

# 鉄筋コンクリート造建築物における耐震診断のポイント

(一社) 北海道建築士事務所協会建築物耐震診断等評価委員会

「耐震診断に当たっての留意事項(別記4)」より

## § 1 建物の概要

- ・設計図書
- ・添付書類

## § 2 現地調査の概要

- ・コンクリートの調査
- ・鉄筋の調査
- ・鉄骨の調査
- ・コンクリートブロックの調査
- ・エキスパンション・ジョイント (EXP. J)

## § 3 耐震診断の概要

- ・構造耐震判定指標 I s o 設定時の用途指標 U
- ・診断範囲
- ・準拠基準
- ・診断方法
- ・設定条件
- ・モデル化
- ・診断結果の概要、構造特性など
- ・剛重比、偏心率、形状指数一覧表、経年指標集計表
- ・柱、壁の破壊形式別表示の配置図
- ・長スパン鉄骨架構のメカニズム時応力図

## § 4 その他の検討

- ・従たる構造部材
- ・非構造部材および付属工作物等
- ・基礎、事業(地盤・杭)

## § 5 総合所見

### 《資料》

- ・「帯筋フック角度の確認方法および 90 度フック帯筋柱の対処方法」(別添資料-A)
- ・「エキスパンション・ジョイントの取扱い」(別添資料-B)
- ・「非構造部材としてのコンクリートブロック壁の取扱い」(別添資料-C)
- ・「地階における耐震診断の基本的な考え方」(別添資料-D)
- ・「図面のない建築物の調査・復元図面」(添付資料-1)
- ・診断様式 1
- ・診断様式 2
- ・共通様式 1

## 耐震診断に当たっての留意事項

制定 平成10年8月1日  
改正 平成19年3月26日 (適用 平成19年4月1日)  
改正 平成23年5月10日  
改正 平成25年4月1日  
改正 平成26年2月28日  
改正 平成26年9月5日  
改正 平成27年9月1日  
改正 平成28年5月10日

### §1 建物の概要

#### ・設計図書

#### 1. 設計図書(特に構造図)のない建物および詳細調査のできない建物の取扱い

- 1) 本項は構造種別や診断次数に関わらず全ての建物に適用される。
- 2) 復元図を作成できない場合には、診断不可能とする。
- 3) 復元図の作成に係る現地調査の範囲・内容は事務局に事前相談の上確認する。
- 4) 復元図には、調査した部分①と推定した部分②との区別を明確にする。限られた調査に基づく復元図であることを発注者に説明し了解を得る。診断結果で、「安全」と判断する場合の  $I_s$  は判定指標値に対し、余裕のあることが望まれる。
- 5) 限られた調査や推定に基づく復元図による診断結果であることを総合所見に付記する。
- 6) RC造の建物で  $F_c$ ,  $p_t$ ,  $p_w$ ,  $p_s$  等の調査が困難な場合、日本建築防災協会「2001年改定版耐震診断基準・同解説」(以下「耐震診断基準」という。)(P.61~62)にある値を使用してもよい。

#### 2. アスベスト使用建物の取扱い

- 1) アスベスト使用のために現地調査が不可能な鉄骨造の建物の場合には、発注者の了解のもとに設計図とおりにして扱うことができる。ただし、接合部の溶接耐力は、安全側に評価する。
- 2) 未調査部分は図面とおりにした診断結果であることを総合所見に付記する。

#### ・添付図面

壁の種別と位置を明確に表示する。

### §2 現地調査の概要

構造図が有る場合も現地調査は必ず行うことを原則とする。主要部材断面の確認をし、柱・梁・ブレースの継手及び仕口(ボルト・プレートの詳細、突き合せ・すみ肉溶接の別とその寸法)及び劣化の程度を調べる。調査した範囲・内容を詳細に記述する。発注者の意向または建物の状況により現地調査のできない場合は、その旨を診断の前提条件として明記する。

#### ・コンクリートの調査

圧縮強度試験

コンクリート供試体による試験を行う。原則として、各階ごと、各施工時期ごとに3本以上のコアを採取する。

試験結果の推定強度  $F_c$  は、実測平均値 ( $X$ ) から標準偏差値 ( $\sigma$ ) の  $1/2$  を差し引いた値とする。診断強度は、 $F_c$  が設計基準強度を上回った場合は、設計基準強度を採用する。(ただし、例外として設計基準強度を上回る  $F_c$  を採用する場合は、測定位置、箇所及び本数が適切かどうか詳細な検討を要する。)

$F_c$  が設計基準強度を下回った場合は、 $F_c$  を採用する。

#### コンクリートコアの採取 (径 100mm 未満のコアの取扱い)

標準サイズとして扱われる 100mm 径のコア抜き試験片 3本から得られる推定圧縮強度と同等の精度を期待して 100mm より小さい径のコア抜き試験片を用いる場合は、次の事項に留意する。

1) 試験片数は次による。

- ・直径 75mm 以上~100mm 未満の場合 : 3本
- ・直径 50mm 以上~75mm 未満の場合 : 4本
- ・直径 25mm 以上~50mm 未満の場合 : 6本

2) 100mm 径と小径のコア抜き試験片との圧縮強度の関係は不明確なため、強度補正を行う場合は診断者の判断と根拠を明記する。

3) 小径コア抜き圧縮試験による推定強度が設計基準強度を大きく上回り、診断に同設計基準強度を用いる場合には、試験片数は3本でもよい。

4) 同一階及び同一工期の中で採取するコア径は同じであることが望ましいが、異なる径が含まれる場合は1) に示す径と試験片数の関係を考慮する。

#### 低強度コンクリート (13.5N/mm<sup>2</sup> 未満) の取扱い

現行の耐震診断基準は 13.5N/mm<sup>2</sup> 以上を対象としている。13.5N/mm<sup>2</sup> 未満の診断は詳細な調査・実験・解析などを行う必要がある。

#### コンクリートの中性化

中性化試験の結果に基づいて、中性化進行の予測を行い、構造部材の耐久性 (余寿命) を内部・外部別に推定し提示する。中性化の進行が早く余寿命が少ない場合には、改修計画の前に詳細な調査が必要である。モルタルなどの仕上げ材がある面では、この仕上げ部を含めた中性化の進行状況を把握するものとし、中性化進行速度を過小に予測しないように注意する。

なお、中性化の評価については、別掲の「コンクリート中性化の評価」を参考とする。

#### ・鉄筋の調査

##### 帯筋のフック角度

柱帯筋の末端フック形状 (正規 135 度折曲げ) を確認する。未調査の場合は、原則的に 90 度として評価する。

(帯筋フック角度の確認方法及び 90 度フック帯筋柱の対処方法は、別添資料-Aによる。)

#### ・鉄骨の調査

##### 溶接

溶接種別は診断結果に大きく影響するので、詳細な調査を実施する。

・超音波探傷試験については次による。

突合せ溶接部は、超音波探傷試験によって健全性を確認することを原則とする。検査部位は、破壊メカニズムに係る柱梁接合部などに限定してもよい。また、診断時の目視調査で、裏

当て金・エンドタブ・スカラップがあり突合せ溶接とした場合でも、改修計画時には超音波探傷試験を行うことを原則とする。なお、試験結果は「欠陥位置、欠陥長さ、欠陥領域（または欠陥高さ）などの実測値」を明記し、欠陥が認められた場合には、突合せ溶接部の強度を適切に評価し計算結果を添付する。

- ・屋内運動場等の耐震性能診断基準（平成 18 年版）付 5・2 によるほか、次により柱脚部の調査を行う。
  - ・露出柱脚：ベースプレート、アンカーボルト、敷きモルタルの状況
  - ・根巻柱脚：基礎柱型鉄筋と根巻柱鉄筋の連続性
- ・コンクリートブロックの調査  
補強コンクリートブロック造または、ブロック造壁の耐力を評価する場合には、鉄筋の錆、配筋状態、周辺支持部材への定着状態を調査する。
- ・エキスパンション・ジョイント（EXP.J）  
隣接建物との接続状態を確認し、EXP.J 有の場合は間隔を測定する。  
（未調査の場合には、不利な条件にて評価する。）  
尚、形状指標の算出に関する EXP.J の取扱いは別添資料・B による。）

### § 3 耐震診断の概要

- ・構造耐震判定指標 Iso 設定時の用途指標 U

建物の用途指標 U(1.0,1.25,1.5)は、建物について一つの指標を設定するものであって、階別に異なる指標の設定は認めない。ただし、塔屋について、屋上を津波等の災害時に避難のための階として利用しないこと及び地上に落下しないことを前提として本体より低い U を用いる場合には、その前提を明記する。

- ・診断範囲

既存建物の耐震診断は、構造体（地階・基礎・地業を含む。）、従たる構造部材（塔屋・煙突・庇・屋外階段・付属建屋等をいう。）、非構造部材、付属工作物のそれぞれについて行う。診断範囲は原則として準拠する耐震診断基準の定めによるが、受注者は発注者と協議して診断範囲を決定する。

注)・非構造部材等

- 1) 外壁に取り付く部材で、①窓ガラス(硬化パテ型、弾性シール型) ②ブロック ③ALC板、PC板 ④タイル張り、石張り、テラゾー張り、モルタル塗り ⑤カーテンウォール ⑥打ち放しコンクリート ⑦屋外に開く外扉
  - 2) 天井
  - 3) コンクリートブロック壁（非構造部材としてのコンクリートブロック壁の取扱いは別添資料・C による。）
- ・付属工作物等
    - ①屋上やバルコニー等の床面上に取り付けられた付属工作物で、広告等、高架水槽、クーリングタワー、自動販売機、プリンター、空調機の屋外機等 ②外壁に取り付けられた付属工作物、袖看板、ウインド型クーラー等
  - ・その他  
基礎・地業（地盤・杭）

・ 準拠基準

プログラムソフト

使用したソフトのプログラム名、バージョン、会社名を記述する。

・ 診断方法

2次診断の適用

- 1) 2次診断は梁が剛体という前提のもとに組み立てられている。このため診断を始める前に適用が妥当か否か見定める必要がある。2次診断の適用が不適切と考えられる部分はインプットで調整するか、診断結果を判断する際に考慮する。
- 2) 2次診断で受託された場合でも、3次診断が適切な場合は、診断の総合所見などに「改修設計に当たっては3次診断により検討することが望ましい」等と明記する。
- 3) 軒高 31m以下の建物では、構造特性を考慮して「2次診断+追加検討」で診断しても構わない。ただし、地震時変動軸力の影響が過大となる場合は、上層階の層崩壊に先行する下層階柱の軸破壊の有無を確認するために、適切な地震時柱軸力と柱軸耐力を用いる必要がある。

3次診断の適用

3次診断が適切な建物を以下に示す。

- ① 耐力壁の浮上がりが想定される建物
- ② 梁崩壊先行が想定される建物  
(例：1971年以降の柱帯筋 D10@100 以上、短スパン梁)
- ③ 軒高 31mを超える建物

3次診断の適用方法

診断基準が推奨する下記事項に留意する。

- ① 複数の方法・モデル化で検討し適切に判断する。(診断基準 P276 参照)
- ② 2次診断の結果とも比較して総合的に判断する。(診断基準 P65～66 参照)

耐力壁の剛性

「2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書」付録 1-3.1 鉄筋コンクリート造部材の力学モデルに関する技術資料(P648～682)に従い、耐力壁は原則として弾性剛性に立脚し、曲げ変形、せん断変形、回転変形を考慮の上計算し、剛性低下率は考慮しないこととする。剛性低下率を用いる場合には、十分な技術的検証を行うこと。ただし、ラーメン架構中に点在し応力集中が予想される耐力壁は初期剛性を期待し難いので剛性低下を考慮する。

補強コンクリートブロック造壁の剛性評価

- 1) 剛節架構内のブロックは、一般的には剛性を考慮しなくてもよい。但し偏心に及ぼす影響が大きい場合には剛性を考慮した検討を行う。
- 2) ブロック造腰壁は、一般的には剛性を考慮しなくてもよい。但しブロック壁が厚い場合、又は柱断面が小さい場合には考慮する。

下階壁抜け柱

下階壁抜け柱については、耐震診断基準(P272)に準拠して、壁直下柱の地震時軸力( $N_s$ )を算定する。

$$N_s = \min[N_s(a), N_s(b), N_s(c)]$$

$N_s(a)$ : 上部の耐震壁がいずれかの層でせん断破壊または曲げ降伏するときの軸力

Ns(b):下階(壁抜け位置)で全体曲げ降伏(引張側柱が軸降伏)するときの軸力

Ns(c):基礎が浮上がり回転降伏するときの軸力

#### ウォールガーダー

ウォールガーダーが支配的な架構については、偏心による振りモーメントを考慮した柱のせん断耐力を用いて診断を行う。最上階がウォールガーダーの場合で柱が梁天端に達していない場合には、柱はり交叉部における柱筋の定着耐力が所要の柱筋応力を上回ることを確認する。

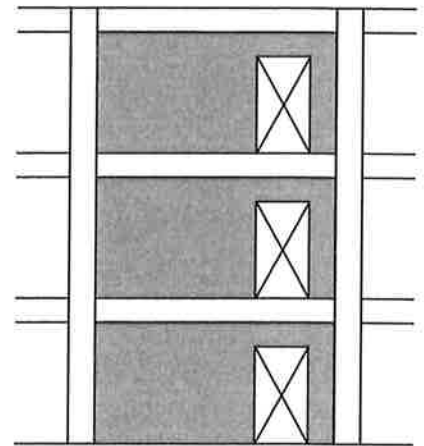
#### 鋼材強度

設計図書に鉄筋および鉄骨の仕様に関して「JIS規格品」であることと「その鋼種記号」を明記した鋼材は、耐震診断に使用する準拠基準に基づいて鋼材強度の増大が認められる。しかし、鋼種記号のみで「JIS規格品」であることが示されていない場合や、「JIS規格品」に限定されない表現を用いた製品、例えば「JIS規格品または相当品」「JIS規格相当品」「JIS規格同等品」「JIS規格相当品以上」などとして記載された鋼材は、耐震診断において規格降伏点を使用できるがその強度増大は認められない。

なお、上記の判断理由は、「耐震診断基準」および建築研究振興協会の「既存建築物の耐震診断・耐震補強設計マニュアル(2012年)」に解説されている。

#### 連層耐震壁抜い

上下に連続した図のような開口がある連層耐震壁の場合は、開口回りの短スパン梁の検討が必要である。



#### 壁の回転モードの耐力

壁の回転モードの耐力は、(a)境界梁・直交梁による抑え効果と(b)基礎浮き上がりの影響を考慮して算定された耐力の合計とする。この場合、(b)の耐力は、高次モードにおける転倒モーメント減少などの影響を考慮して10%程度割り増すことができる。

#### 薄壁の耐力評価

$$1/35 \leq t / \min[h', l'] < 1/30$$

(壁厚:  $t$  ( $t \geq 120\text{mm}$ )、壁内法高さ:  $h'$ 、壁内法長さ:  $l'$ )

を薄壁と定義し、座屈を考慮して下式にて耐力を評価することができる。ただし、壁の全周が壁厚の2倍以上の幅を有するRCの梁及び柱で囲まれていること。

$\tau_k$ : 壁版座屈時のせん断応力度

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999) p233 (19.15式) 参照

$$\tau_k = \frac{E\pi^2}{48} \left(\frac{t}{s}\right)^2 + \frac{p_s f t}{2}$$

ただし、 $\tau_k \leq Fc/10$

$Q_w$  : 壁のせん断耐力

$$Q_w = \tau_k t l$$

・設定条件

積載荷重

現地調査の結果に基づき、使用状態、立地条件を反映して決定する。

積雪荷重

積雪荷重は、原則として、平成12年に国土交通大臣が定めた基準に基づいて特定行政庁が定める垂直積雪量の値によって計算する。

・積雪荷重増に対する長期応力の検討

積雪荷重は、長期応力の検討にも現行の垂直積雪量を用いた検討を行うことが望ましいが、建築基準法その他関係する法令等の取扱いや、発注者等からの要件を基に、診断者が現行の垂直積雪量の採用、不採用等について、発注者と協議し対応を検討すること。最深積雪量が設計時から概ね3割以上増加した地域では、母屋についても長期積雪荷重時の検討を行う。その際、屋根下地材（木毛板など）による横座屈拘束効果を有効とする場合には、現地調査にて母屋の発錆による断面欠損がないことと取り付けビスの径や間隔及び健全性などの確認を行い、ビス耐力による横座屈拘束効果を検証する。

壁の取扱い

開口のある壁や片側柱付き壁の取扱いは、プログラムによって異なるので、壁に対する取扱いを明確に示す。壁厚が規定(H/30)未満の無開口壁の評価は適切に行う。

・モデル化

地階の取扱い

- 1) ドライエリア、傾斜地など地階が不均等に土に接する状況を適切に評価する。
- 2) 地階の柱が下階壁抜け状態の場合には、柱軸耐力の検討が必要である。
- 3) 平面的に部分地下を有する建物は、地階に作用する地震時分担せん断力を適切に決定する。(例：地震時重量比により決定、基礎の水平バネを評価して決定など)
- 4) 地階における耐震診断の要否や想定地震力等については、適用基準や周辺地盤との接合条件等を考慮して適切に判断する。(別添資料-D「地階における耐震診断の基本的考え方」を参照のこと。)

特殊形状の建物

- 1) L字型の建物の様に剛床仮定が成立し難い平面形状やレベル差のある建物等については、必要に応じてブロック分けをし、それぞれについて算出したI<sub>s</sub>値を判断資料にして総合的に建物の耐震評価を行う。その場合、ブロックの分割方法と解析方法及び評価方法を診断方針に明記する。

- 2) 鉄筋コンクリート構造と鉄骨構造などの混合構造物に対しては、出来るだけ実際の挙動に近い構造モデルで診断し、その取り扱い方法を診断方針に明記すること。
- 3) 半円筒シェルネット構造（ゲビオン構造）は、当初設計の構造設計法に基づいて検討してよい。ただし、応力解析としては、シェルネットだけでなく全ての主架構（柱、アーチ梁、桁梁、鉛直ブレースなど）を含めた立体モデル化することを原則とするが、対称条件等を考慮して境界条件を加えた部分架構を用いてよい。耐震診断では積雪を含む鉛直荷重と地震力との組合せを検討する。また、現地調査結果に基づき部材接合部状況および発錆による断面欠損の影響を反映させる。

・ 診断結果の概要、構造特性など

コンピューターによる計算結果が、不自然である場合などは、更に別途の検討が必要である。場合によっては、簡易診断・1次診断を行うことも一つの方法である。一貫プログラムによる計算結果をうのみにしないで、各部材の破壊形式やC・F指標図をチェックし判断する。

・ 剛重比、偏心率、形状指数一覧表、経年指標集計表

経年指標の設定時点

建物の使用期間を考慮して、その時点での推測に基づいた指標値を採用する。

- 1) 診断時か、診断時以降の使用期間後かを明確にして経年指標を算出する。
- 2) 使用期間後の経年指標の算出には、中性化やひび割れの進行を予測して経年指標を低減するか、改修時に耐久性を高める処置を行うか、その後のメンテナンスにより劣化を防止するか等の条件を明示すること。
- 3) 目視によって経年指標を求める際には、目視した範囲・率などを示し、目視率が低い場合は、値を適宜調整する

1次診断における経年指標

1次診断における経年指標は、診断基準によるものとは別に、2次診断同様の調査を実施した場合にはその調査結果に基づく2次診断用経年指標を採用しても構わない。

・ 柱、壁の破壊形式別表示の配置図

- ① 極脆性部材・せん断柱・第2種構造部材の位置を、伏図と軸組図に示す。
- ② 電算出力の「診断表」の判定値を明示し、直接入力などの説明を記載する。

・ 長スパン鉄骨架構のメカニズム時応力図

屋内体育館等の梁間方向の診断に際しては、診断の抛り所であるメカニズム状態を明示する必要があるため、メカニズム時の応力図（危険断面位置を図示）を添付する。この際に、鉛直荷重との組み合わせを考慮し、梁中間でのヒンジ発生の可能性も検討すること。



## § 4 その他の検討

### ・従たる構造部材

塔屋・煙突・庇・屋外階段・付属建屋等は、診断条件（解析条件を図示し計算根拠等）を明確にして検討する。特殊な算定式については参考文献・出典なども付記する。

### ・非構造部材および付属工作物等

診断範囲とした非構造部材および付属工作物等は、部材または部位ごとに診断条件を明示し検討する。落下等により人命に直接被害が及ぶと危惧される部材または部位については、検討することを推奨する。

### ・基礎、地業（地盤・杭）

基礎・地業は、建築物の用途・立地条件・断面形状等を勘案し、診断対象外としてもよい。ただし、防災拠点等となる重要度の高い建物（ $U=1.5$ 適用）、「緊急輸送道路沿線建築物」、傾斜地等で片土圧を受ける建物、転倒が想定される搭状建物や独立煙突等は、杭の場合は水平耐力を含めて診断することを推奨する。

#### 基礎

不同沈下など明らかに基礎に欠陥がある場合を除いて、基礎は健全なものとして扱ってよい。ただし、その旨を明記する。木杭の場合は腐食も考えられるので調査結果に基づき適切に判断する。未調査の場合には安全性を考慮した前提条件を明示し判断してもよい。

#### 地盤の状況・液状化

傾斜地の場合などは、その影響が考慮されているか否か明確にする。液状化の可能性について解る範囲で記述する。

#### 杭の水平耐力

杭に関する解析の前提条件を示し、検討結果を記述する。検討を行わない場合は、その理由を明記する。

## § 5 総合所見

- I 総合所見は、診断者が発注者に診断結果をまとめて伝える重要な事項であることから、単に耐震指標値を示すのではなく、診断にあたっての前提や仮定条件、調査した内容結果、そして診断結果を解りやすく記述する。
- II 建物の耐震上の特徴を建物の崩壊形性質（例えば変形性状）などから述べる。また、極脆性柱、せん断柱、第2種構造要素についてC・F指標図などに関連させて述べるのが望ましい。
- III 従たる構造部材（塔屋・煙突・庇・屋外階段・付属建屋等）の診断結果を部位ごとに記述する。
- IV 診断範囲とした非構造部材、付属工作物の診断結果を部材または部位ごとに記述する。落下等により人命に直接被害が及ぶと危惧される部材または部位については、対策が必要であることを記述する。

V 基礎、地業（地盤・液状化・杭）について記述する。

VI 「維持・改修設計又は改修工事」に当たっての留意点を記述する。

・改修設計時に必要と思われる調査・解析への提案

改修設計がある場合は、その所見に、改めて「改修設計を行うという前提である」ことを明記し、留意事項（追加調査、解析手法、3次診断の勧め等）を付記する。

## 「コンクリート中性化の評価」

☆ コアから測定した場合

コアのコンクリート表面からの中性化深さ：  $t_1$  (単位は、cm または mm で統一)

試験体の研磨厚：  $t_2$  (無表記の場合あり、キャッピングなら不要)

モルタル仕上げ厚：  $t_3$

打放しコンクリートの増しコン厚：  $t_4$

□ 中性化深さ

測定結果は、

階別・工期別にそれぞれ屋外か屋内かに別けて評価することを原則とする。

① モルタル仕上げのある場合

中性化深さ：  $t = t_1 + t_2 + t_3$

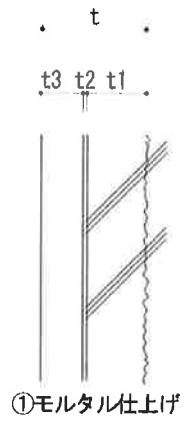
② 打放しコンクリート (仕上げ塗装のみなど) の場合

中性化深さ：  $t = t_1 + t_2$

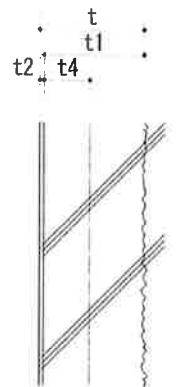
この場合の  $t_1$  は、増しコン厚 ( $t_4$ ) を含む

☆ 現場実測の場合

実測寸法を用いる。



①モルタル仕上げ



②打放しコンクリート

□ 進行予測図と供用期間内の評価

中性化深さ  $t$  は、それぞれの抜き取りコアまたは現地ハツリ箇所毎に、複数の測定値があればそれぞれの平均値を  $t$  としてよい。その結果、抜き取りコア本数または現地ハツリ箇所数の測定値と、貫通型抜き取りコアでは筒先側からも測定値が得られる。

階別・工期別の仕上げ材の有無でグループ分けした中性化深さ  $t$  の平均値を用いて、岸谷式などで進行予測を行いグラフに表示する。最大値を用いて評価することは安全側なので構わない。なお、グループ分けしても  $t$  のばらつきが大きい場合には、更に別の条件で分類するなど、診断者としての見解を特記する。なお、「診断様式3」2-1 調査結果の表記では、全体をまとめた値とする。

鉄筋位置：  $T$

かぶり厚：  $t_0$

① モルタル仕上げのある場合

仕上げ面からの鉄筋位置：  $T = t_3 + t_0$

② 打放しコンクリートの場合

仕上げ面からの鉄筋位置：  $T = t_4 + t_0$

□ 鉄筋腐食に影響を与えない中性化深さ：  $t$  (単位：mm)

① 屋外：中性化深さ  $t \leq T$  OK

② 屋内：中性化深さ  $t \leq T + 20$  OK

注) モルタル仕上げのある場合は「簡便法」なので、安全側の評価と考える。

モルタル仕上げの効果をより正確に評価出来る方法があればこの限りではない。

## 「帯筋フック角度の確認方法および90度フック帯筋柱の対処方法」

### (A) 帯筋フック角度の確認方法

現地調査において、柱隅筋にフック掛けされる帯筋の端部は、両端部が共に135°であることを確認した場合にのみ135°フック帯筋として扱うことができる。現地調査を行わない場合の取り扱いとしては、建築研究振興協会「既存建築物の耐震診断・耐震補強設計マニュアル2012年版<上巻>」の記述に従う。ただし、構造図における特記仕様等を用いて判定する場合は、当該建物の帯筋における隅部フック形状を135°として施工することを意識的に注意を促す図面等が明示されている場合に限定する。

### (B) 90°フック帯筋柱の対処方法

90度フック帯筋柱を有する建物における耐震診断では、以下の処置を行う。

#### 1) 診断に用いる帯筋間隔

設計図書または現地調査による帯筋間隔を、1.5倍から2倍の範囲に拡大して用いる。この拡大倍率は、90度フック帯筋が建物の損傷に及ぼす程度を考慮して診断者が判断する。

#### 2) $F_u'$ の制限

90度フックの帯筋間隔を拡大して用いた場合でも、構造耐震指標 $I_s$ の集計に用いる $F_u'$ の値については、第I期の建物では1.27以下、第II期および第III期の建物では1.50以下とすることが望ましい。

#### 3) 残存軸耐力の仮定

大きな残存軸耐力比を仮定する場合は、控えめに設定する。例えば、建築防災協会2001年改訂版「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説」を使用する場合は、解表3.2.1-1の残存軸耐力比 $\eta_r$ について、0.5は0.4に、0.6は0.5として扱う。また、これ以外の柱で $\eta_r$ を低減しない柱では、鉛直荷重時軸力 $N$ が残存軸耐力 $N_r$ を超過する場合の第2種構造要素の判定には、鉛直荷重時軸力 $N$ の全てを周辺部材に伝達できるか否かを確認する。

#### 4) その他の配慮

90度フックせん断補強筋は、その部材のせん断破壊、曲げ圧縮破壊、軸力破壊に影響する。実験的には各破壊形式の最大耐力への影響は小さいが、最大耐力後の変形に伴う耐力低下が激しく靱性が著しく低下するとされている。このため、各破壊形式の靱性評価時には必要に応じて靱性の低減を考慮する。

## 「エキスパンション・ジョイント（以下 EXP.J）の取扱い」

診断対象建物は RC 造（SRC 造）とする。

基本：診断基準 3.3.3 形状指標の算出方法 表 6 を適用する。ただし、隣接建物の形状により、ケース 1～ケース 3 の場合は下記を適用する。

### a. ケース 1

隣接建物との間に EXP.J があり、間隔が明らかな場合でも、EXP.J に硬質材料の詰め物（スターロフォームなど）がある場合は、便宜上、間隔ゼロの EXP.J として扱う。（建振協 2012 年版参照）

### b. ケース 2

隣接建物が RC 造で EXP.J がなく、一体施工の場合

① 小規模な渡り廊下や下屋の場合は、突出部として扱い、影響を及ぼす範囲の当該部分の荷重は診断対象建物で負担し、EXP.J による低減は行わない。

### c. ケース 3

隣接建物が S 造（または W 造）で質量が小さい建物で EXP.J がない場合

① 診断対象建物に与える影響が軽微な場合は、当該部分の荷重は診断対象建物で負担し、EXP.J による低減は行わない。

（注）

1 隣接建物の規模や診断対象建物と接する範囲によって上記の適用がふさわしくない場合には、診断者が適切に評価すること。

3. 診断対象建物と隣接建物の接続部分は EXP.J の有無に関わらず、「大地震時には損傷の可能性はある。」ことを総合所見に特記する。

## 「非構造部材としてのコンクリートブロック壁の取扱い」

1. 非構造部材としてのコンクリートブロック（以下「CB」という。）壁の診断および改修の位置づけ
  - 1) 基本的には発注者（建物管理者）の意向が最優先となるが、受注者（診断者）は発注者と協議の上で非構造部材の耐震診断対象範囲を明確にし、報告書の診断の範囲に明記する。
  - 2) (一財)日本建築防災協会の耐震診断基準の第4章「非構造部材」では外壁など落下物を対象とした耐震診断を設けている主旨に則り、特に外壁となるCB壁（ALC板・ガラスブロック等の危険物を含む）の面外耐震性能を把握することについて、発注者及び受注者は留意する。
  - 3) 内壁についても片持ち形式（腰壁等）のCB壁や、積高さ／壁厚比の大きなCB壁についても、避難経路や災害時避難施設機能との関係を考慮して面外方向耐震性診断の要否を検討することが望ましい。
  - 4) 耐震性が不足していると判断されたCB壁の改修の是非や改修方法の選択については、発注者及び受注者の判断による。ただし、改修効果については審査の対象とする。
2. 現地調査
  - 1) 診断対象となったCB壁については、配筋設計図と照合し、診断条件となる配筋および定着（特に壁頂部）、モルタルの中性化（特に鉄筋の錆状況）を対象とする現地調査をすることが望ましい。
  - 2) 現地調査が困難な場合には、現地調査を行っていないこと及び配筋設計図等に基づくなどの診断条件を明記する。また、現地調査による診断条件の確認が重要と思われる場合には、改修計画時まで実施することを留意事項に記載する。
3. 診断方法
  - 1) CB壁の面外地震時水平力の算定方法には各種の基準やマニュアルが存在するので、診断条件として水平力の算出根拠を明示する。設置階で水平力の扱いが異なる場合には、対象とするCB壁の設置階を明示する。
  - 2) 応力の算出方法は、架構形式や端部固定度の実態を反映させるのが適切である。しかし、現地調査を行ったとしても実態把握は困難な場合が想定されるので、診断者の工学的判断に基づくことになるが、応力算出条件等について明示する。
  - 3) 保有耐力の限界値には短期許容応力度や終局強度を用いるなどの方法がある。性能目標を明確にして、これに対応する保有耐力と比較することになる。なお、CBの曲げ耐力を求める際の応力間距離は、有効せい×5/7が推奨される。
4. 改修方法
  - 1) 現地調査を要求されている場合は改修計画までに実施し、改修計画（場合によっては再診断）に反映させる。
  - 2) 申請されたCB壁改修案については審査の対象とする。

## 「地階における耐震診断の基本的考え方」

地階を有する建築物における地階の耐震性能は、以下の基本的考え方に基づいて確認する。

- 1) 耐震診断基準として建築保全センター「官庁施設の総合耐震診断・改修基準および同解説」を用いる場合には、第2章中の「地下階の耐震性能の評価」に従って保有水平耐力の計算を行い、耐震性能を確認する。
- 2) 使用する耐震診断基準に地階の取扱い方が明記されていない場合には、建築基準法施行令に従った地震力に対する許容応力度計算を行い、耐震性能を確認する。
- 3) 耐震診断において前項2)を適用する地階は、2015年版/建築物の構造関係技術基準解説書でも指摘しているように建築基準法施行令第1条の地階の定義とは異なるので注意を要する。なお、形状指標 $S_D$ における項目 $h$ （地下室の有無）を算定する際の地下面積は、この2015年版の解説書で定義する地下階の面積を用いてよい。
- 4) 地階の柱や壁の上部が地上に露出している場合は、これより上方の階と一体となった地上部構造としての耐震性能を確認する。地表面より下方の主要構造は、周辺地盤の剛性や接合状況を考慮し、地上部に発生する水平せん断力の基礎および周辺地盤への応力伝達経路を推測して、耐震性能を確認する。
- 5) ドライエリア、傾斜地盤、地階壁抜け柱、その他の特殊な構造条件についても、留意事項本文の1)から3)の指摘事項に留意して診断を行う。
- 6) 上記の2)項に相当する場合で、原設計時の構造計算書等で現行建築基準法施行令と同等以上の耐震性能が確認されている場合はこれを明記して、耐震診断対象外として扱ってよい。

[解説] (番号は上記の本文に対応)

### 1) 耐震診断基準における地階の扱い方

耐震改修促進法における建築物の地震に対する安全性に係る認定方法として、その第二十二条第1項に「建築物の所有者は、国土交通省令で定めるところにより、所管行政庁に対し、当該建築物について地震に対する安全性に係る基準に適合している旨の認定を申請することができる」としている。ここで言う「基準」は建築基準法の他に、各種の耐震診断基準が含まれる。耐震診断における地階の扱いについては、「官庁施設の総合耐震診断・改修基準および同解説」にのみ明示され、保有水平耐力に基づく耐震性能指標 $GIs$ を求めることになっているから、この基準を用いる場合は同基準に従って地階の耐震診断を行う必要がある。

### 2) 建築基準法施行令における地階の要求耐震性能

建築防災協会等の耐震診断基準では、地階の取扱いの規定がないために建築基準法の精神に基づいて耐震診断を行うことになる。建築基準法施行令では、高さ60m以下の建築物ではその規模や構造種別に関わりなく地下部分は1次設計レベルの耐震安全性が要求されていると理解される。即ち、保有耐力計算・限界耐力計算・許容応力度等計算における大地震を想定した2次設計は「地上部分」のみを対象としているのに対して、「地下部分」は中地震を想定した1次設計における地上部分の地震層せん断力と地下部分の付加地震力による応力を対象にして許容応力度設計を用いて安全性を確認している。

### 3) 耐震計算における地階の定義

地下部分を中地震に対する1次設計レベルで大地震に対しても安全性を確認できるとする理由は、①地震時水平応答として地下部分は周辺地盤より大きくなならない、②建築物の地階では一般に土圧壁が外周に巡らされて耐震壁としての水平耐力が大きい、③周辺地盤が土圧壁や柱など鉛直面に受動土圧あるいは摩

擦力として作用し地下部分の主要構造体の水平耐力に寄与する、④仮に地階の水平層間変形が過大となっても周辺地盤によって変形が拘束されて横倒し状態の倒壊には至らない、などであろう。

上記を理由として、地階を許容応力度設計に留めるためにはいくつかの前提条件が必要となる。その前提条件は、①地階の柱の全ては地上に現れない（＝1階梁下面の全てが地中に位置する）、②外周面の全てに土圧壁が設けられている、③ドライエリアなどに接する柱は1階梁（＝飛び梁）および地階梁を介してその外側に位置する土圧壁に水平力が伝達できる機能を有する、などである。これらの条件を有する地階をここでは「完全地階」と言う。従って、建築基準法施行令第1条の地階の定義「床が地盤面下にある階で、床面から地盤面までの高さがその階の天井の高さの1/3以上のものをいう」としているが、耐震構造の視点からはその定義を適用できないことは明らかである。

2015年版建築物の構造関係技術基準解説書でもこの点を指摘している。従って、形状指標 $S_0$ における項目 $h$ （地下室の有無）を算定する際の地下面積は、この2015年版の解説書で定義する地下階の面積を用いてよいこととする。

#### 4) 半地階に要求される耐震性能

前項の前提条件の1つでも条件を満足しない場合は、その条件に応じて地階全体あるいは部分的に耐震性を確認する必要がある。この件に関して、2015年版建築物の構造関係技術基準解説書では「地下階の階高の2/3以上が全て地盤と接している場合、または地下階の全周面積の75%以上が地盤と接している場合は地下階と見做してよい」としている。しかし、この地階の地上露出部分には大地震時のせん断力が発生しており、中地震時の応力に低減できる理由はまったくない。少なくとも地上に現れている部分は大地震時の安全性を確保すべきである。この場合に、地上露出部分の耐震性能評価には、第1次診断法を用いてもよい。

地下部分に接して埋戻された周辺地盤の剛性が小さいか脆弱な場合には、地上部分だけでなく地階の階高を1層として扱い、この階を地上の第1層とするモデル化を行うべきであり、形状指標における地下階には相当しない。また、逆に周辺地盤が堅牢で強固な地盤であれば地上に露出している部分の柱は短柱として扱う必要がある。

#### 5) 耐震診断で注意すべき諸事項

飛び梁のないドライエリアや傾斜地面などにより、地下階の外周面の一部が地盤に接していない建物の場合は、通常的设计でも行われていると同様に長期の片土圧を考慮することのほかに、地震時には開放された方向への地震力に対する安全性を確認する必要がある。地上部の連層耐震壁が地階で存在しない壁抜け柱の軸耐力も耐震性能の対象となる。1階床が部分的に欠如している場合には、地震時に生じる床の面内せん断力の検討も必要である。

#### 6) 地階を診断対象外と見做せる条件

新耐震基準施行以前に設計された既存建物では、地下階の耐震設計が行われていない場合もあるために、完全地階であっても現行の建築基準法施行令が要求する1次設計レベルの耐震性能の確認は必要である。このために、原設計時の構造計算書等で現行建築基準法施行令と同等以上の耐震性能が確認されている場合は、耐震診断対象外として扱うことができる。



### 3. 図面のない建築物の調査・復元図面

耐震診断を実施しようとする時、設計図書（意匠図・構造図・構造計算書等）が必要となるが、これらが紛失している場合がある。本章では、そのような場合にどのような調査を行い、どのように調査結果をまとめるかについての留意事項を述べる。

#### 3.1 調査方針の立案

##### (1) 診断方法の決定

- ・RC造、SRC造の場合は、第1次診断・第2次診断・第3次診断のいずれによるか、診断方法により調査項目が異なる。第3次診断は、大梁上端筋の詳細な調査が困難であるので、難しいと考えるべきであろう。
- ・対象建築物がRC造かSRC造かの構造種別の区分けは、建物の階数、スパンなどから想定し調査計画を行う。
- ・S造では、柱・梁の部材に加えて、柱・梁接合部や継手の調査が必要となる。
- ・耐震診断結果に大きく影響を及ぼす箇所について十分理解し、その箇所については耐震診断時に適切に評価できるように、診断者が調査項目、調査内容を決定する。

##### (2) 鉛直部材の調査方針・調査項目の決定

###### (調査への取り組み方)

- ・調査内容および項目は、診断者が対象建築物の特性と診断方法を考えて決定するものであり、調査者に任せるものではない。また、対象建築物の建設時代の建物特性を文献調査やヒアリングにより理解して調査内容に反映させる。決して調査会社任せにせず、診断者が自ら調査方針・調査項目を決める。
- ・調査結果についても、調査会社の実測結果に基づき、符号配置、部材断面形状等、診断者自らが判断して決定する。
- ・設計当時の規準に基づき、事前に構造検討を実施する。柱・大梁の部材寸法を仮定し（例えば柱600×600、梁300×600、壁W120など）構造計算を実施する。当時のD値法による構造計算では耐震壁の剛性評価はn倍法であり、雑壁の剛性評価は行っていないこともあるため壁の評価には留意する。柱の配筋の推定は、当時の規準の最低鉄筋量も考慮する。求まった応力値による配筋と最低鉄筋量から決まる配筋で大まかに部材符号、柱の配筋量が推定できる。
- ・意匠図が存在する場合には、意匠図に基づき調査項目及び調査位置の当たりを付けた上で事前調査を行い、柱の実測位置、はつり調査位置、コア抜き位置等詳細調査位置を決める。
- ・意匠図が存在しない場合には、まず意匠図を作成するための調査を行う。意匠図を作成するために、スパン測定、階高測定、柱配置確認、壁配置確認、梁配置確認などの建物形状調査を行い、建物形状を認識した後、詳細部材調査を計画する。
- ・建物形状調査時に詳細調査を行う位置の確認も行う。
- ・詳細部材調査計画は、耐震診断を行うために最低必要な情報を得ることを目的に立案する。

#### (RC造、SRC造)

- ・第1次診断は、柱位置、柱寸法、壁位置、壁厚さ、壁開口位置、柱内法寸法を計測し意匠図に反映させる。軸組図の作成も行い、開口位置、開口高さ、柱内法寸法等を記入する。コンクリート強度が不明の場合にはコア抜きも実施する。
- ・第2次診断は、躯体形状の他、配筋も必要となるため、さらに非破壊による配筋調査、鉄筋径を特定するためのはつり調査が必要となる。コンクリートのコア抜きは原則として各階3本計画する。
- ・壁の非破壊調査箇所及び数量については、鉛直部材の配置を考慮して、原設計者の意匠図をくみ取り、必要最小限の調査位置を決める。
- ・昔の建築物では、柱符号はそれほど多くなく3~5種類程度が一般的であるので、中柱・隅柱・側柱等に分類して決定する。

#### (S造)

- ・S造については、柱脚部、柱梁接合部のディテール、および強度計算結果によりF値が決まり、そのF値が建築物全体の耐震性能に大きな影響を及ぼすため、これらの調査を必ず計画する。
- ・柱、梁の部材寸法調査、鉛直ブレース調査、柱梁接合部調査、継手調査、溶接部の超音波探傷検査、柱脚部調査が必要となる。超音波探傷検査については、明らかに隅肉溶接と判断できる場合には省略してよい。

#### (現地調査フロー)

図3.1.1に、図面の無い建物の現地調査フローを示す。意匠図の有無に応じて調査項目が異なる。また、構造調査は、事前調査と現地調査の2段階として、事前調査結果を踏まえて、現地調査計画を立案する。

また、構造図の復元については、3.4節以下に例示したように、調査事項とそれをもとに想定した事項が分かるように表示することが大切である。想定した部分が多いほど、耐震診断内容の信頼度は少なくなるので、その程度が分かるようにする必要がある。

S造の場合でアスベストが存在する時には、アスベスト除去計画を立て、工事費と除去方法を検討する。

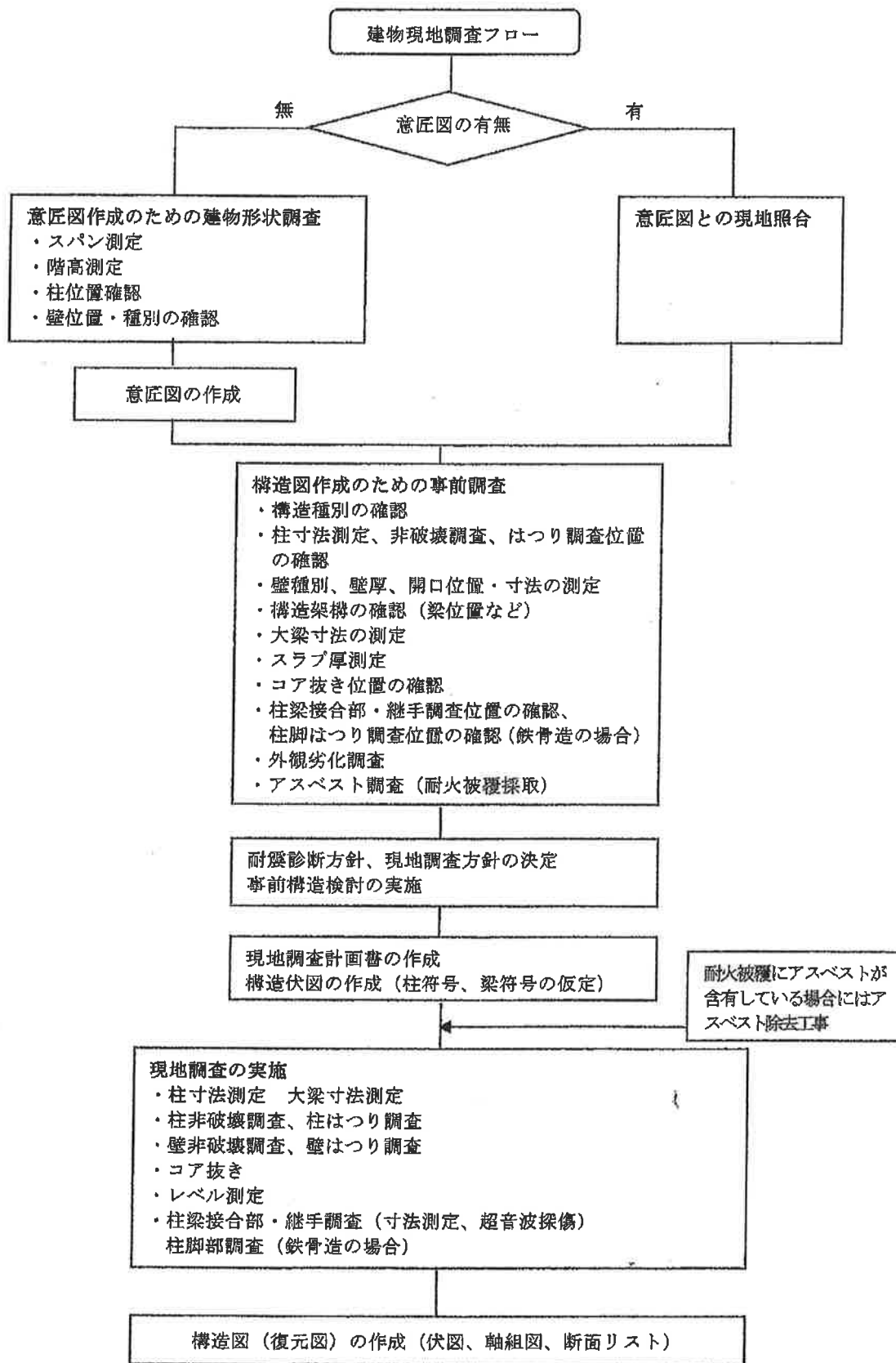


図 3.1.1 図面の無い建物の現地調査フロー

## (診断様式1)

## § 1 建物の概要

## 1-1 一般事項

建物の名称							
建築場所							
用途		(竣工時)			(現状)		
設計者等	既存建物	設計者					
		監理者					
		施工者					
		診断者	受注者		再委託 構造担当		
	改修建物	建築(意匠)設計	(*改修計画の場合に記載)				
		構造設計	(*改修計画の場合に記載)				
建物規模	敷地面積	m <sup>2</sup>		建築面積	m <sup>2</sup>		
	延べ面積	m <sup>2</sup>		基準階面積	m <sup>2</sup>		
	軒高	m		最高の高さ	m		
	基準階階高	m		地階階高	m		
建物履歴	設計年	年		竣工年	年		
	増築・改築	有・無	(履歴の内容)				
	補修・模様替	有・無					
	用途変更	有・無					
	火災	有・無					
	震災	有・無					
構造概要	構造種別	造		構造形式			
	階数	地上階・地下階・塔屋階					
	基礎形式			地業	直接	杭(種別)	
	地盤	1種・2種・3種		支持層		杭径 杭長	
	敷地概況			地耐力		杭支持力	
設計図書	既存図面等	意匠図 : 一般図 有・無 詳細図 有・無					
		構造図 : 有・無		構造計算書 : 有・無			
		地質調査資料 : 有・無 (近隣資料 有・無)					
	添付図書	写真(抜粋)・意匠図・構造図・地質調査資料等					
仕上概要 (下地共)	屋根						
	外壁						
	天井						
	内壁						
	床						
その他	垂直積雪量	(設計時)		(現状)			
	煙突・鉄骨階段・EXP.Jの有無・突出物・その他( )						

(診断様式2)

1-2 診断結果表

建物名称 (棟名)									
層重量(kN)		階		階		階		階	
単位重量(kN/m <sup>2</sup> )		階		階		階		階	
柱・壁量 (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	X方向	階		階		階		階	
	Y方向	階		階		階		階	
耐震診断結果 (正・負加力で不利な数値を記入)									
判定指標値				RC造、SRC造		I <sub>so</sub> =		C <sub>TU</sub> ・S <sub>D</sub> =	
				S造		I <sub>s</sub> =		q=	
方向	階	F	E <sub>o</sub>	S <sub>D</sub>	T	I <sub>s</sub>	$\frac{C_{TU} \cdot S_D}{q}$	判定	
X方向									
Y方向									
結果 (特性)	X方向								
	Y方向								
その他									

注) 「判定」の欄と「結果(特性)」の欄は、準拠基準に基づいた判定結果を必ず記載してください。

注) 「その他」の欄は、庇、地階など付属する診断対象物の診断結果を記載してください。

		耐震診断判定用(現状)		耐震診断判定用(改修時)		
耐震性能	RC造・SRC造	準拠耐震診断基準		(次診断)		
		適用(参考)図書				
		使用計算プログラム	準備計算	(Ver. )	(Ver. )	
			診断計算	(Ver. )	(Ver. )	
		耐震判定基本指標 $E_s$				
		構造耐震判定指標 $I_{SO}$				
	累積強度指標 $C_{TU} \cdot S_D$					
	S造	準拠耐震診断基準				
		適用(参考)図書				
		使用計算プログラム	準備計算	(Ver. )	(Ver. )	
			診断計算	(Ver. )	(Ver. )	
		構造耐震判定指標 $I_s$				
	q指標					
	共通事項	地盤指標 $G$				
用途指標 $U$						
地域指標 $Z$						
地下階有無		有・無	(有の場合、全体または部分を記載)			
使用材料	コンクリート強度		原設計基準強度	現状耐震診断用	改修設計診断強度	
		階	$F_c$ : $kg/cm^2$	$F_c$ : $N/mm^2$	$F_c$ : $N/mm^2$	
		階	$F_c$ : $kg/cm^2$	$F_c$ : $N/mm^2$	$F_c$ : $N/mm^2$	
	鉄筋材種		現状 診断強度		改修設計 診断強度	
		柱主筋	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径
		柱帯筋	: $N/mm^2 \cdot$ 径 @	: $N/mm^2 \cdot$ 径 @	: $N/mm^2 \cdot$ 径 @	: $N/mm^2 \cdot$ 径 @
		梁主筋	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径
		梁肋筋	: $N/mm^2 \cdot$ 径 @	: $N/mm^2 \cdot$ 径 @	: $N/mm^2 \cdot$ 径 @	: $N/mm^2 \cdot$ 径 @
		壁主筋	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径
	鉄骨材種		現状 診断強度		改修設計 診断強度	
		柱	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$
		梁	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$
		ブレース	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$	: $N/mm^2$
		中ボルト	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径
		リベット	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径
		HTB	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径
		アンカーボルト	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径	: $N/mm^2 \cdot$ 径
	改修設計新增設部材	コンクリート	$F_c$ : $N/mm^2$	(使用部位)		
		鉄筋	: $N/mm^2$	(使用部位)		
		鉄骨	: $N/mm^2$	(使用部位)		
特殊工法						
その他特記事項						