

令和3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

令和3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、令和3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」において行われた。本報告は、令和2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、今後の構造計算の審査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、構造計算の審査に携わる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を対象に据え、確認、判定の業務に係わるど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した。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) 構造計算における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つである。本課題整理で取りあげた例示は、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した例である。

本課題整理報告書は、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を対象に据えており、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の構成、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における構造計算の適切・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、各事例において構造計画・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取りまとめる。

第3項【関連する条文・基規準等】は、課題として取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。

報告書の取りまとめの方針

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）として設計図書の審査を行う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を対象に据える。

本報告書で整理を行った課題は：

- ① 審査に当たっての基本資料としての設計図書に、意匠図と構造図間、構造図と構造計算書間、構造計算書内等に認められる不整合が指摘されていない；および
- ② 審査に当たって、建築物の構造安全性を確保する設計行為に不適切な検討事項が認められることまたは検討が必要な設計行為が設計図書に欠如していることが指摘されていない、の大きく二つの分野に分類される。本報告書では、前述の分野②に属する課題については、審査に当たって指摘が為されていない設計行為を記述する取りまとめとする。

本報告書の取りまとめは、以下に示す章立てにより構成される^{*1)}。上記の分野①に属する課題として：

1. 設計図書

の項目、分野②に属する課題として：

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

の4項目に分類し、全体で計5章の構成として取りまとめる。

*1) 報告書の目次を参照.

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
2. 鉄筋コンクリート造	
2.1. 大ぶり	
・ かぶり厚さと主筋間隔から決まるはり幅の最小寸法を満たしていないは りがある	p. 2
2.2. 耐力壁	
・ 縦筋に対して横筋を2倍以上多く配置しているが、2倍を上限とせずにせ ん断終局強度を算定している	p. 4
2.3. 機械式定着	
・ 評定書に示されている標準図にない方法で機械式定着を用いている	p. 7
2.4. 下階壁抜け架構	
・ 下階壁抜けとなる1階柱に比べて2階耐力壁下の枠ばりや2階柱が見合 った断面となっていない	p. 12
3. 鉄骨造	
3.1. D_s 値	
・ 基礎梁にヒンジが発生しているため、それを考慮して1階の D_s 値を設定する 必要がある	p. 15
3.2. 部材種別	
・ トラス梁の部材種別をFAとしているが、FAと評価するための変形能力確 保に対する検討内容が不十分である	p. 17
3.3. 露出型柱脚	
・ 主柱の柱脚は在来工法による露出型柱脚としているが、解析時にピン支 点と指定し、固定度を適切に評価していない	p. 20
3.4. 小屋組	
・ 小屋組鉛直ブレースの接合部周辺部の検討が見当たらない	p. 23
4. 基礎構造	
4.1. 基礎スラブ	
・ ねじれを受ける2本杭基礎スラブのハカマ筋の納まりが示されていない	p. 26
4.2. 地盤アンカー	
・ 地盤アンカーの引抜き方向許容支持力算定の前提となる定着体間隔の確保 ならびに地盤の安定検討が適切ではない	p. 30

5. その他

5.1. 屋根

- ・ 段差があるデッキ合成スラブ屋根面全体を剛床仮定とするための検討が不足している p. 33

5.2. 庇

- ・ 庇の地震時の上下動や風の吹き上げに対する検討や構造詳細図がない . . . p. 36

5.3. 外階段

- ・ 外階段のほぼ半分が建物本体と切り離されているが、切り離された方向の地震時応力や変形に対する検討がない p. 39

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】

令和2年度に構造計算調査を行った46事例（鉄筋コンクリート造（以下、RC造）27事例、鉄骨造（以下、S造）18事例、RC造とS造の併用構造1事例）のうち9事例（RC造5事例、S造4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9事例は表1.1.1中の1)～3)の3項目に分類され、項目1)及び2)に示す7事例（RC造4事例、S造3事例）は一貫計算結果に影響する不整合であったため、構造図を正として再度検討を行った結果、RC造1事例で一次設計を満足しなかった。なお、高強度せん断補強筋の種別に相違があったRC造1事例については、材料や評価式が同じであり、一貫計算結果に影響がないため、再度検討を行わなかった。また、断面算定がされていなかった片持ち基礎梁があったS造1事例は、構造図の断面リストに当該基礎梁の断面寸法や配筋の記載がなかったため、構造図を正として検討を行うことができなかった。以下に主な不整合内容を記す。

(RC造事例)

- ・構造図と計算書で小梁の断面寸法が異なる。
- ・構造図と計算書でスパン長さが異なる。
- ・構造図と計算書で開口形状が異なる。
- ・構造図と計算書で耐力壁の横筋の径が異なる。
- ・構造図と計算書でスラブ筋の断面積に相違がある。
- ・構造図と計算書で高強度せん断補強筋の種別に相違がある。

(S造事例)

- ・構造図と計算書で柱の鋼種が異なる。
- ・構造図と計算書で小梁の断面寸法が異なる。
- ・構造図と計算書で基礎スラブの底盤筋のXY方向の配筋が逆になっている。
- ・片持ち基礎梁が構造図の伏図のみ示され、計算書では断面算定がされていない。

表 1.1.1 計算書と構造図の不整合

		RC造	S造	その他	計
不整合あり	1) 構造図を正とした再検討で一次設計または二次設計を満足しない	1	0	0	1
	2) 構造図を正とした再検討で一次設計・二次設計を満足する	3	3	0	6
	3) 再検討を行わない	1	1	0	2
不整合なし		22	14	1	37

2. 鉄筋コンクリート造

2.1. 大ばり

・かぶり厚さと主筋間隔から決まるはり幅の最小寸法を満たしていないはりがある

【事例】

本事例は、地上7階建てのRC造建築物である。設計図書では、**図 2.1.1** 基礎ばり断面リストに示すように、はり幅 350 mm、主筋 4-D32、あばら筋 D13 と記されている。(一社)日本建築学会「鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」に示されたはり幅の最小値によれば、はり幅は 400 mm となる。配筋標準図に記された設計かぶり厚さや鉄筋間隔を適用しても、はり幅 350 mm には納まらない。

なお、屋外で耐久性上有効な仕上げのない場合や、土に接する場合は更に大きなはり幅が必要となる。

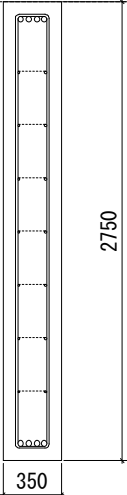
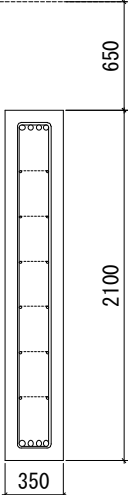
符号	FG3	FG11
1SL		
断面		
上端筋	4-D32	4-D32
下端筋	4-D32	4-D32
スタラップ ²	□-D13@100	□-D13@100
腹筋	14-D13	12-D13

図 2.1.1 基礎ばり断面リスト

【留意事項】

はり主筋の配置について、2段筋となっていれば、構造設計者がはり幅の最小値を考慮して配置していることが一般的と考えられるが、太径鉄筋が1段で並べられている場合、主筋間隔とかぶり厚さから定まるはり幅の最小値を構造設計者が確認していない可能性もあるので、注意して図面を確認する必要がある。また、配置に疑問がある場合には、構造計算書での主筋の配置との整合についても確認した方がよい。

なお、(一社)日本建築学会「鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」には、建築基準法並びに(一社)日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」及び「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」のかぶり厚さ、鉄筋の間隔などに関する諸規定と整合した内容が記述されており、これに適合しない場合は、これら基規準への適合性について、別途確認する必要がある。

【関連する条文・基規準等】

◇施行令第72条 コンクリートの材料(最終改正 昭和55年政令第196号)

第72条 鉄筋コンクリート造に使用するコンクリートの材料は、次の各号に定めるところによらなければならない。

- 一 (略)
- 二 骨材は、鉄筋相互間及び鉄筋とせき板との間を容易に通る大きさであること。
- 三 (略)

◇施行令第79条 鉄筋のかぶり厚さ(最終改正 平成17年政令第182号)

第79条 鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さは、耐力壁以外の壁又は床にあつては2センチメートル以上、耐力壁、柱又ははりにあつては3センチメートル以上、直接土に接する壁、柱、床若しくははり又は布基礎の立上り部分にあつては4センチメートル以上、基礎(布基礎の立上り部分を除く。)にあつては捨コンクリートの部分を除いて6センチメートル以上としなければならない。

- 2 (略)

◇(一社)日本建築学会 鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説 2010 3章 3.3 柱および梁幅の最小値

※「鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説」は2021年版が発刊されているが、本事例は発刊前に検討が行われたため2010年版を引用した。

2.2. 耐力壁

・縦筋に対して横筋を 2 倍以上多く配置しているが、2 倍を上限とせず¹にせん断終局強度を算定している

【事例】

本事例は、地上 10 階建ての RC 造建築物である。図 2.2.1 に示すように、縦筋に対して横筋を 2 倍以上多く配置している耐力壁があり、一貫計算では縦筋と横筋の比に関わらずせん断終局強度 Q_{su} を算定していた。そのため、「2020 年版建築物の構造関係技術基準解説書」の記載に基づき、横筋比は縦筋比の 2 倍を上限として検討を行った結果、 D_s 算定時にて耐力壁のせん断破壊は生じないが、一部の耐力壁でせん断余裕度が告示の規定を満足していなかった。


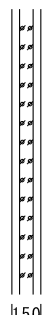




符号	EW15	EW15A	EW18	EW22	EW25	EW25A
断面						
縦筋	D10@200 単本	D10@200 単本	D10@200 ダブル	D10@200 ダブル	D10@200 ダブル	D13@200 ダブル
横筋	D13@100 ダブル	D16@100 ダブル	D13@100 ダブル	D16@100 ダブル	D16@80 ダブル	D13@100 ダブル
開口部補強筋	a	4-D19	4-D19	4-D19	4-D19	4-D19
	b	6-D19	6-D19	6-D19	6-D19	8-D22
	c	2-D13	2-D13	2-D13	2-D13	2-D13
端部筋	2-D13	2-D13	2-D16	2-D13	2-D13	2-D16

図 2.2.1 耐力壁の断面リスト

【留意事項】

本事例の耐力壁 EW22、EW25 の横筋比を「2020 年版建築物の構造関係技術基準解説書」に従って縦筋比の 2 倍として耐力壁のせん断終局強度を検討した結果、告示のせん断余裕度の規定を満足しない結果となった。ただし、当該階の D_s 値を 0.55 としても $Q_u/Q_{un} > 1.0$ を満足しているため問題とはなっていない。

なお、本事例で用いられた一貫計算プログラムでは耐力壁のせん断終局強度計算の際に縦筋比の 2 倍を上限とすることは考慮されていないが、当該プログラムの最新版では考慮されている。

【関連する条文・基規準等】

◇施行令第 82 条の 3 保有水平耐力(最終改正 平成 19 年政令第 49 号)

第 82 条の 3 建築物の地上部分については、第一号の規定によって計算した各階の水平力に対する耐力（以下この条及び第 82 条の 5 において「保有水平耐力」という。）が、第二号の規定によって計算した必要保有水平耐力以上であることを確かめなければならない。

- 一 第 4 款に規定する材料強度によって国土交通大臣が定める方法により保有水平耐力を計算すること。
- 二 地震力に対する各階の必要保有水平耐力を次の式によって計算すること。

$$Q_{un} = D_s F_{es} Q_{ud}$$

この式において、 Q_{un} 、 D_s 、 F_{es} 、及び Q_{ud} は、それぞれ次の数値を表すものとする。

Q_{un} 各階の必要保有水平耐力（単位 キロニュートン）

D_s 各階の構造特性を表すものとして、建築物の構造耐力上主要な部分の構造方法に応じた減衰性及び各階の靱(じん)性を考慮して国土交通大臣が定める数値

F_{es} 各階の形状特性を表すものとして、各階の剛性率及び偏心率に応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値

Q_{ud} 地震力によって各階に生ずる水平力（単位 キロニュートン）

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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(最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 号)

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。

(中略)

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つては、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つては、この限りでない。

(以下、略)

付録 1-3.1 (3) 耐力壁 ⑥ 終局強度

b) せん断

無開口耐力壁のせん断終局強度 Q_{wsu} の推定式としては、(付 1.3-32) 式や (付 1.3-33) 式がある。

$$Q_{wsu} = \left\{ \frac{0.053p_{te}^{0.23}(F_c + 18)}{M/(QD) + 0.12} + 0.85\sqrt{\sigma_{wh}p_{wh}} + 0.1\sigma_0 \right\} t_{ej} \text{ (N)} \quad \text{(付 1.3-32)}$$

$$Q_{wsu} = \left\{ \frac{0.068p_{te}^{0.23}(F_c + 18)}{\sqrt{M/(QD) + 0.12}} + 0.85\sqrt{\sigma_{wh}p_{wh}} + 0.1\sigma_0 \right\} t_{ej} \text{ (N)} \quad \text{(付 1.3-33)}$$

(中略)

上の2つの式のうち、(付 1.3-33) 式は耐力壁のせん断終局強度についての実験値を平均的に丸めたものであるのに対して、(付 1.3-32) 式は実験値を安全側に丸めたものである。ここで、 p_{wh} は上限値を 1.2% とし、かつ、壁板の鉛直せん断補強筋比の 2 倍を上限として計算する。ただし、構造実験によってせん断終局強度が確認された場合はこの限りではない。

2.3. 機械式定着

・評定書に示されている標準図にない方法で機械式定着を用いている

【事例】

本事例は、地上9階建てのRC造建築物で、X方向が3スパン、Y方向が1スパンの純ラーメン架構となっている。図2.3.1のY方向の架構配筋詳細図に示すように、基礎梁を含むすべての梁主筋および一部の柱主筋に機械式定着工法が用いられている。本建物に用いられている機械式定着工法の技術評価の証明書（評定書）によると、この定着工法を使用できる柱梁主筋は、①ト形接合部における梁主筋、②T形接合部における柱主筋、③L形接合部における柱主筋および梁下端主筋、④柱を突出させたL形接合部における柱主筋および梁主筋、とされている。しかしながら、図2.3.1のA部およびB部はト形接合部であるものの、一部の柱主筋に機械式定着工法が用いられており、評定書に規定されている範囲外の使用方法となっている。

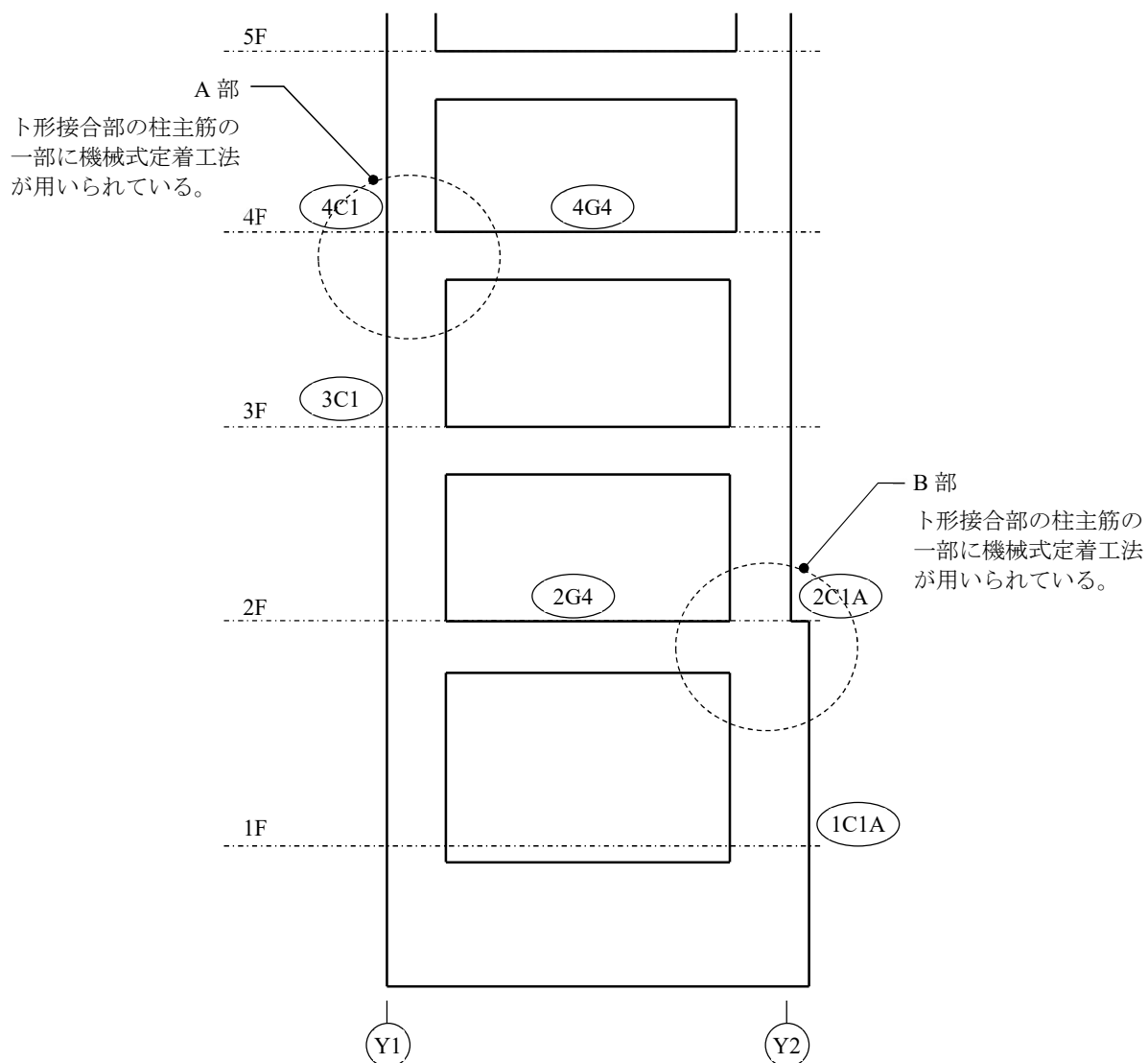


図 2.3.1 架構配筋詳細図(配筋の表示は省略)

特に、図 2.3.2 に示す 4 階の A 部詳細図では、柱帯筋に拘束されていない部分に定着板が配されており、適切な納まりでない。また、図 2.3.3 に示す 2 階の B 部詳細図でも、柱突出部の拘束筋が十分に配されていない部分に梁主筋と柱主筋の定着板が配されており、適切な納まりでない。

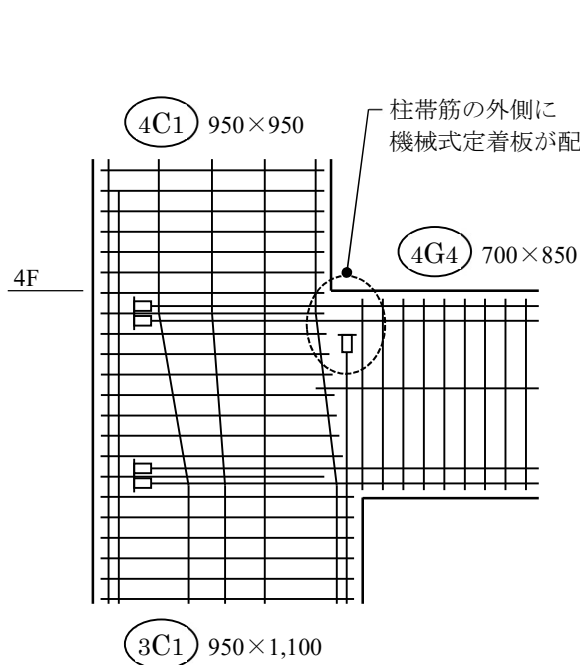


図 2.3.2 A 部 詳細図

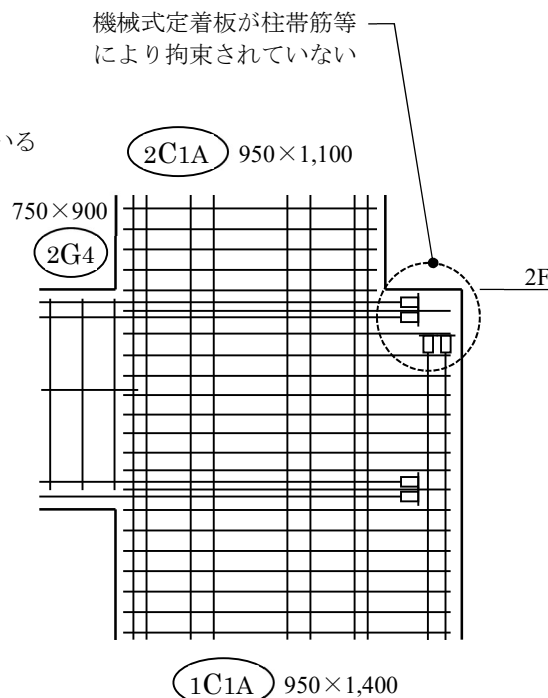


図 2.3.3 B 部 詳細図

【留意事項】

特別な調査研究に基づくものとして用いる柱および梁の機械式定着板の使用範囲は、当該工法の評定書に定められた範囲とする。また、本工法の標準図を準用して評定書に規定されていない部位に機械式定着板を用いる場合には、定着板による主筋の定着機構が形成できる箇所であること、および柱帯筋などにより定着板が拘束されていることなど建築基準法令の関係規定に適合することを別途確認する必要がある。

【関連する条文・基準等】

◇施行令第 36 条 構造方法に関する技術的基準（最終改正 平成 27 年政令第 11 号）

（略）

2 法第 20 条第 1 項第二号イの政令で定める技術的基準（建築設備に係る技術的基準を除く。）は、次の各号に掲げる場合の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める構造方法を用いることとする。

- 一 第 81 条第 2 項第一号イに掲げる構造計算によって安全性を確かめる場合 この節から第 4 節の 2 まで、第 5 節（第 67 条第 1 項（同項各号に掲げる措置に係る部分を除く。）及び第 68 条第 4 項（これらの規定を第 79 条の 4 において準用する場合を含む。）を除く。）、第 6 節（第 73 条、第 77 条第二号から第六号まで、第 77 条の 2 第 2 項、第 78 条（プレキャスト鉄筋コンクリートで造られたはりて 2 以上の部材を組み合わせるものの接合部に適用される場合に限る。）及び第 78 条の 2 第

1項第三号（これらの規定を第79条の4において準用する場合を含む。）を除く。）、第6節の2、第80条及び第7節の2（第80条の2（国土交通大臣が定めた安全上必要な技術的基準のうちその指定する基準に係る部分に限る。）を除く。）の規定に適合する構造方法
（以下、略）

◇施行令第73条 鉄筋の継手及び定着（最終改正 平成23年政令第10号）

第73条 鉄筋の末端は、かぎ状に折り曲げて、コンクリートから抜け出ないように定着しなければならない。ただし、次の各号に掲げる部分以外の部分に使用する異形鉄筋にあつては、その末端を折り曲げないことができる。

- 一 柱及びはり（基礎ばりを除く。）の出すみ部分
- 二 煙突

2 （略）

3 柱に取り付けるはりの引張り鉄筋は、柱の主筋に溶接する場合を除き、柱に定着される部分の長さをその径の40倍以上としなければならない。ただし、国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りではない。

4 （略）

◇施行令第77条 柱の構造（最終改正 平成23年政令第10号）

第77条 構造耐力上主要な部分である柱は、次に定める構造としなければならない。

- 一 主筋は、4本以上とすること。
- 二 主筋は、帯筋と緊結すること。

（以下、略）

◇施行令第82条 保有水平耐力計算（最終改正 平成19年政令第49号）

第82条 前条第2項第一号イに規定する保有水平耐力計算とは、次の各号及び次条から第82条の4までに定めるところによりする構造計算をいう。

- 一 第2款に規定する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を国土交通大臣が定める方法により計算すること。
- 二 前号の構造耐力上主要な部分の断面に生ずる長期及び短期の各応力度を次の表に掲げる式によって計算すること。

（表は省略）

- 三 第一号の構造耐力上主要な部分ごとに、前号の規定によって計算した長期及び短期の各応力度が、それぞれ第3款の規定による長期に生ずる力又は短期に生ずる力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。

◇施行令第82条の3 保有水平耐力（最終改正 平成19年政令第49号）

第82条の3 建築物の地上部分については、第一号の規定によって計算した各階の水平力に対する耐力（以下この条及び第82条の5において「保有水平耐力」という。）が、第二号の規定によって計算した必要保有水平耐力以上であることを確かめなければならない。

- 一 第4款に規定する材料強度によって国土交通大臣が定める方法により保有水平耐力を計算すること。
- 二 地震力に対する各階の必要保有水平耐力を次の式によって計算すること。

$$Q_{un} = D_s F_{es} Q_{ud}$$

この式において、 Q_{un} 、 D_s 、 F_{es} 、及び Q_{ud} は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- Q_{un} 各階の必要保有水平耐力（単位 キロニュートン）
- D_s 各階の構造特性を表すものとして、建築物の構造耐力上主要な部分の構造方法に応じた減衰性及び各階の靱(じん)性を考慮して国土交通大臣が定める数値
- F_{es} 各階の形状特性を表すものとして、各階の剛性率及び偏心率に応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値
- Q_{ud} 地震力によって各階に生ずる水平力（単位 キロニュートン）

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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 (最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 号)

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。

(中略)

第 4 保有水平耐力の計算方法

- 四 鉄筋コンクリート造又は鉄骨鉄筋コンクリート造である建築物の構造部分であって、令第 73 条、第 77 条第二号から第六号までのいずれか、第 77 条の 2 第 2 項、第 78 条又は第 78 条の 2 第 1 項第三号の規定に適合しないものについては、当該構造部分に生ずる力を次の表に掲げる式によって計算し、当該構造部分に生ずる力が、それぞれ令第 3 章第 8 節第 4 款の規定による材料強度によって計算した当該構造部分の耐力を超えないことを確かめるものとする。ただし、当該構造部分の実況に応じた加力実験によって耐力、靱性及び付着に関する性能が当該構造部分に関する規定に適合する部材と同等以上であることが確認された場合にあつては、この限りでない。

(表は省略)

(以下、略)

◇告示 平成 23 年国土交通省告示第 432 号 鉄筋コンクリート造の柱に取り付けるはりの構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件

- 第 1 建築基準法施行令（以下「令」という。）第 73 条第 3 項ただし書に規定する鉄筋コンクリート造の柱に取り付けるはりの安全性を確かめるための構造計算の基準は、柱に取り付けるはりの引張り鉄筋が建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）第 37 条第一号に該当する異形鉄筋である場合においては、次のとおりとする。

(略)

第2 特別な調査又は研究の結果に基づき当該柱に取り付けるはりの引張り鉄筋の付着力を考慮して当該鉄筋の抜け出し及びコンクリートの破壊が生じないことが確かめられた場合においては、第1に定める基準によらないことができる。

2.4. 下階壁抜け架構

- ・下階壁抜けとなる1階柱に比べて2階耐力壁下の枠ばりや2階柱が見合った断面となっていない

【事例1】

本事例は、地上8階建てのRC造建築物であり、図2.4.1の軸組図に示すとおり、1階において下階壁抜け架構となっている。部材断面は、図2.4.2の柱・はり・壁リストに示すとおり、下階壁抜けにより独立柱となる1階柱は断面を大きくして鉄筋を多く配筋しているが、2階耐力壁下の枠ばりや2階柱は1階柱に見合った断面となっていない。

構造計算書では、一次設計の地震時に生じる1階柱頭曲げ応力に対して、2階耐力壁下の枠ばりの許容曲げモーメントが大きいため問題ない、としているのみであった。

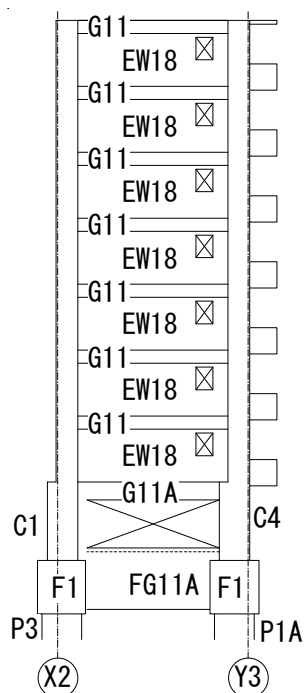


図 2.4.1 軸組図

符号	C1
2階	
主筋	16-D29
フープ	□-D13@100
仕口部	□-D13@100
1階	
主筋	26-D29
フープ	■-D13@100
芯鉄筋	4-D29

(柱リスト)

符号	G11A
2階	
上端配筋	4-D25
下端配筋	6-D25
スタラップ	□-D13@250
腹筋	2-D10

(はりリスト)

符号	EW18	
立断面		
縦筋	D10 @250 D	
横筋	D10 @250 D	
開口補強筋	縦筋	2-D13
	横筋	4-D13
	斜め筋	1-D13

(壁リスト)

図 2.4.2 柱・はり・壁リスト

【事例 2】

本事例は、地上 15 階建ての RC 造建築物であり、**図 2.4.3** の軸組図に示すとおり、1 階柱の柱際に開口があり下階壁抜け柱となっている。また 1 階壁の開口際にも柱 (C3) を設けている。**図 2.4.4~図 2.4.6** の柱・はり・壁リストに示すとおり、下階壁抜けにより独立柱となる 1 階柱 (C1A) は断面を大きくして鉄筋を多く配筋しているが、2 階耐力壁下の枠ばり (G11A) や 2 階柱 (C1) は 1 階柱 (C1A) に見合った断面となっていない。

このような架構について、一貫計算プログラムでは耐力壁付き架構をエレメント置換し、枠ばりの剛性を大きく入力するため、2 階耐力壁下の枠ばりに生じる応力は出力されず、断面算定はなされていない。また、手計算等による追加の検討もなかった。

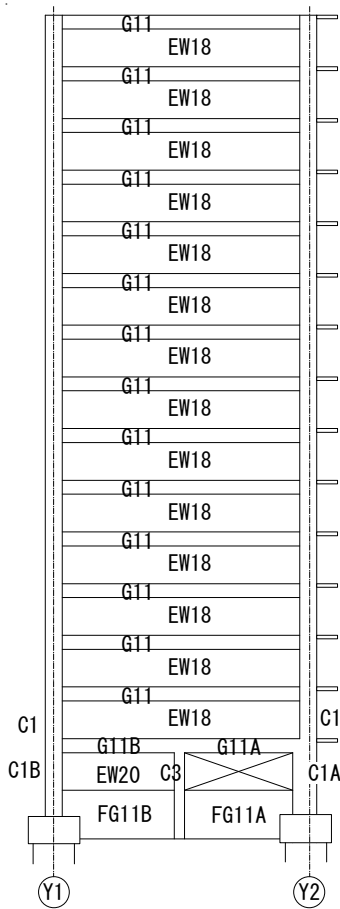


図 2.4.3 軸組図

符号	C1 (C1A)
2階 C1	
主筋	28-D32
フープ	5-3-S13@100
接合部	3-3-D13@85
1階 C1A	
主筋	40-D35
フープ	10-10-S13@100
芯鉄筋	16-D35

図 2.4.4 柱リスト

符号	C3
1階	
主筋	12-D22
フープ	2-2-D13@100

符号	G11A	G11B
2階		
上端配筋	12-D38	6-D38
下端配筋	12-D38	6-D38
スタック	□-D13@100	□-D13@100
腹筋	2-D10	2-D10

図 2.4.5 梁リスト

符号	EW18	EW20
立断面		
縦筋	D10 @200 D	D13 @200 D
横筋	D10 @150 D	D13 @200 D

図 2.4.6 壁リスト

【留意事項】

「2020年版建築物の構造関係技術基準解説書」(p.757)では、ピロティ階の単独柱から直上の耐力壁の枠柱や枠ばりに応力が伝達されるように設計する必要性について記述されている。これは、過去の地震において報告された被害に基づくものであり、直上の耐力壁の下枠ばりについて、十分な剛性、強度、はりせいを確保する必要があるとする(一社)日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説2018」を引用するものである。

本建物のように、下階壁抜けとなる1階柱の断面が大きく多くの主筋が配筋された架構では、2階耐力壁下枠ばりには、十分な剛性と強度を確保するとともに、1階柱頭曲げモーメントの枠ばり端部への応力伝達や鉄筋の定着が確実にされるよう、適切な検討が必要であることに留意されたい。

【関連する条文・基規準等】

◇告示 平成19年国土交通省告示第594号 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(最終改正 令和元年 国土交通省告示第203号)

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。

◇2020年版建築物の構造関係技術基準解説書 p.757

付録1-6(4)せん断設計 ① 純ピロティ型建築物のピロティ階の単独柱の設計用せん断力

純ピロティ型建築物や一部耐力壁付きピロティ型建築物で全体曲げ崩壊形あるいはピロティ階での層崩壊を保証するためには、ピロティ階の柱梁接合部で破壊させないことも重要である。柱断面が急変するピロティ型建築物の柱梁接合部の設計において、柱梁接合部内に定着されるピロティ階の単独柱の一部の主筋は、十分な定着長を確保し、ピロティ階の単独柱から直上の耐力壁の枠柱や枠梁に応力が伝達されるように設計する必要がある³⁾。

過去の地震において、一部耐力壁付きピロティ型建築物の直上の耐力壁の下枠梁の破壊が報告されている⁴⁾。鉄筋コンクリート造計算規準・同解説(2018)⁵⁾では、直上の耐力壁の下枠梁について、十分な剛性、強度、はりせいを確保する必要があることを言及している。最近の研究⁶⁾では、ピロティ階の単独柱を屋内側に拡張する場合に、直上の耐力壁の枠梁に十分な剛性や強度を持たせ、ピロティ柱はり接合部や周辺部での破壊を避けてピロティ階の単独柱の柱頭が曲げ降伏するように設計する方法が提案されている。

◇(一社)日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説2018」19条 p.340 解説6.(3)連層耐震壁の枠梁

◇(一社)日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説2018」17条 p.261 解説1.(5)定着に関する構造規定 5)

3. 鉄骨造

3.1. Ds 値

・基礎梁にヒンジが発生しているため、それを考慮して1階の Ds 値を設定する必要がある

【事例】

本事例は、地上3階建てのS造建築物である。本事例では、層間変形角1/50時点における崩壊メカニズムを確認し、RC造基礎梁に降伏ヒンジが発生したが、1階の Ds 値を0.25としていた。

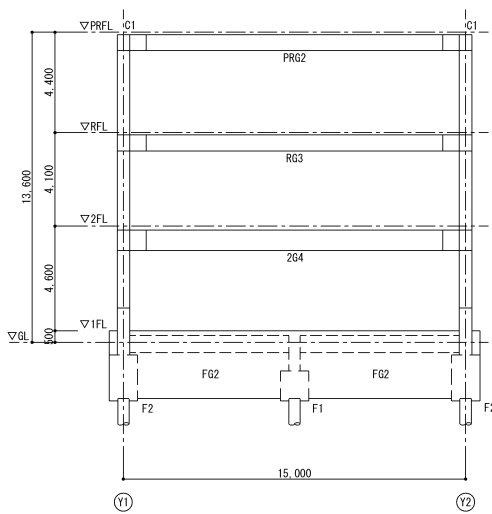


図 3.1.1 軸組図

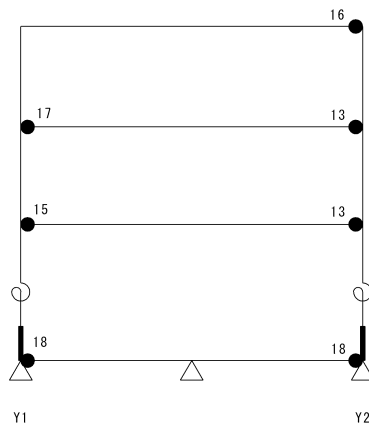


図 3.1.2 Ds 算定時ヒンジ図

【留意事項】

S造の1階柱の幅厚比による部材種別はFA、RC造の基礎梁の部材種別もFAであり Ds=0.25としているが、本来はRC造の基礎梁に降伏ヒンジが生じているため、これを考慮して1階の Ds 値を0.30とすべきである。

【関連する条文・基準等】

◇告示 平成19年国土交通省告示第594号 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 (最終改正 令和元年 国土交通省告示第203号)

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。

◇2020年版建築物の構造関係技術基準解説書 p.642

付録1-2 鉄骨造に関する技術資料

② 露出型柱脚を使った建築物の耐震設計法

iv) ルート③の計算が適用される建築物

(略)

フローの⑨: 柱脚の保有耐力接合が満足される場合は、柱に塑性ヒンジを仮定して保有水平耐力の検討を行う。Ds 値は上部構造の部材及び柱脚が取り付く部材によって決定される。

3.2. 部材種別

・トラス梁の部材種別をFAとしているが、FAと評価するための変形能力確保に対する検討内容が不十分である

【事例】

本事例は、地上4階、塔屋1階建ての建築物である。1階がRC造で2階から上部がS造の併用構造となっており、上部S造の2階から4階のY方向には端部をBH材、中央部をトラス構造としたトラス梁（梁せい：R階と4階はH=1,600mm、3階はH=1,300mm）が使用されている。

本事例ではそれらのトラス梁の部材種別をFAと判定していたが、設計者が行っていたトラス梁の変形能力確保についての検討内容が不十分であった。

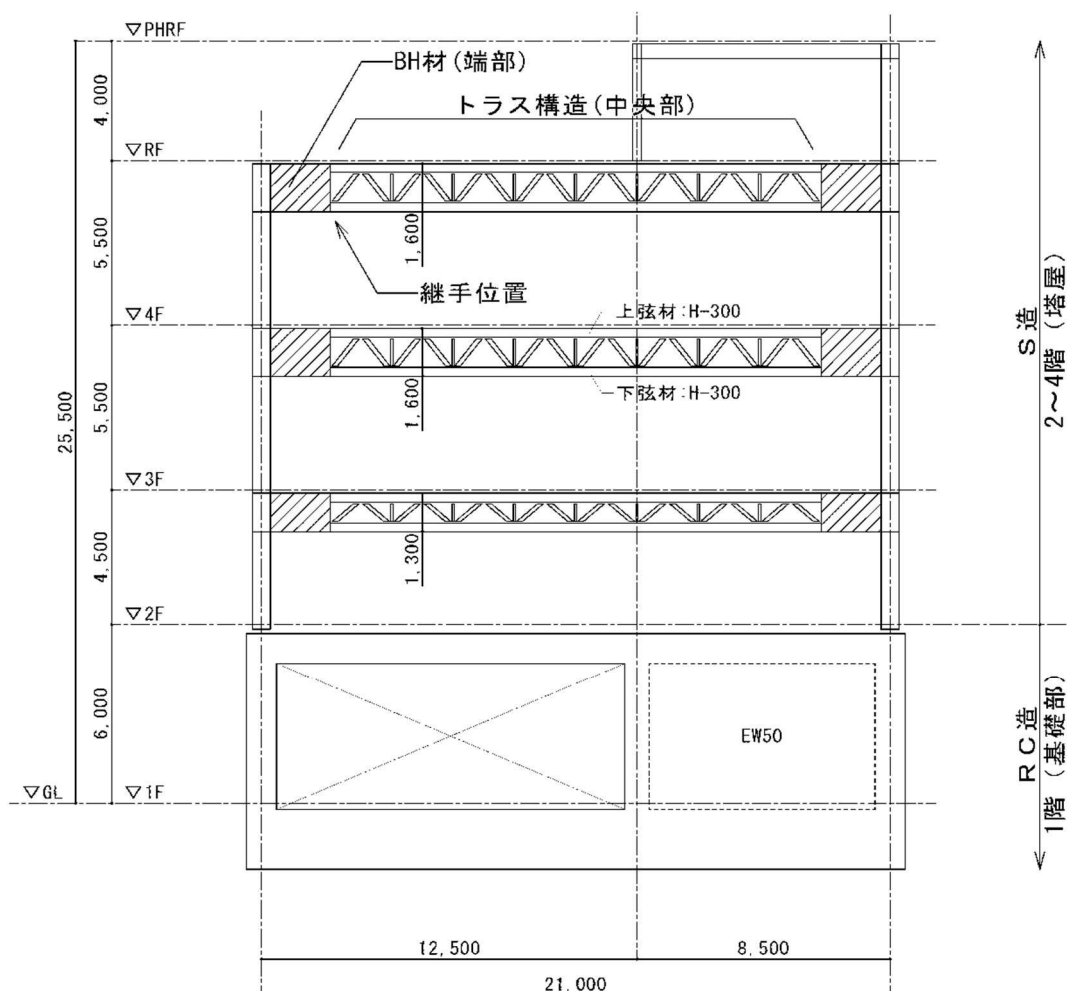


図 3.2.1 Y方向軸組図

本事例でのトラス梁の変形能力確保に対する検討は、基本的に以下の3点の項目についてであった。

- ① トラス梁の終局時ヒンジ位置の検討。
- ② トラス梁の横補剛に関する検討。
- ③ トラス梁端部のBH材部分の変形能力確保に対する検討。

上記の検討項目は、トラス梁の変形能力確保に対する検討を行う上で、項目の選定例の一つとして妥当であると思われるが、選定した項目における検討内容は不十分と思われる。

以下に、検討項目の詳細と検討内容が不十分であると判断した論拠を示す。

項目①に対する検討内容

- ・端部のBH材部分と中央部のトラス構造部分（継手位置）の終局曲げ耐力を算出する。
- ・それぞれの終局曲げ耐力により決定される柱面での終局曲げ耐力（長期応力は無視）の大小を比較することにより、ヒンジ位置を決定する。

（問題点）

本事例の検討の結果では、端部のBH材部分にヒンジが生ずる結果となっているが、端部のBH材部分の終局曲げ耐力算定時にはウェブによる耐力分を無視（端部BH材部分にヒンジが生じやすい検討条件）しており、かつ、長期応力の影響が大きい大スパン梁（ $L=21,700\text{ mm}$ ）であるにも関わらず、長期応力を考慮した継手位置及び中央部のトラス構造部分のヒンジ発生の可能性については検討が行われていなかった。

項目②に対する検討内容

- ・トラス構造部分の横補剛の検討として、上弦材及び下弦材として用いられているH形鋼（ $H-300\times 300\times 10\times 15$ ）に対する横補剛の検討を行う。

（問題点）

上弦材及び下弦材の各個材に対する検討を行っているが、上弦材及び下弦材が一体となったトラス構造部分としての検討は行われていなかった。

項目③に対する検討内容

- ・トラス梁のヒンジは項目①の検討結果より端部BH材部分に生ずるため、端部BH材部分の変形能力が確保出来れば、トラス梁全体をFAランク材と評価することが出来る。
- ・そのため、FDランクとなっている端部BH材のウェブ部分の幅厚比を改善するために設ける中間スチフナーの検討を行う。

（問題点）

幅厚比の改善として行われていた検討は、（一社）日本建築学会「鋼構造許容応力度設計規準」の許容応力度におけるせん断座屈に対する検討で、ウェブ材の幅厚比改善による変形能力確保を証明しているものではないため、この検討結果では端部BH材のウェブ部分の幅厚比を改善していると判断することは出来ない。

【留意事項】

トラス構造部分の部材種別に関する規定や検討項目については、告示等にも明快な記述はないため、設計者や適判機関等の判断で設計が行われているものと思われる。

本事例は、長期応力を考慮したメカニズム時において継手位置及び中央部のトラス構造部分にヒンジが生じないことの確認や、端部 BH 材部分の変形能力確保などに対する検討内容が不十分であった。

【関連する条文・基準等】

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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 (最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 号)

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。

◇告示 昭和 53 年建設省告示第 1792 号 D_s 及び F_{es} を算出する方法を定める件(最終改正 平成 19 年 国土交通省告示第 596 号)

第 3 柱及びはりの大部分が鉄骨造である階について D_s を算出する方法

- 一～二 (略)
- 三 D_s を計算する階における筋かい並びに柱及びはりの部材群としての種別は、次のイ及びロによって定めること。
 - イ 次の(1)から(3)までに掲げる場合に該当する場合にあっては、当該階の部材の耐力の割合の数値に応じ、次の表に従って定めること。
 - (1) 筋かい端部の接合部が昭和 55 年建設省告示第 1791 号第 2 第二号に適合する場合
 - (2) 柱及びはりの接合部が昭和 55 年建設省告示第 1791 号第 2 第七号に適合する場合
 - (3) はりの横補剛が十分であって急激な耐力の低下のおそれがない場合

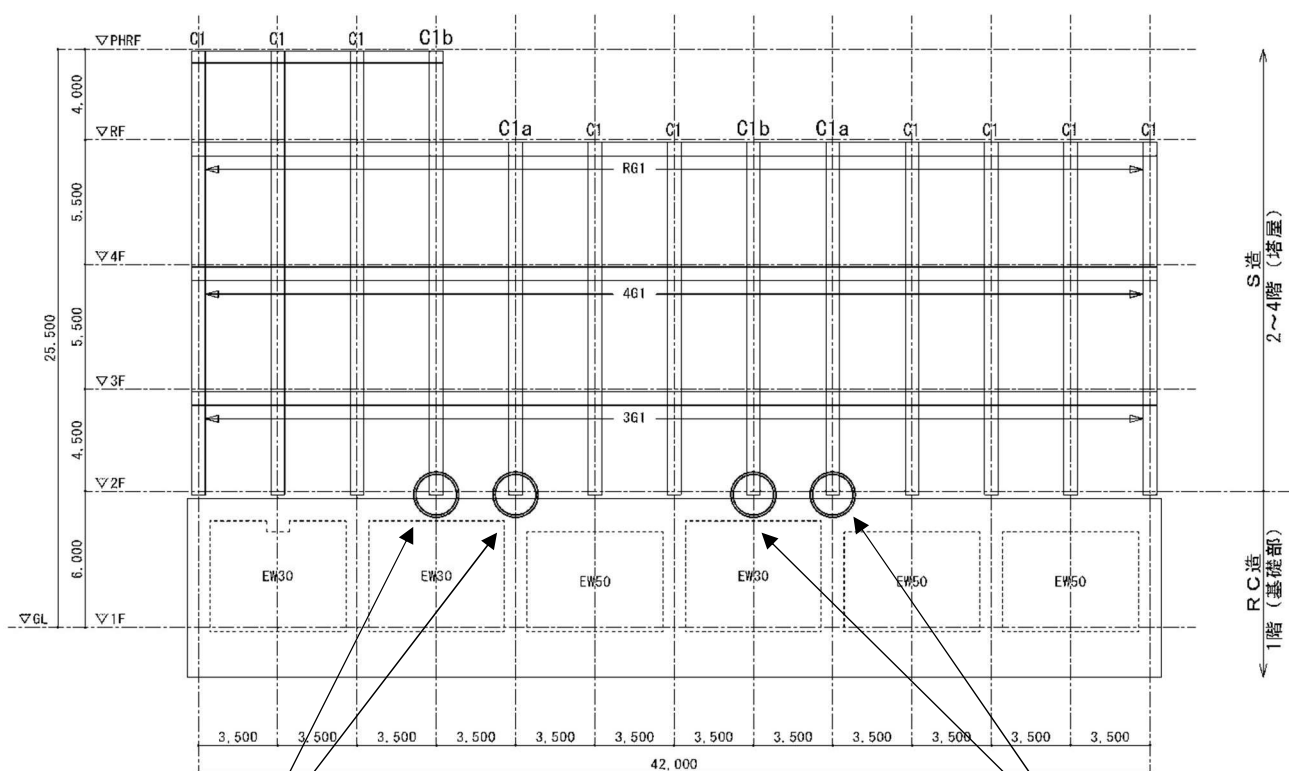
3.3. 露出型柱脚

- ・主柱の柱脚は在来工法による露出型柱脚としているが、解析時にピン支点と指定し、固定度を適切に評価していない

【事例】

本事例は、地上4階、塔屋1階建ての建築物である。1階がRC造で2階から上部がS造の併用構造となっており、上部S造の主柱の柱脚は、基本的に技術評価の証明（評定）を取得した露出型柱脚の既製品が用いられていたが、**図 3.3.1** の○印で示す主柱（C1a、C1b）の柱脚には在来工法による露出型柱脚が用いられていた。

本事例は計算ルート3により構造計算がなされているが、**図 3.3.2** に示す在来工法による露出型柱脚について、解析時にピン支点の指定がなされており、「2020年版建築物の構造関係技術基準解説書」の露出型柱脚の設計フローに示す柱脚固定度（回転剛性）の適切な評価、柱脚に発生する曲げモーメント等の応力に対する許容応力度設計、崩壊メカニズム時における柱脚の安定した塑性変形能力の確保に対する検討が行われていなかった。



在来工法による
露出型柱脚部分

図 3.3.1 X 方向軸組図

在来工法による
露出型柱脚部分

※ ○印は、在来工法による露出型柱脚部分を示す。

	C1	C1a	C1b
断面	 □- 600×600×32 (BCP325)	 □- 600×600×32 (BCP325)	 □- 600×600×32 (BCP325)
柱脚	 ※ 評定工法による 露出型柱脚 (柱脚固定度を考慮している)	 ※ 在来工法による 露出型柱脚 (ピン支点としている)	 ※ 在来工法による 露出型柱脚 (ピン支点としている)
アンカー ボルト	12-M48	8-M24 (ABR490) L=600 フック付き、ダブルナット締め	8-M20 (ABR490) L=500 フック付き、ダブルナット締め

図 3.3.2 柱及び柱脚リスト

【留意事項】

在来工法の露出型柱脚については、柱脚に発生する曲げモーメントを適切に評価した設計（柱脚の固定度の適切な評価を踏まえた柱脚に生ずる応力に対する許容応力度設計）及び崩壊メカニズム時における柱脚の安定した塑性変形能力の確保についての検討を行う必要がある。

【関連する条文・基規準等】

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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
(最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 号)

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。

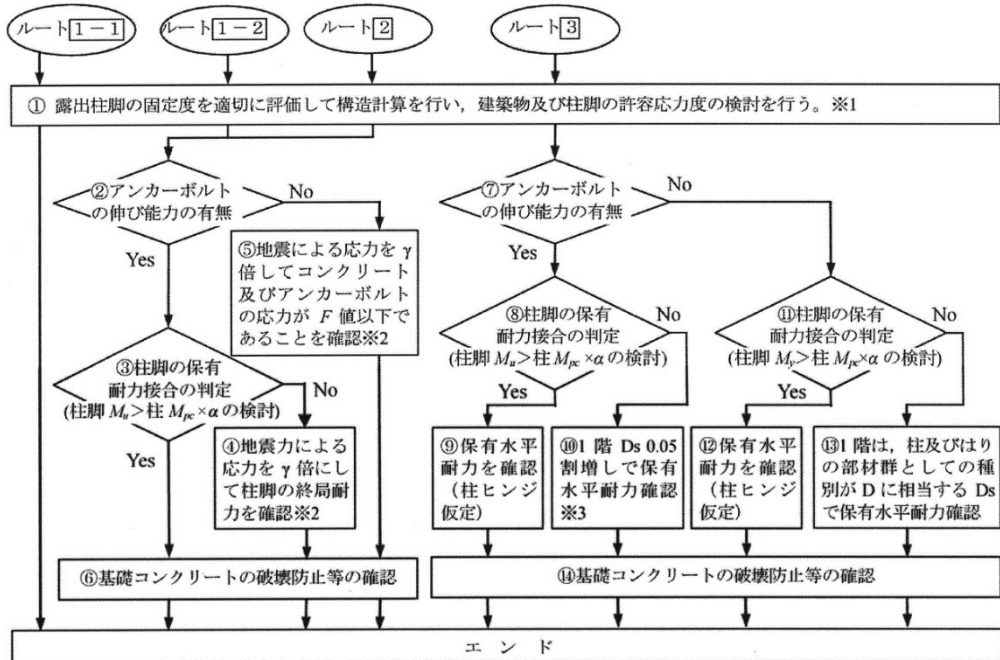
◇2020 年版建築物の構造関係技術基準解説書 p.635, 636

② 露出型柱脚を使った建築物の耐震設計法

露出型柱脚の被害を軽減するためには、以下の 2 点を考慮する必要がある。

- ・柱脚に発生する曲げモーメントを適切に評価した設計
- ・崩壊メカニズム時における柱脚の安定した塑性変形能力の確保

これらの 2 点を考慮した露出型柱脚の設計フローを、計算ルート（6.3 節参照）ごとに付図 1.2-25 に示す。



※1 ルート1-1の建築物でピンに近い形状の柱脚（付表1.2-4のタイプ1）が使われる場合は別途定める簡便な方法で検討してもよい。
 ※2 ルート1-2では、 γ を1.67とする。 ※3 柱及びはりの部材群としての種別がDの場合は割り増ししない。

付図1.2-25 露出型柱脚を使った建築物の計算ルート別の設計フロー

3.4. 小屋組

・小屋組鉛直ブレースの接合部周辺部の検討が見当たらない

【事例】

本事例は、地上2階建てのS造建築物である。平面形状は1階の面積が約820m² (39m×21m)、RFLの面積は約420m²で、RFLのうち約210m² (18m×12m) が小屋組となっている。図3.4.1に示す小屋組鉛直ブレースについて、鉛直ブレース(BR2) のガセットプレート(PL-9) の詳細図が示されていないため、その溶接長やサイズが確認できず、ブレースの保有耐力接合が満たされているのか確認できなかった。また、P4柱弱軸に取り付く鉛直ブレースは、柱脚と大梁接合用のガセットプレート(PL-9x80x140) があるため、柱の軸心には取り付けられないと思われるがその詳細が示されておらず、P4柱に水平方向に偏心して鉛直ブレースが取り付けられる場合、柱にねじりモーメントが作用するがそれに対する検討がなかった。さらに、P4柱強軸に取り付く鉛直ブレースは、本事例の構造図ではブレース下側で大梁接合用のガセットプレート上端辺りおよびブレース上側で小梁接合ガセット上端辺りを狙い点としているため、柱やガセットプレートに対する付加曲げの検討などが必要と思われるが、それに対する検討がなかった。

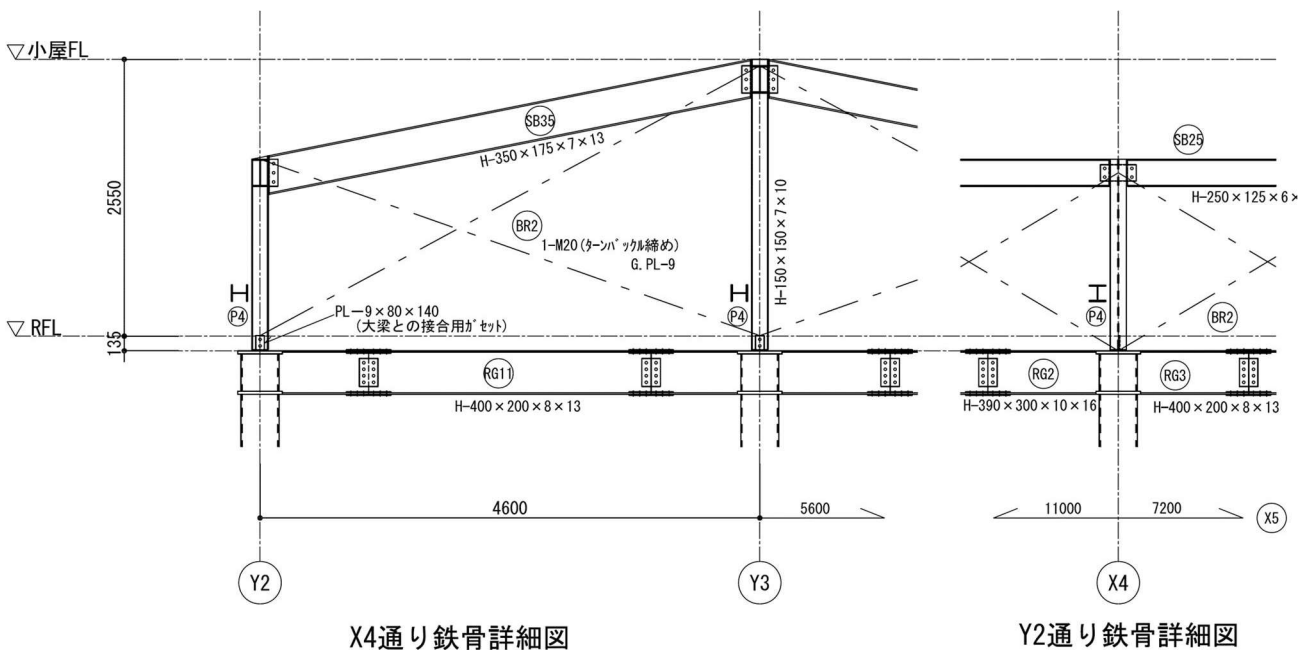


図 3.4.1 鉄骨詳細図

【留意事項】

鉛直ブレースとそれに取り合う柱・梁との接合部については、実際に施工できるかを確認することが必要であり、納まり上、柱に対して鉛直方向あるいは水平方向にブレースが偏心して取りつく場合には、これらによる偏心モーメントを適切に考慮した検討が必要である。そして、本事例の設計図書に記載されている鉄骨標準図では表現しきれない箇所については、別途、詳細図が必要である。

【関連する条文・基規準等】

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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 (最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 号)

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。

◇施行規則第 1 条の 3 確認申請書の様式 (最終改正 令和 2 年国土交通省令第 98 号)

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。) の規定による確認の申請書は、次の各号に掲げる図書及び書類とする。 (中略)

- 一 別記第二号様式による正本一通及び副本一通に、それぞれ、次に掲げる図書及び書類を添えたもの (正本に添える図書にあっては、当該図書の設計者の氏名が記載されたものに限る。)

イ (略)

- ロ 申請に係る建築物が次の (1) から (3) までに掲げる建築物である場合にあつては、それぞれ当該 (1) から (3) までに定める図書及び書類

- (1) 次の表二の各項の (い) 欄並びに表五の (二) 項及び (三) 項の (い) 欄に掲げる建築物 それぞれ表二の各項の (ろ) 欄に掲げる図書並びに表五の (二) 項の (ろ) 欄に掲げる計算書及び同表の (三) 項の (ろ) 欄に掲げる図書 (用途変更の場合においては表二の (一) 項の (ろ) 欄に掲げる図書を、国土交通大臣があらかじめ安全であると認定した構造の建築物又はその部分に係る場合で当該認定に係る認定書の写しを添えたものにおいては表二の (一) 項の (ろ) 欄に掲げる図書、表五の (一) 項及び (四) 項から (六) 項までの (ろ) 欄に掲げる計算書並びに同表の (三) 項の (ろ) 欄に掲げる図書のうち国土交通大臣が指定したものを、(2) の認定を受けた構造の建築物又はその部分に係る場合においては同表の (二) 項の (ろ) 欄に掲げる計算書を除く。)

(中略)

(い)		(ろ)		
		図書の書類	明示すべき事項	
(一)	法第二十条の規定が適用される建築物	令第三章第二節の規定が適用される建築物	各階平面図	一 基礎の配置、構造方法及び寸法並びに材料の種別及び寸法 二 屋根ふき材、内装材、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の部分及び広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付けるものの種別、位置及び寸法
			二面以上の立面図	
			二面以上の断面図	
			基礎伏図	

(中略)

	令第三章第五節の規定が適用される建築物	各階平面図	構造耐力上主要な部分である部材の位置及び寸法並びに開口部の位置、形状及び寸法	
				二面以上の立面図
				二面以上の断面図
		基礎伏図	構造耐力上主要な部分である部材（接合部を含む。）の位置、寸法、構造方法及び材料の種別並びに開口部の位置、形状及び寸法	
		各階床伏図		
		小屋伏図		
		二面以上の軸組図		
		構造詳細図	圧縮材の有効細長比	
		使用構造材料一覧表	構造耐力上主要な部分である接合部並びに継手及び仕口の構造方法	
			構造耐力上主要な部分に用いる材料の種別	
		令第六十六条、令第六十七条第二項、令第六十九条又は令第七十条の規定に適合することの確認に必要な図書	令第六十六条に規定する基準への適合性審査に必要な事項	
			令第六十七条第二項に規定する構造方法への適合性審査に必要な事項	
			令第六十九条の構造計算の結果及びその算出方法	
令第七十条に規定する構造方法への適合性審査に必要な事項				
令第七十条に規定する一の柱のみの火熱による耐力の低下によつて建築物全体が容易に倒壊するおそれがある場合として国土交通大臣が定める場合に該当することを確認するために必要な事項				

(以下省略)

4. 基礎構造

4.1. 基礎スラブ

・ねじれを受ける2本杭基礎スラブのハカマ筋の納まりが示されていない

【事例】

本事例は、地上9階建てのRC造建築物である。基礎は場所打ちコンクリート杭による杭基礎で、一部は図4.1.1に示すように2本杭基礎スラブとなっている。この2本杭基礎スラブは建物外に突出しているため、基礎梁や床スラブにより拘束されておらず、地震時に杭頭の曲げモーメントや杭頭せん断力による大きな応力が生じる。しかしながら、本事例の基礎リストでは図4.1.2に示すように基礎スラブ長辺方向の鉄筋の納まりが明記されているものの、ねじれ応力を受ける短辺方向のハカマ筋の納まりが明記されていなかった。また、本事例の配筋標準には、基礎スラブのハカマ筋の配筋方法は明示されていなかった。

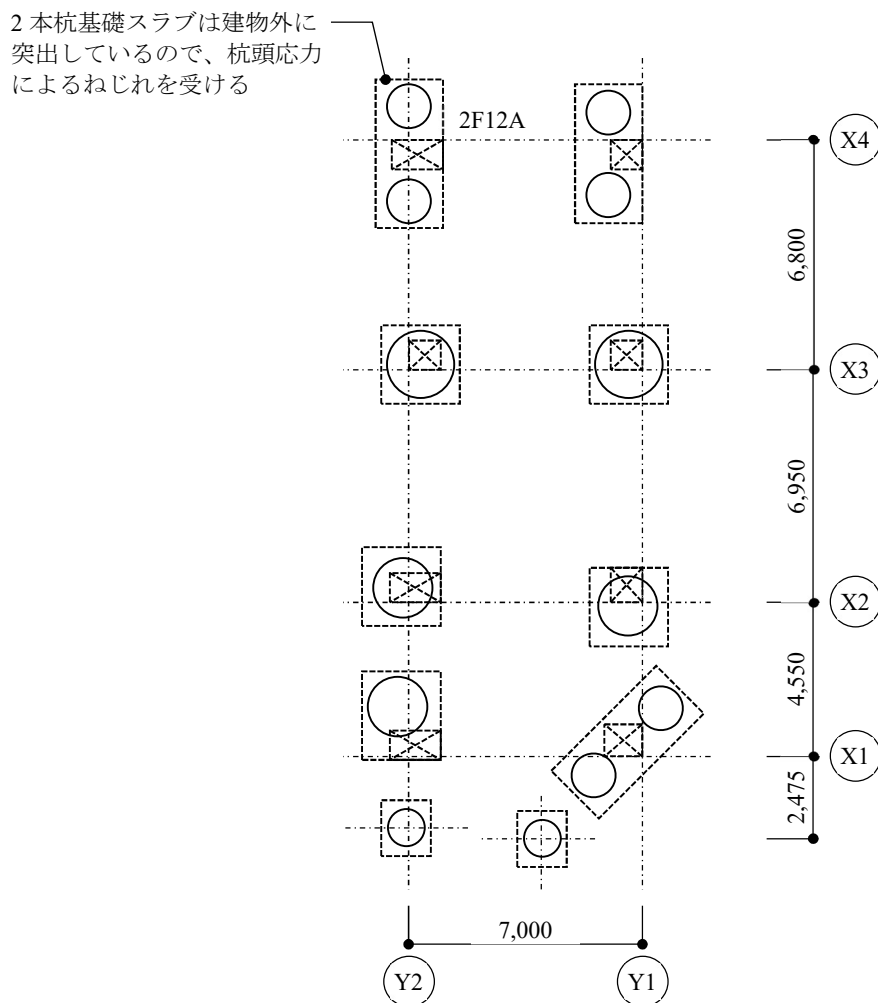


図 4.1.1 杭基礎

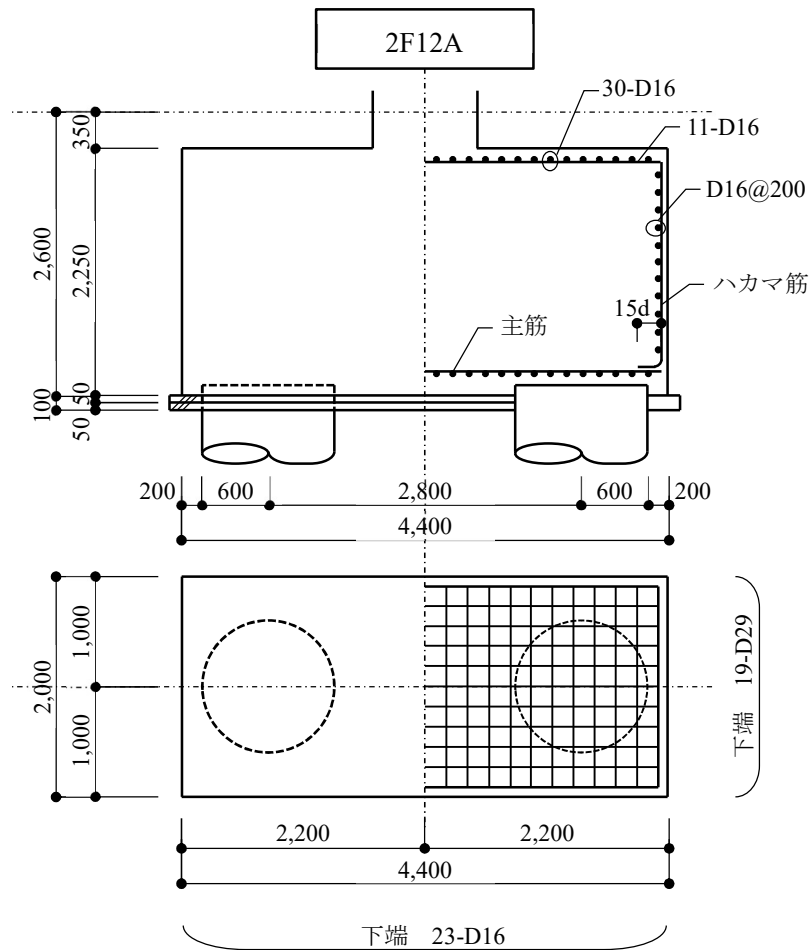


図 4.1.2 基礎リスト

【留意事項】

2本杭基礎スラブでは、一般に長辺方向の下端主筋は杭軸力により生じる曲げ応力に抵抗させ、ハカマ筋は上端主筋とともに引抜き力により生じる曲げ応力に抵抗させる。一方、短辺方向の主筋およびハカマ筋は杭頭軸力により生じるせん断力、杭頭曲げにより生じるねじれ応力などに抵抗させる。このため、配筋の仕様を長辺と短辺で変えることが考えられる。2本杭基礎スラブでは長辺、短辺両方向の配筋方法を特記することが必要である。

【関連する条文・基準等】

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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 (最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 号)

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。

◇施行規則第1条の3 確認申請書の様式（最終改正 令和2年国土交通省令第98号）

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。）の規定による確認の申請書は、次の各号に掲げる図書及び書類とする。（中略）

一 別記第二号様式による正本一通及び副本一通に、それぞれ、次に掲げる図書及び書類を添えたもの（正本に添える図書にあっては、当該図書の設計者の氏名が記載されたものに限る。）。

イ （略）

ロ 申請に係る建築物が次の(1)から(3)までに掲げる建築物である場合にあっては、それぞれ当該(1)から(3)までに定める図書及び書類

(1) 次の表二の各項の(い)欄並びに表五の(二)項及び(三)項の(い)欄に掲げる建築物それぞれ表二の各項の(ろ)欄に掲げる図書並びに表五の(二)項の(ろ)欄に掲げる計算書及び同表の(三)項の(ろ)欄に掲げる図書（用途変更の場合においては表二の(一)項の(ろ)欄に掲げる図書を、国土交通大臣があらかじめ安全であると認定した構造の建築物又はその部分に係る場合で当該認定に係る認定書の写しを添えたものにおいては表二の(一)項の(ろ)欄に掲げる図書、表五の(一)項及び(四)項から(六)項までの(ろ)欄に掲げる計算書並びに同表の(三)項の(ろ)欄に掲げる図書のうち国土交通大臣が指定したものを、(2)の認定を受けた構造の建築物又はその部分に係る場合においては同表の(二)項の(ろ)欄に掲げる計算書を除く。）

(中略)

二

	(い)		(ろ)	
			図書の書類	明示すべき事項
(一)	法第二十条の規定が適用される建築物	令第三章第二節の規定が適用される建築物	各階平面図	一 基礎の配置、構造方法及び寸法並びに材料の種別及び寸法 二 屋根ふき材、内装材、外装材、帳壁その他これらに類する建築物の部分及び広告塔、装飾塔その他建築物の屋外に取り付けるものの種別、位置及び寸法
			二面以上の立面図	
			二面以上の断面図	
			基礎伏図	

(中略)

令第三章第六節の規定が適用される建築物	各階平面図	構造耐力上主要な部分である部材の位置及び寸法並びに開口部の位置、形状及び寸法
	二面以上の立面図	
	二面以上の断面図	
	基礎伏図	構造耐力上主要な部分である部材（接合部を含む。）の位置、寸法、構造方法及び材料の種別並びに開口部の位置、形状及び寸法
	各階床伏図	
	小屋伏図	
	二面以上の軸組図	
	構造詳細図	鉄筋の配置、径、継手及び定着の方法
		鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さ
	使用構造材料一覧表	構造耐力上主要な部分に用いる材料の種別
	コンクリートの骨材、水及び混和材料の種別	
施工方法等計画書	コンクリートの強度試験方法、調査及び養生方法	
	コンクリートの型枠の取外し時期及び方法	

(以下省略)

◇(一社)日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2018」 20 条 p.363～
5. 杭基礎

4.2. 地盤アンカー

・地盤アンカーの引抜き方向許容支持力算定の前提となる定着体間隔の確保ならびに地盤の安定検討が適切ではない

【事例】

本事例は、地上10階建てのRC造建築物である。柱状地盤改良を施した上に、基礎はべた基礎とし、地震時水平力による浮き上がり抵抗として、各柱近傍に地盤アンカーを設置している。

本事例では、(一社)日本建築学会「建築地盤アンカー設計施工指針・同解説」に示された、単独に設置したとみなせる定着体の間隔が確保されておらず、また地盤全体の安定検討において土塊重量の計算方法が誤っている。

- ・地盤アンカーの間隔が最小850mmで、定着体径(146φ)の6倍かつ1m以上を満足していないため単独で設置した地盤アンカーとみなせない。
- ・土塊重量の算定が地盤アンカー1本分ごとに算出した土塊重量を全て合計して行われており、隣接する地盤アンカーによる土塊範囲の重なり、ならびに敷地外を無効とする点が考慮されていない。

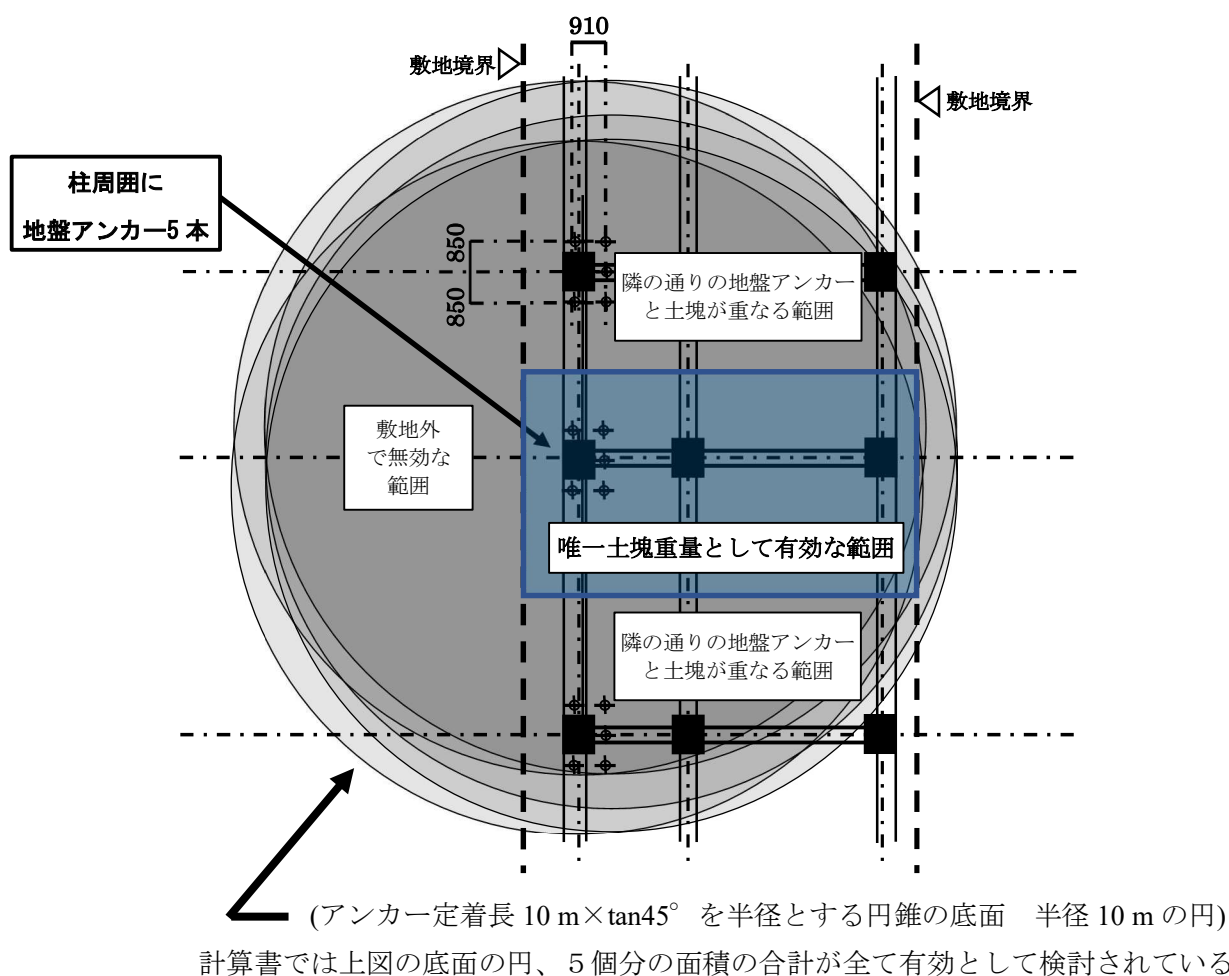


図 4.2.1 土塊重量の算出範囲

【留意事項】

地盤アンカーの引抜き方向の許容支持力は引抜き試験から算出することとなっているが、「2020年版建築物の構造関係技術基準解説書」に示された摩擦ぐいの許容支持力と同様に、間隔が十分確保できない場合には群としての効果を考慮する必要がある、引抜き試験から得られる単独に設置したものとしての性能を発揮することができない。

また、地盤全体の安定性の検討に必要な土塊重量の算定は、地盤アンカー1本ごとに行うのではなく、地盤アンカーの配置による土塊範囲の重なりを考慮した有効な重量として算出する必要があり、あわせて将来地盤状況が改変される可能性がある隣地部分は考慮せず、敷地内のみの土塊重量で安全であることを確認する必要がある。

【関連する条文・基規準等】

◇施行令第82条 保有水平耐力計算(最終改正 平成19年 政令第49号)

前条第2項第一号イに規定する保有水平耐力計算とは、次の各号及び次条から第82条の4までに定めるところによりする構造計算をいう。

- 一 第2款に規定する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を国土交通大臣が定める方法により計算すること。
- 二 前号の構造耐力上主要な部分の断面に生ずる長期及び短期の各応力度を次の表に掲げる式によって計算すること。

(表は省略)

- 三 第一号の構造耐力上主要な部分ごとに、前号の規定によって計算した長期及び短期の各応力度が、それぞれ第3款の規定による長期に生ずる力又は短期に生ずる力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。

◇告示 平成19年国土交通省告示第594号 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(最終改正 令和元年 国土交通省告示第203号)

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。

◇告示 平成13年国土交通省告示第1113号 地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための地盤調査の方法並びにその結果に基づき地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を定める方法等を定める件(最終改正 平成19年 国土交通省告示第1232号)

第7 地盤アンカーの引抜き方向の許容応力度は、鉛直方向に用いる場合に限り、次の表に掲げる式により計算した地盤の引抜き方向の許容支持力又は地盤アンカー体の許容耐力のうちいずれか小さな数

値を地盤アンカー体の種類及び形状により求まる有効面積で除した数値によらなければならない。

長期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力	短期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力
${}_tRa = \frac{1}{3} {}_tRu$	${}_tRa = \frac{2}{3} {}_tRu$
この表において、 ${}_tRa$ 及び ${}_tRu$ は、それぞれ次の数値を表すものとする。 ${}_tRa$ 地盤の引抜き方向の許容支持力 (単位 キロニュートン) ${}_tRu$ 第1に定める引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗力 (単位 キロニュートン)	

◇2020年版建築物の構造関係技術基準解説書 p.569

第9章 許容応力度及び材料強度 9.6.3 基礎ぐいの許容応力度(第5・第6)

(4)第二号に規定する摩擦ぐいの許容支持力に関しては、ぐいの先端支持力を含まない場合を除けば、ぐい種ごとの算定方法に適用範囲を含め、第一号と同等である。なお、摩擦ぐいのぐい間隔が十分確保できない場合は、群ぐい効果を考慮して安全性の確保を図ることが必要である。摩擦ぐいを群ぐいとして設ける場合において、群ぐいの中の1本のぐいの支持力は次式による。

◇(一社)日本建築学会「建築地盤アンカー設計施工指針・同解説 2018」

7.2.2 地盤アンカーの配置 p.135

7.2.7 地盤全体の安定検討 p.141

5. その他

5.1. 屋根

- ・段差があるデッキ合成スラブ屋根面全体を剛床仮定とするための検討が不足している。

【事例】

本事例は、地上2階建てのRC造建築物である。図5.1.1および図5.1.2に示すように多目的ホールの屋根はデッキ合成スラブで、ステージ上の屋根と客席上の屋根は850mmの段差がある。デッキ合成スラブを支持するスパン22m程のトラス梁TG1はRC造柱のブラケットに定着され、段差部のトラス梁TG2はRC柱内蔵の鉄骨と剛接合されている。

本事例では、段差がある屋根面に対して、屋根面全体に一体の剛床が成立すると仮定して架構および断面の設計を行っているが、剛床仮定が成立するための検討が不足していた。また、RC造梁とデッキ合成スラブの収まりの標準図はあるが、本事例のように梁間方向スパンが大きい場合に、標準図仕様で地震時面内せん断力の伝達が可能かの検討は見られなかった。

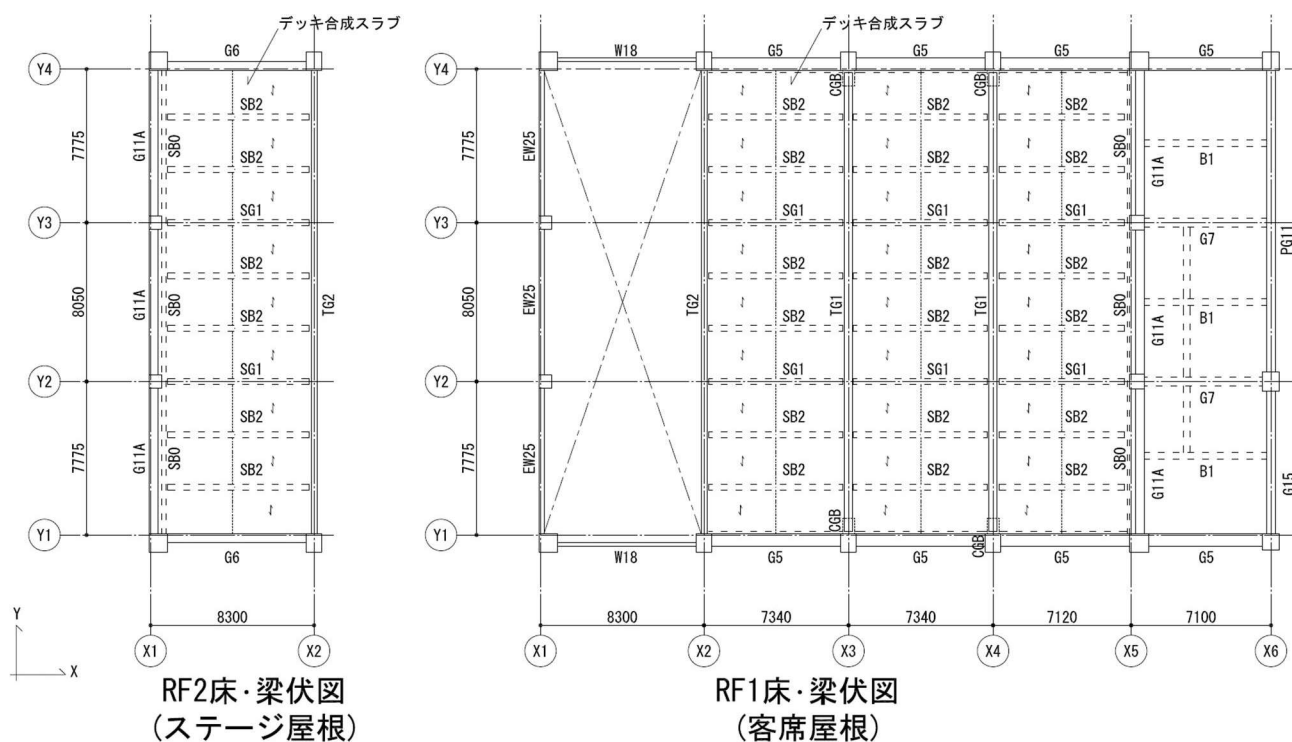
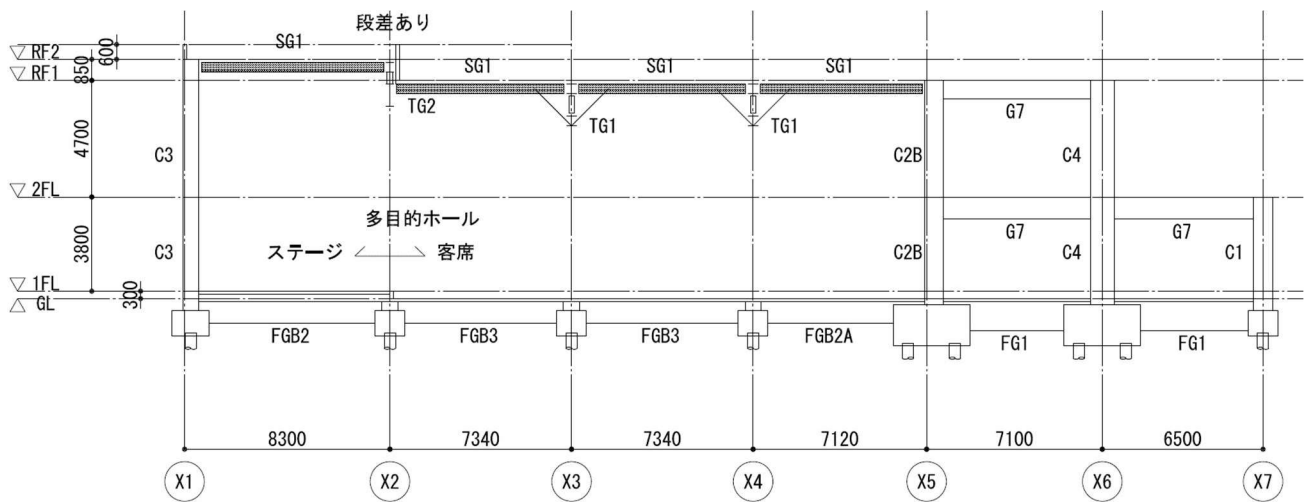
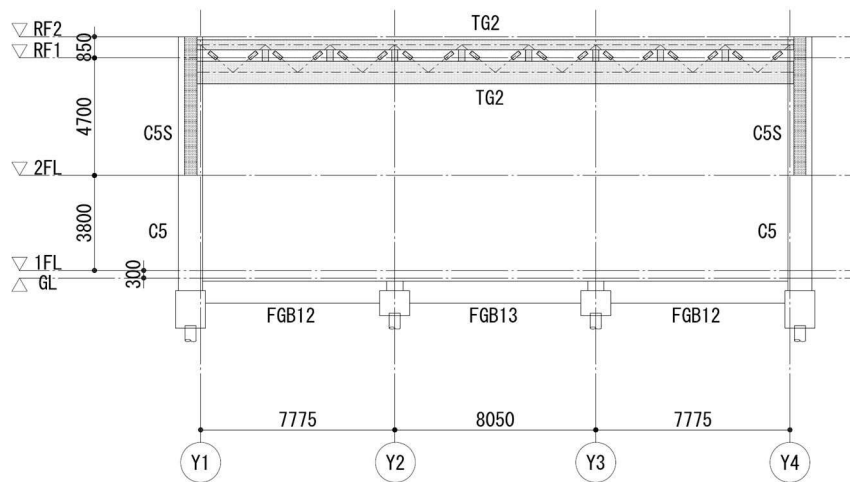


図 5.1.1 伏図



(Y2 通り軸組図)



(X2 通り軸組図)

図 5.1.2 軸組図

【留意事項】

屋根面段差部に直交して加振された場合、屋根スラブに発生する慣性力により、図 5.1.3 に示すように段差部にはせん断力 Q と曲げ応力 M が発生する。剛床仮定が成立するためには、段差部の部材がこの応力に対して応力伝達が可能であることを確認する必要がある。

また、梁間方向スパンが大きい場合に、デッキ合成スラブには大きな面内せん断力が生じる可能性もあり、剛床仮定が成立するためには RC 造桁梁とのせん断力伝達を確認する必要がある。デッキ合成スラブの設計・施工標準図に記述された梁との取り合いは大スパン架構を想定したものではないことに留意すべきである。

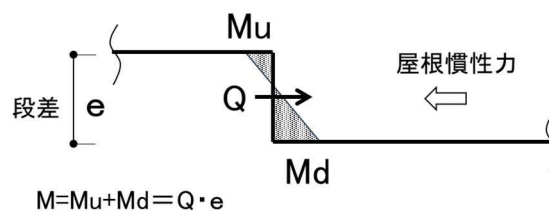


図 5.1.3 段差部応力

【関連する条文・基規準等】

◇施行令第 82 条 保有水平耐力計算(最終改正 平成 19 年 政令第 49 号)

第 82 条 前条第 2 項第一号イに規定する保有水平耐力計算とは、次の各号及び次条から第 82 条の 4 までに定めるところによりする構造計算をいう。

- 一 第 2 款に規定する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を国土交通大臣が定める方法により計算すること。
- 二 前号の構造耐力上主要な部分の断面に生ずる長期及び短期の各応力度を次の表に掲げる式によって計算すること。

(表は省略)

- 三 第一号の構造耐力上主要な部分ごとに、前号の規定によって計算した長期及び短期の各応力度が、それぞれ第 3 款の規定による長期に生ずる力又は短期に生ずる力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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(最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 号)

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。

◇(一社)日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説」(2016 年版)

7 章 地震荷重、風荷重(面内せん断力)に対する検討

7.1 面内せん断力に対する検討

5.2. 庇

・庇の地震時の上下動や風の吹き上げに対する検討や構造詳細図がない

【事例】

本事例は、地上2階建てのS造建築物である。本事例では、図5.2.1に示すように、X1通りの西側に跳ね出し長さ6.15mの庇が設けられている。この庇は、図5.2.2に示すように冷間成形角形鋼管のC1柱(□-350×350×16)から跳ね出したSB294小梁(H-294×200×8×12)に支えられた折板が敷かれており、SB294小梁は中央付近を吊り材T1(φ-216.3×6)で吊られている。しかしながら、構造計算書には庇の地震時の上下動や風の吹き上げに対する検討が見当たらなかった。また、表5.2.1に示す庇の断面リストには、吊り材(T1)の部材は示されているものの、吊り材の位置やその接合金物が示されておらず、詳細図も見当たらなかった。

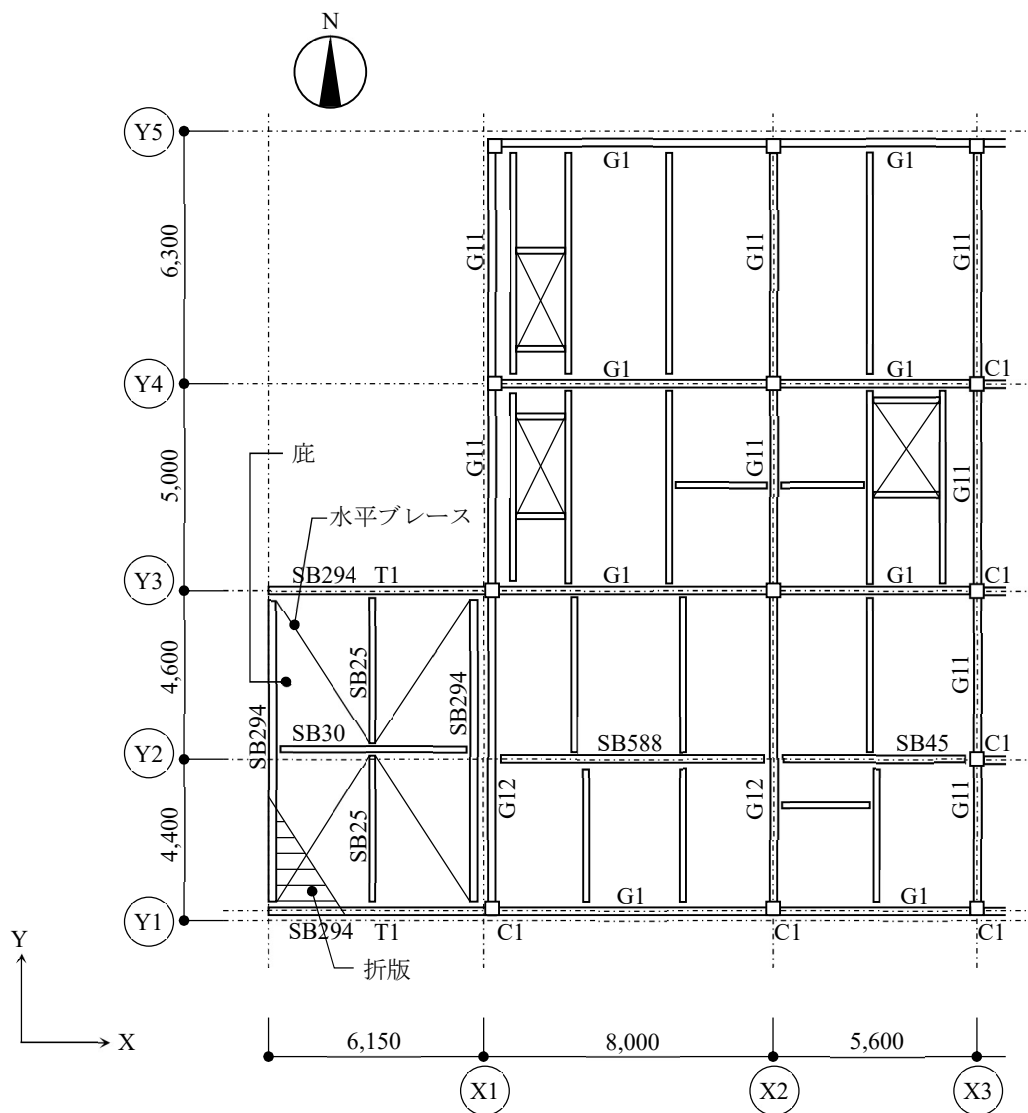


図 5.2.1 2階伏図

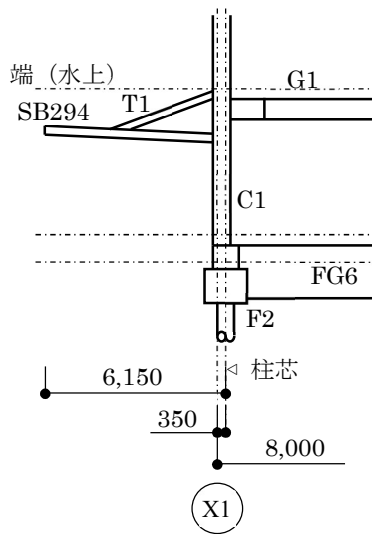


図 5.2.2 Y1 通軸組図

表 5.2.1 底部分の鉄骨小梁断面リスト

符号	部 材	G.PL	H.T.B
T1	$\phi - 216.3 \times 6$		
T2	H-250×125×6×9	PL-9	2-M20
SB294	H-294×200×8×12	PL-9	3-M22

【留意事項】

底は跳ね出し長さに関わらず、常時荷重や風荷重に対して許容応力度設計を行う必要がある。跳ね出し長さが 2.0m を超える場合には、地震時の上・下動に対する検討も必要である。本事例のように、跳ね出し長さが大きな底には風荷重時に吹上げや吹下げによる大きな応力が作用するので、詳細な構造検討を行った上で部材断面リストに加えて接合部のリストも示し、柱などへの接合詳細を明示する必要がある。

なお、建築基準法施行規則第 1 条の 3 において、鉄骨造では構造詳細図に、構造耐力上主要な部分の接合部、継手、仕口の構造方法の明示が求められている。

【関連する条文・基規準等】

◇施行令第 82 条 保有水平耐力計算(最終改正 平成 19 年 政令第 49 号)

前条第 2 項第一号イに規定する保有水平耐力計算とは、次の各号及び次条から第 82 条の 4 までに定めるところによりする構造計算をいう。

- 一 第 2 款に規定する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を国土交通大臣が定める方法により計算すること。
- 二 前号の構造耐力上主要な部分の断面に生ずる長期及び短期の各応力度を次の表に掲げる式によって計算すること。

(表は省略)

- 三 第一号の構造耐力上主要な部分ごとに、前号の規定によって計算した長期及び短期の各応力度が、それぞれ第 3 款の規定による長期に生ずる力又は短期に生ずる力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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(最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 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

- 三 前二号の規定によって構造耐力上主要な部分に生ずる力を計算するほか、次のイからニまでに掲げる場合に応じてそれぞれ当該イからニまでに定める方法によって計算を行わなければならない。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき、イからニまでに定める方法による計算と同等以上に建築物又は建築物の部分が構造耐力上安全であることを確かめることができる計算をそれぞれ行う場合にあつては、この限りでない。

(中略)

- ニ 片持ちのバルコニーその他これに類する建築物の外壁から突出する部分（建築物の外壁から突出する部分の長さが 2 メートル以下のものを除く。）を設ける場合 作用する荷重及び外力（地震力にあつては、当該部分の鉛直震度（令第 88 条第 1 項に規定する Z の数値に 1.0 以上の数値を乗じて得た数値とする。）に基づき計算した数値とする。）に対して、当該部分及び当該部分が接続される構造耐力上主要な部分に生ずる力を計算して令第 82 条第一号から第三号までに規定する構造計算を行い安全であることを確かめること。

5.3. 外階段

- ・外階段のほぼ半分が建物本体と切り離されているが、切り離された方向の地震時応力や変形に対する検討がない

【事例】

本事例は、地上 8 階建ての X 方向が 1 スパン、Y 方向が 3 スパンの RC 造建築物で、X 方向は連層耐震壁架構、Y 方向は純ラーメン架構となっている。図 5.3.1 に示すように本建物の南西部に RC 造の外階段が配されている。この外階段は段床の中央部に配された RC 壁 KW18 に支えられているが、段床の南側先端部は約 2,100 mm にわたって建物と縁を切ることで特記されていた。本事例では、外階段の壁 KW18 の Y 方向地震時変形に対する追随性の検討は行っているが、図 5.3.2 に示すように平面的には外階段のほぼ半分が建物本体と切り離されているにもかかわらず、切り離された方向である X 方向地震時の応力や変形に対する検討がなされていなかった。

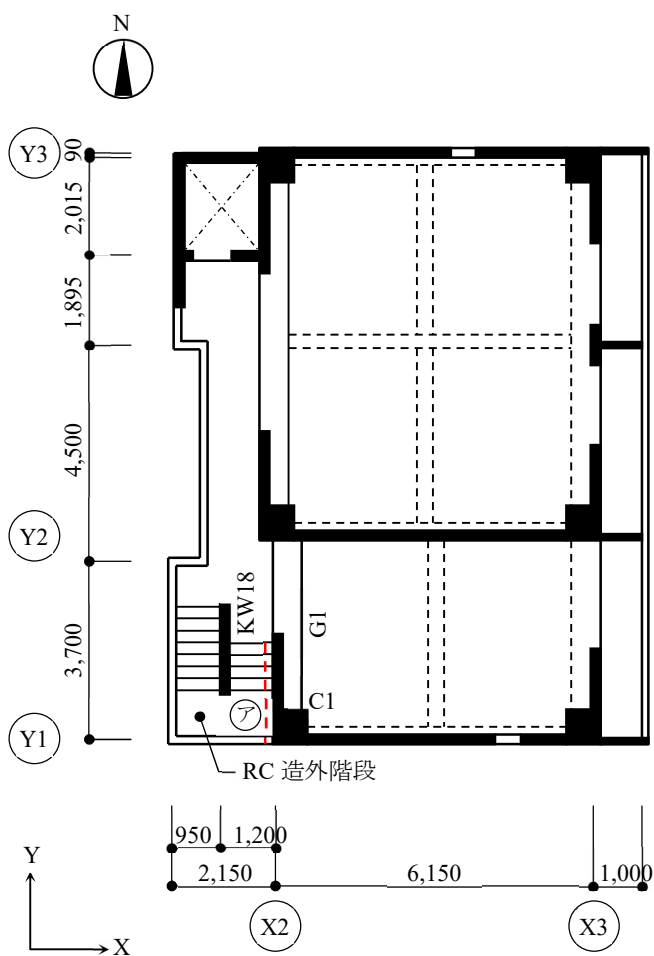


図 5.3.1 基準階伏図

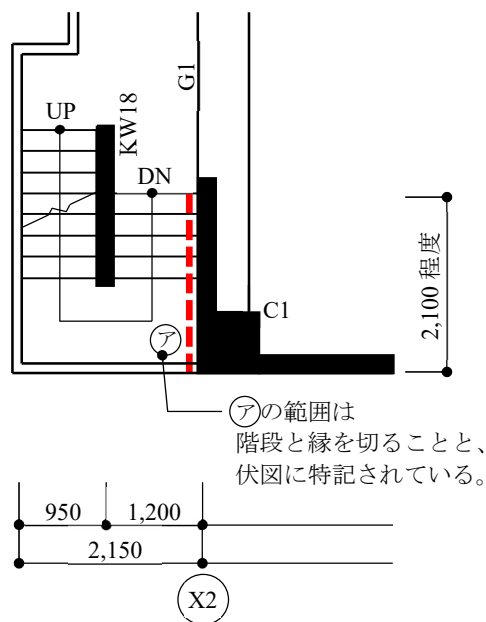


図 5.3.2 外階段の拡大図

【留意事項】

平成 19 年国土交通省告示第 594 号では、屋外階段その他これに類する建築物の外壁から突出する部分を設ける場合には、地震時の局部震度に対する検討を求めている。本事例の RC 造外階段は段床の幅が 1,200 mm と狭いが、約 2.1 m にわたって建物と切り離されているので地震動が増幅する可能性があり、水平方向の局部震度に対する検討を行う必要がある。

【関連する条文・基規準等】

◇告示 平成 19 年国土交通省告示第 594 号 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
(最終改正 令和元年 国土交通省告示第 203 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

三 前二号の規定によって構造耐力上主要な部分に生ずる力を計算するほか、次のイからニまでに掲げる場合に依りてそれぞれ当該イからニまでに定める方法によって計算を行わなければならない。

ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき、イからニまでに定める方法による計算と同等以上に建築物又は建築物の部分が構造耐力上安全であることを確かめることができる計算をそれぞれ行う場合にあっては、この限りでない。

ハ 地階を除く階数が 4 以上である建築物又は高さが 20 メートルを超える建築物であつて、昇降機塔その他これらに類する建築物の屋上から突出する部分（当該突出する部分の高さが 2 メートルを超えるものに限る。）又は屋外階段その他これに類する建築物の外壁から突出する部分を設ける場合、作用する荷重及び外力（地震力にあつては、当該部分が突出する方向と直交する方向の水平震度（令第 88 条第 1 項に規定する Z の数値に 1.0 以上の数値を乗じて得た数値又は特別な調査若しくは研究に基づき当該部分の高さに依りて地震動の増幅を考慮して定めた数値を乗じて得た数値とする。）に基づき計算した数値とする。）に対して、当該部分及び当該部分が接続される構造耐力上主要な部分に生ずる力を計算して令第 82 条第一号から第三号までに規定する構造計算を行い安全であることを確かめること。