

「免震建築物の技術基準解説及び計算例とその解説」

講習会における質問と回答

財団法人 日本建築センター
社団法人 日本免震構造協会

☞平成13年5月～6月、東京及び大阪で標記講習会を開催いたしました。

本講習会受講者の方々より寄せられました質問に対し、講師をしていただきました方々に回答をとりまとめたので、ここに掲載いたします。

第1章 序

質 問	回 答
1. 平12建告第1446号別表第二について、(3)欄第四号中の「ニ」についてはどのように定めるのか。告示中規定がない。	1. 平12建告第1446号（以下、特記なき場合単に「材料告示」と記載する。）別表第二の(3)欄第四号ニの「ばらつきの基準値」は、免震材料認定の申請者が過去の実績又は試験結果に基づいて適切な数値を定めるものであり、材料認定に際しては、ばらつきの基準値の設定の考え方や手法が適切かどうかが評価されることとなる。

第2章 免震建築物の技術的基準

質 問	回 答
2.3 免震建築物の各部の構造規定 1. 地盤条件 (p.15～) について、「第一種地盤又は第二種地盤（ただし、液化化のおそれのないものに限る）の上に免震建築物を……」となっているが、この第一種や二種は誰が、どのような方法で、どのような判定基準でなされるのか。戸建免震住宅では10万円、20万円のコストでも重要であり、ボーリング調査等の高コストの方法は論外である。社会的に免震住宅を普及させて安全な日本社会を育成していくためには、難解な論理を使わないで、もっと簡別な低コストの調査方法を提示していただくことが、真の社会的貢献である。例えば、古い地図や字（あざ）の名称は参考にならないであろうか。所詮、一戸建なのであまり難解な学者の理論に振り回されないよう、「一般普及」ということを第一義としていただきたい。	1. 地盤種別の決定は、一般的には「2001年版建築物の構造関係技術基準解説書」のpp.209-216に示されている方法に基づいて行われる。貴見のように敷地周辺地盤の情報を収集し、地盤層構造の判断や液化化の判定等に利用することもできるが、建設敷地の地盤種別の実態については当該地域を管轄とする確認の窓口又は指定性能評価機関に確認されたい。ただし免震住宅の場合は、地盤振動性状を把握することが重要であり、住宅の建設敷地における地盤の浅い部分の支持力をスウェーデン式サウンディング試験等により簡便に確認した場合には、常時微動の測定等も併用して地盤の周期を把握することが重要である。

2. 講習会テキスト p.15 「2.3.1 地盤条件」の項について

基礎（杭）の底部が第二種地盤（液状化のおそれのない）に達した摩擦杭（大臣認定された工法）を用いた建物は、告示に適合しているものと考えてもよいのか。

3. 上部構造は極めて稀に発生する地震動に対して許容応力度設計することになっているので、RC 部材のせん断設計では両端ヒンジ状態の想定や地震時せん断力の割増しは考慮しなくてもよいのか。

4.

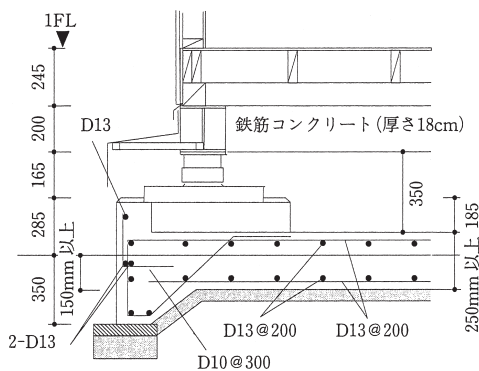
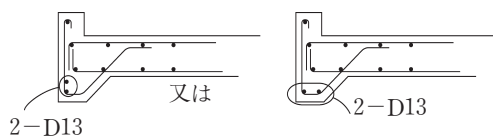


図2.3-1 免震層周辺の構造の概要

告示第2009号第3第四号ハ

「～立上り部分の下部の底盤に二本以上配置し～」の例示として、2-D13の位置が不適切ではないか。



5. (テキスト p.16 18～20行) 液状化の判定だが、200gal 程度の地表面加速度に対して液状化が生じないことを確認すればよいとなっている。杭基礎（支持杭）にした場合、杭先端より下部の地盤が液状化しないことを確認すればよいのか。

2. 令第38条（基礎）では、「基礎の底部（基礎ぐいを使用する場合にあっては、当該基礎ぐいの先端）」という表現を用いて「基礎」と「基礎ぐい」を別に扱うことが明示されており、これと同様に平12建告第2009号（以下、特記なき場合単に「告示」と記載する。）第3第二号の「基礎の底部」は、直接基礎、杭基礎といった構造形式に関わらず、基礎フーチング底面（杭を用いる場合は杭頭接合部に相当する部分）を意味している。従って、告示の規定への適合は、先端支持杭、摩擦杭等の杭の支持形式によらず、上記の位置における地盤種別で判断することとなる。

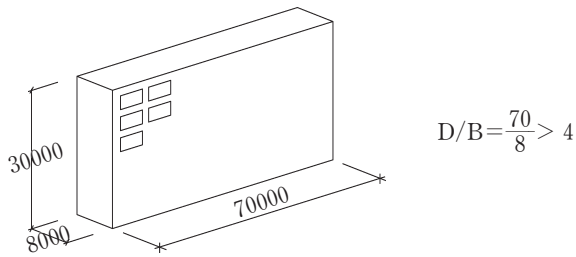
3. 地震に対する検討の際には必ずしも必要ではないが、設計者の判断によって、風・雪に対する安全性の検討等として考慮すべき場合があると考えられる。

4. 告示第3第四号ハでは、べた基礎の立上り部分の主筋を上端に一本以上、下部の底盤に二本以上配置することが定められており、図の例示は誤りではないが、規定の主旨からはご意見いただいた図の説明の方がより望ましいと考えられる。

例示のように底盤部分の根入れ深さを浅くした場合の考え方については、「2001年版建築物の構造関係技術基準解説書」の p.61の記述が参考となる。

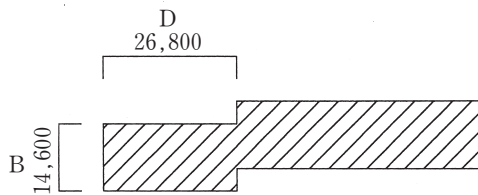
5. 告示第3第二号で液状化のおそれのない地盤であることを要求しているが、杭基礎の場合には杭先端以深の地盤ではなく、杭頭以深の地盤で液状化の有無の判定を行う。（「基礎の底部」の解釈に関する回答2.を参照）

6.



上図のような共同住宅を基礎免震とする場合、告示第4第二号ハには適合しないが、告示第6（構造方法2）による構造計算を行うことでよいのか。（大臣認定としなくても設計可能か。）

7.



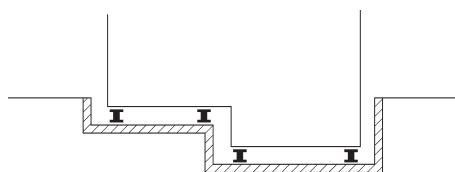
p.22 図2.3-5 本指針の適用範囲の例（平面形状）

p.153～ 計算例3 「鉄筋コンクリート造15階建て共同住宅」

p.22の図2.3-5においては $D/B \leq 3/2$ となっているが、計算例3では $26.8/14.6 = 1.83 > 3/2$ となり適用範囲を越えているように思うが、何か数値の取り方が間違っているのか。

8. 2.3.5節 下部構造で土圧を受ける擁壁は下部構造に含まれるのか、基礎構造になるのか。

9. 適用範囲について



部分地下となるような免震建築物は、適用できるのか。適用できる場合の留意点を教えてほしい。

6. 貴見のとおり。

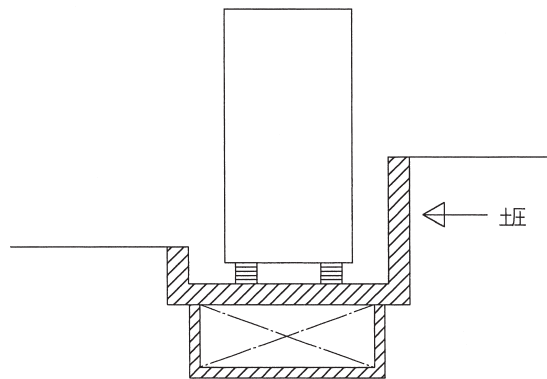
7. 解説書 p.22の図2.3-5の平面形状（及び比率）の適用範囲は、p.21の解説に示すように構造計算を行わない場合に免震層でのねじれ挙動の発生を抑えるための目安となる数値を示したものである。告示第6の構造計算を行う場合は、ねじれ挙動が大きくなることを直接的に確認できるためこの規定は適用されず、計算例では異なる数値となっている。（告示の構造計算を実施した場合は、耐久性等関係規定として指定された規定のみ適用される。）

また、例え図2.3-5の例示のような平面形状の建築物としたとしても、建築物全体として評価した場合に上記の主旨（ねじれ挙動の発生の抑制）にそぐわないものと考えられる場合は、整形とは見なすことができず、告示の構造計算により安全性を確認することが必要となる。

8. 上部構造から伝達される荷重を擁壁に分担させる構造とした場合は、当該擁壁は下部構造となると解釈される。この場合は告示第6の構造計算の対象として安全性を確認することとなる。

9. 告示第6の構造計算を行えば適用可能である。この場合には免震材料の設置位置に関係なく、地震時の免震材料の水平変形が等しくなるよう、架構の剛性に留意する必要がある。

10.



p.23 図2.3-6 免震層の設置例及び4行目

「周囲地盤との一体性が満足されている場合は、この規定の適用を受けるものと判断してよい。」とあるが、上図のように片側土圧を受けるような場合でも、建物本体と土圧壁を切り離していれば、下部構造は概ね周囲の地盤と一体となって挙動すると見なして、p.22の「ハの規定」の適用を受けるものとして判断してよいのか。

2.4 耐久性等関係規定

11. p.25 偏土圧とはどの程度のものか。

12. 告示の第6の構造計算による場合、上部構造の偏心率と剛性率に制限はないのか。

13. 免震層の偏心率を計算するときの重心位置は、免震装置が負担する軸力から計算してもよいのか。あるいは、上部構造の地震力を告示式で計算し、その地震力と作用位置から計算するのか。

2.5 構造計算による免震建築物の安全性等の検証

14. テキスト p.29「耐久性等関係規定」について第4第一号ロに関して、風時にのみ作用し得る材料を免震層間に設けることはできるのか。どのような扱いになるのか。

10. 告示第3第四号ハの規定を満足するものとして取り扱うこととしてよい。このような場合は、構造計算により土圧壁の応力を検討する必要がある。

11. 解説書 p.22-p.23「2.3.5 下部構造」の解説に示した条件に適合しない土圧の条件を「偏土圧」と表現したものである。

12. 上部構造については偏心率及び剛性率に関する制限は設けられていない。ただし、法令の規定にとどまらず設計者の判断で必要に応じてこれらの検討を行うことが望ましい。

13. 免震層の偏心率の計算における重心位置は、免震材料が負担する軸力から計算することが可能である。

14. 風に対して変位を抑制するための装置等を設けるような場合、告示第4第一号ロの規定により免震層には免震材料以外の構造材料を使用することができないため、当該材料は免震材料として法第37条第二号の規定に係る認定を受ける必要がある。具体的な数値等の基準は、材料告示別表第二(3)欄第八号の規定（防錆その他各種性能を維持させるのに必要となる措置等の基準が定められていること）に基づき表示する。このような装置等を設けた場合であっても、免震材料は風圧力に対して許容応力度及び材料

15. 第4第四号で「出入口その他の見やすい場所に、免震建築物であることその他の必要な事項を表示すること。」とあるが、「その他の必要な事項」とは具体的に何か。

16. 第4第六号「必要に応じて免震材料の交換を行うことのできる構造とすること。」

上記の検討をする際に、一般的にこういった検討をしているのか、というような資料を紹介いただけないか。行政に説明する際にバックデータが必要である。

17. 大規模の積雪及び暴風に対する検証について

p.30の最下段で、暴風時及び積雪時には限界耐力計算をなさないとされている。しかし免震層以外の部分については（上部・下部）、従来の仕様規定が満足されていれば検討は不要ということになっている。その仕様規定は「上部構造が第4第二号イ、ロ、トに、下部構造が第3及び第4第三号に満足しなさい。」となっている。その中で「第4第二号トと、第4第三号ロ」を満足するためには、免震層の上下には厚さ180mmの鉄筋コンクリート製のスラブを付けるようになる。つまり、上部が鉄骨造でデッキコンクリート山上T=50である場合や、鉄筋コンクリートスラブT=150の場合には、全て暴風時及び積雪時の限界耐力計算をしなければならないことになる。免震層の上下のスラブの違いで、暴風時や豪雪時の検討をするというのは、どのような理由があるからなのか。

強度を超えないことを告示第6の構造計算で確認する必要がある。

上記のように、外力に応じて自動的に作動するストッパーなどを設ける場合は、告示の規定の適用を受けないものとして時刻歴認定ルートの建築物として取り扱うか、又は、告示第6の構造計算ルートにより、ストッパーを含む免震材料のせん断の短期許容応力度を、水平基準変形の2/3の変形を与えたときの水平方向の応力度をもとに算出することとなる。

15. 例えば、次のような事項が考えられる。

- ・大地震時には建築物が〇〇cm水平方向に変位します。
- ・建築物周辺（犬走り）〇〇cmの範囲に、建築物の変位を妨げるものを置かないでください。

16. 免震材料の交換にあたり検討が必要な項目の例としては、以下のものが挙げられる。

- ・免震材料の取り外し、取り付け……近傍のほりを利用した上部構造のジャッキアップ（ジャッキの設置位置、ほりの強度確認）
- ・地上部分への移動……免震層内での水平移動（水平移動位置、移動面の検討）と1階床面までの移動（1階床の構造とつり上げ）
- ・屋外への移動

17. 仕様規定は極めて稀に発生する地震時、暴風時、積雪時の全ての場合に安全性が確保されるよう必要な基準を定めたものであり、個々の規定の内容によっては、主として地震時の安全性を確保するためのもの、主として暴風時を想定したもの等があるが、明確に切り分けることは困難である。従って、これらに該当しないものとする場合には、限界耐力計算の原則により、全ての荷重に対する安全性の検証を行うこととしている。

18. p.32 (2)剛心
 Kx_i 、 Ky_i 、 σ_r (応答変位) 時の等価剛性を求める時の免震層の復元力特性は標準のものか、又はバラツキを考えたものか。
19. p.32 2.5.6 免震層の設計限界変位
 β 値の表中に弾塑性系の支承材 (例えば LRB や高減衰積層ゴム) がないのだが、 $\beta=0.8$ でよいのか。例題は0.8になっている。告示全般に弾塑性系支承材に対する記述がないように思うが、なぜか。
20. p.35 図2.5-4 繰り返し計算による免震層の応答を算定する説明があるが、告示には触れられていない。この収束値をもって本告示を適用してよいのか。
21. p.36 (下から2行目)~p.37 (上から2行目)
「大臣認定において示された特性値の一覧から評価して用いるのが原則」
「変位依存の剛性及び減衰の……値が示されていない場合については、その支承材の実験の根拠に基づいて評価された……値を評価することとなる。」
①上のように書かれているが、性能評価書に記載なき特性も、実験の根拠に基づいた評価式を示せば、建築主事は了解するということか。(つまり、告示ルートにおいては、認定された性能評価範囲以外は全て認めない、というように聞いていたが…)。
②上記のことは、支承以外の部材についても同様と考えてよいか。
22. p.37の h_d の算定について
高減衰積層ゴムの場合

$$h_d = 0.8 \cdot 1 / 4\pi \cdot \Sigma \Delta W_i / \Sigma W_i$$

$$h_d = 0.8 h_{eq}$$

$$= 0.8 \cdot 2 / \pi (1 - 1/\mu) \cdot (1 - \alpha) / (1 + \alpha(\mu - 1))$$
を使用すればよいということか。
23. p.38 図2.5-6
 ΔW_i は弾性支承材の復元力特性を含めた履歴ループ面積ではないのか。
18. 免震層の剛心等の計算に用いる等価剛性としては、バラツキを考慮しない標準のものを用いる。
19. LRB、高減衰ゴム系積層ゴム等は、弾性系支承材として $\beta=0.8$ を採用する。
弾塑性系の支承材については、告示内では弾性系支承材に減衰材としての機能を付加したものととして取り扱われているため、個別に記述されていない。
20. 収束計算によって実際の地震時の応答値に近い合理的な設計を行うことができるが、主事等による確認においては収束計算の結果を提示し審査を受けることが可能である。
21.
①材料告示別表第二(表)欄第四号ロにおいて、免震材料の水平方向の特性は、規定変形又は規定ひずみでの値として提示されるが、一般にこうした特性は水平変形による依存性があり、実際に計算された応答値に応じた補正を加える必要がある。免震材料の力学的特性の変位依存性は、当該免震材料の認定時において評価を受けた数値を用いることを原則とする。
②支承材以外の免震材料も同様の扱いである。
22. 高減衰積層ゴムの履歴特性がバイリニア型の場合にはそのとおりである。基本的には、免震材料の大臣認定を受けた際の履歴特性を用い、免震材料の設計限界変位時における ΔW_i 、 W_i を求めて計算することになる。
23. 貴見のとおり。(図2.5-6の履歴面積と図2.5-5(c)の履歴面積は実際には等しくなる。)

24. p.42 [解説] 5行目

粘性体ダンパーはそもそも温度依存性があるため適切な評価をする必要があると考えられる。現在、当社では年間の月別平均気温（東京で10～30℃）を用いて粘性体ダンパーの特性を把握しようと考えているが、このような考え方でよいのか。（限界耐力計算相当にて証明する際）ただし、最高気温時の安全性については別途証明の必要があると考えている。

25. p.42 温度依存、製品ばらつきによる剛性増減（減少）率から変動率 α を計算しているが、それぞれの値は率であるから α は

$\alpha = 1/1 \times (1-0.07) \times (1-0.10)$ とはならないのか。また、解説書には「なお」書きで $\alpha = 1.0$ としてよいとあるが、告示で明文化されていない。それでも、 $\alpha = 1.0$ としてもよい場合があるか。

26. 免震層の応答変位・上部構造の設計用層せん断力の算出時のばらつきの係数について

p.42と p.47において、ばらつきの係数 α 及び γ は、免震装置の剛性の変動を考慮して一連の告示式の計算を行えば $\alpha = 1.0$ 、 $\gamma = 1.0$ としてよいとなっている。（②の方法）

また、計算例においては、 α 、 γ の値は免震装置のばらつきのサムアップとなっている。（①の方法）

どちらの方法でもよいのか。

告示の条文上は、免震の応答変位「(各免震材料の特性の変動を考慮して免震層の代表変位の最大値を求めることができる場合においては、当該計算によることができる)」、上部構造の設計用層せん断力「ただし、免震材料のばらつき、環境及び経年変化の影響を考慮して当該係数を求めることができる場合においては、この限りでない」が、上記の②の方法のことを表しているのか。

24. 温度依存性について考慮すべき環境を、材料告示別表第二(注)第四号ロでは 0℃～40℃又は-10℃～30℃のいずれかとしており、貴見のとおり使用する最低と最高の温度の幅を考え選択する必要があるが、実際に温度依存性の基準値を定める場合には、規定温度の範囲からもう少し温度の幅を広げた性能の確認ができていることが望ましいと考えられる。

25. 貴見のとおりそれぞれの変化率の積が正しい値を与えるが、以下の関係があり、解説書では安全側の評価を行っている。

$$\alpha = \frac{1}{(1-0.07)(1-0.1)}$$
$$= \frac{1}{1-0.07-0.1+0.007} < \frac{1}{1-0.07-0.1}$$

なお書きで α を 1.0 としてよい場合とは、温度依存性や経年変化及びばらつきの変動量を、免震材料の荷重-変形関係にとり入れ（解説書 p.42 の図 2.5-10 の実線）、その特性を用いて基準変位を求めた場合がこれに該当するが、規定としては告示第 6 第五号ハで免震層の代表変位 $\delta r'$ を計算する際の「各免震材料の特性の変動を考慮して免震層の代表変位 (δ) の最大値を求めることができる場合」に相当する。この場合には $\delta r' = \delta$ すなわち $\alpha = 1.0$ と扱われる。

26. ①②どちらの方法でもよい。

27. p.43 「免震層のクリアランス」について

クリアランスを考える場合、上部構造のどの部位から算定すればよいのか。戸建て住宅などは、軒の出やひさしの先端からと、外壁線からとは多少数値が異なる。主旨からすれば、戸建て住宅などでは、外壁線と隣地境界線に建つ壁などとの間の距離と判断してよいのか。

27. 告示第6のクリアランスの規定は、通常は上部構造の外壁面が下部構造の周囲に設けたピット等に接触しないものとして検討するが、バルコニーや庇等の突出部分が周囲の構造物に接触するおそれのある場合は、当該部分に対してクリアランスを確保するものとしなければならない。これらの他、原則として建築物のどの部分も敷地の境界を越えないようにする必要がある。なお、当該条文に「通行の用に供する」とあるのは、不特定多数の人員が日常的に使用する程度の条件がこれに相当し、作業員等が点検や管理の都合上当該部分を通過するような場合はこれにあたらないものと考えてよい。

28. p.44 「減衰材の負担せん断力」について

流体系減衰材料の降伏速度 V_y について、平12建告第1446号中に規定がないが、どのように基準値を定めるのか。

28. 材料告示別表第二(3)欄第五号ロにおいて示された降伏速度の基準値が V_y に対応する。

29. p.44 「減衰材の負担せん断力」について

Q_v を求める際に用いる減衰係数は、等価（割線？）の減衰係数か。又は接線の減衰係数か。

29. p.39の図2.5-9に示すとおり、等価の減衰係数を用いる。

30. p.46 (5)免震材料の軸力で、上下方向の静的震度0.3の根拠は何か。

30. 今回の基準法令改正以前に旧法第38条の規定に基づき行われていた免震建築物の大臣認定に係わる技術審査の際に、一般的に用いられていた数値を採用したものである。

31. p.46 「(5)免震材料の軸力」において、鉛直方向の長期軸力に相当する荷重を「上部構造の総質量」と示されているが、これは、固定荷重+地震時積載荷重により、算出されるものと解釈するのか。（固定荷重+架構用積載荷重ではないのか。）

31. 架構全体としての荷重を算出するため、積載荷重としては地震時積載荷重を用いる。

32. p.47 3行目の式

$$C_{ri} = \gamma \frac{\sqrt{(Q_h + Q_e)^2 + 2\varepsilon(Q_h + Q_e)Q_v + Q_v^2}}{M \cdot g}$$

$$\frac{A_i(Q_h + Q_v) + Q_e}{Q_h + Q_v + Q_e}$$
 の γ を剛性の増減によるばらつきとすると、 γ は $\sqrt{\gamma}$ と考えられないか。（免震層に作用する地震力 Q は、免震構造では $0.64 \leq T_s$ となるため、 $Q = 5.12MF_h ZG_s / T_s$ で求められる。また、 $T_s = 2\pi \sqrt{M/K}$ である。剛性の変動を考えると $K \rightarrow \gamma K$ より $T_s' = 2\pi \sqrt{M/\gamma K} = T_s / \sqrt{\gamma}$ 従って、剛性の増減による免震層地震力 $Q' = \sqrt{\gamma}Q$ となり、せん断力に γ を乗じるのは過大評価ではないか。）

32. γ は免震材料の剛性の変化のみではなく、その他の様々な要因が層せん断力に与えるばらつきの影響を考慮した係数である。剛性の変化のみを考慮した場合は周期に関係するため貴見のとおりとなるが、ここでは上記のように重さや降伏荷重の変化を全体的に考慮し、算出された免震層のせん断力に γ を乗じている。

33. 上部構造の設計について、p.47中ごろ「ロ 上部構造の各階の層間変形角が、300分の1以内であることを確かめること。」と条文にあるが、安全限界の検証をしているのに、なぜ300分の1を満たす必要があるのか。100分の1で十分ではないか。せっかく、免震にして外力を低減させたのに、変形制限が300分の1がついていると、スリムな構造にすることができない。もしかして、上部構造が何かのハズミで塑性化して、長周期化し、免震層と共振するのを阻止したいのであれば、上部構造自身の減衰に条件をつけるとか、他にも手段があるのではないだろうか。いずれにしろ、過大安全だと思うが。安全性を欠く設計基準も社会的に問題があるが、過大安全のために太い柱・梁になり、コスト高にさせることも同じくらいの問題がある。
34. 告示第6第十二号の文章『及び』は (p.48(2)及び p.212) $2K_{地下} + F_{免震層}$ ……地震力の和とは必ずしも読めないと思う。はっきり「地震力の和」とか、「加算」と書くべきではないか。
『及び』→各パラでのチェックでよいと読めるがどうか。
35. p.49 (2)免震材料の材料強度
「 F_s は、免震材料の水平基準変形を与えた時の水平方向の応力度 (N/mm^2)」とあるが、基準となる断面は、誰がどのように決めるのか。(特にダンパーの場合)
36. p.50 (3)支承材の鉛直基準強度と水平基準変形
第5項第一号(支承材の水平基準変形)
支承材の水平基準変形は「変形ゼロ時の鉛直基準強度の3分の1に相当する荷重における水平方向の限界変形」となっている。しかし設計限界変位を求める基準となる値であることから、装置に作用する軸力から当該変形を算出する方が、より設計を反映した値になると思われるので、そのような算出方法もただし書き等で追加すべきだと思う。また、鉛直基準強度は変形ゼロ時の圧縮限界強度の0.9倍以下となっているが、実際は高面圧でもそれと全く異なる限界変形が算出されてしまう。収束計算のもとになる数値とはいえ、このような値を用いることは奇妙なことのように思える。
33. 告示第6の構造計算では、上部構造を剛体と仮定して免震層の応答変位を求める簡略法を用いている。従って、上部構造に必要な剛性を確保するための規定である。これに適合しない建築物については、時刻歴応答解析等を行い、国土交通大臣の認定を受ければ建築することが出来ることとなっている。
34. 「A 及び B によって生ずる応力度を計算し」であり、規定の趣旨は免震層でのせん断力と地下慣性力(地下震度に地下部分の重量を乗じた値)を加えたものである。なお、建築基準法令においては一般に力の組み合わせに対し「加える」という表現は用いていない。
35. 他の指定建築材料と同様に、材料強度等は応力度表示で与えられているが、応力検定用の断面積の設定は、免震材料の認定時にあわせて確認され、構造計算にはその数値を用いることとなる。断面積については特定部分の実際の数値ではなく等価な値(形式的な値)とされることもある。
36. 水平基準変形は、長期相当分の鉛直荷重が作用する場合(長期の許容値(限界値)であり、実際に作用している荷重ではない。)を想定して算定することを原則としている。
鉛直方向の限界値と長期あるいは短期に実際に作用する荷重が大きく異なる場合の許容値の設定の方法として、鉛直基準強度は圧縮限界強度の0.9倍「以下」の数値としており、合理的な設計への考えが取り入れられている。この数値は水平基準変形の設定にも関係するものである。

2.7 免震建築物の耐火に関する性能について

37. p.52

中間免震の場合、防火上の制限を受けるとあるが、免震層が防火区画されている場合にも少量の可燃物（照明、コード類）があると、やはり大臣認定を受ける必要があるのか。また参考までに受けなくてもよい方法があったら教えてほしい。

37. 現時点では、免震材料については耐火構造の例示仕様の規定等が整備されておらず、p.52～p.53の解説に示すとおり認定を受けることが必要となる。将来的に免震材料に関する規定が例示仕様としてあるいは耐火性能の検証法の一部として追加された場合は、当該材料については認定が不要となる。

38. p.53 3行目

「すなわち、免震材料を主要構造部として用いる……」で、耐火構造の対象となる免震材料は具体的に何か。

- ①積層ゴム、すべり支承、ベアリング支承、リニアレールなど支承材
- ②ダンパー、オイルダンパー、鉛ダンパーなどダンパー類
- ③コイルバネなどの復元材

また、すべり材やベアリング材を受けるステンレス板や鋼板及びその下地となる鋼板や取付けボルトも入るのか。

38. 耐火建築物とすべき建築物の主要構造部である柱等の一部に用いる免震材料は、原則として、免震材料を含めた柱等全体で耐火構造とする必要がある。

第4章 計算例

質 問	回 答
<p>1. p.88「5. 免震層の性状確認」</p> <p>①「架構の性状確認」は「免震層の～」ではないか。</p> <p>②「1. ～層間変位（ ）を算出」は「1. ～層間変位（ ）、δ_s 以内」ではないか。</p> <p>2. G_s 計算時の V_s 値について</p> <p>N 値から推定する場合に、その推定式には多種あると思うが、計算例1、例2では、太田・後藤式で計算されているが、この式を採用した理由は何か。</p> <p>3. p.101の V_s 算定式</p> <p>$V_s = 68.79N^{0.171}H^{0.199}Y_gS_t$ の出典を教えてください。</p>	<p>1.</p> <p>①貴見のとおり。</p> <p>②貴見のとおり。「……を算出し、設計限界変位 δ_s を上回っていないことを確認する。」を意図している。</p> <p>2. 太田・後藤の式は、弾性波探査試験結果の S 波速度と N 値から算定した S 波速度との対応について良い結果が報告されているので採用されたものである。</p> <p>参考文献 関口博他：大地震時における地盤変形の簡易推定法に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.533-536、1998.9</p> <p>3. 以下の参考文献による。</p> <p>参考文献 太田裕、後藤典俊：横波速度を推定するための実験式とその物理的背景、物理探鉱、第31巻、第1号、pp.8-17、昭和52年2月</p>

4. 表層地盤による加速度増幅率 G_s について

p.103の図4-1、p.167の図4-2をみると簡略法による G_s 値と精算法による G_s 値の比較が付いているが、1秒以上の長周期の場合、略算法と精算法では違いが大きすぎるのでは。

5. 免震材料の選定について

p.104~107に示す材料特性は、どこの製品のデータであるか。

6. p.106中ごろ……3)

切片荷重 $Q_d=906\text{kN}$ とは何か。

7. 表層地盤の加速度増幅率 G_s 値の算出について

「2001年版限界耐力計算法の計算例とその解説」の計算例においては、 T_1 (表層地盤の1次卓越周期) の計算は告示の中の式「 $4(\sum H_i)^2 / \sum \sqrt{(G_i / \rho_i)} \cdot H_i$ 」を使用している。

「免震建築物の技術的基準解説及び計算例とその解説」の計算例1 (p.118) においては、 T_1 を固有値解析によって計算をしている。どちらの方法によってもよいのか。

4. 基本的に、「略算法」の増幅と、「精算法」の増幅とは算定の考え方が異なる。

地盤種別に基づいた地盤増幅は、解放工学的基盤で定めた加速度応答スペクトルに乗ずることにより、従来の各地盤種別ごとの $Rt \cdot C_0$ 曲線と等価な応答スペクトルとなるように定めた係数である。それぞれは個々の地盤条件に対する増幅率を多数平均化したものと考えられる。これに対して個々の地盤の地震時の挙動をできるだけ忠実に再現しようとしたのが、精算法である。

ご指摘では精算法のピーク値が略算法のピーク値よりも大きくなる可能性があるということだが、ピーク値のみを見ればそのとおりである。「精算法」によれば、地盤周期が正確に計算されるので、地盤の周期と建物の周期を一致させない設計が可能になり、結果的により個々の敷地に適した地震力の算定が容易になると思われる。

略算法で地盤種別を利用する場合には、地盤種別を決められても、地盤卓越周期を特定できない。従ってこの場合の増幅特性は、広帯域となる。これに対して、精算法は地盤の振動周期を特定する。設計ではその周期帯を避ければ大きな地震入力を免れることになる。大きな振幅レベルの部分を使って設計する必要はない。精算法を用いて振幅の大きな周期を避ければ安全側であるし、略算法では、どの周期であってもある程度の地震力を想定しなければならない。

5. (社)日本免震構造協会に直接問い合わせしてほしい。

6. 切片荷重とは、免震材料の荷重—変形関係における第二剛性部分の直線を延長し、Y軸 (荷重軸) と交差する位置での荷重の値である。

7. 地盤増幅を定めた平12建告第1457号第7第一号イには T_1 の算定式が示されているが、固有値計算等により精度の高い方法により求める場合は、同第一号の柱書において設けられたただし書の規定の条件に該当するものとして当該算定によることが可能である。

8. p.131の地盤モデルで密度 ρ_i は調査が必要か。
(通常 N 値のみの調査となるため)

9. 計算例の中より

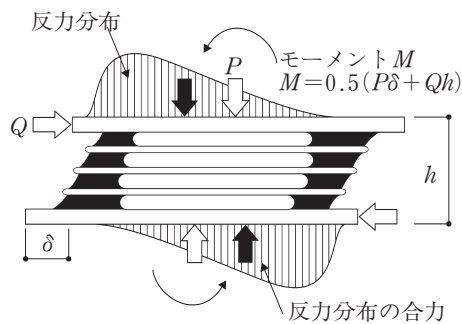
p.146より工学的基盤 $\nu\beta$ 、 B 、 ν_i 、波動インピーダンスの意味

10. 計算例3での修正係数 CK_d 、 CQ_d について (p.171)

ここで記載されている係数計算式は、どの積層ゴムにも適用できる一般的なものなのか。適用不可の場合には、高減衰ゴム等の修正係数の考え方について教えてほしい。

11. p.178表6-4 付加曲げモーメント

$P\delta$ の δ の値は、講習会中に説明があったように設計者の考えでいろいろあると思うが、 Qh は考慮しないのが一般的なのか。



8. 通常用いることのできる密度 (単位体積重量) は、下記の文献によることができる。

参考文献 日本建築学会：入門・建物と地盤の動的相互作用、1996.4、pp.335

9. それぞれ、以下のとおりである。

ν ：ポアソン比 (添え字 i は表層地盤の各層、添え字 B は、工学的基盤を表す)

B ：一辺 1 m の正方形の断面積と同じ断面積を有する円の半径

波動インピーダンス：振動する波が地盤の層境界に達したとき、その境界での反射波の割合や透過波の割合に関するもの

10. 一般的な数値ではなく、計算例で用いることとした免震材料に特有の数値である。個々の免震材料ごとの設定については適切な技術的資料、参考書を参照されたい。基本的には、免震材料の大臣認定を受けた際の特性を用いることになる。

11. 解説書には記載されていないが、 Qh は (付加曲げモーメントではなく) 主な応力であり当然考慮されるべきものである。

その他

質 問	回 答
1. 計算例の説明の最初に、時刻歴応答の方法では大臣認定を受けた免震材料を使用しなければならないとあったが、評定の中で一緒に審査はしてもらえないのか。	1. いわゆる時刻歴ルート (令第81条の2の規定に基づく平12建告第1461号) は、建築物の安全を確かめるために行う構造計算の一つとして法第20条の規定に基づき定められているものである。一方、建築物の構造耐力上主要な部分に用いる材料としての指定建築材料の分類及び性能については平12建告第1446号に定められており、法第37条を根拠としている。 従って、このように時刻歴ルートの建築物に用い

- る免震材料であっても、別途指定建築材料としての認定が必要とされる。
2. 大臣認定を受けた免震材料の一覧表等は、どこかで手に入らないか。 2. 大臣認定を受けた指定建築材料の一覧は、国土交通省住宅局建築指導課で閲覧できる予定になっている。
3. 高減衰積層ゴムを使った場合の計算例はないか。 3. 高減衰積層ゴムを使った検討例については他の適切な技術資料、参考書を参照されたい。
4. この解説書の発刊に伴い、各特定行政庁は、告示第2009号で設計された免震構造物を事実上確認申請の範囲内で審査することになるのか。 4. 告示の規定に従い設計される免震建築物については、国土交通大臣の認定を経ず、建築主事又は指定確認検査機関において建築確認が行われることとなっている。
5. 計算例 風荷重について、通常吹く風荷重に対する居住性についての検討例等があれば教えてほしい。 5. 風に関する居住性の検討例については他の適切な技術資料、参考書を参照されたい。
6. 維持管理に関して今後どのように対応すればよいのか。今までは、評定の中で維持管理が義務づけられていたが、「限界耐力計算と同等のルート」を適用した場合、自主的な判断によると考えてよいのか。 6. 免震材料等の維持管理に関する規定は特に設けられていないが、建築基準法において建築物は常時法令の規定を満足していることを要求されており、そのために必要な維持管理は基本的には所有者が行うこととなる。具体的には設計者から所有者への情報提供や維持管理計画の提案等を必要に応じて行うことが望ましい。また、(社)日本免震構造協会より「免震建物の維持管理基準」が発行されているので参照されたい。なお、免震建築物で建築基準法第12条第1項の定期報告対象建築物となるものについては、定期調査時に免震材料等の調査を行う方向で検討されている。
7. 活断層直上など直下型の地震に対しては、どのような担保をとることになっているのか。 7. 今回の改正で加えられた設計用地震動は、基本的に従来から用いられている R_t 、 C_0 によって規定されるベースシアに等価となるように設定されている。これは、甚大な被害をもたらした1995年兵庫県南部地震においても、従来の基準で設計された建築物が一部を除いて倒壊するというような大きな被害を殆ど生じなかったことを受けたものである。
- ただし、地域によっては1995年兵庫県南部地震かあるいはそれを上回る規模の地震が今後、都市直下あるいは近傍で発生する可能性はあるので、場合によっては、当該地域に適合した地震動強さの個別的検討が望ましい。
- いわゆる活断層の考慮においては、活断層近傍におけるいわゆる直下型地震動が、震源の断層破壊運

8. 下記の言葉について、計算上数値が明確に設定できるよう、その意味をごく平易に説明してほしい。
- ①高減衰ゴム－製品名と性質を含む (p.55)
 - ②PTFE－製品名と性質を含む (p.55)
 - ③限界ひずみ、限界変形 (p.56)
 - ④一時剛性、二次剛性 (p.56)
 - ⑤限界速度 (p.57)
 - ⑥減衰材の限界変形、限界速度、一軸及び二軸の積荷試験 (p.58～60)
 - ⑦弾塑性系減衰材/粘弾性系減衰材/流体系減衰材 (p.58～60)
 - ⑧ κ : ゴムの硬度補正
 E_b : ゴムの体積弾性係数
 δ_{cr} = 安定限界変形 (p.62～63)
 - ⑨支承材の引張限界強度と降伏値 (p.64)
 - ⑩減衰材の歪硬化、歪軟化 (p.65～68)
 - ⑪減衰性能を支承材、復元材を含めた免震層全体系での等価粘性減衰定数の評価 (p.65～68)
 - ⑫減衰力、速度関係の速度の出どころ (p.65～68)
 - ⑬弾性剛性 $K=Q_{\max}/\Delta d$ 、等価粘性減衰係数 $C_{eq}=NK/(2\pi f)$ より Q_{\max} 、 Q_0 、 Δd 、 η 、 f の決め方 (p.69)
 - ⑭速度依存性が無視できる/鉄と依存性がある材料との使用区別 (p.70)
 - ⑮作動油の使用のメリット (p.71)
 - ⑯各種変化率の標準的クライテリア (p.72～78)

動に依存して特徴的な地震動波形（周期1～2秒のパルス状波形）を示すといわれている。このような特別な地域特性に依存する場合には、平12建告第1461号（時刻歴告示）の適用を受けるものとし、大臣認定の評価の中で地震動についてのただし書きに記述されているとおり、想定される地震規模、震源距離に見合った地震動時刻歴を作成し建築物の応答を検討することが望ましい。

また、地域によっては、敷地近傍における活断層だけでなく、プレート境界に生ずる大規模地震による影響が支配的となる場合もあるので、敷地の置かれた状況に応じて適切に地震動予測を行うことが必要である。

8. 左記の用語については(社)日本免震構造協会編「免震構造入門」・「免震積層ゴム入門」・「免震部材 JSSI規格—2000—」、(社)日本ゴム協会編「設計者のための免震用積層ゴムハンドブック」、及び、(社)建築研究振興協会「改正建築基準法の免震関係規定の技術的背景—免震建築物の構造関係規定と免震部材の品質—」等を参照されたい。

なお、第6の構造計算や時刻歴応答解析法など実務に用いる各免震部材の基準値は(社)日本免震構造協会編「免震部材標準品リスト」（平成13年9月発行）に示されているのでこれも参照されたい。