)) 1/172(3F:津島(AIC003))	1.27(7F:津島(AIC003)) 1.05(5F:津島(AIC003))	1/115(7F:津島(AIC003)) 1/136(6F:津島(AIC003))	2.09(7F:津島(AIC003)) 1.37(6F:津島(AIC003))
140m級	140m 35	0.073	曲げせん断棒	X方向 Y方向	1/108(14F:津島(AIC003)) 1/101(16F:津島(AIC003))	2.09(14F:津島(AIC003)) 2.16(16F:津島(AIC003))	1/90(11F:津島(AIC003)) 1/86(16F:津島(AIC003))	2.53(11F:津島(AIC003)) 2.71(13F:津島(AIC003))
200m級	200m 46	0.055	曲げせん断棒	X方向 Y方向	1/102(21F:此花(OSKH02)) 1/111(32F:津島(AIC003))	1.42(7F:此花(OSKH02)) 1.42(10F:津島(AIC003))	1/72(18F:此花(OSKH02)) 1/85(32F:津島(AIC003))	2.00(19F:此花(OSKH02)) 2.07(27F:津島(AIC003))
230m級	230m 53	0.045	曲げせん断棒	X方向 Y方向	1/138(16F:此花(OSKH02)) 1/66(4F:此花(OSKH02))	1.95(12F:此花(OSKH02)) 2.82(17F:此花(OSKH02))	1/91(16F:此花(OSKH02)) 1/46(29F:此花(OSKH02))	2.96(12F:此花(OSKH02)) 4.05(17F:此花(OSKH02))
250m級	250m 55	0.055~ 0.075	曲げせん断棒	X方向 Y方向	1/83(11F:此花(OSKH02)) 1/170(32F:此花(OSKH02))	1.9(11F:此花(OSKH02)) 1.2(33F:此花(OSKH02))	1/56(11F:此花(OSKH02)) 1/123(33F:津島(AIC003))	2.9(11F:此花(OSKH02)) 1.7(40F:津島(AIC003))

表 1.3 超高層RC造建物検討結果一覽表

RC 造	高さ階数	設計用C _B	応答解析モデル	応答最大値				
				平均波		平均+σ波 (付章参考値)		
				方向	層間変形角	塑性率※1	層間変形角	塑性率※1
90m級	93.1m 30	0.103	部材精算モデル	X方向 Y方向	1/185(13F:津島(AIC003)) 1/209(10F:津島(AIC003))	0.93(19F:津島(AIC003)) 1.05(19F:津島(AIC003))	1/119(19F:津島(AIC003)) 1/122(19F:津島(AIC003))	1.70(19F:津島(AIC003)) 3.03(19F:津島(AIC003))
115m級	114.5m 36		等価曲げせん断棒 モデル	X方向 Y方向	1/162(18F:津島(AIC003)) 同上	0.67(19F:津島(AIC003)) 同上	1/56(18F:津島(AIC003)) 同上	2.07(18F:津島(AIC003)) 同上
130m級	132.0m 43	0.073	等価せん断棒 モデル	X方向 Y方向	1/103(8F:此花(OSKH02)) 同上	1.49(9F:此花(OSKH02)) 同上	1/48(10F:此花(OSKH02)) 同上	3.41(10F:此花(OSKH02)) 同上
150m級 (その1)	150.5m 47	0.060	等価曲げせん断棒 モデル	X方向 Y方向	1/143(15F:津島(AIC003)) 1/114(16F:此花(OSKH02))	1.02(2F:津島(AIC003)) 0.92(8F:此花(OSKH02))	1/55(15F:津島(AIC003)) 1/66(11F:此花(OSKH02))	2.65(15F:津島(AIC003)) 1.73(8F:此花(OSKH02))
150m級 (その2)	151.5m 44	0.060	等価曲げせん断棒 モデル	X方向 Y方向	1/108(21F:此花(OSKH02)) 1/123(23F:此花(OSKH02))	1.51(1F:此花(OSKH02)) 1.67(1F:此花(OSKH02))	1/58(9F:此花(OSKH02)) 1/66(29F:津島(AIC003))	2.63(9F:此花(OSKH02)) 2.65(1F:此花(OSKH02))
180m級	180.8m 54	0.050	等価曲げせん断棒 モデル	X方向 Y方向	1/65(9F:此花(OSKH02)) 1/66(10F:此花(OSKH02))	2.12(7F:此花(OSKH02)) 2.00(10F:此花(OSKH02))	1/47(10F:此花(OSKH02)) 1/51(10F:此花(OSKH02))	2.88(10F:此花(OSKH02)) 2.62(7F:此花(OSKH02))
240m級	242.2m 70	0.032	部材精算モデル	X方向 Y方向	1/118(22F:此花(OSKH02)) 同上	1.31(43F:此花(OSKH02)) 同上	1/97(19F:此花(OSKH02)) 同上	1.77(42F:此花(OSKH02)) 同上

表 1.4-免震建築物モデルによる応答結果のまとめ

記号	分類	200% 心算時 固有周期 (s)	N-OSKH02-SD			T-TN-AIC003-SD			T-TN-AIC004-AV			T-TN-AIC004-SD								
			上部構造	免震層	最大変位 (m)	状態	最大変位 (m)	状態	最大変位 (m)	状態	最大変位 (m)	状態	最大変位 (m)	状態						
A-1	低層第1世代	1.77	1/992	短期許容以下	0.03	許容変形以内	1/158	保有耐力以下	0.10	許容変形以内	1/191	弾性域以下	1/733	弾性域以下	0.02	許容変形以内	1/181	保有耐力以下	0.06	許容変形以内
A-2	中高層第1世代	2.66	1/730	短期許容以下	0.14	許容変形以内	1/465	短期許容以下	0.21	許容変形以内	1/537	短期許容以下	1/252	短期許容以下	0.13	許容変形以内	1/469	短期許容以下	0.24	許容変形以内
A-3	中高層第2世代	3.25	1/1234	短期許容以下	0.12	許容変形以内	1/915	短期許容以下	0.26	許容変形以内	1/896	短期許容以下	1/1068	短期許容以下	0.16	許容変形以内	1/681	短期許容以下	0.37	許容変形以内
A-4	低層第2世代	3.50	1/9500	短期許容以下	0.13	許容変形以内	1/9500	短期許容以下	0.21	許容変形以内	1/6900	短期許容以下	1/11333	短期許容以下	0.10	許容変形以内	1/6500	短期許容以下	0.23	許容変形以内
B-1	低層第1世代	2.09	1/310	保有耐力以下	0.20	許容変形以内	1/34	保有耐力以上	0.30	許容変形以内	1/166	保有耐力以下	1/242	短期許容以下	0.12	許容変形以内	1/466	保有耐力以下	0.18	許容変形以内
B-2	中高層第2世代	3.90	1/302	短期許容以下	0.10	許容変形以内	1/152	弾性域以下	0.22	許容変形以内	1/212	短期許容以下	1/138	弾性域以下	0.26	許容変形以内	1/188	弾性域以下	0.21	許容変形以内
B-3	低層第2世代	3.36	1/12193	短期許容以下	0.11	許容変形以内	1/8103	弾性域以下	0.20	許容変形以内	1/8120	短期許容以下	1/2662	短期許容以下	0.09	許容変形以内	1/6633	短期許容以下	0.24	許容変形以内
B-4	中高層第2世代	6.19	1/271	弾性域以下	0.46	許容変形以内	1/146	弾性域以上	0.80	許容変形以内	1/271	弾性域以下	1/236	弾性域以下	0.53	許容変形以内	1/291	短期許容以下	0.29	許容変形以内
C-1	中高層第2世代	2.98(100%)	1/485	短期許容以下	0.10	許容変形以内	1/369	短期許容以下	0.18	許容変形以内	1/490	短期許容以下	1/302	短期許容以下	0.33	許容変形以内	1/365	短期許容以下	0.25	許容変形以内
C-2	中高層第2世代	4.05	1/972	短期許容以下	0.12	許容変形以内	1/608	短期許容以下	0.19	許容変形以内	1/826	短期許容以下	1/608	短期許容以下	0.27	許容変形以内	1/706	短期許容以下	0.14	許容変形以内
C-3	中高層第2世代	4.05	1/5105	短期許容以下	0.18	許容変形以内	1/4995	短期許容以下	0.23	許容変形以内	1/3405	短期許容以下	1/1987	短期許容以下	0.42	許容変形以内	1/2260	短期許容以下	0.32	許容変形以内
C-4	中高層第2世代	4.93	1/335	短期許容以下	0.11	許容変形以内	1/131	弾性域以下	0.43	許容変形以内	1/293	短期許容以下	1/185	弾性域以下	0.37	許容変形以内	1/238	短期許容以下	0.23	許容変形以内
D-1	低層第3世代	2.83	1/389	短期許容以下	0.13	許容変形以内	1/450	短期許容以下	0.19	許容変形以内	1/495	短期許容以下	1/377	短期許容以下	0.28	許容変形以内	1/458	短期許容以下	0.15	許容変形以内
D-2	中高層第2世代	3.45	1/1036	短期許容以下	0.12	許容変形以内	1/1034	短期許容以下	0.43	許容変形以内	1/746	短期許容以下	1/573	弾性域以下	0.92	許容変形以内	1/649	短期許容以下	0.42	許容変形以内
D-3	中高層第2世代	3.40	1/1494	短期許容以下	0.13	許容変形以内	1/983	短期許容以下	0.21	許容変形以内	1/625	短期許容以下	1/470	弾性域以下	0.39	許容変形以内	1/563	短期許容以下	0.38	許容変形以内
D-4	中高層第2世代	6.43	1/313	短期許容以下	0.38	許容変形以内	1/207	弾性域以下	0.64	許容変形以内	1/331	短期許容以下	1/265	短期許容以下	0.36	許容変形以内	1/288	短期許容以下	0.21	許容変形以内
E-1	中高層第2世代	3.56	1/1134	短期許容以下	0.11	許容変形以内	1/718	短期許容以下	0.140	許容変形以内	1/642	短期許容以下	1/362	短期許容以下	0.34	許容変形以内	1/432	短期許容以下	0.28	許容変形以内
E-2	中高層第2世代	4.40	1/810	短期許容以下	0.087	許容変形以内	1/408	短期許容以下	0.140	許容変形以内	1/646	短期許容以下	1/219	短期許容以下	0.254	許容変形以内	1/373	短期許容以下	0.13	許容変形以内
E-3	中高層第2世代	5.24	1/370	短期許容以下	0.206	許容変形以内	1/185	短期許容以下	0.670	許容変形以内	1/318	短期許容以下	1/261	短期許容以下	0.423	許容変形以内	1/343	短期許容以下	0.27	許容変形以内
E-4	中高層第2世代	3.87	1/1097	短期許容以下	0.103	許容変形以内	1/807	短期許容以下	0.175	許容変形以内	1/774	短期許容以下	1/497	短期許容以下	0.380	許容変形以内	1/572	短期許容以下	0.29	許容変形以内
F-1	高層第3世代	4.58	1/307	短期許容以下	0.16	許容変形以内	1/224	短期許容以下	0.28	許容変形以内	1/263	短期許容以下	1/203	短期許容以下	0.31	許容変形以内	1/209	短期許容以下	0.27	許容変形以内
F-2	中高層第2世代	3.44	1/706	短期許容以下	0.09	許容変形以内	1/626	短期許容以下	0.14	許容変形以内	1/576	短期許容以下	1/437	短期許容以下	0.29	許容変形以内	1/472	短期許容以下	0.15	許容変形以内
F-3	中高層第2世代	4.30	1/372	短期許容以下	0.10	許容変形以内	1/357	短期許容以下	0.20	許容変形以内	1/249	短期許容以下	1/199	短期許容以下	0.35	許容変形以内	1/332	短期許容以下	0.32	許容変形以内
F-4	高層第3世代	5.55	1/251	短期許容以下	0.33	許容変形以内	1/173	弾性域以下	0.50	許容変形以内	1/233	短期許容以下	1/161	弾性域以下	0.38	許容変形以内	1/164	弾性域以下	0.11	許容変形以内
G-1	中高層第1世代	2.986	1/586	短期許容以下	0.134	許容変形以内	1/480	短期許容以下	0.237	許容変形以内	1/474	短期許容以下	1/393	弾性域以下	0.240	許容変形以内	1/407	短期許容以下	0.339	限界変形以内
G-2	中高層第2世代	3.61	1/662	短期許容以下	0.112	許容変形以内	1/563	短期許容以下	0.206	許容変形以内	1/548	短期許容以下	1/405	短期許容以下	0.372	許容変形以内	1/405	短期許容以下	0.385	限界変形以内
G-3	中高層第2世代	4.03	1/647	短期許容以下	0.260	許容変形以内	1/465	短期許容以下	0.367	許容変形以内	1/518	短期許容以下	1/339	短期許容以下	0.465	許容変形以内	1/480	短期許容以下	0.328	限界変形以内
G-4	中高層第2世代	3.57	1/922	短期許容以下	0.148	許容変形以内	1/678	短期許容以下	0.199	許容変形以内	1/609	短期許容以下	1/375	短期許容以下	0.275	許容変形以内	1/518	短期許容以下	0.225	許容変形以内
H-1	低層第1世代	2.23	1/3580	短期許容以下	0.084	許容変形以内	1/2000	短期許容以下	0.205	許容変形以内	1/2490	短期許容以下	1/1470	弾性域以下	0.309	許容変形以内	1/2890	短期許容以下	0.116	許容変形以内
H-2	中高層第1世代	2.78	1/1890	短期許容以下	0.103	許容変形以内	1/1290	短期許容以下	0.183	許容変形以内	1/1130	短期許容以下	1/820	短期許容以下	0.367	許容変形以内	1/830	短期許容以下	0.222	許容変形以内
H-3	低層第2世代	2.77	1/380	短期許容以下	0.091	許容変形以内	1/270	短期許容以下	0.180	許容変形以内	1/210	短期許容以下	1/160	保有耐力以下	0.321	許容変形以内	1/160	保有耐力以下	0.124	許容変形以内
H-4	中高層第2世代	4.02	1/620	短期許容以下	0.094	許容変形以内	1/500	短期許容以下	0.178	許容変形以内	1/460	短期許容以下	1/340	短期許容以下	0.339	許容変形以内	1/330	短期許容以下	0.313	許容変形以内
I-1	中高層第2世代	3.04	1/2835	短期許容以下	0.149	許容変形以内	1/2362	短期許容以下	0.209	許容変形以内	1/2292	短期許容以下	1/1709	保有耐力以下	0.372	許容変形以内	1/2082	短期許容以下	0.292	許容変形以内
I-2	中高層第2世代	3.53	1/2292	短期許容以下	0.113	許容変形以内	1/1764	短期許容以下	0.193	許容変形以内	1/1776	短期許容以下	1/1292	弾性域以下	0.362	許容変形以内	1/1711	短期許容以下	0.259	許容変形以内
I-3	低層第2世代	2.75	1/33118	短期許容以下	0.042	許容変形以内	1/21349	短期許容以下	0.116	許容変形以内	1/22416	短期許容以下	1/15092	短期許容以下	0.231	許容変形以内	1/24188	短期許容以下	0.088	許容変形以内
I-4	低層第2世代	3.24	1/11832	短期許容以下	0.117	許容変形以内	1/10731	短期許容以下	0.176	許容変形以内	1/10608	短期許容以下	1/8984	短期許容以下	0.284	許容変形以内	1/11457	短期許容以下	0.140	許容変形以内
J-1	中高層第2世代	4.27	1/1186	短期許容以下	0.289	許容変形以内	1/303	短期許容以下	0.541	許容変形以内	1/956	短期許容以下	1/396	短期許容以下	0.578	許容変形以内	1/1081	短期許容以下	0.383	許容変形以内
J-2	中高層第2世代	5.09	1/742	短期許容以下	0.158	許容変形以内	1/248	弾性域以下	0.484	許容変形以内	1/404	短期許容以下	1/328	短期許容以下	0.406	許容変形以内	1/632	短期許容以下	0.285	許容変形以内
J-3	中高層第2世代	3.90	1/2754	短期許容以下	0.096	許容変形以内	1/1946	短期許容以下	0.151	許容変形以内	1/943	短期許容以下	1/829	短期許容以下	0.203	許容変形以内	1/1413	短期許容以下	0.208	許容変形以内
J-4	中高層第2世代	4.10	1/815	短期許容以下	0.071	許容変形以内	1/639	短期許容以下	0.141	許容変形以内	1/373	短期許容以下	1/374	短期許容以下	0.165	許容変形以内	1/430	短期許容以下	0.168	許容変形以内

