

照明ポールの強度計算について

「JIL 1003:2009 照明用ポール強度計算基準」ほか

平山 智良

1. まえがき

道路や公園等に建っている照明ポールは、(社)日本照明器具工業会(現:一社/日本照明工業会)が発行している JIL 1003:2009「照明用ポール強度計算基準」(以下 JIL 1003と記す。)により強度計算が行われているのが一般的です。ここでは、JIL 1003の解説内容を主に、基礎やアンカーボルトの計算方法も含めた照明ポールの強度計算の留意点を記します。

2. JIL 1003の適用範囲

JIL 1003は、高さが14m以下で、鋼製の1本柱を対象としています。そのため、JIL 1003の解説には14mを超えたポールは、建築基準法に準じた設計が必要で、14m以下であっても主柱が複数あるような意匠性を重視した形状のポールや非鉄金属のポールは、荷重条件の適用は可能ですが、応力度の算定は構造解析等を実施して算定する必要がある旨が記載されています。また、JIL 1003の付属書の内容に沿えば、橋梁や高架橋に設置する場合は、車両走行による振動の影響を確認する必要があります。

3. 荷重

構造物に作用する荷重としては

- ①固定荷重：構造物自身の重さなど、構造物が存在する限り永遠にありえる力。
- ②積載荷重(活荷重)：車両や人、器材など構造物に載せる可能性のある可動な力。
- ③積雪荷重：雪の重さによる力。
- ④地震荷重：地震による力
- ⑤風荷重：風による力

があります。照明ポールは比較的軽量で積雪面積も小さく積載される器材も軽量なため、①～④の荷重が⑤風荷重に比べ微小なもので、JIL 1003では、風荷重にて強度計算を行います。(多目的柱は固定荷重も考慮します。)また、設計風速は、 $V_{CR} = 60\text{m/s}$ を採用しており、JIL 1003の解説に記載されている通り、大半の設置場所では建築基準法施行令による速度圧から換算した風速が下まわりますが、一部の地域や離島では、設計風速 $V_{CR} = 60\text{m/s}$ を超える場合があるので注意が必要です。

目安としては平坦で障害物がない地域と想定される地表面粗度区分ⅠまたはⅡに設置する場合は、設計風速(速度圧)の確認をするとよいと思います。また、海峡部橋梁など設置高さが地表面より20mを超える場所に設置する場合も同様に設計風速(速度圧)の確認をするとよいと思います。

4. 応力計算

照明ポールの応力度照査は、荷重が作用した場合にポール各部に作用する力(主に曲げモーメント)から各断面に生じる応力度を計算し、その応力度が材料毎に設定した許容応力度以下であることを確認します。ただし、JIL 1003の算定式は微小な部分の応力度まで考慮していないので、部材が直交して接合する箇所等、部分的に応力度が極端に上昇(応力集中)するような形状や構造の場合は注意が必要です。JIL 1003の解説にも記載されていますが、アームと主柱の接合部には、図-1に示すように約7～8倍の応力が発生する場合があります。また、リブ等で補剛するか応力度の安全率を考慮する必要があります。

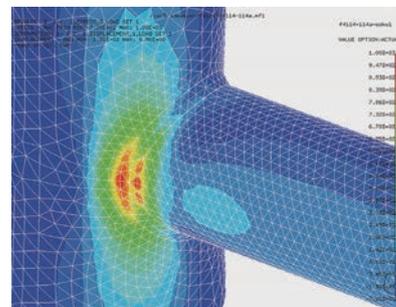


図-1 接合部の解析例
(JIL 1003 解説より)

また、照明ポールは機器を柱内部に収納するため、主柱下部に比較的

大きな開口を設けます。そのため、JIL 1003の算定式では、ねじりによる応力算定時に応力集中の影響を考慮して補正係数(N=1.2)を設けています。JIL 1003の解説によれば、この補正係数は、図-2に示す構造を前提とし実験値と解析値から設定しているため、開口部の構造が異なる場合や開口部比率が13~32%かつ開口部高さが1.7D~4.0Dを満足しない場合は、FEM解析等を実施し応力集中の影響を確認する必要があります。



図-2 補正係数の前提となる構造

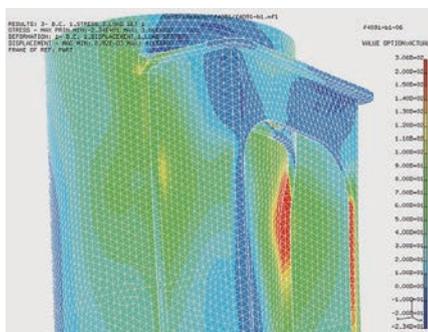


図-3 開口部ねじれ荷重の解析結果例 (JIL 1003 解説より)

5. 基礎計算

照明ポールの基礎計算は、JIL 1003等からポール基部に作用する水平力と曲げモーメントを算定し、建設省土木研究所資料第1035号「ポール基礎の安定計算方法」に基づき算出された表から基礎の根入れ長さを設定するか、基礎を剛体(変形しない)として簡易ケーソンの計算式にて安定計算を行ないます。第1035号

による基礎の安定計算は簡易ケーソンとエンゲルの計算式を組み合わせているため、同条件でも簡易ケーソンの計算式による根入れ長さとは異なる場合があります。

設置場所の状況により必要な値入れ長さを確保できない場合は、基礎の底面積を増やし抵抗力を増して安定を確保します。根入れ長さと基礎幅の比が1/2以下の形状では、直接基礎の計算により安定を照査すると同時に、基礎自体の強度も確認する必要がありますと考えられます。

また、第1035号による基礎の安定計算の値は標準的な砂質土(N値=10)を想定していますので、N値が低い地盤では別途安定計算が必要と考えられます。また、目安としてN値が5以下の軟弱な地盤では、杭基礎など他の基礎構造を検討する必要があります。

6. アンカーボルトの計算

アンカーボルトの照査は、アンカーボルトに作用する引き抜き力に対して、アンカーボルト断面に作用する応力度が許容応力度以下であると同時にアンカーボルトと基礎の接触面に生じる付着力が、それ以上かを確保します。照明ポールの場合、アンカーボルトに丸鋼を使用する場合がありますが、丸鋼の付着力=付着抵抗は表面の摩擦作用のみに依存するのでバラツキが大きく注意が必要です。また、照明ポールに車両等が衝突又は接触し想定以上の荷重が作用する場合があります。この場合にアンカーボルトが破断又は引き抜かれるとポール基部(根本)から飛散する可能性があるため、車両等が衝突又は接触し得る可能性がある場所では、埋め込み長さを大きく取りアンカーボルトの許容引張力以上に付着

力を確保して、アンカーボルトの耐力を上げると同時に粘り強い構造とすることが望ましいと思います。表-1に照明ポールで標準的に使用されるアンカーボルト径毎にアンカーボルトの許容引張力と許容付着力から算定した引抜力を同じと仮定した埋め込み長さの計算例を示します。

表-1 径毎の埋め込み長さ

| アンカー径 | 埋め込み長さ(mm) |
|-------|------------|
| M24 | 815 |
| M27 | 942 |
| M30 | 1037 |

7. 耐震

地震に対して、照明ポールは比較的軽量なため、過去の地震によるポールの被害が殆どないことから、JIL 1003では、地震に対する照査は行っていません。しかし、昨今の巨大地震により、照明ポールに変形等が生じた事例が確認されています。これらは、地震の周波数とポールの固有周波数が近似した場合(共振と等しい状態)、風荷重を上回る大きな荷重が作用したと考えられています。今後は、他の電気設備設計と同様に重要度等を加味した耐震の標準化が望まれます。

8. まとめ

JIL 1003は照明ポール本体の強度計算基準で、基礎やアンカーボルト等を含めた照明柱全体としての設計は、「電気通信施設設計要領・同解説：(一社)建設電気技術協会」があります。この要領は、本校に記載した内容も考慮されていることから、設置場所の条件を把握して、要領に沿って設計することが有効です。

(ひらやまともよし：YSポール(株))