

建築物耐震診断等評価のための

「岡山県建築物耐震診断等ガイドライン」

(平成26年改訂版)

一般社団法人 岡山県建築士事務所協会
岡山県建築物耐震診断等評価委員会

平成26年改定版岡山県建築物耐震診断等ガイドライン

目次

第1章 まえがき

- 1-1 耐震診断について p.2
- 1-2 岡山県建築物耐震診断等評価委員会について p.2

第2章 岡山県建築物耐震診断等評価委員会について

- 2-1 評価委員会について p.3
- 2-2 鉄筋コンクリート造建物に関するガイドライン p.9
- 2-3 屋内運動場・鉄骨造建物に関するガイドライン p.22
- 2-4 参考資料・参考文献 p.28

第3章 報告書の作成書式

- 3-1 報告書作成要領 p.43
- 3-2 書式一覧 p.44

第1章 まえがき

1-1 耐震診断について

1970年代に東海地震の発生により大きな建物被害が想定された静岡県の要請で、最初に既存鉄筋コンクリート造建物の耐震診断法が新耐震設計法にさきがけて開発され、耐震診断基準が作成されました。以降、新しい知見により基準の改訂が行われています。

耐震診断は昭和56年施行の新耐震設計法以前(昭和56年6月1日)の既存建築物が主な対象で、構造体の強度と変形性能より建物の耐震性能指標を求め、耐震安全性について判断するものです。耐震診断で耐震性能が不足していると判断された建物は、地震被害に対して、人命、財産の安全性を確保するために耐震改修が必要です。

鉄筋コンクリート構造の耐震診断には、1次診断法、2次診断法、3次診断法があり、高次になるほどより詳細な検討を行います。1次診断法は、建物各階の柱・壁の単位床面積あたりの断面積と配置のバランスにより耐震性能を判定します。2次診断法は、柱・壁の配置と、耐力及び変形性能を求めて耐震性能を判断します。3次診断法は、さらに梁の耐力と変形性能を加味して判断する方法です。

耐震診断は、設計図書をもとに既存建物と照合して、建物の耐震性能を求めます。設計図書が紛失して不明の場合、建物を現地調査して設計図を復元して行いますので、2次診断までは可能ですが、3次診断を行うには資料不足です。

鉄骨造建物の耐震診断では、現地調査で鉄骨各接合部の設計図書と現地の納まりの照査(特に溶接接合部分)が大切です。設計図書と現地の納まりが異なる報告が多くされていますし、特に、屋内運動場の柱・梁接合部は隅肉溶接で施工されていることが多くみられます。

1-2 岡山県建築物耐震診断等評価委員会について

1995年兵庫県南部地震以降、新耐震設計以前の既存建築物の耐震診断・耐震改修の重要性が再認識されました。委員会は学識経験者の委員長、副委員長を中心に、構造設計一級建築士、及び県内の(一社)日本建築構造技術者協会の建築構造士で構成されています。

木造住宅の耐震診断以外の、耐震診断・耐震改修設計の評価を対象としています。評価に必要な手続き方法、期間等は、(一社)岡山県建築士事務所協会にご相談下さい。

審査は構造種別により耐震診断基準に基づき行います。診断基準の解釈についての判断はガイドラインを作成して公正を期しています。耐震性能の判定基準となる I_{50} 、 $CTU \cdot SD$ は、委員会が決めるのではなく発注者が建物の用途、重要性を判断して決定することとしています。小中学校の校舎・屋内運動場等の建物には、文部科学省の定めた判定値があります。

委員会の運営は、全委員で構成する委員会と、学識経験者以外の委員で構成する小委員会と、さらに評価物件毎に正副担当委員で構成する分科会で行っており、事務局は(一社)岡山県建築士事務所協会にあります。委員会では、建築物耐震診断等報告書を作成し、それに基づいて建築物耐震診断等評価書を(一社)岡山県建築士事務所協会より発行致します。

第2章 岡山県建築物耐震診断等評価委員会について

2-1 評価委員会について

2-1-1 はじめに

岡山県建築物耐震診断等評価委員会も発足以来19年以上になります。2003年以降、2001改定版の既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説（以下RC耐震基準と称す）に基づき評価を行っており、累計で1500棟以上となっています。耐震診断に加えて、耐震改修を含む建築物の評価が年々増加しております。

ガイドラインは評価委員会で取り上げられた問題点を整理し、今後、評価業務が迅速、的確、かつ適正に行なえるように作成したものであります。

評価を受けられるかたにおかれましては、このガイドラインを参考にいただき、報告書の作成にお役立て下さい。

また、不明な点がありましたら、(一社)岡山県建築士事務所協会の岡山県建築物耐震診断等評価委員会にお問い合わせ下さい。

2-1-2 準拠する基準類

「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・耐震改修設計指針 同解説」

(一財)日本建築防災協会発行

「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基準・改修設計指針 同解説」

(一財)日本建築防災協会発行

「2011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指針 同解説」

(一財)日本建築防災協会発行

「屋内運動場等の耐震性能診断基準」(平成18年版 第2刷:平成20年7月発行)

文部科学省大臣官房文教施設企画部発行

「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」

(一財)日本建築防災協会発行

「既存鉄筋コンクリート造建築物の外側耐震改修マニュアル」

(一財)日本建築防災協会発行

「2010年改訂版 連続繊維補強材を用いた既存鉄筋コンクリート造及び鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計・施工指針」

(一財)日本建築防災協会発行

「既存建築物の耐震診断・耐震改修設計マニュアル 2012年版」

(一社)建築研究振興協会発行

2-1-3 評価のフロー

- 「事務局」・・・・・・・・・・評価依頼の受付を行う。
- ・「評価書」の発行を行う。
 - ・「評価委員会」「小委員会」「分科会」の通知、招集を行う。
- 「申請者」・・・・・・・・・・「事務局」に評価の依頼をする。
- ・評価条件の通知をする。
 - ・「分科会」評価資料の提出部数は「報告書」を2部とする。
 - ・「分科会」で、「担当委員」の質疑に応じ資料を追加作成する。
 - ・「初回評価委員会」評価資料の提出部数は「報告書」を12部とする。
 - ・「初回評価委員会」で内容説明をする。
 - ・「初回評価委員会」で「担当委員」及び「委員」の質疑に応じる。
 - ・「初回評価委員会」でA、B、C判定の何れかを受ける。
 - ・B判定の場合には「分科会」「小委員会」で「担当委員」の質疑に応じ資料を追加作成する。
- 「担当委員」・・・・・・・・・・「分科会」前に「事務局」において決定する。
- ・評価物件ごとに、「担当正副委員」を決める。
 - ・審査のうえ評定物件ごとに「分科会」を設けて適宜内容について質問して、「分科会質疑応答書」の内容を確認する。
 - ・「担当正委員」は当該評価物件について「建築物耐震診断等報告書」（以下「診断等報告書」）を作成して、原則として「次回評価委員会」で報告する。
- 「初回評価委員会」・・・・・・・・耐震診断、耐震改修報告書の内容について、「申請者」からの報告並びに説明を受け、質疑応答の後、A、B、Cの判定をする。
- ・A判定：「申請者」は「質疑応答書」を作成、「担当正委員」は「評価書」の作成をして、「次回評価委員会」にて報告する。
 - ・B判定：「申請者」は「分科会」、「小委員会」において、「担当正副委員」の指導のもと評価委員会の指摘事項に対処する。
「質疑応答書」の回答を受け、「分科会」「小委員会」では、適宜、質問し、「担当正委員」は「評価書」を作成して、「次回評価委員会」で報告する。
 - ・C判定：「申請者」は報告書の内容を見直して、再提出をする。
 - ・報告書の内容に不適切な箇所や不備があれば、それを指摘する。
- 「分科会」・・・・・・・・・・「担当正副委員」は「初回評価委員会」前に、「報告書」の書式の確認、内容の熟読を行い適宜内容について質問する。
- ・「申請者」は「分科会質疑応答書」を作成して、「担当正副委員」の確認を受ける。
 - ・「担当正委員」は「分科会質疑応答書」が適切であること、及び、「小委員会」に於ける質疑の内容を確認し、その物件の「診断等報告書」を作成する。
- 「小委員会」・・・・・・・・・・「初回評価委員会」前に「分科会」の「担当委員」が、その他の委員に意見を求め審議を行うために開催する。
- ・「初回評価委員会」後に「担当正委員」は「質疑応答書」の回答を受け、「診断等報告書」を作成して「分科会」「小委員会」に図り審議を行う。

「次回評価委員会」・・・「初回評価委員会」でC判定を受けた物件の再評価をする。

- ・ A判定物件：「担当正委員」が「質疑応答書」「診断等報告書」の報告を行い評価委員会の承認の後、「評価書」の発行を「事務局」に要請する。
- ・ B判定物件：「担当正委員」が「小委員会」で承認された「質疑応答書」「診断等報告書」の報告を行い、内容についての審議を経て、評価委員会の承認の後、「評価書」の発行を「事務局」に要請する。
- ・ A及びB判定物件の「申請者」の出席は不要であるが、C判定に近いと判断されるB判定物件については、「次回評価委員会」に出席して、「質疑応答書」の内容について説明を求める場合もある。

1. 評価委員会の構成は以下の通りとする。

委員長 1名、副委員長 2名以上
委員 5名以上

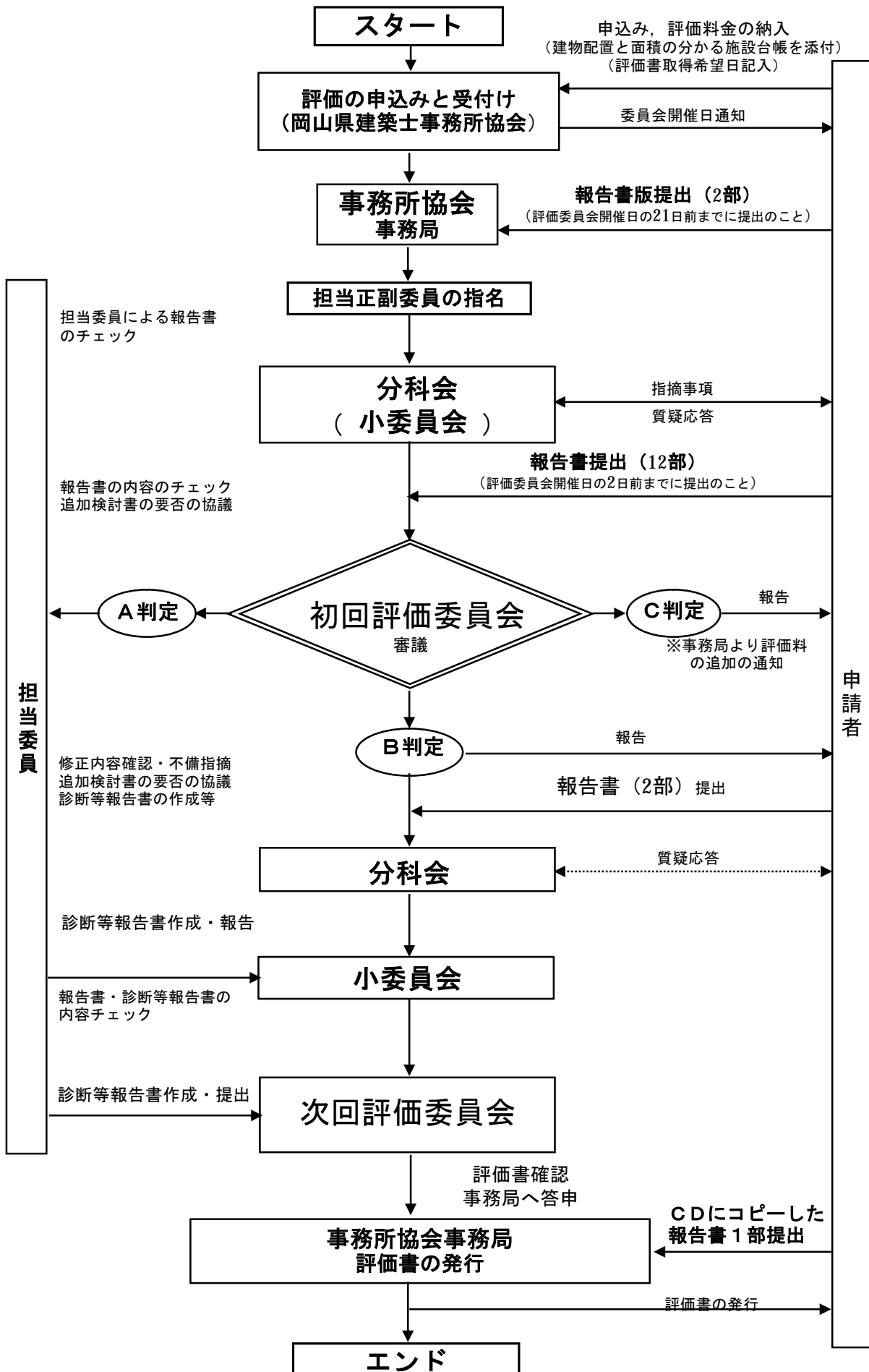
2. 評価委員会の成立条件は原則として以下の通りとする。

委員長 1名、副委員長 1名以上
委員 4名以上

3. 判定基準、対応及び評価書の発行について

判定	判定基準	対応	診断等報告書の発行
A	診断内容に関し、大きな問題点がない。	担当委員が指摘事項に対する確認を行う。 申請者は、次回の評価委員会に出席不要です。	次回の評価委員会で 診断等報告書の審査承認後 発行する。
B	診断内容に関し、再検討の必要があるが、 判定結果に影響を及ぼさないと認められる。 担当委員で指摘事項の対応が可能である。	分科会、小委員会を開催し、 指摘事項に対する対応を行う。 申請者は、次回の評価委員会に出席不要です。	次回の評価委員会で 診断等報告書の審査承認後 発行する。
B'	診断内容に関し、疑問点がある。 再検討を行うと、判定結果に影響を与える 事が懸念される。 次回の評価委員会で、再検討の必要 がある。	分科会、小委員会を開催し、 指摘事項に対する対応を行う。 申請者は、次回の評価委員会に出席し説明を行う 場合がある。	次回の評価委員会で 診断等報告書の審査承認後 発行する。
C	診断内容に関し、問題点が多く、指摘 事項を参考に全面的なやり直しが必要 である。	再申請を行う。	A及びB判定を取得後 上記に同じである。

4. 岡山県建築物耐震診断等評価委員会のフロー



5. 申込みの書式

(様式1) **教育施設用**

協会記入欄

受付番号	NO.	—	—	—
年 月 日	平成	年	月	日
交付番号	NO. OAO-33	—	—	—
年 月 日	平成	年	月	日

平成 年 月 日

建築物耐震診断等評価申請書

一般社団法人 岡山県建築士事務所協会
岡山県建築物耐震診断等評価委員会 御中

申請者 事務所名： _____

申請者名： _____ 印

下記物件の耐震診断等に関する評価を申請します。

記

1. 施設名 (学校名等)： _____ (都道府県： _____)

2. 建物 (棟) 名・棟番号等
●建物名： _____
●棟番号： _____

・構造種別： _____ 造 階建
・診断延床面積： _____ m²
(施設台帳床面積： _____ m²)
・竣工年月：昭和 年 月 日

3. 施設 (学校等) 設置者名： _____

4. 申請する評価要件 (1つに○印をつける)

- 1) 耐震診断評価
- 2) 耐震改修診断評価
- 3) 総合評価 (上記1 + 2)
- 4) その他 (_____)

5. 申請者/担当者連絡先

- 1) 事務所・部課名： _____ (担当： _____)
- 2) 連絡先所在地：(〒 _____) _____
- 3) 電 話：(_____) _____ - _____ FAX：(_____) _____

6. 診断実施者連絡先 (申請者と同一の場合は記入不要)

- 1) 事務所・部課名： _____ (担当： _____)
- 2) 連絡先所在地：(〒 _____) _____
- 3) 電 話：(_____) _____ - _____ FAX：(_____) _____

- (注) 1. 申請書に「耐震診断等受託契約書の写し」を添付して下さい。
2. 申請書に配置図、建物名称、建物面積、建物番号のわかる施設台帳の写し等を添付して下さい。
3. 耐震改修診断評価の場合は「建築物耐震診断等評価書の写し」を添付して下さい。
4. 診断延床面積は、建築物各階の面積 (ピロティ、屋外階段等含む) の合計を記入して下さい。

受付番号	NO.	—	—
年 月 日	平成	年	月 日
交付番号	NO. OAO-33-	—	—
年 月 日	平成	年	月 日

平成 年 月 日

建築物耐震診断等評価申請書

一般社団法人 岡山県建築士事務所協会
岡山県建築物耐震診断等評価委員会 御中

申請者 事務所名： _____

申請者名： _____ 印

下記物件の耐震診断等に関する評価を申請します。

記

1. 施設名 (建物名等)： _____ (都道府県： _____)

2. 建物 (棟) 名等

- 建物名： _____
- 建物用途： _____

・構造種別： _____ 造 _____ 階建

・診断延床面積： _____

・竣工年月：昭和 _____ 年 _____ 月 _____ 日

3. 施設 (建物等) 設置者名： _____

4. 申請する評価要件 (1つに○印をつける)

- 1) 耐震診断評価
- 2) 耐震改修診断評価
- 3) 総合評価 (上記1 + 2)
- 4) 耐震性能確認
- 5) その他 (_____)

5. 申請者/担当者連絡先

1) 事務所・部課名： _____ (担当： _____)

2) 連絡先所在地：(〒 _____) _____

3) 電話：(_____) _____ FAX：(_____) _____

6. 診断等実施者連絡先 (申請者と同一の場合は記入不要)

1) 事務所・部課名： _____ (担当： _____)

2) 連絡先所在地：(〒 _____) _____

3) 電話：(_____) _____ FAX：(_____) _____

- (注) 1. 申請書に「耐震診断等受託契約書の写し」を添付して下さい。
2. 申請書に配置図、建物名称、建物面積のわかる施設台帳の写し等を添付して下さい。
3. 耐震改修診断評価の場合は「建築物耐震診断等評価書の写し」を添付して下さい。
4. 診断延床面積は、建築物各階の面積 (ピロティ、屋外階段等含む) の合計を記入して下さい。

2-2 鉄筋コンクリート造建物に関するガイドライン

2-2-1. 診断方針	.....	p.10
2-2-2. 現地調査	.....	p.12
2-2-3. 建物のモデル化	.....	p.14
2-2-4. 部材耐力及び靱性指標	.....	p.15
2-2-5. SD指標・T指標・E ₀ 指標・I _s 指標等	.....	p.17
2-2-6. 耐震改修	.....	p.18
2-2-7. その他検討事項	.....	p.20
2-2-8. 図面のない建物の耐震診断の取り扱い	.....	p.21

2-2-1. 診断方針

No.	協議事項	了解事項	備考
1	耐震診断基準について	<p>本評価委員会において、建物の耐震診断についての評価は、建築防災協会(以下、建防協という)の諸基準によるものとする。なお、学校建物で、屋内運動場専用の建物についての耐震診断は、文部省大臣官房文教施設企画部発行の『屋内運動場等の耐震性能診断基準(平成18年版)第2刷』(平成20年7月発行)によるが、成層をなしている鉄筋コンクリート部については建防協基準により診断する。</p> <p>別途の検討により、上記の基準と同等と認めた場合にはこの限りではない。また、平成15年3月以前に耐震診断の評価を受けた物件で、平成15年4月以降に耐震改修の評価を申し込む者は、評価済の耐震診断についても2001年改定版で再計算を行う。</p>	(H20改訂) (H21改訂)
2	耐震診断の診断回数について	<p>耐震診断の診断回数は、原則として2次診断とするが、建物に適した回数とする。</p> <p>回数採用に際し考慮する項目は、建物階数、長大スパンの有無、大きな吹き抜けの有無、剛床仮定の成立の有無、等である。</p>	(H20改訂) (H26改訂)
3	塔屋及び地下階の診断について	<p>塔屋も耐震診断を行う対象であり、第1次診断により検討を行ってもよい。周囲が地盤に接する地下階は対象外として取り扱うが、構造的に評価を必要とする場合は診断を行う。</p>	(H26改訂)
4	構造耐震判定指標Iso	発注者の判断による。	
5	建物重量	現状に合った重量とする。	
6	加力方向	加力方向は、正負加力に対して計算することを原則とする。	
7	コンクリートの中性化について	コンクリートの中性化を調査しデータを整理する場合には、調査箇所数、表面仕上げの種別、抜き取り方法及びサンプル数などを明記する。	
8	地盤に高低差があることにより基礎が異なる層に存在する建物について	上層にある基礎より、直接地盤に伝達される水平力を適切に評価し、また水平力分布についても評価する。また片面より土圧を受ける場合には、地震時の土圧の影響を適切に評価する。	

No.	協議事項	了解事項	備考
9	コンクリートの設計基準強度が不明な場合の採用強度	建築年次に応じて下記の推定強度を設計基準強度とみなし、採用強度を決定する。 昭和28年以前 13.5N/mm^2 昭和29年～昭和33年 15.0N/mm^2 昭和34年～昭和44年 17.6N/mm^2 昭和45年以降 20.6N/mm^2	
10	同一階でコンクリートの設計基準強度が異なる場合	適切に判断して診断方針を明示の上、算出する。	(H20改訂)
11	低強度コンクリートの取り扱いについて	(1) 低強度コンクリートの定義 診断コンクリート強度が 9.0N/mm^2 以上 13.5N/mm^2 未満のコンクリート強度のものをいう。 (2) 低強度コンクリート建物の耐震診断および耐震改修診断の評価について ①耐震診断評価については、「岡山県建築物耐震診断等ガイドライン」に基づいて行う。 ②耐震改修設計評価については、低強度コンクリートの耐震改修に採用される補強工法において、その補強効果の実験等によって検証できているものとする。 ③ 2-4.参考資料・参考文献(2-4-6)、(2-4-7)を参考に耐震診断・耐震改修設計を行う。	(H26改訂)

2-2-2. 現地調査

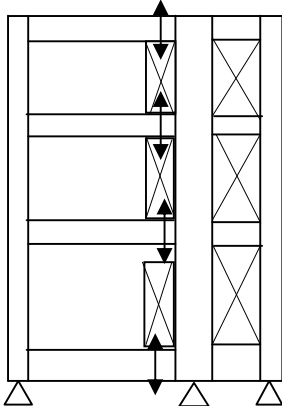
No.	協議事項	了解事項	備考
1	コンクリートコア採取について	<p>コンクリートコアは、各階及び建設時期毎に3ヶ所以上採取することを原則とする。診断時に3本に満たない場合、改修設計時には診断時と合わせて建設時期毎に3本以上を採取する。</p>	<p>(H21改訂) (H26改訂)</p>
2	コンクリート強度の取り扱い	<p>(1) 診断コンクリート強度の定義 診断コンクリート強度は下記(2)推定コンクリート強度σ_bと設計基準強度Fcのいずれか小さい方とする。</p> <p>(2) 推定コンクリート強度の算定 ①採取する個数が3個の場合 $\sigma_b = \sigma_{\text{mean}} - \sigma / 2 \quad [\sigma : \text{標準偏差}]$</p> <p>②採取する個数が4個以上の場合 全個数よりσ_{mean}とσを求め、$\sigma_{\text{max}}, \sigma_{\text{min}} = \sigma_{\text{mean}} \pm \sigma$を算出する。 次に、$\sigma_{\text{min}} \sim \sigma_{\text{max}}$の間がないデータについては除外する。 さらに、$\sigma_{\text{min}}, \sigma_{\text{max}}$の間にあるデータに対して、改めて平均値$\sigma'_{\text{mean}}$と$\sigma'$を求め下記の式で$\sigma_b$を算出する。 $\sigma_b = \sigma'_{\text{mean}} - \sigma' / 2 \quad [\sigma' : \text{除かれた個数に対する標準偏差}]$</p> <p>(3) コンクリートコアの径 推定コンクリート強度の調査において用いられるコンクリートコアの径については、必ずしも$\phi 100\text{mm}$でなくてもよく、$\phi 75\text{mm}$までを通常のコア強度として取り扱う。 なお、構造体である大梁、柱からコアを採取する場合に上記以外の小径コアを用いる場合は認定された試験方法により行うこととする。</p> <p>(4) コンクリートの強度について 各階、建設時期毎にコンクリート強度を算出する。 採取したコンクリートコア試験強度のバラツキが大きい場合、下記のことには注意する。 ・採用するサンプル数を増やす ・標準偏差の1/2ではなく、標準偏差を減じる 等必要に応じ合理的な判断をする。</p>	<p>(H19)</p> <p>(H21改訂)</p> <p>(H19) (H26改訂)</p>

No.	協議事項	了解事項	備考
3	設計基準強度を上回る試験結果によるコンクリートの強度を採用する場合	<p>建物のコンクリート強度試験結果に基づく強度を採用する場合は下記条件等を考慮し、各階ごとに設計基準強度の1.25倍かつ30N/mm²を越えない範囲で設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サンプル数が十分ある ・ばらつきが小さい ・建物に不同沈下、有害なひび割れはない ・各階、建設時期毎に、3本以上採取してある ・各階の平均値、標準偏差を算出している ・階のサンプル強度は、建設時期を考慮して設計基準強度+階ごとのサンプル強度の標準偏差/2を上回る。 	(H19) (H26改訂)
4	採取したコアに 13.5N/mm² 未満のコアがあった場合	採取したコンクリートコアの試験結果に 13.5N/mm² 未満のコアがあった場合、追加で 3本以上 のコア試験体を採取し試験を行うことが望ましい。	(H21追加)
5	エキスパンション・ジョイントについて	エキスパンション・ジョイントの寸法は原則として調査する。既存図面との整合性を調査し、位置や間隔を計測し記録する。写真や図面等を報告書に添付する。	(H15) (H26)改訂

2-2-3. 建物のモデル化

No.	協議事項	了解事項	備考
1	厚さ10cmの壁の取り扱いについて	厚さ10cmの腰壁、たれ壁、袖壁等は、無条件で無視するのではなくて、壁として評価することを原則とする。	
2	フレーム外の雑壁の耐力について	フレーム外の雑壁の耐力は、メカニズムの明解なもののみ考慮する。	
3	独立柱について	頂部の水平面で荷重伝達ができない片持ち柱を独立柱と定義するが、2階以上で独立柱の構造耐震指標を検討する場合は、外力として A_i 分布を考慮する他に F_s を2.0する。	(H26改訂)
4	特殊形状の建物について	L字型の建物や最下層階にレベル差がある建物については、建物全体で耐震診断を行うとともに、必要に応じてゾーン分けをし、各ゾーン毎に耐震診断をし、すべてのケースを考慮して建物の耐震評価を行うことを原則とする。なお、ここでいうL字型の建物とは、建防協の耐震診断基準に定められている整形性のGiグレードが、0.8のものを示す。また、形状指標については、いずれの場合も全体で考えたものを使用する。	
5	基準軸に対し斜め軸のある場合の鉛直部材の構造耐震指標の評価について (2-4-3参照)	基準座標 (X-Y 軸)、及び斜め軸 (u- v 軸) の2軸に対する診断を行なって、両診断結果を併記する。 なお、鉛直部材の部材耐力及び靱性指標は斜め軸の影響を適切に評価しなければならない。	(H26改訂)
6	両側柱付壁とする条件	開口形状にかかわらず $r \leq 0.4$ の場合両側柱付壁として扱ってよい。また、1スパンで $r > 0.4$ となっても、連スパン全体で $r \leq 0.4$ となる場合は、両側柱付壁として扱ってよい。	
7	評定プログラムの使用について	評定電算プログラムの適用範囲外であるフレームの耐力を手計算で修正した個所を一覧にして表示する。	
8	施工不良箇所がある建物の取り扱い	部分的な現地調査により、施工不良箇所があった場合、未調査部分が健全(図面通り)であると仮定して診断を行うことは不適當である。追加調査を含めて、適切に安全性を評価する。	(H26改訂)

2-2-4. 部材耐力及び靱性指標

No.	協議事項	了解事項	備考
1	壁の水平力負担について	壁の水平力の負担の算定においては、その壁に接続する床版等の水平力の伝達能力を考慮する。特に、平面的に突出する壁に、過大な耐力を期待しないよう留意する。	
2	連層耐震壁について	2次診断において、基礎の浮き上がりなどが壁の耐力に大きく影響する場合は、壁の転倒を考慮する。その場合、直交梁の押さえ効果は適切に考慮する。 なお、開口部が上下に連続しているなど、明らかに部材崩壊が予想される場合は、その影響を考慮しなければならない。	(H26改訂)
3	耐震壁に高さの大きい開口部が連層する場合の検討	下図のように開口高さが大きい場合、梁のせん断耐力の検討を行い、壁の耐力を適切に評価する。	(H26改訂)
			
4	ベタ基礎、布基礎を持つフレームの回転耐力について (2-4-4参照)	フレームの回転耐力を計算する場合には、地盤の終局耐力を考慮して有効基礎面積を求め、その重心を考慮した応力中心間距離によるものとする。	
5	3次診断の梁の曲げ耐力について	梁の崩壊型を考慮する場合は、曲げ耐力の算定にスラブ筋も含める。	

No.	協議事項	了解事項	備考
6	評定プログラムの使用について	使用者により、独自の判断で入力するような個所がある場合には、その部分を診断方針、及び章の最初の部分に明記する。	(H15) 関連:建物のモデル化の項(7)を参照
7	低強度コンクリートのF値について	参考資料 2-4-6による。	(H15) (H20)改訂
8	柱頭と柱脚部で主筋が異なる場合	腰壁・たれ壁がついている場合は、危険断面位置が梁面と異なるので、危険断面位置の配筋で診断を行う。その場合、危険断面位置から鉄筋端までの距離が所定の定着長さ以上ある主筋を有効とする。鉄筋端位置が不明の場合は、梁面内法高さの1/3にあるものとする。	
9	ハンチ付梁の耐力	ハンチ付梁のせん断耐力は、ハンチのある所とない所で計算し、不利な方をとる。	
10	増打ち等がある場合の部材の耐力などについて	増打ちコンクリート部分は取り扱いに注意する。	

2-2-5. S_D指標・T指標・E_o指標・I_s指標等

No.	協議事項	了解事項	備考
1	偏心率について	建防協の定義による偏心率が0.15を越える場合には、診断基準に定められている例外規定に留意する。	
2	S _D 指標	原則、現行法のF _e 、F _s より算出する。	
3	くびれの判定に対する突出部の取扱い	診断基準によるくびれの定義については面積比率のみであるが、突出長さ/突出幅が 0.5 以下の場合にはくびれ低減を行わなくてもよい。	
4	地盤指標Gについて	一般的には 1.0 であるが、形状によっては適当に割り増しをしなければならない。なお、その数値の根拠については明記する。	
5	T指標	現地調査に基づく場合は集計表を添付する。	
6	エキスパンション・ジョイントの取扱い	耐震診断において、詳細な調査、検討が難しい場合のエキスパンション・ジョイントの間隔は、S _D 指標d項に示されている方法により評価しても良い。 ただし、改修にあたっての取扱いを報告書に明示する。	(H19) (H26改訂)

2-2-6. 耐震改修

No.	協議事項	了解事項	備考
1	発注者の了解について	改修設計方針については発注者の了解を得て、それを明記する。	3-1、報告書作成要領・報告書の作成項目参照
2	耐震改修時の経年指標について	鉄筋コンクリート造建物のひび割れを補修することによって、経年指標を改善することは、耐震性能増加の確認ができにくいいため、現建物と改修時の経年指標の数値は、変えないことを原則とする。	(H17改訂)
3	改修設計時の診断次数について	原則として診断時と同一診断次数により行う。但し、改修方法の特殊性を考慮した診断次数とする。	(H26改訂)
4	改修設計について	(1) 耐震壁を集中して増設する場合には、原則として、基礎の支持力及び浮き上がりについて検討する。 (2) 第2種構造要素の候補となる部材の改善に留意する。特に、極脆性柱は改善することが望ましい。 (3) 偏心率が0.15を超えているものは、偏心率が0.15以下になるように、改修時に改善することが望ましい。	(H26改訂)
5	診断方向について	改修が一方向であってもXY両方向のIsを算出し明記する。	
6	鉄骨K型ブレース補強における耐力差について	鉄骨K型ブレース補強においては、圧縮ブレースと引張ブレースの耐力差により生じる不釣合い力の処理を適切に行なう。	(H26改訂)
7	エキスパンション・ジョイントの取り扱い	耐震改修においてはエキスパンション・ジョイントの必要間隔は、 S_b 指標によって評価せず、簡便な方法として下記のいずれかの方法による。 (a) 衝突を回避できるエキスパンション・ジョイントの間隔を保つように改修する。 (b) 衝突を回避できないと評価される場合には ①当該建物と隣接建物とを緊結して一体化を図り、衝突による建物の損傷を生じないように改修する。 ②隣接する建物との衝突による当該建物に生ずる損傷に対して対策を講ずる。	
6	改修方法の施工性	耐震改修の補強方法は、工事の施工性を考慮し設計する。	(H26)

No.	協議事項	了解事項	備考
8	旧診断規準で作成された報告書、または他の評価機関で評価が行われた報告書の結果を基に改修診断を行う場合	当評価委員会は耐震診断結果の再評価は行わないが、改修設計診断評価を当委員会で受ける場合には、当委員会の診断等マニュアルに基づく診断が必要であり、再診断の結果を最終章として取りまとめ巻末に添付する。	(H21追記)
9	極脆性部材を残す補強計画	補強後は極脆性部材がないことが望ましいが、止むを得ず、補強後に当該部材を対処しない場合、その旨を建物所有者、管理者に伝達し、承諾を得て、経過を報告書に明示する。	(H21追記)
10	13.5N/mm ² 未満の強度のコンクリートがあった場合の取り扱い	<p>(1) 13.5N/mm²未満の強度のコンクリートコアがあった場合、2.現地調査 4項により追加試験を行う。また、補強時は、柱、梁の主要構造体から採取することが望ましい。</p> <p>(2) 試験は圧縮強度試験を行うとともに、応力-歪み関係を求め、粗悪コンクリートでないことを確認して、推定ヤング係数を算出し、診断に用いる。</p> <p>※参考文献 低強度コンクリートに関する特別研究委員会報告書(2013) 公益社団法人 日本コンクリート工学会中国支部発行</p>	(H21追記)

2-2-7.その他検討事項

No.	協議事項	了解事項	備考
1	片持ち梁、片持ちスラブの検討	開放廊下、上部庇等 2.0m を超える片持ち梁、または片持ちスラブは、現行法により地震時の上下動に対する安全性の検討を行う。	(H21)
2	平面的に 2.0m 、立面的に 4.0m 以上突出する部分の検討	現行法の規定により安全性の検討を行う。	(H21)
3	コンクリートブロック壁の安全性	コンクリートブロック壁は、定着筋の有無、その接続状態等の調査を行い、面外崩落等の安全性の検討を行う。	(H25)

2-2-8. 図面のない建物の耐震診断の取り扱い

No.	協議事項	了解事項	備考
1	評価委員会の対応	<p>構造種別の如何に関わらず、構造図面の無い建物の耐震診断および耐震改修の評価は原則として行わない。</p> <p>ただし、調査内容を委員会と協議のうえ作成された図面においてはこの限りでない。</p> <p>図面は現地調査により作成した部分とそうでない部分を明確に分ける(伏図、軸組図、リスト)。</p>	(H15) (H26改訂)
2	調査計画書の作成	<p>図面の復元に当たっては、事前に構造計算等により各部材の荷重分布や応力状態と配筋量等の建物の特徴を掌握し、調査計画書の作成を行い、評価委員会に事前に相談し、内容については合意の上、調査を行う。</p> <p>現地調査はこの調査計画書に基づき行う。</p>	(H21追記) (H26改訂)
3	現地調査	<p>(1)コンクリート材料調査のコア抜き調査は、各階、各建設年度毎に3本以上を行う。</p> <p>(2)鉄筋径のはつり調査(柱、壁)による測定は、柱では各階及び形状毎に1本以上、壁では壁厚毎に1箇所以上を行う。</p> <p>(3)非破壊鉄筋探査は各階柱形状毎に調査可能な全数を調査する。</p> <p>(4)基礎形状の調査は平面形状と柱軸力から判断して可能な範囲で調査箇所を決定する。</p>	(H21改訂) (H26改訂)

2-3 屋内運動場・鉄骨造建物に関するガイドライン

1. 診断方針	.....	p. 23
2. 現地調査	.....	p. 24
3. 建物のモデル化	.....	p. 25
4. 部材の終局耐力、靱性指標、保有水平耐力	.....	p. 26
5. 耐震改修	.....	p. 27

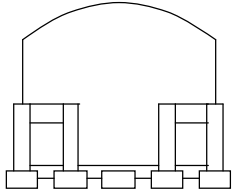
1. 診断方針

No.	協議事項	了解事項	備考
1	鉄骨造部分の耐震診断について	鉄骨造部分の耐震診断は、日本建築防災協会の「2011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及び耐震改修指針 同解説」による。また、屋内運動場の耐震診断は文部科学省大臣官房文教施設企画部発行の「屋内運動場等の耐震性能診断基準(平成18年版)第2刷:平成20年7月発行(以下屋体基準と呼ぶ)」により行い、鉄筋コンクリート部は鉄筋コンクリート造建物に関するガイドラインを参照する。ただし、技術的に定義されている諸式については、日本建築学会発行の諸規準によることを原則とする。	(H19) (H21改訂) (H26改訂)
2	鉄骨造屋内運動場成層架構における計算基準の適用について	RSタイプ、RタイプのRC構造部分の診断は「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」に準拠して診断する場合は原則として第2次診断法による。 ただし、RS1タイプの梁間方向は「屋体基準」に準拠しC値、F値を求める。	(H17改訂) (H26改訂) (H26改訂)
3	建物の固有周期について	建物の一次固有周期は、告示第1793号第2によることを原則とする。また、屋内運動場や、低層建物で下部RC造上部S造の場合は、地盤の固有周期を建物の一次固有周期($T = T_c$)とすることができる。ただし、詳細な調査を行った場合には、この限りではない。	(H17改訂)
4	シャーネット工法について	シャーネットの荷重伝達を適切に評価する。 梁への接合方法の調査を行う。 梁の横座屈拘束効果の検討をする。	
5	構造耐震判定指標Iso	発注者の判断による。	
6	q値、 $C_{TU} \cdot S_D$ 値について	鉄骨造部分ではq値を、鉄筋コンクリート造部分では $C_{TU} \cdot S_D$ 値を算出、表記する。	
7	図面のない建物の耐震診断の取り扱い	鉄骨部材及び柱梁接合部等は原則として全数調査を行い、鉄筋コンクリート部分は「鉄筋コンクリート造建物に関するガイドライン 2-2-8.図面のない建物の耐震診断の取り扱い」を参考に調査を行う。	

2. 現地調査

No.	協議事項	了解事項	備考
1	実態調査	設計図書との整合性、継手部、溶接部等を調査する。特にボルト種別、溶接種別に注意する。超音波探傷試験等によらず溶接種別を決定する場合、その旨を考察等にコメントする。	
2	ブレースの接合部	ブレース接合部の調査は柱脚、柱頭の両方を行う。	
3	柱梁仕口部の溶接調査	溶接部の溶接長やサイズ等を図示により明示する。天井のある場所も、必ず一箇所以上は調査する。	
4	柱脚の調査	柱脚は一箇所以上について形状、寸法等を目視で確認する。	

3. 建物のモデル化

No.	協議事項	了解事項	備考
1	屋内運動場の架構種別	一般的な屋内運動場は文部科学省屋体基準p.21構造形式別フローチャートにより診断を進める。	
2	成層仮定について	<p>屋内運動場において、1階RC造、2階S造形式(RS2b)のものの中中央一部が抜けている場合も成層架構と取り扱う。</p> 	
3	施工不良箇所がある建物、及び被災建物の取り扱い	「2-2 鉄筋コンクリート造建物に関するガイドラインの2-2-3.建物のモデル化 8項(p.14)」による。	(H21) (H26改訂)

4. 部材の終局耐力、靱性指標、保有水平耐力

No.	協議事項	了解事項	備考
1	S造ブレース耐力の算定について	ブレースが柱、梁に対して偏心(縦横両方向)して取り付く場合には、その影響を適切に評価し耐力を算出する。	(H21改訂) (H26改訂)
2	S造柱梁仕口部溶接の耐力の算定について	柱梁仕口部溶接の隅肉溶接長さは始端、終端の無効部分を考慮する。さらに計算位置の溶接長さやサイズを図示により明示する。	(H26改訂)
3	部材耐力の余裕率による靱性指標の取り扱い	<p>柱梁接合部が隅肉溶接されている場合、ヒンジ位置の耐力が少し変化することにより、接合部ヒンジの場合と他の部分にヒンジができた場合とでF値が大きく変わる場合以下の考え方を参考に判断する。</p>	
4	靱性指標の異なるブレースが混在する場合	靱性指標が 1.3 のブレースと 2.2 のブレースが混在する場合は、すべてを 1.3 のブレースとして指標を算出するか、 1.3 の部材を無視して 2.2 のみで指標を算出する。	
5	終局時応力状態の表示	終局時曲げモーメント図を表記し、節点の破壊形式、 F 値、降伏位置等を明示する。	

5. 耐震改修

No.	協議事項	了解事項	備考
1	改修設計について	耐震改修設計の診断は日本建築防災協会の「 2011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及び耐震改修指針・同解説」による。また、屋内運動場の鉄骨部は文部科学省大臣官房文教施設企画部発行の「屋内運動場等の耐震性能診断基準(平成 18 年版)第 2 刷:平成 20 年 7 月発行」による診断を行う。鉄筋コンクリート部は建築防災協会(以下、建防協という)の諸基準により行い、診断時の次数を原則とするが、補強方法に応じた診断法とする。	(H17改訂) (H20改訂) (H21改訂) (H26改訂)
2	添付図面について	仕口の詳細図、施工要領書を作成し添付する。	
3	靱性指標の異なるブレースが混在する場合	靱性指標が 1.3 のブレースと 2.2 のブレースが混在する場合は、すべてを 1.3 のブレースとして指標を算出するか、 1.3 の部材を無視して 2.2 のみで指標を算出する。また、無視した部材は撤去することが望ましい。	(H19)
4	耐震診断時に未調査で図面に基づき診断が行われている場合	改修診断に当たっては、次に示す項目を含み十分な調査を行う。 (1) 地中梁コンクリート強度の調査 診断時にコンクリート強度が未調査である場合、改修診断時にはコンクリート強度調査が必要であり、「 2-2 鉄筋コンクリート造建物に関するガイドライン 2.現地調査 1項 」による。 (2) 柱脚アンカーボルトの調査 診断時にモルタル、又はコンクリートの根巻きにより未調査である柱脚は、改修設計時には根巻き材料を除去した調査を 2 箇所以上行う。 (3) 柱梁接合部の調査 診断時には、目視調査、専用測定器によらない調査で、詳細、精密な調査が未調査である柱梁接合部は、改修設計時には超音波探傷検査、専用測定器(溶接ゲージ)による調査を 2 箇所以上行う。	(H21) (H26改訂)
5	旧診断規準で作成された報告書、または他の評価機関で評価が行われた報告書の結果を基に改修設計診断を行う場合	当評価委員会は耐震診断結果の再評価は行わないが、改修診断評価を当委員会で受ける場合には、当委員会の診断等マニュアルに基づく診断が必要であり、再診断の結果を最終章として取りまとめ、巻末に添付する。	(H21)
6	改修方法の施工性	耐震改修の補強方法は、工事の施工性を考慮して設計する。	(H21) (H26改訂)
7	降伏部位及びその周辺部材の余裕度の確認	接合部で耐力が決定しない場合、破壊のメカニズムを十分検討し安全が確かめられた場合を除き、塑性ヒンジが発生する可能性が高い箇所の近接した部材接合部は十分な強度を確保し、靱性の低い接合部を残さないことが望ましい。	(H21) (H26改訂)

2-4 参考資料・参考文献

2-4-1 参考資料1：屋体基準とS診断改修指針との比較表	p. 29
2-4-2 参考論文1：「衝突回避のための建物の連結に関する研究」	p. 30
2-4-3 斜め軸のある鉛直部材の評価方法 ※1	p. 36
2-4-4 ベタ基礎、布基礎を持つフレームの回転耐力 ※1	p. 39
2-4-5 屋内運動場におけるコンクリートブロック帳壁に地震力を 抵抗させるための取り扱いについて（案） ※1	p. 40
2-4-6 低強度コンクリートの既存鉄筋コンクリート造建物の 耐震診断において考慮すべき事項	p. 41
2-4-7 低強度コンクリートの既存鉄筋コンクリート造建物の 耐震改修診断において考慮すべき事項	p. 42

(※1広島県建築物耐震診断等評価委員会作成資料より)

2-4-1 参考資料1：屋体基準とS診断改修指針との比較表

番号	項目	屋体基準(文部科学省)	S診断改修指針(防災協会)
1	要補強建物の判定基準	$I_s < 0.70$ または $q < 1.0$	$I_s < 0.60$ または $q < 1.0$
2	部材(柱・梁・筋違)の耐力	鋼構造限界状態設計基準(案)の耐力式を引用	鋼構造設計基準・鋼構造限界状態設計基準(案)・鋼構造座屈設計指針などを参照すること
3	柱梁接合部パネルの耐力	考慮せず	考慮する
4	柱脚の耐力(露出形式)	柱軸力が小さい場合だけ適用可能。	柱軸力が大きい場合の算定式も記述
	(根巻き形式)	S診断改修指針と算定式が異なる	屋体基準と算定式が異なる
	(埋込み形式)	S診断改修指針と同一の算定式	屋体基準と同一の算定式
5	接合部の耐力	最大耐力の $1/\alpha$ 倍で規定。基準強度に 1.1 倍を適用した材料は引張強度も 1.1 倍	最大耐力値。 1.1 倍しない。
6	保有耐力接合の判定	上覧で定義された接合部耐力を部材耐力と部材耐力の大小で判定	上覧で定義された接合部耐力と部材耐力の α 倍との大小で判定。ただし、この判定で用いる部材耐力は基準強度を 1.1 倍して求めない
7	塑性解析に用いる部材耐力	部材耐力と接合部耐力の小さい方	保有耐力接合であれば、部材耐力。非保有耐力接合であれば部材耐力と接合部耐力の小さい方
8	層の靱性指標	塑性崩壊モードを特定し、耐力の寄与率で重み平均	要素間の耐力比が大きい場合($1.2 \sim 1.5$ 倍以上)を除き、近接している時は最小値を採用
9	非保有耐力接合部の靱性指標	1.3	すみ肉溶接 : 1.0 完全溶込み溶接 : 3.0 筋違($1.2P_y > P_u \geq P_y$) : 1.8or2.0 筋違($P_y > P_u$) : 1.0
	軸部が降伏する筋違の靱性指標	2.2	閉断面 : 2.4、開断面 : 3.3
	柱脚の靱性指標	1.3	露出 : 1.0(A. Boltの軸降伏 : 3.0) 根巻き : 1.2(曲げ降伏 : 3.0) 埋込み : 1.2
	トラスの靱性指標	弦材2.2、ラチス:1.5	条件付きで2.0、その他1.2

論文 衝突回避のための建物の連結に関する研究

高橋 愛^{*1}・中埜 良昭^{*2}・真田 靖士^{*3}

要旨:地震時に近接建物間で生じる衝突を回避するため,建物同士を連結する手法について,連結による応答低減効果,および,連結部に要求される耐力に着目し,解析的に検討を行なった。質量が大きく固有周期が短い建物に,質量が小さく固有周期が長い建物を連結すると,両建物の応答を低減できることを示した。また,連結した建物の弾性解析および弾塑性解析を行なった結果,連結部にある程度の剛性を確保することにより連結部の必要耐力が低減でき,設計上合理的であること,さらに,連結部を剛体とみなし必要耐力を簡便に評価できることがわかった。

キーワード:連結,衝突,必要耐力,地震応答解析

1. はじめに

過去の地震における被害要因の一つとして,隣接建物間の衝突が報告されている。その解決策として,しばしば近接建物同士を連結する手法が用いられるが,連結部の具体的な設計方法は存在しないのが実状である。そこで,本論文では,建物同士を連結することが建物の応答に与える影響およびその連結部に要求される耐力の評価に関する検討を行なった。

2. 単層連結建物の応答低減効果

応答性状の異なる建物同士を連結することによる応答の軽減効果について,連結された建物の弾性地震応答解析を行い,独立振動時の応答との比較を行なった。

2.1. 解析諸元

解析モデルとして,図-1に示す剛性 k_s のばねで連結された二つの一質点せん断系モデルを用いた。減衰はレーリ型減衰とし1次と2次の減衰定数は5%とした。入力地震動は El Centro 1940NS の0~25秒とし,最大速度を50kineに基準化して用いた。数値積分法として Newmark- β 法($\beta=1/6$)を用い,積分時間刻みを0.0002秒とした。建物A・Bの固有周期は低層建

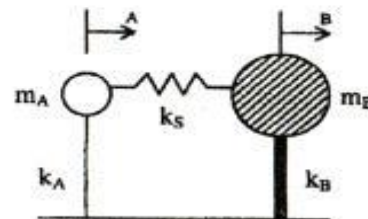


図-1 解析建物モデル

物を想定し, $T_A=0.46$ 秒と $T_B=0.40$ 秒(固有周期比 $T_A/T_B=1.15$), および $T_A=0.80$ 秒と $T_B=0.40$ 秒($T_A/T_B=2.0$)を設定した。

2.2. 運動方程式

連結された建物の運動方程式は式(1)で与えられる。

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = -[M]\{1\}\ddot{y}_0 \quad (1)$$

$$[M] = \begin{bmatrix} m_A & 0 \\ 0 & m_B \end{bmatrix}, [K] = \begin{bmatrix} k_A + k_s & -k_s \\ -k_s & k_B + k_s \end{bmatrix}$$

$$[C] = a_1[M] + a_2[K]$$

$$a_1 = 2\omega_1\omega_2(h_1\omega_2 - h_2\omega_1) / (\omega_2^2 - \omega_1^2)$$

$$a_2 = 2(h_2\omega_2 - h_1\omega_1) / (\omega_2^2 - \omega_1^2)$$

m_A, m_B : 建物A・Bの質量

k_A, k_B : 建物A・Bの剛性 k_s : 連結部の剛性

ω_1, ω_2 : 1次,2次固有円振動数

$i, 2$: 1次,2次減衰定数

*1 東京大学大学院工学系研究科 (正会員)

*2 東京大学生産技術研究所助教授 工博 (正会員)

*3 東京大学生産技術研究所助手 博士(工学) (正会員)

2.3. 解析結果

連結部の剛性を十分に剛であるとし（建物 A の剛性の 100 倍）、建物 A・B の質量比 m_B/m_A を 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16 と設定したときの、独立振動時と建物 A・B を連結したときの応答の比を図-2 に示す。

図-2 より、建物 A・B の質量比 m_B/m_A が小さい場合には、建物 A の応答の低減は小さく、建物 B の応答を増大させること、ならびに建物 A・B の質量比 m_B/m_A が大きい場合には、建物 A の応答は大きく低減され、建物 B の応答は独立振動時とほぼ同程度になることがわかる。つまり、このことは短周期領域での変位応答スペクトルの一般的な傾向により次のように説明できる。本稿で対象とする固有周期比が一定の 2 つの建物では、連結後の固有周期は建物 A・B の質量比 m_B/m_A に大きく依存し、 m_B/m_A が小的时候連結後の固有周期は長く、 m_B/m_A が大のとき連結後の固有周期は短い。短周期領域での変位応答スペクトルは周期が長くなるにつれて増大するため、 m_B/m_A が小的时候応答変位が大きくなり、 m_B/m_A が大のとき応答変位が小さくなる。なお、厳密には固有周期比にも依存するが、二つの建物の固有周期の大小関係が逆転しない限り、一般的な傾向に変化はない。

従って、本稿の解析ケースでは、 m_B/m_A が小さい建物 A・B を連結する場合には建物 A の剛性を何らかの補強により高める必要があり、一方、 m_B/m_A が大きい場合には連結のみで十分な応答低減効果があると言える。

そこで、以下では固有周期が長く質量が小さい建物 A と、固有周期が短く質量が大きい建物 B を連結する場合を対象に、連結部に要求される耐力に関する検討を行なう。

3. 連結部を剛体と仮定した場合の必要耐力の評価方法

はじめに、建物 A・B の連結部の剛性を無限大と仮定し、静的な力の釣り合いにより、連結部に要求される耐力を評価する。

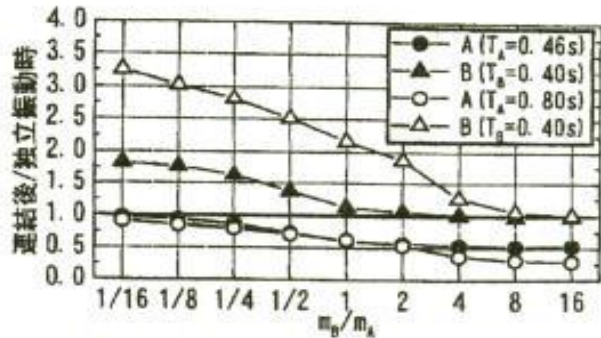


図-2 連結による応答低減効果

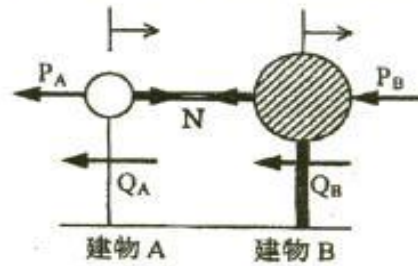


図-3 力のつりあい

ある外力により建物 A・B に変形が生じたとき、建物 A・B に生じる力の釣り合い（ただし減衰は無視する）は図-3 のように表され、式(2) で示すことができる。

$$\begin{cases} P_A + Q_A - N = 0 \\ P_B + Q_B + N = 0 \end{cases} \quad (2)$$

P_A, P_B : 建物 A・B の慣性力

Q_A, Q_B : 建物 A・B の復元力

N : 連結部の軸力

以下に、建物 A・B が弾性挙動する場合と弾塑性挙動する場合に分け、連結部に要求される最大軸力の評価方法について議論する。

3.1. 建物が弾性挙動する場合

連結部の剛性が無限大であることから、建物 A・B の弾性応答変位を等しく とすると、式(2) は式(3)のように書くことができる。

$$\begin{cases} P_A + k_A \cdot x - N = 0 \\ P_B + k_B \cdot x + N = 0 \end{cases} \quad (3)$$

k_A, k_B : 建物 A・B の剛性

また、建物 A・B に生じる加速度を等しく a とすると、慣性力は式(4)で表される。

$$P_A = m_A \cdot a, \quad P_B = m_B \cdot a \quad (4)$$

m_A, m_B : 建物 A・B の質量

従って、連結部の必要耐力は式(5)より得られる。

$$|N_e| = \left| \frac{m_A \cdot k_B - m_B \cdot k_A}{k_A + k_B} \cdot a \right| \quad (5)$$

N_e : 建物 A・B が弾性挙動する場合の連結部の最大軸力

3.2. 建物が弾塑性挙動する場合

建物 A・B の降伏変形が等しく、ともに降伏するとき連結部に最大軸力が生じると仮定すると、式(2)は式(6)のように書くことができる。

$$\begin{cases} P_A + Q_{yA} - N = 0 \\ P_B + Q_{yB} + N = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Q_{yA}, Q_{yB} : 建物 A・B の降伏耐力

従って、連結部の必要耐力は式(7)で得られる。

$$|N_{ie}| = \left| \frac{m_B \cdot Q_{yA} - m_A \cdot Q_{yB}}{m_A + m_B} \right| \quad (7)$$

N_{ie} : 建物が弾塑性挙動する場合の連結部の最大軸力

以下、式(5)、(7)による評価の妥当性を連結部の剛性が有限である場合の解析を用いて検証する。

4. 連結部の剛性を有限とした単層連結建物の解析による検証

4.1. モーダルアナリシス (弾性解析)

ここでは、連結部の剛性を有限とした場合に、連結部に要求される耐力をモーダルアナリシスにより求め、式(5)による連結部の必要耐力と比較する。なお、解析モデルは 2.1 節と同様にし、建物 A・B の固有周期比は $T_A/T_B=1.15$ と $T_A/T_B=2.0$ を仮定した。建物 A・B の質量比は $m_B/m_A=16$ 、4.1. 連結部の剛性 k_s は建物 A の剛性 k_A の α 倍 ($\alpha=0.01, 0.1, 1, 10, 100$) と設定した。

(1) CQC 法による最大耐力の評価

単層連結建物の非減衰自由振動の運動方程式を式(8)に示す。

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_A + k_s & -k_s \\ -k_s & k_B + k_s \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (8)$$

式(8)の固有円振動数を ω_i^2 、および固有モードベクトルを $u_i = \begin{bmatrix} a_i \\ b_i \end{bmatrix}^T$ ($i=1,2$) とおく。図-4 に連結建物の固有モード、図-5 に連結建物

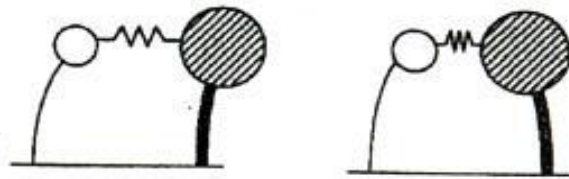
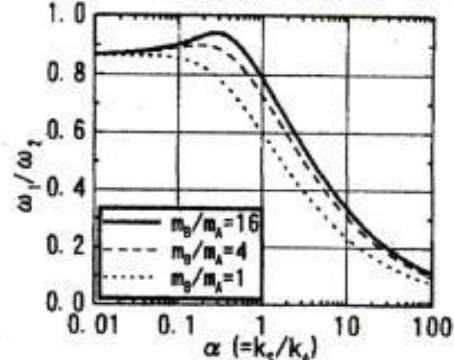
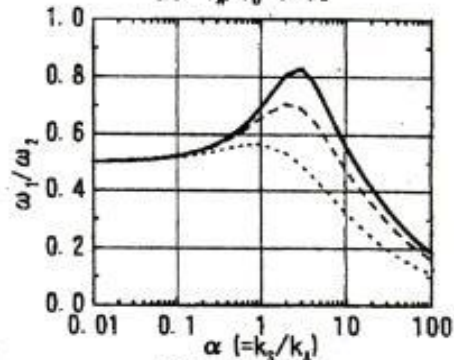


図-4 連結建物の固有モード



(a) $T_A/T_B=1.15$



(b) $T_A/T_B=2.0$

図-5 固有円振動数比

の固有円振動数比を示す。図-4 に示すように、1次モードは建物 A・B が同方向に振動するモード、2次モードは建物 A・B が逆方向に振動するモードである。図-5 より、連結部の剛性によっては1次モードと2次モードの固有円振動数が近接することがわかる。

ここで、応答スペクトルとして加速度一定型を仮定すると、1次および2次の擬似変位応答スペクトルは式(9)で表される。

$$S_{Di} = \frac{S_A}{\omega_i^2} \quad (9)$$

従って、連結部の軸力の1次および2次モード成分は式(10)で得られる。

$$N_i = k_s \cdot \beta_i \cdot (X_{Ai} - X_{Bi}) \cdot S_{Di} \quad (10)$$

β_i : i 次モード刺激係数

連結部の軸力は図-5に示したように、1次モードと2次モードの固有円振動数が近接する場合があるため、CQC法¹⁾を用いて連結部の軸力を算定する。

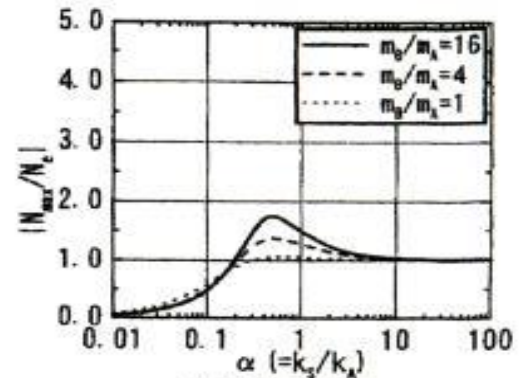
$$N_{max} = \sqrt{N_{1max}^2 + N_{2max}^2 + 2\rho_{12}N_{1max}N_{2max}} \quad (11)$$

ここで、 ρ_{12} はモード相関係数¹⁾である。

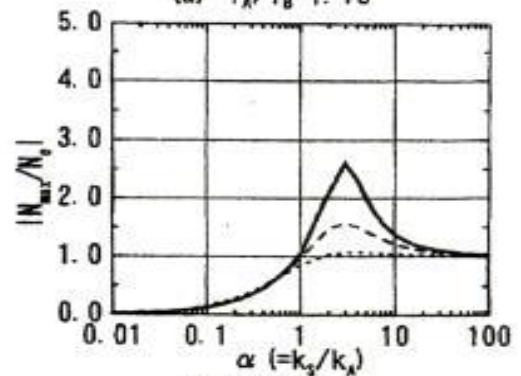
(2) 解析結果

図-6に、連結部の剛性を有限とした時と無限大とした場合の軸力の比 N_{max}/N_c を示す。図-6(a)より、建物Aの剛性に対する連結部の剛性の倍率 α が非常に小さい(独立振動に近い)場合には N_{max}/N_c は小さく、連結部の剛性が大きくなるに従って N_{max}/N_c は大きくなり $\alpha=0.5$ 付近で極大となる。さらに α が大きくなるに従って N_{max}/N_c は低下して α が10程度以上で1.0に収束することがわかる。図-6(b)についても同様に、連結部の剛性が大きくなるに従って N_{max}/N_c は大きくなり $\alpha=3.0$ 付近で極大となり、 α が20程度以上で1.0に収束した。以上の結果は $\alpha=0.5$ ($T_A/T_B=1.15$)、 3.0 ($T_A/T_B=2.0$) 程度の剛性で連結するより、連結部に作用する軸力が小さくなること、式(5)により連結部に作用する軸力を評価できることを示している。

図-7に連結部の軸力と建物Aの応答層せん断力の比 N_{max}/Q_{Amax} を示す。本稿の解析ケースにおいて、連結部の剛性が十分に大きい場合には、質量比 $m_B/m_A=16$ 、固有周期比 $T_A/T_B=1.15$ のとき、連結部に建物Aの応答層せん断力の0.3倍程度、質量比 $m_B/m_A=16$ 、固有周期比 $T_A/T_B=2.0$ のとき、2.8倍程度の軸力が作用する結果となった。なお、建物の100倍の軸剛性を持つ連結部の実現可能性について簡単な検討を行なった。建物の質量980kN、固有周期0.16s、建物間隔 l を100mm、ヤング係数 $E_c=21$ GPa(コンクリート)、 $E_s=210$ GPa(鉄骨)と仮定する。建物の水平剛性と連結部の軸剛性 $E_s A_s/l$ (コンクリート)、 $E_s A_s/l$ (鉄骨) から断面積 A_s を算定すると、コンクリートの場合 $A_s=7343$ cm²、鉄骨

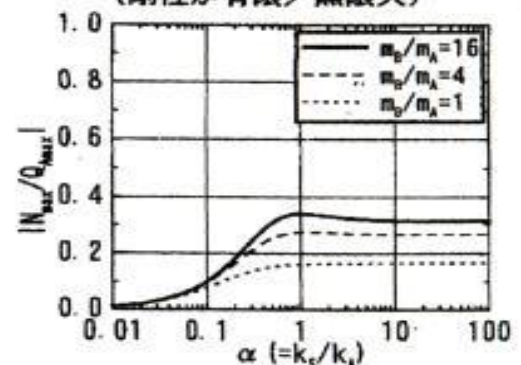


(a) $T_A/T_B=1.15$

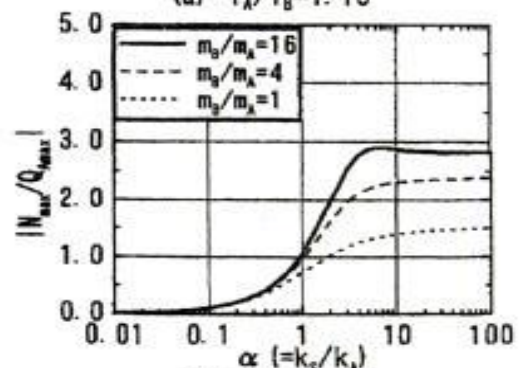


(b) $T_A/T_B=2.0$

図-6 連結部の必要耐力
(剛性が有限/無限大)



(a) $T_A/T_B=1.15$



(b) $T_A/T_B=2.0$

図-7 連結部の必要耐力
(連結部の軸力/建物Aの層せん断力)

の場合 $A_s=734\text{cm}^2$ で、十分実現可能な範囲であり、複数箇所て連結すればさらに現実的であることがわかる。

以上より、弾性応答の場合、連結部の剛性を十分に大きく確保すれば、連結部の必要耐力を式(5)により概ね評価できることが確認された。

4.2. 弾塑性応答解析

ここでは、連結部の剛性を有限とした場合に、連結部に要求される耐力を弾塑性応答解析により求め、式(7)による算定値と比較する。

(1) 解析諸元

- 1) 建物 A・B(図 1)の高さは同一とし、復元力特性は Takeda モデル²⁾を用い、スケルトンカーブは図-8 によるものとする。建物 A・B の降伏変形は等しいものとする。
- 2) 建物 A・B の降伏変位は耐力に関わらず同一であると仮定しているため、建物 A・B の固有周期比はベースシア係数比 Cb_B/Cb_A により式(12)で表わすことができる。

$$T_A/T_B = \sqrt{Cb_B/Cb_A} \quad (12)$$

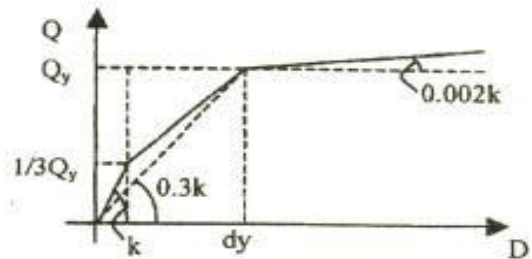
T_A, T_B : 建物 A・B の固有周期

Cb_A, Cb_B : 建物 A・B のベースシア係数
以下では、

$$Cb_B/Cb_A \geq 1 \quad (T_A/T_B \geq 1)$$

とする。すなわち固有周期の長い建物 A より固有周期の短い建物 B のベースシア係数が大きいと仮定する。なお、本解析では、建物 A・B の固有周期は 0.46 秒および 0.4 秒と、0.80 秒および 0.4 秒としたので(2.1 節)、ベースシア係数比 Cb_B/Cb_A は 0.75 と 0.25 となる。

- 3) 建物 B の独立振動時の最大塑性率がある特定の値(許容塑性率 μ_B^*) になるようにベースシア係数を設定する。
- 4) 連結部は弾性挙動するものとし、剛性 k_c は前節の弾性応答解析と同様に建物 A の剛性 k_A の α 倍とする。
- 5) 入力地震動は El Centro 1940NS の 0~25 秒とし、最大速度を 50kine に基準化して用いた。数値積分法は Newmark- β 法($\beta=1/6$)を



Q_y : 降伏耐力, k : 弾性剛性, dy : 降伏変位
図-8 復元力特性

用い、積分時間刻みを 0.0002 秒とした。

(2) 解析結果

建物 A と B の質量比は $m_B/m_A=16, 4, 1$ 、連結部の剛性 k_c は建物 A の剛性 k_A の α 倍($\alpha=0.01, 0.1, 1, 10, 100$)、建物 B の許容塑性率 μ_B^* は 2.0 として地震応答解析を行った。

図-9 (a), (b) に、固有周期比 T_A/T_B が 1.15 と 2.0 の場合について、式(7)より得られる連結部の剛性が無限大のときの必要耐力と、弾塑性応答解析から得られた連結部の剛性が有限のときの最大軸力の比 N_{ms}/N_{ie} を示す。図-9 (a), (b) より建物 A の剛性に対する連結部の剛性の倍率 α が非常に小さい場合には、 N_{ms}/N_{ie} は小さくなることがわかる。また、 α が大きくなるに従って N_{ms}/N_{ie} は大きくなり、 $T_A/T_B=1.15$ の場合は $\alpha=0.3$ 付近、 $T_A/T_B=2.0$ の場合は $\alpha=1.0$ 付近で極大となる。さらに α が大きくなるに従い最大軸力の比 N_{ms}/N_{ie} は低下して、1.0 に収束していることがわかる。

図-10 (a), (b) に連結部に要求される耐力を建物 A の降伏耐力と比較して示す。図-10 (a), (b) より、本稿の解析ケースでは、連結部の剛性が十分大きい場合には、質量比 $m_B/m_A=16$ 、固有周期比 $T_A/T_B=1.15$ の場合は建物 A の降伏耐力の 0.3 倍程度、 $T_A/T_B=2.0$ の場合は 3.0 倍程度の軸力が連結部に作用し、4.1 節で得られた N_{ms}/Q_{Ams} の値とほぼ等しい値を示す結果となった。この連結部に作用する軸力(連結部の必要耐力)レベルは、質量比と固有周期比により建物の耐力との関係も定量的に評価することが可能であるが、これについては稿を改めて報告

する。さらに、連結部の剛性を十分確保することにより、固有周期比 T_A/T_B が 1.15 の場合と 2.0 の場合、それぞれ $\alpha=0.5, 1.0$ 程度の剛性で連結するよりも、連結部に作用する軸力が大幅に小さくなることが分かった。

以上より、弾塑性応答する建物の場合でも、弾性解析と同様の傾向が得られ、連結部の剛性を十分大きく確保すれば、連結部の必要耐力を式(7)により概ね評価できることが確認された。さらに、連結部の剛性を大きくすることは、必要耐力の低減につながるということが明らかになった。

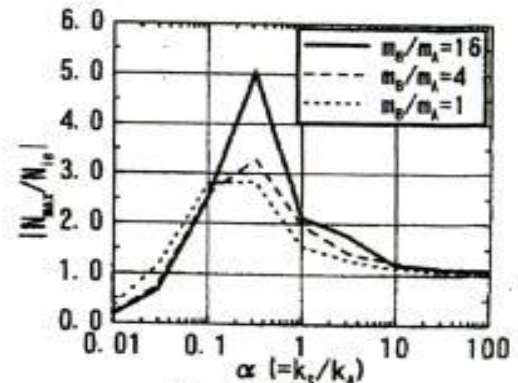
5. まとめ

隣接建物同士を連結する手法に関して、連結が建物に与える影響および連結部に要求される耐力について検討した。その結果、本稿の解析ケースにおいては、以下のことがわかった。

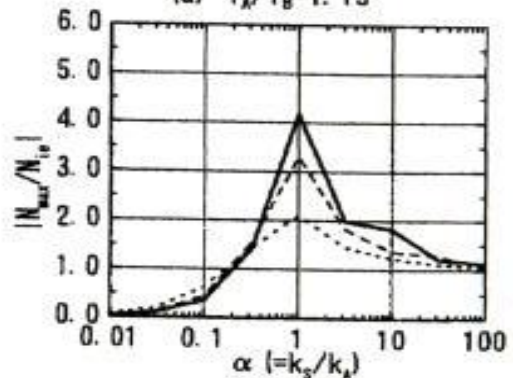
- 1) 固有周期が短く質量が小さい建物と、固有周期が長く質量が大きい建物を連結する場合、質量が小さい建物の応答を増大させるが、固有周期が短く質量が大きい建物と、固有周期が長く質量が小さい建物を連結する場合、応答軽減効果がある。
- 2) 建物を連結する際、連結部の剛性を十分確保すれば、連結部を剛体と仮定し静的な力の釣り合いから必要耐力の評価が概ね可能である。
- 3) 連結部の剛性を十分確保することにより、連結部の必要耐力を低減することができる。

参考文献

- 1) E.L. Wilson, A. Der Kiureghian and E.P. Bayo : Short Communication a Replacement for the SRSS Method in Seismic Analysis, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol.9. pp. 187-192, 1981
- 2) Takeda, T., Sozen, M. P. and Nielsen, N. N. : Reinforced Concrete Response to Simulated Earthquakes, Journal of ASCE, pp. 2557-2573, 1970.12

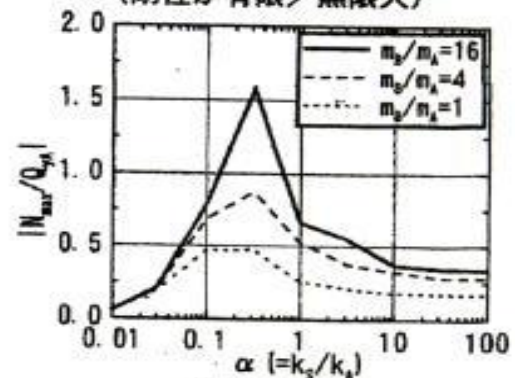


(a) $T_A/T_B=1.15$

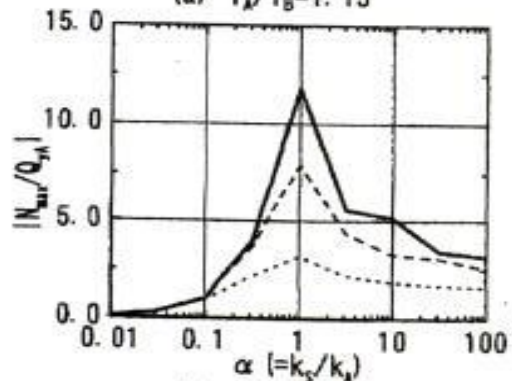


(b) $T_A/T_B=2.0$

図-9 連結部の必要耐力 (剛性が有限/無限大)



(a) $T_A/T_B=1.15$



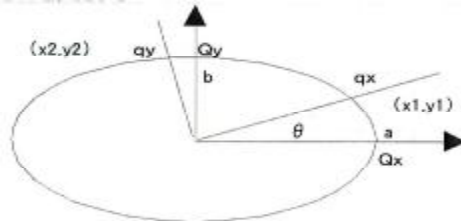
(b) $T_A/T_B=2.0$

図-10 連結部の必要耐力 ($T_A/T_B=2.0$) (連結部の軸力/建物Aの降伏耐力)

2-4-3 斜め軸のある鉛直部材の評価方法

部材斜め軸に対する耐力の考え方(案)

①楕円上に軌跡を仮定する



$$(x/a)^2 + (y/b)^2 = 1 \quad (1)$$

$$y1 = \tan \theta \cdot x1 \quad (2)$$

$$y2 = (1/\tan \theta) \cdot x2 \quad (3)$$

(2)式を(1)式に代入

$$(x/a)^2 + (\tan \theta \cdot x/b)^2 = 1$$

$$(b \cdot x)^2 + (a \cdot \tan \theta \cdot x)^2 = (a \cdot b)^2$$

$$x^2 = (a \cdot b)^2 / [b^2 + (a \cdot \tan \theta)^2]$$

$$x^2 = (a \cdot b \cdot \cos \theta)^2 / [(b \cdot \cos \theta)^2 + (a \cdot \sin \theta)^2]$$

$$x1 = a \cdot b \cdot \cos \theta / [(b \cdot \cos \theta)^2 + (a \cdot \sin \theta)^2]^{0.5}$$

$$y1 = a \cdot b \cdot \sin \theta / [(b \cdot \cos \theta)^2 + (a \cdot \sin \theta)^2]^{0.5}$$

$$qx = (x1^2 + y1^2)^{0.5} = a \cdot b / [(b \cdot \cos \theta)^2 + (a \cdot \sin \theta)^2]^{0.5}$$

(3)式を(1)式に代入

$$(x/a)^2 + (x/b \cdot \tan \theta)^2 = 1$$

$$(b \cdot \tan \theta \cdot x)^2 + (a \cdot x)^2 = (a \cdot b \cdot \tan \theta)^2$$

$$x^2 = (a \cdot b \cdot \sin \theta)^2 / [(b \cdot \sin \theta)^2 + (a \cdot \cos \theta)^2]$$

$$x2 = a \cdot b \cdot \sin \theta / [(b \cdot \sin \theta)^2 + (a \cdot \cos \theta)^2]^{0.5}$$

$$y2 = a \cdot b \cdot \cos \theta / [(b \cdot \sin \theta)^2 + (a \cdot \cos \theta)^2]^{0.5}$$

$$qy = (x2^2 + y2^2)^{0.5} = a \cdot b / [(b \cdot \sin \theta)^2 + (a \cdot \cos \theta)^2]^{0.5}$$

角度 θ が負方向の場合

$$x1 = a \cdot b \cdot \cos \theta / [(b \cdot \cos \theta)^2 + (a \cdot \sin \theta)^2]^{0.5}$$

$$y1 = -a \cdot b \cdot \sin \theta / [(b \cdot \cos \theta)^2 + (a \cdot \sin \theta)^2]^{0.5}$$

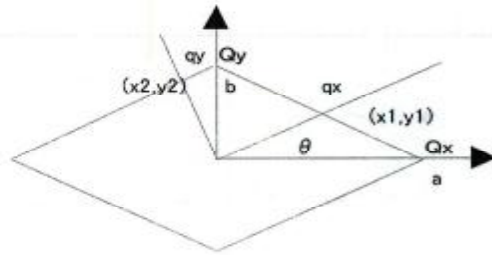
$$qx = (x1^2 + y1^2)^{0.5} = a \cdot b / [(b \cdot \cos \theta)^2 + (a \cdot \sin \theta)^2]^{0.5}$$

$$x2 = a \cdot b \cdot \sin \theta / [(b \cdot \sin \theta)^2 + (a \cdot \cos \theta)^2]^{0.5}$$

$$y2 = -a \cdot b \cdot \cos \theta / [(b \cdot \sin \theta)^2 + (a \cdot \cos \theta)^2]^{0.5}$$

$$qy = (x2^2 + y2^2)^{0.5} = a \cdot b / [(b \cdot \sin \theta)^2 + (a \cdot \cos \theta)^2]^{0.5}$$

②菱形上に軌跡を仮定する



$$x/a + y/b = 1 \quad (1)$$

$$y1 = \tan \theta \cdot x1 \quad (2)$$

$$y2 = (1/\tan \theta) \cdot x2 \quad (3)$$

(2)式を(1)式に代入

$$x/a + \tan \theta \cdot x/b = 1$$

$$b \cdot x + a \cdot \tan \theta \cdot x = a \cdot b$$

$$x = a \cdot b / (b + a \cdot \tan \theta)$$

$$x1 = a \cdot b \cdot \cos \theta / (b \cdot \cos \theta + a \cdot \sin \theta)$$

$$y1 = a \cdot b \cdot \sin \theta / (b \cdot \cos \theta + a \cdot \sin \theta)$$

$$qx = a \cdot b / (b \cdot \cos \theta + a \cdot \sin \theta)$$

(3)式を(1)式に代入

$$x/a + x/b \cdot \tan \theta = 1$$

$$b \cdot \tan \theta \cdot x + a \cdot x = a \cdot b \cdot \tan \theta$$

$$x = a \cdot b \cdot \tan \theta / (b \cdot \tan \theta + a)$$

$$x2 = a \cdot b \cdot \sin \theta / (b \cdot \sin \theta + a \cdot \cos \theta)$$

$$y2 = a \cdot b \cdot \cos \theta / (b \cdot \sin \theta + a \cdot \cos \theta)$$

$$qy = a \cdot b / (b \cdot \sin \theta + a \cdot \cos \theta)$$

角度 θ が負方向の場合

$$x1 = a \cdot b \cdot \cos \theta / (b \cdot \cos \theta - a \cdot \sin \theta)$$

$$y1 = -a \cdot b \cdot \sin \theta / (b \cdot \cos \theta - a \cdot \sin \theta)$$

$$qx = a \cdot b / (b \cdot \cos \theta - a \cdot \sin \theta)$$

$$x2 = a \cdot b \cdot \sin \theta / (b \cdot \sin \theta - a \cdot \cos \theta)$$

$$y2 = -a \cdot b \cdot \cos \theta / (b \cdot \sin \theta - a \cdot \cos \theta)$$

$$qy = a \cdot b / (b \cdot \sin \theta - a \cdot \cos \theta)$$

部材主軸に対して角度を持った軸(以下斜め軸と称す)に対する部材の耐力と靱性の考え方

部材軸方向の耐力及び靱性に関する考え方は、(材)日本建築防災協会発行の「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」に準拠する。

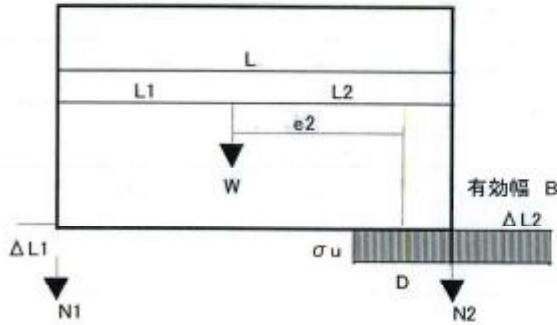
斜め軸に対する部材耐力は、二軸の特性の影響を考える必要がある。日本建築学会編の「鉄筋コンクリート造建築物の終局強度型耐震設計指針・同解説」に、2方向曲げを受ける柱の曲げ降伏曲面は、主軸方向の曲げ強度より低く、2方向曲げ成分を各主軸耐力で除した数値の2乗の和が1で近似出来ると記述されている。この関係を使って、角度を持った部材の耐力ベクトルが、各主軸耐力を定数とする楕円の線上を動くとする。ただし、前述の本のなかに45度方向で0.85とする提案もあり、安全側として、部材の耐力ベクトルが楕円上でなく、菱形上を動くとして考えることも出来る。

以上より、今回の診断においては、耐力ベクトルは楕円上を動くとして考えることとした。

次に、靱性については、耐力と同じように考える方法も確率されておらず、ここでは、各方向の靱性値の小さい方を採用することとした。

2-4-4 ベタ基礎、布基礎を持つフレームの回転耐力

べた基礎及び布基礎の場合の転倒モーメントの検討



- L : スパン長
- L1 : 重心位置までの左側距離
- L2 : 重心位置までの右側距離
- W : 総重量
- N1 : 左側重量
- N2 : 右側重量
- D : 見かけの有効せい
- B : 有効幅
- e : 偏心距離
- σ_u : 極限支持応力度
- Mt : 抵抗モーメント
- σ_c : 長期許容支持力
- $\Delta L1$: 基礎出長さ
- $\Delta L2$: 基礎出長さ

$$W = N1 + N2$$

$$W = \sigma_u \cdot D \cdot B$$

$$L1 = [\Delta L1 \cdot N1 + N2 \cdot (\Delta L1 + L)] / W - \Delta L1$$

$$L2 = [\Delta L2 \cdot N2 + N1 \cdot (\Delta L2 + L)] / W - \Delta L2$$

左側荷 $e2 = L2 + \Delta L2 - D/2$
 $Mt2 = W \cdot e2$

右側荷 $e1 = L1 + \Delta L1 - D/2$
 $Mt1 = W \cdot e1$

(外力によるモーメント + 地盤の極限支持力によるモーメント = 総重量による抵抗モーメント)

項目	単位	部				位			
N1	t	113.6	243.4	243.4	107.12				
N2	t	76.7	137.4	137.4	82.597				
L	m	8.5	8	8	9.225				
σ_c	t/m ²	8	10	10	24				
B	m	2.3	4	4	0.6				
$\Delta L1$	m		1.55		2.45				
$\Delta L2$	m		0.25		1.75				
W	t	190.30	380.80	380.80	189.72				
σ_u	t/m ²	24.00	30.00	30.00	72.00				
D	m	3.45	3.17	3.17	4.39				
L1	m	3.43	2.89	2.89	4.02				
L2	m	5.07	5.11	5.11	5.21				
e1	m	1.70	2.85	1.30	4.27				
e2	m	3.35	3.78	3.53	4.76				
Mt1	tm	323.9	1085.2	495.0	810.2				
Mt2	tm	637.6	1438.2	1343.0	903.6				
左側荷低減率		0.660	0.739	0.690	0.914				
右側荷低減率		0.497	0.987	0.450	1.063				

2-4-5 屋内運動場におけるコンクリートブロック帳壁に地震力を抵抗させるための取り扱いについて（案）

- 1 屋内運動場建物の外壁材として用いられるコンクリートブロック帳壁において、従来は非構造部材として取り扱われていたが、以下の示す項目について満足される場合については、地震力に抵抗する構造材として取り扱う。
- 2 屋内運動場におけるコンクリートブロック帳壁を、構造材として取り扱う場合には、現地調査によって以下の項目を確認する。
 - 2.1 目地部分について3箇所以上はつり調査を行う。
 - 2.2 はつり部分について鉄筋のかぶり厚さを確認すること。
 - 2.3 鉄筋配置部分はモルタルで充填されていることを確認すること。
 - 2.4 鉄筋の錆びの状態を調査すること。
 - 2.5 縦横の補強鉄筋の径及びピッチを確認のこと。
 - 2.6 ブロック頂部の鉄筋アンカー及びモルタル充填状態を確認すること。
- 3 屋内運動場におけるコンクリートブロック帳壁は、日本建築学会編「壁式構造関係設計規準集・同解説(メーソンリー編)」に示される5条 帳壁の規模、6条 壁厚、7条 補強筋の各項目を満足することを確認する。
- 4 コンクリートブロック帳壁の終局剪断耐力を算定する場合の平均剪断応力は、以下の値を超えないようにする。

単位 kgf/cm²

	補強用RC柱なし	補強用RC柱中央	補強用RC柱両側
旧A種	1.5	2.5	3.5
A種	2.5	3.5	4.5
B種	3.5	4.5	6.5
C種	4.5	6.5	8.5

コンクリートブロック帳壁に開口部が設けられた場合、その開口部周囲に開口補強筋が配置されない部材については、上記の数値に0.8を乗じた数値とする。また、コンクリート部材にあって、コンクリートブロックの終局剪断応力を上表の数値を使用する場合は、下式により剪断耐力を求める。

$$\tau a = 10 \times (F_c / 200) \text{ kg/cm}^2$$

- 5 コンクリートブロック帳壁を含む鉄骨架構の耐震性能の評価は、第3次診断によって行う。
- 6 屋内運動場におけるコンクリートブロック帳壁を構造材として評価する場合、剪断破壊を生ずる部材のF値は0.8、ブロック造部分が曲げ破壊を生ずる場合(ブロック造部分の端部に鉄筋コンクリート造の部材または、鉄骨造の部材が配置されていない構造)のF値は1.75とする。(安全側に評価するために80%におさえる)
- 7 コンクリートブロック帳壁を含む鉄骨架構の決定される靱性指標に対して1.5から2.0倍の水平層間変形に対して脱落などを生じないように対処する。
- 8 コンクリートブロック帳壁の面外方向の安全性について、検討しなければならない。震度は0.5以上とし、降伏応力度によって安全性を検討すること。
- 9 コンクリートブロック帳壁が剪断破壊を起こす可能性がある場合には、コンクリートブロックが脱落しないような対策を行うこと。

2-4-6 低強度コンクリートの既存鉄筋コンクリート造建物の耐震診断において考慮すべき事項

1. 低強度コンクリートの適用範囲

$$9.0\text{N/mm}^2 \leq \sigma_c < 13.5\text{N/mm}^2$$

2. 部材の終局耐力の算定式

1) 梁及び柱の曲げ強度

$$\text{梁: } M_u = 0.9 \cdot a_t \cdot s_y \cdot d \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{柱: } M_u = 0.8 \cdot a_t \cdot s_y \cdot D + \frac{ND}{2} \left(1 - \frac{N}{b \cdot D \cdot s_b} \right) \quad \dots\dots (2)$$

2) 梁及び柱のせん断強度

$$Q_u = kr \cdot \left[0.053 \cdot p_t^{0.23} \frac{s_b + 18}{\frac{M}{Q \cdot d} + 0.12} + 0.85 \cdot \sqrt{p_w \cdot s_{wy}} + 0.1 \cdot s_0 \right] \cdot b \cdot j \quad \dots\dots (3)$$

$$\text{但し、 } 1 \leq \frac{M}{Q \cdot d} \leq 3$$

$$kr = 0.244 + 0.056s_b \quad \dots\dots (4)$$

3) 耐震壁の曲げ強度

普通強度コンクリートの曲げ強度式を適用する。

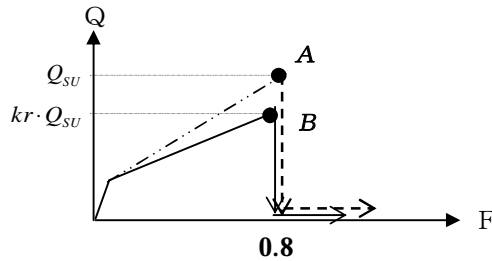
4) 耐震壁のせん断強度

普通強度コンクリートのせん断強度式に、梁および柱に対する(4)式の低減係数 kr を乗じる。

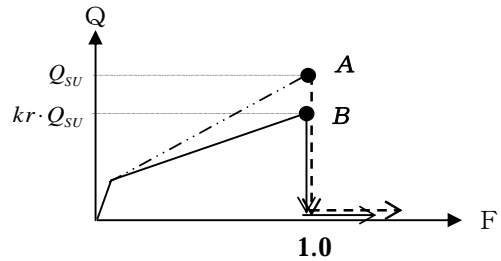
3. 部材および耐震壁の靱性指標

1) 極脆性柱、せん断柱、せん断壁

低強度コンクリートの場合、**A**点から**B**点に耐力を低減させる。



極脆性柱

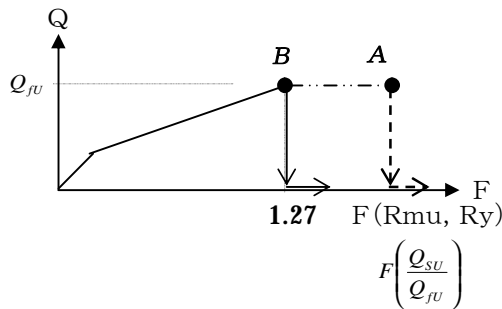


せん断柱、せん断壁

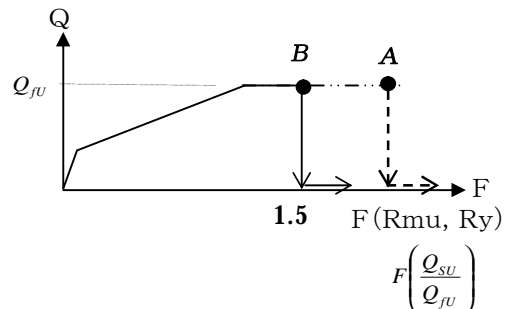
2) 曲げ柱、曲げ壁

低強度コンクリートの場合、施工や材料の欠陥によるバラツキが大きいため

F値が最も大きいグループに制限を加える。



(a) 第1期の建物は**1.27**以下とする。
(昭和**46**年以前)



(b) 第2期の建物は**1.5**以下とする。
(昭和**46**年から昭和**56**年)

4. 参考文献

低強度コンクリートに関する特別研究委員会報告書(2013) 公益社団法人 日本コンクリート工学会中国支部発行

2-4-7 低強度コンクリートの既存鉄筋コンクリート造建物の耐震改修診断において考慮すべき事項

1. 改修の基本方針

- 1) 靱性指標F値を**1.0**から**1.27**程度の強度型で、かつ、耐震補強部材は全面に均等に配置する。
保有性能基本指標値として(5)式を適用する。
- 2) 第3次診断法でせん断柱及び極脆性柱となる柱は、曲げ降伏をするように補強し、その柱のF値を**1.0**とする。

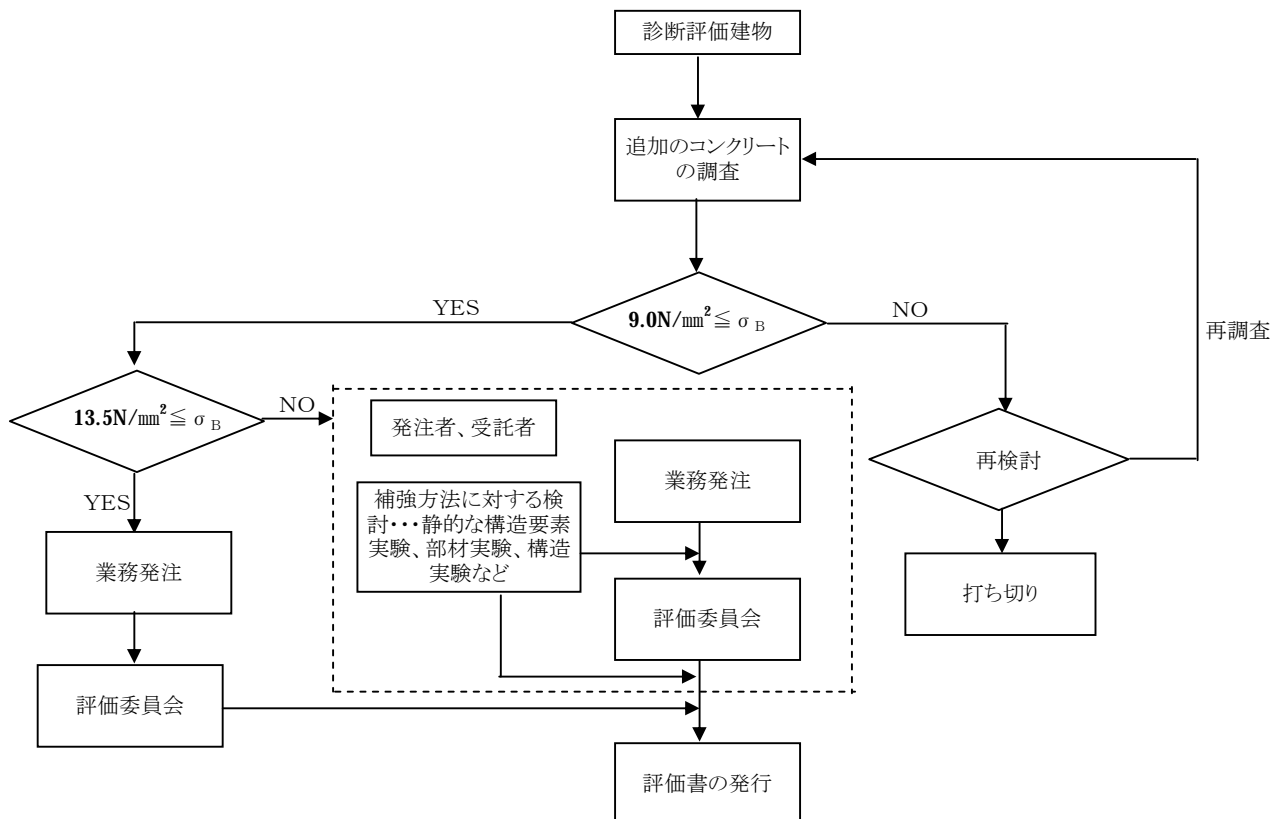
2. 改修にあたって調査すべき事項

- 1) 追加のコアコンクリートの圧縮試験
各階、各工期より**3本以上**を採取
なお、**9.0**～**13.5N/mm²**の低強度コンクリートについては、柱、梁、耐震壁などの各構造部位のコンクリート強度を調査する。
- 2) 補強工法の確認強度試験
低強度コンクリートの既存建築物の補強構法については、静的な構造要素実験、部材実験、構造実験などによって、その構造性能が確認されていること。
- 3) アンカー筋の現地強度試験
改修工事においてアンカー筋が使用される場合には、アンカー筋のせん断試験、引抜き試験を実施。

3. 参考資料

- 1) 第30回建築士事務所協会全国大会(埼玉)の分科会で配布された、
『低強度コンクリート構造に関する調査・研究資料』(芝浦工業大学名誉教授・山本泰稔)
- 2) 低強度・軽量コンクリート構造物の耐震補強に使用する接着系アンカーの設計提案
(芝浦工業大学名誉教授・山本泰稔、日本ヒルティ株式会社共同研究)
- 3) 低強度コンクリートに関する特別研究委員会報告書(2013) 公益社団法人 日本コンクリート工学会中国支部発行

4. 低強度コンクリートの既存鉄筋コンクリート造建物の改修診断のルート



第3章 報告書の作成書式

3-1 報告書作成要領

No.	協議事項	了解事項	備考
1	全般	必要事項を簡潔に、適切に、見やすく、表現し作成する。	(H15)
	注意	既存伏図、軸組図、リスト等は判読できる状態のものを添付して下さい。 判読が困難なものは復元する。	(H17改訂) (H21改訂)
	要望	数字、数式のための報告書ではなく、力学モデル図を作成し、理解しやすい報告書を作成する。 特に、縮小図面、縮小計算書の文字の大きさは、ポイント8程度以上の大きさとする。	(H26改訂)
	期限 確認	委員会開催日の約21日前までに必要部数提出する。 必要書類を確認し添付する。 申し込み時には 施設台帳等 の写しを添付する。 報告書には 申込書 の写しを添付する。 改修時には 診断時評価書 の写しを添付する。	(H17改訂) (H20改訂) (H26改訂)
2	報告書の作成	章の構成は報告書目次見本による。 §0 はじめに、において所有者・管理者等の要望や、補強案に対する理解、改修内容を記載する。 §4 耐震改修設計結果に添付する書類は診断結果表のほかは、評価に上で必要と思われるもののみでよい。 §5 耐震改修設計結果の冒頭に補強に関するの方針、方法を簡潔に表記する。	(H26改訂)
3	改修設計ルートについて	第2次診断結果を踏まえ、必要と判断される場合、第3次診断結果を添付する。	(H26改訂)
4	評価時に添付及び記入が必要な書類、事項の注記	<ul style="list-style-type: none"> ・鉛直重量の一覧表を添付する。 ・重心、剛心位置を示した図を添付する。 ・建物の外観写真、内観写真を添付する。 ・終局時F_u値を破壊形式図に記入する。 ・C-Fグラフは縦軸の範囲を適宜調節し全体を見やすく表現する。 ・診断範囲を明示し、コア採取位置を明示する。 ・現地調査内容を既存図面と調査結果を対比し明示する。 ・エキスパンション・ジョイント位置の記入、写真の添付をする。 ・破壊形式図に判例を記入する。 ・改修診断時には、診断時のグラフと改修設計時のグラフを重ね合わせ、かつ、見やすく表現する。 ・エキスパンション・ジョイントの補強方法を明示する。 ・補強詳細図を添付する。 ・終局時破壊形式図を作成する。(鉄骨造) ・終局時曲げモーメント図を記入する。(鉄骨造) 	(H17改訂) (H20改訂) (H26改訂)

3-2 書式一覧

3-2-1	質疑応答書見本(委員会用、小委員会用、分科会用)	p. 45
3-2-2	報告書表紙見本	p. 48
3-2-3	報告書目次見本(校舎診断、改修、総合、屋体診断、改修、総合)	p. 49
3-2-4	「1.1 建築物及び構造概要見本(鉄筋コンクリート造校舎診断用、改修用)」	p. 55
3-2-5	「1.2 耐震診断(改修)概要見本(鉄筋コンクリート造校舎用)」	p. 57
3-2-6	「1.1 建築物及び構造概要見本(鉄骨屋内運動場等診断用、改修用)」	p. 59
3-2-7	「1.2 耐震診断(改修)概要見本(鉄骨屋内運動場等用)」	p. 61
3-2-8	「1.3 耐震(改修)のルート表」	p. 63
3-2-9	「1.4 耐震(改修)結果(文部科学省用、建防協用)」	p. 65
3-2-10	「1.3 耐震(改修)結果(屋内運動場等用)」	p. 69
3-2-11	「1.3 耐震(改修)結果(屋内運動場等ゾーニング用)」	p. 70

【第**回建築物耐震診断等評価委員会】

質疑応答書

受付番号 **** - ** - **

*****棟 耐震診断業務委託				委員	氏名	出欠
日	平成 **年 *月 *日	事務所名	資格、番号	長	田中 利幸	○
時	~		担当者氏名	副	岸本 一蔵	○
提出資料	申込	株式会社 ****建築設計事務所	一級建築士 第*****号	副	山崎 雅弘	○
報告書(概要版)	事務所	Tel ***-***-****	○○ ○○	副	津田 勢太	○
		Fax ***-***-****		副	石原 節夫	○
					大垣 克己	-
	実施	株式会社 ****建築設計事務所	一級建築士 第*****号		尾熊 政男	○
	事務所	Tel ***-***-****	○○ ○○		佐藤 正孝	副
		Fax ***-***-****	一級建築士 第*****号		山口 清司	○
			○○ ○○		木村 誠司	○
			○○ ○○		原 憲詞	○
					西 伸介	正
					武田 賢治	-
					生熊 広司	-
					吉永 伸太郎	○
指摘及び検討事項			回答及び処置	参照頁	備考	
				P1-5-a		

【第**回建築物耐震診断等評価小委員会】

質疑応答書

受付番号 **** - ** - **

件名		*****棟 耐震診断業務委託			委員	氏名	出欠	
日	平成 **年 *月 *日	事務所名		資格、番号		長	田中 利幸	-
時	~			担当者氏名	担当者氏名	副	岸本 一蔵	-
提出資料		申込事務所	株式会社 ****建築設計事務所	一級建築士 第*****号	出	副	山崎 雅弘	-
報告書(概要版)			Tel ***-***-****	〇〇 〇〇		副	津田 勢太	-
		実施事務所	株式会社 ****建築設計事務所	一級建築士 第*****号	席	副	石原 節夫	-
			Tel ***-***-****	〇〇 〇〇			大垣 克己	-
			Fax ***-***-****	一級建築士 第*****号	者		尾熊 政男	-
				〇〇 〇〇			佐藤 正孝	副
				一級建築士 第*****号			山口 清司	-
				〇〇 〇〇			木村 誠司	-
				〇〇 〇〇			原 憲詞	-
							西 伸介	正
							武田 賢治	-
							生熊 広司	-
							吉永 伸太郎	-
指摘及び検討事項				回答及び処置		参照頁	備考	
1								

【建築物耐震診断等評価委員会 分科会】

質疑応答書

受付番号 **** - ** - **

件名		*****棟 耐震診断業務委託			委員	氏名	出欠	
日時	平成 **年 *月 *日 ~	事務所名		資格、番号	出	長	田中 利幸	-
				担当者氏名		副	岸本 一蔵	-
提出資料		申込事務所	株式会社 ****建築設計事務所	一級建築士 第*****号	席	副	山崎 雅弘	-
報告書(概要版)			Tel ***-***-****	〇〇 〇〇		副	津田 勢太	-
		実施事務所	株式会社 ****建築設計事務所	一級建築士 第*****号	者	副	石原 節夫	-
			Tel ***-***-****	〇〇 〇〇			大垣 克己	-
			Fax ***-***-****				尾熊 政男	-
				一級建築士 第*****号			佐藤 正孝	副
				〇〇 〇〇			山口 清司	-
				〇〇 〇〇			木村 誠司	-
				〇〇 〇〇			原 憲詞	-
							西 伸介	正
							武田 賢治	-
							生熊 広司	-
							吉永 伸太郎	-
指摘及び検討事項				回答及び処置		参照頁	備考	

〇〇〇学校耐震診断調査業務
普通教室棟（棟番号①）

報告書

平成26年〇〇月

〇〇〇〇建築設計事務所

耐震診断報告書 目 次

§ 1	建築物及び耐震診断結果概要		
1.1	建築物及び構造概要	.....	1-1
1.2	耐震診断概要	.....	1-
1.3	診断のルート表	.....	1-
1.4	耐震診断結果	.....	1-
1.5	耐震性能の判定及び考察	.....	1-
1.6	外観写真及び施設台帳	.....	1-
1.7	現況図(復写配置図・平面図・立面図・復写構造図)	.....	1-
§ 2	現地調査		
2.1	現地調査概要	.....	2-1
2.2	現地調査結果概要	.....	2-
2.2.1	図面との照合	.....	2-
2.2.2	建物被災履歴	.....	2-
2.2.3	履歴外観調査結果(ひび割れ等の分類)	.....	2-
2.2.4	コンクリートの強度	.....	2-
2.2.5	コンクリートの中性化	.....	2-
2.2.6	経年指標(<i>T</i>)の結果	.....	2-
2.2.7	添付資料・経年指標(<i>T</i>)調査票	.....	2-
	・ひび割れ図・コア採取位置図	.....	2-
	・試験結果報告書・調査写真	.....	2-
2.2.8	エキスパンションジョイントの間隔	.....	2-
§ 3	耐震診断方針		
3.1	診断概要及び基準等	.....	3-1
3.2	算定方針及び使用電算プログラム	.....	3-
3.3	耐震性能判定値	.....	3-
3.4	使用材料及び強度	.....	3-
3.5	部材耐力算定方針	.....	3-
3.6	荷重の設定	.....	3-
§ 4	耐震診断結果		
4.1	各指標の設定条件	.....	4-1
4.2	形状指標(<i>SD</i>)	.....	4-
	重心剛心位置図	.....	4-
4.3	第2種構造要素の検討	.....	4-
4.4	部材の耐力の算出	.....	4-
	連層壁・袖壁付き柱の保有水平耐力の算出	.....	4-
4.5	<i>Q_u</i> , <i>F</i> 値, 破壊形式図 (2次診断時)	.....	4-
4.6	<i>C-F</i> 図(<i>Q-F</i> 図)	.....	4-
4.7	耐震診断結果表・2次診断	.....	4-
4.8	エキスパンションジョイントの間隔検討	.....	4-
§ 5	添付資料		
5.1	建設当時構造図(基礎伏図・伏図・軸組図・リスト)	.....	5-1
5.2	別紙詳細計算	.....	5-
5.3	その他資料	.....	5-

耐震改修診断報告書 目 次

§ 0	耐震改修の経緯		
§ 1	建築物及び耐震改修結果概要		
1.1	建築物及び構造概要	.....	1-1
1.2	耐震改修概要	.....	1-
1.3	改修のルート表	.....	1-
1.4	耐震診断・耐震改修結果	.....	1-
1.5	考察(改修)	.....	1-
1.6	改修図面	.....	1-
§ 2	現地調査(改修)		
2.1	調査結果	.....	2-1
	コンクリートの強度	.....	2-
	コンクリートの中性化	.....	2-
	経年指標(T)の結果	.....	2-
	エキスパンションジョイントの間隔	.....	2-
§ 3	耐震診断結果表		3-1
§ 4	耐震改修設計		
4.1	耐震改修診断概要・診断基準等	.....	4-1
4.2	算定方針・使用電算プログラム	.....	4-
4.3	耐震性能判定値	.....	4-
4.4	耐震改修使用材料及び診断材料強度	.....	4-
4.5	部材耐力算定方針	.....	4-
4.6	耐震改修方針・荷重の変更	.....	4-
§ 5	耐震改修診断結果		
5.1	各指標の設定条件	.....	5-1
	形状指標(SD)の算定(改修)	.....	5-
	重心剛心位置図	.....	5-
5.2	第2種構造要素の検討	.....	5-
5.3	部材耐力の算出	.....	5-
	補強部材・壁・袖壁付き柱	.....
5.4	Q_u , F 値, 破壊形式図	.....	5-
	2次診断時・3次診断時	.....
5.5	$C-F$ 図($Q-F$ 図)	.....	5-
	2次診断時・3次診断時	.....
5.6	耐震改修診断結果表	.....	5-
5.7	重量増加による基礎への影響の検討	.....	5-
5.8	エキスパンションジョイントの間隔検討	.....	5-
§ 6	添付資料		
6.1	建設当時構造図(基礎伏図・伏図・軸組図・リスト)	.....	6-1
6.2	別紙詳細計算	.....	6-
6.3	その他資料	.....	6-

耐震診断・耐震改修診断報告書 目 次

§ 0	耐震改修の経緯		
§ 1	建築物及び耐震診断・耐震改修結果概要		
1.1	建築物及び構造概要	.....	1-1
1.2	耐震診断概要	.....	1-
	耐震改修診断概要	.....	1-
1.3	診断のルート表(現況)	.....	1-
	改修診断のルート表	.....	1-
1.4	耐震診断結果	.....	1-
1.5	耐震性能の判定及び考察	.....	1-
1.6	耐震改修概要	.....	1-
1.7	耐震改修診断結果	.....	1-
1.8	耐震改修性能の判定及び考察	.....	1-
1.9	外観写真及び施設台帳	.....	1-
1.10	現況図(復写配置図・平面図・立面図・復写構造図)	.....	1-
1.11	耐震改修図面		
§ 2	現地調査		
2.1	現地調査概要	.....	2-1
2.2	現地調査結果概要	.....	2-
2.2.1	図面との照合	.....	2-
2.2.2	建物被災履歴	.....	2-
2.2.3	履歴外観調査結果(ひび割れ等の分類)	.....	2-
2.2.4	コンクリートの強度	.....	2-
2.2.5	コンクリートの中酸化	.....	2-
2.2.6	経年指標(T)の結果	.....	2-
2.2.7	添付資料・経年指標(T)調査票	.....	2-
	・ひび割れ図・コア採取位置図		
	・試験結果報告書・調査写真		
2.2.8	エキスパンションジョイントの間隔	.....	2-
§ 3	耐震診断方針		
3.1	診断概要及び基準等	.....	3-1
	算定方針及び使用電算プログラム	.....	3-
	使用材料及び強度	.....	3-
	部材耐力算定方針	.....	3-
3.2	荷重の設定	.....	3-
§ 4	耐震診断結果		
4.1	各指標の設定条件	.....	4-1
	形状指標(SD)	.....	4-
	重心剛心位置図	.....	4-
4.2	第2種構造要素の検討	.....	4-
4.3	部材の耐力の算出	.....	4-
	連層壁・袖壁付き柱の保有水平耐力の算出		
4.4	Qu, F値, 破壊形式図(2次診断時)	.....	4-
4.5	C-F図(Q-F図)(2次診断時)	.....	4-
4.6	耐震診断結果表・2次診断	.....	4-
4.7	エキスパンションジョイントの間隔検討		
§ 5	耐震改修設計		
5.1	改修診断概要・診断基準等	.....	5-1
5.2	算定方針・使用電算プログラム	.....	5-
5.3	耐震性能判定値	.....	5-
5.4	改修使用材料及び診断使用材料強度	.....	5-
5.5	部材耐力算定方針	.....	5-
5.6	耐震改修方針・荷重の変更	.....	5-
§ 6	耐震改修診断結果		
6.1	各指標の設定条件	.....	6-1
	形状指標(SD)の算定(改修)	.....	6-
	重心剛心位置図	.....	6-
6.2	第2種構造要素の検討	.....	6-
6.3	部材耐力の算出	.....	6-
	補強部材・壁・袖壁付き柱		
6.4	Qu, F値, 破壊形式図(2次診断時・3次診断時)	.....	6-
6.5	C-F図(Q-F図)(2次診断時・3次診断時)	.....	6-
6.6	耐震改修診断結果表	.....	6-
6.7	重量増加による基礎への影響の検討	.....	6-
6.8	エキスパンションジョイントの間隔検討		
§ 7	添付資料		
7.1	建設当時構造図(基礎伏図・伏図・軸組図・リスト)	.....	7-1
7.2	別紙詳細計算	.....	7-
7.3	その他資料	.....	7-

耐震診断報告書 目 次

§ 1	建築物及び耐震診断結果概要		
1.1	建築物及び構造概要	.....	1-1
1.2	耐震診断概要	.....	1-
1.3	耐震診断結果	.....	1-
	鉄骨部の耐震診断結果		1-
	RC造部の耐震診断結果		
1.4	耐震性能の判定及び考察	.....	1-
1.5	外観写真及び施設台帳	.....	1-
1.6	現況図(復写配置図・平面図・立面図・復写構造図)	.....	1-
§ 2	現地調査		
2.1	調査概要	.....	2-1
2.2	調査結果	.....	2-
2.2.1	図面との照合	.....	2-
2.2.2	建物被災履歴	.....	2-
2.2.3	履歴外観調査結果(ひび割れ等の分類)	.....	2-
2.2.4	コンクリートの強度	.....	2-
2.2.5	コンクリートの中酸化	.....	2-
2.2.6	経年指標(T)の結果	.....	2-
2.2.7	添付資料・経年指標(T)調査票	.....	2-
	・ひび割れ図・コア採取位置図		
	・試験結果報告書・調査写真		
2.2.8	鉄骨部の実態調査及び結果	.....	2-
	・調査写真		
2.2.9	エキスパンションジョイントの間隔		2-
§ 3	耐震診断方針		
3.1	診断概要及び基準等	.....	3-1
3.2	算定方針及び使用電算プログラム	.....	3-
3.3	耐震性能判定値	.....	3-
3.4	使用材料及び強度	.....	3-
3.5	部材耐力算定方針	.....	3-
3.6	架構のモデル化	.....	3-
3.7	荷重の設定	.....	3-
§ 4	耐震診断結果		
4.1	形状指標(S_D)	.....	4-1
4.2	第2種構造要素の検討	.....
4.3	部材の耐力の算出	.....
4.4	破壊形式図	.....	4-
4.5	$C-F$ 図($Q-F$ 図)	.....	4-
4.6	RC造部 I_s , C_{TU} ・ S_D の計算表	.....	4-
4.7	梁間方向フレーム崩壊形の算定	.....	4-
4.8	桁行方向ブレース崩壊形の算定	.....	4-
4.9	鉄骨造部の I_s , q 値の計算表	.....	4-
4.10	エキスパンションジョイントの間隔検討		
§ 5	添付資料		
5.1	建設当時構造図(基礎伏図・伏図・軸組図・リスト)	.....	5-1
5.2	別紙詳細計算	.....	5-
5.3	その他資料	.....	5-

耐震改修診断報告書 目 次

§ 0	耐震改修の経緯		
§ 1	建築物及び耐震改修結果概要		
1.1	建築物及び構造概要	.....	1-1
1.2	耐震改修概要	.....	1-
1.3	耐震診断・耐震改修結果	.....	1-
	鉄骨部の耐震診断・耐震改修結果		
	RC造部の耐震診断・耐震改修結果		
1.4	考察(耐震改修)	.....	1-
1.5	耐震改修図面	.....	1-
§ 2	現地調査(耐震改修)		
2.1	調査結果	.....	2-1
2.2	コンクリートの強度	.....	2-
	コンクリートの中酸化	.....
2.3	経年指標(T)の結果	.....	2-
2.4	エキスパンションジョイントの間隔	.....	2-
§ 3	耐震診断結果表		3-1
§ 4	耐震改修診設計		
4.1	耐震改修診断概要・診断基準等	.....	4-1
4.2	耐震性能判定値	.....	4-
4.3	耐震改修診断使用材料及び診断材料強度	.....	4-
4.4	部材耐力算定方針	.....	4-
4.5	耐震改修方針・荷重の変更	.....	4-
4.6	架構のモデル化	.....	4-
§ 5	耐震改修診断結果		
5.1	形状指標(SD)(改修)	.....	5-1
5.2	第2種構造要素の検討		
5.3	部材耐力の算出		
5.4	破壊形式図	.....	5-
5.5	$C-F$ 図($Q-F$ 図)	.....	5-
5.6	RC造部 I_s , C_{TU} ・ S_D の計算表	.....	5-
5.7	梁間方向フレーム崩壊形の算定	.....	5-
5.8	桁行方向ブレース崩壊形の算定	.....	5-
5.9	鉄骨造部の I_s , q 値の計算表	.....	5-
5.10	エキスパンションジョイントの間隔検討	.....
§ 6	添付資料		
6.1	建設当時構造図(基礎伏図・伏図・軸組図・リスト)	.....	6-1
6.2	別紙詳細計算	.....	6-
6.3	その他資料	.....	6-

耐震診断・耐震改修診断報告書 目 次

§ 0	耐震改修の経緯		
§ 1	建築物及び耐震診断・耐震改修結果概要		
1.1	建築物及び構造概要	.....	1-1
1.2	耐震診断概要	.....	1-
1.3	耐震診断結果	.....	1-
	鉄骨部の耐震診断結果	.....	1-
	RC造部の耐震診断結果	.....	1-
1.4	耐震性能の判定及び考察	.....	1-
1.5	耐震改修概要	.....	1-
1.6	耐震改修診断結果	.....	1-
1.7	耐震改修性能の判定及び考察	.....	1-
1.8	外観写真及び施設台帳	.....	1-
1.9	現況図(復写配置図・平面図・立面図・復写構造図)	.....	1-
1.10	改修図面		
§ 2	現地調査(改修)		
2.1	現地調査概要	.....	2-1
2.2	現地調査結果概要	.....	2-
2.2.1	図面との照合	.....	2-
2.2.2	建物被災履歴	.....	2-
2.2.3	履歴外観調査結果(ひび割れ等の分類)	.....	2-
2.2.4	コンクリートの強度	.....	2-
2.2.5	コンクリートの中酸化	.....	2-
2.2.6	経年指標(T)の結果	.....	2-
2.2.7	添付資料・経年指標(T)調査票	.....	2-
	・ひび割れ図・コア採取位置図		
	・試験結果報告書・調査写真		
2.2.8	鉄骨部の実態調査及び結果・調査写真	.....	2-
2.2.9	エキスパンションジョイントの間隔		
§ 3	耐震診断方針		
3.1	診断基準等	.....	3-1
3.2	架構のモデル化	.....	3-
3.3	使用材料及び強度	.....	3-
3.4	耐震性能判定値	.....	3-
3.5	計算手法	.....	3-
3.6	荷重の設定	.....	3-
§ 4	耐震診断結果		
4.1	形状指標(S _D)	.....	4-1
4.2	第2種構造要素の検討		
4.3	破壊形式図	.....	4-
4.4	C-F図(Q-F図)	.....	4-
4.5	RC造部I _s , C _{TU} ・S _D の計算表	.....	4-
4.6	梁間方向フレーム崩壊形の算定	.....	4-
4.7	桁行方向ブレース崩壊形の算定	.....	4-
4.8	鉄骨造部のI _s , q値の計算表	.....	4-
4.9	エキスパンションジョイントの間隔検討		
§ 5	耐震改修診断方針		
5.1	改修診断概要・診断基準等	.....	5-1
5.2	耐震性能判定値	.....	5-
5.3	改修診断使用材料及び診断材料強度	.....	5-
5.4	部材耐力算定方針	.....	5-
5.5	耐震改修方針・荷重の変更	.....	5-
5.6	架構のモデル化		
§ 6	耐震改修診断結果		
6.1	形状指標(S _D)(改修)	.....	6-1
6.2	第2種構造要素の検討	.....	6-
6.3	破壊形式図	.....	6-
6.4	C-F図(Q-F図)	.....	6-
6.5	RC造部I _s , C _{TU} ・S _D の計算表	.....	6-
6.6	梁間方向フレーム崩壊形の算定	.....	6-
6.7	桁行方向ブレース崩壊形の算定	.....	6-
6.8	鉄骨造部のI _s , q値の計算表	.....	6-
6.9	エキスパンションジョイントの間隔検討		
§ 7	添付資料		
7.1	建設当時構造図(基礎伏図・伏図・軸組図・リスト)	.....	7-1
7.2	別紙詳細計算	.....	7-
7.3	その他資料	.....	7-

3-2-4 1.1 建築物及び構造概要見本(鉄筋コンクリート造校舎用)

§ 1 建築物及び診断結果概要

1. 1 建築物及び構造概要

業務名														
発注者														
耐震診断	診断者								住所					
	診断年	平成	年	月										
建物概要														
建物名称														
所在地														
設計者														
施工者														
規模		地下 階 ・ 地上 階 ・ 塔屋 階												
竣工年		昭和 年 (経過年数 年)												
用途														
面積		建築面積								m ²				
		延べ床面積								m ²				
		建物高さ								軒高さ		m		
構造概要		各階高さm	1階	2階	3階									
		各階面積m ²	1階	2階	3階									
		構造面積	延べ床面積								m ²			
		スパン数	X方向			スパン			Y方向			スパン		
		スパン長	X方向			m			Y方向			m		
		建物長	X方向			m			Y方向			m		
		高さ幅比	X方向						Y方向					
		平面形状	(
		立面形状	(
		構造種別												
		コンクリート		設計基準強度 () N/mm ²										
				コア圧縮強度 () N/mm ²								コア本数 計 () 本		
				診断用強度 () N/mm ²										
		鉄筋		柱主筋		帯筋		梁主筋		肋筋		壁筋	床筋	
層重量 kN		1階	2階	3階										
単位重量kN/m		1階	2階	3階										
X方向柱壁量		1階	2階	3階										
Y方向柱壁量		1階	2階	3階										
構造形式		X方向												
		Y方向												
基礎形式														
支持力														
支持層														
支持深さ														
地盤種別														
地盤状況														
(その他特記すべき建物概要及び構造概要) ※柱壁量の計算は (Σ2.5Aw+Σ0.7Ac) / ZW _{Ai} による。														

§ 1 建築物及び耐震改修結果概要

1. 1 建築物及び構造概要

業務名								
発注者								
耐震診断	診断者				住所			
	診断年	平成	年	月	診断評価番号			
耐震改修	改修診断者				住所			
	改修診断年	平成	年	月				
建物概要	建物名称							
	所在地							
	設計者							
	施工者							
	規模	地下 階 ・ 地上 階 ・ 塔屋 階						
	竣工年	昭和 年 (経過年数 年)						
	用途							
	面積	建築面積					m ²	
延べ床面積						m ²		
建物高さ		軒高さ				m		
各階高さm	1階	2階	3階	4階	5階	6階		
	各階面積m ²	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
構造面積	延べ床面積				m ²			
スパン数	X	スパン		Y	スパン			
スパン長	X	m		Y	m			
建物長	X	m		Y	m			
高さ幅比	X			Y				
平面形状	(
立面形状	(
構造種別								
コンクリート	設計基準強度	() N/mm ²						
	コア圧縮強度	() N/mm ²			コア本数 計 () 本			
	診断用強度	() N/mm ²						
鉄筋	柱主筋		帯筋	梁主筋		肋筋	壁筋 床筋	
	補強材料	柱主筋	帯筋	梁主筋	肋筋	壁筋	床筋	
構造概要	層重量 kN	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
	改修後層重量	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
	単位重量kN/m	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
	修後単位重量	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
	X方向柱壁量	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
	改修後柱壁量	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
	Y方向柱壁量	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
	改修後柱壁量	1階	2階	3階	4階	5階	6階	
	構造形式	X方向						
		改修後						
Y方向								
改修後								
基礎形式								
支持力								
支持層								
支持深さ								
地盤種別								
地盤状況								
(その他特記すべき建物概要及び構造概要) ※柱壁量の計算は (Σ2.5Aw+Σ0.7Ac) / ZWaiによる。								

3-2-5 1.2 耐震診断(改修)概要見本(鉄筋コンクリート造校舎用)

1. 2 耐震診断概要

1. 2. 1 耐震診断概要

診断次数							
適用図書							
現地調査	紛失図書を復元						
	建物被災履歴						
	図書と建物の相違						
	ひび割れ						
	レベル測定						
	寸法実測						
	配筋状況						
	基礎状況						
	EXP. Jの状況						
諸数値の設定	<i>Iso</i>						
	<i>Is</i>						
	<i>Es</i>						
	<i>Z</i>						
	<i>G</i>						
	<i>U</i>						
	<i>SD</i>						
	偏心率, 剛性率						
	<i>T</i>						
	外力分布の補正係数	1階	2階	3階	4階	5階	6階
	終局限界累積強度						
モデル化および計算手法	節点振り分け法						
	仮想仕事法						
	荷重増分法						
	ゾーニング						
	内のり寸法位置						
	壁解析用外力分布						
	回転壁						
	下階壁抜け						
	地震時軸力変動						
	柱多段配筋						
	直交壁						
	境界梁						
	直交梁						
	スラブ筋						
	カットオフ筋						
	部分スリット付き梁						
	腰壁・垂れ壁付梁						
	第2種構造要素						
第3次診断補正							
使用プログラムソフト							
その他特記すべき建物概要及び構造概要							

1. 2 耐震改修概要

1. 2. 1 耐震改修概要

診断次数							
適用図書							
設計図書追加							
診断後の被災履歴							
追加現地調査							
強度増	フレーム内補強						
	外付け補強						
	架構の増設						
靱性	靱性の補強						
	靱性の改善						
EXP. Jの改修							
振動特性の改善							
地震力抑制							
基礎補強							
その他							
諸数値の定	αIso						
	RIs						
	Es						
	Z						
	G						
	U						
	RSD						
	偏心率, 剛性率						
	RT						
	α						
	外力分布の補正係数	1階	2階	3階	4階	5階	6階
	終局限界累積強度						
モデル化および計算手法	節点振り分け法						
	仮想仕事法						
	荷重増分法						
	ゾーニング						
	内のり寸法位置						
	壁解析用外力分布						
	回転壁						
	下階壁抜け						
	地震時軸力変動						
	柱多段配筋						
	直交壁						
	境界梁						
	直交梁						
	スラブ筋						
	カットオフ筋						
	部分スリット付き梁						
腰壁・垂れ壁付梁							
第2種構造要素							
第3次診断補正							
使用プログラムソフト							
その他特記すべき建物概要及び構造概要							

3-2-6 1.1 建築物及び構造概要見本(鉄骨屋内運動場等診断用、改修用)

§ 1 建築物及び診断結果概要

1. 1 建築物及び構造概要

業務名												
発注者												
耐震診断	診断者		住所									
	診断年		平成	年	月							
建物概要												
建物名称												
所在地												
設計者												
施工者												
規模 地下 階 ・ 地上 階 ・ 塔屋 階												
竣工年 昭和 年 (経過年数 年)												
用途												
仕上												
屋根 (
外壁 (
キヤラー床 (
面積												
建築面積 m ²												
延べ床面積 m ²												
建物高さ												
軒高さ m												
構造概要	各層高さ		X方向	1層	m	2層	m	3層	m	4層	m	
			Y方向	1層	m	2層	m	3層	m	4層	m	
	各層面積		X Y方向	1層	m ²	2層	m ²	3層	m ²	4層	m ²	
	方向名称		X方向				Y方向					
	スパン数		X方向				Y方向					
	スパン長		X方向				Y方向					
	建物長		X方向				Y方向					
	高さ幅比		X方向				Y方向					
	特殊形状		(
	構造種別											
	架構形状											
	架構種別		梁間				桁行					
	外周架構		梁間妻面				桁行					
			屋根面									
	鉄骨架構											
コンクリート		設計基準強度 () N/mm ²				コア本数 計 () 本						
		コア圧縮強度 () N/mm ²										
		診断用強度 () N/mm ²										
鉄筋		柱主筋	帯筋	梁主筋	肋筋	壁筋	床筋					
鉄骨		柱	梁	壁ブレース	屋根ブレース							
ボルト等												
層重量		X Y方向	1階	kN	2階	kN	3階	kN	4階	kN		
単位重量		X Y方向	1階	kN/m ²	2階	kN/m ²	3階	kN/m ²	4階	kN/m ²		
基礎形式												
支持力												
支持層												
支持深さ												
地盤種別												
地盤状況												
その他特記すべき建物概要及び構造概要												

§ 1 建築物及び耐震改修結果概要

1. 1 建築物及び構造概要

業務名												
発注者												
耐震診断	診断者							住所				
	診断年	平成	年	月				診断評価番号				
耐震改修	改修診断者							住所				
	改修診断年	平成	年	月								
建物概要	建物名称											
	所在地											
	設計者											
	施工者											
	規模	地下 階 ・ 地上 階 ・ 塔屋 階										
	竣工年	昭和 年 (経過年数 年)										
	用途											
	仕上	屋根	(
		外壁	(
		ギャラリ-床	(
面積	建築面積									m ²		
	延べ床面積									m ²		
建物高さ	軒高さ m											
各層高さ	X方向	1層	m	2層	m	3層	m	4層	m			
		Y方向	1層	m	2層	m	3層	m	4層	m		
各層面積	X Y方向	1層	m ²	2層	m ²	3層	m ²	4層	m ²			
方向名称	X方向					Y方向						
スパン数	X方向					Y方向						
スパン長	X方向					Y方向						
建物長	X方向					Y方向						
高さ幅比	X方向					Y方向						
特殊形状	(
構造種別												
架構形状												
架構種別	梁間					桁行						
外周架構	梁間妻面											
	桁行											
	屋根面											
鉄骨架構												
コンクリート	設計基準強度	() N/mm ²										
	コア圧縮強度	() N/mm ²								コア本数 計 () 本		
	診断用強度	() N/mm ²										
鉄筋	柱主筋	帯筋			梁主筋			助筋		壁筋	床筋	
	鉄骨	柱	梁			壁ブレース			屋根ブレース			
ボルト等												
補強材料	柱主筋	帯筋			梁主筋			助筋		壁筋	床筋	
	柱	梁			壁ブレース			屋根ブレース				
層重量	X Y方向	1階	kN	2階	kN	3階	kN	4階	kN			
改修後層重量	X Y方向	1階	kN	2階	kN	3階	kN	4階	kN			
単位重量	X Y方向	1階	kN/m ²	2階	kN/m ²	3階	kN/m ²	4階	kN/m ²			
改修後単位重量	X Y方向	1階	kN/m ²	2階	kN/m ²	3階	kN/m ²	4階	kN/m ²			
基礎形式												
支持力												
支持層												
支持深さ												
地盤種別												
地盤状況												
その他特記すべき建物概要及び構造概要												

3-2-7 1.2 耐震診断(改修)概要見本(鉄骨屋内運動場等用)

1. 2 耐震診断概要

1. 2. 1 耐震診断概要

診断次数		
適用図書		
現地調査	紛失図書を復元	
	建物被災履歴	
	図書と建物の相違	
	コンクリートひび割れ	
	レベル測定	
	寸法実測	
	配筋状況	
	基礎状況	
	EXP. Jの状況	
	鉄骨部材寸法	
	鉄骨仕口部	
	鉄骨継手部	
	鉄骨柱脚部	
	鉄骨発錆状況	
	コンクリートブロック	
	非構造部材	
諸数値の設定	I_{so}	直接設定(0.7 文部科学省による。)
	I_s	$I_s = E_o / (F_{es} \cdot Z \cdot R_t)$ 文部科学省による。
	E_s	$E_o = Q_u \cdot F / (\sum W_i \cdot A_i)$
	Z	0.9
	q	1.0
	R_t	1.0
	S_T	
	終局限界累積強度	$q = Q_u / (S_T \cdot F_{es} \cdot \sum W_i \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i)$
	鋼材規格	
	強度割増	
モデル化および計算手法	屋根面荷重伝達	
	保有水平耐力	
	仕口部	
	コンクリートブロック	
	非構造部材	
	節点振り分け法	
	仮想仕事法	
	荷重増分法	
	ゾーニング	
	内のり寸法位置	
	壁解析用外力分布	
	回転壁	
	下階壁抜け	
	地震時軸力変動	
	柱多段配筋	
	直交壁	
	境界梁	
	直交梁	
	スラブ筋	
	カットオフ筋	
部分スリット付き梁		
腰壁・垂れ壁付梁		
第2種構造要素		
使用プログラムソフト		
その他特記すべき 建物概要 及び構造概要		

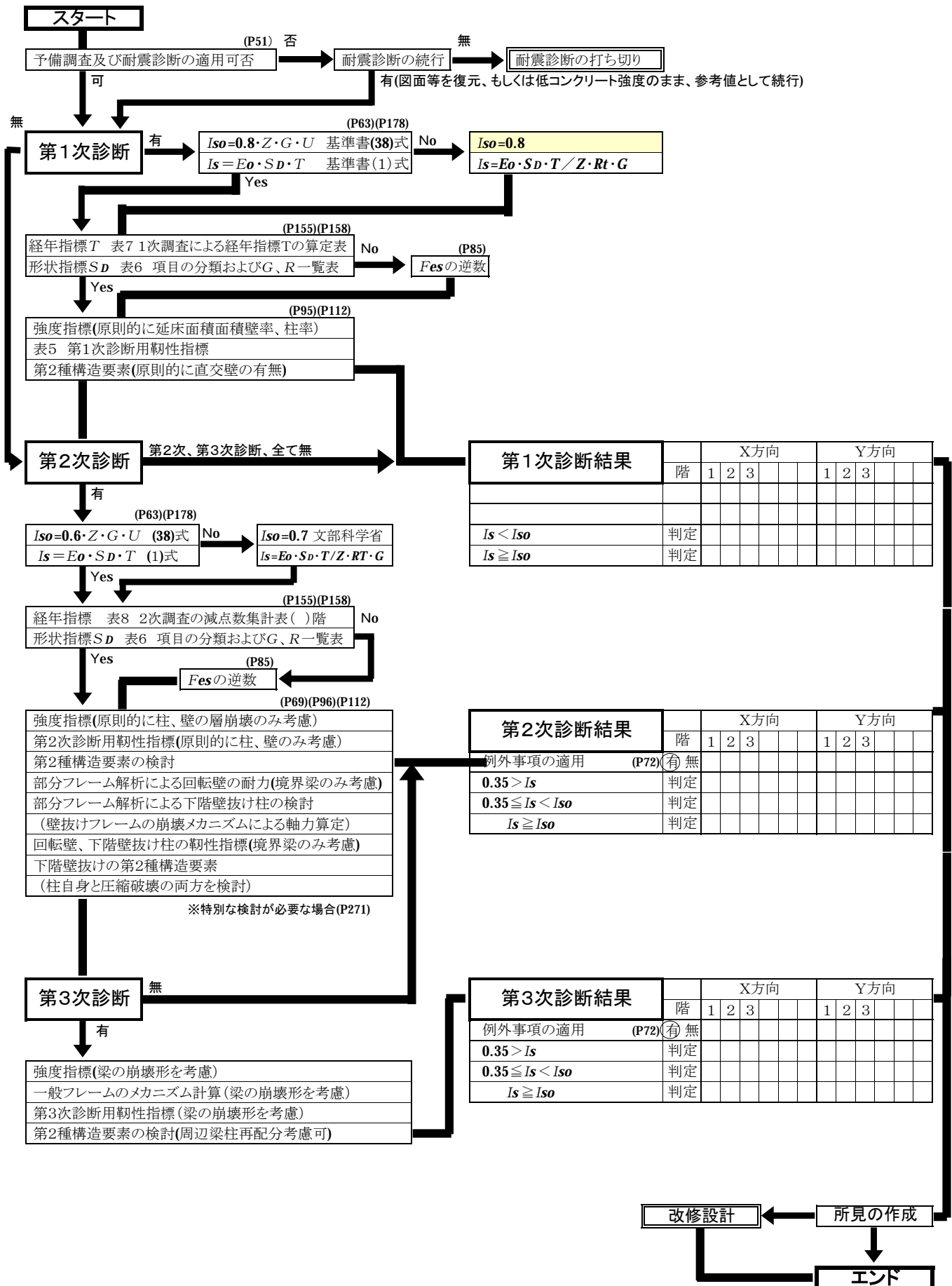
1. 2 耐震改修概要

1. 2. 1 耐震改修概要

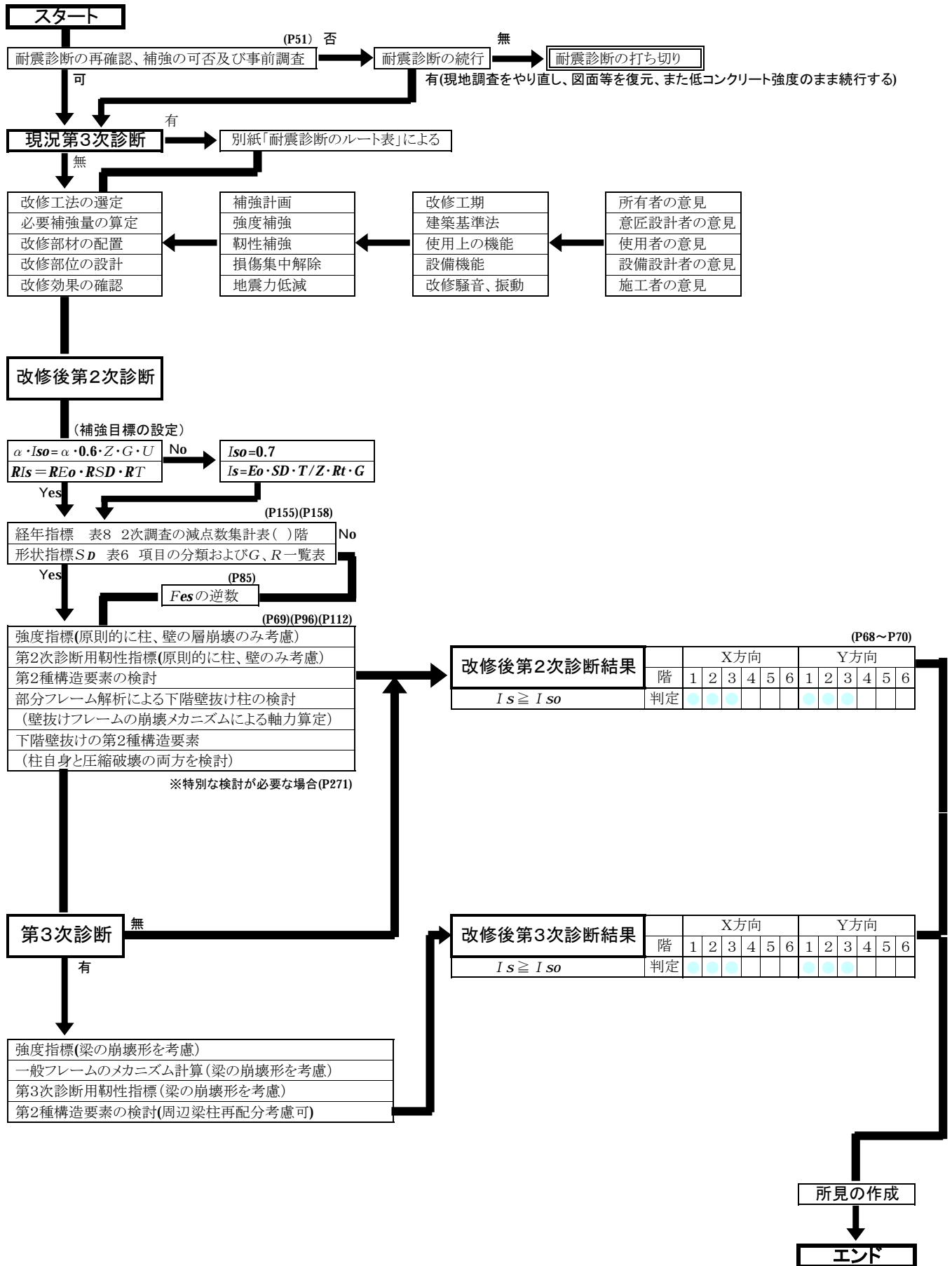
診断次数		
適用図書		
設計図書追加		
診断後の被災履歴		
追加現地調査		
コンクリートブロック調査		
非構造部材		
補強方法	X	方向
	Y	方向
架 構 補 強	梁間架構補強	
	妻面架構補強	
	桁行架構補強	
	屋根架構補強	
	現場溶接	
	EXP. Jの改修	
諸 数 値 の 設 定	I_{so}	直接設定(0.7 文部科学省による。)
	I_s	$I_s = E_o / (F_{es} \cdot Z \cdot R_t)$ 文部科学省による。
	E_s	$E_o = Q_u \cdot F / (\sum W_i \cdot A_i)$
	Z	0.9
	q	1.0
	R_t	1.0
	S_T	
	終局限界累積強度	$q = Q_u / (S_T \cdot F_{es} \cdot \sum W_i \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i)$
	鋼材規格	
	強度割増	
モ デ ル 化 お よ び 計 算 手 法	屋根面荷重伝達	
	保有水平耐力	
	仕口部	
	コンクリートブロック	
	非構造部材	
	節点振り分け法	
	仮想仕事法	
	荷重増分法	
	ゾーニング	
	内のり寸法位置	
	壁解析用外力分布	
	回転壁	
	下階壁抜け	
	地震時軸力変動	
	柱多段配筋	
	直交壁	
	境界梁	
	直交梁	
	スラブ筋	
	カットオフ筋	
部分スリット付き梁		
腰壁・垂れ壁付梁		
第2種構造要素		
使用プログラムソフト		
その他特記すべき 建物概要 及び構造概要		

3-2-8 1.3 診断(改修)のルート表

1.3 診断のルート表



1. 3 改修のルート表



3-2-9 1.4 耐震(改修)結果(文部科学省用、建防協用)

1-4 診断結果

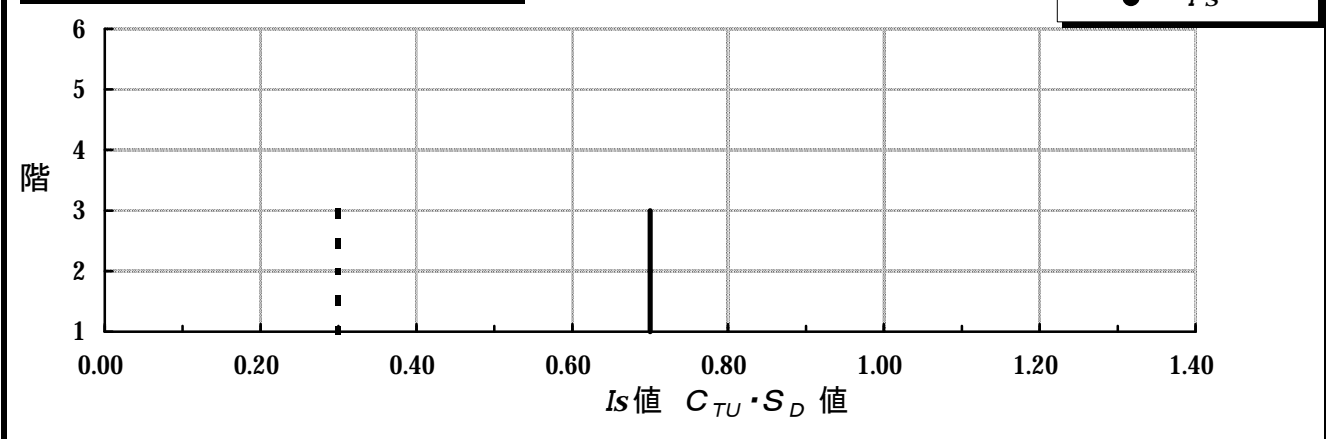
(文部科学省)

第 2 次診断									評価番号				
方向	階	F	Eo'	T	Eo	S _D	I _S	C _{TU} ・S _D	第2種構造要素候補			決定式	加力方向
									F=1.00	F=1.27	F=2.00		
X													
	3												
	2												
	1												
Y													
	3												
	2												
	1												

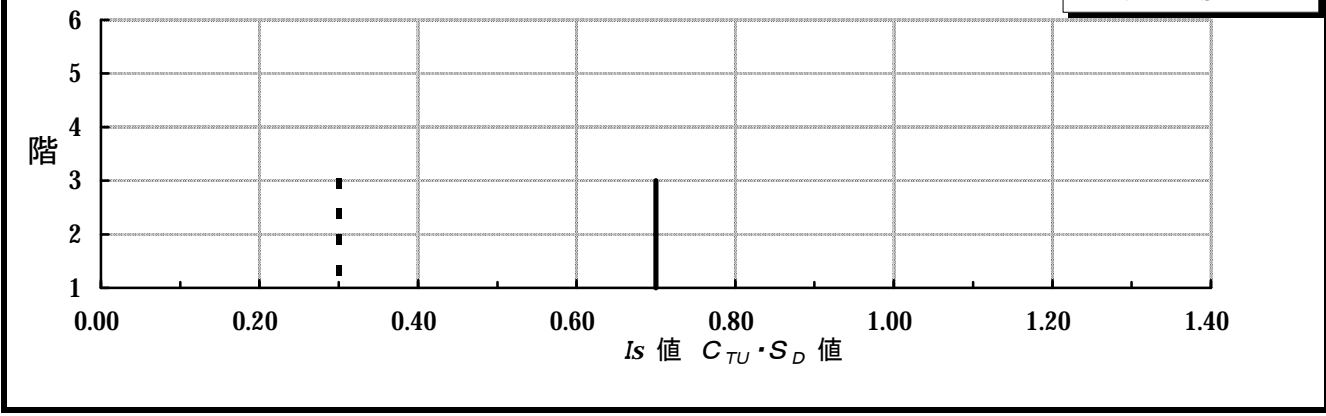
$I_s = E_o / ((1/S_D) \times Z \times R_t)$
 $E_o = E_o' \times T / G$
 目標 $C_{TU} \cdot S_D = 0.3$
 F : I_s 決定F値

地域係数 Z = 0.90 地盤指標 G = 1.00
 振動特性係数 R_t = 1.0
 経年指標 T = 0.96 構造耐震判定指標 I_{so} = 0.70

X方向 I_s 値及び C_{TU}・S_D 指標の分布



Y方向 I_s 値及び C_{TU}・S_D 指標の分布



1.4 診断結果

(建防協)

第 次診断		第2種構造要素候補										
方向	階	F	E_o	T	S_D	I_s	$C_{TU} \cdot S_D$	$F=1.00$	$F=1.27$	$F=2.00$	決定式	加力方向
X												
	3			1.00								
	2			1.00								
	1			1.00								
Y												
	3			1.00								
	2			1.00								
	1			1.00								

$I_s = E_o \cdot S_D \cdot T$

目標 $C_{TU} \cdot S_D = 0.3 \cdot Z \cdot G \cdot U = 0.27$

$E_s = 0.60$

$Z = 0.90$

$T = 1.00$

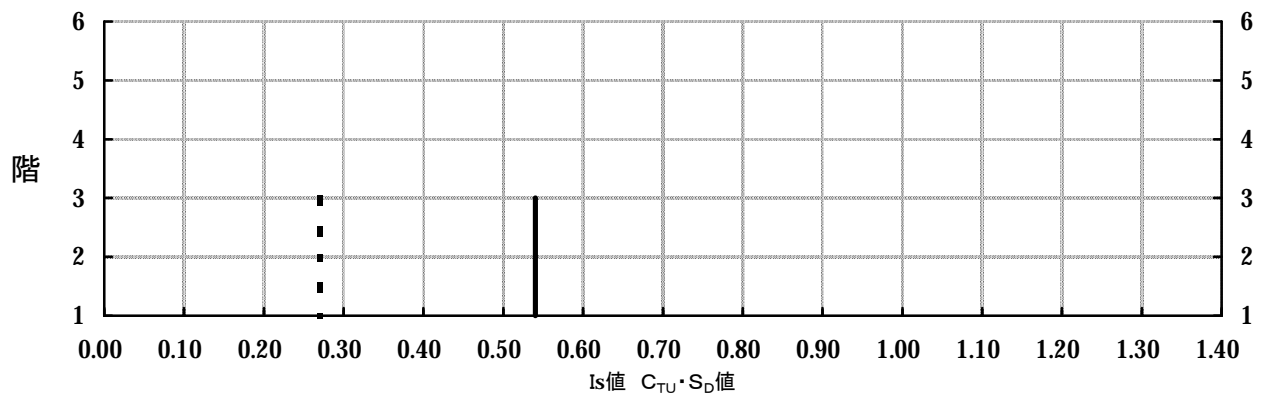
$G = 1.00$

$U = 1.00$

$I_{s0} = E_s \cdot Z \cdot G \cdot U = 0.54$

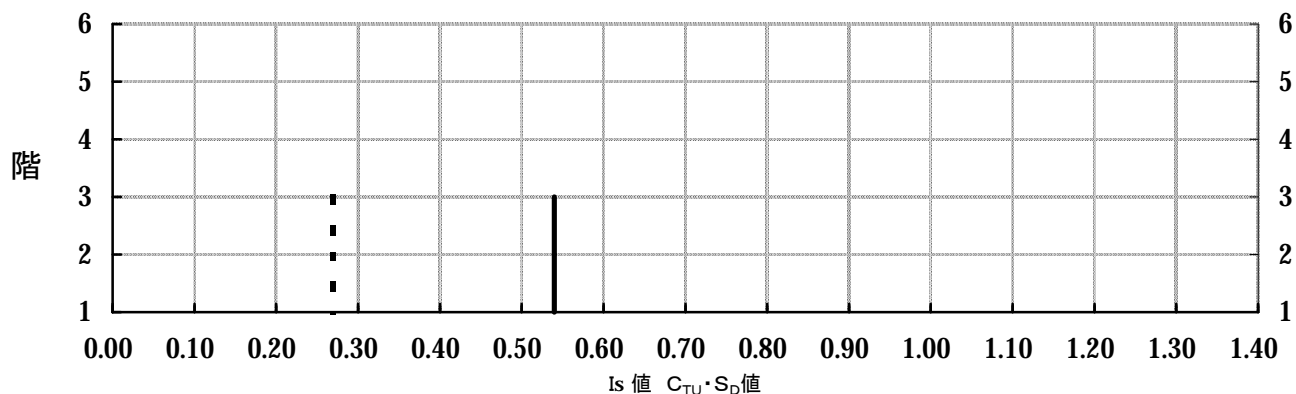
X方向 I_s 値及び $C_{TU} \cdot S_D$ 指標の分布

---○--- $C_{TU} \cdot S_D$
 —●— I_s



Y方向 I_s 値及び $C_{TU} \cdot S_D$ 指標の分布

---○--- $C_{TU} \cdot S_D$
 —●— I_s



1.4 改修結果

(文部科学省)

現況 第		次診断						評価番号			決定式	加力方向
方向	階	F	Eo	T	SD	Is	CTU・SD	第2種構造要素候補				
								F=1.00	F=1.27	F=2.00		
X	6											
	5											
	4											
	3											
	2											
	1											
Y	6											
	5											
	4											
	3											
	2											
	1											

改修後 第		次診断						評価番号			決定式	加力方向
方向	階	F	Eo	T	SD	Is	CTU・SD	第2種構造要素候補				
								F=1.00	F=1.27	F=2.00		
X	6											
	5											
	4											
	3											
	2											
	1											
Y	6											
	5											
	4											
	3											
	2											
	1											

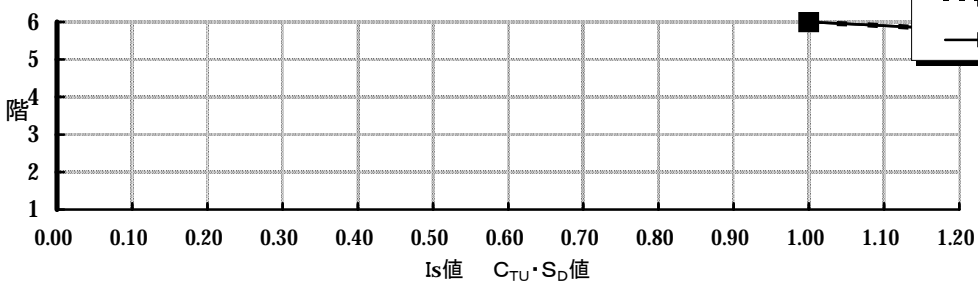
Es = 0.60

$$I_s = E_o / ((1/S_D) \times Z \times R_t)$$

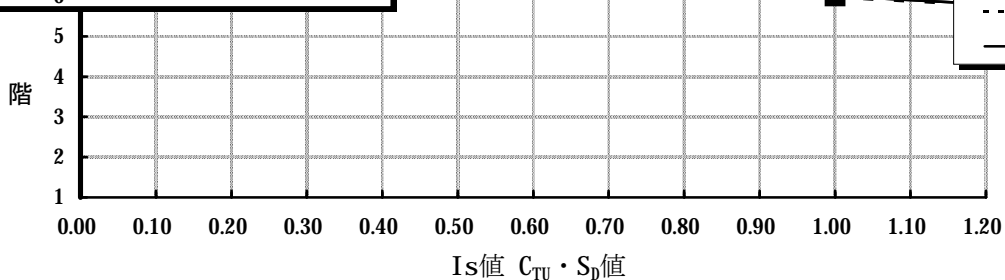
$$E_o = E_o' \times T / G$$
 目標 $C_{TU} \cdot S_D = 0.3$
 F : Is 決定 F 値

地域係数 $Z = 0.90$ 地盤指標 $G = 1.00$
 振動特性係数 $R_t = 1.0$
 経年指標 $T = 0.96$ 構造耐震判定指標 $I_{so} = 0.70$

X方向 Is 値及びCTU・SD指標の分布



Y方向 Is 値及びCTU・SD指標の分布



1.4 改修結果

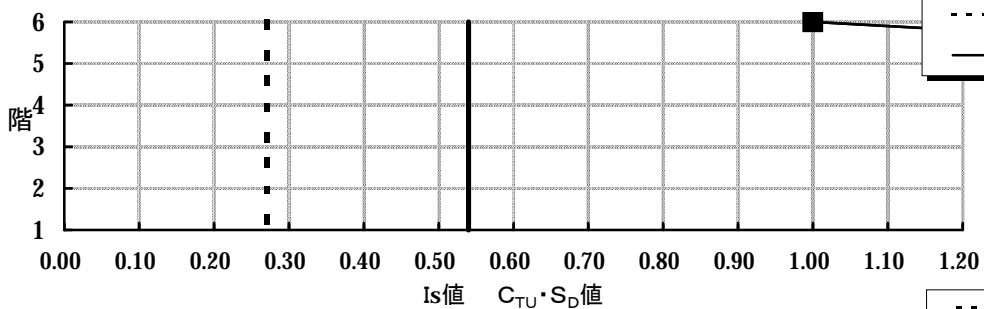
(建防協)

現況 第		次診断						評価番号			決定式	加力方向
方向	階	F	Eo	T	SD	Is	CTU・SD	第2種構造要素候補				
								F=1.00	F=1.27	F=2.00		
X	6											
	5											
	4											
	3											
	2											
	1											
Y	6											
	5											
	4											
	3											
	2											
	1											

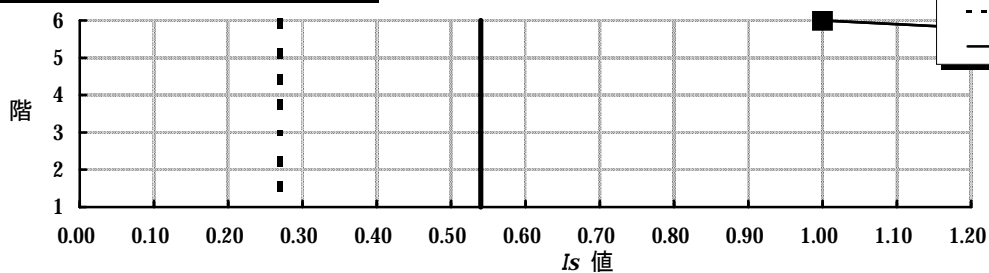
改修後 第		次診断						評価番号			決定式	加力方向
方向	階	F	Eo	T	SD	Is	CTU・SD	第2種構造要素候補				
								F=1.00	F=1.27	F=2.00		
X	6											
	5											
	4											
	3											
	2											
	1											
Y	6											
	5											
	4											
	3											
	2											
	1											

$Is = Eo \cdot S_D \cdot T$ $E_S = 0.60$ $Z = 0.90$ $G = 1.00$
 $T = 1.00$ $U = 1.00$
 目標 $C_{TU} \cdot S_D = 0.3 \cdot Z \cdot G \cdot U = 0.27$ $I_{so} = E_S \cdot Z \cdot G \cdot U = 0.54$

X方向 Is値及びCTU・SD指標の分布



Y方向 Is値及びCTU・SD指標の分布



3-2-10 1.3 耐震(改修)結果(屋内運動場等用)

1.3 耐震診断結果

1.3.1 診断結果

X方向架構種別		B		タイプ		桁行 方向			目標 q = 1.0		I _{so} = 0.70	
Y方向架構種別		S1		タイプ		梁間 方向						
方向	ゾーニング	層	W _i (kN)	ΣW _i (kN)	A _i	Q _u (kN)	F 値	F _{es}	q	E _o	I _s	備考
X	B	2	500	500	1.63	200	2.20	1.50	0.65	0.54	0.36	正加力
		1	1100	1600	1.00	400	1.30	1.00	1.00	0.33	0.33	正加力
Y		2										
		1										

$$I_s = E_o / (F_{es} \cdot Z \cdot R_t)$$

$$Z = 1.00$$

$$E_o = Q_u \cdot F / (\Sigma W_i \cdot A_i)$$

$$S T = 0.25 \quad (\text{S造})$$

$$R_t = 1.00$$

$$q = Q_u / (S T \cdot F_{es} \cdot \Sigma W_i \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i)$$

$$T = T_c = 0.60$$

ゾーニング図

3-2-11 1.3 耐震(改修)結果(屋内運動場等ゾーニング用)

1.3.2 ゾーニング毎の耐震診断結果 (X方向)

架構種別		B			タイプ			桁行 方向			目標 q = 1.0		I _{so} = 0.70	
方向	ゾーニング	層	W _i (kN)	ΣW _i (kN)	A _i	Q _u (kN)	F 値	F _{es}	q	E _o	I _s	備考		
X	B	2	400	400	1.63	200	2.20	1.50	0.82	0.67	0.45	正加力		
		1	1000	1400	1.00	400	1.30	1.00	1.14	0.37	0.37			
		2	500	500	1.63	200	2.20	1.50	0.65	0.54	0.36	負加力		
		1	1100	1600	1.00	400	1.30	1.00	1.00	0.33	0.33			
			2											
			1											
			2											
			1											
			2											
			1											
			2											
			1											
			2											
			1											
			2											
			1											
		2												
		1												
		2												
		1												
		2												
		1												
		2												
		1												

$$I_s = E_o / (F_{es} \cdot Z \cdot R_t)$$

$$E_o = Q_u \cdot F / (\Sigma W_i \cdot A_i)$$

$$q = Q_u / (ST \cdot F_{es} \cdot \Sigma W_i \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i)$$

$Z = 1.00$
 $R_t = 1.00$
 $T = T_c = 0.60$

$ST = 0.25$ (S造)