

発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説

令和5年3月20日改正
産業保安グループ電力安全課

発電用風力設備に関する技術基準を定める省令（平成9年通商産業省令第53号。以下「省令」という。）は、電気事業法（昭和39年法律第170号）第39条第1項及び第56条第1項の規定に基づき、電気工作物のうち発電用風力設備を対象として定めた技術基準である。

また、発電用風力設備の技術基準の解釈（以下「解釈」という。）は、省令に定める技術的要件を満たすべき技術的内容をできる限り具体的に示したものである。

なお、省令に定める技術的要件を満たすべき技術的内容はこの解釈に限定されるものではなく、省令に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、省令に適合するものと判断するものである。

[省令]

(適用範囲)

第一条 この省令は、風力を原動力として電気を発生するために施設する電気工作物について適用する。

2 前項の電気工作物とは、一般用電気工作物及び事業用電気工作物をいう。

解説

風力発電所は、風車及びその支持物等の風力設備及び発電機、昇圧変圧器、遮断器、電路等の電気設備から構成されるが、本省令については、風力設備に関する技術基準を定めたものであり、電気設備に関しては、「電気設備に関する技術基準を定める省令（平成9年通商産業省令第52号）」に規定されている。

[省令]

(定義)

第二条 この省令において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成七年通商産業省令第七十七号）において使用する用語の例による。

[解釈]

【定義】

(省令第2条)

第1条 この解釈において使用する用語は、電気事業法施行規則（平成7年通商産業省令第77号）及び省令において使用する用語の例による。

解説

規制の明確化の観点から、電気事業法施行規則（平成7年通商産業省令第77号）で使用する用語と発電用風力設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈で使用する用語の統一を図っている。

[省令]

(取扱者以外の者に対する危険防止措置)

第三条 風力発電所を施設するに当たっては、取扱者以外の者に見やすい箇所に風車が危険である旨を表示するとともに、当該者が容易に接近するおそれがないように適切な措置を講じなければならない。

- 2 発電用風力設備が一般用電気工作物又は小規模事業用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「風力発電所」とあるのは「発電用風力設備」と、「当該者が容易に」とあるのは「当該者が容易に風車に」と読み替えて適用するものとする。

[解釈]

【取扱者以外に対する侵入防止措置】

(省令第3条)

第2条 発電用風力設備を設置する場所には、当該場所取扱者以外の者が立ち入らないように次の各号のいずれかにより措置を講じること。ただし、土地又は水域の状況により人が立ち入るおそれがない箇所については、この限りではない。

- 一 発電用風力設備周辺にさく、へいを設け、かつ、その出入口に立入りを禁止する旨を表示するとともに、施錠装置その他適当な装置を施設すること。
 - 二 風車を支持する工作物の出入口に立入りを禁止する旨を表示するとともに、施錠装置その他適当な装置を施設すること。
- 2 発電用風力設備が一般用電気工作物又は小規模事業用電気工作物である場合には、発電用風力設備を設置する場所には、取扱者以外の者が容易に風車に接近しないように次の各号のいずれかにより措置を講じることとし、前項の規定は適用しない。
- 一 風車を取扱者以外の者が容易に接近するおそれのない位置に設置すること。
 - 二 風車に接触防止のためのカバー等を設置すること。

三 発電用風力設備周辺にさく又はへいを設けること。

解説

省令第3条は、取扱者以外の者に対して風車が危険である旨を表示することや当該者が容易に接近するおそれがないような適切な措置を講ずることを規定している。また、解釈第2条は、省令第3条の危険防止措置のうち、風車の支持物の昇降の防止などの侵入防止措置を規定したものである。なお、解釈第2条第1項第二号では、風車の支持物をさく、へいと同等の扱いとし、それに必要な措置を講ずることで、取扱者以外の者に対する侵入防止措置としている。

なお、電気設備からの感電等の防止に関しては、電気設備に関する技術基準を定める省令（平成9年通商産業省令第52号）第23条及びその解釈第38条に規定されており、電気設備が風車やその支持物内に収められている場合、又は屋外に設置している変圧器が充電部分の露出しない機械器具に収められている場合には、風車やその支持物又は変圧器を収める機械器具を電気設備の技術基準の解釈第38条第1項第一号に規定するさく、へい等の「等」に該当することとしている。

[省令]

(風車)

第四条 風車は、次の各号により施設しなければならない。

- 一 負荷を遮断したときの最大速度に対し、構造上安全であること。
- 二 風圧に対して構造上安全であること。
- 三 運転中に風車に損傷を与えるような振動がないように施設すること。
- 四 通常想定される最大風速においても取扱者の意図に反して風車が起動することのないように施設すること。
- 五 運転中に他の工作物、植物等に接触しないように施設すること。

[解釈]

【風車の構造】

(省令第4条)

第3条 省令第4条第一号に規定する「負荷を遮断したときの最大速度」とは、非常调速装置が作動した時点より風車がさらに昇速した場合の回転速度を含むものをいう。

2 省令第4条第一号に規定する「構造上安全」とは、風車が前項に規定する最大速度に対して安全であることを含むものをいう。

3 前項において、ブレードの損傷、劣化等により構造上の安全が確認できない場合は技術基準不適合とみなすものとする。

第4条 省令第4条第二号に規定する「風圧」とは、発電用風力設備を設置する場所の風車ハブ高さにおける現地風条件（通常風、極値風及び三方向（主方向、横方向、上方向）の乱流を含む。）による風圧が考慮されたものであって、次に掲げるものを含むものをいう。

一 風車の受風面の垂直投影面積が最大の状態における最大風圧

二 風速及び風向の時間的変化による風圧

2 前項の「通常風」は、現地観測を行って取得したデータにより評価しなければならない。

3 省令第4条第二号に規定する「構造上安全」とは、風車が第1項に規定する風圧に対して安全であることを含むものをいう。

4 前項において、ブレードの損傷、劣化等により構造上の安全が確認できない場合は技術基準不適合とみなすものとする。

5 発電用風力設備が一般用電気工作物又は小規模事業用電気工作物である場合には、省令第4条第二号に規定する「風圧」とは、風車の制御の方法に応じて風車の受風面の垂直投影面積が最大となる状態において、風車が受ける最大風圧を含むものをいい、第3項の規定は適用しない。

第5条 省令第4条第三号に規定する「風車に損傷を与えるような振動がないように施設する」とは、風車の回転部を自動的に停止する装置を施設することを含むものをいう。

第6条 省令第4条第四号に規定する「取扱者の意図に反して風車が起動することがないように施設する」とは、風車の回転部を固定できるよう施設することを含むものをいう。

解説

- ① 省令第4条は風車に対する必要な施設要件を規定したものである。ここで言う「施設」とは、設計及び施工要件に加え、設計時の要求性能を運転中常に維持することも含まれる。その為、継続的に保守管理を行うことにより、風車の健全性を確認することが必要である。なお、発電用風力設備は、風車及びその支持物から構成されるが、風車とその支持物との接合部は、風車に含まれるものと考えられる。ただし、当該接合部については、地震荷重など支持物の実状に基づいた荷重に対しても安全な構造とすることが必要である。なお、風車の選定に当たって

は、第三者認証機関による型式認証等により風車の構造上の安全性について事前に確認することが必要である。なお、国が実施する実証研究等においては第三者認証機関によるプロトタイプ認証での構造上の安全性を確認することができる。

② 省令第4条第一号及び解釈第3条は、負荷を遮断したときに到達する最大速度に対しても、風車が構造上安全であることを規定したものである。ここで言う最大速度には、カットアウト風速での通常停止の際の回転速度はもちろんのこと、非常调速装置が作動した場合の、無拘束状態により昇速した場合の最大回転速度が含まれる。すなわち、風車の回転部と、風車の回転及び停止の影響を受ける装置について、最大回転速度とその場合に生じる遠心力に対しても安全な構造とすることが必要である。なお、非常调速装置とは、風車の運転中に定格の回転速度を著しく超えた過回転その他の異常（発電機の内部故障等）による危害の発生を防止するため、その異常が発生した場合に風車に作用する風力エネルギーを自動的に抑制し、風車を停止するための装置をいう。

③ 省令第4条第二号及び並びに解釈第4条第3項及び第4項は、現地風条件から予想される風荷重に対し、風車が構造上安全であることを規定したものである。まず、解釈第4条第1項第一号では、突風及び台風等の強風による風圧荷重のうち最大のもの（終局荷重）について規定している。次に、解釈第4条第1項第二号では、風車が風速及び風向の時間的变化により生ずる荷重変動（疲労荷重）について規定している。

解釈第4条第2項の現地風条件のうち、通常風については現地実測データをもとに、極値風については気象の推算値を基に評価することが必要である。

現地実測データの観測期間は1年以上とする。観測高さはハブ高さの2/3以上が望ましいが、観測が困難な場合は、鉛直ライダー等の精度が検証されたリモートセンシング機器を利用した観測データと組み合わせることも可能である。

また、洋上の通常風においては、精度が検証されたリモートセンシング機器のみでの観測でもよい。なお、リモートセンシング機器を用いる場合には、その観測データと物理的に取得した観測データとの相関確認が必要である。また、リモートセンシング機器の欠測データは、陸上において物理的に取得した観測データからMC P（Measure-Correlate-Predict）法により補完してもよい。

解釈第4条第3項では、突風や台風等の強風による終局荷重と、風の変動に伴う疲労荷重に対し、風車が構造上安全であることを規定している。このうち終局荷重に対しては、固定翼か可動翼かに関わらず、通常想定される台風等の暴風時において、故障や常用・非常用電源の喪失によりヨー制御が不能になる等、風車の回転面の制御ができない際に、風車の受風面積が最大の方角から受ける風圧にも耐えうる構造とすることが必要である。また、疲労荷重に対しては、特にボルト接合部や溶接部に疲労が生じやすいため、その累積疲労にも耐えうる構造とす

ることが必要である。

なお、省令第4条第一号及び第二号並びに解釈第3条第3項及び第4条第4項の「構造上の安全」に関して、風車のブレード損傷、破損等により技術基準不適合を発生させないためにも、定期点検の他、通常の点検においても次に掲げるガイドラインを参照することが望ましい。

(参照ガイドライン)

一般社団法人日本風力発電協会発行「風力発電設備 ブレード点検および補修ガイドライン」(JWPA G0001)

また、解釈第4条第4項ではブレード等が損傷や劣化等を生じても構造上安全であることを要求している。特に洋上に風車を設置する場合には厳しい腐食環境下にあるため、環境条件や耐用年数等を考慮して対策を講じ、風車が構造上安全であることが必要である。

- ④ 省令第4条第三号及び解釈第5条は、風車の運転中に風車の強度に影響を及ぼすような風車とその支持物が共振した場合には、風車の回転部を自動的に停止する装置を施設する等して、風車に損傷を与えるような振動を回避するような措置を講ずることを規定したものである。
- ⑤ 省令第4条第四号及び解釈第6条は、風車が運転しうる最大風速を超えた場合の通常停止のみならず、意図的に回転部を固定できるよう施設した風車において、取扱者が点検や異常発生等を理由に回転部を固定した場合の停止についても、その停止後、取扱者の意図に反して風車が起動し、運転状態にならないよう風車を施設することを規定したものである。
- ⑥ 省令第4条第五号は、風車が植物、造営物、その他の工作物に接触しないように周辺の状況及び風車の構造を考慮して風車を施設することを規定したものである。

[省令]

(風車の安全な状態の確保)

第五条 風車は、次の各号の場合に安全かつ自動的に停止するような措置を講じなければならない。

- 一 回転速度が著しく上昇した場合
 - 二 風車の制御装置の機能が著しく低下した場合
- 2 発電用風力設備が一般用電気工作物又は小規模事業用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「安全かつ自動的に停止するような措置」とあるのは「安全な状態を確保するような措置」と読み替えて適用するものとする。
- 3 最高部の地表からの高さが二十メートルを超える発電用風力設備には、雷撃か

ら風車を保護するような措置を講じなければならない。ただし、周囲の状況によって雷撃が風車を損傷するおそれがない場合においては、この限りでない。

[解釈]

【風車の安全な状態の確保】

(省令第5条)

第7条 省令第5条第1項に規定する「安全かつ自動的に停止するような措置」及び同条第2項に規定する「安全な状態を確保するような措置」とは、次の各号に掲げる措置を含むものをいう。

- 一 単一故障（従属要因による多重故障を含む。）が発生した場合においても、風車を制御可能な状態が確保できるような措置
 - 二 常用電源が停電した場合においても、非常用電源の保持等により、風車を制御可能な状態が確保できるような措置
 - 三 調速装置及び非常調速装置が繰り返し作動した場合においても、耐久性を有する適切な材料を調速装置及び非常調速装置に使用することにより、風車を制御可能な状態が確保できるような措置
- 2 省令第5条第1項第一号に規定する「回転速度が著しく上昇した場合」とは、非常調速装置が作動する回転速度に達した場合をいう。
- 3 省令第5条第1項第二号に規定する「風車の制御装置の機能が著しく低下した場合」とは、風車の制御用圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式制御装置の電源電圧が著しく低下した場合をいう。
- 4 省令第5条第2項に規定する「安全な状態」とは、風車の構造に応じて停止又は回転速度の減速その他の措置を行い、人体に危害を及ぼし又は物件に損傷を与えない状態をいい、「安全な状態を確保するような措置」とは、機械的及び電気的な保護機能の双方又は一方を用いて風車を安全な状態に維持することをいう。
- 5 省令第5条第2項において適用する同条第1項第二号に規定する「風車の制御装置の機能が著しく低下した場合」とは、風車の制御用圧油装置の油圧、圧縮空気装置の空気圧又は電動式制御装置の電源電圧が著しく低下した場合その他制御装置の機能が著しく低下した場合をいう。
- 6 省令第5条第3項に規定する「雷撃から風車を保護するような措置」とは、次に掲げる要件の全てを満たすものをいう。
- 一 発電用風力設備を設置する場所の落雷条件を考慮し、次に掲げる地域の区分に応じ、次に定める要件を満たすこと。
 - イ 別図1のA線で囲まれた地域
 - (イ) 風車への雷撃の電荷量を600クーロン以上と想定して設計すること。

- (ロ) 雷撃から風車を保護する効果が高く、かつ、容易に脱落しない適切なレセプターを風車へ取付けること。
- (ハ) 雷撃によって生ずる電流を風車に損傷を与えることなく安全に地中に流すことができる引下げ導体等を施設すること。
- (ニ) 風車への雷撃があった場合に直ちに風車を停止することができるように、非常停止装置等を施設すること。
- ロ 別図2のB線で囲まれた地域
 - (イ) 風車への雷撃の電荷量を300クーロン以上と想定して設計すること。
 - (ロ) イ(ロ)及び(ハ)の要件を満たすこと。
- ハ 別図1のA線及び別図2のB線で囲まれた地域以外の地域
 - (イ) 風車への雷撃の電荷量を150クーロン以上と想定して設計すること。
 - (ロ) イ(ロ)及び(ハ)の要件を満たすこと。
- 二 風車を支持する工作物(船舶安全法(昭和8年法律第11号)第2条第1項の規定の適用を受けるものを除く。)の高さが20メートルを超える部分を雷撃から保護するように、次に掲げる要件の全てを満たす避雷設備を設けること。
 - イ 風車を支持する工作物に被害を及ぼすことなく、雷撃によって生ずる電流を安全に地中に流すことができる雷保護は、日本産業規格 JIS C 1400-24:2014(風車-第24部:雷保護)に適合するものであること。
 - ロ 避雷設備の雨水等により腐食のおそれのある部分にあっては、腐食しにくい材料を用いるか、又は有効な腐食防止のための措置を講じたものであること。
- 7 省令第5条第3項に規定する「周囲の状況によって雷撃が風車を損傷するおそれがない場合」とは、当該風車を保護するように避雷塔、避雷針その他の避雷設備が施設されている場合を含むものをいう。

解説

- ① 省令第5条及び解釈第7条は、風車の強度に影響を及ぼすおそれのある回転速度(非常调速装置が作動する回転速度)に達した場合及び風車の制御装置の機能が著しく低下して風車の制御が不能になるおそれがある場合に風車を安全かつ自動的に停止するような措置を講ずることを規定したものである。この場合、常用電源の停電時においても、非常用電源の保持等により、風車を制御可能な状態が確保されることが必要である。
- ② 省令第5条第3項及び解釈第7条第6項は、最高部の地表からの高さが20メートルを超える場合には、雷撃から風車を保護するため、風車へのレセプターの

取り付けや、避雷鉄塔の設置等の措置を講ずることを規定したものである。この規定は、平成26年4月から建築基準法（昭和25年法律第201号）の適用が除外されることに伴い、従来、建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第129条の14（設置）及び第129条の15（構造）並びに平成12年建設省告示第1425号（雷撃によって生ずる電流を建築物に被害を及ぼすことなく安全に地中に流すことができる避雷設備の構造方法を定める件）に定められていた避雷設備の規定を解釈に盛り込んだものである。建設地が境界付近にある場合等、別図1又は別図2による判断が困難な場合は、上位区域（風車への雷撃の電荷量がより高い区域）にあるものとして、また、行政区域内に境界が位置する場合は行政区域全域が上位区域にあるものとして考える。

なお、発電用風力設備を水域に設置する場合は、省令第5条第3項における「地表」は「水面」と読み替えるものとする。

[省令]

（圧油装置及び圧縮空気装置の危険の防止）

第六条 発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置は、次の各号により施設しなければならない。

- 一 圧油タンク及び空気タンクの材料及び構造は、最高使用圧力に対して十分に耐え、かつ、安全なものであること。
- 二 圧油タンク及び空気タンクは、耐食性を有するものであること。
- 三 圧力が上昇する場合において、当該圧力が最高使用圧力に到達する以前に当該圧力を低下させる機能を有すること。
- 四 圧油タンクの油圧又は空気タンクの空気圧が低下した場合に圧力を自動的に回復させる機能を有すること。
- 五 異常な圧力を早期に検知できる機能を有すること。

[解釈]

【圧油装置及び圧縮空気装置の施設】

（省令第6条）

第8条 電気設備の技術基準の解釈について（平成25年3月14日制定）第40条第2項（第二号ロを除く。）及び第3項の規定は、発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置について準用する。この場合において、同条第2項中「開閉器及び遮断器に使用する圧縮空気装置」とあるのは「発電用風力設備として使用する圧油装置及び圧縮空気装置」と、「空気圧縮機」とあるのは「油ポンプ及び空気圧縮機」と、「空気タンク」とあるのは「圧油タンク及び空気タンク」

と、「圧縮空気を通ずる管」とあるのは「圧油及び圧縮空気を通ずる管」と読み替えるものとする。

解説

省令第6条及び解釈第8条は、風力設備の圧油装置及び圧縮空気装置に係る機械的強度の試験、材料の種類及び許容応力並びに圧力上昇の抑制、規定圧力の確保のための措置及び圧力計の設置について規定したものである。

一般の高圧ガスについては、高圧ガス保安法（昭和26年法律第204号）及び労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）に基づくボイラー及び圧力容器安全規則（昭和47年労働省令第33号）により規制を受けるが、電気事業法（昭和39年法律第170号）に規定する電気工作物内の高圧ガスについて、高圧ガス保安法においては、同法第3条第1項第六号及び同施行令の規定により、電気工作物のうち「発電、変電又は送電のために設置する電気工作物並びに電気の使用のために設置する変圧器、リアクトル、開閉器及び自動しゃ断器であつて、ガスを圧縮、液化その他の方法で処理するもの」は適用除外され、ボイラー及び圧力容器安全規則においては、同規則第125条第1号に基づく電気事業法の適用を受けるボイラー及び圧力容器は、同規則の認可、検査及び報告を要しないこととされている。

なお、解釈の内容については、電気設備の技術基準の解釈（平成25年3月14日20130215商局第4号）第40条第2項（第2号口の規定を除く。）及び第3項の規定を準用しており、詳細についてはそちらを参照されたい。

[省令]

（風車を支持する工作物）

第七条 風車を支持する工作物は、自重、積載荷重、積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃に対して構造上安全でなければならない。

2 発電用風力設備が一般用電気工作物又は小規模事業用電気工作物である場合には、風車を支持する工作物に取扱者以外の者が容易に登ることができないように適切な措置を講じること。

[解釈]

【風車を支持する工作物の構造耐力】

（省令第7条）

第9条 省令第7条第1項に規定する「自重、積載荷重、積雪及び風圧並びに地震その他の振動及び衝撃」とは、風車を支持する工作物に作用する自重、積載荷

重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに風車の運転による振動並びに当該設置場所において通常想定される地震その他自然の要因により風車を支持する工作物に作用する振動及び衝撃（次項において「外力」という。）をいい、洋上に設置する風車においては、波浪荷重、潮流等の水の流れによる荷重、津波荷重、接岸荷重及び温度変化による荷重等を含むものとする。

- 2 省令第7条第1項に規定する「構造上安全」とは、風車を支持する工作物のタワー、基礎及びタワーと基礎との定着部が、工作物に作用する外力に対して安全であることを含むものをいう。
- 3 発電用風力設備であつてその最高部の地表からの高さ（以下「風力設備全体高」という。）が15メートルを超えるものの風車を支持する工作物（船舶安全法第2条第1項の規定の適用を受けるものを除く。以下「特定支持物」という。）について、次条及び第11条に掲げる要件の全てを満たす場合であつて、次に掲げる要件のいずれかに該当するときは、当該特定支持物については、省令第7条第1項に規定する「構造上安全」であるものとみなす。
 - 一 第12条に掲げる要件の全てを満たすものであること。
 - 二 風力設備全体高が60メートル以下の特定支持物であつて、第13条から第15条に掲げる要件の全てを満たすものであること。

【特定支持物の構造等】

（省令第7条）

第10条 特定支持物の構造等に係る要件は、次に掲げるものとする。

- 一 構造上主要な部分は、特定支持物に作用する水平力に耐えるように、釣合良く配置すること。
- 二 構造上主要な部分は、特定支持物に作用する外力に対して座屈を生じないこと。
- 三 構造上主要な部分には、使用上の支障となる変形又は振動が生じないような剛性及び瞬間的破壊が生じないような靱性をもたせること。
- 四 基礎が、タワーに作用する荷重及び外力を安全に地盤に伝え、かつ、地盤の沈下又は変形に対して構造上安全なものであること。
- 五 打撃、圧力又は振動により設けられる基礎ぐいは、それを設ける際に作用する打撃力その他の外力に対して構造上安全なものであること。
- 六 タワー頂部のフランジ、タワーに設ける開口部及び構造上主要な部分の高力ボルトについて、特定支持物に作用する外力により生じる応力が当該部材の許容応力度を超えないこと。
- 七 タワーの溶接部及びボルト接合部が、疲労損傷に対して構造上安全なもので

あること。

八 構造上主要な部分で特に腐食又は摩損のおそれのあるものには、腐食若しくは摩損しにくい材料又は有効なさび止め若しくは摩損防止のための措置をした材料を使用すること。

九 構造上主要な部分に使用する鋼材（炭素鋼に限る。）、コンクリートその他の材料が、平成12年建設省告示第1446号（建築物の基礎、主要構造部等に使用する建築材料並びにこれらの建築材料が適合すべき日本産業規格又は日本農林規格及び品質に関する技術的基準を定める件）別表第一（い）欄に掲げる材料の区分に応じそれぞれ同表（ろ）欄に掲げる日本産業規格に適合するもの（許容応力度及び材料強度の基準強度（溶接部の基準強度を含む。）が指定されているものに限る。）、建築基準法（昭和25年法律第201号）第37条第二号の規定に基づき国土交通大臣の認定を受けたもの又はこれらに準ずる安全上の品質を備えたものとして経済産業省電力安全課長の確認を受けたものであること。

【特定支持物の基礎】

（省令第7条）

第11条 特定支持物の基礎に係る要件は、次に掲げるものとする。

- 一 鉄筋コンクリート造に使用するコンクリートの材料は、次に掲げる要件の全てを満たすものであること。
 - イ 骨材、水及び混和材料は、鉄筋をさびさせ、又はコンクリートの凝結及び硬化を妨げるような酸、塩、有機物又は泥土を含まないこと。
 - ロ 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。
 - ハ 骨材は、適切な粒度及び粒形のもので、かつ、当該コンクリートに必要な強度、耐久性及び耐火性が得られるものであること。
- 二 鉄筋コンクリート造に使用するコンクリートの強度は、次に掲げる要件の全てを満たすものであること。
 - イ 四週圧縮強度は、1平方ミリメートルにつき12ニュートン（軽量骨材を使用する場合には、9ニュートン）以上であること。
 - ロ 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。）との関係において、昭和56年建設省告示第1102号（安全上必要なコンクリートの強度の基準を定める等の件）第一に適合するものであること。
- 三 前号に規定するコンクリートの強度を求める場合においては、昭和56年建設省告示第1102号第二に規定する強度試験によること。
- 四 コンクリートは、打上りが均質で密実になり、かつ、必要な強度が得られる

ようにその調合を定めること。

五 コンクリート打込み中及び打込み後 5 日間は、コンクリートの温度が 2 度を下らないようにし、かつ、乾燥、震動等によってコンクリートの凝結及び硬化が妨げられないように養生すること。ただし、コンクリートの凝結及び硬化を促進するための特別の措置を講ずる場合においては、この限りでない。

六 鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さは、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すること。

七 前号の規定は、水、空気、酸又は塩による鉄筋の腐食を防止し、かつ、鉄筋とコンクリートとを有効に付着させることにより、同号に規定するかぶり厚さとした場合と同等以上の耐久性及び強度を有するものとして、平成 13 年国土交通省告示第 1372 号（建築基準法施行令第七十九条第一項の規定を適用しない鉄筋コンクリート造の部材及び同令第七十九条の三第一項の規定を適用しない鉄骨鉄筋コンクリート造の部材の構造方法を定める件）第 1 項第二号及び第三号に規定する構造方法を用いる部材については、適用しない。この場合において、同告示第 1 項第三号中「令第百三十八条第一項第二号に掲げるもの」とあるのは、「特定支持物」と読み替えるものとする。

八 特定支持物の支持地盤は、特定支持物の安定に必要な強度を有すること。

九 特定支持物の基礎は、転倒及び滑動を起こさず、かつ剛体であること。

【特定支持物に係る構造計算】

（省令第 7 条）

第 12 条 特定支持物の構造計算に係る要件は、次に掲げるものとする。ただし、次条から第 15 条に掲げる要件の全てを満たす場合はこの限りではない。

一 特定支持物の各部分の固定荷重及び積載荷重その他の実況に応じた荷重及び外力（次号ロただし書の規定により定める積雪荷重を含む。）によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。

二 次に掲げる方法により計算した特定支持物に作用する積雪荷重によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。

イ 積雪荷重は、積雪の単位荷重に風車の水平投影面積及びその地方における垂直積雪量を乗じて計算すること。

ロ イに規定する積雪の単位荷重は、積雪量 1 センチメートルごとに 1 平方メートルにつき 20 ニュートン以上とすること。ただし、建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）第 86 条第 2 項ただし書の規定に基づき、特定行政庁（建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）第 2 条第三十五号に規定する特定行政庁をいう。以下同じ。）が多雪区域を指定し、その区域につきこれと異なる定めをした場合、その定めるところによる。

ハ イに規定する垂直積雪量は、平成12年建設省告示第1455号（多雪区域を指定する基準及び垂直積雪量を定める基準を定める件）第二の規定に基づいて特定行政庁が規則で定める数値とすること。

ニ イからハの規定にかかわらず、特別な調査又は研究により当該特定支持物の存する区域における50年再現期待値（年超過確率が2パーセントに相当する値をいう。）を求めた場合においては、積雪荷重を当該値とすることができる。

ホ イからニまでに規定する構造計算は、融雪装置その他積雪荷重を軽減するための措置を講じた場合には、その効果を考慮して積雪荷重を低減して行うことができる。この場合において、その出入口又はその他の見やすい場所に、その軽減の実況その他必要な事項を表示すること。

三 地上10メートルにおける平均風速が次の式に従って地表面粗度区分を考慮して求めた数値以上である暴風によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。この場合において、水平面内での風向と直交する方向及びねじれ方向の特定支持物の振動並びにタワー頂部においては鉛直方向の振動を適切に考慮すること。

$$q = 0.6 E V_0^2$$

（この式において、 q 、 E 及び V_0 は、それぞれ次の数値を表すものとする。

q 速度圧（単位 1平方メートルにつきニュートン）

E 別表第1より算出した数値

V_0 平成12年建設省告示第1454号（ E の数値を算出する方法並びに V_0 及び風力係数の数値を定める件）第二の表に掲げる風速（単位 メートル毎秒））

四 洋上に設置する風車においては、台風及び季節風を考慮した再現期間50年の設計風速によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。この場合において、台風はモンテカルロシミュレーション法を用いて、季節風はMCP法を用いて算定することができる。

五 次に定める方法による構造計算を行い、別表第2に規定する稀に発生する地震動によって特定支持物の構造上主要な部分が損傷しないことを、また、別表第2に規定する極めて稀に発生する地震動によって特定支持物が倒壊、崩壊等しないことを、運動方程式に基づき確かめること。

イ 特定支持物に水平方向に作用する地震動は、次に掲げる要件の全てを満たすこと。ただし、敷地の周辺における断層、震源からの距離その他地震動に対する影響及び特定支持物への効果を適切に考慮して定める場合においては、この限りでない。

(イ) 解放工学的基盤（表層地盤による影響を受けないものとした工学的基

盤（地下深所にあつて十分な層厚と剛性を有し、せん断波速度が約 400メートル毎秒以上の地盤をいう。）における加速度応答スペクトル（地震時に特定支持物に生ずる加速度の周期ごとの特性を表す曲線をいい、減衰定数 5 パーセントに対するものとする。）を別表第 2 に規定する数値に適合するものとし、表層地盤による増幅を適切に考慮すること。

（ロ） 開始から終了までの継続時間を 60 秒以上とすること。

（ハ） 適切な時間の間隔で地震動の数値（加速度、速度若しくは変位又はこれらの組み合わせ）が明らかにされていること。

（ニ） 特定支持物が地震動に対して構造上安全であることを検証するために必要な個数以上であること。

ロ 特定支持物の規模及び形態に応じた上下方向の地震動、当該地震動に直交する方向の水平動、地震動の位相差及び鉛直方向の荷重に対する水平方向の変形の影響等を適切に考慮すること。

六 洋上に設置する風車においては、次に掲げる要件を満たすこと。

イ 港湾の施設の技術上の基準を定める省令（平成 19 年国土交通省令第 15 号）に基づき港湾の施設の技術上の基準で規定されるレベル 1 地震動によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。また、必要に応じて、同基準で規定されるレベル 2 地震動によって、特定支持物が倒壊、崩壊等しないことを確かめること。

ロ 適切に潮位を設定した上で、波浪荷重によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。

ハ 潮流等の水の流れによる荷重によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。

ニ 洋上風力発電設備等への接岸を前提とした作業船などの船舶を対象とした接岸荷重によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。

ホ 温度変化による荷重によって、特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。

へ 海氷あるいは着氷が発生すると予測されるサイトに設置する場合は、海氷あるいは着氷による荷重によって特定支持物の構造上主要な部分に損傷を生じないことを確かめること。

ト 各地方自治体の海岸保全基本計画等で設定されている設計津波を基に設定した津波荷重によって、特定支持物が倒壊、崩壊等しないことを確かめること。

七 第二号から前号までに規定する構造計算を行うに当たり、第一号に規定する荷重及び外力を適切に考慮すること。

- 2 前項各号の構造計算及び確認を行うに当たっては、構造上主要な部分の断面に生ずる長期、短期及び極めて稀に発生する地震時の各応力度を別表第3に掲げる式によって計算すること。
- 3 第1項各号の構造計算及び確認を行うに当たっては、次に掲げる許容応力度、許容せん断応力度及び材料強度を用いること。
- 一 鋼材等の許容応力度は、建築基準法施行令第90条の表一又は表二に掲げる値。ただし、高強度鉄筋（SD490）の許容応力度は、平成13年国土交通省告示第1024号（特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件）第一第六号の表に掲げる値とする。
 - 二 コンクリートの許容応力度は、建築基準法施行令第91条の表に掲げる値。ただし、異形鉄筋を用いた付着について、平成12年建設省告示第1450号（コンクリートの付着、引張り及びせん断に対する許容応力度及び材料強度を定める件）第一又は第二の表に掲げる値によることができる。
 - 三 前号に規定するコンクリートの許容応力度を計算するに当たり、特定行政庁がその地方の気候、骨材の性状等に応じて規則で設計基準強度の上限の数値を定めた場合において、設計基準強度が、その数値を超えるときは、建築基準法施行令第91条の表の適用に関しては、その数値を設計基準強度とする。
 - 四 コンクリートの支圧の許容応力度は、別表第4に掲げる値
 - 五 溶接継目ののど断面に対する許容応力度は、建築基準法施行令第92条の表に掲げる値
 - 六 高力ボルト摩擦接合部の高力ボルトの軸断面に対する許容せん断応力度は、建築基準法施行令第92条の2第1項の表に掲げる値
 - 七 高力ボルトが引張力とせん断力とを同時に受けるときの高力ボルト摩擦接合部の高力ボルトの軸断面に対する許容せん断応力度は、前項の規定にかかわらず、建築基準法施行令第92条の2第2項の式により計算した値
 - 八 地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力は、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を定める件）に定める方法によって、地盤調査を行い、その結果に基づいて定めた値。ただし、建築基準法施行令第93条の表に掲げる地盤の許容応力度については、地盤の種類に応じて、それぞれ同表の値によることができる。
 - 九 構造上主要な部分の材料の長期に生ずる力に対する許容応力度及び短期に生ずる力に対する許容応力度は、材料の種類及び品質に応じ、平成12年建設省告示第2466号（高力ボルトの基準張力、引張接合部の引張りの許容応力度及び材料強度の基準強度を定める件）第二第一号の表に掲げる値及び平成13

年国土交通省告示第1024号第一第三号の各表に掲げる値

十 鋼材等の材料強度は、建築基準法施行令第96条の表一及び表二に掲げる値。ただし、高強度鉄筋（SD490）の材料強度は、平成13年国土交通省告示第1024号第二第五号の表に掲げる値とする。

十一 コンクリートの材料強度は、建築基準法施行令第97条の表に掲げる値

十二 溶接継目ののど断面に対する材料強度は、建築基準法施行令第98条の表に掲げる値

十三 鋼材等の支圧及び鋼材等の圧縮材の座屈の材料強度は、平成13年国土交通省告示第1024号第二第三号の各表に掲げる値

十四 前各号の規定にかかわらず、国土交通大臣の認定を受けた材料については国土交通大臣が指定する値を、経済産業省電力安全課長の確認を受けた材料については経済産業省電力安全課長の指定する値を用いること。

【風力設備全体高が60メートル以下の特定支持物に係る構造計算】

(省令第7条)

第13条 特定支持物（風力設備全体高が60メートル以下の場合に限る。以下この条から第15条までにおいて同じ。）の構造計算に係る要件は、次に掲げるものとする。

一 次に規定する荷重及び外力によって特定支持物の構造上主要な部分に生ずる力を、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）第二に定める方法により計算すること。

イ 特定支持物の各部の固定荷重及び積載荷重は、当該特定支持物の実況に応じて計算すること。

ロ 積雪荷重は、前条第1項第二号に定める計算によること。

ハ 風圧荷重は、前条第1項第四号に規定する式により計算した速度圧に、平成12年建設省告示第1454号第三第1項の図7及び表9並びに第2項により、又は風洞試験により算出した風力係数を乗じて計算すること。なお、必要に応じ、風向と直角方向に作用する風圧荷重を計算すること。

ニ 特定支持物の地震力に関する構造計算は、次に定めるところによること。ただし、特定支持物の規模又は構造形式に基づき振動特性を考慮し、実況に応じた地震力を計算して構造上安全であることが確かめられた場合にあつては、この限りでない。

(イ) 特定支持物の地上部分の各部分の高さに応じ、それぞれ下式によって計算した地震力により生ずる曲げモーメント及びせん断力に対して構造上安全であることを確かめること。

$$M= 0.4 h C_s i W$$

$$Q = C_{si} W$$

(この式において、M、Q、h、C_{si}及びWは、それぞれ次の数値を表すものとする。

M 地震力により生ずる曲げモーメント (単位 ニュートンメートル)

Q 地震力により生ずるせん断力 (単位 ニュートン)

h、C_{si}及びWはそれぞれ別表第5に規定するh、C_{si}及びWの値)

- (ロ) 特定支持物の地下部分は、地下部分に作用する地震力により生ずる力及び地上部分から伝えられる地震力により生ずる力に対して構造上安全であることを確かめること。この場合において、地下部分に作用する地震力は、特定支持物の地下部分の固定荷重と積載荷重との和に次の式に適合する水平震度を乗じて計算するものとする。ただし、特定支持物の規模や構造形式に基づき振動特性を考慮し、実況に応じた地震力を計算できる場合においては、当該荷重とすることができる。

$$k \geq 0.1 (1 - (H / 40)) Z$$

(この式において、k、H及びZは、それぞれ次の数値を表すものとする。

k 水平震度

H 特定支持物の地下部分の各部分の地盤面からの深さ (20 を超えるときは20 とする。) (単位 メートル)

Z 昭和55年建設省告示第1793号 (Zの数値、R_t及びA_iを算出する方法並びに地盤が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準を定める件) に規定するZの数値)

- 二 前号の構造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別表第3に掲げる式 (極めて稀に発生する地震時を除く。) によって計算すること。
- 三 第一号の構造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、それぞれ前条第3項第一号から第九号まで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。

【風力設備全体高が60メートル以下の特定支持物の構造上主要な部分】

(省令第7条)

第14条 特定支持物 (鉄骨造のものに限る。以下この条において同じ。) の構造上主要な部分に係る要件は、次に掲げるものとする。

- 一 特定支持物の構造上主要な部分の材料は、炭素鋼とすること。
- 二 特定支持物の構造上主要な部分である鋼材の圧縮材 (圧縮力を負担する部材をいう。) の有効細長比は、柱にあっては200以下、柱以外のものにあっては

250 以下とすること。

三 特定支持物の構造上主要な部分である柱の脚部は、平成12年建設省告示第1456号（鉄骨造の柱の脚部を基礎に緊結する構造方法の基準を定める件）に従ったアンカーボルトによる緊結その他の構造方法により基礎に緊結すること。

四 特定支持物の構造上主要な部分である鋼材の接合は、高力ボルト接合又は溶接接合とすること。

五 特定支持物の構造上主要な部分である継手又は仕口の構造は、平成12年建設省告示第1464号（鉄骨造の継手又は仕口の構造方法を定める件）に定める構造方法を用いること。

六 高力ボルト又はボルトの相互間の中心距離は、その径の2.5倍以上とすること。

七 高力ボルト孔の径は、高力ボルトの径より2ミリメートルを超えて大きくしてはならないこと。ただし、高力ボルトの径が27ミリメートル以上であり、かつ、構造上支障がない場合においては、高力ボルト孔の径を高力ボルトの径より3ミリメートルまで大きくすることができる。

八 ボルト孔の径は、ボルトの径より1ミリメートルを超えて大きくしてはならないこと。ただし、ボルトの径が20ミリメートル以上であり、かつ、構造上支障がない場合においては、ボルト孔の径をボルトの径より1.5ミリメートルまで大きくすることができる。

【風力設備全体高が60メートル以下の特定支持物の基礎】

（省令第7条）

第15条 特定支持物の基礎に係る要件は、次に掲げるものとする。

一 特定支持物の基礎について、次に定める方法による構造計算を行い、構造上安全であることを確かめること。

イ 特定支持物、敷地、地盤その他の基礎に影響を与えるものの実況に応じて、土圧、水圧その他の荷重及び外力を採用し、第11条第一号から第三号までに定める構造計算を行うこと。

ロ 前号の構造計算を行うに当たり、自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して特定支持物又は特定支持物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことを確かめること。

二 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、柱及びはり（基礎ばりを除く。）の出すみ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。

三 主筋の継手の重ね長さは、継手を構造部材における引張力の最も小さい部分に設ける場合にあつては、主筋の径（径の異なる主筋をつなぐ場合にあつては、細い主筋の径。以下この条において同じ。）の25倍以上とし、継手を引張り力の最も小さい部分以外の部分に設ける場合にあつては、主筋の径の40倍以上とすること。ただし、平成12年建設省告示第1463号（鉄筋の継手の構造方法を定める件）に定める構造方法を用いる継手にあつては、この限りでない。

四 軽量骨材を使用する鉄筋コンクリート造について前号の規定を適用する場合には、これらの号中「25倍」とあるのは「30倍」と、「40倍」とあるのは「50倍」とすること。

（省令第7条）

第16条 第9条第3項の規定にかかわらず、特定支持物は、建築基準法の工作物に適用される同法に基づく構造強度に係る各規定に適合するものであること。

2 風車を支持する工作物（船舶安全法第2条第1項の規定の適用を受けるものに限る。）は、同項の規定に適合するものであること。

【風車を支持する工作物の施設制限】

（省令第7条）

第17条 風車を支持する工作物は、支線を用いてその強度を分担させないこと。

2 発電用風力設備が一般用電気工作物又は小規模事業用電気工作物である場合には、前項の規定は適用しない。

解説

① 省令第7条及び解釈第9条から第15条は、風車を支持する工作物を構造上安全に施設すること及び構造耐力等の要件を規定したものである。

ここで言う「施設する」とは、設計及び施工要件に加え、設計時の要求性能を経年時まで維持することも含まれる。その為、継続的に保守管理を行うことにより、風車を支持する工作物の健全性を確認することが必要である。

また、解釈第10条及び解釈第12条から第14条で言う「構造上主要な部分」はタワー（接合部及び基礎への定着部を含む）、基礎及び基礎ぐいで、発電用風力設備の自重若しくは積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧若しくは水圧又は地震その他の震動若しくは衝撃を支えるものをいう。

解釈第9条は風車を支持する工作物に作用する自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧による荷重の他、風車の運転による振動並びに当該設置場所において通常想定される地震その他の自然の要因により風車を支持する工作物に作

用する振動及び衝撃に対して、構造上安全であることを規定したものである。風車を支持する工作物は重量が大きいブレードやナセルが上部に積載されることを踏まえ、風車の回転による共振に対し、また、海岸付近及び洋上に設置される場合は、波、海の流れ、水位、海氷、海洋付着生物、洗掘等による振動や衝撃に対し、風車を支持する工作物を構成するタワー、基礎及びタワーと基礎との定着部が、それぞれ安全であることを規定したものである。

解釈第9条第2項では、「タワーと基礎との定着部が工作物に作用する外力に対して安全であることを含む」と規定しており、この場合、アンカーボルト締め付け力及び特定支持物基部に作用する荷重等を考慮して、特定支持物と基礎間の定着部に用いるグラウト強度を設定することが必要である。

解釈第9条第3項は特定支持物についての規定である。従来、高さ15mを超える風車を支持する工作物（特定支持物）であって陸上に設置されるものや洋上着床式のものについては、建築基準法及びこれに基づく政令等の規定による規制に基づく工作物としての規制を受けていたが、平成26年4月から、発電用風力設備には建築基準法の規定が適用されなくなっている。このため、従来と同等の安全性を確保するべく、特定支持物に対し適用されていた建築基準法第88条で準用される各規定（主に建築基準法施行令第140条に規定する同第138条第1項第二号に掲げる高さ15mを超える鉄柱に対する規定）の実質的な内容を解釈第10条から第15条に規定したものである。特に建築基準法施行令第139条第3項及び第4項を踏まえ、解釈第12条においては高さ60mを超える特定支持物に対する規定を、解釈第13条から第15条においては、高さ15mを超え60m未満の特定支持物に対して規定しており、いずれかに該当すれば、省令第7条の構造上安全であるとみなしている。

また、建築基準法に基づく特定支持物に対する構造強度に係る基準を満足する民間規格である土木学会「風力発電設備支持物構造設計指針・同解説」（2010年版）（以下「土木学会指針」という。）の規定についても取り込むこととしている。土木学会指針に基づき適切に施設される一般的なものについては、構造上安全であると見なせると考えるが、洋上に施設するものや、特殊な材料を使用する場合など、土木学会指針に基づかない発電用風力設備については、特殊な設備として十分な安全上の検討が必要である。

また、風車を支持する工作物の設計供用期間は設計者と事業者が協議して定めるべきものであり、当該期間において十分な安全性が確保されることが必要である。通常、設計供用期間は20年とするのが一般的である。

- ② 解釈第10条は、建築基準法施行令第36条の3（構造設計の原則）、同第37条（構造部材の耐久）及び同第38条（基礎）並びに平成12年建設省告示第1

347号の規定を取り込んだものであり、特定支持物についての構造設計の原則について規定している。第四号は洋上に風車を設置する場合においては洗掘等による海底面の変形の影響に対する検討を含むものとする。第六号及び第七号では、土木学会指針を基に、特定支持物におけるタワー頂部のフランジ、タワーの開口部、溶接部及びボルト接合部の構造上の安全性について規定している。特定支持物（タワー）の構造計算に係るアンカーボルトおよびフランジ継手について、過去に安全性が確認済みの評価手法に関する情報を別紙に示す。第八号は腐食及び摩損に関する規定であり、洋上に風車を設置する場合においては厳しい腐食環境下にあるため、環境条件、耐用年数、経済性、施工性等を考慮して対策を講じ、適切な材料を選定することが必要である。第九号は、建築基準法第37条（建築材料の品質）及び平成12年建設省告示第1446号の規定を取り込み、特定支持物に使用する材料について規定したものである。平成12年建設省告示第1446号の別表第一（い）欄に掲げる材料の区分に応じそれぞれ同表（ろ）欄に掲げる日本産業規格に規定される種類の記号と適用厚さ毎に許容応力度及び材料強度の基準強度（溶接部の基準強度を含む。）が指定されているもの、建築基準法第37条第二号の規定に基づき国土交通大臣による認定を受けた材料のうち、風力発電設備用や建築材料として使用用途が限定されていないもの、日本産業規格に適合する材料と同等以上の機械的性質や化学成分その他の品質を有している材料として、経済産業省電力安全課長の確認を受けたもの又は建築基準法第37条第二号の規定に基づき国土交通大臣による認定を受けた材料であって風力発電設備用や建築材料として用途が限定されているものについては、その用途の範囲内で使用する場合は、省令第7条に適合するものとみなされる。日本産業規格以外の規格に基づく材料など、これらの材料以外の材料を使用する場合や日本産業規格に適合する材料であるが基準強度が定められていない材料を使用する場合は、その使用の前に経済産業省電力安全課長の確認を受ける必要がある。

なお、特定支持物の設計において必要な許容応力度の基準強度は、平成12年建設省告示第2464号により定められている材料はその値を用いてよい。

- ③ 解釈第11条は、建築基準法施行令第72条（コンクリートの材料）、同第73条（鉄筋の継手及び定着）、同第74条（コンクリートの強度）、同第75条（コンクリートの養生）、同第79条（鉄筋のかぶり厚さ）及び昭和56年建設省告示第1102号（建築基準法施行令第七十四条第一項第二号の規定に基づく設計基準強度との関係において安全上必要なコンクリートの強度の基準及び同条第二項の規定に基づくコンクリートの強度試験）並びに平成13年国土交通省告示第1372号（建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第79条第1項の規定を適用しない鉄筋コンクリート造の部材及び同令第79条の3第1項の規定を

適用しない鉄骨鉄筋コンクリート造の部材の構造方法を定める件）の規定を取り込んだものであり、特定支持物の基礎に用いるコンクリートについて規定している。また、第八号及び第九号は、土木学会指針の規定を基に、特定支持物基礎の構造上の安全性について規定したものである。

また、地盤調査については解釈第11条第1項第八号及び同項第九号において要求される支持地盤の強度の根拠として求められることから、必要に応じて地盤調査により以下の諸特性を確認することとする。

- ・地盤の構成や層序：基盤深度、層厚等
- ・物理特性：単位体積重量、含水比、土粒子の密度、粒度、コンシステンシー等
- ・力学特性：強度パラメータ（一軸圧縮強さ、せん断強さ、せん断抵抗角、粘着力）、孔内水平載荷試験により得られる変形係数、圧密特性（圧縮指数、圧密係数、体積圧縮係数、透水係数、過圧密比）等
- ・液状化特性：N値、地下水位、細粒分含有率等

陸上風力発電設備においては原則として全設置位置において標準貫入試験を実施することとする。また、洋上風力発電設備においてはCPT試験による調査を標準貫入試験その他のボーリングを伴う調査に代用できる。ここで、標準貫入試験その他のボーリングを伴う調査の実施箇所数は発電設備の基数、予備調査等から得られた地盤情報に応じて設定することとする。なお、CPT試験の結果は標準貫入試験その他のボーリングを伴う調査によりキャリブレーションを実施すること。

- ④ 解釈第12条は、平成12年建設省告示第1461号の規定を基礎とし、建築基準法施行令第86条（積雪荷重）、同第87条（風圧力）、同第90条（鋼材等）、同第91条（コンクリート）、同第92条（溶接）、同第92条の2（高力ボルト接合）、同第93条（地盤及び基礎ぐい）、同第94条（補則）、同第96条（鋼材等）、同第97条（コンクリート）、同第98条（溶接）及び同第99条（補則）、平成12年建設省告示第1454号、平成12年建設省告示第1455号、平成12年建設省告示第2466号、平成13年国土交通省告示第1024号（特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件）及び平成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を定める件）の規定を取り込み、高さ60mを超える特定支持物の構造安全性について規定したものである。また、第1項第三号に規定する風圧荷重におけるガスト影響係数については、土木学会指針の簡便法に基づく値を用いることとしている。日本のような混合気候では熱帯低気圧（台風）及び

季節風が強風の成因となり得るため、両者を独立の事象として捉えた上で極値風速（再現期間50年の設計風速）を評価する必要がある。具体的には、熱帯低気圧（台風）はモンテカルロシミュレーション法を用いて、台風による年最大風速の非超過確率分布を算出し、季節風はMCP法（Measure-Correlate-Predict法：気象官署の観測データ等を用いて対象地点の風速を予測する方法）又は気象シミュレーションを用いて、季節風による年最大風速の非超過確率分布を算出する。続いて、両者の確率分布を乗じることで、台風と季節風を考慮した年最大風速の非超過確率分布、すなわち混合非超過確率分布を算出する。この非超過確率が $1-1/50=0.98$ となる風速が再現期間50年の設計風速である。

（参考資料）

日本産業規格 C 1400-1：風車-第1部：設計要件 付属書 J A

International Electrotechnical Commission, IEC 61400-1 Wind energy generation systems-Part1:Design requirements 付属書 F及びJ

なお、特定支持物（タワー）の設計について、過去に安全性が確認された評価手法に関する情報を別紙に示す。

また、特定支持物の建設地の周囲（風力設備全体高を半径とした範囲）に、居住を供する建築物又は建築物の部分がある場合など、当該特定支持物の倒壊あるいは崩壊により人命に対して危険が生じるおそれがある場合は、極めて稀に発生する暴風（基準風速 V_0 (m/s) を1.25倍した風速による風荷重）に対する検討が必要となる。

第1項第五号に規定する地震動は、稀に発生するもの及び極めて稀に発生するものに対し構造上安全であることを確かめることが必要である。この場合、位相特性の異なるスペクトル適合波を3波以上、さらに既往観測波3波を用いることが一般的である。

第1項第四号及び第五号の構造計算に当たり、解放工学的基盤の設定及び表層地盤による増幅を考慮する際には、地盤調査により以下の諸特性を確認することとする。

- ・地盤の構成や層序：基盤深度、層厚、弾性波速度等
- ・物理特性：単位体積重量、含水比、土粒子の密度、粒度、コンシステンシー等
- ・動的変形特性：せん断弾性係数と減衰係数のひずみ依存性等
- ・液状化特性：N値、地下水位、細粒分含有率等

また、洋上風力発電設備に関しては、以下の項目について合わせて実施することとする。

- ・予備調査：既往文献、過去の深淺測量や地質調査等の資料から、海底地形、

地質および断層の有無等を調査すること。

- 海底地形調査：深浅測量、サイドスキャンソナー探査等を行い、設置位置の水深および海底面の起伏等を調査すること。
- 物理探査：音波探査、磁気探査等を行い、岩礁、魚礁、定置網、機雷または不発弾等の残存危険物及び水中文化遺産（水中遺跡）等の有無を確認すること。
- 地盤ボーリングおよびサンプリング：風車の全設置位置において地盤ボーリングおよびサンプリングを実施することを原則とし、原位置試験と室内試験により地盤構成、地盤物性（物理特性および力学的特性）を把握すること。地盤の構造及び土質性状が類似すると判断される場合は、標準貫入試験その他のボーリングを伴う調査結果を複数の設置位置に適用してよい。また、音波探査や微動アレイ探査等を併用する場合には、ボーリング調査の結果と比較し、探査精度の検証およびキャリブレーションを実施すること。
- 原位置試験：風車の全設置位置において標準貫入試験（SPT）またはコーン貫入試験（CPT）等を実施すること。

第1項第六号は洋上に設置する風車において考慮すべき荷重について規定したものである。ここで、第1項第六号イに規定する港湾レベル2地震動は、港湾における耐震強化施設の利用等に支障を及ぼす可能性のある地点に洋上風力発電設備を設置する場合に限り考慮するものとする。また、第1項第六号ロに規定する波浪荷重については、海中生物付着により部材が波力を受ける面積、体積が見掛け上大きくなるため、部材寸法に生物付着の厚みを考慮することとする。なお、洋上に風車を設置する場合は、「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説」（以下「統一的解説」という。）を参照すること。

第2項は、土木学会指針、IEC61400-1、IEC61400-3-1及びIEC61400-6を基に、解釈第9条第1項に掲げる荷重及び外力の組合せには、風車部分の発電時荷重を考慮する旨を規定している。

別表第3に示した地震時の組み合わせ荷重として考慮すべき風荷重は、IEC61400-1に示される a)、b)、c)の3つの荷重のうち最大の荷重とし、地震荷重 K 及び K' に含まれるものとする。また、洋上に設置する風車において考慮すべき荷重の組合せについては統一的解説を参照すること。

- ⑤ 解釈第13条から第15条は、平成12年建設省告示第1449号の規定を基礎とし、解釈第13条では建築基準法施行令第82条（保有水平耐力計算）、同第84条（固定荷重）、同第85条（積載荷重）、昭和55年建設省告示第1793号及び平成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)の構造計算に係る規定を、解釈第14条では、同第64条(材料)から同第68条(高力ボルト、ボルト及びリベット)まで、平成12年建設省告示第1456号及び平成12年建設省告示第1464号の鉄骨造に関する構造上主要な部分に係る規定を、解釈第15条では、建築基準法施行令第38条(基礎)、同第73条(鉄筋の継手及び定着)及び平成12年建設省告示第1463号の基礎に係る規定を取り込み、高さ15メートルを超え60メートル以下の特定支持物の構造上の安全性について規定したものである。なお、解釈第13条第二号に規定する「長期及び短期の各応力度」については、土木学会指針の規定を踏まえ、長期荷重時には「発電時の平均風荷重の最大値」を、短期荷重時には「発電時のピーク風荷重の最大値」を考慮する必要がある。

⑥ 解釈第16条第1項は、解釈第9条第3項の規定にかかわらず、特定支持物は建築基準法の工作物に適用される構造強度に係る各規定に適合することを規定している。解釈第10条から第15条は、現在施設されている特定支持物に対して実際に適用されている建築基準法の規定を取り込んだものであるが、木造等、新たに解釈第10条から第15条の規定に該当しない特定支持物が施設される場合にも建築基準法の工作物に適用される各規定に適合することが必要である。また、解釈第16条第2項については、風車を支持する工作物のうち、浮体式のものについては、船舶安全法の適用を受けることから、同法の規定に適合することが必要である旨を規定したものである。

⑦ 解釈第17条は、風車を支持する工作物の施設制限に関する規定であり、支持物それ自体で十分な強度を有するように設計すべきことを規定したものである。なお、風車の種類によっては、支線を用いる場合も想定されるが、解釈は省令を満たす一例であるので、解釈に拠らなくても、省令に適合していれば問題ないが、その場合には、省令に適合していることを証明する技術的根拠を有している必要がある。

[省令]

(公害等の防止)

第八条 電気設備に関する技術基準を定める省令(平成九年通商産業省令第五十二号)第十九条第十一項及び第十三項の規定は、風力発電所に設置する発電用風力設備について準用する。

2 発電用風力設備が一般用電気工作物又は小規模事業用電気工作物である場合には、前項の規定は、同項中「第十九条第十一項及び第十三項」とあるのは「第十

九条第十三項」と、「風力発電所に設置する発電用風力設備」とあるのは「発電用風力設備」と読み替えて適用するものとする。

解説

発電用風力設備の設置による騒音及び急傾斜地の崩壊の防止について、電気設備に関する技術基準を定める省令を準用して規定したものである。

[解釈]

別表第 1

<p>E の数値は、次の式によって算出するものとする。</p> $E = Er^2 Gf$ <p>この式において、Er 及び Gf は、それぞれ次の数値を表すものとする。</p>	
Er	平成 12 年建設省告示第 1454 号 (E の数値を算出する方法並びに V_0 及び風力係数の数値を定める件) 第一第 2 項により算出した数値
Gf	次の表の地表面粗度区分及びハブ高さ H_h に応じて求めたガスト影響係数。ただし、当該特定支持物の規模又は構造特性及び風圧荷重の変動特性について、風洞試験又は実測の結果に基づき算出する場合にあつては、当該算出によることができる。

地表面 粗度区分	H_h	(1)	(2)	(3)
			20m 以下の場合	20m を超え 80m 未満の場合
I		2.5 - η (2.6 - η)	(1) と (3) とに掲げる 数値を直線的に補間 した数値	1.8 (2.0)
II		2.8 - η (2.9 - η)		2.0 (2.1)
III		3.2 - η (3.4 - η)		2.1 (2.2)
IV		3.8 - η (4.0 - η)		2.3 (2.5)

地表面粗度区分は、平成 12 年建設省告示第 1454 号第一第 2 項の表に定める地表面粗度区分を表すものとする。

表の中 () 内の数値はピッチ制御風車のガスト影響係数を表し、また η は構造減衰比 ζ_s (%) の関数であり、次式により表す。

$$\eta = (\zeta_s - 0.5) / 3$$

(この式において、 ζ_s は、次の数値を表すものとする。

増速機がある風車 ζ_s 0.8%

増速機がない風車 ζ_s 0.5%)

[解釈]

別表第2

周期(秒)	加速度応答スペクトル(単位 メートル毎秒毎秒)	
	稀に発生する地震動	極めて稀に発生する地震動
$T < 0.16$	$(0.64 + 6T)Z$	稀に発生する地震動に対する加速度 応答スペクトルの五倍の数値とす る。
$0.16 \leq T < 0.64$	$1.6Z$	
$0.64 \leq T$	$(1.024 / T)Z$	
この表において、T及びZは、それぞれ特定支持物の周期(単位 秒)並びにその 地方における過去の地震の記録に基づく震害の程度及び地震活動の状況その他地震 の性状に応じて1.0から0.7までの範囲内において、昭和55年建設省告示第17 93号に規定するZの数値を表す。		

[解釈]

別表第3

力の種類	荷重及び外力について想定する状態	一般の場合	第12条に指定する多雪区域における場合	備考
長期に生ずる力	常時	$G + P + T$	$G + P + S + T$	
短期に生ずる力	積雪時	$G + P + R + S$	$G + P + R + S$	
	暴風時	$G + P + \gamma_s \gamma_g W$	$G + P + \gamma_s \gamma_g W$	特定支持物の転倒、柱の引抜き等を検討する場合には、Pについては、特定支持物の実況に応じて積載荷重を減らした数値によるものとする。
			$G + P + 0.35 S + \gamma_s \gamma_g W$	
	発電時	$G + P + T'$	$G + P + T'$	
			$G + P + 0.35 S + T'$	
地震時	$G + P + K$	$G + P + 0.35 S + K$		
極めて稀に発生する地震時に生ずる力		$G + P + K'$	$G + P + 0.35 S + K'$	
<p>この表において、G、P、S、R、T、T'、W、K及びK'は、それぞれ次の力（軸方向力、曲げモーメント、せん断力等をいう。）を表すものとする。</p> <p>多雪区域とは、第12条に指定する区域をいう。</p> <p>G 第12条又は第13条に規定する固定荷重によって生ずる力</p> <p>P 第12条又は第13条に規定する積載荷重によって生ずる力</p> <p>S 第12条又は第13条に規定する積雪荷重によって生ずる力</p> <p>R 定格風速における通常発電中の平均荷重によって生ずる力</p> <p>T 発電時の平均風圧荷重の最大値によって生ずる力</p>				

T' 発電時のピーク風圧荷重の最大値によって生ずる力

W 稀に発生する暴風時の風圧荷重によって生ずる力

K 稀に発生する地震力によって生ずる力（洋上に設置する風車においては、港湾レベル1地震動も対象とする。）

K' 第12条に規定する極めて稀に発生する地震力によって生ずる力（洋上に設置する風車においては、必要に応じて港湾レベル2地震動も対象とする。）

γ_s 荷重係数、暴風時にヨー制御を行わない場合には1.1、暴風時にヨー制御を行う場合には1.35

γ_g 荷重低減係数、土木学会刊 風力発電設備支持物構造設計指針・同解説 [2010年版] の荷重評価式を用いる場合にのみ0.9

IEC61400-1に示される風車故障時、緊急停止時、突風時等における風圧荷重は、それらが暴風時及び発電時の最大風圧荷重を上回る場合には、これらの荷重を短期荷重として照査する。

K（稀に発生する地震力によって生ずる力）及びK'（極めて稀に発生する地震力によって生ずる力）については、IEC61400-1に示される以下の3つの荷重のうち最大の荷重によって生ずる力を考慮することとする。

a) 定格風速における通常発電中の平均荷重

b) 定格風速において決定される緊急停止時の荷重

c) 無風時及びカットアウト風速時のアイドルリングまたは待機状態の荷重

また、洋上に設置する風車においては、地震力と組み合わせる荷重として風荷重の他に波浪、水の流れ、潮位による荷重を考慮し、組み合わせ方法はIEC61400-3-1を参照すること。

[解釈]

別表第4

支圧 (σ_{ba})		
長期	短期	極めて稀に発生する地震時の短期
$\sigma_{ba} = (0.25 + 0.05 A_c / A_b) \times F$ ただし、 $\sigma_{ba} \leq 0.5 F$	長期の1.5倍	長期の2倍
<p>この表において、σ_{ba}、A_c、A_b及びFは、それぞれ次の数値を表すものとする。</p> <p>σ_{ba} コンクリートの許容支圧応力度 (単位 1平方ミリメートルにつきニュートン)</p> <p>A_c 局部荷荷の場合のコンクリート面の全面積 (単位 1平方ミリメートル)</p> <p>A_b 局部荷荷の場合の支圧を受けるコンクリート面の面積 (単位 1平方ミリメートル)</p> <p>F 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)</p>		

[解釈]

別表第5

曲げモーメント (単位 ニュートンメートル)	$0.4 h C_{si} W$
せん断力 (単位 ニュートン)	$C_{si} W$
<p>この表において、h、C_{si} 及び W は、それぞれ次の数値を表すものとする。</p> <p>h 特定支持物等の地盤面からの高さ (単位 メートル)</p> <p>C_{si} 特定支持物等の地上部分の高さ方向の力の分布を表す係数で計算しようとする当該特定支持物等の部分の高さに応じて次の式に適合する数値</p> $C_{si} \geq 0.3 Z (1 - h_i/h)$ <p>この式において、Z 及び h_i は、それぞれ次の数値を表すものとする。</p> <p>Z 昭和55年建設省告示第1793号に規定する Z の数値</p> <p>h_i 特定支持物等の地上部分の各部分の地盤面からの高さ (単位 メートル)</p> <p>W 特定支持物等の地上部分の固定荷重と積載荷重との和 (単位 ニュートン)</p>	

【別紙】

特定支持物（タワー）の構造計算に関して、過去に安全性が確認された評価手法に関する参考情報

- 1) 出力3MW以上の発電用風力設備の支持物であって、鋼製円筒構造の構造減衰比が参考1. に基づき設定されている場合
- 2) アンカーボルトの孔径が参考2. に基づき設計されている場合
- 3) アンカーボルトの構造計算において、参考3. に基づき疲労耐力設計法を適用し、設計ボルト軸力を低減する場合
- 4) フランジ継手の条件として、てこ比 (e/g) が参考4. に基づき設計されている場合
- 5) フランジ継手の構造計算において、参考5. に基づき疲労耐力設計法を適用し、設計ボルト張力を低減する場合

参考1. 出力3MW以上の発電用風力設備の支持物の減衰について

鋼製円筒構造の1次と2次モードの構造減衰比は、式(1)と(2)により求めた値を用いることができる^{[01][02][03]}。それ以外の値を用いる場合に、その妥当性を説明する必要がある。また構造減衰と地盤減衰からなるモデル減衰比は文献4に示す方法により評価することができる。さらにSRモデルを用いた時刻歴応答解析では地盤減衰がダッシュポットとして考慮される^[04]。

$$\zeta_{struc_1}(\%) = \max(2.0e^{-1.3T_1} + 0.15, 0.2) \quad (1)$$

$$\zeta_{struc_2}(\%) = \zeta_{struc_1}(\%) \quad (2)$$

文献

- [01] S. Oh, T. Ishihara, Structural parameter identification of a 2.4MW bottom fixed wind turbine by excitation test using an active mass damper, Wind Energy, 21(11):1232-1238, 2018.
- [02] ISO 4354, Wind actions on structures, 2009.
- [03] IEC61400-6 1st. edition, Wind turbine generator systems Part 6, Tower and foundation design requirements. International Electrotechnical Commission, 2020.
- [04] T. Ishihara, L. Wang, A study of modal damping for offshore wind turbines considering soil properties and foundation types, Wind Energy, 22(12):1760-1778, 2019.

参考2. アンカーボルトの孔径がボルトの呼び径+5mmを超える設計について

アンカーボルトの孔径がボルトの呼び径+5mmを超える場合、以下の①及び②を満足することとする。

- ① アンカーボルトの孔径は、ISO273^[01]で規定されるボルトの呼び径に基づくクリアランス以下とすること。
- ② 高力ボルト接合設計施工ガイドブック^[02]により、ボルト呼び径が24mmを超える場合、すべり耐力を低減する(低減係数:0.85)ことを前提に、孔径はボルト径+8mmが許容されている。このため、サイト条件に基づく最も厳しい荷重状態において、タワー基部に作用するせん断力及びねじれモーメントによる水平力と、ベースプレート下面の摩擦力(抵抗摩擦力)に低減係数0.85を考慮した値を比較し、「水平力/低減係数を考慮した抵抗摩擦力」が1.0未満となることを確認すること。

参照規格・基準

- [01] ISO273 Fasteners - Clearance holes for bolts and screws
- [02] 高力ボルト接合設計施工ガイドブック(日本建築学会, 2003年)

参考3. アンカーボルトの構造計算において疲労等価設計法を適用する設計について
アンカーボルトの設計ボルト張力及び短期許容引張力については、(1) に示す「疲労耐力設計法」の考え方を適用してもよいこととする。ただし、この場合は (2) に示す疲労強度評価に係る要求事項を満足する必要がある。

- (1) 支持物指針^[01] 7.3.2 項にはタワーフランジボルトに対する規定があり、フランジ継手用高力ボルトに対して疲労耐力設計法を採用する場合の短期許容引張力及び設計ボルト張力は、以下に示す式 (7.2) 及び式 (7.3) のとおりに規定されている。また、この場合の極稀地震時許容引張力を式 (7.a) のとおりに定める。

設計風速までの強風を含めた疲労評価を行い、使用期間中にボルトの疲労損傷が生じないことを確認できた場合に、短期許容引張力はボルトねじ部の有効断面積に降伏強度の 0.8 倍を乗じる値とし、式 (7.2) により定める。

$$T_a = 0.80 \cdot \sigma_y \cdot A_e \quad (7.2)$$

ただし、設計ボルト張力は、ボルトねじ部有効断面積に降伏強度の 0.7 倍を乗じる値とし、式 (7.3) により定める。

$$N_0 = 0.70 \cdot \sigma_y \cdot A_e \quad (7.3)$$

極稀地震時のアンカーボルト 1 本あたりの外力による軸方向作用力 T は、極稀地震時許容引張力 T_{ar} 以下でなければならない。

$$T_{ar} = \max(0.80 \cdot \sigma_y \cdot A_e, A_e \cdot F_{by}) \quad (7.a)$$

ここで、

- σ_y : アンカーボルトの降伏強度 [N/mm²]
- A_e : アンカーボルトの有効断面積 [mm²]
- F_{by} : アンカーボルトの基準強度 [N/mm²]、降伏強度と引張強度の 70%のうち小さい方の値で定める。

- (2) 前(1)で示した疲労耐力設計法を採用してアンカーボルトの設計ボルト軸力を設定するにあたり、疲労強度評価に係る要求事項を以下に示す。

1) 疲労強度評価を行うにあたっての原則

- 支持物指針^[01] の 7.4.1 項に従い、疲労損傷度は累積疲労損傷則により求めるものとする。

2) 検討対象項目ごとの要求事項は表 1 のとおりとする。

表 1 疲労強度評価の検討対象項目とその要求事項

検討対象項目	準拠規格・基準	要求事項
アンカーボルト	EN 1993-1-9 ^[02]	1) アンカーボルトの軸力のみを考慮し、曲げを考慮しない場合、S-N 線図としては DC36*を適用すること。*1 2) サイズ効果低減係数：ks を考慮すること。
グラウト ／コンクリート	MC2010 ^[03] (MC1990 ^[04] でも可)	1) 三次元拘束効果の考慮は原則として認めない。*2 2) 疲労強度検討に適用するコンクリート強度は、サイトで採用するコンクリート強度とすること。また、28 日強度の適用を基本とする。

*1：EN 1993-1-9^[02] Table 8.1 の DC50 に対する Requirements の欄を参照。

(加えて、DNVGL-ST-0126^[05] 4.12.3.6 項の Guidance note も参考とする。)

*2：三次元拘束効果を考慮した疲労設計強度を採用する場合は、疲労実験結果などに基づく定量的な検証結果を以ってその妥当性を示すこと。

参照規格・基準

- [01] 風力発電設備支持物構造設計指針・同解説 [2010 年版] (土木学会)
- [02] EN 1993-1-9:2005 Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue
- [03] fib Model Code for Concrete Structures 2010 (CEB-FIP Model Code 2010)
- [04] CEB-FIP Model Code 1990
- [05] DNVGL-ST-0126 Support structures for wind turbines, Edition April 2016

参考 4. フランジ接手のてこ比について

フランジ接手のボルトの引張耐力について、てこ比 (e/g) が 1.25 を超える場合については、文献^[01]による提案式に基づき、この文献で示される適用範囲においてその照査を行うことができる。

文献

- [01] 飛永育男, 石原孟：風車タワーの L 型フランジにおける作用点修正係数の提案, 日本風力学会論文集 第 40 巻第 2 号, 平成 28 年 8 月

参考5. フランジ継手の構造計算において疲労等価設計法を適用する設計について

フランジ継手の短期許容引張力及び設計ボルト張力については、(1) に示す「疲労耐力設計法」の考え方を適用してもよいこととする。ただし、この場合は (2) に示す疲労強度評価に係る要求事項を満足する必要がある。

- (1) 支持物指針^[01] 7.3.2 項にはタワーフランジボルトに対する規定があり、フランジ継手用高力ボルトに対して疲労耐力設計法を採用する場合の短期許容引張力及び設計ボルト張力は、以下に示す式 (7.2) 及び 式 (7.3) のとおりに規定されている。

設計風速までの強風を含めた疲労評価を行い、使用期間中にボルトの疲労損傷が生じないことを確認できた場合に、短期許容引張力はボルトねじ部の有効断面積に降伏強度の 0.8 倍を乗じる値とし、式 (7.2) により定める。

$$T_a = 0.80 \cdot \sigma_y \cdot A_e \quad (7.2)$$

ただし、設計ボルト張力は、ボルトねじ部有効断面積に降伏強度の 0.7 倍を乗じる値とし、式 (7.3) により定める。

$$N_0 = 0.70 \cdot \sigma_y \cdot A_e \quad (7.3)$$

ここで、

- σ_y : アンカーボルトの降伏強度 [N/mm²]
 A_e : アンカーボルトの有効断面積 [mm²]
 F_{by} : アンカーボルトの基準強度 [N/mm²]、降伏強度と引張強度の 70%のうち小さい方の値で定める。

- (2) 前(1)で示した疲労耐力設計法を採用してアンカーボルトの設計ボルト軸力を設定するにあたり、疲労強度評価に係る要求事項を以下に示す。

1) 疲労強度評価を行うにあたっての原則

- 支持物指針^[01] の 7.4.1 項に従い、疲労損傷度は累積疲労損傷則により求めるものとする。

2) 検討対象項目ごとの要求事項は表 1 のとおりとする。

表 1 疲労強度評価の検討対象項目とその要求事項

検討対象項目	準拠規格・基準	要求事項
--------	---------	------

ボルト／ フランジ	EN 1993-1-9 ^[02]	3) アンカーボルトの軸力のみを考慮し、曲げを考慮しない場合、S-N 線図としては DC36* を適用すること。* ¹ 4) サイズ効果低減係数：ks を考慮すること。
--------------	-----------------------------	--

*1 : EN 1993-1-9^[02] Table 8.1 の DC50 に対する Requirements の欄を参照。

(加えて、DNVGL-ST-0126^[05] 4.12.3.6 項の Guidance note も参考とする。)

参照規格・基準

- [01] 風力発電設備支持物構造設計指針・同解説 [2010 年版] (土木学会)
- [02] EN 1993-1-9:2005 Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue
- [03] DNVGL-ST-0126 Support structures for wind turbines, Edition April 2016