

## 第8章 その他の構造計算

### 8.1 超高層建築物等の構造計算

#### 8.1.1 超高層建築物の構造計算

5

##### 法律 第20条第1項第一号

###### (構造耐力)

**第20条** 建築物は、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全な構造のものとして、次の各号に掲げる建築物の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める基準に適合するものでなければならない。

- 一 高さが60メートルを超える建築物当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合するものであること。この場合において、その構造方法は、荷重及び外力によつて建築物の各部分に連続的に生ずる力及び変形を把握することその他の政令で定める基準に従つた構造計算によつて安全性が確かめられたものとして国土交通大臣の認定を受けたものであること。

二～四 (略)

2 (略)

##### 政令 第81条第1項

**第81条** 法第20条第1項第一号の政令で定める基準は、次のとおりとする。

- 一 荷重及び外力によつて建築物の各部分に連続的に生ずる力及び変形を把握すること。
- 二 前号の規定により把握した力及び変形が当該建築物の各部分の耐力及び変形限度を超えないことを確かめること。
- 三 屋根ふき材、特定天井、外装材及び屋外に面する帳壁が、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。
- 四 前三号に掲げるもののほか、建築物が構造耐力上安全であることを確かめるために必要なものとして国土交通大臣が定める基準に適合すること。

2・3 (略)

#### 10 (1) 適用範囲

法第20条第1項第一号において、高さ60m超の建築物（超高層建築物）については「荷重及び外力によつて建築物の各部分に連続的に生ずる力及び変形を把握」して行うことが規定されている。超高層建築物は荷重・外力を受けたときの挙動が一般的な建築物と異なり複雑であるためである。なお、仕様規定に関しては、令第36条第1項において耐久性等関係規定のみに適合すればよいこと

15

とされている。構造計算の基準については、令第81条に、荷重・外力によつて建築物の各部分に生じる力及び変形を連続的に把握し、限界値（耐力及び変形限度）を超えないものとするとして規定されている。これは地震に対していわゆる時刻歴応答解析を実施することを想定しているものであるが、その他の荷重・外力については必ずしもその必要はない。特に、風圧力については高層やスパンの大きな建築物の場合にその外形の変状に応じて風力係数を逐次計算することが必要な場合があるが、

20

多くの建築物はその各部分に作用する風圧力を令第87条の規定等をもとに静的な外力に置き換えて計算することが可能である。また、本規定は超高層建築物以外にも適用可能（法第20条第1項第二号ロ、第三号ロ及び第四号ロ）とされていることから、低層、軽量の構造等については動的解析を行わなくともよい場合がある。いずれの場合においても、構造形式や接合部の詳細については適切にモデル化を行い、解析上の仮定と齟齬のないようにしなければならない。

本条に規定する構造計算は、時刻歴応答解析や適用を除外された仕様規定に対する同等性の評価に当たり詳細な検討を行うこととなる。安全性の評価を受ける場合には、個々の建築物の実況に応じた荷重・外力や各部材の復元力特性等の設定について高度な判断を要するため、本条の規定に基づき大臣の認定を受ける必要があることとされている。

告示 平12建告第1461号

最終改正 平成28年6月1日国土交通省告示第794号

超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第81条第1項第四号の規定に基づき、超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を次のように定める。

建築基準法施行令（以下「令」という。）第81条第1項第四号に規定する超高層建築物の構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準は、次のとおりとする。

- 一 建築物の各部分の固定荷重及び積載荷重その他の実況に応じた荷重及び外力（令第86条第2項ただし書の規定によって特定行政庁が指定する多雪区域における積雪荷重を含む。）により建築物の構造耐力上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。
- 二 建築物に作用する積雪荷重について次に定める方法による構造計算を行うこと。
  - イ 令第86条に規定する方法によって建築物に作用する積雪荷重を計算すること。ただし、特別な調査又は研究により当該建築物の存する区域における50年再現期待値（年超過確率が2パーセントに相当する値をいう。）を求めた場合においては、当該値とすることができる。
  - ロ イの規定によって計算した積雪荷重によって、建築物の構造耐力上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。
  - ハ イの規定によって計算した積雪荷重の1.4倍に相当する積雪荷重によって、建築物が倒壊、崩壊等しないことを確かめること。
  - ニ イからハマでに規定する構造計算は、融雪装置その他積雪荷重を軽減するための措置を講じた場合には、その効果を考慮して積雪荷重を低減して行うことができる。この場合において、その出入口又はその他の見やすい場所に、その軽減の実況その他必要な事項を表示すること。
- 三 建築物に作用する風圧力について次に定める方法による構造計算を行うこと。この場合において、水平面内での風向と直交する方向及びねじれ方向の建築物の振動並びに屋根面においては鉛直方向の振動を適切に考慮すること。
  - イ 地上10メートルにおける平均風速が令第87条第2項の規定に従って地表面粗度区分を考慮して求めた数値以上である暴風によって、建築物の構造耐力上主要な部分（建築物の運動エネルギーを吸収するために設けられた部材であって、疲労、履歴及び減衰に関する特性が明らかであり、ロに規定する暴風及び第四号ハに規定する地震動に対して所定の性能を発揮することが確かめられたもの（以下「制振部材」という。）を除く。）に損傷を生じないことを確かめること。
  - ロ 地上10メートルにおける平均風速がイに規定する風速の1.25倍に相当する暴風によって、建築物が倒壊、崩壊等しないことを確かめること。
- 四 建築物に作用する地震力について次に定める方法による構造計算を行うこと。ただし、地震の作用による建築物への影響が暴風、積雪その他の地震以外の荷重及び外力の作用による影響に比べ小さいことが確かめられた場合にあつては、この限りでない。この場合において、建築物の規模及び形態に

応じた上下方向の地震動，当該地震動に直交する方向の水平動，地震動の位相差及び鉛直方向の荷重に対する水平方向の変形の影響等を適切に考慮すること。

イ 建築物に水平方向に作用する地震動は，次に定めるところによること。ただし，敷地の周辺における断層，震源からの距離その他地震動に対する影響及び建築物への効果を適切に考慮して定める場合においては，この限りでない。

(1) 解放工学的基盤（表層地盤による影響を受けないものとした工学的基盤（地下深所にあつて十分な層厚と剛性を有し，せん断波速度が約400メートル毎秒以上の地盤をいう。))における加速度応答スペクトル（地震時に建築物に生ずる加速度の周期ごとの特性を表す曲線をいい，減衰定数5パーセントに対するものとする。）を次の表に定める数値に適合するものとし，表層地盤による増幅を適切に考慮すること。

| 周期（秒）   | 加速度応答スペクトル（単位 メートル毎秒毎秒） |                                   |
|---|-------------------------|-----------------------------------|
|   | 稀に発生する地震動               | 極めて稀に発生する地震動                      |
| $T < 0.16$  | $(0.64 + 6T)Z$          | 稀に発生する地震動に対する加速度応答スペクトルの5倍の数値とする。 |
| $0.16 \leq T < 0.64$  | $1.6Z$                  |                                   |
| $0.64 \leq T$   | $(1.024/T)Z$            |                                   |
| この表において， $T$ 及び $Z$ は，それぞれ建築物の周期（単位 秒）及び令第88条第1項に規定する $Z$ の数値を表す。 |                         |                                   |

(2) 開始から終了までの継続時間を60秒以上とすること。

(3) 適切な時間の間隔で地震動の数値（加速度，速度若しくは変位又はこれらの組み合わせ）が明らかにされていること。

(4) 建築物が地震動に対して構造耐力上安全であることを検証するために必要な個数以上であること。

ロ イに規定する稀に発生する地震動によって建築物の構造耐力上主要な部分が損傷しないことを，運動方程式に基づき確かめること。ただし，制振部材にあつては，この限りでない。

ハ イに規定する極めて稀に発生する地震動によって建築物が倒壊，崩壊等しないことを，運動方程式に基づき確かめること。

ニ イからハまでの規定は，建築物が次に掲げる基準に該当する場合にあつては，適用しない。

(1) 地震が応答の性状に与える影響が小さいものであること。

(2) イに規定する稀に発生する地震動と同等以上の効力を有する地震力によって建築物が損傷しないことを確かめたものであること。

(3) イに規定する極めて稀に発生する地震動と同等以上の効力を有する地震力によって建築物が倒壊，崩壊等しないことを確かめたものであること。

五 第二号から第四号までに規定する構造計算を行うにあたり，第一号に規定する荷重及び外力を適切に考慮すること。

六 第一号に規定する実況に応じた荷重及び外力に対して，構造耐力上主要な部分である構造部材の変形又は振動によって建築物の使用上の支障が起らないことを確かめること。

七 屋根ふき材，特定天井，外装材及び屋外に面する帳壁が，風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめること。

八 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（平成12年法律第57号）第8条第1項に規定する土砂災害特別警戒区域内における居室を有する建築物にあつては，令第80条の3ただし書の場合を除き，土砂災害の発生原因となる自然現象の種類に応じ，それぞれ平成13年国土交通省告示第383号第2第二号，第3第二号又は第4第二号に定める外力によって外壁等（令第80条の3に規定する外壁等をいう。）が破壊を生じないものであることを確かめること。この場合において第一号に規定する荷重及び外力を適切に考慮すること。

九 前各号の構造計算が，次に掲げる基準に適合していることを確かめること。

イ 建築物のうち令第3章第3節から第7節の2までの規定に該当しない構造方法とした部分（当

該部分が複数存在する場合にあっては、それぞれの部分)について、当該部分の耐力及び<sup>じん</sup>靱性その他の建築物の構造特性に影響する力学特性値が明らかであること。

ロ イの力学特性値を確かめる方法は、次のいずれかに定めるところによること。

(1) 当該部分及びその周囲の接合の実況に応じた加力試験

(2) 当該部分を構成するそれぞれの要素の剛性、<sup>じん</sup>靱性その他の力学特性値及び要素相互の接合の実況に応じた力及び変形の釣合いに基づく構造計算

ハ 特殊な建築材料（平成12年建設省告示第1446号第1各号に掲げる建築材料で法第37条各号に該当しないものをいう。）を使用する部分（当該部分が複数存在する場合にあっては、それぞれの部分）について、当該建築材料の品質が同告示第3第1項第一号に掲げる基準に適合すること。

ニ 構造計算を行うに当たり、構造耐力に影響する材料の品質が適切に考慮されていること。

## (2) 超高層建築物等の構造計算の基準

平12建告第1461号は、令第81条第1項第四号の規定に基づき、超高層建築物の構造耐力上の安全を確かめるための構造計算の基準を定めたものである。具体的には以下の項目について検討することとされている。

① 固定荷重、積載荷重等の建築物に常時作用していると考えられる荷重（一定以上の長期にわたり継続して作用する多雪区域の積雪荷重を含む）に対して、構造耐力上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること（第一号及び第五号）。

② 令第86条の規定による積雪荷重（50年再現期待値に相当）に対して次に示す2点を確認すること（第二号及び第五号）。この場合、融雪装置などによる積雪荷重の低減を考慮することができるが、限度となる積雪深などの軽減の実況を表示し、装置の動作条件や維持管理が確実に行われるものであることについて検討を要する。

- ・当該積雪荷重に対して構造耐力上主要な部分に損傷を生じないこと。
- ・当該積雪荷重の1.4倍に相当する荷重（最大級の荷重として500年再現期待値に相当）に対して建築物が倒壊・崩壊等しないこと。

③ 地上10mの位置における風速が、令第87条第2項の規定に従った地域ごとの基準風速に当該地域の地表面粗度区分を考慮して求めた数値以上である暴風による風圧力に対して、次に示す2点を確認すること（第三号及び第五号）。これらの構造計算を行う場合には、渦励振等の現象を考慮した上で建築物に生じるねじれ振動や大スパンの架構の上下動の影響を評価し、必要に応じて設計用外力の割増しや時刻歴応答解析等の適切な手法を採用する必要がある。また風による風直交方向の振動やねじれ振動の発生については、例えば建築物の高さ  $H$ 、風を受ける面の見付け幅  $B$ 、奥行き  $D$ とした場合に  $H/\sqrt{BD}$  が3を超える程度かどうかを一つの目安<sup>1)</sup>として検討の要否を判断する。

- ・当該風圧力に対して構造耐力上主要な部分に損傷を生じないこと。なお、高層建築物では、暴風時に生ずる建築物の過大な応答を抑制するため、ダンパーなどエネルギー吸収部材を設けることがあることから、本規定においては、疲労などの現象も考慮した上で、将来的に生ずることが想定される最大級の暴風や地震に対して設計上想定した性能が発揮されることが確かめられた場合には、構造耐力上主要な部分を制振部材とすることが可能であるとしている。

- ・当該風圧力の約1.6倍（厳密には  $1.25 \times 1.25 = 1.5625$  倍）に相当する風圧力に対して建築物が

倒壊・崩壊等しないこと。

④ 建築物に作用する地震力については、次による（第四号及び第五号）。検討に当たっては、大スパンやはね出しを有する建築物の上下動、偏心の大きな建築物の二方向同時入力、位相差の影響、高軸力や大変形下での  $P-\Delta$  効果等について、必要に応じて適切に考慮しなければならない。

5 ・地震動は、稀に発生するもの（数度は経験することが予想されるレベル）、極めて稀に発生するもの（安全上検討が必要な最大級のレベル）の2種類を作成する。それぞれ減衰5%に対応する加速度応答スペクトルを規定の値（限界耐力計算に用いるものと同様）とし、更に地盤増幅を考慮して算出する。この場合、地震の発生機構のばらつき等を考慮して、複数の地震波を作成してそれぞれに対して検討を行う必要がある。

10 ただし書の規定により、敷地の状況を考慮したいわゆるサイト波や過去の観測記録に基づく地震波等を用いることが適当とされる場合があるため、安全性を確認するための地震動の作成に当たっては、建築物の振動性状とともに地盤条件等についても配慮が必要である。

・稀に発生する地震動に対して構造耐力上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。この場合において、③の風圧力に対する検討とあわせて、地震に対しても支障の生じないことを確認することで、構造耐力上主要な耐震要素として制振部材等を設置することができる。

15 ・極めて稀に発生する地震動に対して建築物が倒壊・崩壊等しないことを確かめること。

なお、本規定にはただし書があり、膜構造など軽量の構造物などで地震力以外に支配的な荷重・外力が存在する場合は、時刻歴応答解析による詳細な検討は省略できる。また、本規定を超高層建築物以外の建築物、特に低層の建築物に適用する場合に、高次モードを考慮する必要のないものもあることから、本告示第四号ニでは、同等の地震力（地震層せん断力）を定めてこれによることができるとする特例が設けられている。

25 近年、超高層建築物に対する長周期・長時間地震動対策の必要性が認識されるようになってきたことを踏まえ、南海トラフの連動型の巨大地震等による長周期・長時間地震動の発生が予測される地域に建築されるものについては、付加的な検討として、それを極めて稀に発生するサイト波とした場合に倒壊・崩壊等が生じないことを確かめることが一般に行われている<sup>2), 3)</sup>。

⑤ ①で想定した建築物に常時作用していると考えられる荷重に対し、変形又は振動による建築物の使用上の支障が起こらないことを確かめること（第六号）。

⑥ 屋根ふき材等の風圧・地震等に対する構造耐力上の安全を確かめること（第七号）。

⑦ 土砂災害に対する安全性を確かめること。（第八号。詳細については3.11節を参照のこと。）

30 ⑧ 構造方法及び材料の品質について、適用を除外された規定が性能的に代替されていることを、次のとおり確かめること（第九号）。

a) 仕様規定に適合しない部分の力学特性値を、実況に応じた加力試験又は FEM 等の構造計算によって把握すること。

35 b) 指定建築材料でない材料（鋼材など平12建告第1446号第1各号の区分には該当するが、時刻歴等の性能評価を行うことから材料認定の取得を要しないこととなる建築材料を含む。）を構造耐力上主要な部分に用いる場合は、材料の品質が力学特性値に及ぼす影響を考慮すること。

これらの構造計算に用いる荷重・外力の具体的な設定手法については、第5章「荷重及び外力」によるほか、日本建築学会「建築物荷重指針・同解説（2015）」<sup>1)</sup>を参考とすることができる。

前記①～⑧の構造計算の基準は、保有水平耐力計算などの一般の構造計算と同様に、常時及び中

程度の荷重・外力に対して建築物の構造耐力上主要な部分に損傷を生じないこと、並びに最大級の荷重・外力に対して建築物が倒壊・崩壊等しないことを要求している。その検証に当たり、保有水平耐力計算や限界耐力計算などを行う場合は令第3章第8節第3款及び第4款に規定する許容応力度及び材料強度（第9章を参照）を用いることと規定されているのに対し、本告示の規定による構造計算を行う場合にはそのような制限はなく、その他の適切な数値を用いてもよい。すなわち、建築材料のうち許容応力度や材料強度が規定されていないものは、時刻歴応答解析等を行って大臣の認定を取得する建築物（又は構造計算の必要がない小規模な建築物）には使用することができるが、それ以外の建築物に対して用いることはできない。

### 8.1.2 高さ60m超の工作物の構造計算

#### 告示 平12建告第1449号

最終改正 平成19年5月18日国土交通省告示第620号

#### 煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに 乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を定める件

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第139条第1項第四号イ（同令第140条第2項、第141条第2項及び第143条第2項において準用する場合を含む。）及び第142条第1項第五号の規定に基づき、煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの安全性を確かめるための構造計算の基準を第1から第3までに定め、同令第139条第1項第三号（同令第140条第2項、第141条第2項及び第143条第2項において準用する場合を含む。）の規定に基づき、高さが60メートルを超える煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を第4に定める。

第1～第3 （略）

第4 煙突等及び広告塔等のうち高さが60メートルを超えるものの構造計算の基準は、平成12年建設省告示第1461号（第二号ハ、第三号ロ及び第八号を除く。）に掲げる基準によることとする。この場合において、当該各号中「建築物」とあるのは、「工作物」と読み替えるものとする。

平成19(2007)年の改正により、令第138条に規定する工作物（擁壁を除く）のうち高さ60m超のものについても、建築物の場合と同様に荷重・外力によって各部分に連続的に生じる力及び変形を把握して構造計算を行い、大臣の認定を取得すべきこととされた。具体的な基準としては、平12建告第1449号第4において、建築物についての基準である平12年建告第1461号によることとしている。また、遊戯施設に関しても平12建告第1419号において同様に計算基準が定められている。

なお、告示の規定上は高さ60m超のものについての基準とされているが、令第139条等に規定されている通り、高さ60m以下の工作物についても本基準によることができる。

#### 〔8.1節 参考文献〕

1) (一社)日本建築学会「建築物荷重指針・同解説（2015）」、2015.2

2) 国土交通省「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」, [http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku\\_house\\_fr\\_000080.html](http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_fr_000080.html), 2016.12 閲覧

3) 国立研究開発法人建築研究所「長周期地震動対策に関わる技術資料・データ公開特設ページ」, <http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/lpe/index.html>, 2016.12 閲覧