

防整技第8051号
令和4年4月22日
一部改正 防整技第15088号
令和6年6月27日

大臣官房会計課長
地方協力局環境政策課長
防衛大学校総務部管理施設課長
防衛医科大学校事務局企画部管理施設課長
防衛研究所企画部総務課長
統合幕僚監部総務部総務課長
陸上幕僚監部防衛部施設課長
海上幕僚監部防衛部施設課長 殿
航空幕僚監部防衛部施設課長
情報本部計画部事業計画課長
各地方防衛局調達部長
帯広防衛支局長
熊本防衛支局長
名護防衛事務所長
防衛装備庁長官官房会計官

整備計画局施設技術管理官
(公 印 省 略)

通信鉄塔設計要領について（通知）

標記について、関連文書に基づき、別冊のとおり定めたので令和4年4月23日以降に入札公告又は公示を行う設計から、これにより実施されたく通知する。

なお、通信鉄塔設計要領について（防整技第4018号。令和2年3月23日）は、令和4年4月22日限りで廃止する。

関連文書：防整技第7161号（28．3．31）

添付書類：別冊

写送付先：整備計画局施設計画課長、整備計画局施設整備官、整備計画局提供施設計画官、地方協力局在日米軍協力課長、地方協力局総務課長

別冊

通信鉄塔設計要領

＜令和6年7月＞

整備計画局施設整備官

第1章 総則

1. 目的

本要領は、通信鉄塔（独立式鉄塔）の計画・設計等において標準的な事項を定め、業務の円滑な実施を図ることを目的とする。

2. 適用範囲

本要領は、自衛隊施設における鋼構造の通信鉄塔の計画・設計に適用する。

なお、本要領に基づき設計された鉄塔は、自衛隊施設の基本的性能基準について（防経設第3382号。25.3.15）における耐災害水準Ⅰ類相当の性能を有しているものとして取り扱うものとする。

3. 適用法令及び基準等

本要領に明記されていない事項については、次の関係法令及び基準等によるものとし、改訂された場合は最新版によるものとする。

- （1）通信鉄塔設計要領・同解説（建設電気技術協会、日本建築防災協会、平成25年9月）（以下「協会要領」という。）
- （2）建築基準法（昭和25年法律第201号）
- （3）航空法（昭和27年法律第231号）
- （4）電波法（昭和25年法律第131号）
- （5）労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）
- （6）日本産業規格（JIS）
- （7）鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会、2018年）
（以下「RC規準」という。）
- （8）鋼構造許容応力度設計規準（日本建築学会、2019年）
（以下「S規準」という。）
- （9）建築基礎構造設計指針（日本建築学会、2019年）
（以下「基礎指針」という。）
- （10）塔状鋼構造設計指針・同解説（日本建築学会、1980年）
- （11）建築物荷重指針・同解説（日本建築学会、2015年）
- （12）鋼構造接合部設計指針（日本建築学会、2012年）
（以下「接合部指針」という。）
- （13）鋼管トラス構造設計施工指針・同解説（日本建築学会、2002年）
- （14）建築構造設計基準 令和3年版（国土交通省）
- （15）建築構造設計基準の資料 令和3年版（国土交通省）
（以下「設計基準」という。）

- (16) 鋼構造座屈設計指針（日本建築学会、2018 年）
- (17) 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会、2014 年）
（以下「SRC規準」という。）
- (18) 官庁施設の基本的性能基準 平成 25 年版（国土交通省）
- (19) 官庁施設の総合耐震・対津波計画基準及び同解説 令和 3 年版（国土交通省）
- (20) 2020 年版建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省監修、2020 年）
（以下「技術解説書」という。）
- (21) 煙突構造設計指針（日本建築学会、2007 年）
- (22) 各種合成構造設計指針・同解説（日本建築学会、2010 年）
（以下「合成構造指針」という。）
- (23) 地震力に対する建築物の基礎の設計指針（日本建築センター、昭和 59 年）
- (24) 鋼構造柱脚設計施工ガイドブック（日本建築学会、2017 年）
- (25) その他関連法令、基準及び規格

第 2 章 配置計画

1. 鉄塔の配置及び高さ

鉄塔の配置及び高さは、要求機関の設計諸元（鉄塔の緯度・経度、アンテナ設置標高等）による。

なお、鉄塔高とは、鉄塔本体の基礎天端から鉄塔本体の最上部（航空障害灯や避雷針を含まない。）までの高さとする。

2. 法的制約

鉄塔の建設については、法律上種々の制約を受けるため、法令によって指定された地域に建設する場合は、事前に関係機関と協議を行うなど、必要な処置をとる。詳細は、「協会要領」1.2.2 回線計画に伴う予備調査（6）によるものとする。

第 3 章 構造計画

1. 一般事項

通信鉄塔の設計は、次の事項を十分検討し、安全かつ合理的な構造とする。

- (1) アンテナの所要及び取付方法
- (2) 風、地震等の荷重
- (3) 敷地の状況による制約

- (4) 施工性及び経済性
- (5) 将来計画

2. 鉄塔の形状

(1) 鉄塔各部の名称

鉄塔各部の名称は、別図による。

(2) 骨組形状

塔本体の骨組形状は、原則としてトラス構造とし、骨組の種類は単純で力学的に明解な架構とする。使用部材は、山形鋼又は鋼管とし、敷地条件、設計諸元等を考慮して決定し、詳細は、「協会要領」3.2.1 鉄塔形状 によるものとする。

(3) 塔頂部形状

塔頂部は、取り付けるアンテナの所要高、形状、数量及び取付方法と塔頂部に設置される設備機器の維持管理の方法を考慮するものとする。

(4) 根開き

根開きは、「協会要領」 3.1.1 基本方針 (4) によるものとする。

3. 部材計画

(1) 主柱材の座屈長

大規模な鉄塔は、主柱材の座屈長を短縮するための補助材が入れ易い骨組を採用する。

(2) 断面変形防止用水平材等

塔体断面の変形を防ぐために、節毎に水平材及び水平ブレースを設ける。

(3) 主柱材の曲り点の水平材

主柱材の曲り点には、主柱材の傾きの差により生じる水平力を負担させるための水平材及び水平ブレースを設ける。

(4) 荷重作用点

荷重作用点は、原則として節点となるよう骨組を構成する。

(5) 鉄塔の接合部

鉄塔本体の接合部ボルトは、溶融亜鉛めっき高力ボルト (F8T 相当) を用いる。

4. 付属構造物

(1) パラボラアンテナ

ア パラボラアンテナは、原則としてアンテナリングを設ける。

イ アンテナリングの高さ（縦方向の幅）は、取り付けの可能性のあるアンテナの最大のものに合わせる。

ウ OH等の大型のパラボラアンテナは、塔側面に支持枠を設ける。

(2) プラットホーム

高所作業を安全に行うため、必要に応じプラットホームを設け、床の材料はグレーチング又はエキスパンドメタルとする。また、閃光式航空障害灯を設ける場合は、保守点検用のプラットホームも必要に応じ考慮するものとする。

踏板の大きさや手摺の高さは、労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号）第563条（作業床）を参考にする。

(3) フィーダーラック

フィーダーラックは、塔体断面の中央部に設け、片面又は両面式で、給電線等の敷設に対して、十分に余裕があるように設計する。

(4) 昇降設備

アンテナ取付部の下部や比較的作業頻度が多い部分には、原則として階段を設置するものとし、10m以内ごとに踊り場を設ける。

なお、階段の設置スペースが確保できない場合は、はしごとする。

第4章 材料と許容応力度

1. 構造材料

原則として JIS 規格品とする。

(1) 鋼材

構造用材料は表 4－1・1 を標準とし、溶融亜鉛めっきを施す。

山形鋼の L120 以上を用いる場合は、原則として、鉄塔用鋼材（鉄塔向け（溶融亜鉛めっき用））（SS540）を用いる。

表 4－1・1 使用鋼材の規格

鋼材名	規格
形鋼類	SS400, SS540
鋼管	STK400, STK490, STK540
鋼板	SS400, SM400, SM490
高力ボルト	F8T相当(溶融亜鉛めっき高力ボルト)
アンカーボルト	SNR400, SNR490

(2) 鉄筋コンクリート用棒鋼

鉄筋コンクリート用棒鋼は、SD295、SD345 又は SD390 とする。

(3) 基礎用コンクリート

普通コンクリートの設計基準強度 F_c は、 24N/mm^2 以上とする。

2. 許容応力度

構造材料の許容応力度は、材料の種類に応じ建築基準法施行令及び国土交通省告示の規定により次のとおりとする。

(1) 鋼材

鋼材の許容応力度は、「協会要領」5.1.1 鋼材 による。

(2) 接合用ボルト

接合用ボルトは、「協会要領」5.1.2 部材の接合 による。

(3) 鉄筋

鉄筋の許容応力度は、表 4-2・1 のとおりとする。

表 4-2・1 鉄筋の許容応力度 (N/mm²)

応力の種類 鉄筋の種類		長 期		短 期	
		引張及び圧縮 ft, fc	せん断補強 fs	引張及び圧縮 ft, fc	せん断補強 fs
異形鉄筋	SD295	195	195	295	295
	SD345	215(*195)	195	345	345
	SD390	215(*195)	195	390	390

*: D29 以上の太さの鉄筋に対しては()内の数値とする。

(4) 溶接

溶接部の許容応力度は、「協会要領」5.1.2 部材の接合 による。

(5) コンクリート

コンクリートの許容応力度は、表 4-2・2 のとおりとする。

表 4-2・2 コンクリートの許容応力度 (N/mm²)

応力の種類 設計基準強度		長 期		短 期	
		圧縮 fc	せん断 fs	圧縮 fc	せん断 fs
24		8.0	0.73	16.0	1.09

Fc27 以上の値を用いる場合は次による。

- 1) 長期許容圧縮応力度 : $f_c = F_c/3$
- 2) 長期許容せん断応力度 : $f_s = F_c/30$ かつ $0.49+F_c/100$ 以下
- 3) 短期許容圧縮応力度 : 長期に対する値の 2 倍
- 4) 短期許容せん断応力度 : 長期に対する値の 1.5 倍

(6) 鉄筋のコンクリートに対する付着

鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度は、表 4-2・3 のとおりとする。

表 4-2・3 鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度 (N/mm²)

鉄筋 部位	コンクリートの 設計基準強度	長 期		短 期	
		上端筋	その他鉄筋	上端筋	その他鉄筋
異形鉄筋	24	1.54	2.31	2.31	3.46

- 1) 上端筋とは曲げ材にあってその鉄筋の下に 300mm 以上のコンクリートが打ち込まれる場合の水平鉄筋をいう。
- 2) 鉄筋までのコンクリートのかぶり厚さが鉄筋径の 1.5 倍未満の場合の許容付着応力度は、表の値に「かぶり厚さ/(鉄筋径の 1.5 倍)」を乗じた値とする。
- 3) F_c27 以上の値を用いる場合の許容付着応力度は次による。
 - (ア) 異形鉄筋（上端筋）の長期許容付着応力度： $F_c/15$ かつ $(0.9+2F_c/75)$ 以下
 - (イ) 異形鉄筋（その他鉄筋）の長期許容付着応力度： $F_c/10$ かつ $(1.35+F_c/25)$ 以下
 - (ウ) 異形鉄筋（上端筋、その他鉄筋）の短期許容付着応力度：長期に対する値の 1.5 倍

(7) 鉄骨のコンクリートに対する許容付着応力度

鉄骨のコンクリートに対する許容付着応力度は、表 4-2・4 のとおりとする。

表 4-2・4 鉄骨のコンクリートに対する許容付着応力度 (N/mm²)

部位	コンクリートの 設計基準強度	長 期	短 期
形鋼・鋼板・鋼管の外側	24	0.45	0.67

【出典：「SRC 規準」】

- 1) 形鋼・鋼板においては、コンクリートの充填しにくい部分を除いた付着面積を対象とする。
- 2) スタッドを設けた形鋼、鋼管の付着応力度は原則として考慮しないものとする。
- 3) F_c27 以上の値を用いる場合の許容付着応力度は次による。
 - (ア) 長期許容付着応力度： $2F_c/100$ かつ 0.45 以下
 - (イ) 短期許容付着応力度：長期に対する値の 1.5 倍

3. 材料定数

鋼材の材料定数は、「協会要領」4.1.1 構造材料 による。コンクリートの材料定数は表4-3・1による。

表4-3・1 コンクリートの材料定数

項目 \ 材料	コンクリート (Fc24)
ヤング係数 E (N/mm ²)	2.27×10^4
せん断弾性係数 G (N/mm ²)	9.4×10^3
ポアソン比 ν	0.2
線膨張係数 (1/°C)	1.0×10^{-5}

【出典：「RC規準」】

Fc27 以上の値を用いる場合は次による。

- 1) コンクリートのヤング係数E及びせん断弾性係数Gは、コンクリートの設計基準強度 $F_c=24\text{N/mm}^2$ の値とし、異なる設計基準強度を用いる場合は、次式(ア)及び(イ)を参照し計算する。

なお、ポアソン比 ν 及び線膨張係数は表4-3・1による。

(ア) ヤング係数： $E=3.35 \times 10^4 \times (\gamma/24)^2 \times (F_c/60)^{1/3}$

γ ：気乾単位体積重量(kN/m³)で、表4-3・2の数値から1.0を減じたものとする。

(イ) せん断弾性係数： $G=E/\{2(1+\nu)\}$

表4-3・2 鉄筋コンクリートの単位体積重量

コンクリートの種類	設計基準強度の範囲 (N/mm ²)	鉄筋コンクリートの 単位体積重量 (kN/m ³)
普通コンクリート	$F_c \leq 36$	24
	$36 < F_c \leq 48$	24.5
	$48 < F_c \leq 60$	25

【出典：「RC規準」】

第5章 荷重

1. 荷重の種類

設計用荷重は、塔体の重量、アンテナ等の重量、風、地震等の荷重を適切に評価して算定する。

荷重の種類は次のとおりとする。

- (1) 固定荷重
- (2) 積載荷重
- (3) 雪荷重
- (4) 風荷重
- (5) 地震荷重
- (6) その他の荷重

2. 荷重の算定

(1) 固定荷重

固定荷重は、「協会要領」6.2.1 固定荷重及び積載荷重 (1) による。

固定荷重を算定する際に、接合部プレートやボルト重量を考慮し、部材重量に対し60%の割増を見込むものとする。

(2) 積載荷重

積載荷重は、「協会要領」6.2.1 固定荷重及び積載荷重 (2) による。

踊場に積載される荷重として、「設計基準」の「屋上（常時人が使用する場合）」相当の値を見込む（表5-2・1参照）。ただし、雪荷重及び風荷重とは組合せないものとする。また、踊場を支持しない水平材については、集中荷重として1500Nを考慮し、たわみ量は1/300以内とする。

表5-2・1 積載荷重 (N/m²)

	床版又は小梁 計算用	大梁、柱又は 基礎計算用	地震力 計算用
屋上 (常時人が使用する場合)	1800	1300	600

(3) 雪荷重

雪荷重は、「協会要領」6.5.1 雪荷重 による。

単位積雪荷重は、30N/cm/m²とする。

(4) 風荷重

風荷重は、「協会要領」6.3.1 風荷重 による。

なお、部材設計においては個材の渦励振に配慮するものとし、詳細は第7章による。

また、原則として、手摺や支柱について単材として取り扱う場合の鋼管及び形鋼の風力係数は、表5-2・2に示す数値とする。

表5-2・2 単材の風力係数

種 類	風力係数
形 鋼 (山形鋼)	2.0
鋼 管	1.2

(5) 地震荷重

地震荷重は、「協会要領」6.4.1 地震荷重 によるものとし、建物屋上型鉄塔におけるPH階の取り扱いに留意するものとする。

なお、今後発生が予想されている南海トラフ沿いの巨大地震による影響を考慮して、静岡地域及び中京地域は、地震地域係数 $Z=1.2$ とする。

該当地域は国土交通省のホームページによる。

(国土交通省ホームページ)

「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策が必要な対象地域の町丁目リスト」

【URL】 http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_fr_000080.html

(6) その他の荷重

その他の荷重には、架渉線荷重等が考えられるので適切に評価する。

3. 荷重の組合せ

構造設計における設計応力は、各荷重による応力を組み合わせて求める。ただし、地震荷重と風荷重は組合せないものとする。

荷重の組合せは、表 5－3・1 による。

表 5－3・1 荷重の組合せ

設計応力の種類	荷重及び外力について 想定する状態	荷重の組合せ		備考
		一般の場合	特定行政庁が 指定する多雪区域	
長期の応力	常 時	$G + P$	$G + P$	「その他の荷重」は実状に応じて組み合わせる。
	積雪時		$G + P + 0.7S$	
短期の応力	積雪時	$G + P + S$	$G + P + S$	
	暴風時	$G + P + W$	$G + P + W$	
			$G + P + 0.35S + W$	
	地震時	$G + P + K$	$G + P + 0.35S + K$	

G:固定荷重, P:積載荷重, S:雪荷重, W:風荷重, K:地震荷重

第6章 応力及び変形の算定

1. 一般事項

(1) 応力及び変形の算定

ア 塔体骨組の応力及び変形は、原則として弾性立体解析により算定する。

イ 鉛直荷重時及び水平荷重時（風荷重、地震荷重）について算定する。水平荷重は、塔体の構面に対して直角方向及び45度方向から作用する場合について算定する。

ウ 解析モデルの作成に当たっては、原則として、節点を剛接合とし、全ての部材で曲げ及び軸力を考慮する。

なお、トラス構造における水平材、斜材及び水平ブレースについては、軸力のみ考慮し、節点をピンとしてもよいこととする。ただし、柱材は節点を剛接合とし、曲げ及び軸力を考慮し、柱脚部は原則として剛接合とする。

エ 応力解析については、「協会要領」7.2.2 骨組構造の鉄塔による。

(2) 大規模鉄塔の計算

鉄塔高が45m以上の鉄塔については、時刻歴応答解析を実施し、国土交通大臣認定を取得する。

(3) ねじり力

トラス鉄塔にかかるねじり力の考慮方法については、「協会要領」6.6.1 ねじり力 による。

(4) たわみ及びねじれの許容値

たわみ及びねじれの許容値については、「協会要領」2.2.2 たわみ及びねじれの許容値 による。

第7章 部材の設計

1. 一般事項

(1) 設計応力

部材の短期の設計応力は、各部材について長期の応力と水平荷重時の応力の和の最大値（引張力、圧縮力、曲げモーメント）とする。

(2) 設計応力度

応力材及び主要な補助材の設計応力度は、部材が直接風荷重を受けることによる応力及び節点の拘束曲げ応力等の二次応力を考慮し検討を行う。

(3) 上部節部材との関係

主柱材及び斜材は、応力計算の結果にかかわらず、原則として塔体下部の断面の大きさが塔体上部の断面の大きさを下回らないようにする。

(4) 形鋼の組合せ

山形鋼部材で斜材が大型になる場合は、はさみ材を用いた組立材（二丁合せ）とする。

(5) 個材の渦励振への配慮

「建築物荷重指針・同解説」、「煙突構造設計指針」（日本建築学会）に基づく渦励振の設計において、個材の断面を仮定する際は、あらかじめ渦励振の検討を行い、渦励振の発生しない部材を最小寸法とする。

2. 断面の設計

(1) 断面設計

鉄塔部材断面は、「協会要領」及び「S規準」により、圧縮材又は引張材として設計する。部材及び接合部の断面算定においては、概ね安全率 1.25 以上（検定値 0.8）を確保するものとする。

(2) 圧縮材の設計

圧縮材は、「協会要領」7.1.1 圧縮応力 による。

(3) 引張材の設計

引張材は、「協会要領」7.1.2 引張応力 による。

(4) 曲げ材の設計

曲げ材は、「協会要領」7.1.3 曲げ応力 による。

(5) 組合せ応力材の設計

組合せ応力材は、「協会要領」7.1.4 組み合わせ応力 による。

(6) 補助材

圧縮材における補助材を設計する際の設計荷重は、当該圧縮応力の 2%が横荷重として発生するものと仮定し行う。

3. 部材の接合

(1) 応力の伝達

トラス部材の接合部は、存在応力を十分に伝え、かつ、部材の許容力の 1/2 以上とする。また、断面算定においては、概ね安全率 1.25 以上（検定値 0.8）を確保するものとする。

(2) 接合方法

接合部は、原則として工場内で行う接合は溶接、工事現場で行う接合は高力ボルト接合とする。

ボルト接合及び溶接については、「協会要領」7.1.5-2 ボルト接合及び 7.1.5-3 溶接 による。

4. 渦励振への配慮

鉄塔部材（補助材を含む。）の最小寸法は、渦励振の発生しない部材寸法とし、式 7-4・1 又は式 7-4・2 を満足する部材とする。ただし、鉄塔高が 45m 未満の鉄塔で等辺山形鋼や円形鋼管を用いる場合は、簡易法としてケース①及び②を用いるものとする。

なお、部材を組み合わせて用いる場合は、簡易法は用いない。

$$\frac{L}{D} < 15 \quad \text{-----} 7-4 \cdot 1$$

$$\frac{U_z}{f_L \cdot D} < \xi \quad \text{-----} 7-4 \cdot 2$$

$$U_z = \sqrt{\beta} \cdot V_0 \cdot E_r(Z) \quad \text{-----} 7-4 \cdot 3$$

$$E_r(Z) = \begin{cases} 1.7 \left(\frac{Z}{Z_G} \right)^\alpha & Z_b < Z \leq Z_G \\ 1.7 \left(\frac{Z_b}{Z_G} \right)^\alpha & Z \leq Z_b \end{cases} \quad \text{-----} 7-4 \cdot 4$$

$$f_L = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \quad \text{-----} 7-4 \cdot 5$$

U_z : 部材の平均高さ Z (m) における設計風速

f_L : 部材の一次固有振動数

D : 部材の外径又は見付幅(m) (図 7-4・1)

ξ : 表 7-4・1 による。

β : 設計用補正係数 $\beta=1.42$

V_0 : 基準風速(m/s) (平 1 2 年建設省告示第 1 4 5 4 号)

E_r : 風速の鉛直分布を表す係数

Z : 部材の地表面からの平均高さ(m)

(平均高さは、部材のピン支持間の距離 L の支持高さの平均値とする)

Z_b, Z_G, α : 風速の鉛直分布を定めるパラメータ (表 7-4・2)
(平 1 2 年建設省告示第 1 4 5 4 号)

L : ピン支持間の距離(m) (図 7-4・2)

E : ヤング係数(kN/m²)

I : 断面二次モーメント (最小) (m⁴)

ρ : 密度 (t/m³)
 A : 部材断面積 (m²)

表 7-4・1 ξ 値一覧

部材		ξ
円形鋼管		3.5
角形鋼管		5.5
H形鋼		4.8
等辺山形鋼	単体, 十字形配置	4.8
	T形配置	4.3

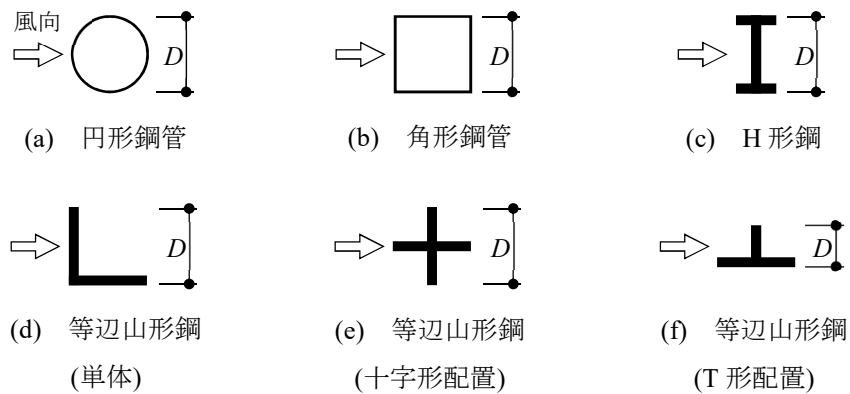
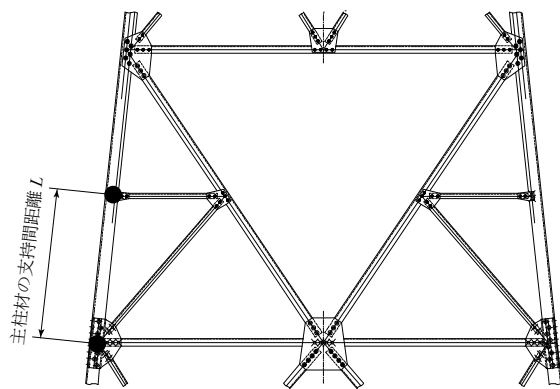


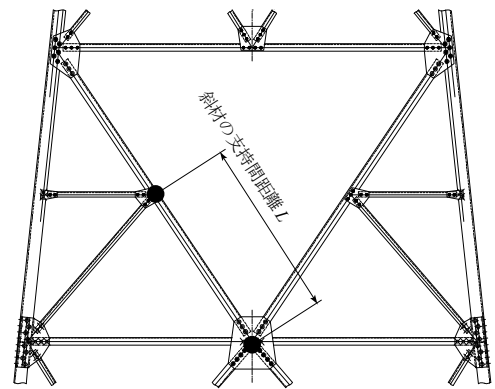
図 7-4・1 部材の外径又は見付幅 D

表 7-4・2 風速の鉛直分布を定めるパラメータ

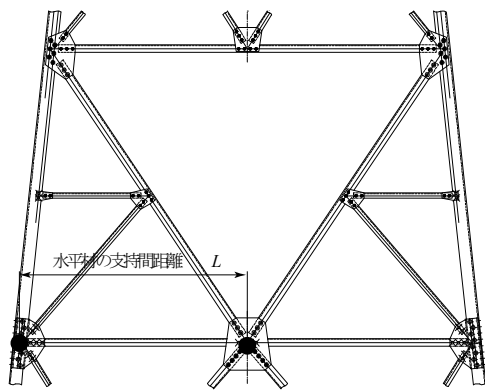
	地表面粗度区分			
	I	II	III	IV
Z_b (m)	5	5	5	10
Z_G (m)	250	350	450	550
α	0.10	0.15	0.20	0.27



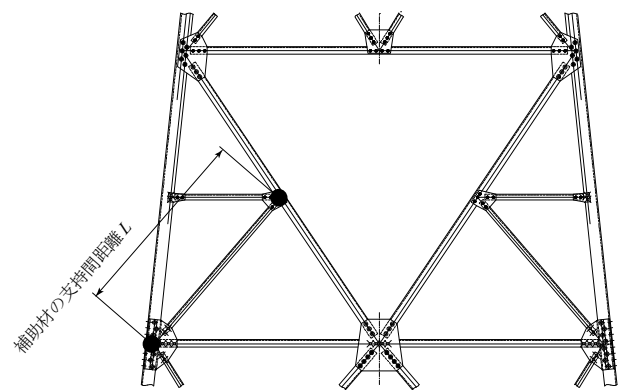
(主柱材)



(斜材)



(水平材)



(補助材)

図 7 - 4 ・ 2 ピン支持間距離 L

ケース①：表 7－4・3 (a) の等辺山形鋼及び表 7－4・3 (b) の円形鋼管を用いる場合

ケース②：等辺山形鋼、円形鋼管で、表 7－4・3 (a) 及び表 7－4・3 (b) に示されていない部材を用いる場合

ケース①

- (1) 部材のピン支持間距離 L と、表 7－4・3 (a) 又は表 7－4・3 (b) の②欄の数値を比較し、②欄の数値が L を上回る部材を求める。
- (2) 部材位置（高さ） Z (m)、地表面粗度区分から、図 7－4・3 (a) 又は図 7－4・3 (b) より K/L^2 の値を求める。
- (3) K/L^2 の値にピン支持間距離 L の 2 乗を乗じ、判定用係数 K 値を求める。
- (4) 表 7－4・3 (a) 又は表 7－4・3 (b) の①欄の建設地の基準風速 V_0 に応じた判定用係数 K 値が、(3) で算定した K 値以上となる部材を求める。
- (5) (1) と (4) で求めた部材の小さい側を、渦励振の発生しない最小の部材として採用する。

表 7-4・3(a) 判定用係数K値 (等辺山形鋼)

寸法			断面積	断面二次モーメント			①K										②
A	B	t	A	I _x , I _y	I _u	I _v	V _o										15D
mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	30	32	34	36	38	40	42	44	46		m
65 × 65 × 6			7.527	29.4	46.6	12.2	0.186	0.174	0.164	0.155	0.147	0.139	0.133	0.127	0.121	0.975	
65 × 65 × 8			9.761	36.8	58.3	15.3	0.183	0.171	0.161	0.152	0.144	0.137	0.131	0.125	0.119	0.975	
70 × 70 × 6			8.127	37.1	58.9	15.3	0.216	0.202	0.190	0.180	0.170	0.162	0.154	0.147	0.141	1.050	
75 × 75 × 6			8.727	46.1	73.2	19.0	0.248	0.233	0.219	0.207	0.196	0.186	0.177	0.169	0.162	1.125	
75 × 75 × 9			12.690	64.4	102.0	26.7	0.244	0.229	0.216	0.204	0.193	0.183	0.174	0.167	0.159	1.125	
75 × 75 × 12			16.560	81.9	129.0	34.5	0.243	0.228	0.214	0.203	0.192	0.182	0.174	0.166	0.159	1.125	
80 × 80 × 6			9.327	56.4	89.6	23.2	0.283	0.266	0.250	0.236	0.224	0.212	0.202	0.193	0.185	1.200	
90 × 90 × 6			10.550	80.7	128.0	33.4	0.360	0.337	0.317	0.300	0.284	0.270	0.257	0.245	0.235	1.350	
90 × 90 × 7			12.220	93.0	148.0	38.3	0.358	0.335	0.316	0.298	0.282	0.268	0.256	0.244	0.233	1.350	
90 × 90 × 10			17.000	125.0	199.0	51.7	0.352	0.330	0.311	0.294	0.278	0.264	0.252	0.240	0.230	1.350	
90 × 90 × 13			21.710	156.0	248.0	65.3	0.350	0.329	0.309	0.292	0.277	0.263	0.250	0.239	0.229	1.350	
100 × 100 × 7			13.620	129.0	205.0	53.2	0.444	0.416	0.392	0.370	0.350	0.333	0.317	0.303	0.289	1.500	
100 × 100 × 10			19.000	175.0	278.0	72.0	0.437	0.410	0.386	0.364	0.345	0.328	0.312	0.298	0.285	1.500	
100 × 100 × 13			24.310	220.0	348.0	91.1	0.435	0.408	0.384	0.362	0.343	0.326	0.310	0.296	0.283	1.500	
120 × 120 × 8			18.760	258.0	410.0	106.0	0.640	0.600	0.565	0.534	0.506	0.480	0.457	0.437	0.418	1.800	
130 × 130 × 9			22.740	366.0	583.0	150.0	0.750	0.703	0.662	0.625	0.592	0.562	0.536	0.511	0.489	1.950	
130 × 130 × 12			29.760	467.0	743.0	192.0	0.741	0.695	0.654	0.618	0.585	0.556	0.530	0.506	0.484	1.950	
130 × 130 × 15			36.750	568.0	902.0	234.0	0.737	0.691	0.650	0.614	0.582	0.552	0.526	0.502	0.480	1.950	
150 × 150 × 10			29.210	627.0	997.0	258.0	1.001	0.938	0.883	0.834	0.790	0.751	0.715	0.682	0.653	2.250	
150 × 150 × 12			34.770	740.0	1180.0	304.0	0.996	0.934	0.879	0.830	0.786	0.747	0.711	0.679	0.650	2.250	
150 × 150 × 15			42.740	888.0	1410.0	365.0	0.984	0.923	0.868	0.820	0.777	0.738	0.703	0.671	0.642	2.250	
150 × 150 × 19			53.380	1060.0	1730.0	451.0	0.979	0.918	0.864	0.816	0.773	0.734	0.699	0.668	0.638	2.250	
175 × 175 × 12			40.520	1170.0	1860.0	480.0	1.352	1.268	1.193	1.127	1.068	1.014	0.966	0.922	0.882	2.625	
175 × 175 × 15			50.210	1440.0	2290.0	589.0	1.346	1.262	1.188	1.122	1.063	1.009	0.961	0.918	0.878	2.625	
200 × 200 × 15			57.750	2180.0	3470.0	891.0	1.764	1.654	1.556	1.470	1.393	1.323	1.260	1.203	1.150	3.000	
200 × 200 × 20			76.000	2820.0	4490.0	1160.0	1.754	1.645	1.548	1.462	1.385	1.316	1.253	1.196	1.144	3.000	
200 × 200 × 25			93.750	3420.0	5420.0	1410.0	1.742	1.633	1.537	1.451	1.375	1.306	1.244	1.187	1.136	3.000	
250 × 250 × 25			119.400	6950.0	11000.0	2860.0	2.747	2.576	2.424	2.289	2.169	2.061	1.962	1.873	1.792	3.750	
250 × 250 × 35			162.600	9110.0	14400.0	3790.0	2.710	2.541	2.391	2.258	2.140	2.033	1.936	1.848	1.767	3.750	

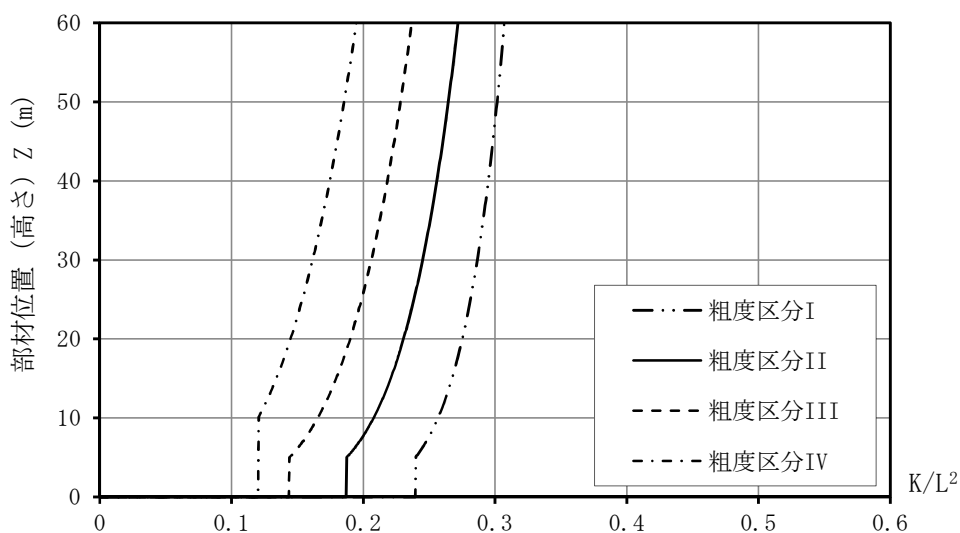
図 7-4・3(a) K/L^2 と部材高さの関係 (等辺山形鋼)

表 7-4・3 (b) 判定用係数K値 (円形鋼管)

寸法		断面積	断面二次 モーメント	① : K											②
D	× t	A	I	V _n											15D
mm	mm	cm ²	cm ⁴	30	32	34	36	38	40	42	44	46			m
101.6	× 3.2	9.892	120.0	0.795	0.745	0.701	0.662	0.627	0.596	0.568	0.542	0.518			1.524
101.6	× 4.0	12.260	146.0	0.787	0.738	0.695	0.656	0.622	0.590	0.562	0.537	0.513			1.524
101.6	× 5.0	15.170	177.0	0.779	0.731	0.688	0.649	0.615	0.584	0.557	0.531	0.508			1.524
114.3	× 3.2	11.170	172.0	1.007	0.944	0.889	0.839	0.795	0.755	0.719	0.687	0.657			1.715
114.3	× 3.5	12.180	187.0	1.006	0.943	0.887	0.838	0.794	0.754	0.718	0.686	0.656			1.715
114.3	× 4.5	15.520	234.0	0.997	0.934	0.879	0.830	0.787	0.747	0.712	0.679	0.650			1.715
139.8	× 3.6	15.400	357.0	1.511	1.417	1.334	1.259	1.193	1.134	1.080	1.030	0.986			2.097
139.8	× 4.0	17.070	394.0	1.508	1.414	1.331	1.257	1.191	1.131	1.077	1.028	0.984			2.097
139.8	× 4.5	19.130	438.0	1.502	1.408	1.325	1.252	1.186	1.127	1.073	1.024	0.980			2.097
139.8	× 6.0	25.220	566.0	1.487	1.394	1.312	1.239	1.174	1.115	1.062	1.014	0.970			2.097
165.2	× 4.5	22.720	734.0	2.108	1.977	1.860	1.757	1.665	1.581	1.506	1.438	1.375			2.478
165.2	× 5.0	25.160	808.0	2.102	1.971	1.855	1.752	1.660	1.577	1.502	1.433	1.371			2.478
165.2	× 6.0	30.010	952.0	2.089	1.959	1.843	1.741	1.649	1.567	1.492	1.424	1.363			2.478
165.2	× 7.1	35.260	1100.0	2.072	1.942	1.828	1.727	1.636	1.554	1.480	1.413	1.351			2.478
190.7	× 4.5	26.320	1140.0	2.818	2.642	2.487	2.348	2.225	2.114	2.013	1.921	1.838			2.861
190.7	× 5.3	30.870	1330.0	2.811	2.635	2.480	2.342	2.219	2.108	2.008	1.916	1.833			2.861
190.7	× 6.0	34.820	1490.0	2.801	2.626	2.472	2.334	2.211	2.101	2.001	1.910	1.827			2.861
190.7	× 7.0	40.400	1710.0	2.786	2.612	2.458	2.322	2.199	2.089	1.990	1.899	1.817			2.861
190.7	× 8.2	47.010	1960.0	2.765	2.592	2.440	2.304	2.183	2.074	1.975	1.885	1.803			2.861
216.3	× 4.5	29.940	1680.0	3.638	3.411	3.210	3.032	2.872	2.729	2.599	2.481	2.373			3.245
216.3	× 5.8	38.360	2130.0	3.619	3.393	3.193	3.016	2.857	2.714	2.585	2.468	2.360			3.245
216.3	× 6.0	39.640	2190.0	3.610	3.384	3.185	3.008	2.850	2.708	2.579	2.461	2.354			3.245
216.3	× 7.0	46.030	2520.0	3.594	3.369	3.171	2.995	2.837	2.695	2.567	2.450	2.344			3.245
216.3	× 8.0	52.350	2840.0	3.577	3.354	3.156	2.981	2.824	2.683	2.555	2.439	2.333			3.245
216.3	× 8.2	53.610	2910.0	3.578	3.355	3.157	2.982	2.825	2.684	2.556	2.440	2.334			3.245
267.4	× 6.0	49.270	4210.0	5.550	5.203	4.897	4.625	4.382	4.163	3.964	3.784	3.620			4.011
267.4	× 6.6	54.080	4600.0	5.538	5.191	4.886	4.615	4.372	4.153	3.955	3.776	3.611			4.011
267.4	× 7.0	57.260	4860.0	5.532	5.186	4.881	4.610	4.367	4.149	3.951	3.772	3.608			4.011
267.4	× 8.0	65.190	5490.0	5.510	5.166	4.862	4.592	4.350	4.133	3.936	3.757	3.593			4.011
267.4	× 9.0	73.060	6110.0	5.491	5.148	4.845	4.576	4.335	4.118	3.922	3.744	3.581			4.011
267.4	× 9.3	75.410	6290.0	5.484	5.141	4.839	4.570	4.329	4.113	3.917	3.739	3.576			4.011

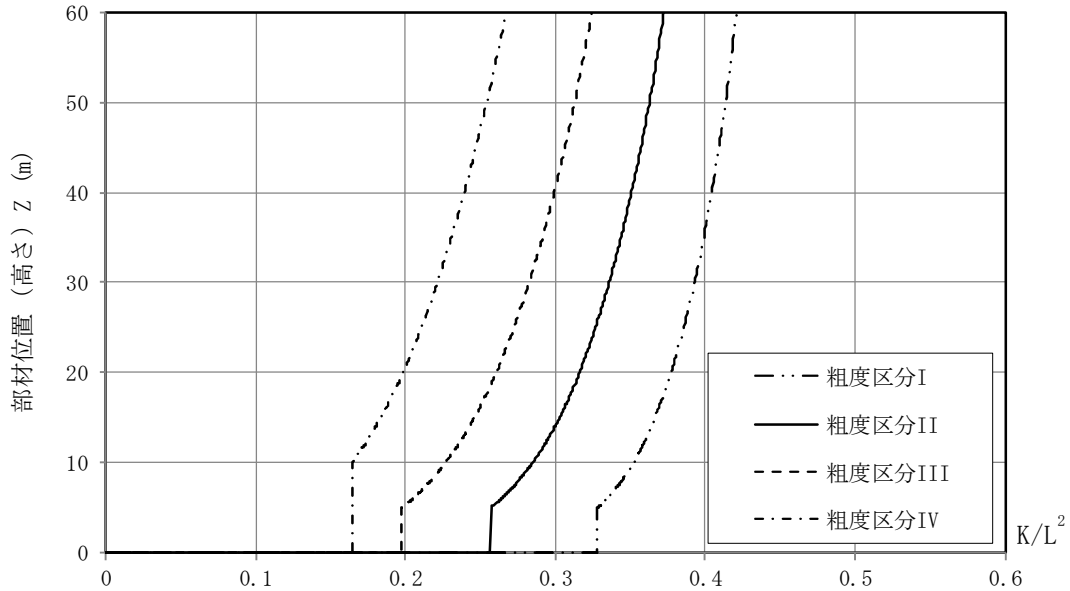


図 7-4・3 (b) K/L^2 と部材高さの関係 (円形鋼管)

ケース②

- (1) 式 7-4・1 を満足する部材寸法を求める。
- (2) 部材位置 (高さ) Z (m)、地表面粗度区分から、図 7-4・3 (a) 又は図 7-4・3 (b) より K/L^2 の値を求める。
- (3) 式 7-4・6 を用いて求めた値 (K/L^2) が、(2) で求めた K/L^2 の値以上となる部材を求める。
- (4) (1) と (3) で求めた部材寸法の小さい側を、渦励振の発生しない最小の部材として採用する。

$$\frac{L}{D} < 15 \quad \text{-----} \quad 7-4 \cdot 1$$

$$K/L^2 = \frac{f_L \cdot D}{\sqrt{\beta} \cdot V_0} \quad \text{-----} \quad 7-4 \cdot 6$$

部材の一次固有振動数 f_L は式 7-4・5 により求まる。

$$f_L = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \quad \text{-----} \quad 7-4 \cdot 5$$

L : ピン支持間の距離 (m) (図 7-4・2)

D : 部材の外径又は見付幅 (m) (図 7-4・1)

f_L : 部材の一次固有振動数

β : 設計用補正值 $\beta=1.42$

V_0 : 基準風速 (m/s) (平 12 年建設省告示第 1454 号)

E : ヤング係数 (kN/m²)

I : 断面二次モーメント (最小) (m⁴)

ρ : 密度 (t/m³)

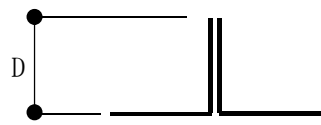
A : 部材断面積 (m²)

渦励振の配慮検討例 その1

例) 支持点間距離 $L=2.5\text{m}$ 、地表面からの高さ $Z=20\text{m}$ にある等辺山形鋼 (T 形配置) を対象に、渦励振の発生しない最小部材サイズを求める。ここで、建設地の設計基準風速 V_0 は 46m/s 、地表面粗度区分Ⅱとする。

(1) 式 7 - 4 ・ 1 を満足する部材寸法を求める。

- ・ 式 7 - 4 ・ 1 に支点間距離 L を代入し、式 7 - 4 ・ 1 を満足する場合の部材の外形又は見付幅を算定する。



見付幅 D

$$\frac{L}{D} < 15 \quad \text{----- 7 - 4 ・ 1}$$

$$\frac{2500}{D} < 15$$

$$D > 166.6$$

以上より、山形鋼の規格で考えると 2L-175×175×12 以上となる。

(2) 式 7 - 4 ・ 4 を満足する部材を求める。

- ・ 式 7 - 4 ・ 4 より $E_r(Z)$ を求める。ここで、地表面粗度区分Ⅱの場合の Z_b, Z_G, α は表 7 - 4 ・ 2 による。

$Z_b < Z \leq Z_G$ より

$$E_r(Z) = 1.7 \left(\frac{Z}{Z_G} \right)^\alpha = 1.7 \left(\frac{20}{350} \right)^{0.15} = 1.106 \quad \text{----- 7 - 4 ・ 4}$$

表 7 - 4 ・ 2 風速の鉛直分布を定めるパラメータ

	地表面粗度区分			
	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
Z_b (m)	5	5	5	10
Z_G (m)	250	350	450	550
α	0.10	0.15	0.20	0.27

式 7 - 4 - 3 より、 U_z を求める。ここで、基準風速 $V_0=46\text{m/s}$ 、設計用補正係数 $\beta=1.42$ を用いる。

$$U_z = \sqrt{\beta} \cdot V_0 \cdot E_r(Z) = \sqrt{1.42} \times 46 \times 1.106 = 60.63 \quad \text{----- 7 - 4 ・ 3}$$

式 7 - 4 - 2 と ξ を比較し、渦励振発生の有無を確認する。

等辺山形鋼 (T 形配置) の場合の ξ は表 7 - 4 ・ 1 より $\xi=4.3$ となる。

表 7 - 4 ・ 1 ξ 値一覧

断面		ξ
円形鋼管		3.5
角形鋼管		5.5
H 形鋼		4.8
等辺山形鋼	単体, 十字形配置	4.8
	T 形配置	4.3

検討部材として、2L-200×200×15 と仮定する。

(等辺山形鋼(T 形配置) 2L-200×200×15 諸元)

$$D= 0.20\text{m}$$

$$E= 2.05 \times 10^8 \text{kN/m}^2$$

$$A= 1.156 \times 10^{-2} \text{m}^2$$

$$\rho = 7.85 \text{t/m}^3$$

$$I= 4.36 \times 10^{-5} \text{m}^4$$

式 7 - 4 ・ 5 より部材の一次固有振動数を求める。

$$f_L = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} = \frac{\pi}{2 \times 2.5^2} \sqrt{\frac{2.05 \times 10^8 \times 4.36 \times 10^{-5}}{7.85 \times 1.156 \times 10^{-2}}} = 78.84 \quad \text{----- 7 - 4 ・ 5}$$

式 7 - 4 ・ 2 に U_z 、 f_L 、 D 、 ξ を代入すると、算定値が ξ の値を下回り、渦励振が発生しないことが確認できる (式 7 - 4 ・ 2 を満足しない場合や、 $U_z/(f_L \cdot D)$ が ξ に対し余裕がある場合は部材サイズを変えて再計算)。

$$\frac{U_z}{f_L \cdot D} < \xi \quad \text{----- 7 - 4 ・ 2}$$

$$\frac{60.63}{78.84 \times 0.20} = 3.85 < 4.3$$

(3) (1) と (2) で求めた部材寸法の小さい側を、渦励振の発生しない最小の部材として採用する。

- ・ (1) で得られた 2L-175×175×12 と (2) で得られた 2L-200×200×15 を比較して、部材寸法が小さい側の 2L-175×175×12 を採用する。

渦励振の配慮検討例 その2 (簡易法ケース①)

例) 支持点間距離 L が 2.0m の、地表面からの高さ $Z=30\text{m}$ 位置の等辺山形鋼を対象に、簡易法ケース①を用いて渦励振の発生しない最小部材サイズを求める。ここで、建設地の設計基準風速 V_0 は 36m/s 、地表面粗度区分Ⅱとする。

(1) 部材のピン支持間距離 L と、等辺山形鋼は表 7 - 4・3 (a)、円形鋼管は 表 7 - 4・3 (b) の②欄の数値を比較し、②欄の数値が L を上回る部材を求める。

- 表 7 - 4・3 (a) の②欄より、 L を上回る部材を確認すると、 $15D=2.25\text{m}$ となる $L-150 \times 150 \times 10$ 以上の部材を用いる必要がある。

表 7 - 4・3 (a) 判定用係数 K 値 (等辺山形鋼)

寸法			断面積	断面二次モーメント			①K										②
A	B	t	A	I _x , I _y	I _u	I _v	V _n										15D
mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	30	32	34	36	38	40	42	44	46	m	
65	× 65	× 6	7.527	29.4	46.6	12.2	0.186	0.174	0.164	0.155	0.147	0.139	0.133	0.127	0.121	0.975	
65	× 65	× 8	9.761	36.8	58.3	15.3	0.183	0.171	0.161	0.152	0.144	0.137	0.131	0.125	0.119	0.975	
70	× 70	× 6	8.127	37.1	58.9	15.3	0.216	0.202	0.190	0.180	0.170	0.162	0.154	0.147	0.141	1.050	
75	× 75	× 6	8.727	46.1	73.2	19.0	0.248	0.233	0.219	0.207	0.196	0.186	0.177	0.169	0.162	1.125	
75	× 75	× 9	12.690	64.4	102.0	26.7	0.244	0.229	0.216	0.204	0.193	0.183	0.174	0.167	0.159	1.125	
75	× 75	× 12	16.560	81.9	129.0	34.5	0.243	0.228	0.214	0.203	0.192	0.182	0.174	0.166	0.159	1.125	
80	× 80	× 6	9.327	56.4	89.6	23.2	0.283	0.266	0.250	0.236	0.224	0.212	0.202	0.193	0.185	1.200	
90	× 90	× 6	10.550	80.7	128.0	33.4	0.360	0.337	0.317	0.300	0.284	0.270	0.257	0.245	0.235	1.350	
90	× 90	× 7	12.220	93.0	148.0	38.3	0.358	0.335	0.316	0.298	0.282	0.268	0.256	0.244	0.233	1.350	
90	× 90	× 10	17.000	125.0	199.0	51.7	0.352	0.330	0.311	0.294	0.278	0.264	0.252	0.240	0.230	1.350	
90	× 90	× 13	21.710	156.0	248.0	65.3	0.350	0.329	0.309	0.292	0.277	0.263	0.250	0.239	0.229	1.350	
100	× 100	× 7	13.620	129.0	205.0	53.2	0.444	0.416	0.392	0.370	0.350	0.333	0.317	0.303	0.289	1.500	
100	× 100	× 10	19.000	175.0	278.0	72.0	0.437	0.410	0.386	0.364	0.345	0.328	0.312	0.298	0.285	1.500	
100	× 100	× 13	24.310	220.0	348.0	91.1	0.435	0.408	0.384	0.362	0.343	0.326	0.310	0.296	0.283	1.500	
120	× 120	× 8	18.760	258.0	410.0	106.0	0.640	0.600	0.565	0.534	0.506	0.480	0.457	0.437	0.418	1.800	
130	× 130	× 9	22.740	366.0	583.0	150.0	0.750	0.703	0.662	0.625	0.592	0.562	0.536	0.511	0.489	1.950	
130	× 130	× 12	29.760	467.0	743.0	192.0	0.741	0.695	0.654	0.618	0.585	0.556	0.530	0.506	0.484	1.950	
130	× 130	× 15	36.750	568.0	902.0	234.0	0.737	0.691	0.650	0.614	0.582	0.552	0.526	0.502	0.480	1.950	
150	× 150	× 10	29.210	627.0	997.0	258.0	1.001	0.938	0.883	0.834	0.790	0.751	0.715	0.682	0.653	2.250	
150	× 150	× 12	34.770	740.0	1180.0	304.0	0.996	0.934	0.879	0.830	0.786	0.747	0.711	0.679	0.650	2.250	
150	× 150	× 15	42.740	888.0	1410.0	365.0	0.984	0.923	0.868	0.820	0.777	0.738	0.703	0.671	0.642	2.250	
150	× 150	× 19	53.380	1060.0	1730.0	451.0	0.979	0.918	0.864	0.816	0.773	0.734	0.699	0.668	0.638	2.250	
175	× 175	× 12	40.520	1170.0	1860.0	480.0	1.352	1.268	1.193	1.127	1.068	1.014	0.966	0.922	0.882	2.625	
175	× 175	× 15	50.210	1440.0	2290.0	589.0	1.346	1.262	1.188	1.122	1.063	1.009	0.961	0.918	0.878	2.625	
200	× 200	× 15	57.750	2180.0	3470.0	891.0	1.764	1.654	1.556	1.470	1.393	1.323	1.260	1.203	1.150	3.000	
200	× 200	× 20	76.000	2820.0	4490.0	1160.0	1.754	1.645	1.548	1.462	1.385	1.316	1.253	1.196	1.144	3.000	
200	× 200	× 25	93.750	3420.0	5420.0	1410.0	1.742	1.633	1.537	1.451	1.375	1.306	1.244	1.187	1.136	3.000	
250	× 250	× 25	119.400	6950.0	11000.0	2860.0	2.747	2.576	2.424	2.289	2.169	2.061	1.962	1.873	1.792	3.750	
250	× 250	× 35	162.600	9110.0	14400.0	3790.0	2.710	2.541	2.391	2.258	2.140	2.033	1.936	1.848	1.767	3.750	

(2) 部材位置 (高さ) Z (m)、地表面粗度区分から、等辺山形鋼は図 7 - 4・3 (a)、円形鋼管は図 7 - 4・3 (b) より K/L^2 の値を読む。

- 地表面からの高さ $Z=30\text{m}$ 位置の粗度区分Ⅱの曲線との交点の値 (K/L^2) を読む。

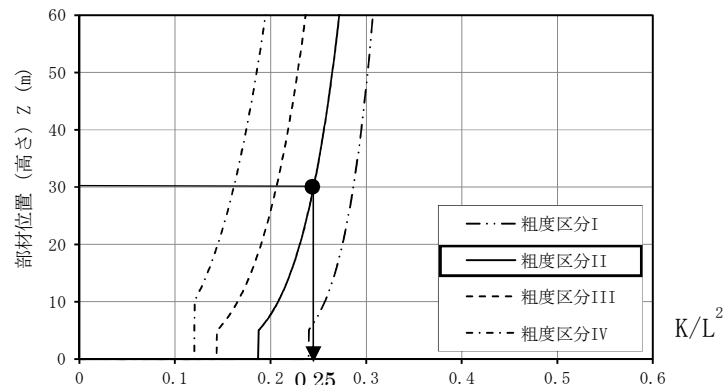


図 7 - 4・3 (a) K/L^2 と部材高さの関係 (等辺山形鋼)

(3) K/L²の値にピン支持間距離Lの2乗を乗じ、判定用係数K値を求める。

- K/L²=0.25 及びピン支持間距離L=2 より、

$$K=K/L^2 \times L^2=0.25 \times 2^2=1.00$$

となる。

(4) 等辺山形鋼は表7-4・3(a)、円形鋼管は表7-4・3(b)の①欄の建設地の基準風速V₀に応じたK値が、(3)で算定したK値以上となる部材を求める。

- 表7-4・3(a)の①欄より、Kを上回る部材を確認すると、L-175×175×12となる。

表7-4・3(a) 判定用係数K値(等辺山形鋼)

寸法			断面積	断面二次モーメント			①K										②
A	B	t	cm ²	I _x , I _y cm ⁴	I _u cm ⁴	I _v cm ⁴	30	32	34	36	V ₀	38	40	42	44	46	15D m
65	65	6	7.527	29.4	46.6	12.2	0.186	0.174	0.164	0.155	0.147	0.139	0.133	0.127	0.121	0.121	0.975
65	65	8	9.761	36.8	58.3	15.3	0.183	0.171	0.161	0.152	0.144	0.137	0.131	0.125	0.119	0.975	0.975
70	70	6	8.127	37.1	58.9	15.3	0.216	0.202	0.190	0.180	0.170	0.162	0.154	0.147	0.141	1.050	1.050
75	75	6	8.727	46.1	73.2	19.0	0.248	0.233	0.219	0.207	0.196	0.186	0.177	0.169	0.162	1.125	1.125
75	75	9	12.690	64.4	102.0	26.7	0.244	0.229	0.216	0.204	0.193	0.183	0.174	0.167	0.159	1.125	1.125
75	75	12	16.560	81.9	129.0	34.5	0.243	0.228	0.214	0.203	0.192	0.182	0.174	0.166	0.159	1.125	1.125
80	80	6	9.327	56.4	89.6	23.2	0.283	0.266	0.250	0.236	0.224	0.212	0.202	0.193	0.185	1.200	1.200
90	90	6	10.550	80.7	128.0	33.4	0.360	0.337	0.317	0.300	0.284	0.270	0.257	0.245	0.235	1.350	1.350
90	90	7	12.220	93.0	148.0	38.3	0.358	0.335	0.316	0.298	0.282	0.268	0.256	0.244	0.233	1.350	1.350
90	90	10	17.000	125.0	199.0	51.7	0.352	0.330	0.311	0.294	0.278	0.264	0.252	0.240	0.230	1.350	1.350
90	90	13	21.710	156.0	248.0	65.3	0.350	0.329	0.309	0.292	0.277	0.263	0.250	0.239	0.229	1.350	1.350
100	100	7	13.620	129.0	205.0	53.2	0.444	0.416	0.392	0.370	0.350	0.333	0.317	0.303	0.289	1.500	1.500
100	100	10	19.000	175.0	278.0	72.0	0.437	0.410	0.386	0.364	0.345	0.328	0.312	0.298	0.285	1.500	1.500
100	100	13	24.310	220.0	348.0	91.1	0.435	0.408	0.384	0.362	0.343	0.326	0.310	0.296	0.283	1.500	1.500
120	120	8	18.760	258.0	410.0	106.0	0.640	0.600	0.565	0.534	0.506	0.480	0.457	0.437	0.418	1.800	1.800
130	130	9	22.740	366.0	583.0	150.0	0.750	0.703	0.662	0.625	0.592	0.562	0.536	0.511	0.489	1.950	1.950
130	130	12	29.760	467.0	743.0	192.0	0.741	0.695	0.654	0.618	0.585	0.556	0.530	0.506	0.484	1.950	1.950
130	130	15	36.750	568.0	902.0	234.0	0.737	0.691	0.650	0.614	0.582	0.552	0.526	0.502	0.480	1.950	1.950
150	150	10	29.210	627.0	997.0	258.0	1.001	0.938	0.883	0.834	0.790	0.751	0.715	0.682	0.653	2.250	2.250
150	150	12	34.770	740.0	1180.0	304.0	0.996	0.934	0.879	0.830	0.786	0.747	0.711	0.679	0.650	2.250	2.250
150	150	15	42.740	888.0	1410.0	365.0	0.984	0.923	0.868	0.820	0.777	0.738	0.703	0.671	0.642	2.250	2.250
150	150	19	53.380	1060.0	1730.0	451.0	0.979	0.918	0.864	0.816	0.773	0.734	0.699	0.668	0.638	2.250	2.250
175	175	12	40.520	1170.0	1860.0	480.0	1.352	1.268	1.193	1.127	1.068	1.014	0.966	0.922	0.882	2.625	2.625
175	175	15	50.210	1440.0	2290.0	589.0	1.346	1.262	1.188	1.122	1.063	1.009	0.961	0.918	0.878	2.625	2.625
200	200	15	57.750	2180.0	3470.0	891.0	1.764	1.654	1.556	1.470	1.393	1.323	1.260	1.203	1.150	3.000	3.000
200	200	20	76.000	2820.0	4490.0	1160.0	1.754	1.645	1.548	1.462	1.385	1.316	1.253	1.196	1.144	3.000	3.000
200	200	25	93.750	3420.0	5420.0	1410.0	1.742	1.633	1.537	1.451	1.375	1.306	1.244	1.187	1.136	3.000	3.000
250	250	25	119.400	6950.0	11000.0	2860.0	2.747	2.576	2.424	2.289	2.169	2.061	1.962	1.873	1.792	3.750	3.750
250	250	35	162.600	9110.0	14400.0	3790.0	2.710	2.541	2.391	2.258	2.140	2.033	1.936	1.848	1.767	3.750	3.750

K=1.0 以上

(5) (1)と(4)で求めた部材の小さい方を、渦励振の発生しない最小の部材として採用する。

- (1)で得られたL-150×150×10と(4)で得られたL-175×175×12を比較して、部材寸法の小さい方のL-150×150×10を採用する。

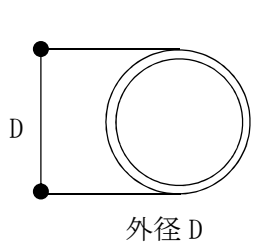
渦励振の配慮検討例 その3(簡易法ケース②)

例) 支持点間距離 L が 1.5m の、地表面からの高さ $Z=10\text{m}$ 位置の円形鋼管を対象に、簡易法ケース②を用いて渦励振の発生しない最小部材サイズを求める。ここで、建設地の設計基準風速 V_0 は 36m/s、地表面粗度区分Ⅱとする。

ここでは、支持点間距離が表 7-4・3 (b) の②欄の範囲外となっているため、簡易法ケース②によって、表 7-4・3 (b) に記載されている部材サイズより小さい部材サイズについて検討する。

(1) 式 7-4・1 を満足する部材寸法を求める。

- ・ 式 7-4・1 式に支持点間距離 L を代入し、式 7-4・1 を満足する場合の部材の外形又は見付幅を算定する。



$$\frac{L}{D} < 15 \quad \text{----- 7-4・1}$$

$$\frac{1500}{D} < 15$$

$$D > 100.0$$

外径 D

以上より、円形鋼管の規格で考えると $\phi 101.6 \times 3.2$ 以上となる。

(2) 部材位置 (高さ) Z (m)、地表面粗度区分から、等辺山形鋼は図 7-4・3 (a)、円形鋼管は図 7-4・3 (b) より K/L^2 の値を読む。

- ・ 地表面からの高さ $Z=10\text{m}$ 位置の粗度区分Ⅱの曲線との鋼点の値 K/L^2 の値を読む。

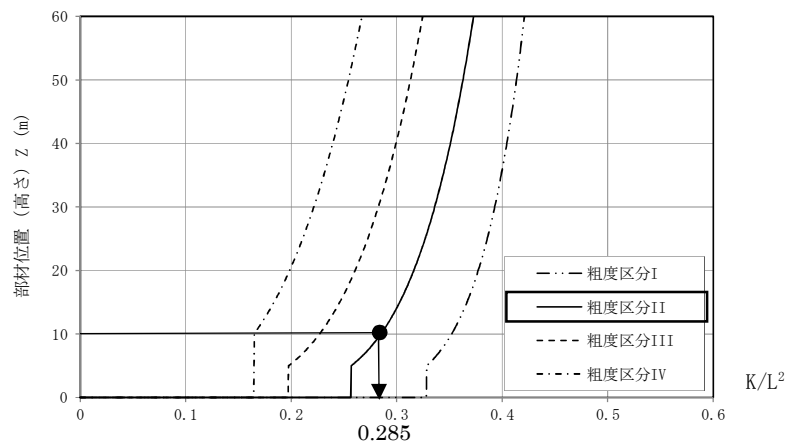


図 7-4・3 (b) K/L^2 と部材高さの関係 (円形鋼管)

(3) 式 7 - 4 ・ 6 を用いて求めた値 (K/L²) が、(2) で求めた K/L² の値以上となる部材を求める。

- ・ φ 101.6×3.2 の部材諸元で K/L² を計算すると K/L²=0.294 となり、図 7 - 4 ・ 3 (b) より求めた値 (K/L²=0.285) 以上となる (K/L² の値を満足しない場合や余裕がある場合は、部材サイズを変更して再計算)。

(円形鋼管 φ 101.6×3.2 諸元)

$$D = 0.1016 \text{ m}$$

$$E = 2.05 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$$

$$A = 9.89 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho = 7.85 \text{ t/m}^3$$

$$I = 1.198 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$f_L = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} = \frac{\pi}{2 \times 1.5^2} \sqrt{\frac{2.05 \times 10^8 \times 1.198 \times 10^{-6}}{7.85 \times 9.89 \times 10^{-4}}} = 124.11 \text{ ----- 7 - 4 ・ 5}$$

$$K/L^2 = \frac{f_L \cdot D}{\sqrt{\beta} \cdot V_0} = \frac{124.11 \times 0.1016}{\sqrt{1.42} \times 36} = 0.294 > 0.285 \text{ ----- 7 - 4 ・ 6}$$

(4) (1) と (3) で求めた部材寸法の小さい側を、渦励振の発生しない最小の部材として採用する。

- ・ (1) で得られた φ 101.6×3.2 と (3) で得られた φ 101.6×3.2 を比較して、部材寸法が小さい方を採用することから、φ 101.6×3.2 を採用する。

第8章 柱脚

1. 一般事項

(1) 応力の伝達

柱脚は、塔体からの応力を基礎又は、建物に安全に伝達できるようにする。

(2) 構面傾斜による付加水平力

柱脚の荷重は、塔体の最下節の構面傾斜による付加水平力を考慮する。

(3) 設計応力度

柱脚の設計応力度は、許容応力度より小さくなるようにする。安全率として概ね1.25（検定値0.8）を確保するものとする。

2. 柱脚の定着方法及び設計

柱脚は鉄塔の規模、形式及び建物の構造種別及び施工性等に応じて適切な形式を選定し、「平12建告第1456号」、「技術解説書」、「S規準」、「接合部指針」、「合成構造指針」、「鋼構造柱脚設計施工ガイドブック」等を参考とする。

(1) 露出柱脚

ア 一般事項

(ア) アンカーボルトの基礎コンクリートへの定着長さは、 $20d$ （ d ：アンカーボルトの径）以上とする。ただし、フック形式の場合は、 $35d$ 以上とする。

(イ) アンカーボルトの締め付けには座金を用い、かつ2重ナットその他の方法により、緩まないようにする。

(ウ) 基礎コンクリートは、最大圧縮時まで圧壊及び割裂が生じないようにし、アンカーボルトの抜け出しが生じないようにする。

(エ) ベースプレート下面と基礎上面を密着させるために、ベースプレート下面と基礎上面の間に無収縮モルタルを充填する。その際、モルタルの圧縮強度は基礎コンクリートの設計基準強度以上とする。

(オ) ベースプレートは、ベースプレート下面のコンクリートの支圧反力とアンカーボルトの引張反力による曲げモーメントを受ける鋼板として、弾性を維持するようにする。

イ 降伏曲げ耐力

(ア) コンクリートの圧縮応力度に対する検討

ベースプレートを介し、コンクリートに圧縮応力度が生じる場合は、式 8-2・1 とする。

$$f_c / \sigma_c = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 1$$

σ_c : コンクリートの圧縮応力度

f_c : コンクリートの短期許容圧縮応力度

Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

(イ) アンカーボルトの引張応力度に対する検討

アンカーボルトに引張力が生じる場合は、式 8-2・2 とする。

$$P_{by} / T = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 2$$

P_{by} : アンカーボルトの降伏引張耐力

T : アンカーボルトの引張力

Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

(ウ) ベースプレートの検討

ベースプレートに圧縮力が生じる場合は式 8-2・3 とし、アンカーボルトによる引張力が生じる場合については式 8-2・4 とする。

(圧縮部分)

柱から外に突出したベースプレート圧縮部分について検討を行うものとし、リブ等の設置状況により、片持ち、二辺固定又は三辺固定等の適した条件について応力を求める。

$${}_bM_y / M = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 3$$

${}_bM_y$: ベースプレートの曲げ耐力

M : 圧縮力により生じるベースプレートの曲げモーメント

Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

(引張部分)

アンカーボルトの引抜力に対してベースプレートの検討を行うものとし、圧縮部分同様にリブの設置状況により応力を求める。ベースプレートの面外曲げ剛性を確保するために、ベースプレートはアンカーボルトが軸降伏するまで降伏しないようする。

$${}_bM_y / M = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 4$$

${}_bM_y$: ベースプレートの曲げ耐力

M : 引張力により生じるベースプレートの曲げモーメント

Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

ウ 降伏せん断耐力

露出柱脚の降伏せん断耐力は、圧縮軸力と曲げにより生じる圧縮応力によるベースプレート下面とコンクリートの摩擦耐力、又はアンカーボルトの降伏せん断耐力のいずれかの大きい方の値とし、式 8-2・5 とする。

なお、ベースプレート下面とコンクリートの摩擦係数は 0.4 とする。

$$Q_y / Q = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 5$$

Q_y : 柱脚のせん断耐力 $Q_y = \max \{Q_{y1}, Q_{y2}\}$

Q : 柱脚のせん断力

Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

(2) 埋込柱脚

ア 一般事項

(ア) 埋込柱脚では、軸力は鋼柱脚部のベースプレート又はスタッドを介して基礎コンクリートに伝達されるようにし、曲げモーメント及びせん断力は基礎コンクリートと埋込部鉄骨との間の支圧により伝達されるようにする。

また、ベースプレートは弾性を維持するようにする。

(イ) 基礎コンクリートへの鋼柱の埋込み深さ d は、柱の断面せい D_c の 2 倍以上とする。

(ウ) 埋込部鉄骨まわりには適切な補強筋を配置する。基礎梁のない側のコンクリートにおいて、かぶり厚さの確保又は補強筋の配置に留意するものとする。

イ 降伏曲げ耐力

埋込柱脚は、式 8-2・6、式 8-2・7 とし、埋込柱脚の降伏曲げ耐力は、基礎コンクリートの降伏支圧耐力とする。

$$M_y / M = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 6$$

$$Q_y / Q = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 7$$

M_y : 埋込み柱脚の基礎梁上端における降伏曲げ耐力

M : 柱脚に生じる曲げモーメント

Q_y : 降伏曲げ耐力時の柱せん断力

Q : 柱脚に生じるせん断力

Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

ウ 降伏軸方向耐力

埋込柱脚の降伏圧縮軸方向耐力 ${}_cN_y$ は、ベースプレート下面と基礎コンクリートとの間の降伏支圧耐力とし、降伏引張軸方向耐力 ${}_tN_y$ はベースプレート上面と基礎コンクリートとの間の降伏支圧耐力又はアンカーボルトの降伏引抜耐力のうちいずれか大きい方の値とする。ただし、アンカーボルトに十分な定着が期待できない場合は、アンカーボルトの耐力は考慮しない。

埋込柱脚は圧縮力及び引張力に対し式 8-2・8、式 8-2・9 とする。

$${}_cN_y / N_c = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 8$$

$${}_tN_y / N_t = Sf \quad \text{-----} 8-2 \cdot 9$$

N_c : 柱脚に生じる圧縮力

N_t : 柱脚に生じる引張力

Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

第9章 基礎

1. 一般事項

- (1) 基礎は、圧縮、引抜き、転倒及び水平移動に対して、安全でなければならない。
- (2) 基礎は、塔体に有害な沈下及び傾斜が生じないようにしなければならない。
- (3) 繰り返し荷重を受けることを考慮し、短期の圧縮力、引抜き力及び水平力の短期許容支持力を適宜低く抑える。
- (4) 基礎の設計応力度は、許容応力度より小さくなるようにする。

2. 基礎形式

基礎形式は、鉄塔構造の形式と荷重の大きさ、地形地質、地盤沈下等予想される地盤の変動、施工の容易性、確実性及び安全性、近接した建築物や地下埋設物の有無、工事期間、振動騒音等に関する規則の有無等を総合的に判断して選定するものとする。

(1) 直接基礎

比較的良質な地盤に適用し、基礎体は鉄筋コンクリート構造の逆T字型を標準とする。

(2) 杭基礎

上層の地盤が軟弱で、直接基礎では所定の支持力が得られない場合に適用とし、原則として支持杭とする。

なお、摩擦杭については、建築物に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことを確かめたものとする。

3. 地盤支持力の確認

鉄塔建設位置の地盤は、ボーリング調査等を実施して、所要の支持力が得られることを確認する。

4. 支持地盤

基礎は良質の硬い地盤に支持させ、圧密沈下又は液状化現象を生じるおそれのある地層に支持させる場合は、十分な対策を講じるものとする。

また、凍結現象を生じる地域は、地盤面より基礎フーチング下端までの深さを凍結深度以上とする。

5. 地中梁

(1) 一般事項

基礎には地中梁を設け、基礎部の転倒モーメントを負担させる。フーチング底面

には、モーメントが生じないものと仮定し、地中梁端部のモーメントを算定する。

(2) 断面仮定

梁の仮定断面寸法は、梁せいは支点間距離の 1/10 以上を目安とする。

(3) 断面算定

ア 曲げモーメントを受ける地中梁は、式 9-5・1 とする。

また、地中梁の許容曲げモーメントは、「RC 規準」により、式 9-5・2 とする。

$$M_y/M = Sf \quad \text{-----} 9-5 \cdot 1$$

$$M_y = a_t \cdot f_t \cdot j \quad \text{-----} 9-5 \cdot 2$$

M_y : 梁の引張鉄筋比が釣合鉄筋比以下の場合の許容曲げモーメント

M : 設計する梁の長期及び短期荷重による最大曲げモーメント

a_t : 引張鉄筋断面積

f_t : 引張鉄筋の許容引張応力度

j : 梁の応力中心距離で $(7/8)d$ (d : 梁の有効せい)

Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

イ 長期荷重によるせん断力を受ける地中梁は、式 9-5・3 とする。

また、地中梁の長期許容せん断力は、長期荷重によるせん断ひび割れを許容しない場合には式 9-5・4 による。

$$Q_{AL}/Q = Sf \quad \text{-----} 9-5 \cdot 3$$

$$Q_{AL} = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s \quad \text{-----} 9-5 \cdot 4$$

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Q \cdot d} + 1} \quad \text{かつ } 1 \leq \alpha \leq 2 \quad \text{-----} 9-5 \cdot 5$$

Q : 設計する梁の長期荷重による最大せん断力

b : 梁の幅、T 形梁の場合はウェブの幅

j : 梁の応力中心間距離で $(7/8)d$

- d : 梁の有効せい
 α : 梁のせん断スパン比 ($M/(Q \cdot d)$) による割増係数
 f_s : コンクリートの長期許容せん断応力度
 M : 設計する梁の長期荷重による最大曲げモーメント
 Sf : 安全率 概ね 1.25 以上

地中梁の長期許容せん断力は、長期荷重によるせん断ひび割れを許容する場合には、式 9-5・6 により算定する。

$$Q_{AL} = b \cdot j \{ \alpha \cdot f_s + 0.5_w f_t (p_w - 0.002) \} \quad \text{----- 9-5・6}$$

p_w の値が 0.6% を超える場合は、許容せん断力を 0.6% とする。

- p_w : 梁のせん断補強筋比 ($p_w = a_w / (b \cdot x)$)
 $\left[\begin{array}{l} a_w : 1 \text{ 組のせん断補強筋の断面積} \\ x : \text{せん断補強筋の間隔} \end{array} \right]$
 $_w f_t$: せん断補強筋の長期許容引張応力度

ウ 短期荷重によるせん断力を受ける地中梁は、式 9-5・7 とする。
 また、地中梁の短期許容せん断力は式 9-5・8 による。

$$Q_{AS}/Q = Sf \quad \text{----- 9-5・7}$$

$$Q_{AS} = b \cdot j \{ (2/3) \alpha \cdot f_s + 0.5_w f_t (p_w - 0.002) \} \quad \text{----- 9-5・8}$$

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Q \cdot d} + 1} \quad \text{かつ } 1 \leq \alpha \leq 2 \quad \text{----- 9-5・9}$$

p_w の値が 1.2% を超える場合は、許容せん断力を 1.2% とする。

- b : 梁の幅、T 形梁の場合はウェブの幅
 j : 梁の応力中心間距離で $(7/8)d$
 d : 梁の有効せい
 p_w : 梁のせん断補強筋比 ($p_w = a_w / (b \cdot x)$)

$$\left(\begin{array}{l} a_w : 1 \text{ 組のせん断補強筋の断面積} \\ x : \text{せん断補強筋の間隔} \end{array} \right)$$

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度
 f_t : せん断補強筋の短期許容引張応力度
 α : 梁のせん断スパン比 ($M/(Q \cdot d)$) による割増係数
 M : 設計する梁の短期荷重による最大曲げモーメント
 Q : 設計する梁の短期荷重による最大せん断力
 S_f : 安全率 概ね 1.25 以上

6. 直接基礎の設計

(1) 引抜耐力

引抜耐力は、式 9-6・1 とする。ただし、地下水等により浮力を受ける場合は、 W_1 の低減 (9.8 kN/m^3) を行うものとする。

$$W_1 + W_2 > T \quad \text{----- 9-6・1}$$

W_1 : フーチング及び地中梁の自重 (kN)
 W_2 : フーチングの鉛直上方にある土の重量 (kN)
 T : 引抜き力 (kN)

(2) 圧縮耐力

圧縮耐力は、次のとおりとする。

ア フーチング底面に圧縮力のみが作用する場合は、接地圧は一樣に分布するものとして式 9-6・2 とする。

$$q_a > P/A \quad \text{----- 9-6・2}$$

q_a : 地盤の許容応力度 (kN/m^2)
 P : フーチングに作用する圧縮力 (フーチングの自重及び鉛直上方にある土の重量を含む) (kN)
 A : フーチングの底面積

イ フーチング底面に圧縮力とモーメントが作用する場合は、接地圧は直線的に分布するものとして式 9-6・3 とする (長方形の場合)。

$$q_a > \alpha P/A \quad \text{----- 9-6・3}$$

- q_a : 地盤の許容応力度 (kN/m^2)
 P : フーチングに作用する圧縮力 (フーチングの自重及び鉛直上方にある土の重量を含む) (kN)
 A : フーチングの底面積
 α : α は、圧縮力の偏心と底面の形状によって決まる接地圧係数で次による。

$$\begin{aligned}
 \varepsilon \leq 1/6 \text{ の場合} & \quad \alpha = 1 + 6 \cdot \varepsilon \\
 \varepsilon > 1/6 \text{ の場合} & \quad \alpha = 2 / (1.5 - 3 \cdot \varepsilon)
 \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l}
 \varepsilon : \text{偏心率} (\varepsilon = M / (P \cdot L)) \\
 M : \text{モーメント} (\text{kNm}) \\
 L : \text{モーメントの作用する方向におけるフーチングの底面長さ} (\text{m})
 \end{array} \right)$$

(3) 水平耐力

直接基礎の水平荷重に対する抵抗力は、「基礎指針」により、式 9-6・4 とする。

$$R_f = W \cdot \mu > H \quad \text{----- 9-6・4}$$

- R_f : 直接基礎底面の摩擦抵抗力 (kN)
 W : 建物重量 (kN)
 μ : 基礎底面と地盤の摩擦係数
 H : 水平力 (kN)

(4) 基礎の沈下

基礎の沈下について、「基礎指針」により検討するものとする。

7. 杭基礎の設計

(1) 引拔耐力

引拔耐力は、式 9-6・1 によるものとし、場所打ちコンクリート杭の場合には、杭の自重等を加算するものとする。

(2) 圧縮耐力

圧縮耐力は、式 9-7・1 とする。

$$R > P \quad \text{-----} 9 - 7 \cdot 1$$

R : 杭の許容鉛直支持力(kN)
P : 杭先端に作用する圧縮力(kN)

杭の許容鉛直支持力は、杭体の許容圧縮応力度から決まる許容圧縮力及び地盤の許容支持力のうち、いずれか小さいものとする。

(3) 水平耐力

水平力を受ける杭については、杭材の応力がその許容値を超えないこと、かつ、杭の変位が上部構造に有害な影響を及ぼさないことを確認する。水平力を受ける杭に生じる応力の算定については、「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」(日本建築センター)及び「基礎指針」に基づき算定する。

なお、計算上の杭頭の固定度については、原則として、固定として取り扱うものとする。

8. 基礎スラブの設計

(1) 独立フーチング基礎

独立フーチングのせん断力及び曲げモーメントは、「RC規準」よりフーチングを柱脚の表面及びその延長線において固定された4個の幅広な長方形片持梁からなるものとして算定する。

ア 許容曲げモーメントに対する検討

フーチングの許容曲げモーメントに対する算定は、「5. 地中梁」に同じとする。

イ 許容せん断力に対する検討

せん断力を受ける基礎スラブは、式9-8・1とする。

$$Q_A/Q = S_f \quad \text{-----} 9 - 8 \cdot 1$$

Q_A : 基礎スラブの許容せん断力
Q : 設計を行う基礎スラブの最大せん断力
 S_f : 安全率 概ね 1.25 以上

基礎スラブの許容せん断力は、式 9-8・2 による。算定断面幅は、全幅をとってよい。

$$Q_A = \ell \cdot j \cdot f_s \quad \text{又は} \quad Q_A = \ell' \cdot j \cdot f_s \quad \text{----- 9-8・2}$$

ℓ 又は ℓ' : 基礎スラブ全幅

j : 基礎スラブの応力中心距離で $(7/8)d$ (d : 梁の有効せい)

f_s : コンクリートの許容せん断応力度

(2) 杭基礎

杭基礎は、杭の反力を基礎底面に作用する集中荷重とし、(1) に準じて計算する。

第10章 鋼材の防錆処理

1. 溶融亜鉛めっき

鋼材のめっき処理については、「協会要領」9.1.2 溶融亜鉛めっき による。

2. 塗装

鉄塔の塗装については、地域の環境条件を踏まえ検討するものとし、「協会要領」9.1.3 塗装 による。

第11章 付帯設備

1. 雷保護設備

雷保護設備の設置については、「協会要領」8.1.1 避雷設備 による。

2. 航空障害灯及び昼間障害標識

航空障害灯及び昼間障害標識の設置については、「協会要領」8.1.2 航空障害灯及び昼間障害標識 による。

3. 登はん防止装置

鉄塔には、必要に応じて登はん防止装置を取り付ける。

4. 標示板

標示板の設置については、「協会要領」8.1.4 その他 による。

5. 作業用電源コンセント

作業用電源コンセントの設置については、「協会要領」8.1.4 その他 による。

6. 墜落防止装置

墜落防止装置の設置については、「協会要領」8.1.4 その他 による。