

アクセス網設備における架空構造物は、電柱、つり線、支持線、支線、金物類から構成されており、前号では、それら架空構造物に加わる荷重について解説しました。架空構造物設計では、加わる荷重に対する電柱等の強度計算を行う必要があります。今号では、特に電柱の耐力と地盤支持力について解説します。

電柱の種別

架空構造物として使用する主な電柱種別には、「コンクリート柱」および「鋼管柱」があります。その適用にあたっては、材質等を考慮した適用領域、経済性、作業性および社会的要請を考慮して決定しています。コンクリート柱は、かご状の鉄筋とセメントコンクリートから成る中空のパイプ状構造物であり、特徴として、形状はきれいで長寿ではあるが、重量が重いので、運搬や取扱いに注意が必要となります。一方、鋼管柱は、鋼板を円筒状に成型し、亜鉛メッキを施したものであり、特徴として、軽量で径が細いが、コンクリート柱に比べコストが高いことが挙げられます。

ちなみに、JIS規格（日本工業規格）⁽¹⁾上、コンクリート柱の種類は「1種」と「2種」に大別されます。1種は、主に送電、配電、通信および信号などの用途とされ、

2種は主に鉄道、軌道（無軌条電車を含む）における電線路などの用途とされており、通信で使用するコンクリート柱は1種に該当します。

電柱の末口、元口、テーパについて

末口とは、電柱の直径の小さい方の切口をいい、反対側の大きい方の切口を元口といいます。電柱のテーパとは、直径増加率であって、電柱の末口をD、元口をD'、長さをLとすれば平均テーパ α は、

$$\alpha = (D' - D) / L$$

で求められます（図1）。

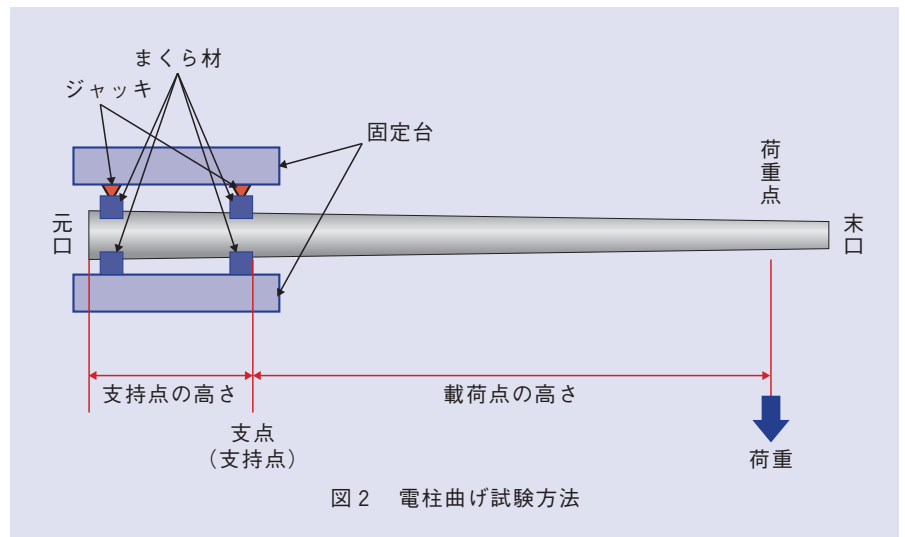
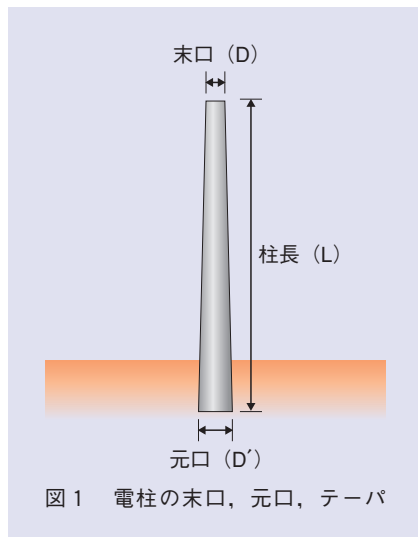
ちなみに各種電柱のテーパ α は、

コンクリート柱 1/75

鋼管柱 1/75

と同じになっています。

電柱には、つり線・支持線による荷重により地際部分



が支点となって曲げモーメントが作用します。そのため、一番強度が要求される個所は地盤部分として電柱構造（強度）を決定しています。しかしながら、地盤部分の必要強度を電柱全体に見込むことは不必要であり、また、経済的でないため末口は元口よりも細く、テーパのある先細りした形状としています。

電柱の耐力と地盤支持力

一般に電柱が折損する場合は、基礎地盤が堅固で、しかも水平荷重による曲げモーメントより電柱の許容曲げ応力が小さい場合であり、また、傾斜あるいは転倒するのは、基礎地盤が弱くて電柱の支点反力としての曲げモーメントを基礎地盤が受けきれない場合となります。

架空構造物設計を行う場合、このどちらも考慮したうえで適用電柱を決定する必要があります。

■電柱の耐力

電柱の設計荷重は、電柱の荷重作用点（つり線・支持線の支持点）における許容し得る水平荷重であり、必要な強度が確保されているかを曲げ強度試験により確認します。

JIS規格におけるコンクリート柱（1種）の本体の曲げ強度は、図2に示す曲げ強度試験を行います。曲げ強度試験の規格は次のとおりです。

「ひび割れ試験荷重を加えたとき、幅0.25 mmを超え

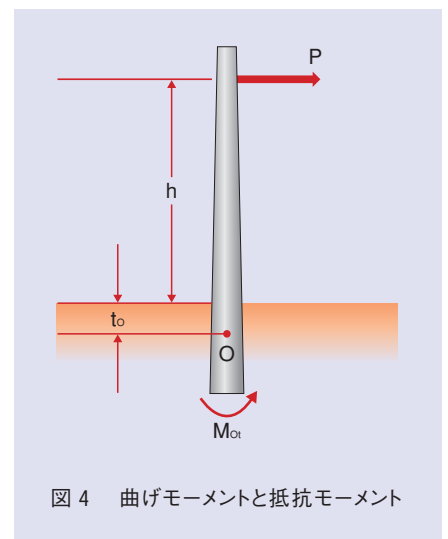
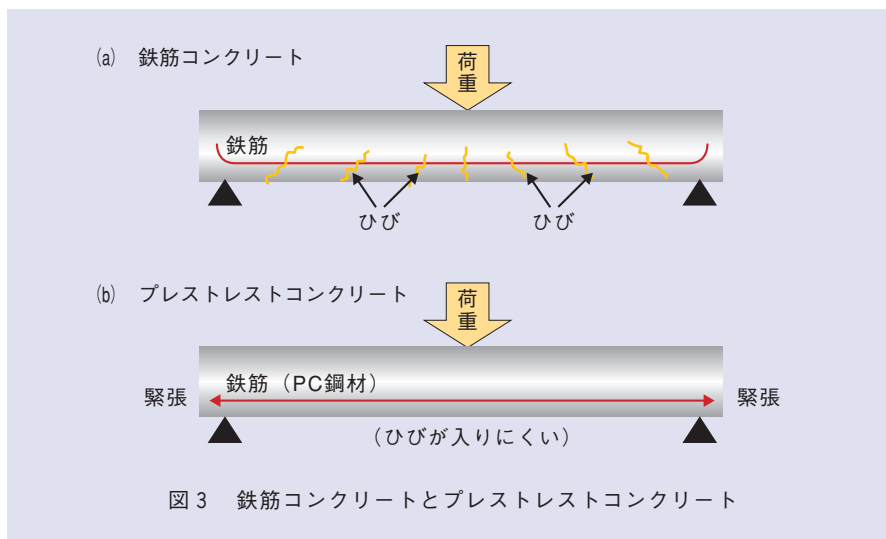
るひび割れが発生してはならない。このひび割れ試験荷重を徐荷したとき、幅0.05 mmを超えるひび割れが残留してはならない。また、破壊荷重は、ひび割れ試験荷重の2倍以上でなければならない」とされています。

「ひび割れ試験荷重」とは、一般に設計荷重と呼ばれるものであり、プレストレストコンクリートポールのJIS規格に記されている強度基準です。コンクリート構造物は押す力には強いのですが、曲げる力、引っ張る力に対して弱い性質があります。その欠点を補うためにプレストレストコンクリートが開発されました。プレストレストコンクリートは、荷重を加えられると変形を起こし、ひび割れが発生するのですが、荷重を抜くとひび割れは塞がり、元の形状に戻る性質を有しています。これはコンクリートにあらかじめ（プレ）圧縮応力（ストレス）を与えておき、外力による引張応力を打ち消すことによって、ひび割れの発生を防いでいるのです（図3）。

一方、鋼管柱も同様な曲げ強度試験を行い、設計荷重を確認することになります。ただし、コンクリートと異なり、ひび割れは発生しないため、塗装を含めた各部に座屈などの異常がないかどうかで判断します。

■基礎地盤の支持力

電柱が倒壊しないためには、図4に示すように水平荷重Pによる曲げモーメントに対して地盤が十分な抵抗モーメントを有し、傾斜角が過大にならないことが必要です。



水平荷重Pによる曲げモーメントは、それによる回転中心(O点)における値をとることとすれば、その値は式(1)で表されます。

$$M_{ot} = P \cdot (h + t_o) \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad \dots \text{式(1)}$$

M_{ot} : 水平荷重による回転中心におけるモーメント

P : 水平荷重 (転倒力) (kN)

h : 水平荷重作用点の地表からの高さ (m)

t_o : 電柱の回転中員の地表からの深さ (m)

水平荷重Pによる曲げモーメント M_{ot} に対する根入れ部分の抵抗モーメントは、一般に地盤の土が押し潰されて、電柱が倒れ始める直前に最大となります。この値を極限抵抗モーメント M_{ou} といいます。また、この極限抵抗モーメント M_{ou} が、転倒に対する基礎地盤の最終強度となります。

$M_{ot} \leq M_{ou}$ の場合、この転倒力が継続して作用するか、または繰り返して作用すると倒壊が起こります。一時的な風圧の作用では倒壊は起こりませんが、電柱の傾斜角が極めて大きくなり、再びそのまま使用に耐えられないような状態になります。そのため、極限抵抗モーメント M_{ou} に安全率を考慮して設定した値を許容抵抗モーメント M_{oa} とし、これが基礎地盤の支持力を判定する基準となります。

すなわち、電柱が倒れないためには、次の関係 (式(2))が必要となります。

$$M_{ot} \leq M_{oa} \quad \dots \text{式(2)}$$

■電柱の根入れ長について

電柱に根入れ長を必要とする意味は、水平荷重Pにより生じる回転中心におけるモーメント M_{ot} に対し、基礎地盤の支持力による許容抵抗モーメント M_{oa} で抵抗するためであり、図5に示すとおり、同一の土質であれば、電柱の根入れ長が深いほど許容抵抗モーメント M_{oa} が大きくなります。

その許容抵抗モーメント M_{oa} は、土質によって異なることから、電柱の強度計算をするうえで、電柱を建柱する現場の土質種別を考慮して設計する必要があります。

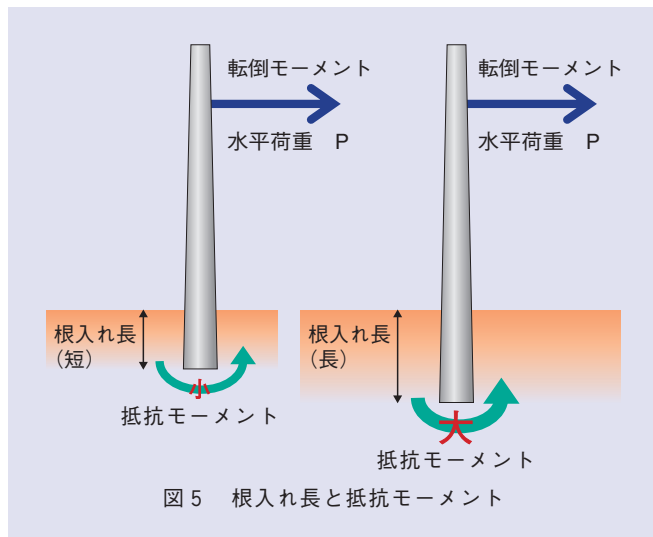
まとめ

全3回にわたり架空構造物設計に関する基本的な考え方について掲載してきました。架空構造物は、その構成が複雑多岐にわたるばかりでなく、気象条件、地況、都市・道路計画、交通およびお客さま宅の状況等の外的条件が一樣でなく、また、光サービスの需要とともに増える光ケーブルと既存のメタリックケーブルの共存が進む中、各種条件を十分に考慮して架空構造物設計を行う必要があります。

そのため、今後も施工性・経済性に配慮した、安心で安全な架空構造物を提供していくための設計技術の維持・継承、並びに設計者のスキル向上を努めていく必要があると考えています。

■参考文献

- (1) 日本規格協会：“JISハンドブック11土木I (コンクリート製品),” 第1版, JIS A 5373, 財団法人日本規格協会, 2006.



◆問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
 アクセスメディアプロジェクト 媒体網設計グループ
 TEL 029-868-6310
 FAX 029-868-6320
 E-mail y.nakamura@ansl.ntt.co.jp

このコーナーで取り上げて欲しいテーマをE-mailで編集部までお寄せください。
 ●(社)電気通信協会内 NTT技術誌事務局 E-mail jimukyoku@tta.or.jp