

耐震診断・耐震改修のためのガイドライン

平成 24 年 10 月 1 日

特定非営利活動法人 コミュニティルネッサンス研究所

福山建築物耐震診断等評価委員会

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による、「東日本大震災」からはや 1 年半が過ぎましたが、復旧は遅々として進まず復興には程遠い感じられます。大胆な「選択と集中」を行いスピード感が求められています。このような中、内閣府中央防災会議では、迫りくる「南海トラフ巨大地震被害想定」を発表しました。それによれば、冬季の深夜という最悪のシナリオを想定した場合の死亡者は、32 万 3000 人と推定しています。しかしながら、早期避難（地震後 10 分）を開始した場合には、その数を 7 割減じられると予測しています。従って、各自治体においては、避難施設および避難路の確保・整備が急がれる状況にあります。

一方、住宅においては、地震による全壊・焼失は 238 万棟と予測されています。しかしながら、この場合も、2008 年の耐震化率を基準として、その耐震化率を 8 割～9 割向上させれば、倒壊は 4 割減ぜられると推定されています。この世の中には、絶対安心と絶対安全はあり得ないが、備えさえあれば「減災」は可能になります。耐震化率の向上は喫緊の課題であり、官・学・民が一体となって取り組まねばならない最重要課題であります。我々構造技術者は、使命感と誇りを持ってその職能を社会のために尽くすときであります。

広島県東部地区福山地域においては、このたび、特定非営利活動法人 コミュニティルネッサンス 研究所内に、「福山建築物耐震診断等評価委員会」を立ち上げる事となりました。

本評価委員会は、上記の様な社会的要請に応じ、福山地域（主として、福山市、尾道市、府中市）の地域の耐震化率の向上を目指し、行政並びに地域住民と共にこの地域の健全なまち興し、災害に強い街創りに貢献出来ればと考えています。耐震診断・改修設計は、耐震化率向上の為の根幹をなすものであり、ひとえに建築構造技術者の実務的職能によるところが、大きいと考えられます。そこで、本評価委員会は、地域の建築構造技術者と交流を重ね、お互いが切磋琢磨し建築技術・技量の向上を図りたいと、考えています。

そのための具体的な内容は、以下に示す通りであります。

- (1) 耐震診断・改修設計の評価を通じた交流
- (2) 耐震診断・改修設計および建築構造に係る相談業務を通じた交流
- (3) 耐震診断・改修設計および建築構造等講習会（行政・企業を含む）を通じた交流
- (4) 建築構造技術に関する出前（出張）講座を通じた交流
- (5) その他の交流

以上のように考えておりますが、この事はあくまでも実務が主体で有りますから、実務者である構造技術者自身の考え方・設計方針と法律が、優先されるという事をお願いしたいと思っております。

耐震診断・改修のためのガイドラインの作成の目的は、耐震診断・改修の実務をより円滑に行う事が出来るように、又、耐震診断基準の内容の理解をより深める事が出来ることを、考えて作成されたものであります。

従って、耐震診断基準の本文および解説に明記されている内容については、記述されていません。中国五県の耐震診断等評価委員会において、論議されて来た事項および今までに公表されて来た耐震診断事例、耐震改修事例の知見を取り入れて作成されています。

耐震改修においては、その耐震性能を十分に発揮させるためには、設計と施工そして維持管理において実効性（普通に施工できる）と信頼性（耐震性能が発揮できる）と、そして経済性が重要であります。又、設計という行為は、接合部などの局所を見る「虫の眼」と、建築全体のバランスなどを見る「鳥の眼」が必要であります。構造設計者は、設計者自身の考え方を反映した「対局感」と「大局感」をもって、実務に当たって頂きたいと思っております。

本ガイドラインは、実務者との交流を重ねて定期的に改訂して行きたいと考えていますので、構造技術者諸氏のご協力を、お願いする次第であります。

－以上－

耐震診断・耐震改修のためのガイドライン

【目次】

1. 総則	1
1.1 基本方針	1
1.2 適用範囲	1
1.3 適用基準	4
2. 建築物の調査	5
2.1 コンクリート コアによるコンクリート強度	5
2.2 鉄骨造部分の現地調査	9
2.3 図面の無い建築物	9
3. 構造耐震指標 (Is)	10
3.1 外力分布と外力分布の補正係数	10
3.2 部材耐力および剛性	11
3.3 靱性指標 (F 値)	11
3.4 形状指標 (S _b)	12
4. 基礎の浮上がりについて	12
5. その他の留意事項	13
6. 特別な検討が必要な事項	13
7. 報告書の書式について	14
8. 引用・参考文献	14

1. 総則

1.1 基本方針

- (1) 本ガイドラインは、福山建築物耐震診断等評価委員会（以下、本評価委員会）における評価対象物件に適用する。
- (2) 本適用のガイドラインは、本文 1.3 に記載されている「適用基準」及び「準拠基準」並びに「引用・参考文献」の内容を、より理解を深めるために今までに公表されて来た耐震診断事例及び、耐震改修事例等の知見を取り入れて作成したものである。しかしながら、建築物の耐震性能を的確に判断することは、極めて複雑かつ困難な作業である。従って、診断者がより詳細な検討が必要と判断した場合には、それによるべきである。

1.2 適用範囲

本ガイドラインは、主として学校建築における既存鉄筋コンクリート造建築物および屋内運動場を、対象としているが、既存の中低層鉄筋コンクリート造及び鉄骨造の建築物にも適用可能である。

本文 1.3 に記載されている「適用基準」の評価方法には、計算レベルの異なる第 1 次診断法、第 2 次診断法及び第 3 次診断法が示されているが、本ガイドラインにおいては、下記の診断次数を用いる事を原則とする。

- (1) 耐震診断の診断次数は、第 2 次診断法を原則とする。
ただし、第 2 次診断法によってその建築物の耐震性能が評価できないと判断される場合には、第 3 次診断法または、部分的に第 3 次診断法を用いて検討を行い、それぞれの結果を総合的に判断して評価する事ができる。
- (2) 改修建築物の診断次数は、第 2 次診断法としてもよい。ただし、耐震診断時と同等以上の診断次数としなければならない。
又、第 2 次診断法によってその建築物の耐震性能が評価できないと判断される場合には、第 3 次診断法または、部分的に第 3 次診断法を用いて検討を行い、それぞれの結果を総合的に判断して評価する事ができる。
- (3) 塔屋の耐震診断は、これを行うものとする。この時の計算のレベルはいずれの方法を用いてもよいが、診断の目的、対象建築物の構造特性等に応じて、適切な診断次数を選定する。
- (4) 非構造部材については、本評価委員会においては当分の間、これを取り扱わない事とする。

【解説】

- (1) 建築物のモデル化は、耐震診断を行う際の基本であり、このモデル化のいかんによって耐震診断の結果が大きく作用されるので、診断建築物の構造特性等を反映したモデル化を行う事が重要である。

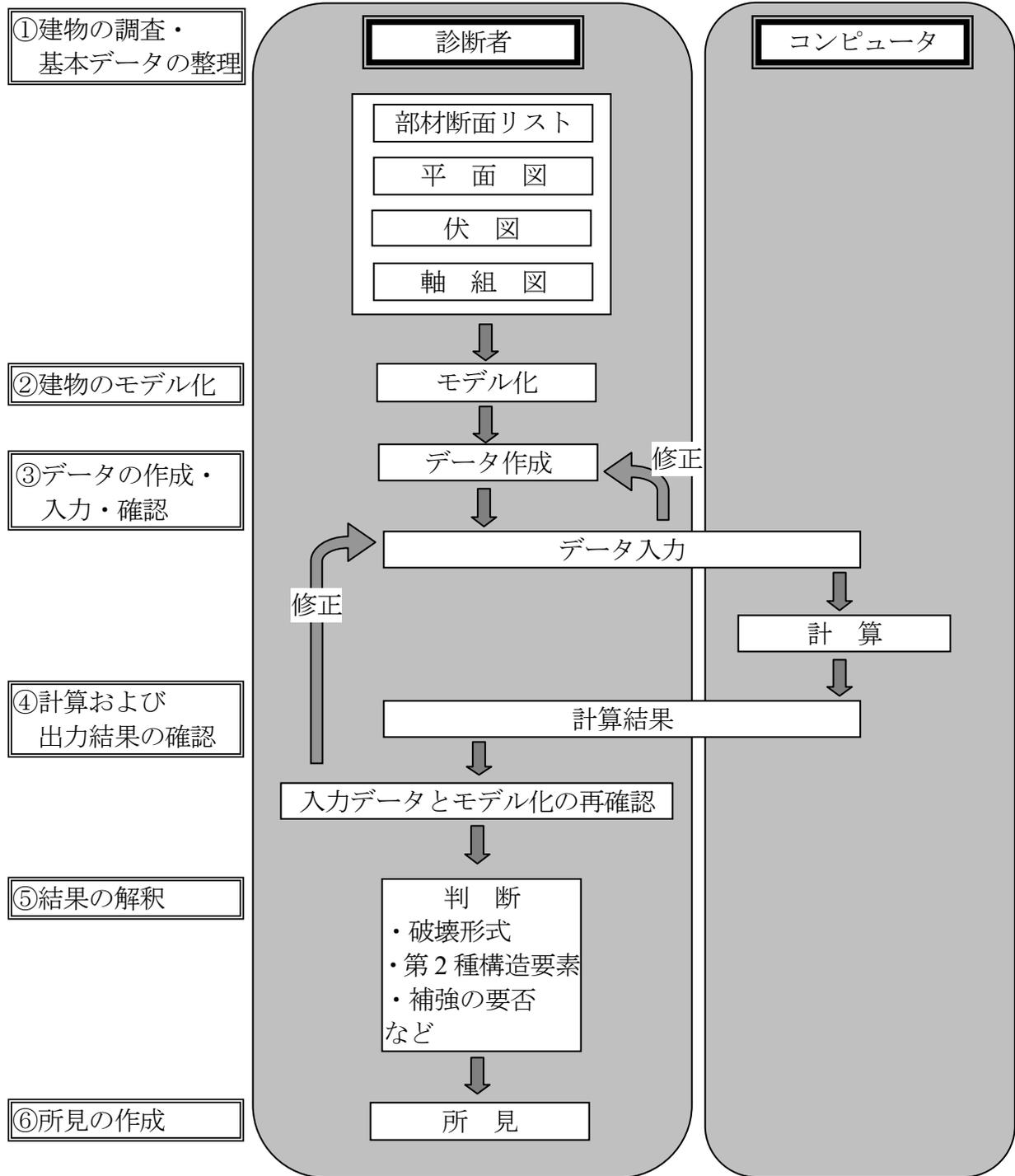
平面形状や立面形状が整形でない架構や部材配置が複雑な架構等については、複数のモデル化を行い、その結果を総合的に検討し、最も適切と考えられる結果を採用することなどの配慮が必要である。

なお、上記の架構のモデル化および部材のモデル化などは、本評価委員会に提出用の報告書概

要に、簡潔かつ正確に記述することが必要であり、その詳細な検討事項等は参照ページを付記するなどの配慮も必要である。

- (2) 近年では、実務において耐震診断を行う際には、多くの場合、コンピュータを利用することが前提である。しかしながら、コンピュータは計算に利用するものであり、診断者の適切な判断によってはじめて正しい判定結果が得られるのはいうまでもない。

又、プログラムを用いた解析では、必ずしもあらゆる構造形態の建築物が、直ちに解析可能ではないため、構造物の本質を見失わないような適切なモデル化が重要である。又、対象構造物がプログラムの適用範囲である事を確認するのは当然であるが、更に、マニュアル等に明示された適用範囲全てについて、妥当な結果が得られる事が検証されているとは限らない事にも注意する必要がある。プログラムを使用した診断の大略のフローは次ページに示す通りであるが、コンピュータの役割は一連のフロー中で、本来ごく一部分であり、「計算」以外の大部分は、人間即ち診断者自身の責任である。計算プログラムを用いて耐震診断を行う場合においても、診断者がプログラムによる計算過程を完全に理解していることが大前提であり、プログラム計算により耐震指標が得られても、解析結果の妥当性については、診断者が考え、解釈し、判断することが重要である。



コンピュータを利用した耐震診断のフロー例

1.3 適用基準

本ガイドラインにおいて適用する基・規準は、以下の図書とする。

(1) 適用基準（耐震診断・改修業務を行うに当たって、国土交通省が認定している基準）

*（一般財団法人） 日本建築防災協会発行

①国土交通省住宅局建築指導課監修

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・改修設計指針・同解説
(2001年10月)

②国土交通省住宅局建築指導課監修

既存建鉄筋コンクリート造建築物の外側耐震改修マニュアル(2002年9月)

③国土交通省住宅局建築指導課監修

既存壁式鉄筋コンクリート造等の建築物の簡易耐震診断法(2005年7月)

④国土交通省住宅局建築指導課監修

「既存壁式プレキャスト鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断指針」／簡易診断法
(2005年7月)

⑤国土交通省住宅局建築指導課監修

2009年改訂版 既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断・改修設計指針・同解説
(2009年12月)

⑥2011年改訂版 耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修
設計指針・同解説(2011年9月)

⑨国土交通省住宅局建築指導課監修

実務者のための既存鉄骨造体育館等の耐震改修の手引きと事例(共同発行：(一般社団法人)
建築研究振興協会)(2004年8月)

⑩既存鉄骨造建築物の耐震改修施工マニュアル《改訂版》

(共同編集：(一般社団法人) 日本鋼構造協会)(2000年10月)

* 文部科学省大臣官房文教施設企画部

⑪屋内運動場等の耐震性能診断基準（平成18年版）(2006年5月)

* 国土交通省

⑫建設大臣官房官庁営繕部監修

官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説(1996年11月)

⑬建設大臣官房官庁営繕部監修

官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説(2006年4月)

(2) 準拠基準

耐震診断・改修業務を行うに当たって、適用基準と同等と一般的に認められている基準
ただし、この基準は設計法を扱っているもので、 I_s 値の算定及び判定については、
適用基準に従う事となる。

*（一般社団法人） 建築研究振興協会

⑭既存建築物の耐震診断・耐震補強設計マニュアル 2003 年版 増補版 2007 年(2008 年 1 月)

(3) 引用・参考文献

* (一般社団法人) 日本建築学会

⑮建築学会発行の諸基・規準及び学術論文

【解説】

- (1) 法律によれば、建築基準法は新築建築物を対象とし、耐震改修促進法は既存建築物を対象としたものである。従って、耐震診断・改修業務を行うに当たっては、適用基準によらなければならない。その根拠は、国土交通省告示第 184 号、国住指第 1033 号及び同 902 号による。
- (2) 複数の適用基準を用いた場合は、その根拠及びそれぞれの基準の適用範囲、架構のモデル化、部材のモデル化等の説明が必要である。以上の事項は、本評価委員会に提出用の報告概要書に、簡潔かつ正確に記述する事が必要であり、その詳細な検討事項等は参照ページを付記するなどの配慮が必要である。(例えば、屋内運動場に於いて、R-1 タイプの様に屋根が S 造で下部架構が RC 造のような場合)
- (3) 適用基準、準拠基準および引用・参考文献を用いた場合は、上記(2)と同様の説明が必要である。引用・参考文献については、著者、論文名または書名、ページ、発表年または出版年等を記載する。

2. 建築物の調査

建築物の調査は、構造耐震指標を算定する際に必要となる建築物の力学的性質を確認するために、診断回数に応じて、現地調査、設計図書収集、材料試験などを、適切な方法によって行う。

【解説】

- (1) 上記の調査を行った各事項、現地調査 (外観、内観、不同沈下、エキスパンション ジョイント等)、設計図書収集 (意匠図、構造図、断面リスト等)、材料試験 (コンクリート強度、中性化等) は、各事項毎に本評価委員会に提出用の報告概要書に、簡潔かつ正確に記述する事が必要であり、その詳細な検討事項等は参照ページを付記するなどの配慮が必要である。

2.1 コンクリート コアによるコンクリート強度

- (1) コンクリート コアは、各工期ごと、各階ごとに、原則 3 本以上のコアを採取する。
- (2) コアの採取位置は、出来る限り主要構造部材 (壁、床、梁等) から採取する。
- (3) コアの寸法は、原則として公称径は 100mm とし、高さは 200mm とするが、200mm を確保できない場合でも、最低 100mm とする。

(4)コアの公称径は、やむを得ない場合はこれを 70mm 以上とし、柱又は梁より採取する。

(5)各階のコンクリートの推定強度 (σ_B) は、下記の式を用いて算定する。

$$\text{平均値} \quad X_{\text{mean}} = (X_1 + X_2 + \dots + X_n) / n$$

$$\text{標準偏差} \quad \sigma_{SD} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{\text{mean}})^2 / (n-1)}$$

$$\text{推定強度} \quad \sigma_B = X_{\text{mean}} - (\sigma_{SD} / 2)$$

(6)飛び離れたデータの棄却検定は、下記の Grubbs-Smirnov の方法による。

(i)データについて平均値 (X_{mean})、標準偏差 (σ_{SD})、を算出し、異常と思われるデータ (X_i) を拾い出す。

(ii)次式により、異常と思われるデータ X_i に関する T を算出し、有意水準 (危険率ともいい、あるデータを誤って異常データとして捨てる場合の確率である。) を決め、表 2.1 からコアの本数により、D の値を求める。(コンクリートの場合では、一般に 0.05 としよよい。)

$$T = (X_i - X_{\text{mean}}) / \sigma_{SD}$$

(iii)T と D の大小関係から、次のように棄却するかどうかを判断する。

T>D の場合は、 X_i は異常データであり、棄却する。

T<D の場合は、 X_i はデータのバラツキの範囲であり、棄却できない。

表2.1 Grubbs-Smirnovの判別表(Dの値)

コア本数	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
有意水準5% のDの値	1.15	1.46	1.67	1.82	1.94	2.03	2.11	2.18	2.23	2.29	2.33	2.37	2.41

(7)耐震診断及び耐震改修に用いる、コンクリートの圧縮強度の採用値は、下記による。

(i)推定強し度 $\sigma_B \geq 13.5\text{N/mm}^2$ である事。

(ii)推定強度 $\sigma_B < \text{設計基準強度}$ →推定強度 σ_B を採用する。

(iii)上記に於いてコア本数が 2 本の場合 →その最低値を採用する。

(iv)推定強度 $\sigma_B \geq \text{設計基準強度}$ →設計強度を採用する。

(8)低強度コンクリート ($9.0\text{N/mm}^2 \leq \text{推定強度 } \sigma_B < 13.5\text{N/mm}^2$) の場合は、別に定める項による。

*引用文献

(i)日本建築防災協会 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・改修設計指針・同解説 (pp.50-59) (2001 年 10 月)

(ii) (一般社団法人)建築研究振興協会 2003 年版 既存建築物の耐震診断・耐震補強設計マニュアル (pp.191-193) (2003 年 1 月)

【運用と解説】

- (1)増築工事が行われている建築物については、上増築及び横増築とも、各施工時期ごとに各階 3 本以上のコアを採取する事とし、各工期ごと、各階ごとに平均値 (X_{mean})、標準偏差 (σ_{SD})、推定強度 (σ_{B}) を算出して整理する。
- (2)耐震診断および耐震改修に用いるコンクリートの強度は、原則として各工期ごと、各階ごとの採用値を用いる。電算機ソフトの仕様により、各工期ごとの値が入力できない場合は、各工期の推定強度の最小値を採用値とし、各階ごとに入力することが出来る。
- (3)飛び離れたデータの棄却検定については、Grubbs-Smirnov の方法による事とする。
 - (i)コア本数が 3 本以下の場合、どんな値でもの棄却しない。疑問がある場合は、再調査する事が望ましい。
 - (ii)コア本数が 4 本以上の場合、極端に大きいデータあるいは小さいデータについては、コア採取前後の記録情報を照査し、あるいは試験機関の意見を聴取する等して、コア自体に異常が認められない場合は、本文(6)の項目により棄却検定を行う。棄却データがある場合は、そのデータを取り除き本文(5)、(6)項目による作業を繰り返す。これにより推定強度を求め、本文(7)の項目により、耐震診断および耐震改修に用いるコンクリートの圧縮強度の採用値を求める。又、報告書においてはその経緯を説明する。
 - (iii)棄却したデータは異常データである事から、耐震改修・補強設計時には再調査により確認する事が望ましい。
- (4)耐震診断および耐震改修に用いる、コンクリートの圧縮強度の採用値については、引用文献(ii)にある様に、設計基準強度以上の値を採用する方法もあるが、当評価委員会においては、コアの本数 (3 本以上の場合が多い) 及び採取位置 (必ずしも主要構造部材とは限らない) 等を勘案して、通常行われている方法、即ち本文(7)の項目による事とした。

◆ 例題 (Grubbs-Smirnovの方法による棄却検定)

データの数	棟番号①	
	1階	2階
n		
1	10.6	16.5
2	19.8	15.3
3	18.9	9.7
4	15.4	17.1
5	-	16.3
6	-	20.5
棄却検定		
σ_{mean}	16.18	15.9
σ_{SD}	4.17	3.52
D	1.46	1.82
T_1	0.87	1.31
T_2	1.34	1.76
σ_B	14.09	14.14

- ・ T_1 はデータの最大値を選択。
- ・ T_2 はデータの最小値を選択。
- ・いずれも $T < D$ であるから棄却できない
即ち、データのバラツキの範囲内である。
- ・1階、2階の推定強度は、いずれも
 $\sigma_B \geq 13.5\text{N/mm}^2$ である。

データの数	棟番号②	
	1階	2階
n		
1	18.6	10.1
2	23.4	11.4
3	8.5	12.8
4	20.7	13.7
5	19.4	14.9
6	-	21.3
棄却検定		
σ_{mean}	18.12	14.03
σ_{SD}	5.68	3.94
D	1.67	1.82
T_1	0.93	1.84
T_2	1.69	1.00

- ・1階は、 $T_2 > D$ であるから、8.5のデータを棄却。
- ・2階は、 $T_1 > D$ であるから、21.3のデータを棄却。
- ・2回目の作業を行なう。

σ_{mean}	20.53	12.58
σ_{SD}	2.10	1.89
D	1.46	1.67
T_1	1.37	1.23
T_2	0.92	1.31
σ_B	19.47	11.64

- ・いずれも $T < D$ であるから棄却できない。
- ・1階は、 $\sigma_B \geq 13.5\text{N/mm}^2$ である。
- ・2階は、 $\sigma_B < 13.5\text{N/mm}^2$ である。
即ち、低強度コンクリートに属する。

2.2 鉄骨造部分の現地調査

設計図書との照合を図るとともに、建築物の施工状況を補足するために実態調査を行う。

- (1)実態調査は、本文 1.3 の適用基準⑩屋内運動場等の耐震性能診断基準（平成 18 年版）における実態調査の内容に従うとともに、実態調査結果を実態調査用紙に記入する。
- (2)設計図書に記載された完全溶け込み溶接部については、超音波探傷試験等により溶接部の施工状況を詳細に調査する。
- (3)ブレースについては、偏心接合の有無を柱頭及び柱脚において詳細に調査する。
- (4)根巻き式柱脚および仕上材で覆われた柱脚については、コンクリート部分は研り出し、仕上材部分はそれを取り除いて調査する。
- (5)上部構造が純 S 造の場合のコンクリート コアについては、地中梁を含む基礎から採取する。
- (6)柱・接合部および継ぎ手部分が天井材、又は、壁材で覆われている場合には、それらの仕上材を取り除き調査する。

【解説】

- (1)鉄骨造の建築物では、構造体の耐力は部材の座屈耐力と接合部の耐力によって決まる場合が多い。このうち接合部の耐力は、特に鉄骨製作工場における製作過程、工事現場での施工状況によって大きく影響を受け、場合によっては設計耐力の半分以下となる事もある。従って、接合部の調査に当たっては、その形状も含めて十分な注意と入念な調査が必要である。
- (2)柱・梁接合部におけるダイアフラムについては、設計図書の相違及び実態調査としての溶接状況、板厚、目違い等にも注意して調査することが必要である。特に、H 型鋼を用いた日の字型 BOX 柱のダイアフラムの有無については、打音検査や超音波探傷試験により実態を把握しておく事が必要である。
- (3)ブレース材の偏心接合については、架構全体の剛性及び耐力に影響するところが大きいので、溶接状況、ガゼット プレートの板厚及び形状、ボルトの種類（H・T・B、中ボルト、リベット）・径・本数等詳細な調査が必要である。
- (4)柱・梁接合部（ブレースを含む）、部材継ぎ手部及び柱脚等で、仕上材で覆われている場合には、妻柱、隅柱、外柱、中柱等構造特性に応じて合理的にグルーピングを行い、同一形状と推定出来る箇所よりそれぞれ 1 ヶ所以上調査する事が必要である。

2.3 図面の無い建築物

設計図書が無い場合、あるいは不備な場合には、耐震診断回数に応じて、かつ、建築物の構造特性を考慮して、躯体寸法、鉄筋径、配筋状況等、診断に必要な調査項目及び調査方法を含め、実態調査計画書として立案する。

- (1)立案された実態調査計画書は、当評価委員会に提出し、「事前相談」として協議を行い協議書を作成する。

*上記、実態調査計画書と協議書を基に、以下の手順で構造図を作成し診断を行う。

- (2)寸法測定

柱スパン、階高、柱断面寸法、壁厚、開口寸法等の測定を、全階について実施する。

地中梁、基礎についても実施する。

(3)伏図、軸組図の作成

寸法調査結果に基づき、伏図および軸組図を作成する。

(4)部材名の設定

柱、梁、壁の断面測定結果を踏まえて、部材の配置位置から配筋も同一と考えられる部材を同一名とし、柱、梁、壁、地中梁、基礎の部材名を設定する。

(5)研り調査

柱、壁、基礎の配筋調査は、研り調査と鉄筋探査を併用して行う。梁及び地中梁の配筋調査は、診断次数と構造特性により必要に応じて行う。

配筋の最終確認は、研り調査により行う計画とし各階の部材名毎に1箇所以上の研り位置を設定する。研り調査を行わない部材は、可能な範囲で鉄筋探査により配筋を調査し、研り調査結果での想定と相違が無いことを確認する。

研り調査は、構造体に与える損傷を最小限となるように行う。

(6)配筋調査結果に基づき、柱、(梁)、壁の部材断面リストを作成する。

*引用文献

- ①(一般社団法人)日本建築防災協会 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・改修設計・指針・同解説 (pp.59-62) (2001年10月)
- ②(一般社団法人)日本建築構造技術者協会 東京都における緊急輸送道路沿道建築物の耐震化に係る「耐震診断マニュアル」(共同発行:(NPO法人)耐震総合安全機構、(一般社団法人)東京都建築士事務所協会) (2011年9月)

【解説】

- (1)一般に設計図書が無い場合には、診断を行うための資料を作成する事は、調査箇所(研り箇所等)が多くなり、かなりの調査費が必要となる事から、実態調査計画書の立案に当たっては発注者の同意を得ておくことが必要と思われる。
- (2)部材名の設定に当たっては、例えば、柱にあつては隅柱、外柱、中柱、耐震壁付柱等、壁にあつては縦連層、横連層、不連続壁等、梁にあつては左記のどの柱、どの壁に接続しているか等の構造特性を考慮してグルーピングする必要がある。又、柱、壁、梁の総本数とグルーピングした部材との割合、および調査した部材数とグルーピングした部材数との割合を、一覧表に整理し調査数のバランスを把握することが必要である。

3.構造耐震指標(Is)

3.1 外力分布と外力分布の補正係数

診断基準では、外力分布の式は $n + i / n + 1$ を用いており、外力分布の補正係数はその逆数である $n + 1 / n + i$ を用いている。

- (1)外力分布の補正係数は、現行建築基準法施行令に定める地震層せん断力係数(A_i)分布の逆数 $1/A_i$ を用いてもよい。
- (2)特別な検討を行った場合には、それによる値を用いてもよい。

(3)学校校舎において見られる上増築で、下層部が RC 造、上層部が S 造である混合構造の建築物については、モーダルアナリシス等の手法を用いて、外力分布を詳細に求める必要がある。

【解説】

- (1)一般に建築物の地震時の振動性状は、1 次の振動モードが卓越すると考えられている。診断基準では、振動モードが直線で各層が等階高で、且つ、重量が均一であるとして応答せん断力係数の高さ方向の分布を $n+i/n+1$ で与えている。外力分布の補正係数はその逆数である $n+1/n+i$ を用いて上層ほど E_0 指標を割り引いたものである。
- (2)ある層の階高が平均階高よりかなり高い場合や、ある層の重量が平均重量よりかなり重い場合など、上記の仮定から外れる建築物においては、モーダルアナリシス等の手法を用いて、外力分布を詳細に求める必要がある。

3.2 部材耐力及び剛性

(1)壁厚

厚さ 10cm 以上の腰壁、垂れ壁、袖壁等は、耐力及び剛性とも評価する事を原則とする。

(2)袖壁付柱

壁厚 10cm 以上、かつ、片側の袖壁長さが 30cm 以上、又は両側の袖壁長さの合計が 45cm 以上、の場合は、袖壁柱として耐力及び剛性とも評価する。

(3)雑壁

雑壁の耐力及び剛性については、崩壊メカニズムの明解なもののみ評価する。

【解説】

- (1)既存建築物の診断における力学モデルの作成は、あるがままの状態をモデル化する事が理想的であるが、かえって複雑化したモデルを作成したために、その建築物の構造特性を見失うという危険が生じる事になる。従って、崩壊メカニズムをイメージして、単純化された部材モデル及び架構モデルを作成し、その建築物全体の構造特性を大局的に把握する事が重要である。

3.3 靱性指標 (F 値)

各部材の靱性指標 F は、診断の次数、部材の破壊形式と変形能力、および地震応答を勘案して定められている。

- (1)耐震改修において第 2 次診断法を用いた場合は、靱性指標 F 値の上限は原則 $F=2.0$ とする。
- (2)下階壁抜け架構における、連層耐震壁の靱性指標 F 値は、直下階壁抜け柱の F 値以下とする。

【解説】

- (1)診断基準の各部材の靱性指標 F 値は、部材が保有する変形性能を地震応答と結び付けて表した指標である事に特徴がある。地震時応答せん断力は層の塑性率 μ に支配される。診断基準では、建築物が所要の耐震性を確保しているとは判定するには、 $C_T \cdot S_D \geq 0.3$ が必要である。標準的には、

I_s 指標の判定値が 0.6 である事を考慮すると、 $R_{\mu} \leq 1/82$ 、 $\mu \leq 1.84$ 事実上 $F \leq 2.0$ に制限されてしまっている。

3.4 形状指標 (S_D)

形状指標 S_D は、建築物の形状の複雑さ及び剛性のアンバランスな分布などの、耐震性能に及ぼす影響を工学的な判断により定量化し、E₀ 指標を補正するものである。

(1) 偏心率

偏心率の算定には、現行建築基準法の Fe を算定しその逆数 1/Fe を用いて、診断基準の q_{2ℓ} を算出してもよい。

(2) 剛/重比

剛/重比の算定には、現行建築基準法の Fs を算出しその逆数 1/Fs を用いて、診断基準の q_{2n} を算出してもよい。

(3) 偏心率、剛性率の準用について

偏心率 (Re) 及び剛性率 (Rs) を現行建築基準法で精算し、その結果に基づいて算出する所要強度の割増係数 (Fe 及び Fs) を用いて、つぎのように G'ℓ 及び G'n を算出してもよい。

$G'ℓ = 1/Fe$ (但し、この場合 $G_a = 1.0$ としてよい)、 $1.0 \leq Fe \leq 1.5$

$G'n = 1/Fs$ (但し、この場合 $G_i = 1.0$ 及び $G_j = 1.0$ としてよい)、 $1.0 \leq Fs \leq 2.0$

4. 基礎の浮上がりについて

(1) 第 2 次診断法の場合

① 梁間方向における耐震壁の基礎の浮上がりの検討は、 $\sum \alpha A_w + \sum 0.7 \alpha A_c \geq Z \cdot W \cdot A_i$ を満たし、かつ、塔状比 (H/D) が 2.0 以下の場合には省略してもよい。

② 桁行き方向に含まれる、部分的な耐震壁についても省略してよい。

(2) 耐震改修における補強架構にあっては、浮上がりが生じない事を原則とする。フレーム補強等、梁の崩壊が生ずると思われる場合には、これを考慮して検討する。

(3) ベタ基礎及び布基礎を有する架構の、回転耐力の算出に当たっては、地盤の終局地反力の分布面積を求め、力の釣合いより回転耐力を算出する

【解説】

(1) 最近のコンピュータの解析技術によれば、基礎の浮上がりについても、支点バネを考慮して解析可能である。地盤のバネは、道路橋示方書下部構造編による方法も有るが、建設地に対応した地盤のバネを精度よく評価する事は、多くの困難を伴う。又、過去の地震被害と基礎の浮上がり現象との対応が検証できていないのが、現状である。又、一方では低層の横連層壁の場合のように、計算においては基礎に浮上がりが生じる等、この事に依り耐震性能の指標が支配的になる不合理な事が生じている。

(2) A_i 分布の値は、各階の設計用の地震層せん断力を求める事を、主眼にして設定されたもので、この値に基づく転倒モーメントの値は、地震時に想定される値よりやや大きめな値となっている。又、地震の継続時間を考慮して、建築物を転倒せしめるエネルギーを求めてみると、一般的に考えられる大地震では、建築物は転倒に至らないと考えられる。更には、液状化等地盤そのものが破壊する場合を除き、建築物が転倒に至った被害事例が少ない事が知られている。

このため、低層の学校建築や中高層アパートのような建築物が、建築物全体の浮上がりによる転倒が支配的な場合には、浮上がりが生じないものとして、それ以外の崩壊メカニズムの形成条件を考慮する事が出来るとした。

*引用文献

(1) 日本建築センター 構造計算指針・同解説(1991年版) p.165(1991年11月)

5. その他の留意事項

- (1) スパンが 9m を超える梁を含む架構は、長期荷重の影響を考慮して第 3 次診断法に準じて、その影響を適切に評価する必要がある。
- (2) 2m 以上の庇やバルコニー等の片持ち部材は、鉛直震度 $K_v=1.0$ を設定し、許容応力度計算法により地震時の安全性を確認する。
- (3) コンクリートブロック造の帳壁及び同・垂れ壁、腰壁については、面内方向の剛性、耐力ともこれを無視してもよい。面外方向は、局部震度を用いて地震時の安全性を確認する。

【解説】

(1) 比較的長スパンのラーメン構造、1 スパン ラーメン構造等のように、梁崩壊が支配的に成る場合には、第 2 次診断法の大前提である、梁の強度が柱の強度に比べ充分大きいという仮定が成立しなくなり、結果的に評価値が著しく実情と異なる場合が考えられるためである。

6. 特別な検討が必要な場合

- (1) エキспанション ジョイントについて
大地震時に隣接する建築物相互が衝突し、人命に係る事が無いように考慮しなければならない。そのため、エキспанション ジョイントについては、適切に考慮する必要がある。
尚、詳細については、解説-1 及び資料 1 による。
- (2) 低強度コンクリートの建築物の耐震診断・改修についてコンクリートの推定強度が 9N/mm^2 以上 13.5N/mm^2 未満のコンクリートを低強度コンクリートと定義する。
尚、詳細については解説-2 による。
- (3) 桁行き方向の耐力偏心について
耐震改修における補強部材の配置は、バランス良く配置する事を原則とする。ただし、建築物の機能上等の理由により、止むを得ず片側の耐力の高い補強部材を配置する場合は、その影響を考慮して耐震性能を検討し、安全性を確認する必要がある。
尚、詳細については、解説-3 による。

(4)技術評価取得構法の取り扱いについて

耐震補強構法として、国土交通省の認定機関より技術評価取得構法を採用する場合には、以下の項目に留意する必要がある。

- ①申請者は、採用する技術評価取得構法の適用範囲を示し、適用範囲内である事を報告書に記載する。
- ②技術評価取得構法の設計・施工指針等の内容については、当評価委員会においては評価対象外とする。
- ③技術評価取得構法の適用範囲を外れる内容が有る場合には、補強建築物の評価を行わない。
尚、詳細については、解説-4による。

7.報告書の書式について

報告書の書式は、参考資料及び資料-2 を基に、建築概要、現地調査内容、耐震診断の方針及び耐震改修の方針、改修図面、及び耐震診断の結果等を診断者の考え方を反映させて記述する必要がある。

8.引用・参考文献

*全般の引用文献を下記に記す。

(1)本文 1.3 の適用基準 ①～⑬及び準拠基準⑭

*各節の引用・参考文献は、それぞれの節の末尾に記した。