

判定事例による質疑事項と設計者の対応集

Ver.2016.3.24

一般財団法人福岡県建築住宅センター
九州住宅保証株式会社

はじめに

平成19年6月20日施行された改正建築基準法により、建築確認審査の過程の中で高度な工学的判断を含む構造計算の適合性については指定構造計算適合性判定機関の判定が義務付けられました。この改正建築基準法施行から8年が経過しますが、この間福岡県内の建築確認申請約7,000件について判定を行ってまいりました。

この「判定事例による質疑事項と設計者の対応集」は、これまでの構造計算適合性判定における質疑の中から追加検討の多い項目を抽出し、それぞれの項目を構造別に検索できるようにまとめたものです。今回は、2015年6月に「2015年版建築物の構造関係技術基準解説書」が改訂されたことを受けて見直しを行いました。

「2015年版建築物の構造関係技術基準解説書」の内容と一部重複する項目がありますが、具体的な事例を主眼として整理しています。

なお、本書は構造設計者の工学的な設計の自由を制限するものではありません。作成の趣旨をご理解の上、設計者の皆様が構造計算適合性判定を要する確認申請を行う際の参考にして頂ければ幸いです。

平成28年3月24日

編 集	一般財団法人 福岡県建築住宅センター 九州住宅保証株式会社
編集協力	福岡県五特定行政庁 一般社団法人 福岡県建築士事務所協会 一般社団法人 日本建築構造技術者協会 九州支部 福岡建築構造設計事務所協会

平成24年8月（初版）
平成26年3月（第1次改訂版）
平成28年3月（第2次改訂版）

目 次

I. 構造計算の注意点

1. 基本事項

- 1.1 構造上の特徴等の記載
 - 1) 構造上の特徴、構造計算方針、適用する基準等、使用するプログラムの概要
 - 2) 福岡市建築基準法施行条例の保有水平耐力の割り増し及び重要度係数（用途係数）の取り扱い
- 1.2 認定書
- 1.3 構造計算
 - 1) 計算ルート
 - 2) 方向別の計算ルート
 - 3) エキスパンションジョイント等によって分割された建築物に係る構造計算の取り扱い
 - 4) 塔状比の幅と高さの取り方
 - 5) 構造計算上地下階として取り扱う例

2. 荷重・外力

- 2.1 固定荷重及び積載荷重
- 2.2 特殊荷重
- 2.3 駐車場の落下防止衝突衝撃荷重
- 2.4 風圧力
- 2.5 地震力

3. 材料強度等

- 3.1 高強度鉄筋 SD490

4. 構造計算の方法

- 4.1 許容応力度計算、許容応力度等計算
 - 1) 耐力壁を有する剛節架構の柱のせん断割り増し
 - 2) 4本柱等冗長性の低い建築物
 - 3) 水平震度による突き出し部に作用する応力の割り増し
 - 4) 鉛直震度による突き出し部に作用する応力の割り増し
- 4.2 保有水平耐力
 - 1) 保有水平耐力計算における浮き上がりの考慮
 - 2) 保有水平耐力計算時の外力分布
 - 3) 保有水平耐力時の変形
- 4.3 高さが45mを超え、60m以下のRC造建築物

II. 構造計算適合性判定事例による指摘事項と設計者の対応例

1. 鉄骨造

- 1.1 層間変形角、剛性率、偏心率の算定根拠
 - 1) 層間変形角、剛性率
 - 2) 偏心率
- 1.2 地中梁のない基礎のモデル化
- 1.3 柱梁の剛性増大率
 - 1) スラブによる梁剛性への影響
 - 2) 地中梁増し打ちコンクリート柱剛性への考慮
 - 3) 根巻き柱脚の剛性への考慮
 - 4) 焼き抜き栓溶接による剛床仮定
- 1.4 屋根ブレース、鉛直軸ブレース、勾配屋根
 - 1) 屋根ブレース
 - 2) 勾配屋根の梁の軸力考慮
 - 3) ブレース構面の梁の軸力
 - 4) 屋根の水平力の軸ブレースへの伝達
 - 5) ブレースと柱芯のずれによる偏心
- 1.5 長さが100mを超える建築物の温度変化の影響による部材の伸縮と応力
- 1.6 間柱からの風圧力を受ける梁
- 1.7 柱の座屈長さ
- 1.8 梁の取り付けかない柱の断面算定
- 1.9 柱脚ピンモデルでのアンカーボルトの剛性による影響
- 1.10 梁貫通孔
- 1.11 横補剛
 - 1) 横補剛材の剛性と強度
 - 2) 横補剛材と小梁との兼用
 - 3) 横補剛材の水平移動の拘束
- 1.12 接合部
 - 1) ダイアフラムの材質
 - 2) 柱サイズが異なる場合のダイアフラム
 - 3) 冷間成形角型鋼管柱接合部の面外方向の変形
- 1.13 露出柱脚ベースプレートの曲げ考慮
- 1.14 露出型柱脚
- 1.15 根巻型柱脚
- 1.16 埋込型柱脚
- 1.17 ブレースの取り付け柱脚のベースプレートとアンカーボルト
- 1.18 アンカーボルト
- 1.19 クレーン
 - 1) クレーン荷重
 - 2) クレーンガーダー及び受けはねだし梁、バックガーダー
 - 3) 重心計算用クレーンの配置
 - 4) クレーン荷重による柱への中間荷重
- 1.20 保有水平耐力計算方針
 - 1) 冷間成形角型鋼管の局部崩壊形の耐力低減
 - 2) 横補剛を満足しないFD部材のDsと保有水平耐力

- 3) 柱脚の μ と D_s
- 4) 保有水平耐力時の変形
- 1.21 K形ブレースの保有水平耐力（圧縮ブレース）
- 1.22 引張ブレースの保有水平耐力
- 1.23 トラス梁の保有水平耐力
- 1.24 充腹柱とトラス梁の保有水平耐力
- 1.25 大梁の端部曲げ耐力のウェブ考慮
- 1.26 多層にまたがる通し柱の部材ランク
- 1.27 剛床仮定解除時の偏心率計算

2. 鉄筋コンクリート造

- 2.1 剛性、モデル化
 - 1) スリット（三方）による剛性評価
 - 2) 腰壁・垂れ壁付きの剛性評価
 - 3) そで壁付き柱の剛性評価
 - 4) 偏心率、剛性率算定時の二次壁の評価
- 2.2 耐力壁の開口低減
- 2.3 逆梁の剛性と応力補正
- 2.4 方立て壁の影響
- 2.5 基礎の偏心による応力
- 2.6 杭頭曲げモーメントの処理
- 2.7 基礎梁増し打ちコンクリートによる1階柱の可撓長さ
- 2.8 大梁・柱の断面算定位置
- 2.9 柱梁接合部
- 2.10 片持ちスラブ
- 2.11 ボイドスラブ
- 2.12 梁貫通補強
- 2.13 基礎梁と柱のコンクリート強度に差がある場合
- 2.14 耐震壁の下階が柱（壁抜け）となる2階梁の検討
- 2.15 二次壁（方立て壁）の取り扱い
- 2.16 三方スリット壁の面外方向の検討
- 2.17 耐圧版の端部曲げモーメントの処理
- 2.18 鉄筋の継ぎ手及び定着
- 2.19 大梁の付着及びカットオフ筋の付着割裂の検討
- 2.20 梁の終局曲げ強度 μ にスラブ筋の考慮
- 2.21 柱の終局曲げモーメント
- 2.22 崩壊メカニズムとせん断保証
- 2.23 連層耐震壁付きラーメンの崩壊メカニズム
- 2.24 保有水平耐力時の変形
- 2.25 ピロティ柱の検討
- 2.26 全体崩壊形の確認
- 2.27 柱梁の危険断面位置
- 2.28 共同住宅等耐力壁付きラーメン、妻フレームラーメン架構の D_s

3. 鉄骨鉄筋コンクリート造

- 3.1 大梁のジョイント位置での断面検討
- 3.2 SRC 柱の部材種別
- 3.3 非埋め込み柱脚の部材種別

4. プレストレスコンクリート造

- 4.1 計算ルートとせん断設計
- 4.2 緊張力による RC 造の取り扱い

5. 地盤及び基礎

- 5.1 地質調査
- 5.2 地盤種別
- 5.3 液状化
- 5.4 地盤改良
- 5.5 杭頭の曲げモーメント
- 5.6 CPRC 杭
- 5.7 1階非剛床の水平力分担
- 5.8 杭鉄筋の重ね継手
- 5.9 基礎梁の取り付けかない基礎
- 5.10 2本杭の面外方向の杭頭曲げ
- 5.11 杭基礎の浮き上がり
- 5.12 土間コンクリートの荷重と剛性
- 5.13 土間コンクリートの剛床仮定
- 5.14 基礎スラブの厚さが薄い偏心基礎

I. 構造計算の注意点

1. 基本事項

1.1 構造上の特徴等の記載

1) 構造上の特徴、構造計算方針、適用する構造計算（基準等）、使用するプログラムの概要は構造計算書の一部として記載してください。

① 構造上の特徴

・ 上部構造 基礎構造

② 構造計算方針

・ 上部構造 計算ルート、モデル化
・ 基礎構造 地盤耐力、液状化、杭工法、

③ 使用材料、許容応力度

④ 使用するプログラム 応力解析 一貫計算 二次部材計算

⑤ 構造計算書の構成が分かる目次の添付

2) 福岡市建築基準法施行条例の保有水平耐力の割り増し及び重要度係数（用途係数）の取り扱い福岡市内の判定物件において、設計方針に明記された保有水平耐力の割り増し及び重要度係数（用途係数）については、構造計算書の整合性の適否を確認します。

1.2 認定書

認定工法等、判定に認定条件の確認が必要な場合は認定書の写しを添付してください。

1.3 構造計算

1) 計算ルート

・ X、Y方向別に計算ルートは適用できます。（高さ方向に構造が異なる場合は同一計算ルート）併用構造（混構造）は、施行令第36条の2第四号及び平19国交告第593号第三、四号に該当する場合はルート2以上が適用されます。特に、柱が鉄筋コンクリート造、屋根が鉄骨造の体育館や武道場等は、鉄筋コンクリート造と鉄骨造の併用構造に該当する場合がありますので注意が必要です。

2) 方向別の計算ルート（平27国交告第189号）

・ 方向別にルート3とルート2あるいはルート1で構造計算を行った場合は下位（ルート2あるいはルート1）の仕様規定が適用されます。

仕様規定とは施行令第3章のうち、第8節（構造計算）以外の構造方法に関する諸規定のことです。（ex. 鉄筋の継ぎ手、定着など）

・ 一部の仕様規定は保有水平耐力計算を行う事で適用を除外することができると定められていますが、建築物全体を施行令第81条第2項第1号イによる構造計算（保有水平耐力計算）を行っていない場合は、適用を除外することはできません。従って、例えばRC造で柱のせん断補強筋比や耐力壁内部の配筋等の仕様規定は満足する必要があります。

（2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P14, P44 参照）

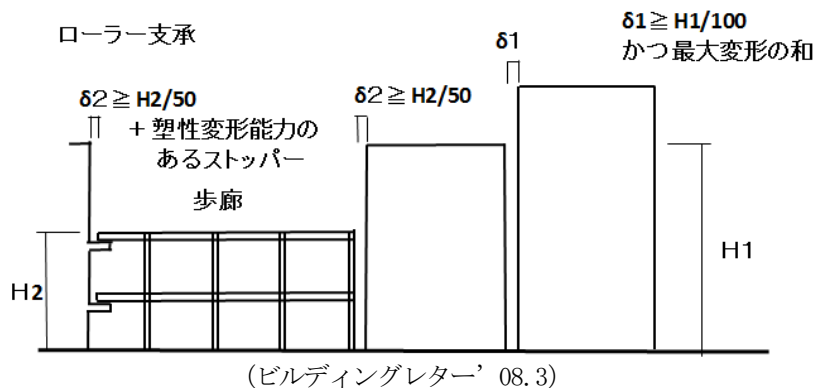
3) エキスパンションジョイント等によって分割された建築物に係る構造計算の取り扱い（法第20条第2項、令第36条の4）

・ 構造計算上別棟と見なせる場合の取り扱い

法第20条第1項に規定する基準の適用上一の建物であっても別の建築物とみなすことができる部分として政令で定める部分が二以上ある建築物の当該建築物の部分は、同項の規定の適用については、それぞれ別の建築物と見なします。

別の建築物と見なすことができる部分は、建築物の二以上の部分がエキスパンションジョイントその他の相互に応力を伝えない構造方法のみで接している場合における当該建築物の部分となります。
 (2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P23、P751 参照)

・エキスパンションジョイントのクリアランス

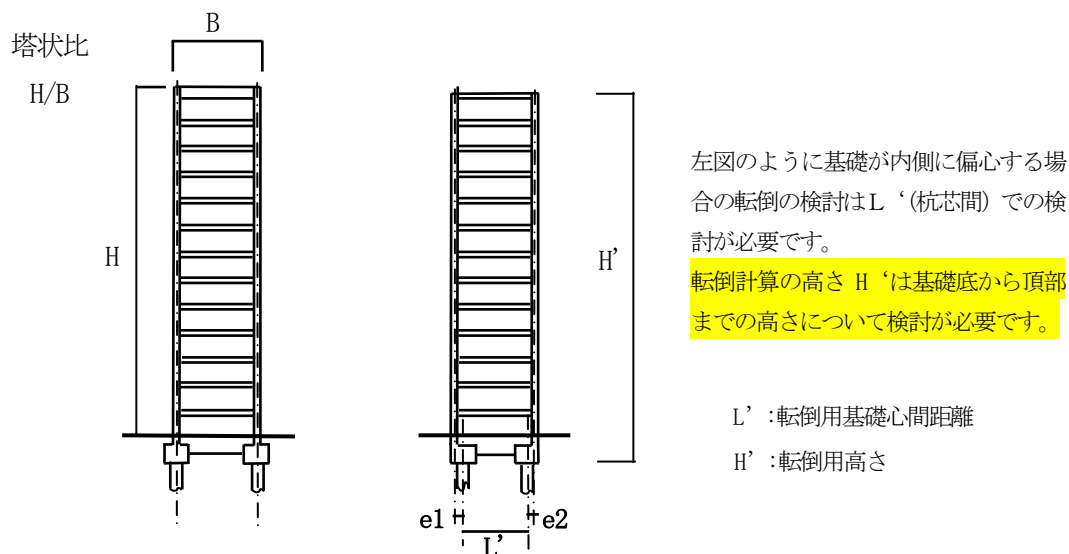


- ①構造的に分離した別棟がある場合は、相互の間隔の確保は許容応力度計算の水平力に対して建築物の衝突がない間隔が必要です。
 地上部分の相互の間隔は、 $1/100 \times H$ 以上かつ一次設計時の最大変形の絶対値の和以上の確保が必要です。ただし、壁式構造等変形が小さい建物では工学的に建物の衝突による損傷がないことを確かめた場合は実状に応じた相互の間隔としてもかまわない。
 鉄骨造は中地震時の層間変形角の制限値 ($1/200$) の緩和 ($1/120$) があるので適切に割り増しを行って下さい。
- ②歩廊を設ける場合にあつては、建築物が離間する方向の検討として、保有水平耐力のクライテリアとして定めた水平変形 ($1/100$ とした場合は $1/50 \times H$ の変形による離間距離) を想定した設計であるか確認します。
 歩廊の先端をローラー支承で支持するような形式では、支承からの脱落が非常に危険であることから、保有水平耐力時の変形量に対して、十分余裕のある塑性変形能力のあるストッパー等を設けてあるか確認します。
- ③エキスパンションジョイント及びカバーは、その部分が避難経路となる等、災害時に人の通行を想定する場合にあつては、中地震では金具も衝突しないようにする必要があります。 $1/50 \times H$ の変形量(離隔寸法)は最低限の間隔の目安であり、鉄骨造等の D_s の小さな靱性型建物の脱落防止には変形量を大きく割増すことが必要です。カバーの構造にも注意が必要です。

4) 塔状比の幅と高さの取り方

- ・建築物の地上部分の塔状比（計算しようとする方向における架構の幅に対する高さの比をいう。）は次の通りとします。

（平19国交告第594号第4の5）（2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P340, P345 参照）

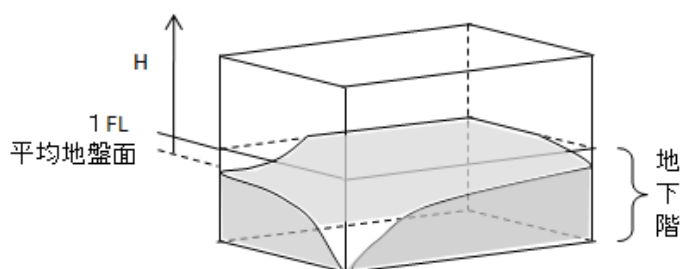


幅 B は建物の重心位置の柱の外側とし、塔状比が4を超える建物は転倒の検討を行ってください。また、転倒の検討を行う場合は杭心間、高さは当該建物の振動上有効な高さにて計算を行う必要があります。

例えば、陸屋根の場合はパラペットではなく頂部横架材または水下コンクリート天端をとること、山形架構の場合は屋根の平均高さをとること等が考えられます。（転倒モーメントの計算を行う場合は、基礎底から頂部までの高さについて検討が必要です）

5) 構造上地下階として取り扱う例

- ・地下階の2/3以上が全て地盤と接している場合、又は地下部分の外周囲が全周の75%以上が地盤と接している場合は地下階として取り扱うことができます。
- 一方の壁面が地盤に接していない場合は、振動性状に合わせて解析する必要があります。



2. 荷重・外力

2.1 固定荷重及び積載荷重

- 1) 積載荷重は施行令 85 条以外を採用する場合は、積載荷重の算定根拠を明記してください。
(教室、店舗、集会所等の廊下、階段の積載荷重は床用 3, 500、架構用 3, 200、地震用 2, 100 N/m²)

2.2 特殊荷重

- 1) 機械重量は詳細なローディングデータ（意匠図や設備図と整合しているもので、設計で用いたあるいは想定した資料）を添付してください。

2) 地下構造物に作用する水圧の評価に当たっては、建築物の供用期間、地下水位の季節変動、地下水位の経年変化、洪水時水位、豪雨時水位などを適切に考慮する必要があります。（乾期に地盤調査を行う場合は注意が必要です）

2.3 駐車場の落下防止衝突衝撃荷重（車両重量 2 t、20km/h）

（2015 年版建築物の構造関係技術基準解説書 P313 参照）

- 1) 落下防止衝突衝撃荷重は 250kN、衝突位置は床面から 60cm、衝撃力の分布幅は 160cm とします。
- 2) 部材（接合部含む）の塑性変形能力により衝撃を吸収できるものとします。（保有耐力接合等接合部に余裕のあるもの）
- 3) 装置に S S 材又は同等以上の材料を使用する場合は短期許容応力度を 1.5 倍まで割り増して許容応力度設計を行うことも可能です。

2.4 風圧力

- 1) 風荷重時のたわみ（変形）は仕上げ材に支障のないことを確認します。

2.5 地震力

- 1) 固有周期計算に用いる高さは、屋根に勾配のある場合は屋根勾配の平均高さを採用してください。
- 2) 多剛床（ツインタワー等）の建物や特殊な形態の建物は、それぞれの剛床部分による A_i が算定されているかなど、実況に応じた地震時水平力にて検討してください。

3. 材料強度等

3.1 高強度鉄筋 SD490

- ・高強度鉄筋 SD490 を使用する場合は、コンクリート強度を F_{c24} 以上とすれば RC 規準（1999、2010）を適用できます。
- ・付着の検討は RC 規準（1991、2010）による設計を適用できます。（許容応力度計算）
- ・高強度鉄筋（SD490）、太径鉄筋（D32 を超えるもの、シアスパン比の小さいもの）は付着割裂の計算を行う必要があります。（付着割裂については 2.19 P33, 34 参照）
- ・ $\mu = 0.9 a_t \cdot \sigma_y \cdot d$ を使用する場合は、釣り合い鉄筋比以下、 $P_t < 2.0\%$ において適用できます。
 σ_y については、強度の割り増しは行わない。（1.0 倍）
- ・ $P_t \geq 2.0\%$ の場合は靱性指針式の μ を採用することができます。
(靱性保証型耐震設計指針・同解説 P97, (解 5.2.2) 式、P104, 設計例の μ が参考になります。RC 規準 1991 付録 20 も参考になります。(原式は AC I 318 規準))

4. 構造計算の方法

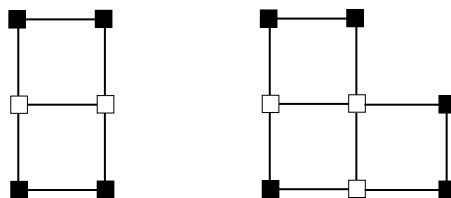
4.1 許容応力度計算（一次設計）、許容応力度等計算

1) 耐力壁を有する剛節架構の柱のせん断割り増し

平 19 国交告第 594 号第 2 第三号イの規定に基づき、地震時に当該階の耐力壁が負担するせん断力の和が、当該階に作用する地震力の 50%を超える場合は当該柱が支える部分の固定荷重と積載荷重の和に地震時層せん断力係数を乗じた数値の 0.25 倍以上のせん断力が作用するものとした柱の応力度が許容応力度以下であることを確認する必要があります。（長期応力の NL でないことに注意）

2) 4 本柱等冗長性の低い建築物（常時荷重の 20%以上支持する出隅柱含む下図の ■ 印の柱）

平 19 国交告第 594 号第 2 第三号ロの規定に該当する建築物は、45 度方向の解析が必要です。または、一次設計用地震せん断力係数を 1.25 倍 ($C_0=0.25$ 以上) とする検討を行ってください。このとき、規定の趣旨は上部構造に一定の耐力を確保することであるため、地下部分についてこのような割増しが必要となるのは、上部架構の耐力の確保に関連する部分（たとえば柱脚における引き抜きの検討など）に限られます。（2015 年版建築物の構造関係技術基準解説書 P323 参照）



また、上層階が 4 本柱となる建築物においても、45 度方向の検討、または当該階の一次設計用地震層せん断力係数を 1.25 倍 ($C_0=0.25$ 以上) による応力割り増しの検討を行い、直下階まで応力を配分して検討してください。

3) 水平震度による突き出し部に作用する応力の割り増し

平 19 国交告第 594 号第 2 第三号ハの規定に該当する部分（地階を除く階数が 4 以上又は高さが 20m を超える建築物で水平方向に突出する屋外階段など）は、水平震度 1.0Z 以上による検討が必要です。

4) 鉛直震度による突き出し部に作用する応力の割り増し

平 19 国交告第 594 号第 2 第三号ニの規定に該当する部分（外壁から突出する部分の長さが 2m を超える片持ちバルコニーなど）は、鉛直震度 1.0Z 以上による検討が必要です。

4.2 保有水平耐力

1) 保有水平耐力計算における浮き上がりの考慮

- ・基礎固定として各階の崩壊形を確認し D_s を定めます。保有水平耐力（確認できた保有水平耐力）の計算も基礎固定とした耐力を保有水平耐力とすることができます。
- ・ただし、保有水平耐力の計算をするにあたって、プランによって部分的に低層となっている耐力壁の脚部等で早期に浮き上がりが生じているにも関わらず、基礎固定のまま増分解析を続行すると、せん断耐力が増加する場合があります。このような場合は、浮き上がりを考慮した追加検討が必要となります。
- ・崩壊形には転倒（全体の浮き上がり）は含まれていませんので、 D_s 判定においても転倒崩壊形として数値を設定することができません。
- ・また、塔状比が 4 を超える建築物の場合は、H19 国交告第 594 号第 4 第五号の規定により、建築物全体が浮き上がりによる転倒を防止するための検討が別途必要になります。

2) 保有水平耐力計算時の外力分布

- ・崩壊形が全体崩壊形（例えば、梁ヒンジ、1階柱脚、最上階柱頭ヒンジ）の場合は Q_{un} 分布が適用できます。
- ・部分崩壊あるいは局部崩壊以外の層が全体崩壊形であれば、部分崩壊、局部崩壊する層以外の層は Q_{un} 分布が適用できます。ただし、部分崩壊、局部崩壊する層は A_i 分布に基づく外力分布により算定する必要があります。
- ・建築物の振動特性に関する特別な調査又は研究によって、 Q_{un} 分布を用いることができると確認されたとき、例えば、 A_i 分布に基づく外力分布によって上層部が部分崩壊形となる建築物であり、かつ、崩壊層以外の下層について最大の D_s を設定した建築物について、最大の D_s を設定した下層の保有水平耐力を算出する時には Q_{un} 分布を用いることができます。（2015年版建築物の構造関係技術基準解説書P342参照）
- ・ D_s の算定は A_i 分布による増分解析を行い、大半の階で主要部材に塑性ヒンジが生じ、層間変形角が $1/50$ を超えていれば、余耐力法等により未ヒンジ部材に塑性ヒンジを仮定して崩壊形を確認します。（2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P394参照）

3) 保有水平耐力時の変形

- ・RC造、SRC造のラーメン架構では層間変形角 $1/100$ 程度、連層耐力壁付きラーメン架構では層間変形角 $1/150$ 程度とすることが望ましい。
（層間変形角 $1/100$ を超えた場合は、 $P-\Delta$ 効果等の検討が必要な場合があります。）
- ・S造では層間変形角 $1/75$ 程度が望ましいが、工場や倉庫等で仕上げ材や建具が変形に追従できる場合でも $1/50$ 程度とすることが望ましい。

4.3 高さが45mを超え、60m以下のRC造建築物

- 1) 平面形状、立面形状は整形で偏心や吹き抜けが無く無理のない形状とする。架構形式は、純ラーメン又は壁付ラーメン架構で靱性及び強度のある架構形式とし、ラーメン架構では柱梁耐力比や軸力比が適切であり、隅柱の2軸曲げを考慮する事。また、保有水平耐力に余裕のある等の設計クライテリア設定への配慮が必要となります。
- 2) 基礎は密実で堅牢な地盤に杭又は直接基礎により支持され、液状化や圧密沈下等の検討を十分行う必要があります。
- 3) 設計者が定めるクライテリアの設定には下記の文献等が参考になります。
 - 2007年版建築物の構造関係技術基準解説書（付録1-7）
 - 建築構造設計指針（2010 社団法人 東京都建築士事務所協会）
 - 評定・評価を踏まえた高層建築物の構造設計実務（財日本建築センター）

II. 構造計算適合性判定事例による指摘事項と設計者の対応例

【 】内は注意事項

〔 〕内は参考

「対応例」は、ひとつの例を示すものであり、他の設計を否定するものではありません。
また、建物の構造的性状によっては他の手法が望ましい場合もありますのでご注意ください。

1. 鉄骨造

1.1 層間変形角、剛性率、偏心率の算定根拠について説明してください。

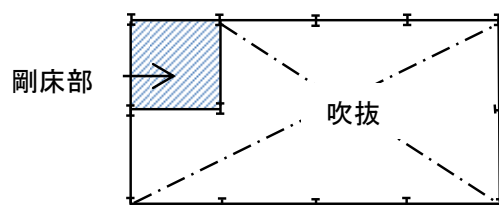
設計者の対応例

1) 層間変形角、剛性率

- ・鉄骨造でスラブの剛性を考慮しない（スタッド等の拘束のない）ので、鉄骨梁天間で算定した。
- ・土間コンクリートの場合は基礎梁天間で算定した。

2) 偏心率

- ・クレーンのある工場であり、クレーン位置が不利な片寄り位置で偏心率を算定した。
- ・工場内に事務所があり、剛床部偏心率と非剛床部の剛床を解除した建物全体の偏心率を算定し、不利な数値を採用した。



1.2 地中梁のない基礎のモデル化について説明してください。

設計者の対応例

① 支点固定、柱脚回転バネとしてモデル化した。

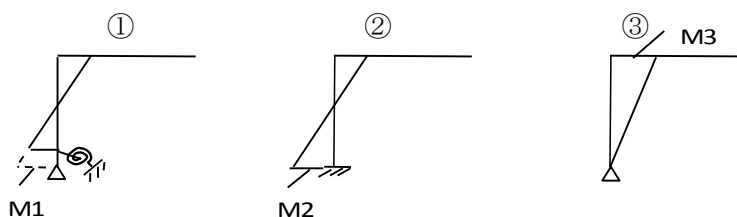
基礎の水平荷重時の検討は、露出柱脚の曲げモーメントを基礎下端まで延長した曲げモーメント M1 を考慮し、ベース筋の検定を行った。（保有水平耐力時においても、これを担保する必要があります。）

【② 支点固定、柱脚固定としてモデル化とします。】

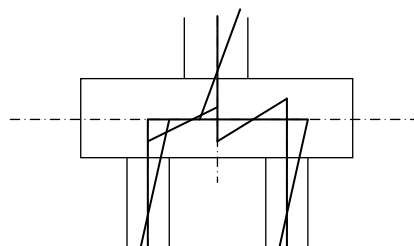
根巻き、埋め込み柱脚は固定とした応力 M2 に対して基礎、地盤が負担可能であることを確認する必要があります。

【③ 支点固定、柱脚ピンとしてモデル化とします。】

上部架構の安全性を高めるために、柱脚ピンとしたモデル化による応力 M3 で上部架構の検討を行ってもよい。基礎の検討は適切な固定度による応力に応じて基礎、地盤が負担可能であることを確認する必要があります。



【杭基礎で複数本打ちの場合は、地震時の杭頭曲げモーメントは基礎で処理するのが一般的です。なお、一本杭の場合は上部架構と連成モデルでの解析が必要となります。】



1.3 柱梁の剛性増大率の根拠を説明してください。

設計者の対応例

1) スラブによる梁剛性への影響

- ・頭付きスタッド付き H 形鋼 梁せい 500mm 以下であり、略算による剛性の割り増しを片側スラブ 1.5 倍、両側スラブ 2.0 倍とした。

【頭付きスタッドによる完全合成梁、不完全合成梁の剛性増大率の過大な評価は精算が必要です。（片側スラブ 1.2 倍、両側スラブ 1.6 倍程度の例が多い。）】

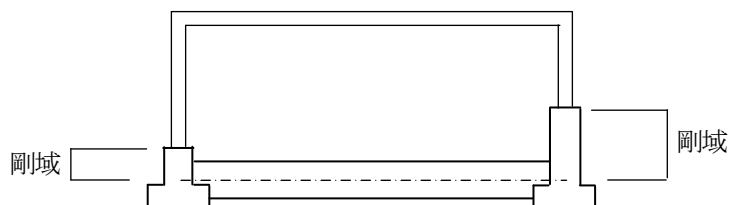
【焼き抜き栓溶接、又は打ち込み鉋はスラブの合成効果を評価できません。】

2) 地中梁増し打ちコンクリートの柱剛性への考慮

- ・増し打ちコンクリート天端から 2 階梁までの高さによる柱剛性を考慮した。（又は、クッション材等により柱と縁を切る方法もあります。）

3) 根巻き柱脚高さを考慮した鉄骨柱の剛性評価

- ・根巻きコンクリートの高さに差があり、その部分を剛域として考慮し、鉄骨柱の剛性を評価した。



【一般的な根巻柱脚は、柱脚固定としたモデルで良い。】

4) 焼き抜き栓溶接による剛床仮定

- ・焼き抜き栓溶接の計算により溶接ピッチを確認し剛床仮定とした。

【規模の大きな建物は、頭付きスタッドによる合成梁とするのが望ましいが、焼き抜き栓溶接による剛床仮定とする場合は、計算により溶接ピッチの確認が必要です。標準では不足する場合があります。】

1.4 屋根ブレース、鉛直軸ブレースからの応力および勾配屋根の応力算定根拠を説明してください。

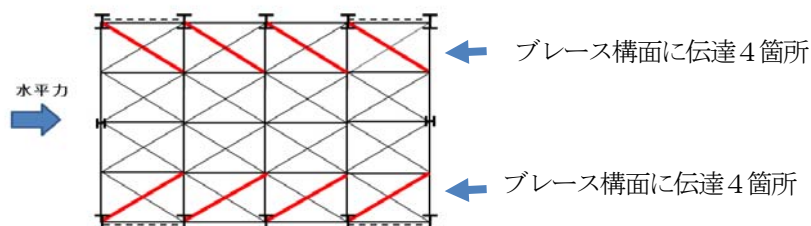
設計者の対応例

1) 屋根ブレース

- ・屋根ブレースの計算は屋根全体の箇所数 16 箇所で行ったが、各フレームへ水平力が伝達できる箇所で行った。

【屋根ブレースが X 形で引張りブレース（鉄筋ブレース等）を計画する場合は構造計算ソフトにより圧

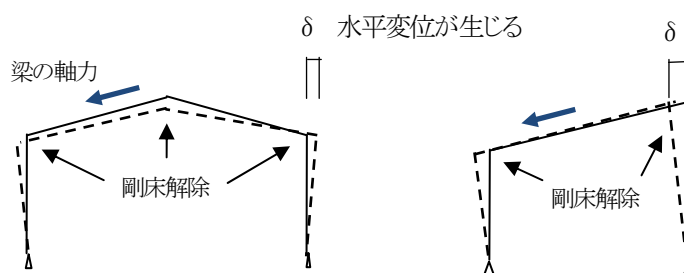
縮側も耐力として計算する場合があるので、断面積を1/2で入力することに注意が必要です。
鉛直ブレース構面に伝達する水平ブレースの箇所数で検討を行う必要があります。】



2) 勾配屋根の梁の軸力を考慮

・屋根勾配による鉛直荷重時に生じる梁の軸力を考慮して検討した。

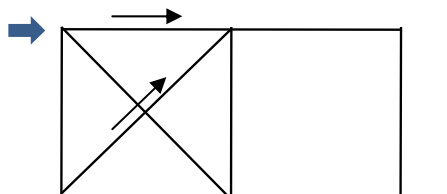
【勾配屋根の剛床仮定の解除を行っていないので、梁に生じる軸力が評価されていない例が多く見られます。(剛床解除は全ケース)】



3) ブレース構面の梁の軸力

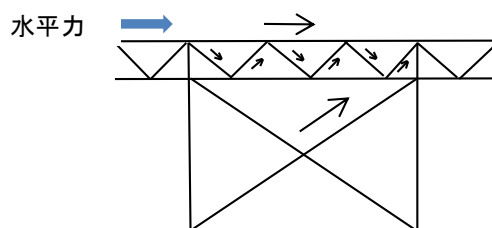
・ブレース構面には地震時、風荷重時の水平力による梁に生じる軸力を考慮して検討した。

【剛床仮定の解除を行っていないので、梁に生じる軸力が評価されていない例が多い。】



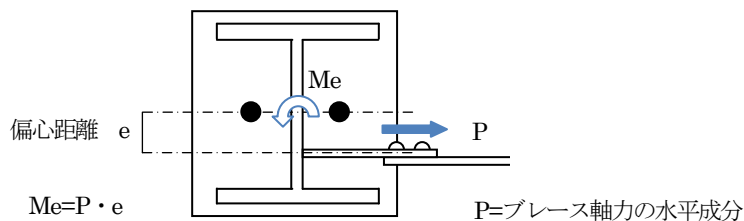
4) 屋根の水平力の軸ブレース（鉛直）への伝達

・屋根ブレースからトラス梁を介し（ラチス材、弦材への軸力伝達）軸ブレースへ伝達することの検討を行った。



5) ブレースと柱芯のずれによる偏心

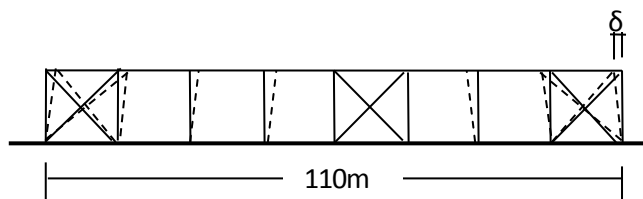
・ブレースと柱芯とのずれによる偏心応力を考慮しアンカーボルトの検討を行った。



1.5 建物の長さが100mを超えていますが、温度変化の影響による部材の伸縮と応力について検討してください

設計者の対応例

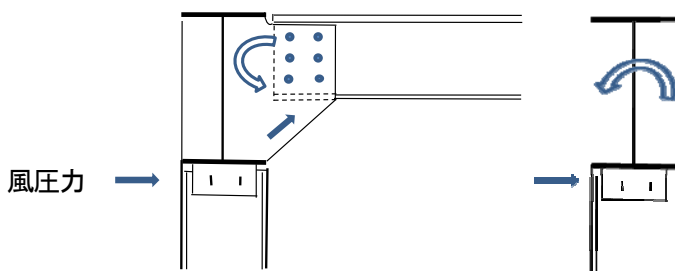
・桁方向の温度応力の検討を行い、部材の変形と耐力を確認した。



1.6 間柱からの風圧力を受ける梁の検討してください。

設計者の対応例

- ①間柱からの風圧力を梁の弱軸方向に受ける場合、梁の弱軸方向の検討を行った。
- ②梁の下フランジに取り付く場合は、梁に生じるねじれモーメントの検討を行った。

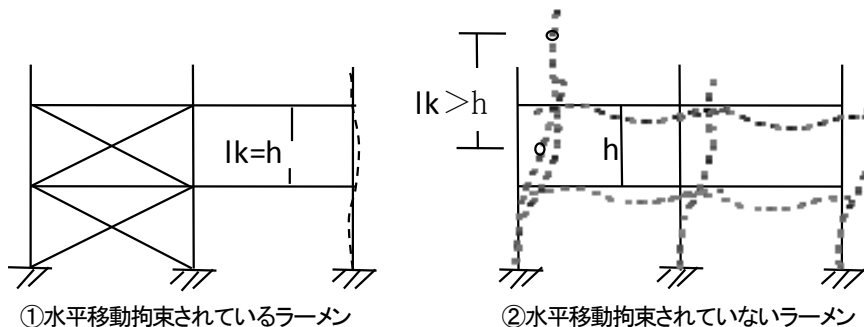


1.7 柱の座屈長さの根拠を説明してください。

設計者の対応例

1) 座屈長さ係数を求めて座屈長さを検討した。

【ラーメン構造の柱の座屈長さは、水平移動がブレース等により拘束されている場合と、拘束されていない場合で、座屈長さが違うことに注意し検討してください。ダミー材や小梁等を層に配置すると構造計算ソフトによっては座屈長さが短くなる場合があります。】

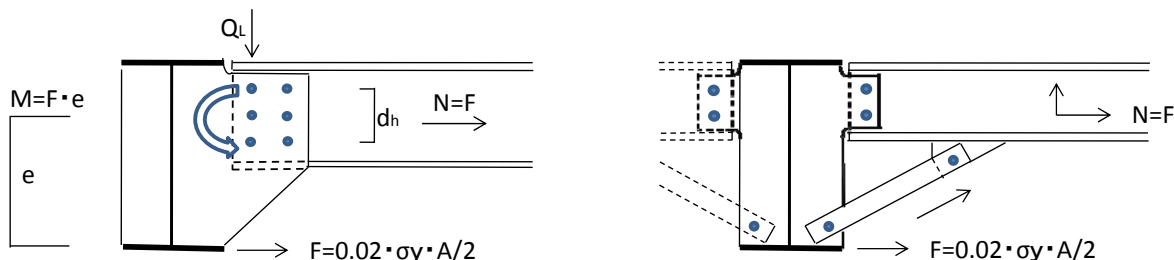


①水平移動拘束されているラーメン

②水平移動拘束されていないラーメン

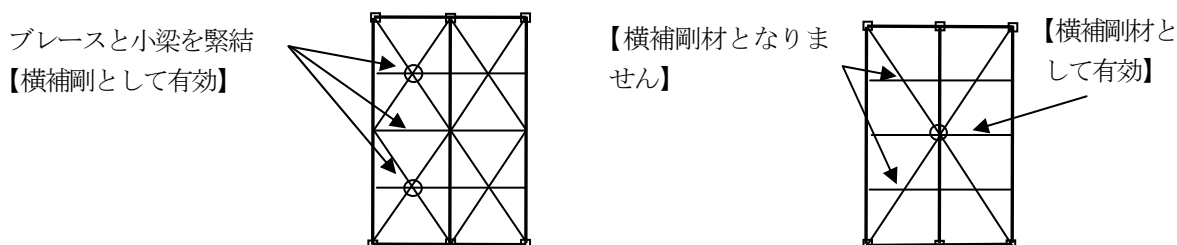
2) 横補剛材を小梁と兼用する場合

- ・ガセットプレートと高力ボルトによる H 形断面梁の下フランジの回転拘束は、下フランジからの回転モーメントと軸力及びせん断力の組み合わせ応力でボルト及びガセットプレートの検討を行った。
【保有水平耐力計算で σ_y を1.1倍としている場合、高力ボルトの計算は1.1倍とした応力による。】



3) 横補剛材の水平移動の拘束

- ・横補剛材は水平ブレースにより水平移動を拘束した。



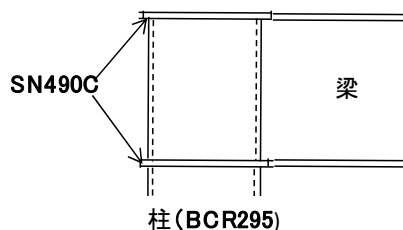
検討方法は日本建築学会「鋼構造設計規準」「鋼構造塑性設計指針」他の規準による。具体的な計算方法はビルディングレター2010.8が参考になります。

1.12 接合部について説明してください。

設計者の対応例

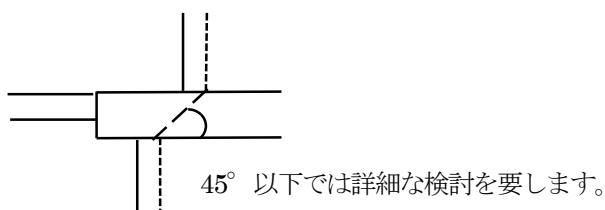
1) ダイアフラムの材質

- ・柱材質が BCR295 であるため、ダイアフラムの材質は板厚方向に引張応力を受けることから SN490C を採用した。



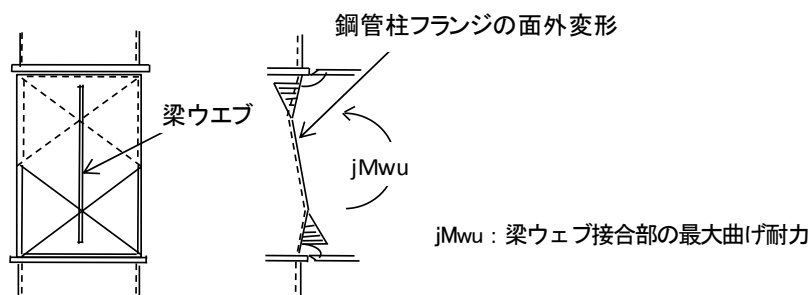
2) 上下階で柱のサイズが違う場合のダイアフラム

- ・上下階で柱のサイズが違う場合、上下柱端部のずれはダイアフラムの厚み以下とした。
【ダイアフラムの厚さを超える場合は詳細な応力の流れについての検討を行うか、テーパ管を使用する必要があります。】



3) 冷間成形角形鋼管柱接合部の面外方向の変形の検討

- ・冷間成形角形鋼管柱に接合する梁のウェブ耐力を考慮しており、柱鋼管壁の面外方向の変形を考慮し適切に大梁の耐力を低減した。（ノンブラケットタイプも同様です。）



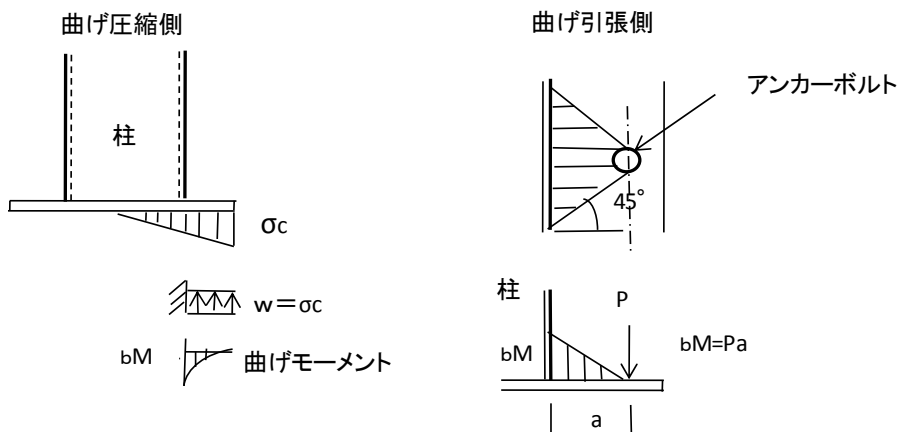
日本建築学会「鋼構造接合部設計指針」が参考になります。

1.13 露出柱脚ベースプレートの曲げを考慮して検討してください。

設計者の対応例

- ・ベースプレートの曲げの検討行った。

【露出柱脚の検討は、ベースプレートの破断の検討以外に曲げの検討<引張側、圧縮側>が一次設計、保有耐力計算共必要となります。】



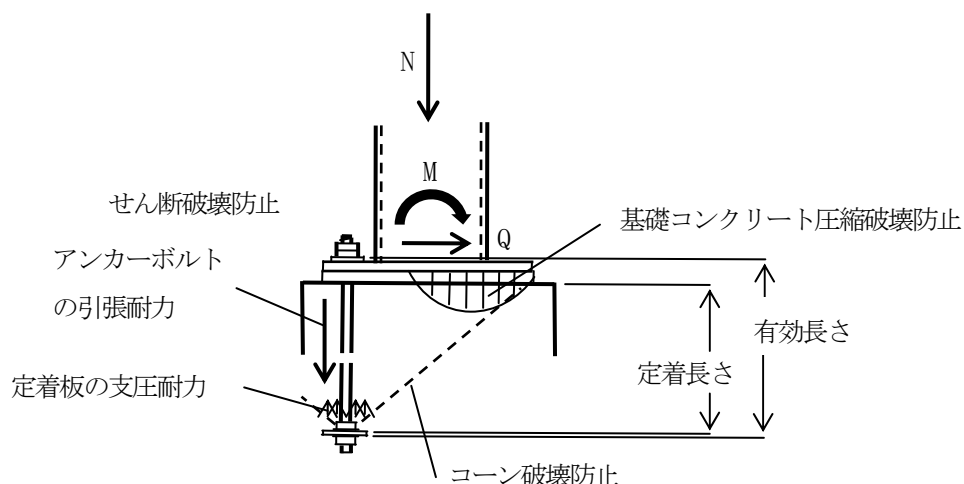
日本建築学会「鋼構造接合部設計指針」が参考になります。
 2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P640 設計例が参考になります。
 この時、ベースプレートの短期許容応力度は $f_{bt} = 1.5 \times F \text{ 値} / 1.3$ とすることができます。

1.14 露出型柱脚の検討を行ってください。

設計者の対応例

- ・アンカーボルトは軸部の十分な塑性変形が生じるものを使用し断面検討を行った。
 - a. アンカーボルトの引張力、せん断力の検討
 - b. 基礎コンクリートの圧縮応力度、アンカーボルト引張側コーン破壊の検討
 - c. ベースプレートの検討

【ベースプレートの面外方向曲げ剛性確保のために、ベースプレートはアンカーボルト軸部の降伏まで降伏しないことを確かめる必要があります。】



【露出型柱脚部の設計において、ルート1-1、ルート1-2は保有耐力接合又は破壊しないよう十分な強度とするか十分な靱性の確保が必要となります。 $(C_0=0.3$ 、ルート1-2 割り増し率 $\gamma=1.67$)
 また、ルート2はラーメン構造：割り増し率 $\gamma=2.0$ 、ブレース構造： $\gamma=1+$ （筋かいの β による応力割増し値 $1+0.7\beta$ 、最大で1.5）として検討を行ってください。】

1.15 根巻型柱脚の検討を行ってください。

設計者の対応例

- ・根巻き鉄筋コンクリート部分の曲げ降伏先行となるように計画し、根巻き高さは柱径の2.5~3.0倍、柱筋先端はフック付きとした。また、頂部の帯筋は2巻とした。

1.16 埋込型柱脚の深さについて説明してください。

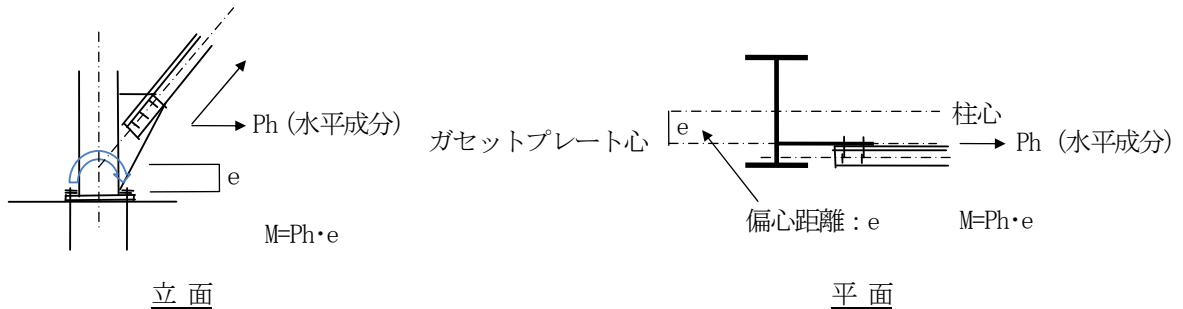
設計者の対応例

- ・埋め込み深さは柱径の2.0以上を確保した。

1.17 ブレースの取り付け柱脚のベースプレートとアンカーボルトの検討を添付してください。

設計者の対応例

- ・ブレースゲージ芯と柱の交点と柱脚ベースプレート間に距離があり、偏心曲げが生じ、アンカーボルトの付加曲げモーメントの検討を添付した。



1.18 伸び能力のあるアンカーボルトを使用していますが、アンカーボルトの有効断面積、保有耐力接合について説明してください。

設計者の対応例

- ・1次設計はねじ部断面積で、2次設計は軸部断面積で検討した。
【建築構造用アンカーボルト（JIS規格品）のABMとABRでは、ねじの呼び径が同じでも有効断面積に違いがあり、注意が必要です。】
- ・アンカーボルトの長さは20d以上定着させた。
- ・保有耐力接合の条件 α ：400N級 1.3を確認した。
【柱脚の $\mu_u > \mu_c \times \alpha$ α ：400N級 1.3 490N級 1.2 BCP, BCR 1.2
柱脚の $Q_u > \text{一次設計の地震力で柱脚に発生するせん断力の}\gamma\text{倍}$ 】

1.19 クレーンによる検討について説明してください。

設計者の対応例

1) クレーン荷重の検討

- ・クレーンの荷重は次の荷重を明記し、作用する荷重に対して応力及び変位について検討した。

① クレーン走行時の鉛直荷重

最大車輪荷重	P（吊り荷重含む）	衝撃力	走行速度 60m/min 以下	最大車輪荷重Pの10%
			走行速度 60m/min 超	最大車輪荷重Pの20%

② クレーン走行方向の制動力による水平荷重

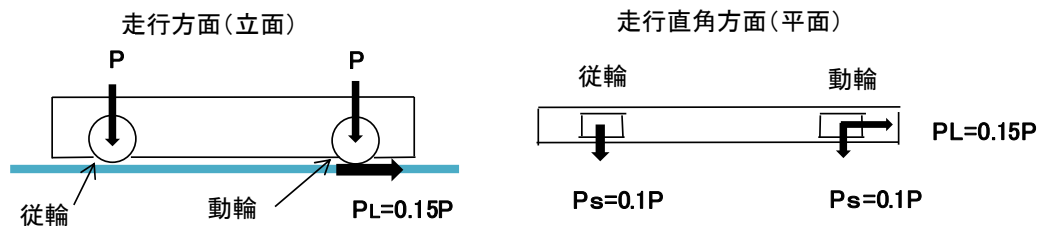
最大車輪荷重 P 15%

③ クレーン走行方向直角に作用する水平力

最大車輪荷重 P 10%

④ クレーン最大輪圧 カタログデータ

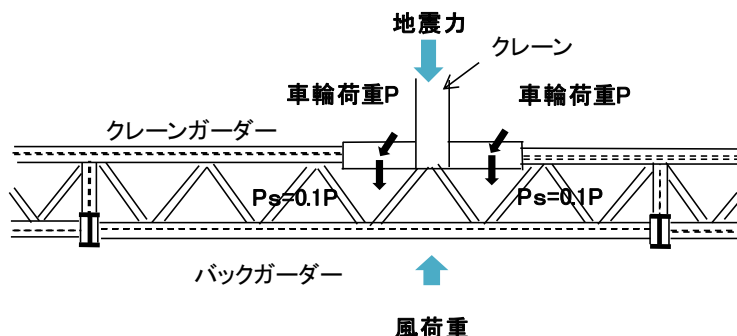
⑤ 吊り荷重 カタログデータ



（一財）日本建築総合試験所 構造計算適合性判定に係るよくある質疑事項の解説が参考になります。

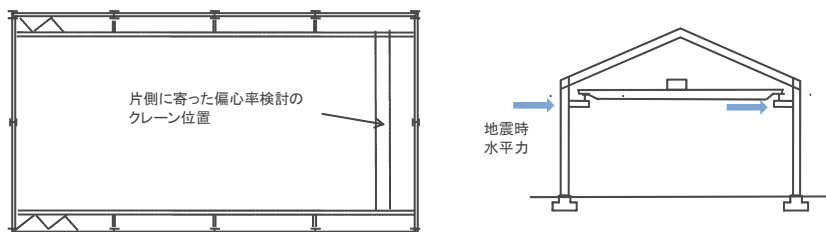
2) クレーンガーダー及び受けはねだし梁、バックガーダーの検討

- ・クレーン走行方向と直行方向荷重と地震力、風荷重の組み合わせ応力で検討した。
- ・はね出し梁の疲労に対する検討を行った。
- ・バックガーダーはクレーンによる水平力の検討及び耐風梁としての検討もした。



3) 重心計算用クレーンの配置

- ・偏在した場合の安全側の仮定について検討した。複数のクレーンがあり、片側に偏在することがないか確認し、安全側の仮定について検討した。



4) クレーン荷重による柱への中間荷重

- ・常時、地震時に柱への中間荷重について検討した。
- 【H形鋼柱は柱弱軸方向の検討も行う必要があります。】

1.20 保有水平耐力計算の方針を説明してください。

設計者の対応例

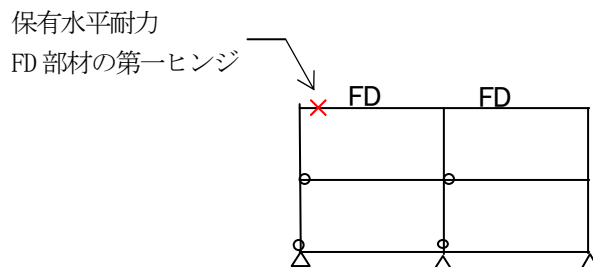
1) 冷間成形角形鋼管の局部崩壊形の耐力低減

- ・通常の方法で保有水平耐力が必要保有水平耐力以上あることを確認した。
全体崩壊メカニズムか局部崩壊メカニズムかを判定し、局部崩壊メカニズムの場合は、耐力低減の対象となる階の梁が塑性化しないものとして柱の耐力を低減し、塑性ヒンジの耐力として保有水平耐力を算定し、必要保有水平耐力以上あることを確認した。

柱梁接合形式 (STKRを除く)	内ダイアフラム形式の低減率	BCR	0.80	BCP	0.85
	内ダイアフラム形式以外の低減率 (通しダイアフラム等)	BCR	0.75	BCP	0.80

2) 横補剛を満足しないFD部材がある場合のDsと保有水平耐力

- ・横補剛を満足しないFD部材があるので、DsはDs=0.4以上とし、Mpを低減したMc_rで保有水平耐力を求め、横補剛を満足しない部材に第1ヒンジが発生した時点（横座屈時）を保有水平耐力とした。
【横座屈後も耐力を保持して増分解析を続行し、保有水平耐力とすることは出来ません。】



3) 柱脚の M_u と D_s

・露出柱脚が保有耐力接合を満たしていないので、1階の D_s 値を 0.05 割り増す他、次の検討を行った。

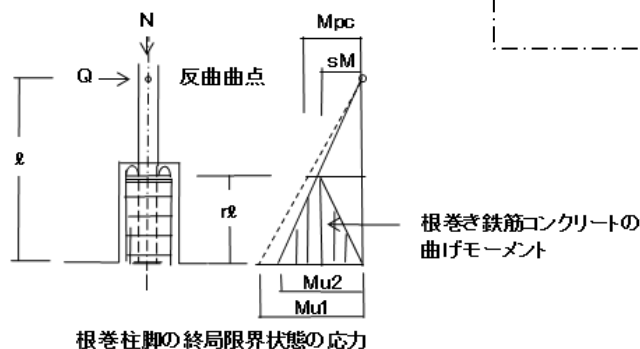
- ①基礎コンクリートの破壊防止
- ②柱脚部のせん断破壊防止
- ③ベースプレートの破壊防止
- ④ベースプレートの曲げ耐力の保証

・根巻き柱脚は、鉄骨柱の全塑性モーメント M_{pc} を基礎梁天端まで伸ばした数値 M_{u1} と、コンクリート柱脚の終局曲げモーメント M_{u2} の小さい数値を M_u として採用した。

$$M_{u1} = M_{pc} / (1 - r_1 / l)$$

$$M_{u2} = 0.9 \cdot r_{at} \cdot r_{oy} \cdot r_d$$

(2015年版建築物の構造関係技術基準解説書
P-634 付図 1.2-29 参照)



根巻き柱脚の終局限界状態の応力

4) 保有水平耐力時の変形

・保有水平耐力時の変形は最大層間変形角 1/75 とした。

【軽微な倉庫や工場等で避難上の出入りの建具、シャッター及び仕上げ材の追随性が支障のないことが確認できる場合でも 1/50 程度とすることが望ましい。】

1.21 K形ブレースの保有水平耐力（圧縮ブレースの保有水平耐力）の設計方針を説明してください。

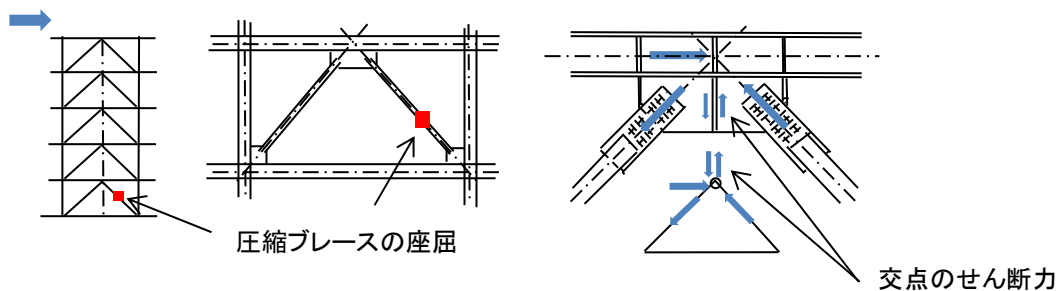
設計者の対応例

- ・圧縮ブレースの座屈後安定耐力を考慮し、引張耐力との和を保有水平耐力とした。
- ・シアリンクが弾性状態であることを確認した。

【その他の方法】

$C_0=1.0$ 最大の D_s （ラーメン構造 $D_s=0.4$ 、ブレース構造 $D_s=0.5$ ）で弾性応力計算（部材耐力は圧縮材の座屈の材料強度）を行い保有水平耐力としてよい。

- ・圧縮ブレースが最初に座屈することを確認し、その時点の耐力を保有水平耐力とする。
- ・柱、梁の幅厚比：FC 以上（JIS 規格品）
- ・横架材が座屈しないこと、横架材及び柱が許容応力度以下
- ・接合部保有耐力接合、継手は保有耐力接合

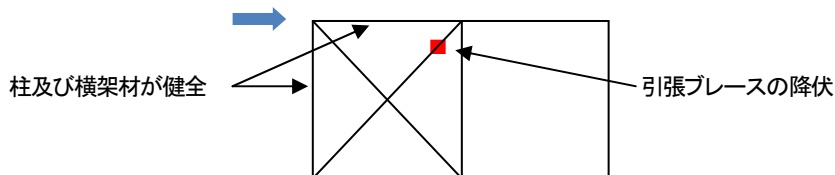


(一財) 日本建築総合試験所 構造計算適合性判定に係るよくある質疑事項の解説やビルディングレター2012.4が参考になります。

1.22 引張ブレースの保有水平耐力の設計方針を説明してください。

設計者の対応例

- ・引張ブレースの降伏時まで柱及び横架材が健全であることを確認した。
- ・接合部の検討を行い、保有耐力接合を確認した。



【ブレースが取りつく柱脚部のガセットプレート溶接の検討例】

- ・鋼管柱のようにガセットプレートの水平部の溶接が短い場合は、単純に溶接全長の検討では不十分であり、鉛直成分と水平成分はそれぞれで処理する必要があります。

両面隅肉溶接最大耐力

$$wNu = 2(lx + ly - 4S) a \cdot cFu / \sqrt{3}$$

(鋼構造接合部設計指針 P.273 参照)

cFu: 母材の引張強さ、S: 隅肉溶接のサイズ、a: 有効のど厚

溶接耐力 $wNu > bNu$ ブレース耐力

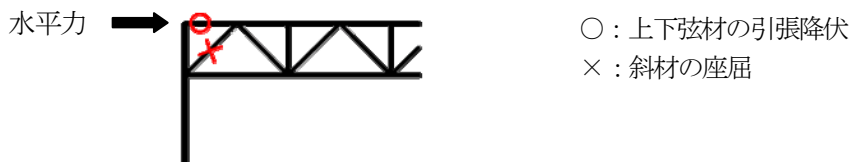
鋼管板材の剛性と耐力の検討が必要になる。

ダイアフラムを設ける等補強が必要になる。

1.23 トラス梁の保有水平耐力の設計方針を説明してください。

設計者の対応例

- ・トラス梁はFD ランク、 D_s はラーメン架構の最大の $D_s=0.4$ とし、トラス材の個材が座屈時耐力に達するときの水平力を保有水平耐力とした。



【トラス形式構造物は日本建築学会「鋼構造限界状態設計指針・同解説」により、原則構造区分 S-III ($D_s=0.45$) 告示 $D_s=0.4$ として弾性解析により設計するが、トラス梁ラーメン架構のトラス梁は線材置換でもよい。】

1.24 充腹柱とトラス梁の保有水平耐力の設計方針を説明してください。

設計者の対応例

- ・柱充腹材であり、柱の終局限界耐力により決まり、柱部材の区分によって構造区分を適用した。
- ・柱頭ヒンジ発生時にトラス梁は弾性状態であることを確認した。



1.25 大梁の端部曲げ耐力のウェブ考慮について説明してください。

設計者の対応例

- ・角形鋼管柱であり、梁のウェブの耐力を一次設計では「考慮なし」、保有水平耐力計算は「考慮する」とした。

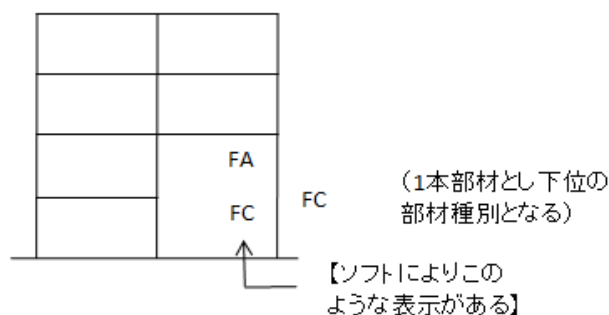
【保有水平耐力計算時に「考慮なし」とした場合は、保有水平耐力は安全側であるが、冷間成形角形鋼管の柱梁耐力比の判定は、ウェブを考慮して検討を行い、柱の耐力の和が小さいと判定された床位置の柱耐力を低減します。】

1.26 多層にまたがる通し柱の部材ランクは1本部材として検討してください。

設計者の対応例

- ・多層にまたがる通し柱の部材ランクは各階同一の部材ランクとする。

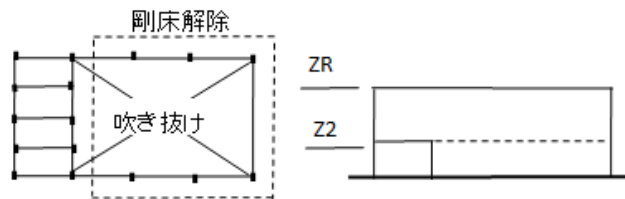
【構造計算ソフトは各階別の部材ランクとなっていることがありますので、注意が必要です。】



1.27 剛床仮定の解除は節点ごとに荷重を考慮するとしていますが、偏心率の計算から無視すると入力しており、重心位置が正しく評価されていません。入力データを確認し偏心率に考慮して検討してください。

設計者の対応例

- ・入力データを「偏心率に考慮する」に修正し解析した。



【構造計算ソフトによっては、剛床解除しても階ごとの計算しかできないものがあるので注意が必要です。】

2. 鉄筋コンクリート造

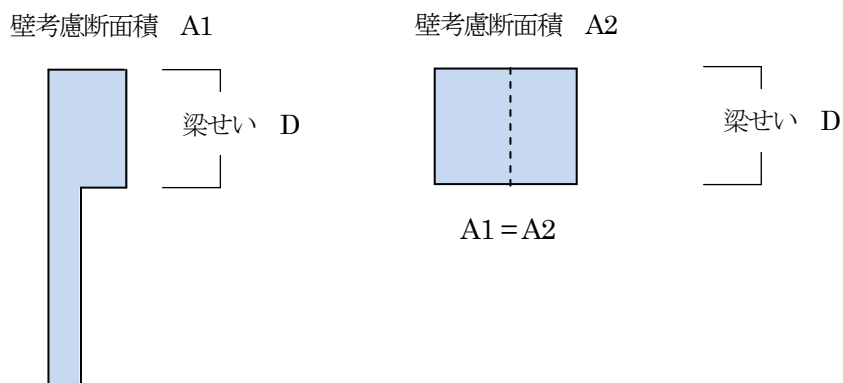
2.1 そで壁、腰壁、垂れ壁の剛性およびモデル化について説明してください。

設計者の対応例

1) スリット（三方）による剛性の評価

- ・三方スリットによる梁の剛性は、垂れ壁を考慮した。

梁の剛性は、垂れ壁をせいと断面積が等しい長方形断面の梁に置換して評価した。



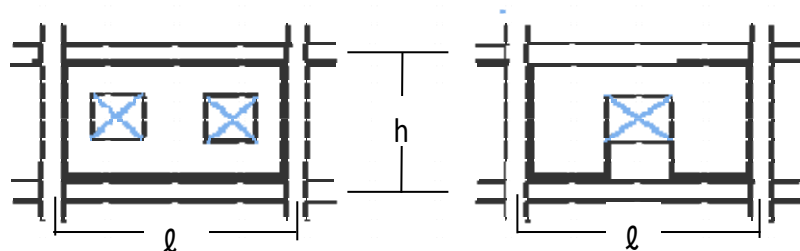
【壁の両側の柱際にスリットを小開口で入力すると、構造計算ソフト上の設定によっては包絡開口として取り扱われます。その場合は壁の剛性や重量が正しく評価されません。

三方スリットにて入力しない場合は、方立て壁として入力し、剛性や重量を評価する必要があります。

スリット壁の剛性評価は「構造スリット設計指針 日本建築構造技術者協会」が提案されています。】

(参考)

スリットの例



○構造スリットの必要幅の算定

- ・ $1/100 \times h$ （梁芯間構造階高）以上または保有水平耐力時の層間変形量以上

（2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P693 参照）

計算で求める場合は「日本建築学会 非構造部材の耐震設計施工指針・同解説」が参考になります。

①梁崩壊型の場合

柱スリット幅

$$= (\text{保有時層間変形角}) \times (\text{柱内法高さ又は腰壁、垂れ壁高さ}) \times (\text{柱心間スパン長/梁の内法長さ})$$

②柱崩壊型の場合

柱スリット幅

$$= (\text{保有時層間変形角}) \times (\text{柱内法高さ又は腰壁、垂れ壁高さ}) \times (\text{梁心間構造階高/柱内法高さ})$$

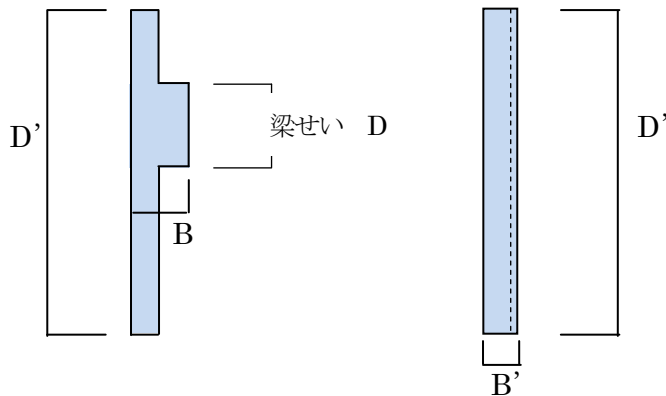
2) 腰壁・垂れ壁付き梁の剛性評価（柱際スリット無し）

- ・剛性及び応力を精算または、略算方法とした。

梁の剛性は、全せい（ D' ）と断面積が等しい長方形断面の梁に置換して評価した。

（2015年版建築物の構造関係技術基準解説書P670参照）

【せん断力検討時の柱内法高さの取り方は、腰壁・垂れ壁面からを採用します。】



3) そで壁付き柱の剛性評価

- ・そで壁付き柱の剛性は、上記の様に全せいと断面積が等しい長方形柱として評価し、せん断力検討の梁の可とう長さはそで壁面間距離とした。

4) 偏心率、剛性率算定時の二次壁の評価

- ・構造上主要な部分でない判断した二次壁は、剛性率及び偏心率の計算において、安全側の評価となるように剛性を考慮した。

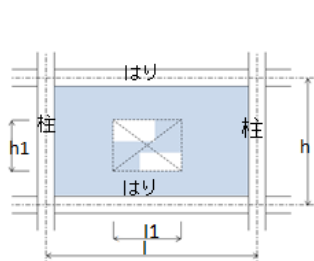
2.2 耐力壁開口低減による応力計算の根拠を説明してください。

設計者の対応例

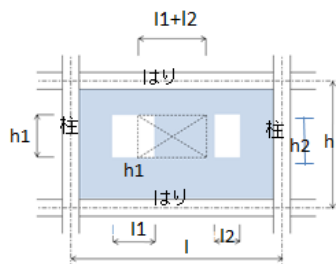
- ・耐力壁の開口低減は開口高さ比で低減した。

参考

- ・耐力壁のせん断耐力の開口低減は開口周比のほか、開口長さ比 l_0/l 、開口高さ比 h_0/h を用います。基礎梁の上部は梁間距離を h とします。（ l_0/l 、 h_0/h が考慮されていない例が多い。）

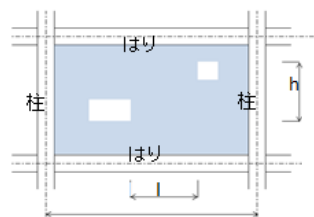


高さ h_1 、長さ l_1 の開口とみなす



$\sqrt{(h_0 \cdot l_0 / h_1)}$ において $h_0 \cdot l_0 = l_1 \cdot h_1 + l_2 \cdot h_2$ とみなす

l_0/l において $l_0 = l_1 + l_2$ とみなす



$l \geq 1.5h$ かつ $l \geq 1.0m$ のとき、面積等価の開口部とみなす

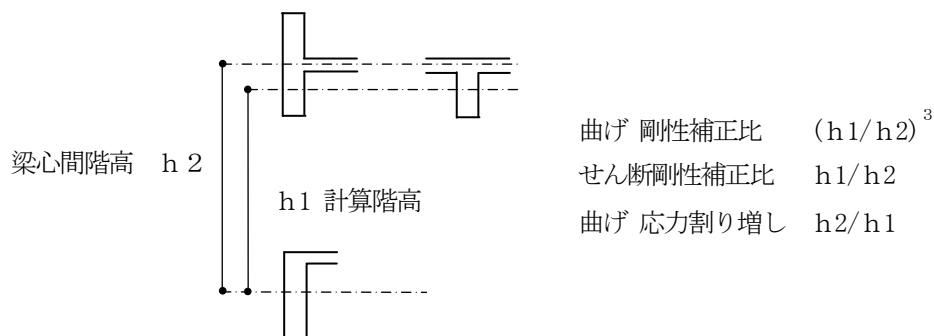
等価開口の判断の例（2015年版建築物の構造関係技術基準解説書P663）

縦長の開口でせん断力を上下の梁で伝達できれば、 $1 - \max \{ r_0, l_0/l \}$ 倍に低減してよい。

2.3 逆梁の剛性と応力補正について検討してください。

設計者の対応例

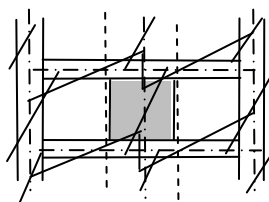
- ・逆梁による補正は、梁芯間の高さと計算階高の差による補正を、柱の曲げ剛性は高さ比の3乗の比（せん断剛性は高さの比）、応力は高さ比の逆数で割り増し補正した。



2.4 方立て壁の影響について検討してください。

設計者の対応例

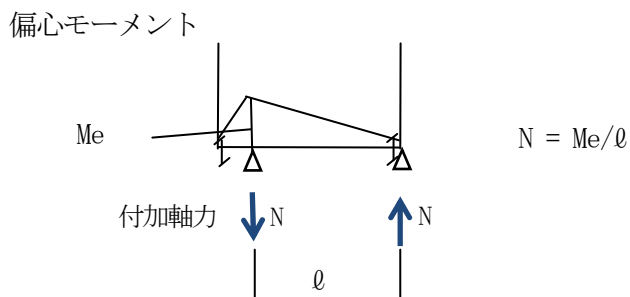
- ・上下2辺が剛接合型接合となっている方立て壁は、構造壁としてモデル化して解析した。



2.5 基礎の偏心による応力の伝達について検討してください。

設計者の対応例

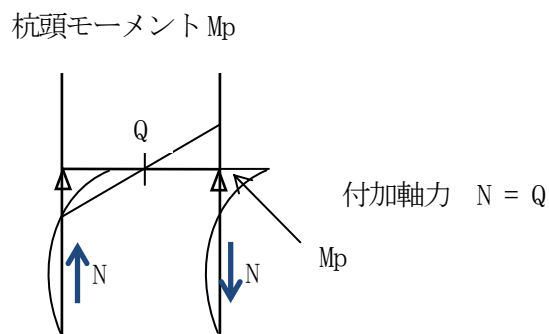
- ・基礎の偏心による曲げモーメント、せん断力は基礎梁で負担し、付加軸力を考慮した。



2.6 杭頭曲げモーメントの伝達について検討してください。

設計者の対応例

- ・地震荷重時水平力による杭頭曲げによる応力は、基礎、基礎梁で負担し付加軸力を考慮した。



2.7 基礎梁増し打ちコンクリートによる1階柱の可撓長さを考慮して検討してください。

設計者の対応例

- ・基礎梁増し打ちコンクリートと柱が一体となっており、柱のせん断力の検討は基礎梁増し打ちコンクリート天端から2階大梁（垂れ壁）下端までを内法高さとした。
剛性は剛域及び剛度増大率で評価した。

【この場合の基礎梁の剛度増大率は断面積の比ではなく、増し打ち部を含む断面二次モーメントで割り増す必要があります。】

2.8 大梁・柱の断面算定位置を説明してください。

設計者の対応例

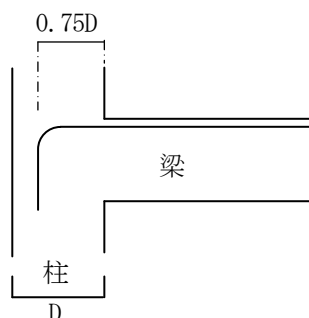
- ・大梁の断面算定位置は端部（フェイス）、ハンチ端、梁内法スパンの1/4、中央の位置で算定した。
柱は柱頭、柱脚の梁面（フェイス）位置で算定した。

【構造計算ソフトによっては保有耐力計算の危険断面位置と連動する場合がありますので注意してください。】

2.9 柱梁接合部の有効成係数0.9Dと入力されています。柱断面は700となっており、施工性を含め検討してください。

設計者の対応例

- ・水平投影長さ0.75Dとして検討した。



参考

- ・ルート1，ルート2-1，ルート2-2の建築物では、通常は許容応力度計算を省略できます。
- ・ルート3の建築物において、終局時の計算を行った場合、一次設計の許容応力度計算を省略することができます。
- ・柱梁接合部に折り曲げ定着する梁主筋の水平投影長さは柱径の0.75倍以上とし、柱内の配筋の納まりを検討によれば0.8倍までは考慮できます。
(計算書の有効成係数0.8 図面の水平投影長さ0.75の例が多いので注意してください。)
- ・保有水平耐力時の応力での検討が多く見られますが、接合部は崩壊メカニズムを保証することであり終局時に検討します。

(十字形で左右の梁せいがことなる場合) (T形) (梁接合部の有効断面)

• 純ラーメン部分の柱梁接合部内に通し配筋する大梁で、地震時に柱フェイス位置に曲げヒンジを想定する主筋の径は、次の式を満たす必要があります。

$D/d > f_s / 3.6(1.5 + 0.1F_c)$

D: 当該鉄筋が通し配筋される部材のせい
d: 主筋径
 F_c : コンクリートの基準強度 (N/mm²)
 f_s : 当該鉄筋の短期許容引張応力度 (N/mm²)
(2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P398 参照)

2.10 持ち出し長さが長い片持ちスラブの応力および変形について検討してください。

設計者の対応例

- 持ち出し長さが2mを超えるものは応力割り増し1.33倍以上とし、使用上の支障が起こらないことの検証は $t/l_x > 1/10$ を満たしていることを確認した。

【持ち出し長さが2mを超えるスラブや2m以下であっても先端にコンクリートの手摺り等の重量物がある場合などは、大梁のねじれ及び応力伝達の検討が必要となることがあります。】

2.11 ボイドスラブ段落ち部のスラブ厚と周辺固定度を考慮した応力および変形を検討してください。

設計者の対応例

- 段落ち部のスラブ厚を考慮し周辺梁の固定度を考慮したモデルで応力および変形を検討した。

参考

- 平12建告第1459号（改正後平19国交告第621号）使用上の支障が起こらないことを確かめるスラブ厚は、ボイドスラブは段落ち部の厚さをスラブ剛性の厚さとし、又は、たわみ制限を確認します。（EV開口部の境界条件に注意が必要です。）
- 片持ちボイドスラブは通常の鉄筋コンクリート造と異なるため、持ち出し長さが2mまでは $t/l_x > 1/10$ (tは等価剛性換算厚)であることを確認しますが、持ち出し長さが2mを超える場合は曲げ変形およびせん断変形を考慮した変形量 ($\Sigma \delta = \delta_M + \delta_Q$)にて確認します。（せん断剛性断面は曲げの等価剛性断面と違うことに注意してください。）

2.12 せん断保証を考慮して梁貫通補強計算を行ってください。

設計者の対応例

- ・長期応力を考慮してメカニズム時（部材種別決定時）のせん断力を満足するせん断耐力であることを計算により確認した。
- ・梁貫通補強計算に用いるせん断保証設計には長期のせん断力を応力計算の CM_0Q_0 の数値を採用した。

Q_0 ：単純支持とした時の長期荷重によるせん断力

【メーカーに計算を依頼している場合は床荷重を等分布にした略算計算を採用しているが、壁の荷重や小梁の反力が考慮されていないことがあるので注意してください。】

- ・曲げ材のヒンジ部材、未ヒンジ部材のせん断割り増し（保証設計）を行った。

【地中梁人通孔は原則としてヒンジゾーンには設けないことが多いですが、終局時＜メカニズム時＞にヒンジが生じないことが明らかな場合は、計算により安全が確認できればヒンジゾーンも可能です。】

2.13 基礎、基礎梁と柱のコンクリート強度に差がある場合は下部柱への圧縮力の伝達について検討してください。

設計者の対応例

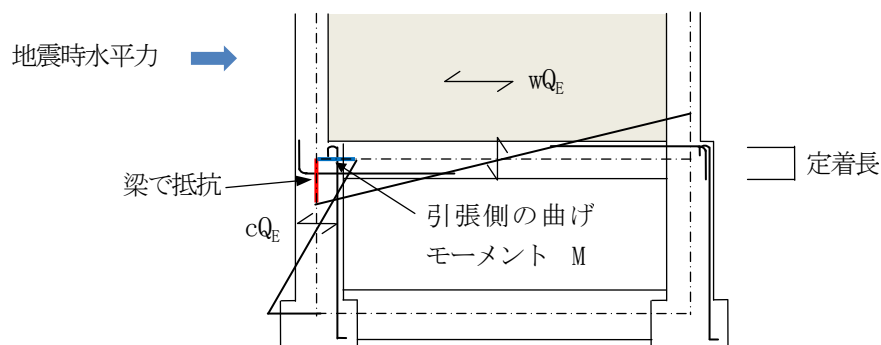
- ・1階柱と基礎梁にコンクリート強度の差がある場合（基礎の方が強度が低い場合）、柱軸力の基礎への伝達（支圧）を確認した。また、1階スラブと基礎梁天端のふかし部分の柱のコンクリート強度は1階柱の強度であることを図面に明記した。

2.14 耐震壁の下階が柱（壁抜け）となる2階梁の検討を行ってください。

設計者の対応例

- ・2階大梁は2階の床荷重（長期）による曲げと上階の壁のせん断力の $1/2$ を全主筋で負担する配筋とした。

（1階柱頭の曲げモーメント（一次設計時、保有水平耐力時）を2階梁下端筋で抵抗する例）



参考

・日本建築学会RC規準（1999年版）の推奨条件を満足することが望ましいが、壁と付帯梁を同厚とする場合は、2010年版RC規準に準拠した梁筋量を配置する。なお、「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説 日本建築学会」「高層建築物の構造設計実務 日本建築センター」などの文献も参考にできます。

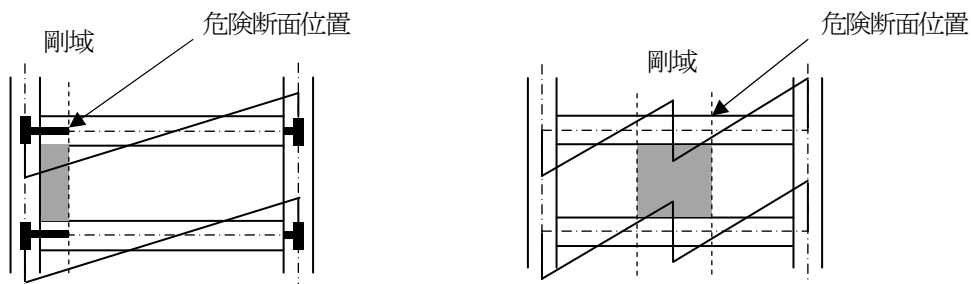
・下階が柱となる枠梁は、上階の壁のせん断力の $1/2$ 以上のせん断力を全主筋で負担することと、下階引張側柱の柱頭曲げモーメントに抵抗しうること、2階床の長期の荷重を負担できることの検討を行い、下階柱の主筋が十分定着できる梁成とすることが必要です。（2010年版RC規準に準拠）

・（一財）日本建築総合試験所 構造計算適合性判定に係るよくある質疑事項の解説が参考になります。

2.15 二次壁（方立て壁、そで壁）の検討を行ってください。

設計者の対応例

- ・上下剛接の方立て壁は構造壁として剛性を評価し、一次設計では許容応力度設計及び保有水平耐力計算では、梁の内法寸法を方立て壁のフェイス間として、せん断破壊しないことを確認し部材種別を判定した。
- ・そで壁付き柱の剛性は、全せいと断面積が等しい長方形柱として評価した。
- ・危険断面位置はそで壁のフェイスを梁の内法としてせん断力を検討した。



【・保有水平耐力計算は袖壁を評価しない柱梁のフェイス端を危険断面とした保有水平力計算と袖壁を評価した保有水平耐力の計算を行い、いずれか小さい値を採用する必要があります。

・袖壁を評価した保有水平耐力の計算を行う場合は、危険断面位置を壁端とした梁の M_u と袖壁付柱断面の M_u との比較による崩壊形で部材種別を判定し、 D_s を定め保証設計を行う必要があります。

・この場合、そで壁付柱の部材種別の判定に h_0/D を $2M/(Q \cdot d)$ に替えることは出来ません。

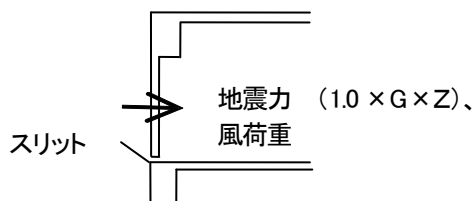
(2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P393 参照)

・1階の柱脚が柱ヒンジとなる場合は、袖壁付柱の終局せん断力で保証設計を行う。梁のせん断保証は内法スパンで余裕率の確認を行う必要があります。】

2.16 三方スリット壁の面外方向の検討

設計者の対応例

- ・風荷重時水平力に対する検討及び地震時水平力に対しては $1.0G \times Z$ での検討を行った。

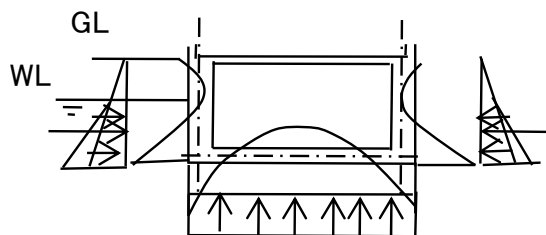


【十分な触れ止め鉄筋等で本体建物と振動性状が同じと見なせる場合は、 A_i 分布による地震力に対しての検討でよい。】

2.17 耐圧版の端部曲げモーメントの伝達について検討してください。

設計者の対応例

- ・外周基礎梁の固定度に応じて、土圧の応力と組み合わせ応力で検討した。



2.18 ルート3とルート1を併用しています。仕様規定の鉄筋の継手及び定着長さを確認してください。

設計者の対応例

- ・構造計算ルートをルート3とルート1を方向別に併用する場合の柱に定着する梁の定着長は両方向とも40d以上とした。

【許容応力度等計算の適用除外規定は両方向には適用されません。ただし、RC規準2010年版、RC規準1991年版の定着の検討を行う場合は除外されます。】

2.19 太径の鉄筋が一行に多数あり、2段目はカットオフ筋となっていますが、大梁の付着及び付着割裂の検討が必要ではありませんか。

設計者の対応例

- ・付着はRC規準2010年版16.3式で、付着割裂は通し筋・カットオフ筋共、2010年版16.5式で検討し、満足することを確認した。

準拠規準

- ・付着は日本建築学会 RC規準2010年版（又は1991年版）を確認します。

$$\tau_{a1} = (Q_L + Q_E) / \sum \phi \cdot j \leq s f_a \quad \text{2010年 (16.3) 式}$$

$$\tau_{a2} = s \sigma_t \cdot d_b / 4(1d-d) \leq 0.8 s f_a \quad \text{2010年 (16.4) 式}$$
- ・付着割裂は日本建築学会 RC規準2010年版（又は1999年版）を確認します。

$$\tau_y = \sigma_y \cdot d_b / 4(1d-d) \leq K \cdot f_b \quad \text{2010年 (16.5) 式}$$

$$1d = 1db + d \quad 1db = \sigma_t A_s / K f_b \phi \quad \text{1999年 16条 (15) 式}$$

（ただし、式中の σ_t は $\sigma_y \cdot 1.1$ とする。Muの計算にF値の1.1倍を採用した場合）
- ・通常の配筋では、柱はPt（1%以下）による部材種別の判定に考慮されており、付着応力度、又は付着長さの検討で安全性の検討とすることができます。
- ・荒川min式、mean式は通し筋の場合、付着割裂破壊の安全性の検討とすることができます。ただし、せん断スパン比が小さく、引張鉄筋を多数一行に配筋する場合、太径(D32を超えるもの)や降伏点の高い鉄筋(SD490)を使用する場合、あるいは大梁主筋にカットオフがある場合は付着割裂の検討が必要となります。（2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P653, P660 参照）
- ・また、RC規準2010年版に示される大地震動に対する安全確保のための検討を付着割裂に対する安全性の検討とすることができます。

・付着割裂の検討には次の方法も参考になります。

①2007年版建築物の構造関係技術基準解説書 P630 d) 付1.3-20式による判定

②日本建築学会 靱性保証型耐震設計指針・同解説 6.8

付着応力度が付着信頼強度以下であることの確認 ($\tau_f \leq \tau_{bu}$) (2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 P659, P660 参照)

2.20 保有水平耐力計算で梁の終局強度にスラブ筋の考慮の根拠を示してください。

設計者の対応例

・スラブ片側1mの範囲のスラブ筋を考慮して梁の終局強度を求め、保有水平耐力を算定した。

【スラブ下端筋を考慮する場合は引張鉄筋の定着長さを確保する必要があります。】

2.21 柱は芯鉄筋を配筋していますが、終局強度式は at 式を採用しています。全断面の鉄筋を考慮した終局曲げモーメントを考慮して検討してください。

設計者の対応例

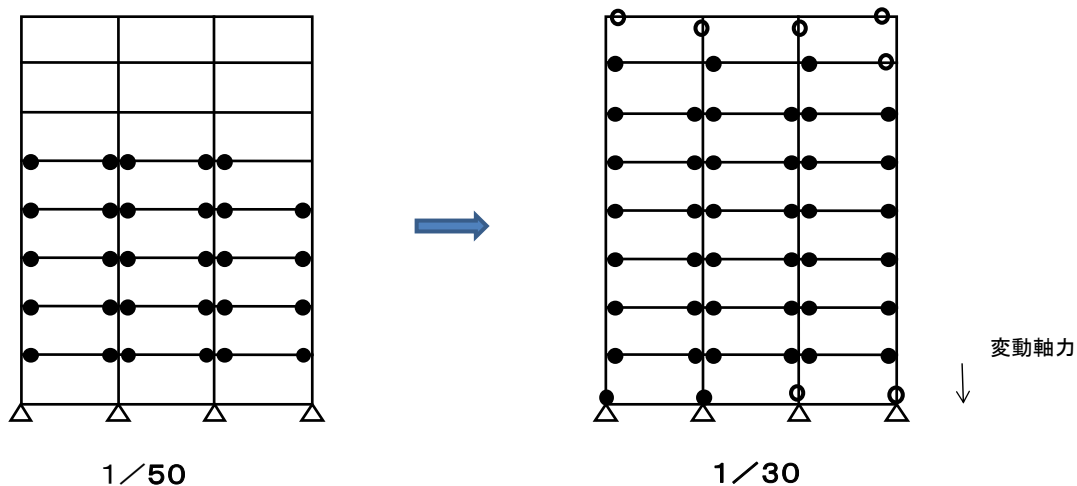
・芯鉄筋を使用しており、ag 式を採用して検討した。

2.22 Ds 算定時は柱梁とも未ヒンジ部材が多く崩壊メカニズム未確認です。また、柱梁曲げ部材のせん断保証は崩壊メカニズムまでにせん断破壊しないことですが、崩壊メカニズムとせん断余裕度を確認してください。

設計者の対応例

・Ds 算定は層間変形角 1/50 としていたが、1/30 まで増分解析を進め 70%以上の階にヒンジを確認し、Q- δ 曲線もほぼ水平となり崩壊メカニズムとした。

(未ヒンジ部は余耐力法により変動軸力を考慮して部材種別を判定し、柱梁のせん断余裕度を確認し、Ds 値を定めた。)

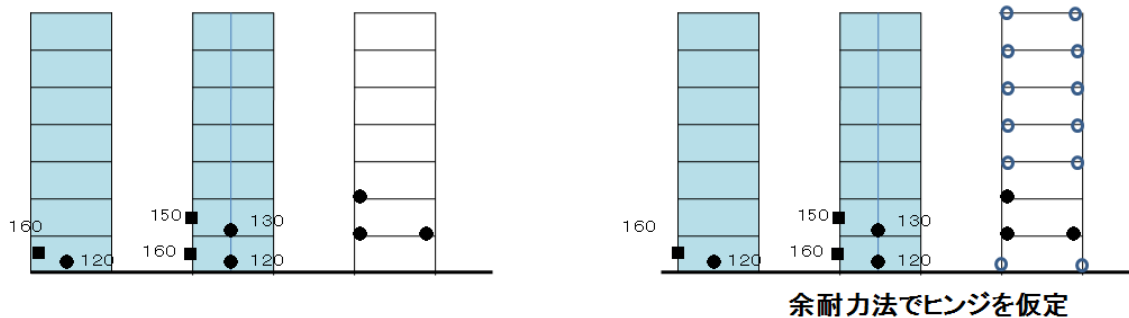


2.23 連層耐震壁が曲げ崩壊形となっていますが、未崩壊の妻側ラーメン架構の崩壊形を確認してください。

設計者の対応例

- ・連層耐震壁に隣接するオープンフレームのヒンジが十分でないので余耐力法によりヒンジを仮定し、上階の梁ヒンジとした変動軸力により、1階の柱のせん断余裕度の確認と、軸破壊しないことを確認し部材種別を判定した。

【荷重増分解析を続行し、オープンフレームのヒンジを別途確認する方法もあります。】



2.24 保有水平耐力時の層間変形角を1/75としています。1/100を超えていますので、層間変形角のクライテリアについて説明してください。

設計者の対応例

- ・保有水平耐力時の層間変形角は1/75として、保有水平耐力が必要保有水平耐力を5%上回ることを確認した。

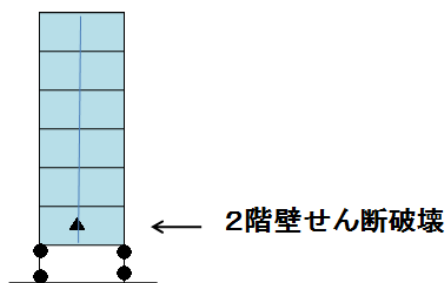
【必要保有水平耐力を満たす時の層間変形角が過大でないことを確認する必要があります。（例えば、純ラーメンに近い架構では、1/100～1/75程度以下とするなど）また、保有水平耐力に余裕のない場合は、P-Δ効果等の検討が必要な場合があります。】

2.25 1階ピロティ柱の検討を行ってください。

設計者の対応例

- ・2階壁で崩壊メカニズムが形成され、1階の柱のせん断保証は柱頭柱脚ヒンジとしてメカニズム時の変動軸力を考慮し、せん断破壊しないことを確かめた。

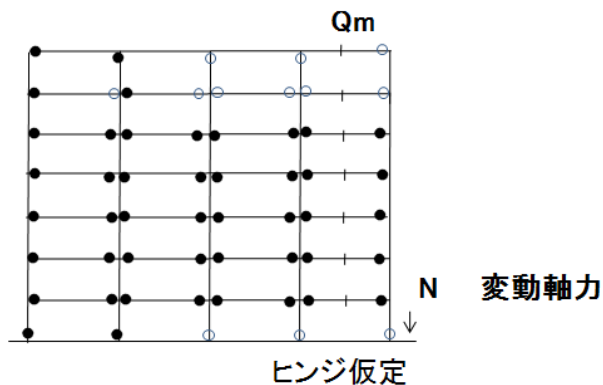
ピロティ型建築物は2015年版建築物の構造関係技術基準解説書 付録1-6 (P730) が参考になります。



2.26 全体崩壊形として Q_m 分布による保有水平耐力としていますが、未ヒンジ部材が多く全体崩壊形であることが確認できないので増分解析を進めヒンジを確認してください。

設計者の対応例

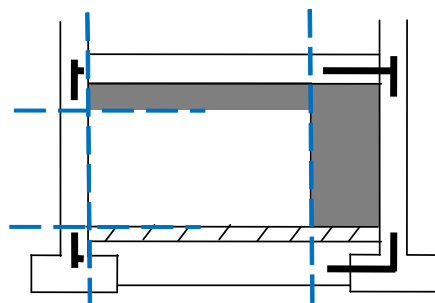
- ・全体崩壊形を計画し、増分解析を進めても1階の柱にヒンジが確認できないので、上階は梁ヒンジとした変動軸力により、1階柱脚ヒンジとしてせん断破壊が生じないことを確認し部材種別を定めた。(保証設計)



2.27 柱梁の断面算定位置が剛域端となっています。危険断面位置は柱梁壁のフェイス位置で検討してください。

設計者の対応例

- ・柱面（フェイス）、袖壁面（フェイス）、下がり壁面（フェイス）位置を危険断面位置としてせん断力の検討を行った。

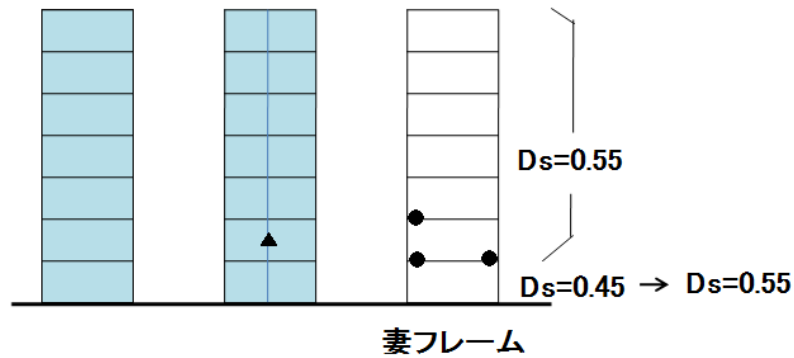


--- 危険断面位置

2.28 共同住宅等張間方向が耐力壁フレーム、妻フレームがラーメンフレームの建物で2階以上の階の耐力壁がせん断破壊し、2階以上は $D_s=0.55$ としていますが、1階の D_s は崩壊形が未形成ですが $D_s=0.45$ となっています。1階の崩壊形を確認し D_s を定めるか最大の $D_s=0.55$ 以上として検討してください。

設計者の対応例

- ・ 1階の壁のせん断破壊を確認し D_s を0.55とし、妻フレームにせん断破壊及び圧壊等の脆性破壊のないことを確認した。



3. 鉄骨鉄筋コンクリート造

3.1 大梁のジョイント位置での鉄骨梁の断面検討と RC 梁の断面検討位置が同じ位置（1/4端）で入力されています。

設計者の対応例

- ・鉄骨大梁のジョイント位置と RC 端部の位置のデータ入力を直接入力した。

3.2 保有水平耐力計算の部材種別等の計算方針を説明してください。

設計者の対応例

- ・SRC 柱の部材種別は柱の軸力比、鉄骨部の曲げ耐力比と部材の破壊形式により種別を定めた。
【梁の崩壊形による種別ではないことに注意が必要です。構造計算一貫計算ソフトによっては RC 造と同様の部材種別の判定をすることがあります。】

3.3 鉄骨柱の非埋め込み柱脚で、1階柱の部材種別は SRC として判定していますが、1階の柱脚は RC 造として部材種別を定める必要があります。検討してください。

設計者の対応例

- ・RC 造として D_s を算定した。

4. プレストレストコンクリート造

4.1 計算ルートとせん断設計について説明してください。

設計者の対応例

- ・高さ31m以下であり、ルート3-aとして構造規定を満足することを確認した。
- ・構造規定は「2009年版プレストレストコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例」によった
- ・それぞれの部材に対して、下記のせん断設計を行った。

梁	$Q_{su} \geq G+P+1.2Q_M$	又は、 $G+P+2.25FesK$
柱	$Q_{su} \geq 1.25Q_M$	又は、 $G+P+2.5FesK$
耐力壁	$Q_{su} \geq 1.25Q_M$	又は、 $2.5FesK$

参考

ルート3-bの場合のせん断破壊の防止（保証設計）

	両端ヒンジ	未ヒンジ
梁	$Q_{su} \geq G+P+1.3Q_M$	$Q_{su} \geq G+P+1.4Q_M$
柱	$Q_{su} \geq 1.3Q_M$	$Q_{su} \geq 1.4Q_M$
耐力壁	-	$Q_{su} \geq 1.4Q_M$

4.2 PC鋼材を緊張していますが、RC造として計算していますので、緊張力による平均プレストレスが1N/mm²以下であることを確認してください。

設計者の対応例

- ・導入プレストレスは、コンクリート断面の平均プレストレスとして1N/mm²以下を確認しました。

【PC鋼材が無緊張の場合は棒鋼と同等として取り扱うことができます。】

5. 地盤及び基礎

5.1 地質調査の位置および地盤の深さが確認できる地質調査報告書を添付してください。

設計者の対応例

- ・地質調査位置及びGLからの基礎、杭の支持深さを図示した。
- ・ボーリング柱状図にGLの位置（調査時の仮ベンチマークからの深さ）と設計GLの関係寸法を明示した。

5.2 地盤種別を第一種地盤と定めた根拠について説明してください。

設計者の対応例

- ・建築物の基礎の底部の直下の地盤が、岩盤、硬質砂れき層その他主として第三紀以前の地層によって構成されていることを確認した。
- ・下記の調査結果に基づいて、地盤種別を第一種地盤と判断した。
 - ①PS 検層（常時微動測定）は建設地の実測値とし、地盤周期が0.2秒以下であることを確認した。
 - ②350gal以上の地震動に対して液状化しないことを確認した。液状化の判定は、工学的地盤より基礎下端までの地層について、1mごとの粒度分析を実施し、その結果を用いて液状化の判定を行った。【または、同等以上の精度を有する方法により判断することもできます。】

【剛強な杭（長さ径比の小さい場所打ちコンクリート杭、深礎杭等）により支持される場合は、当該支持杭の先端について上記の確認を行う事で、第一種地盤とすることができます。】

5.3 液状化の検討を行ってください。

設計者の対応例

- ・中地震時（一次設計時）では150galでFL値が1以上を確認し、液状化しないことを判断した。
【杭基礎、深層地盤改良（柱状改良）等ではFL値が1未満の場合は日本建築学会「建築基礎構造設計指針」等により地盤の水平抵抗を低減し、安全の確認を行うことが必要です。】

5.4 地盤改良（柱状改良）の設計および品質管理方針を明記してください。

設計者の対応例

- ・深層地盤改良杭の固定度 $\alpha\gamma$ を0.25とし、改良体の杭頭曲げモーメントは基礎、基礎梁で処理した。
【固定度 $\alpha\gamma=0$ とし、改良体の検討を行うことも適用することができます。】
- ・品質管理の検査方法は次のように図面に明示した。
 - 全長ボーリングコア 1本以上（100箇所ごと）
 - コアカッターによる頭部コア1箇所以上（50箇所ごと）1箇所につき3個以上
 - コアによる一軸圧縮強度の確認
 - 地中充填モールドコア不攪乱資料（併用）による妥当性の確認を行った。

5.5 地震時水平力による杭頭の曲げモーメントの処理について説明してください。

設計者の対応例

- ・杭の地震時水平力による杭頭曲げモーメントは固定度を1.0とし、基礎梁へ剛比分割で曲げ戻した。
【認定工法、実験等で固定度が確認されている場合を除き、杭頭固定とします。】

5.6 CPRC 杭のせん断設計を平19国交告第593号第二号イ(2)により検討してください。

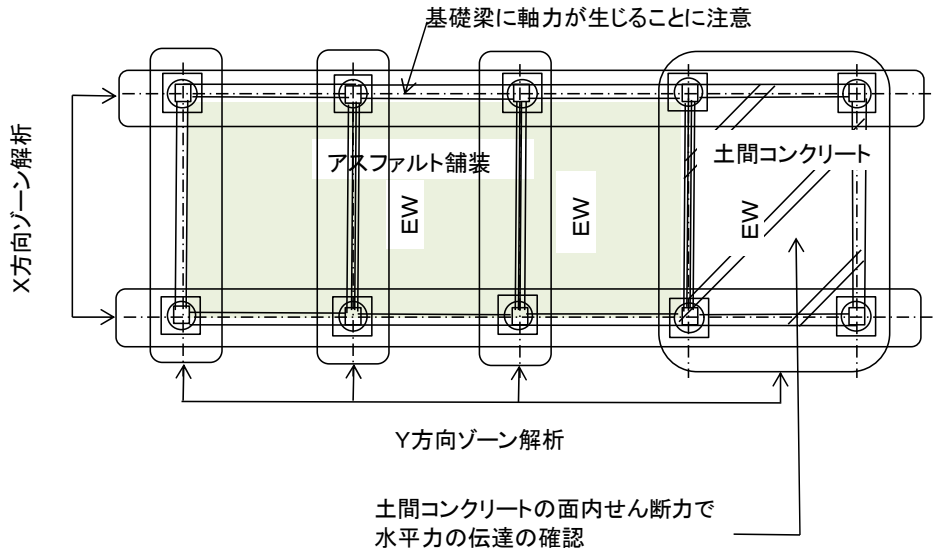
設計者の対応例

- ・設計用せん断力 $Q_D = \min [Q_L + nQ_E, Q_0 + Q_V] \leq$ 短期許容せん断耐力 $n \geq 1.5$ として検討した。

5.7 1 階の床がアスファルト等の場合、剛床仮定が成立しないので杭の地震時水平力の分担について検討してください。

設計者の対応例

- ・基礎杭の地震時水平力の分担は上部の柱、耐力壁の分担に応じた水平力分担とした。



【剛床仮定が成り立たない場合は、各杭に作用する軸力に応じて杭頭の変形が同一変位になるフレームごとに杭の水平力の検討を行う必要があります。】

5.8 場所打ちコンクリート杭鉄筋の継ぎ手でD35を使用していますが、D35以上は重ね継ぎ手はできないとRC規準やJASS 5では記されています。検討してください。

設計者の対応例

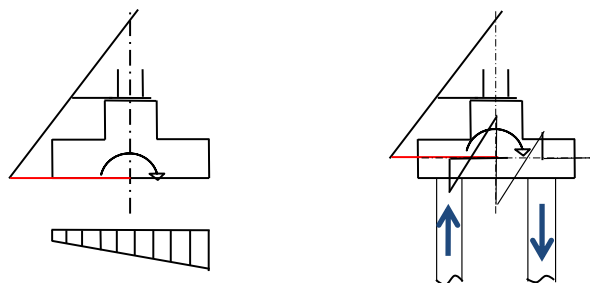
- ・D32（又は機械式継手）に変更した。

5.9 基礎梁の取り付けかない方向の基礎の検討について説明してください。

設計者の対応例

- ・S造柱脚のバネ位置（ベースプレートの位置）の曲げモーメントに上部からのせん断力に基礎下端までの距離を乗じた付加曲げモーメントを加えた応力に対して、基礎（杭、地盤）の耐力を確認した。

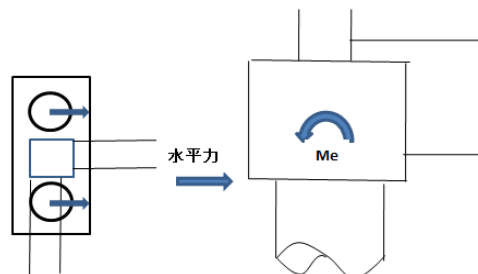
【保有水平耐力時も同様の検討を行い、柱脚の曲げモーメントを担保する必要があります。】



5.10 2本杭基礎の面外方向の杭頭曲げモーメントの基礎梁への伝達について検討してください。

設計者の対応例

- ・基礎梁の取り付けかない方向の地震時水平力による杭頭曲げモーメントに対して面外方向の基礎フーチングのねじれ抵抗の検討を行った。



5.11 杭基礎の浮き上がり（一次設計）について設計方針を説明してください。

設計者の対応例

1) 杭基礎

- ・杭の短期許容支持力を超えないこと、さらに引き抜き力を受ける場合には、杭の短期許容引き抜き抵抗力を超えないことを確かめた。
- ・杭と基礎との接合部の各部材の応力度が短期許容応力度を超えないことを確かめた。

【浮き上がりに対して隣接する杭で抵抗する場合は、砂質土を支持層とした場所打ちコンクリート杭の摩擦ばねに関する提案式があり、抵抗する基礎梁の剛性と杭の摩擦ばねを考慮して検討することもできます。建築学会「建築基礎構造設計指針」P226（6.3.29式）や計算例6,7に示されています。なお、周囲の基礎梁が十分に剛である場合や地下ピットがある等で基礎梁のせいが剛とするに十分なせいがある場合で、かつ、基礎梁の耐力が引き抜き力に対して余裕があることを確認すれば、応力が再配分されるとみなして、杭の摩擦ばねを考慮しないで検討することができます。】

2) 直接基礎

- ・基礎を大きくするなど基礎自重で浮き上がらないことを原則とするが、付属的な基礎については、基礎の引き抜き耐力を超える場合は地盤ばねを零として解析した。

【解析上浮き上がり力を負の外力として周辺基礎梁に再配分することも適用することができます。】

5.12 土間コンクリートの荷重および剛性の考え方を説明してください。

設計者の対応例

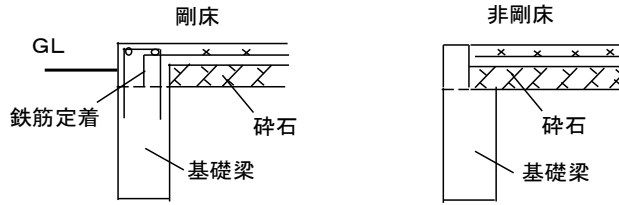
- ・杭基礎であり土間コンクリートの荷重は基礎梁に片側1m程度を常時荷重として見込んで応力及び断面検討を行った。
- ・土間コンクリートによる基礎梁の剛性増大率には考慮しなかった。

【深層地盤改良基礎も上記と同様です。直接基礎で支持地盤が同じと判断できる場合は、考慮しない設計も可能です。】

5.13 杭の水平分担率を杭の剛性に応じて均等分配していますが、土間コンクリートの剛床仮定について説明してください。

設計者の対応例

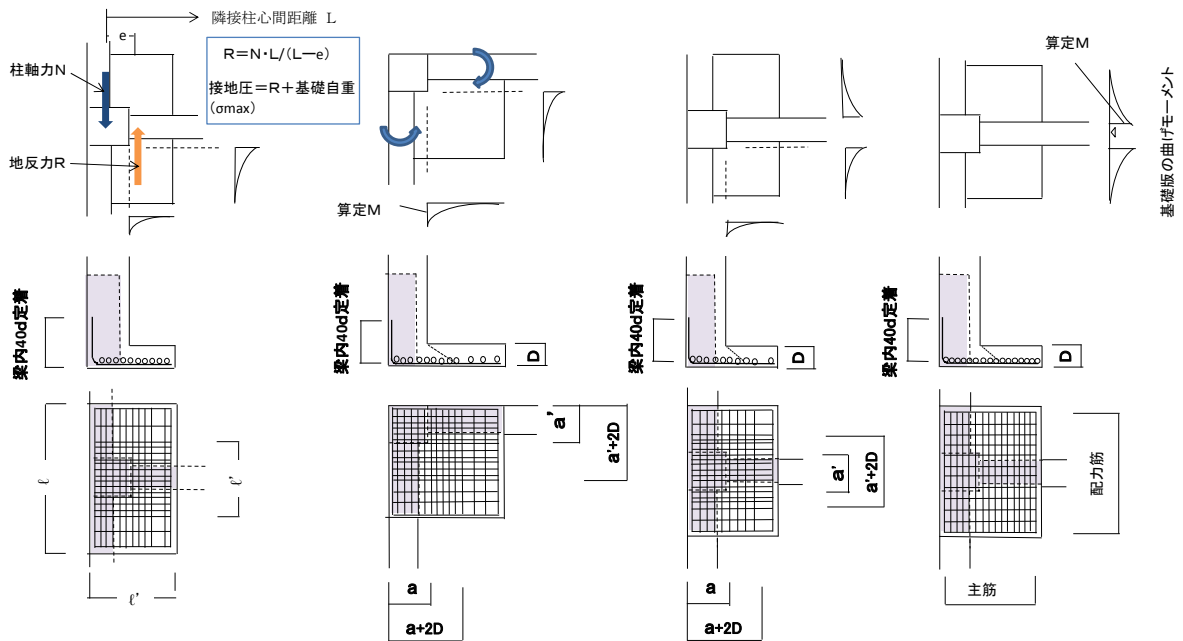
- 基礎梁と土間コンクリートが鉄筋で緊結されており剛床とみなし、杭にかかる水平力の分担率を杭の剛性に応じて均等分配した。



5.14 基礎スラブの厚さが薄い偏心基礎の計算と配筋方法について説明してください。

設計者の対応例

- RC規準2010年版（20.3式）辺長比により短辺長さの幅に配筋し、最大接地圧を割り増した。
【直接基礎の場合で偏心がある場合はベース筋、基礎梁の検討が必要になります。】



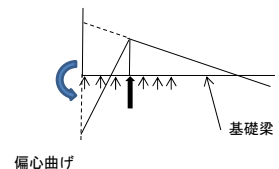
① 辺長比による配筋する方法
短辺方向の鉄筋は、辺長比 ($\lambda = l/l'$) により短辺の幅にRC規準2010(20.3式)で求まる鉄筋量を配筋し、残りを周辺に配筋する。

$$\frac{\text{短辺長さ相当幅に入れる鉄筋量}}{\text{短辺方向の鉄筋全断面積}} = \frac{2}{\lambda + 1}$$

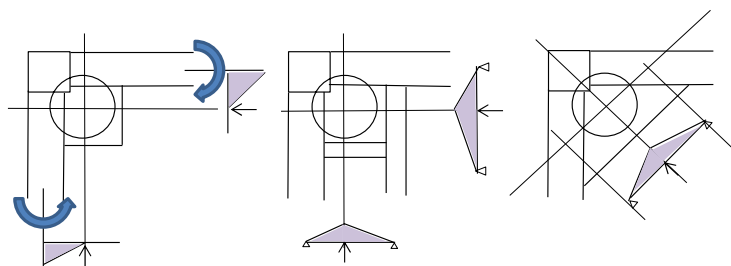
短辺ほうの鉄筋も均等配筋する場合
所要鉄筋量を $2\lambda/(\lambda+1)$ 倍したものを長辺幅に配置する。RC規準2010P338

② 柱近傍に重点的に配筋する方法

③ 一方向主筋均等配筋する方法



【杭基礎で偏心がある場合の基礎は次の方法によりベース筋及び基礎梁の偏心応力に対する検討が必要となります。】



ビルディングレター 2012.9