

アンカーフレーム定着方式の引抜きせん断耐力に関する模型実験

東電設計(株) 正会員 ○玉置 久也, 金子 想, 高橋 秀明
東京電力ホールディングス(株) 非会員 馬場 悠介, 和田 収司, 松尾 敏

1. はじめに

送電用鉄塔と基礎の定着方式は、いかり材と呼ばれる山形鋼を鉄塔脚材にボルトで接合し、基礎に埋め込む方法が一般的である。このいかり材定着方式は、脚材を所定の角度に保ったまま設置しなければならないため、特殊な技術を保有している送電土工でなければ施工が難しい。

一方で、送電土工でも高齢化や若手技術者の離職による人材不足が懸念されており、今後は一般土工でも施工が簡易に行える定着方式の開発が課題となっている。

そこで、建築部門の通信鉄塔で用いられているアンカーフレームを用いた定着方式¹⁾に着目した。本定着方式は図-1に示すようにアンカーボルトと一体化して設置するだけなので、いかり材に比べて施工が簡易である。

ただし、送電用鉄塔における本定着方式の採用実績が少ないため、定着耐力の確認を目的とした模型実験を実施し、送電用鉄塔への適用性について検討を行った。

2. 実験概要

図-2に試験体形状および寸法を示す。鉄塔脚材は引揚荷重が作用した際には塔心方向に変位するため、試験体の床板も塔心方向へ変位するように支点を設定した。寸法は実物の1/2.5スケールとした。

また、建築部門の基準書では、アンカーボルトの定着長は20φとあるが、基礎床板厚さがアンカーボルトの定着長で決定してしまうと経済性が悪いため、本実験では15φに設定して定着耐力を確認した。なお、試験体は定着部でいかり材と同様のコーン状の引抜きせん断破壊が先行するように、鉄筋径や材料強度を調整した。

3. 実験結果

荷重変位関係を図-3に示す。895kNまで載荷したところで写真-1に示すような床板上部にプレートと同じ5角

形のひび割れが発生してピークを迎えた。実験後は床板を図-4に示す通り切断してひび割れを観察した。切断面のひび割れ状況を写真-2に示す。プレートから床板上面に向かってコーン状にひび割れが発生しており、破壊モードは計画した通り引抜きせん断破壊であったことが確認できた。埋め込んだプレートから発生した引抜きせん断ひび割れの角度を計測したところ、支点側（以下、「塔内側」と呼ぶ）が大きく、塔外側が若干小さい結果であった。

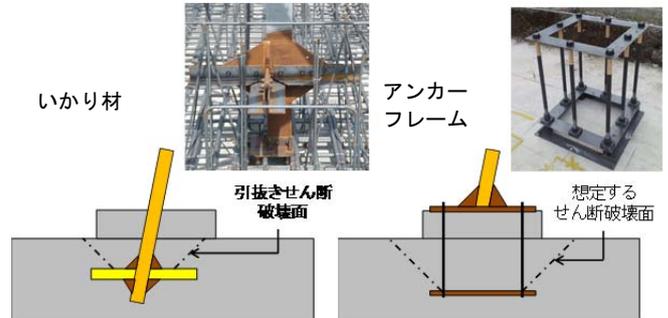


図-1 いかり材定着とアンカーフレーム定着の概要図

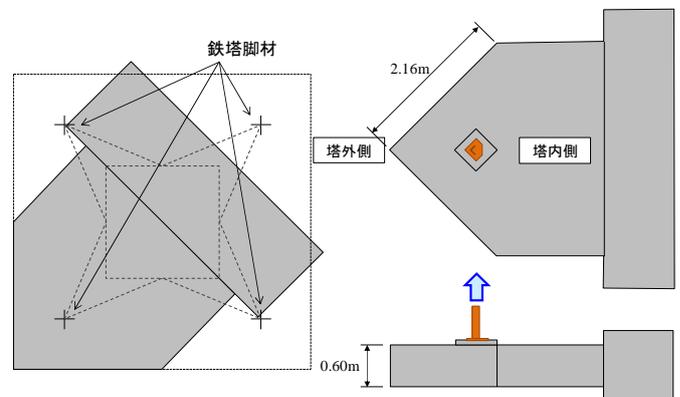


図-2 試験体のモデル化と形状図

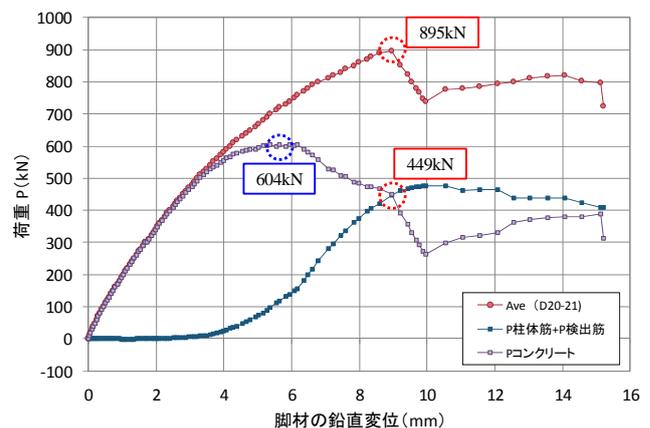


図-3 荷重変位関係

キーワード 模型実験, 定着, アンカーフレーム, 引抜きせん断, 送電用鉄塔

連絡先〒135-0062 東京都江東区東雲 1-7-12 KDX 豊洲グランスクエア 9F 東電設計株式会社 PS エンジニアリング第一部 TEL:03-6372-5266

図-5 にせん断補強筋の荷重ひずみ関係を示す。ピーク荷重時にはほぼ全ての鉄筋が降伏した。一方、一般にひび割れが発生するとされる 200μ に到達したときの荷重は、塔内側の鉄筋が約 600kN に対して塔外側の鉄筋は約 650kN と両者に明確な差があることが確認できる。これは、塔内側で引抜きせん断ひび割れが先行して発生し、その後遅れて塔外側にも引抜きせん断ひび割れが発生したことを意味している。以上の2点から、本試験体の引抜きせん断破壊は全周均等には発生しておらず、支点条件の影響で塔内側のせん断破壊が先行したと考えられる。

4. 現行設計式との比較

アンカーフレーム定着の引抜きせん断破壊は、埋め込んだプレートから発生しており、従来のいかり材定着と同様の破壊性状であった。そこでいかり材の定着耐力式が適用可能と考え、現行の設計式を用いて耐力を計算し、実験結果との比較を行った。表-1 に比較結果を示す。

せん断補強鉄筋はほぼ全ての鉄筋が降伏したため、設計値と概ね一致した。

一方、コンクリートのせん断耐力は、実験値が設計値を下回り、約 0.68 倍であった。これは、設計式はせん断破壊面が全周均等に発生する場合を想定しているが、実験は塔内側にせん断応力が偏心した状態でせん断破壊が発生したため、塔外側のせん断強度が低下したのではないかと考えられる。

5. まとめ

アンカーフレーム定着方式の送電用鉄塔基礎への適用性について模型実験を行った結果、以下の知見が得られた。

- ①本実験の破壊モードは計画通り「引抜きせん断破壊」であったが、全周均等ではなく、塔内側の引抜きせん断破壊が先行した。そのため、試験体のコンクリートの引抜きせん断耐力は従来のいかり材の設計式から算出した耐力に比べて小さい値となった。
- ②アンカーフレーム定着方式にも従来のいかり材の設計式が適用可能であるが、コンクリートの引抜きせん断耐力は低減した方が良いと思われる。低減率については、今後、三次元 FEM 解析で実際の鉄塔基礎床板の支点条件を再確認する等さらに検討する予定である。

参考文献

1)鋼構造柱脚設計施工ガイドブック, 日本建築学会, 2017



写真-1 床板上面のひび割れ状況

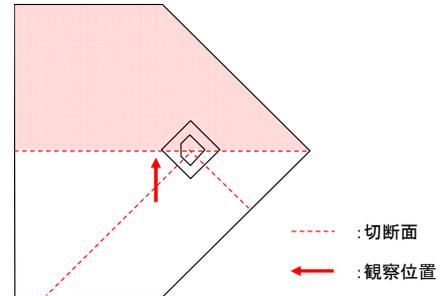


図-4 試験体の切断位置



写真-2 試験体の切断面のひび割れ状況

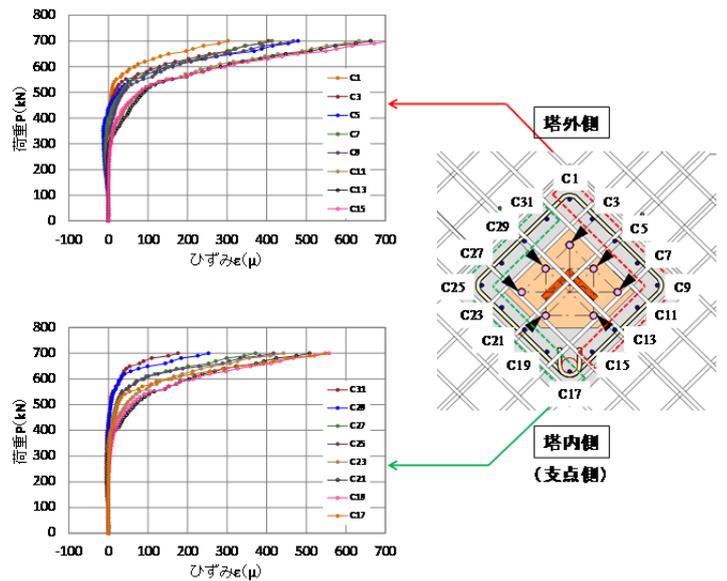


図-5 せん断補強筋の荷重ひずみ関係 (700 μ までを表示)

表-1 実験値と設計耐力の比較

項目	実験値 (ピーク時) (kN)	設計値 (kN)	実験/設計
コンクリートの引抜きせん断耐力	448.8	664.4	0.68
せん断補強筋の耐力	446.2	482.0	0.93
合計耐力	895.0	1146.4	0.78