

平成 30 年度

建築物の安全確保のための体制の整備を行う者に対する補助事業

構造計算に係る課題の整理取りまとめ

報告書

平成 30 年 12 月

実施機関 一般社団法人 建築性能基準推進協会

連携機関 耐震改修支援センター・一般財団法人 日本建築防災協会

まえがき

本報告書は、平成 30 年度国土交通省補助事業「建築物の安全確保のための体制の整備事業」により、一般社団法人建築性能基準推進協会を実施機関、耐震改修支援センター・一般財団法人日本建築防災協会を連携機関とした体制で実施した建築物の構造計算等に係わる課題の整理を取りまとめた資料である。本補助事業は、設計図書内で整合がとられて構造計算が適切に行われているかの調査を実施するもので、調査は（一財）日本建築防災協会に設置された「構造計算調査委員会」に於いて行われた。本報告は、平成 29 年度に実施された構造計算調査の過程において抽出された構造計算等に係わる課題とされる事項について整理し、今後の構造計算にあたっての留意事項等を整理したものである。

本課題整理では、主として指定確認検査機関ならびに指定構造計算適合性判定機関等の構造計算の審査に携わる機関・人を対象に据え、確認、判定の業務に係わるところの構造計算書の構成および構造設計に関する計算内容について注意喚起を必要とする事項を取りあげ、内容概説を加えて法令規定に係わる問題事項を整理する。取りあげた課題は、(i) 設計図書間の不整合等の複数調査物件にわたり不適切、不相当と認められる事項、(ii) 原設計の構造計算に法令解釈等に係わる事項や計算モデル化に係わる事項について不適切、不相当と認められる事項の二種別である。本課題の整理は、「建築物の構造関係技術基準解説書」の編纂、改訂の作業にあたってのシーズ作成が目標の一つに据えられてきており、このシーズ作成の目標に視点を据え、法令基準、技術基準解説書中の解説項目等には明記されていないが、構造計画・構造設計を実施する見地に立つと不適切、不相当と判断される事項についても課題として取りあげる。本課題整理で取りあげる例示は、基本的立場としては個々の建築物を対象としての問題指摘を行うことに視点を置くものではなく、広く一般的な構造設計を対象としての問題指摘を行うことに重点を置くために示す例である。

本報告書の構成については、以下の項目分類：

1. 設計図書；
2. 鉄筋コンクリート造；
3. 鉄骨造；
4. 基礎構造；および
5. その他

に則して課題事項を整理した。本報告で取りあげた課題は必ずしも一つの項目分類に整理されるものではない。ここでは、主要な属性を判断し、課題の項目分類を定めた。

本年度の課題整理の段階であきらかにされた課題のうち、主なものは以下に取りまとめることができる。

- (1) 一貫構造計算プログラムの計算範囲となる建物上部構造部とオプションとして提供される建物基礎構造部のプログラムによる計算もしくは手計算による計算の対象範囲となる建物基礎部（杭基礎もしくは直接基礎）の境界部処理において課題事項があげられる。課題内容は、構造の境界部におけるモデル化に係わる計算・設計上の不適切な取り扱いに関する事項で、境界部における計算データ受け渡しにおけるデータの整合性の欠如、算定される応力等の連続性の欠如等が認められた。

- (2) 構造計画に於いて基礎構造部に地盤アンカー工法が用いられ、構造設計が行われた事例が複数認められた。
- (3) 垂直な柱・壁部材と水平なはり部材から構成されるフレーム架構に、用途を車路とする斜め部材（スロープ）が設けられる架構構造の一貫構造計算プログラム内でのモデル化の取り扱いに構造性能評価の観点からの不適切な取り扱いが行われている事例が認められた。基本的に整形な架構を対象とする一貫構造計算プログラムを用いるに際し、斜め材の不適切なモデル化や、当該部のモデル化に関する設計者の考え方・意図が図書に記述されていない等の設計図書の不備が認められた事例が複数件あった。

本課題整理報告書は、主たる受益対象者（ステークホルダー）として指定確認検査機関ならびに指定構造計算適合性判定機関等の審査に携わる機関・人を対象に据えてはいるが、設計者ならびに建築基規準類の整備に係わる研究組織および研究者にも参考として資せられる。

本課題整理は、実設計例よりサンプリングされた事例に基づき構造計算図書として構成、内容について検討を行った調査の結果より抽出された課題事項を取りまとめた。本成果が、構造計算図書の確認、判定を行う機関における適正・適切な審査に利される資料とされることを期待する。

なお、本資料は、工学的観点からの構造計算の妥当性および当該建築物の耐震安全性を検証した結果のコメントや工学的判断に基づく考え方の一つとして構造計算に疑義が生じるとした内容を含んでいること、ならびに提出された構造計算図書を第三者の立場に立って検証を行った結果であり、係わった特定行政庁、指定確認検査機関もしくは指定構造計算適合性判定機関ならび原設計者よりの検証結果の確認を経てまとめられたものではないことに留意されたい。

課 題 整 理 の 構 成

本報告で取りまとめる各課題は、基本的には次の：

【事例】；

【留意事項】；および

【関連する条文・基規準等】

の3項より構成される。

第1項【事例】は、構造計算調査の対象となった構造計算より事例に抽出された建築物の概要および課題とされた構造計算上の事項を記述する。ここでは、構造計算調査の中で検討された建築物が取りあげられるが、必ずしも計算調査で対象とされた建築物と同じではなく、課題事項を明確にすることを目的として、構造に関係する形状（例えば、部材寸法、部材接合部詳細、鉄筋コンクリート構造の配筋詳細等）に変更を加えたものもある。その主意は、本課題整理は個々の建築物の構造計算の適切・不適切についてまとめることが目的ではなく、構造計画・構造設計に係わる計算過程の適切・不適切についてまとめることを目的とするところであるからである。したがって、ここで示される事例は、例としてあげられた建築物の構造計算の不適切・不適當を論じるに用いられるのではなく、課題としてあげられる構造計算上の論点をより明確にし、より判りやすくするために用いられることを目的として記載されるものである。

第2項【留意事項】は、各事例に於いて構造計画・構造設計に係わってあげられた課題とされる事項を整理してとりまとめる。

第3項【関連する条文・基規準等】は、課題としてとりあげた主因となる建築基準法・同施行令および告示の法令ならびにそれら法令基規準の技術的な解釈を示している「建築物の構造関係技術基準解説書」中の解説の項、(一社)日本建築学会刊行の基規準、指針類との対応を示す。

なお、事例が法令基準等に規定はされていないが、構造計算調査の過程において、構造設計上においてより広汎な見地からの検討を加える必要があると判断されて整理の対象としてあげられた課題については法令基準では想定されていない事項が含まれることがあることより、第3項【関連する条文・基規準等】について記載のない課題があるとともに、事例によって第2項【留意事項】についても例外的に記載のない課題がある。

目 次

1. 設計図書	
1.1. 計算書と構造図の不整合	
・ 計算書と構造図に不整合がある	p. 1
1.2. 構造図の不備	
・ 既製杭の杭頭処理が構造図に示されていない	p. 2
2. 鉄筋コンクリート造	
2.1. 連層耐力壁架構の連結部の境界梁	
・ 基礎部の変形を考慮したモデル化	p. 3
2.2. 鉄筋コンクリート造筋かい	
・ 筋かいの水平耐力を β_u に考慮していない	p. 6
2.3. スパン中間にねじり応力を受ける梁	
・ ねじり応力を受ける大梁腹筋の柱への定着長さが明記されていない	p. 12
・ 構造特性が異なる架構の接合部で大梁のねじり応力に対する検討がなされていない	p. 14
・ 小梁端部からのねじり応力が考慮されていない	p. 16
3. 鉄骨造	
3.1. スロープ	
・ スロープと鉄筋コンクリート造スラブの接合詳細及び骨組応力に及ぼすスロープの影響が示されていない	p. 18
3.2. 外部階段	
・ 本体と外部階段との接合詳細の検討が不足している	p. 21
4. 基礎構造	
4.1. 杭	
・ 束ね筋の定着長さが不足している	p. 23
4.2. フーチング基礎	
・ 2本打ち杭のフーチング基礎の検討が不十分である	p. 25
4.3. 地盤アンカー	
・ 短期荷重時の接地圧および基礎と地盤の離間の検討が不足している	p. 28
5. その他	
5.1. 制振部材	
・ 制振部材の耐力上昇を考慮した周辺部材の検討が不足している	p. 30

1. 設計図書

1.1. 計算書と構造図の不整合

・ 計算書と構造図に不整合がある

【事例】

平成 29 年度構造計算調査を行った 51 事例（鉄筋コンクリート造（以下、RC 造）31 事例，鉄骨造（以下、S 造）19 事例，併用構造 1 事例）のうち 8 事例（RC 造 5 事例，S 造 3 事例）で計算書と構造図に不整合があった。表 1.1.1 にその内訳を示す。

「不整合あり」の 8 事例は表 1.1.1 中の 1)～3) の 3 通りに分類され、1) 及び 2) に示す 5 事例は一貫計算結果に影響する不整合で、そのうち、3 事例（RC 造）は、鉄筋種別や仕上重量，大梁断面寸法の不整合で、2 事例（S 造）は、柱脚の固定条件や耐火被覆の厚さ，柱脚金物の不整合であった。

項目 1) に示す 2 事例は、構造図を正として再度検討を行った結果、RC 造 1 物件で壁の短期断面検定比が 1.0 を超過し、S 造 1 物件で柱脚接合部の強度が不足する結果となった。

項目 2) に示す 3 事例は、構造図を正として再度検討を行っても、一次設計・二次設計を満足することが確認された。

項目 3) に示す 3 事例は、小梁の微小な寸法や雑壁の位置の相違であったり、構造図の方がせん断補強筋が多かったり、コンクリート強度が高かったりする不整合で、再度検討を行う必要のない事例であったため、一貫計算結果に影響のない不整合として整理した。

表 1.1.1 計算書と構造図の不整合

		事例数
不整合あり	1) 構造図を正として再度検討を行った結果，一次設計を満足しない	2
	2) 構造図を正として再度検討を行った結果，一次設計・二次設計を満足する	3
	3) 一貫計算結果に影響のない不整合（小梁等の不整合や安全側の不整合）	3
不整合なし		43

1.2. 構造図の不備

・既製杭の杭頭処理が構造図に示されていない

【事例】

既製杭を用いた建築物において、構造図の標準図や詳細図に杭頭処理を示す図が付記されていない事例があった。例えば、鋼管杭を用いた事例では、図1.2.1に示すような杭頭補強図に、杭頭キャップの材質、寸法、接合方法、及び中詰めコンクリートの打設位置についてなどの杭頭処理の指示がなかった。

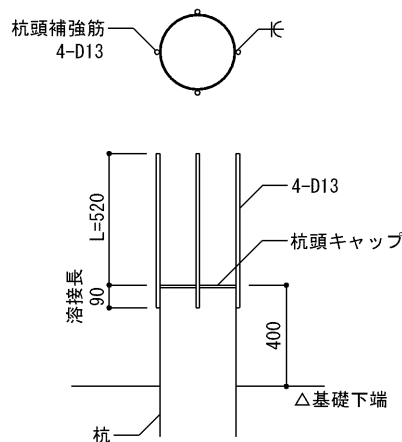


図1.2.1 杭頭補強図

【留意事項】

既製杭を用いる場合、杭頭接合部の設計は、認定書・評定書では通常規定されておらず、設計者の判断に委ねられていることが多いにもかかわらず、構造図に杭頭処理の詳細が示されていない事例が多い。

杭頭接合部については、別途構造検討を行うとともに、構造図に杭頭処理について示す必要がある。例えば、鋼管杭では、杭頭キャップの詳細（プレートの板厚などの寸法）や杭と上部構造の接合方法は、設計者が構造図に示す必要がある。また、既製コンクリート杭（PHC杭）では、杭体補強筋を杭頭にスタッド溶接する工法であれば、杭頭端部の鋼板等を示し、杭頭に中詰めコンクリートが用いられる場合であれば、その打設位置を示す必要がある。

2. 鉄筋コンクリート造

2.1. 連層耐力壁架構の連結部の境界梁

・基礎部の変形を考慮したモデル化

【事例】

本事例は、地上 15 階建ての RC 造建築物である。図 2.1.1 に示すように連層耐力壁架構（耐力壁高さ／耐力壁幅が 4 を超える架構）の 2 構面が境界梁（基礎梁）と 2 階床から上部のスラブ（ $t=300$ ）で連結された構造形式となっている。

本事例では、通常的设计に即して杭を配置している支点をピン支持として、一次設計（ R_t 算出や応力解析等）及び二次設計（ D_s 値算定や保有水平耐力算定等）が行われている。

ピン支持とするモデル化では、連層耐力壁架構脚部の境界梁（B-C 間の基礎梁 FG）に基礎支点の鉛直方向変位が生じないため、境界梁の設計において危険側となる可能性がある。

本事例のような架構形式では、地盤（杭）の変形が生じると、境界梁には大きな応力が発生する可能性があるが、それに対する検討は行われていなかった。



図 2.1.1 軸組図

【留意事項】

2015年版建築物の構造関係技術基準解説書においては地盤・基礎の取扱いに関する平19国交告第594号第2第一号口の解説には、「通常的设计においては、地盤のばねは設けずに計算を行っても問題のない結果となることが多い。ただし、鉄筋コンクリート造の建築物の耐力壁の脚部や剛性の低い基礎ばり周辺では、地盤の鉛直方向の変位や基礎の浮上り（地盤からの鉛直反力がなくなる状態）が生じやすく、かつ、その場合には影響を考慮した応力解析を行う必要があることから、接地圧や支点反力などの状態を確認した上で地盤のばね（基礎直下及びぐい先端の鉛直の地盤ばね、杭周面の摩擦によるばね等）を設けるべきかどうか判断する（6.7節参照）」と記述されている。

運用上は、一般的な調査の範囲で基礎のすべての支点のばねを設定することは難しい場合も多いため、一般的には地盤ばねを考慮せずに構造計算を行っても良いとされているが、本事例は、解説に記述されている架構形式で地盤ばねによる影響が大きいと判断される建築物であるため、少なくとも一次設計時における応力解析においては、耐力壁の脚部に地盤（杭）の変形を考慮するモデル化などによる別途検討が望まれる。

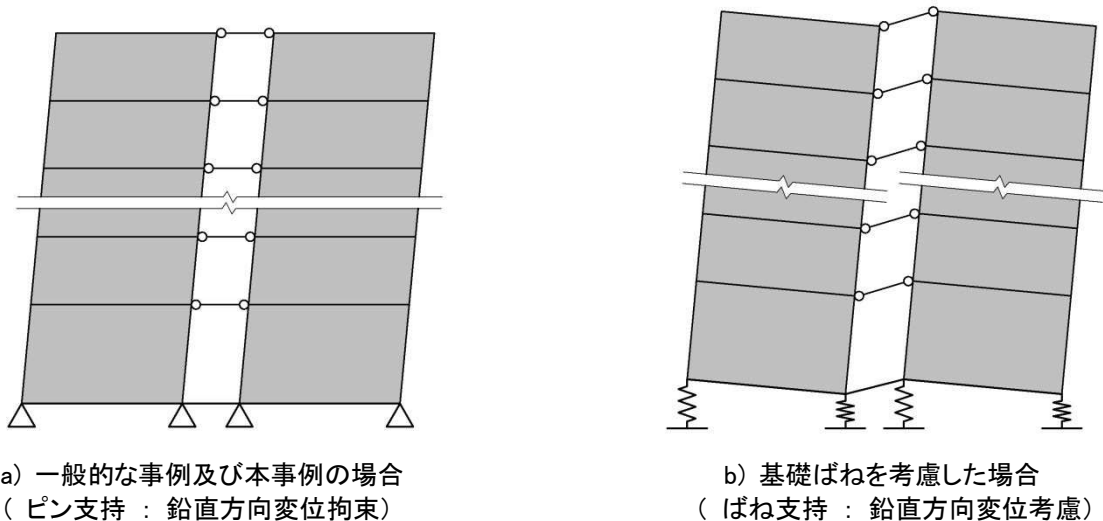


図 2.1.2 耐力壁脚部の基礎支点

【関連する条文・基規準等】

◇告示 平19国交告第594号第2

保有水平耐力計算及び許容応力度等計算の方法を定める件

第2 荷重及び外力によって建築物の構造耐力上主要な部分に生ずる力の計算方法

- 一 建築基準法施行令（以下「令」という。）第82条第一号の規定に従って構造耐力上主要な部分に生ずる力を計算するに当たっては、次のイ及びロに掲げる基準に適合するものとしなければならない。
 - イ 構造耐力上主要な部分に生ずる力は、当該構造耐力上主要な部分が弾性状態にあるものとして計算すること。
 - ロ 基礎又は基礎ぐいの変形を考慮する場合にあつては、平成13年国土交通省告示第1113号第1に規定する地盤調査の結果に基づき、当該基礎又は基礎ぐいの接する地盤が弾性状態にあることを確かめること。

◇ 2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書(p.321)

b) 地盤・基礎の取扱い（第一号ロ）

本規定は、地盤のばねの扱いを示したものである。通常の設計においては、地盤のばねは設けずに計算を行っても問題のない結果となることが多い。ただし、鉄筋コンクリート造の建築物の耐力壁の脚部や剛性の低い基礎ばりの周辺では、地盤の鉛直方向の変形や基礎の浮上り（地盤からの鉛直反力がなくなる状態）が生じやすく、かつ、その場合には影響を考慮した応力解析を行う必要があることから、接地圧や支点反力などの状態を確認した上で地盤のばね（基礎直下及びくい先端の鉛直の地盤ばね、杭周面の摩擦によるばね等）を設けるべきかどうか判断する（6.7 節参照）。

本規定に基づき基礎及び基礎ぐいの変形を考慮する場合には、地盤調査の結果に基づき、地盤のばねを設定して計算を行う。このとき地盤が弾性状態にあることを確かめるとしており、すなわち、非線形材料である地盤の変形状態が、作用する応力に対して荷重変形曲線上で整合していることを確かめる。

◇ 2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書(p.434)

6.7.4 耐震計算における基礎及び基礎ぐいの扱い

基礎構造そのものの構造耐力の確認に加えて、上部構造の耐震計算を行う場合の基礎構造の取扱いの原則についても、法令上の規定がある。これは、耐力壁直下や基礎ばりが周囲と比較して剛であるといえる場合などでは、地震力に対する上部構造の計算に当たって建築物の転倒（回転）が計算の結果に与える影響が大きく、地盤の鉛直方向の変形量を適切に考慮する必要があるためである。

なお、基礎ぐいを用いた建築物の転倒に対する検討を行う場合、転倒モーメント算出時の有効スパン長はくい心間距離で検討を行うことが基本であり、くいが内側に偏心し、くい心間隔が上部建物の柱心間隔より短くなっている場合などは、実状に応じた対応が必要となる。計算プログラムを用いて転倒に対する検討を行う場合には、この点について注意が必要である。

(1) 基礎又は基礎ぐいの変形(鉛直ばね)の考慮

平 19 国交告第 594 号第 2 第一号イにおいて、応力算定の基本は弾性剛性に立脚した手法によって行うことが規定されているが、同号ロの規定に従って、基礎及び基礎ぐいの変形を考慮することができる。ただし、通常の建築物における地盤調査の現状を考えると、一般的な調査の範囲で基礎のすべての支点のばねを設定することは難しい場合も多く、本規定の適用上は、基礎ばねを考慮せず構造計算を行うことを原則とする。「基礎ばねを考慮せず」とは、構造体としての基礎ばり等の剛性・剛域については、上部構造の解析と同様に設定し、柱・耐力壁脚部の基礎ばり直下に支点を設けることをいう。このとき、基礎が一体の鉄筋コンクリート造で上部構造が軽微な木造・鉄骨造である場合など、著しく剛性に差がある場合には、基礎を剛体として考えるか、又は基礎上のみのモデル化（基礎固定）としてよい。

2.2 鉄筋コンクリート造筋かい

・筋かいの水平耐力を βu に考慮していない

【事例】

本事例は、地上9階建てのRC造建築物であり、図2.2.1及び図2.2.2に示すように、1階にRC造筋かいが配置された構面がある。一貫計算においてRC造筋かいを傾斜したRC造柱としてモデル化し検討を行っていた。本事例に用いた構造計算プログラムでは保有水平耐力計算における構造特性係数(Ds)の評価において、RC造筋かいの負担せん断力が耐力壁(筋かいを含む)の水平耐力に集計されず、柱の負担せん断力として集計されたため、耐力壁(筋かいを含む)の水平耐力と保有水平耐力の比(βu)が過小に計算され、Ds値が小さく評価されていた。

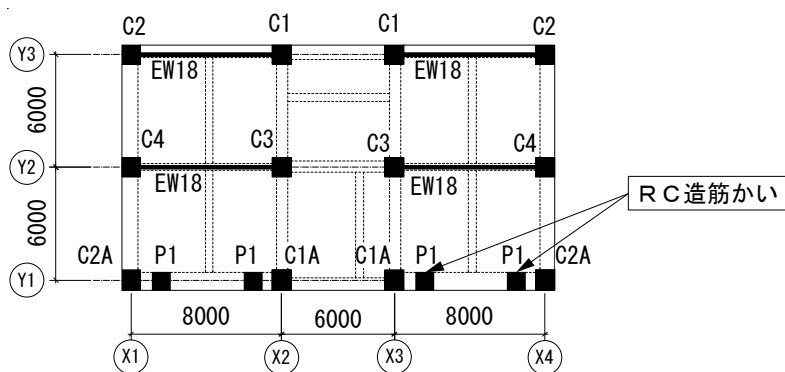


図 2.2.1 1階伏図

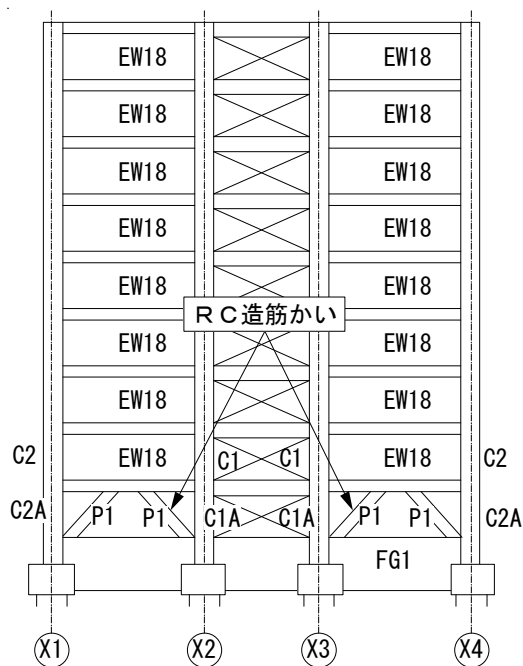


図 2.2.2 Y1 通り軸組図

【留意事項】

RC造筋かいのモデル化や計算方法、配筋方法、部材種別については、明確に規定された指針や基規準類、告示がないため、部材種別、 D_s の判定、配筋に際し、安全側の設計となるよう十分に配慮しなければならない。また、一貫計算においてRC造筋かいを傾斜柱としてモデル化すると、RC造筋かいの負担せん断力は柱の負担せん断力として集計され、耐力壁（筋かいを含む）の負担せん断力を考慮して定められる（ βu ）に反映されない。接合部に生じるせん断力や梁の軸力、せん断力の評価が出来ない等、様々な問題があるため注意が必要である。

【関連する条文・基規準等】

◇昭和55年建設省告示第1792号第1・第4 D_s 及び F_{es} を算出する方法を定める件

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第82条の3第二号の規定に基づき、 D_s 及び F_{es} を算出する方法を次のように定める。

第1 D_s を算出する方法

建築物の各階の D_s は、柱及びはりの大部分が木造である階にあつては第2に、柱及びはりの大部分が鉄骨造である階にあつては第3に、柱及びはりの大部分が鉄筋コンクリート造である階にあつては第4に、柱及びはりの大部分が鉄骨鉄筋コンクリート造である階にあつては第5に、その他の階にあつては第6に、それぞれ定める方法によるものとする。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき当該建築物の振動に関する減衰性及び当該階の^{せん断}靱性を適切に評価して算出することができる場合においては、当該算出によることができる。

第4 柱及びはりの大部分が鉄筋コンクリート造である階について D_s を算出する方法

柱及びはりの大部分が鉄筋コンクリート造である階にあつては、次に定める方法により D_s を算出するものとする。

一 柱及びはりの種別を、次の表に従い、柱及びはりの区分に応じて定めること。ただし、崩壊形に達する場合に塑性ヒンジを生じないことが明らかな柱の種別は、表によらずはりの種別によることとし、種別の異なる柱及びはり^{（せん断）}が接合されている場合における柱の種別（崩壊形に達する場合に塑性ヒンジを生じないことが明らかな柱の種別を含む。）は、当該柱及びはりの接合部において接合される部材（崩壊形に達する場合に塑性ヒンジが生じる部材に限る。）の種別に応じ、次に定めるところによること。

- (1) FC及びFDの種別が存在しない場合にあつてはFBとする。
- (2) FDの種別が存在せず、FCの種別が存在する場合にあつてはFCとする。
- (3) FDの種別が存在する場合にあつてはFDとする。

柱及びはりの区分							柱及びはりの種別
部材	柱及びはり	柱				はり	
条件	破壊の形式	h_0/D の 数値	σ_0/F_c の 数値	p_t の 数値	τ_u/F_c の 数値	τ_u/F_c の 数値	
せん断破壊、付着割裂破壊及び圧縮破壊その他の構造耐力上支障のある急激な耐力の低下のおそれのある破壊を生じないこと。	2.5以上	0.35以下	0.8以下	0.1以下	0.15以下	FA	
	2.0以上	0.45以下	1.0以下	0.125以下	0.2以下	FB	
	—	0.55以下	—	0.15以下	—	FC	
FA, FB 又はFCのいずれにも該当しない場合							FD
一 この表において、 h_0 、 D 、 σ_0 、 F_c 、 p_t 及び τ_u は、それぞれ次の数値を表すものとする。 h_0 柱の内り高さ（単位 センチメートル） D 柱の幅（単位 センチメートル） σ_0 D_s を算定しようとする階が崩壊形に達する場合の柱の断面に生ずる軸方向応力度（単位 1							

平方ミリメートルにつきニュートン)
 p_t 引張り鉄筋比 (単位 パーセント)
 F_c コンクリートの設計基準強度 (単位 1平方ミリメートルにつきニュートン)
 τ_u D_s を算定しようとする階が崩壊形に達する場合の柱又ははりの断面に生ずる平均せん断応力度 (単位 1平方ミリメートルにつきニュートン)
 二 柱の上端又は下端に接着するはりについて、崩壊形に達する場合に塑性ヒンジが生ずることが明らかな場合にあつては、表中の h_0/D に替えて $2M/(Q \cdot D)$ を用いることができるものとする。この場合において、 M は崩壊形に達する場合の当該柱の最大曲げモーメントを、 Q は崩壊形に達する場合の当該柱の最大せん断力を表すものとする。

二 耐力壁の種別を、次の表に従い、耐力壁の区分に応じて定めること。

耐力壁の区分				耐力壁の種別
部材	耐力壁	壁式構造以外の構造の耐力壁	壁式構造の耐力壁	
条件	破壊の形式	τ_u/F_c の数值	τ_u/F_c の数值	
	せん断破壊その他の構造耐力上支障のある急激な耐力の低下のおそれのある破壊を生じないこと。	0.2以下	0.1以下	WA
		0.25以下	0.125以下	WB
		—	0.15以下	WC
	WA, WB 又は WC のいずれにも該当しない場合			WD
この表において、 τ_u 及び F_c は、それぞれ前号の表に規定する τ_u 及び F_c の数值を表すものとする。				

三 D_s を計算する階における柱及びはり並びに耐力壁の部材群としての種別を、次の表に従い、当該階の部材の耐力の割合の数值に応じて定めること。ただし、部材の種別がFDである柱及びはり並びに部材の種別がWDである耐力壁について当該部材を取り除いた建築物の架構に局部崩壊が生ずる場合にあつては、部材群としての種別はそれぞれDとしなければならない。

	部材の耐力の割合	部材群としての種別
(1)	$\gamma_A \geq 0.5$ かつ $\gamma_C \leq 0.2$	A
(2)	$\gamma_C < 0.5$ (部材群としての種別がAの場合を除く。)	B
(3)	$\gamma_C \geq 0.5$	C
この表において、 γ_A 及び γ_C は、それぞれ次の数值を表すものとする。 γ_A 柱及びはりの部材群としての種別を定める場合にあつては種別FAである柱の耐力の和を種別FDである柱を除くすべての柱の水平耐力の和で除した数值、耐力壁の部材群としての種別を定める場合にあつては種別WAである耐力壁の耐力の和を種別WDである耐力壁を除くすべての耐力壁の水平耐力の和で除した数值 γ_C 柱及びはりの部材群としての種別を定める場合にあつては種別FCである柱の耐力の和を種別FDである柱を除くすべての柱の水平耐力の和で除した数值、耐力壁の部材群としての種別を定める場合にあつては種別WCである耐力壁の耐力の和を種別WDである耐力壁を除くすべての耐力壁の水平耐力の和で除した数值		

四 各階の D_s は、次のイからハまでのいずれかによって定める数值とすること。

イ 耐力壁を設けない剛節架構とした場合にあつては、前号の規定により定めた当該階の柱及びはりの部材群としての種別に応じ、次の表に掲げる数值以上の数值とする。

柱及びはりの部材群としての種別	D_s の数值
A	0.3
B	0.35
C	0.4
D	0.45

ロ 壁式構造とした場合にあっては、前号の規定により定めた当該階の耐力壁の部材群としての種別に応じ、次の表に掲げる数値以上の数値とする。

耐力壁の部材群としての種別	D_s の数値
A	0.45
B	0.5
C	0.55
D	0.55

ハ 剛節架構と耐力壁を併用した場合にあっては、前号の規定により定めた当該階の柱及びはり並びに筋かいの部材群としての種別に応じ、次の表に掲げる数値以上の数値とする。

			柱及びはりの部材群としての種別			
			A	B	C	D
耐力壁の部材群としての種別	A	$0 < \beta_u \leq 0.3$ の場合	0.3	0.35	0.4	0.45
		$0.3 < \beta_u \leq 0.7$ の場合	0.35	0.4	0.45	0.5
		$\beta_u > 0.7$ の場合	0.4	0.45	0.45	0.55
	B	$0 < \beta_u \leq 0.3$ の場合	0.35	0.35	0.4	0.45
		$0.3 < \beta_u \leq 0.7$ の場合	0.4	0.4	0.45	0.5
		$\beta_u > 0.7$ の場合	0.45	0.45	0.5	0.55
	C	$0 < \beta_u \leq 0.3$ の場合	0.35	0.35	0.4	0.45
		$0.3 < \beta_u \leq 0.7$ の場合	0.4	0.45	0.45	0.5
		$\beta_u > 0.7$ の場合	0.5	0.5	0.5	0.55
	D	$0 < \beta_u \leq 0.3$ の場合	0.4	0.4	0.45	0.45
		$0.3 < \beta_u \leq 0.7$ の場合	0.45	0.5	0.5	0.5
		$\beta_u > 0.7$ の場合	0.55	0.55	0.55	0.55
この表において、 β_u は、耐力壁（筋かいを含む。）の水平耐力の和を保有水平耐力の数値で除した数値を表すものとする。						

◇平成19年国土交通省告示第594号第4 保有水平耐力の計算方法

第4 保有水平耐力の計算方法

一・二 (略)

三 構造耐力上主要な部分である柱、はり若しくは壁又はこれらの接合部について、第一号における架構の崩壊状態の確認に当たっては、局部座屈、せん断破壊等による構造耐力上支障のある急激な耐力の低下が生ずるおそれのないことを、次のイからニまでに掲げる方法その他特別な調査又は研究の結果に基づき適切であることが確かめられた方法によるものとする。

イ・ロ (略)

ハ 鉄筋コンクリート造の架構にあっては、使用する部分及び第一号の計算を行う場合における部材（せん断破壊を生じないものとした部材に限る。）の状態に応じ、次の表の式によって構造耐力上主要な部分にせん断破壊を生じないことを確かめること。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき、構造耐力上主要な部分にせん断破壊を生じないことが確かめられた場合にあっては、この限りでない。

使用する部分	第一号の計算を行う場合における部材の状態	
	(い)	(ろ)
	部材の両端にヒンジが生ずる状態	(い)欄に掲げる状態以外の状態
はり	$Q_b \geq Q_0 + 1.1 Q_M$	$Q_b \geq Q_0 + 1.2 Q_M$
柱	$Q_c \geq 1.1 Q_M$	$Q_c \geq 1.25 Q_M$
耐力壁	—	$Q_w \geq 1.25 Q_M$

この表において、 Q_b 、 Q_c 、 Q_w 、 Q_0 及び Q_M は、それぞれ次の数値を表すものとする。

Q_b 次の式によって計算したはりのせん断耐力 (単位 ニュートン)

$$Q_b = \left\{ \frac{0.068 p_t^{0.23} \cdot (F_c + 18)}{M/(Q \cdot d) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_w \cdot \sigma_{wy}} \right\} \cdot b \cdot j$$

(この式において、 p_t 、 F_c 、 M/Q 、 d 、 p_w 、 σ_{wy} 、 b 及び j は、それぞれ次の数値を表すものとする。
 p_t 引張鉄筋比 (単位 パーセント)
 F_c コンクリートの設計基準強度 (設計に際し採用する圧縮強度をいう。以下同じ。) (単位 1平方ミリメートルにつきニュートン)
 M/Q はりのシアスパン (はりの有効長さ内における当該はりに作用する最大の曲げモーメント M と最大のせん断力 Q の比とし、 M/Q の数値が d 未満となる場合にあっては d とし、 d に3を乗じて得た数値を超える場合にあっては d に3を乗じて得た数値とする。) (単位 ミリメートル)
 d はりの有効せい (単位 ミリメートル)
 p_w せん断補強筋比 (小数とする。)
 σ_{wy} せん断補強筋の材料強度 (単位 1平方ミリメートルにつきニュートン)
 b はりの幅 (単位 ミリメートル)
 j 応力中心距離 (はりの有効せいに7/8を乗じて計算した数値とする。) (単位 ミリメートル)

Q_c 次の式によって計算した柱のせん断耐力 (単位 ニュートン)

$$Q_c = Q_b + 0.1 \sigma_0 \cdot b \cdot j$$

(この式において、 Q_b 、 σ_0 、 b 及び j は、それぞれ次の数値を表すものとする。
 Q_b 当該柱をはりとみなして計算した場合における部材のせん断耐力 (単位 ニュートン)
 σ_0 平均軸応力度 (F_c に0.4を乗じた数値を超える場合は、 F_c に0.4を乗じた数値とする。) (単位 1平方ミリメートルにつきニュートン)
 b 柱の幅 (単位 ミリメートル)
 j 応力中心距離 (柱の有効せいに7/8を乗じて計算した数値とする。) (単位 ミリメートル)

Q_w 次の式によって計算した耐力壁のせん断耐力 (単位 ニュートン)

$$Q_w = \left\{ \frac{0.068 p_{te}^{0.23} \cdot (F_c + 18)}{\sqrt{M/(Q \cdot D) + 0.12}} + 0.85 \sqrt{p_{wh} \cdot \sigma_{wh} + 0.1 \sigma_0} \right\} \cdot t_e \cdot j$$

(この式において、 p_{te} 、 a_t 、 t_e 、 F_c 、 M/Q 、 D 、 p_{wh} 、 σ_{wh} 、 σ_0 及び j は、それぞれ次の数値を表すものとする。
 p_{te} 等価引張鉄筋比 ($100 a_t / (t_e \cdot d)$ によって計算した数値とする。この場合において、 d は耐力壁の有効長さとして、周囲の柱及びはりと緊結された耐力壁で水平方向の断面がI形とみなせる場合 (以下「I形断面の場合」という。)にあっては $D - D_c / 2$ (D_c は圧縮側柱のせい)、耐力壁の水平方向の断面が長方形の場合 (以下「長方形断面の場合」という。)にあっては $0.95 D$ とする。) (単位 パーセント)
 a_t I形断面の場合は引張側柱内の主筋断面積、耐力壁の水平方向の断面が長方形の場合は端部の曲げ補強筋の断面積 (単位 平方ミリメートル)

t_e	耐力壁の厚さ（I形断面の場合にあつては、端部の柱を含む水平方向の断面の形状に関して長さと同面積とがそれぞれ等しくなるように長方形の断面に置き換えたときの幅の数値とし、耐力壁の厚さの1.5倍を超える場合にあつては、耐力壁の厚さの1.5倍の数値とする。）（単位 ミリメートル）
F_c	コンクリートの設計基準強度（単位 1平方ミリメートルにつきニュートン）
M/Q	耐力壁のシアスパン（当該耐力壁の高さの内における最大の曲げモーメント M と最大のせん断力 Q の比とし、 M/Q の数値が D 未満となる場合にあつては D とし、 D に3を乗じて得た数値を超える場合にあつては D に3を乗じて得た数値とする。）（単位 ミリメートル）
D	耐力壁の全長（I形断面の場合にあつては端部の柱のせいを加えた数値とする。）（単位 ミリメートル）
p_{wh}	t_e を厚さと考えた場合の耐力壁のせん断補強筋比（小数とする。）
σ_{wh}	せん断補強筋の材料強度（単位 1平方ミリメートルにつきニュートン）
σ	耐力壁の全断面積に対する平均軸方向応力度（単位 1平方ミリメートルにつきニュートン）
j	応力中心距離（耐力壁の有効長さ l に $7/8$ を乗じて計算した数値とする。）（単位 ミリメートル）
Q_0	第一号の計算において部材に作用するものとした力のうち長期に生ずるせん断力（単位 ニュートン）
Q_M	第一号の計算において部材に作用するものとした力のうち地震力によって生ずるせん断力（単位 ニュートン）

ニ 平成19年国土交通省告示第593号第二号イ(2)の規定によること。この場合において、式中「 n 1.5（耐力壁にあつては2.0）以上の数値」とあるのは、「 n 1.5（耐力壁にあつては1.0）以上の数値」と読み替えるものとする。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき鉄筋コンクリート造である構造耐力上主要な部分に損傷を生じないことを別に確かめることができる場合にあつては、この限りではない。

2.3 スパン中間にねじり応力を受ける梁

・ねじり応力を受ける大梁腹筋の柱への定着長さが明記されていない

【事例】

本事例は、地上10階建てのRC造建築物である。図2.3.1に示す大梁G3は直交する片持ち梁(CB1)によりねじり応力を受ける。このため構造計算書においてねじり応力の検討が行われており、この検討結果に基づき図2.3.2に示す大梁リストで6-D19の腹筋が配されていた。

本事例の配筋標準図では、腹筋の柱への定着に仕様が明示されていた。これによると、柱への定着長は $15d$ (d : 配筋の径) とするが、ねじれを受ける梁の腹筋の柱への定着長さは特記によるとされていた。しかしながら、この大梁はねじれを受けるにもかかわらず、腹筋の柱への定着長さは構造図に特記されていなかった。

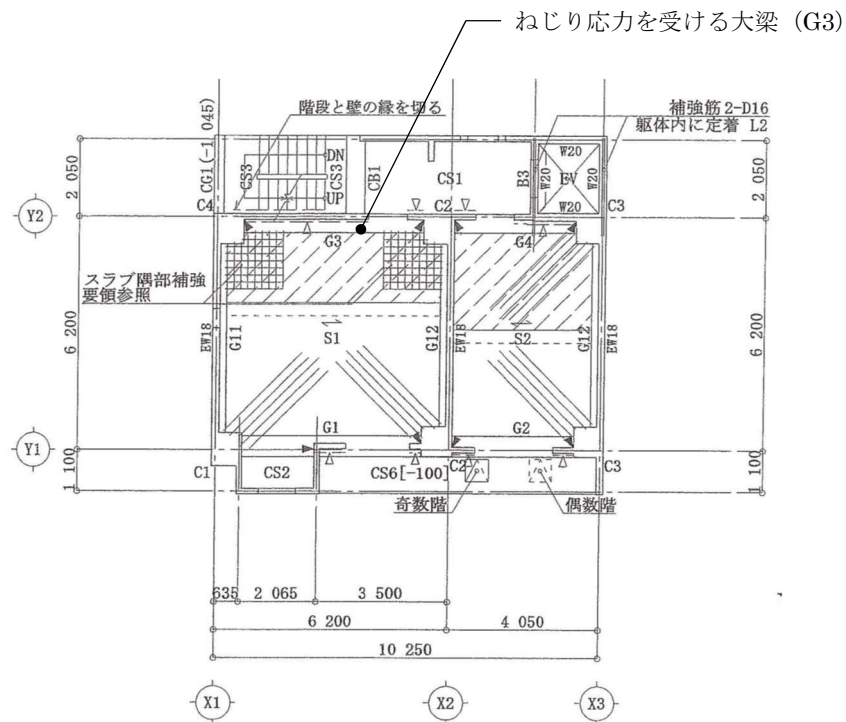


図 2.3.1 伏図

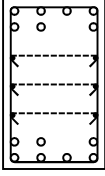
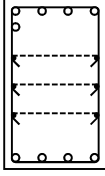
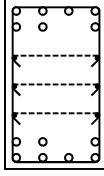
符号	G3		
位置	X1 端	中央	X2 端
6 階			
b×D	450×750		
上端筋	7-D29	5-D29	7-D29
下端筋	7-D29	4-D29	7-D29
スターラップ	□-KH13-@150		
腹筋	6-D19		

図 2.3.2 大梁(G3)の配筋リスト

【留意事項】

日本建築学会の「鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説，2010 年」では，梁の腹筋の柱等への定着長は 30mm 程度とされている。また，本事例の配筋標準図では腹筋の定着長は 15d (d : 腹筋の径) とされているなど，短い定着長仕様となっている。従って，本事例の大梁のようにねじれに伴う応力を腹筋に負担させる場合には，構造図に腹筋の定着長を特記する必要がある。

【関連する条文・基規準等】

◇建築基準法施行規則第 1 条の 3 (確認申請書の様式)

法第 6 条第 1 項 (法第 87 条第 1 項において準用する場合を含む。第 4 項において同じ。) の規定による確認申請書は，次の各号に掲げる図書及び書類とする。

- 表二 令第 3 章 6 節 (鉄筋コンクリート造) の規定が適用される建築物
 構造詳細図
 鉄筋の配置，径，継手及び定着の方法

◇「2010 年版鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説，日本建築学会」9 章

9.4 梁

・構造特性が異なる架構の接合部で大梁のねじり応力に対する検討がなされていない

【事例】

本事例は地上15階建て RC 造建築物である。本事例の X 方向は、図2.3.3に示すように構造特性が異なる2つの架構（X1－X3間のラーメン架構と X3－X4間の連層耐力壁架構）が、X3通り端において Y2通りの G4梁及び Y4通りの G5梁をピン接合と仮定して、直交する X3通りの G1梁の中間部に接合される形状となっている。

一貫計算上ではピン接合として応力解析等を行っていたが、構造特性が異なる架構の接続部の大梁端部をピン接合と仮定したことの妥当性に関する見解、もしくは検討がなく、取り付け部（受け側の梁を含む周辺部）の納まりが確認出来る図面も無かった。

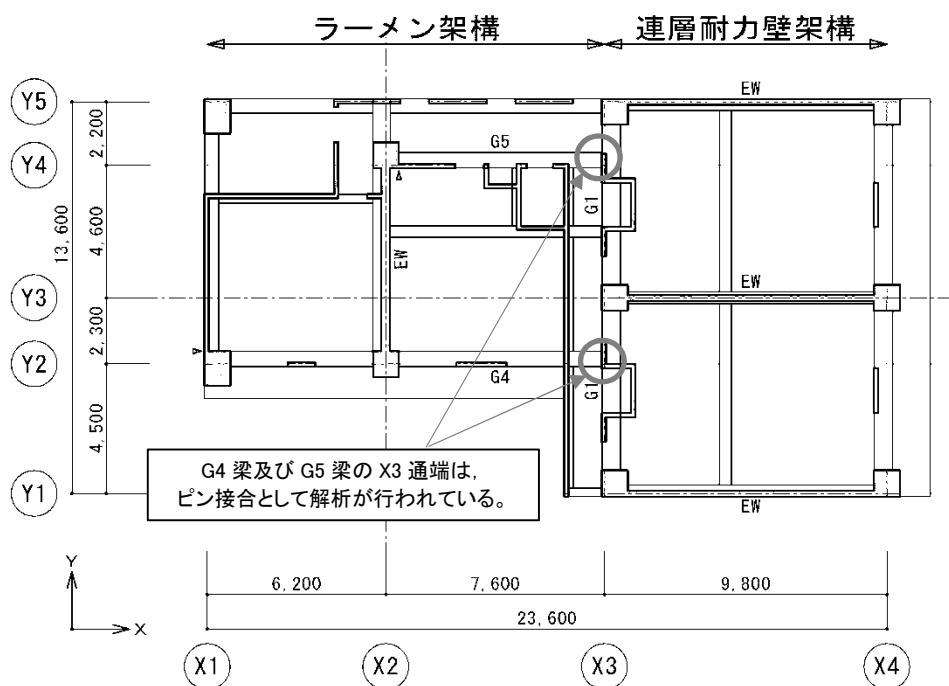


図2.3.3 伏図

【留意事項】

本事例のような大梁端部の接合形式の場合、一貫計算プログラムの一般的なデフォルト設定ではピン接合として応力解析等を行うことが多い。

しかしながら、RC 造の場合は、特別な納まりとしない限り、直交する大梁（本事例の G1 梁）のねじり剛性に応じてピン接合と仮定する大梁（本事例の G4, G5 梁）端部に曲げ応力が発生するため、大きなねじり応力を受ける大梁（本事例の G1 梁）では、ねじり応力に対する検討が必要である。また、片端をピン接合と仮定した大梁（本事例の G4, G5 梁）については、せん断設計に対して危険側の設定となる可能性があり、留意が必要である。

【関連する条文・基規準等】

◇告示 平成 19 年国交告第 594 号第 1

第 1 構造計算に用いる数値の設定方法

- 一 建築物の架構の寸法，耐力，剛性，剛域その他の構造計算に用いる数値については，当該建築物の実況に応じて適切に設定しなければならない。
- 二 前号の数値の設定を行う場合においては，接合部の構造方法その他当該建築物の実況に応じて適切な設定の組み合わせが複数存在するときは，それらすべての仮定に基づき構造計算して当該建築物の安全性を確かめなければならない。

【留意事項】

RC造の場合、特別な納まりとしない限り小梁端部には、直交する大梁のねじり剛性に応じて曲げ応力が発生する。

小梁の支持スパン長が小さい場合は、あまり問題とならないことが多いが、本事例のように小梁のスパン長が14mと大きい場合などは、大梁のねじり応力に対する検討が必要である。

【関連する条文・基規準等】

◇告示 平成19年国交告第594号第1

第1 構造計算に用いる数値の設定方法

- 一 建築物の架構の寸法、耐力、剛性、剛域その他の構造計算に用いる数値については、当該建築物の実況に応じて適切に設定しなければならない。
- 二 前号の数値の設定を行う場合においては、接合部の構造方法その他当該建築物の実況に応じて適切な設定の組み合わせが複数存在するときは、それらすべての仮定に基づき構造計算して当該建築物の安全性を確かめなければならない。

3. 鉄骨造

3.1. スロープ

・スロープと鉄筋コンクリート造スラブの接合詳細及び骨組応力に及ぼすスロープの影響が示されていない

【事例】

本事例は、地上3階建てのS造建築物である。図3.1.1及び図3.1.2に示すようにスロープが設けられた駐車場を有する事務所建物である。スロープの斜め梁はG通りの柱とF通りの直交梁の柱際に、2通りから7通りの範囲にかけている。2階へ上がる2通り側は受梁B4の小梁が大梁G5に隣接して配置されており、1階へ下がる7通り側は6～7間の間柱P1と直交小梁B5に接続され、RC造スラブで1階へ下がる構造となっている。

本事例では、スロープと2階床スラブとの接合部、スロープと1階の斜めRC造スラブの接合部分の構造詳細が示されておらず、2通り側と7通り側のスロープとRC造スラブが繋がっているか不明であった。

また、スロープの斜め梁については傾斜の角度が10度未満であり、ブレース効果の影響は無いと判断して、特に検討を行っていなかった。

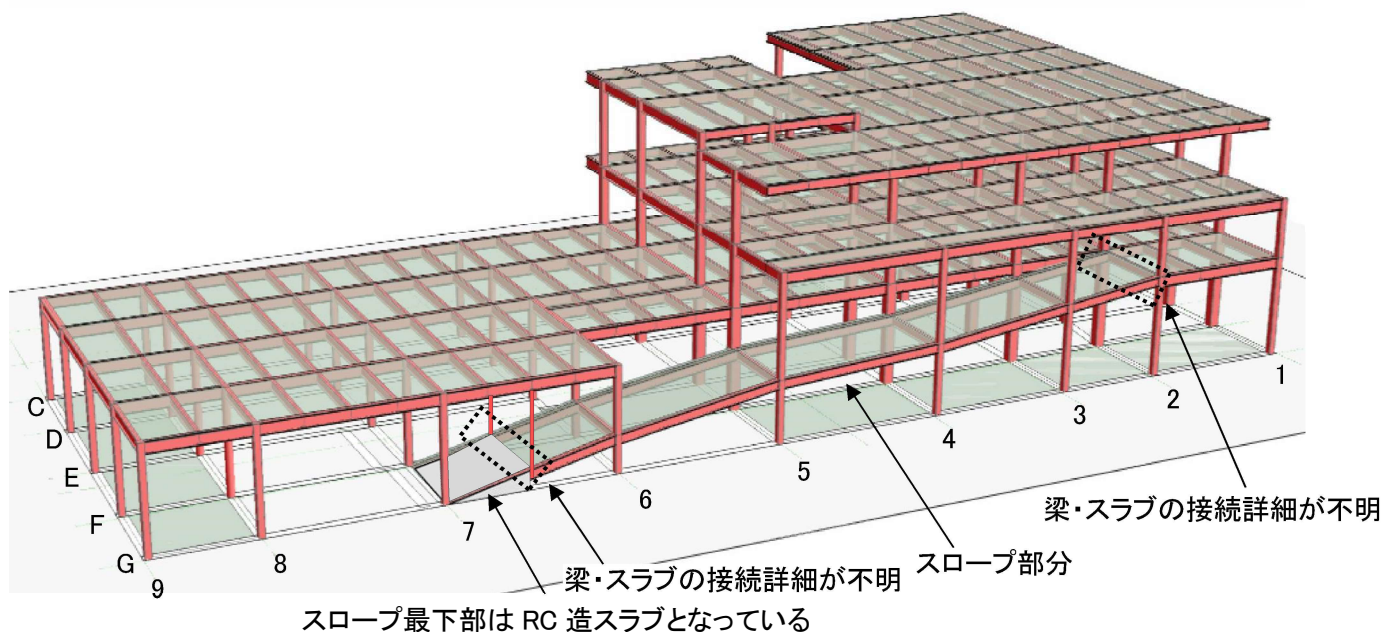
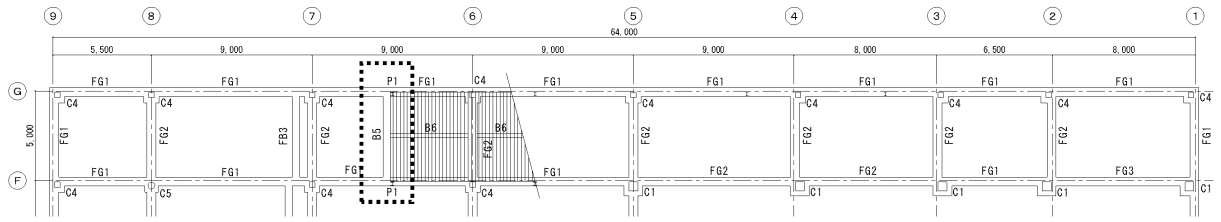
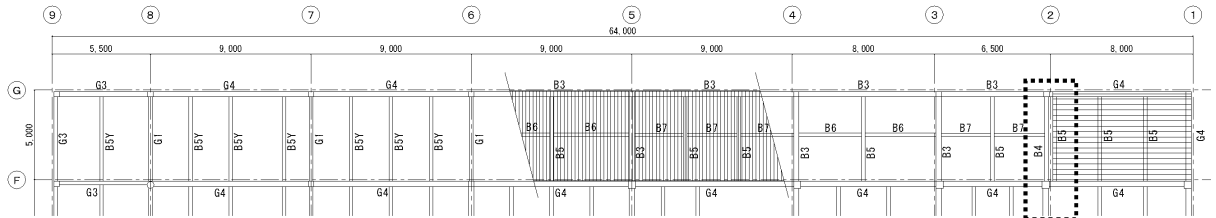


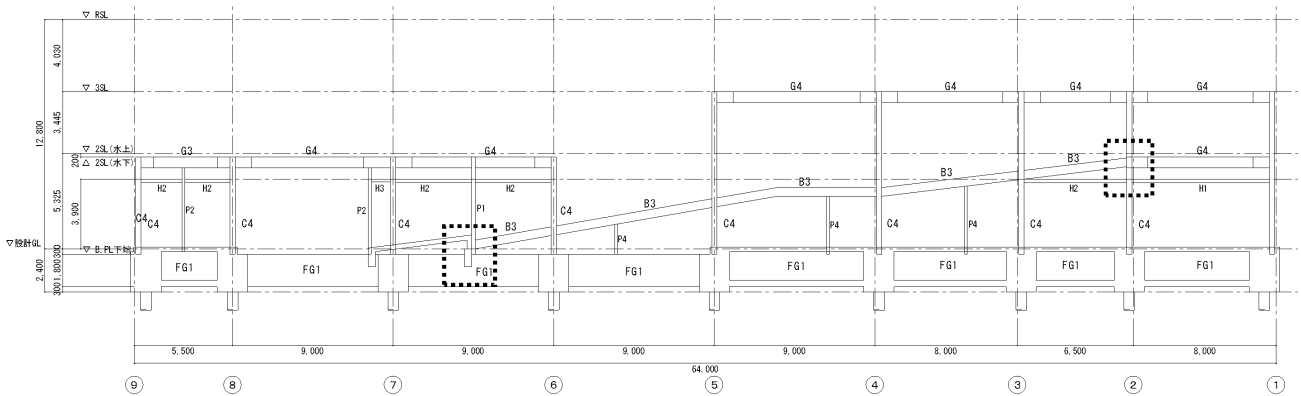
図 3.1.1 建物形状



(基礎伏図)



(2階伏図)



(G通り軸組図)



(F通り軸組図)

図 3.1.2 伏図及び軸組図

【留意事項】

スロープの斜め梁は、G 通りではスパン毎に両端を柱にガセットプレート接合、F 通りでは斜め梁の各スパンの片側を直交梁に剛接合、他方をガセットプレート接合としている。接合部の検討において、建物の層間変位を吸収するための対応が明記されていない。

設計者は、「斜め梁については 10 度未満の角度でありブレース効果の影響は無いと判断する。」として

いる。本事例の長手方向はラーメン構造で、一次設計時の層間変形角は一階階高の 283 分の 1、二次設計時には 110 分の 1 程度の大きさで、その層間変形角において保有水平耐力が算定されているが、これらの層間変形角が斜め梁に加わるとすると、一次設計地震荷重時には 2,000kN、二次設計地震時荷重時には斜め梁材の降伏軸耐力を超える軸力が生じることとなる。これはガセットプレート接合部の耐力(短期許容耐力：342kN)を超える値である。

本事例のような車路スロープを設計する場合は、滑り支承等で変形を吸収出来るディテールを採用するか、変形を拘束する場合には実状に沿ったモデル化で応力解析を実施して、接合部を設計する必要がある。

【関連する条文・基規準等】

◇ 平成 19 年国土交通省告示第 594 号第 1

保有水平耐力計算及び許容応力度等計算の方法を定める件

第 1 構造計算に用いる数値の設定方法

- 一 建築物の架構の寸法、耐力、剛性、剛域その他の構造計算に用いる数値については、当該建築物の実況に応じて適切に設定しなければならない。
- 二 前号の数値の設定を行う場合においては、接合部の構造方法その他当該建築物の実況に応じて適切な設定の組み合わせが複数存在するときは、それらすべての仮定に基づき構造計算をして当該建築物の安全性を確かめなければならない。

3.2. 外部階段

・本体と外部階段との接合詳細の検討が不足している

【事例】

本事例は、地上5階建てのS造建築物である。図3.2.1に示すように突出部の階段は、X3通り側の下り階段部分には段板部に水平筋かいが設けられ、ササラ桁と筋かいが小梁**b**および片持ち梁CGに取り付き、XA通り側の階段部分には水平筋かいは無く、ササラ桁が小梁**b**および片持ち小梁CBに取り付いている。階段と接続する900mmのはねだし床はデッキプレートによる合成床版である。それら部材の取り合いの詳細図が付されておらず、力の伝達方法も不明である。

本体の設計においては、突出部階段重量をフレーム外節点重量として本体の地震荷重に考慮しているが、本体への応力伝達についての検討が不足していた。例えば、筋かいからの軸力をうける**b**材の弱軸横曲げや、水平筋かいのない上り階段部分の地震力の処理については設計方針も含め記述がなかった。

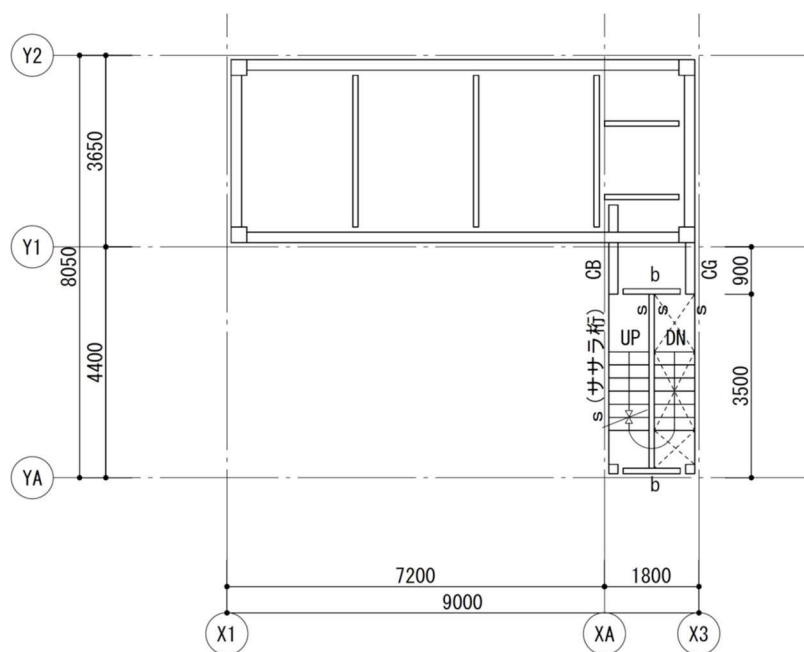


図 3.2.1 伏図

【留意事項】

水平荷重時に、突出した階段重量を建物本体で負担する設計においては、突出階段の地震力作用位置から伝達される建物本体の支持位置まで、どのように力が伝達されるのかを明確にし、その過程での応力による部材の設計および継手・仕口の検証が必要である。検討した結果は、取り合い部詳細図や部材・継手リストとして構造図に示すことが必要である。

【関連する条文・基規準等】

◇告示 平成 19 年国交告第 594 号第 1

第 1 構造計算に用いる数値の設定方法

- 一 建築物の架構の寸法，耐力，剛性，剛域その他の構造計算に用いる数値については，当該建築物の実況に応じて適切に設定しなければならない。

4. 基礎構造

4.1. 杭

・束ね筋の定着長さが不足している

【事例】

本事例は、地上 12 階建ての RC 造建築物である。図 4.1.1 及び図 4.1.2 に示すように、杭の主筋を束ね筋としているが、フーチング基礎への定着長さを $40d$ (d は 1 本の鉄筋径) としていた。

また、杭の主筋量が多く、フーチング基礎内において基礎梁の主筋と干渉し、基礎梁の配筋できるか疑問があった。

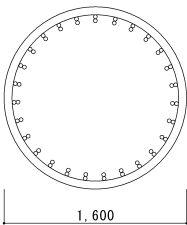
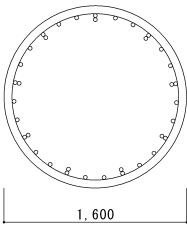
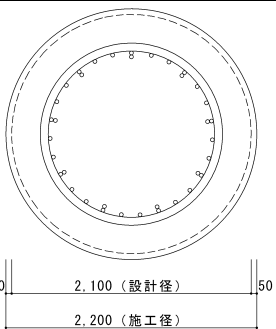
符号	P1
杭頭部	
主筋	54(27+27) - D35
フープ	○-D13@150
軸部	
主筋	36(27+9) - D35
フープ	○-D13@300
拡底部	
主筋	36(27+9) - D35
フープ	○-D13@300

図 4.1.1 杭リスト

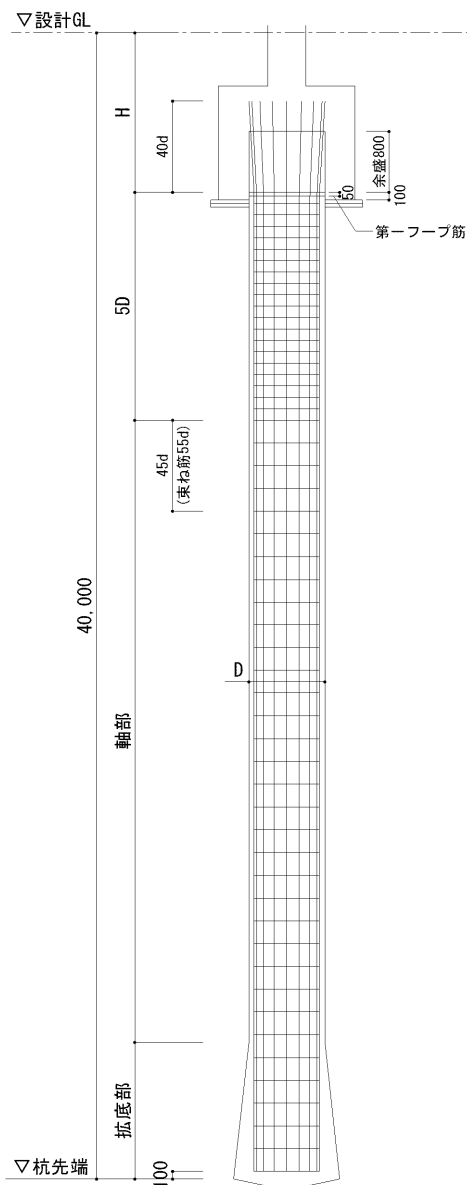


図 4.1.2 杭配筋図

【留意事項】

束ね筋の場合の付着検定について 2010 年版「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」の 16 条解説の頁では「束ね鉄筋の付着検定は、断面積が等しい 1 本の鉄筋として等価な鉄筋径を定め、本条に従うものとする。」とされている。これに準じて事例の杭頭筋の定着長さを求めると、束ね筋を 1 本の鉄筋とした等価な鉄筋径が基準となるため、定着長さがフーチング基礎高さを超える可能性がある。

なお、本事例の鉄筋コンクリート構造配筋基準図では「鉄筋の定着及び重ね接手の長さは JASS5 (2009 年版) に準拠」と表記されており、束ね筋の定着についての記述はない。

また、杭径 1,600φ に対して、主筋 54 (27+27)–D35(束ね筋)が配筋されており、フーチング基礎の下端筋、および基礎梁の下端主筋との干渉が予測される。図 4.1.3 にあるように杭の円周上の主筋に対して、円周の接線方向に基礎梁主筋 D32 を配筋する場合には外接面より 250mm 程度の範囲は配筋が不可能となる。

杭心と、柱心および基礎梁心が同じ場合には、この問題は緩和されるが、本事例は柱面と杭面を近接する計画となっていたため、施工誤差によって、杭心位置のズレが予測されるので、施工後に杭心位置を実測して原寸図等による配筋計画が必要となる。図面上にも、上記の配筋に対する注意事項を表記することが肝要である。

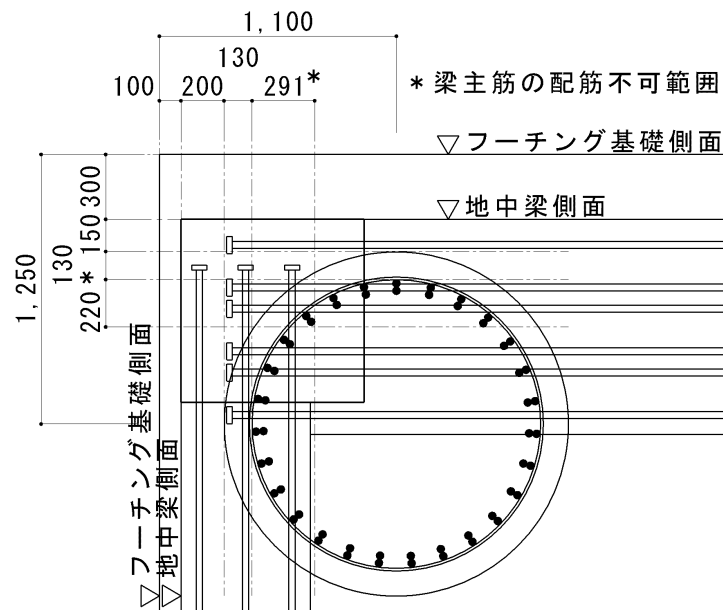


図 4.1.3 杭と基礎梁の配筋図(断面リスト通りの配筋を示す)

【関連する条文・基準等】

◇鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(2010 年版) 16 条解説 p.217

4.2. フーチング基礎

・2本打ち杭のフーチング基礎の検討が不十分である

【事例】

本事例は、地上15階建てのRC造建築物である。基礎部は図4.2.1及び図4.2.2に示すように大半が2本打ち杭で、フーチング基礎が基礎梁と一体化せずフーチング基礎の半分程度が基礎梁より突出した配置となっている。

本事例のフーチング基礎の設計では、長期軸力に対して必要となる下端筋や杭頭モーメントによるねじり応力に対する検討は行われていたが、水平荷重時に引抜力が作用した場合や杭頭モーメントによりフーチング基礎の上端に生ずる応力に対して必要となる上端筋の検討がなされていなかった。

また、フーチング基礎の許容せん断力は、梁部材の算出式 ($Q_d = \alpha \times f_s \times b \times j$) を用いて算出しているが、せん断補強筋に該当する配筋(表4.2.1, ベース筋(B))は $p_w = 0.077 \sim 0.159\%$ と梁部材としての最低せん断補強筋比 ($p_w = 0.2\%$ 以上) を満足していない。算出根拠が示されないまま、せん断スパン比による割り増し係数 α を2.0としていた。

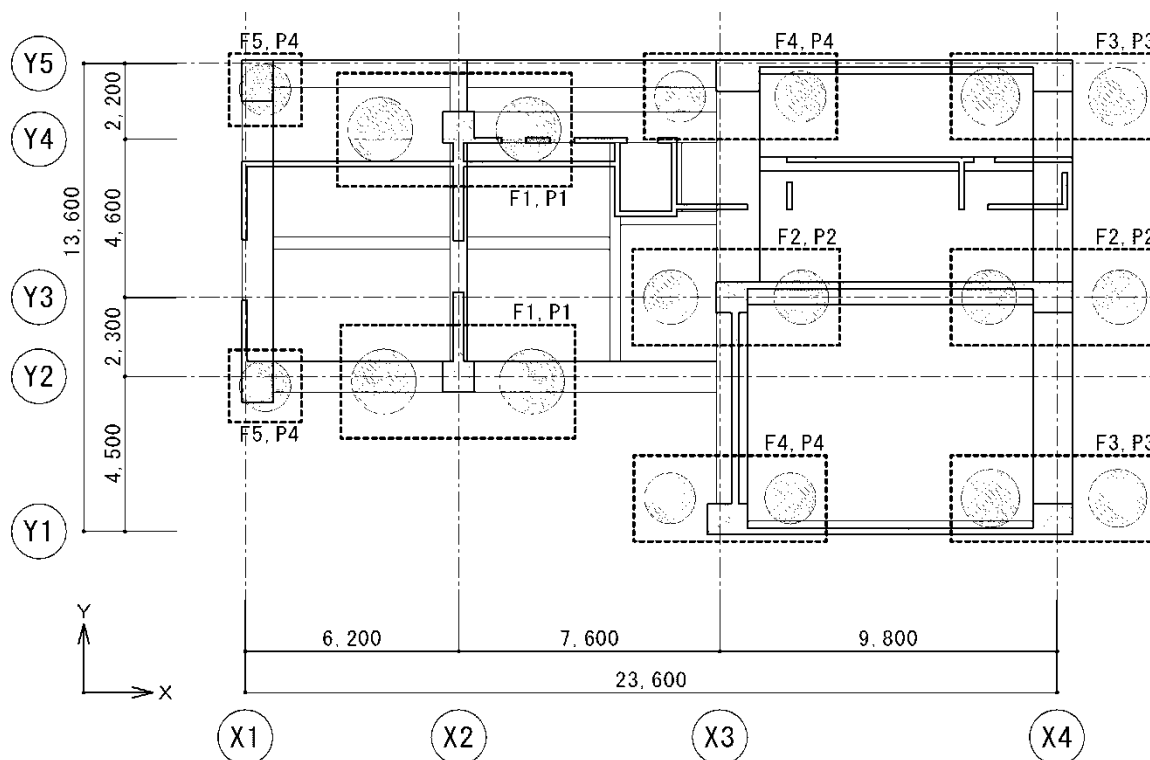


図 4.2.1 杭伏図

表 4.2.1 フーチング基礎リスト

基礎 符号	杭符号	形状					配筋				
		B1	b1	b2	B2	D	H	下 へ'-ス筋 (A)	上 へ'-ス筋 (A)	へ'-ス筋 (B)	腹筋
F1	P1	6,800	4,300	1,250	3,300	3,100	3,400	1段筋 27-D29	13-D19	□-D13@100	2-D19 × 10段
F2	P2	6,000	3,800	1,100	2,800			2段筋 27-D29			
F3	P3	6,000	3,700	1,150	2,500			1段筋 19-D29	10-D19	□-D13@100	2-D19 × 9段
F4	P4	5,600	3,500	1,050				2段筋 19-D29			
F5	P4	2,100			2,100	1,450	2,950	D16@200	D16@200	D16@200	2-D13@300

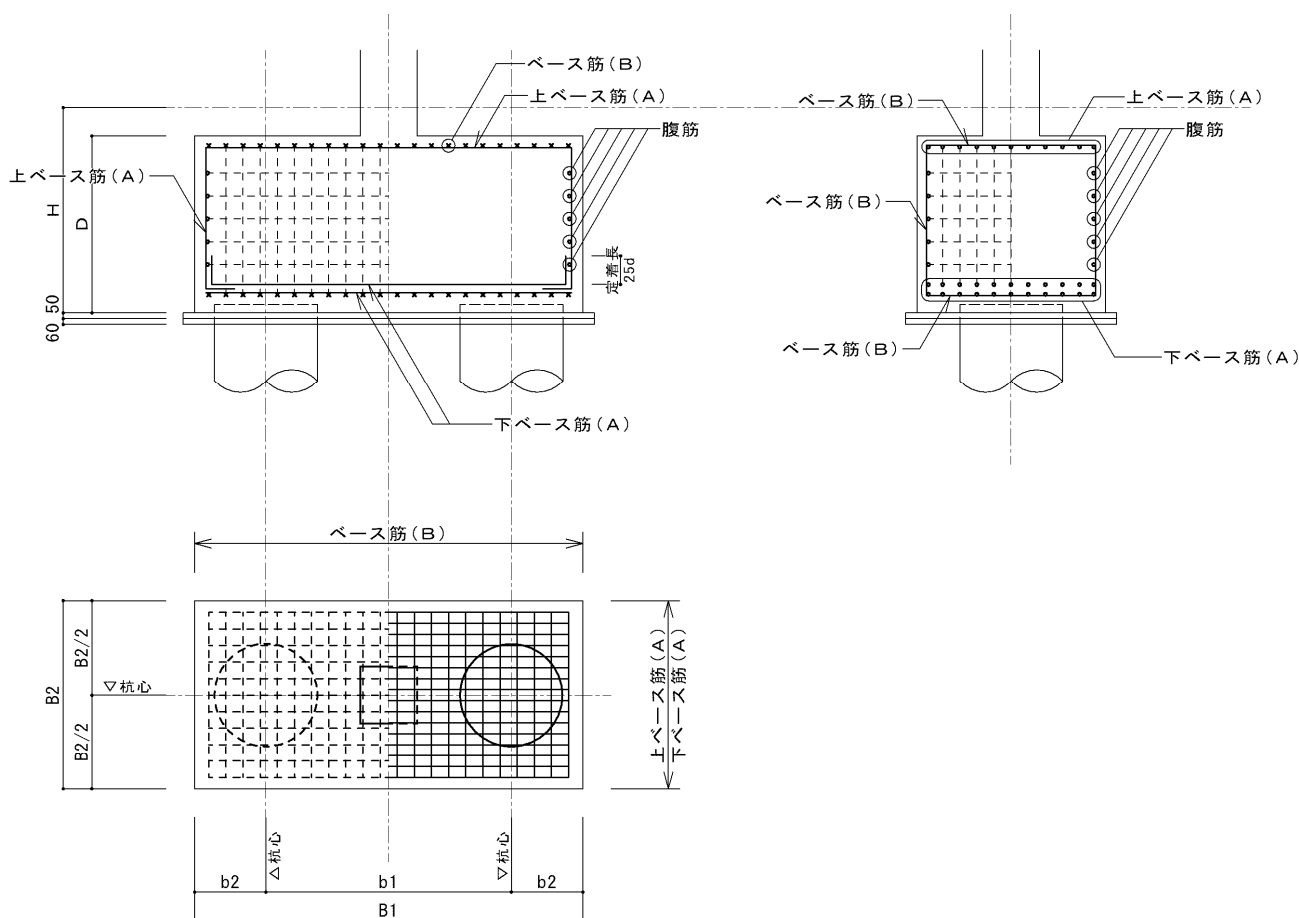


図 4.2.2 2本打ち杭のフーチング基礎配筋要領

【留意事項】

2本打ち杭のフーチング基礎には、杭頭モーメントや長期軸力を超える引抜力が作用した場合にはフーチング基礎に上端引張となるに大きな曲げモーメントが生じる可能性があるが、本事例ではそれらの応力に対する検討が行われていなかった。特に高層建築物の隅角部や連層耐力壁直下の基礎部などでは、大きな引抜力が生ずる可能性が高いため、留意が必要である。

せん断力に対する検討として、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、日本建築学会」ではフーチング基礎として設計するのであれば、許容せん断耐力を算定する際のせん断スパン比による割り増し係数 (α) については、1.0 として安全側の算定をすることが規定されている。

また、梁部材としてせん断設計を行うのであれば、梁部材としての構造規定（せん断補強筋比 0.2%以上、主筋の定着等）を満足しなければならないと判断される、本事例では、せん断補強筋に該当する配筋（表 4.2.1, ベース筋(B)）の補強鉄筋比は、全てのフーチング基礎において 0.2%を下回っており、梁部材としての構造規定を満足していなかった。

【関連する条文・基規準等】

◇ 「2010 年版 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 日本建築学会」 15 条

◇ 「2010 年版 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 日本建築学会」 20 条 基礎

4.3. 地盤アンカー

・短期荷重時の接地圧および基礎と地盤の離間の検討が不足している

【事例】

本事例は、塔状比が5に近い地上10階建てのRC造建築物で、基礎はべた基礎である。図4.3.1に示すように、地震時転倒防止として、基礎外周部に摩擦抵抗型の鉛直地盤アンカーを配している。基礎の設計において、地盤アンカーの有効緊張力による接地圧増分を考慮し、長期および $C_0=0.3$ とした転倒耐力検討用の接地圧を、図4.3.2に示す終局限界状態の検討に用いられる接地長さ B' を仮定した等分布接地圧として算定している。しかし、 $C_0=0.2$ とした短期荷重時の接地圧および基礎と地盤の離間の検討がなされていなかった。

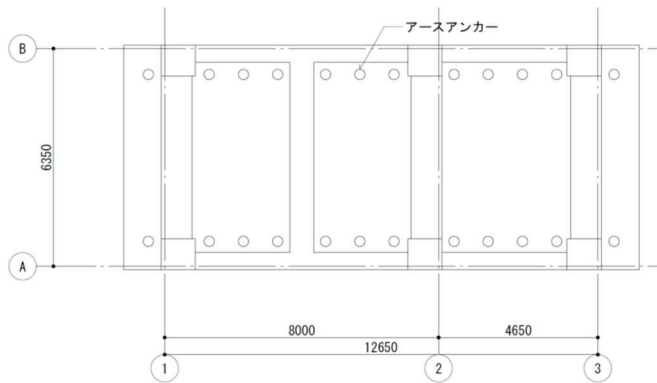


図 4.3.1 基礎伏図

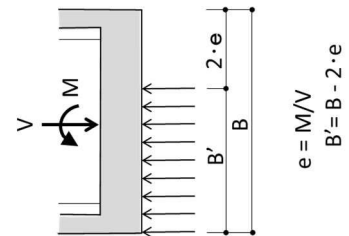


図 4.3.2 接地圧分布

【留意事項】

基礎の設計において、短期荷重時における安全性の検討は必須である。地震時に基礎と地盤が離間すると、基礎引張側の軸剛性は地盤アンカーのPC鋼線の剛性のみとなり、地盤アンカーに急激な伸びが生じ、地盤アンカー引張力の増大や圧縮側地盤応力度の増大、そして引張力伝達のために基礎梁や基礎底盤に大きな応力が生じることになる。そのため、短期においては基礎と地盤は離間しないことが望ましいとされている。離間を許容する場合には、これらの増大する応力に対して、各部位が短期許容応力度以下であることの確認が必要である。

【関連する条文・基規準等】

◇2015年版建築物の構造関係技術基準解説書(p.429)

6.7.1 基礎の耐震計算の原則

地震力に対する建築物の基礎の設計方針

3章 直接基礎の設計

直接基礎にあつては、2章に規定される鉛直力と水平力及びそれらの合成外力による接地圧が、地盤の許容応力度を超えないことを確かめること。また、必要に応じて、基礎のすべり出し等を生じないことを確かめること。

◇建築地盤アンカー設計施工指針・同解説 2001 年版 (p.139)

7.3 本設鉛直地盤アンカーの計画および設計

7.3.1 本設鉛直地盤アンカーの計画

◇建築地盤アンカー設計施工指針・同解説 2018 年版 (p.133)

7.2 本設鉛直地盤アンカーの設計

7.2.1 基本方針

◇建築基礎構造設計指針・同解説 2001 年版 (p.103)

第 5 章 直接基礎

2. 検討項目および要求性能の確認方法

5. その他

5.1. 制振部材

・制振部材の耐力上昇を考慮した周辺部材の検討が不足している

【事例】

本事例は、地上 11 階建ての RC 造建築物において、図 5.1.1 に示す中間部にせん断降伏パネルを有する制振間柱が用いられており、制振間柱を非構造部材として剛性と耐力を無視した構造計算と、制振間柱を構造部材として F 値相当のせん断耐力 ($\tau_y=325/\sqrt{3}$ N/mm²) を考慮した構造計算の 2 通りを行い、いずれも保有水平耐力を上回ることを確認している。なお、制振間柱は一次設計時に降伏している。

上記の 2 種類の構造計算に加えて、構造計算書には、制振間柱周辺部材の設計方針として「ダンパー部分のせん断耐力の上昇を考慮したせん断応力度 ($\tau_{max}=490/\sqrt{3}$ N/mm²) に対して検討を行う」と記されているものの、「構造耐力上主要な部分に該当しないことから構造計算を省略する」とし、制振間柱周辺部材の計算書を添付していなかった。そのため、制振間柱が最大強度を発揮する時点で、塑性域での繰り返しを考慮した周辺部材の安全性が確保されているか不明であった。

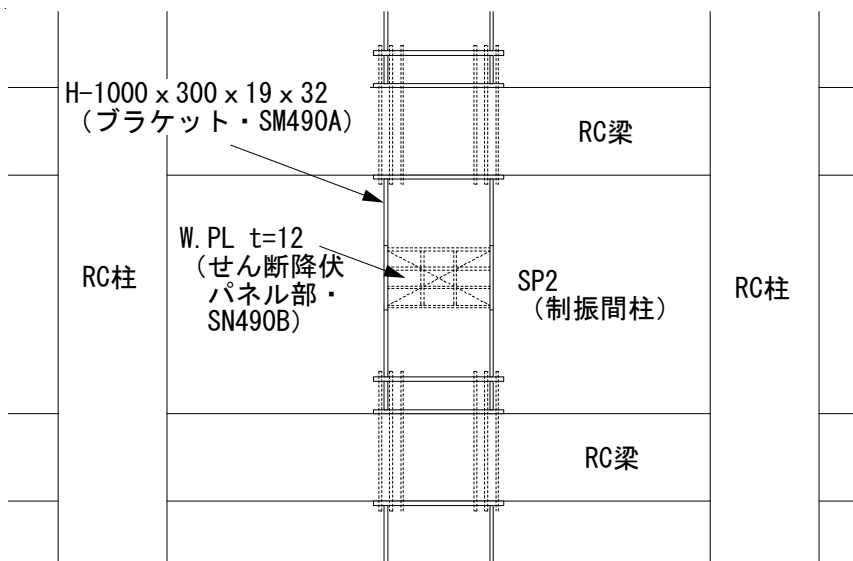


図 5.1.1 制振間柱が組み込まれた RC 架構

【留意事項】

建築物へ制振ダンパーの組み込みに際しては、制振ダンパーの減衰性能が発揮できることはもとより、非構造部材として組み込んだ場合でも、周辺架構が先行して損傷するなどの危険性がないことを確認する必要があります。この確認に係わる設計図書を添付する必要があります。また、ダンパー材料としての認定を受けていない一般的な建築構造用鋼材を用いると、制振ダンパーとしての必要性能を確保できない可能性があることや、制振ダンパーとしての塑性域繰り返しによる強度上昇が不明確である点などを認識し、

これらの点が確認できない場合には、安易に用いないようにするなど留意が必要である。

【関連する条文・基規準等】

◇平成 19 年国交省告示第 594 号第 2 第二号

第 2 荷重及び外力によって建築物の構造耐力上主要な部分に生ずる力の計算方法

- 二 前号の計算に当たっては、非構造部材から伝達される力の影響を考慮して構造耐力上主要な部分に生ずる力を計算しなければならない。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき非構造部材から伝達される力の影響がないものとしても構造耐力上安全であることが確かめられた場合にあつては、この限りではない。