

論文の内容の要旨

論文題目 送電用鉄塔基礎の多様な要求形態に対応した
鉄塔・基礎接合部の耐力設計法に関する研究

氏名 田邊 成

送電線を建設・維持する上で、都市化の進展状況、敷地面積や工事用地の制約や、既設送電線の有無等の多様な条件に対し、合理的な鉄塔・基礎の設計を進めることが要求されている。それらの条件に最適な基礎の形状を選択可能にするためには、様々な要求に応えられる基礎形態を開発することが重要である。筆者はそのために、鉄塔と表-1に示す幾つかの基本的な支持条件の基礎との接合部の設計法について検討した。その結果、図-1に示す多様な基礎の要求形態に対応した鉄塔・基礎接合部の耐力設計法を提案し、建設の現場にこれを適用している。

既往の研究では4本杭に支持され、十字の載荷面が正方形のいかり材を埋め込んだ床板における脚材定着設計法が前田、吉井らにより研究されていた。筆者はこれに、1本杭～3本杭支持床板と直接基礎において、載荷面の形状が円形、三角形、四角形のいかり材を用いた接合部の耐力設計法を加えた。これらの支持形態の多様な定着部の検討にあたっては、実験や数値解析を利用した。

表-1 各支持形態の特徴

支持形態	1本杭支持	2本杭支持	3本杭支持	4本杭支持	直接基礎
床板形状	円形 正方形	長方形	円形	正方形	(円形) 正方形
検討した荷重方向	引抜き	引抜き	引抜き	引抜き(吉井) 押抜き	押抜き
いかり材	小型	小型	小型	通常型	通常型
載荷点	載荷点が支持点の頂上近傍に配置	載荷点が2方向に直線上に拘束(直交方向は開放)	載荷点が3方向に面的に拘束	載荷点が4方向に面的に拘束	載荷点が全方向に面的に拘束
支持点	支持点は均等荷重	支持点は均等荷重	支持点均等荷重	支持点は均等荷重(ばらつき50%程度)	支持面は均等分布荷重
正鉄筋	格子状等方配筋	格子状、直交異方性配筋	同心円状、直交異方性配置	格子状、等方配筋	格子状、等方配筋
正鉄筋の降伏	割裂	短軸:割裂 長軸:曲げ+割裂	曲げ+割裂	曲げ+割裂	曲げ+割裂
せん断補強筋	円形配置 T型ハット使用	格子状配置 T型ハット使用	円形配置 T型ハット使用	4方向配置、スタラップ使用	4方向配置 スタラップ使用
引抜き(押抜き)せん断破壊面の特徴	破壊面は支持点外側の床板端部まで広がる	破壊面は杭の支持点の内側、かつ短軸方向は床板端部まで広がる	破壊面は支持点の内側せん断破壊面外周のフープ筋がせん断破壊面を拘束	破壊面は杭の支持点の内側かつ床板端部まで広がる	破壊面は床板端部まで広がる
略図					

これらによって得た知見は以下の通りである。

実験の結果、1本杭支持床板の脚材に引抜力が作用した場合の代表的な破壊

形式は、割裂による上端正鉄筋の降伏による破壊と、引抜きせん断破壊であると考えられる。そして、せん断スパン比が大きな場合には曲げ破壊の可能性が高くなることも確認した。引抜きせん断の設計においては、4本杭とほぼ同じ耐力設計式を提案した。ただし、載荷周長については取付板の先端を結ぶ多角形と面積が等価となる円の周長とし、様々な形状のいかり材においても同様の耐力計算式が使用できるようにした。さらに、杭の定着のための鉄筋は引抜きせん断破壊のためのせん断補強筋を兼ねることが可能であることが判明した。この杭の定着鉄筋の定着部を確実なものにするため、端部をT字型にすることが有効なことが判った。

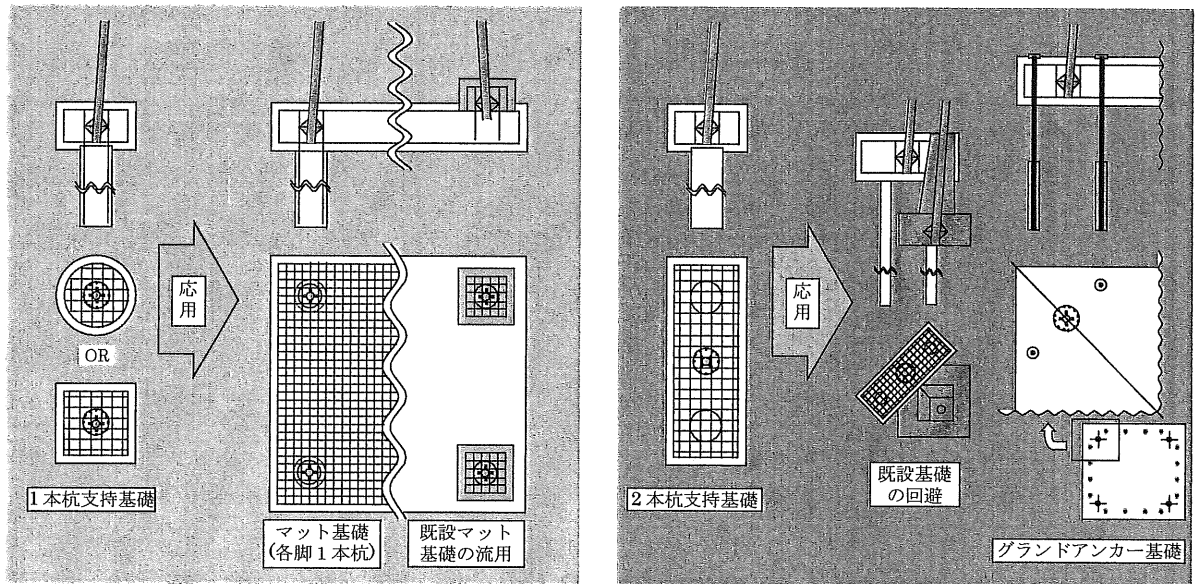
実験の結果、2本杭支持床板の脚材に引抜力が作用した場合の代表的な破壊形式は、床板短軸方向の割裂による破壊、長軸方向の曲げによる破壊、引抜きせん断破壊であることが判明した。短軸方向の割裂破壊および引抜きせん断破壊は1本杭と同様の設計法が適用可能なことを示した。また、引抜きせん断耐力の設計の際には鉄筋比を短軸方向と長軸方向の平均の値を用いる必要があり、極端に鉄筋比が異なると推定精度が悪くなることを示した。

実験の結果、3本杭支持床板の脚材に引抜力が作用した場合の代表的な破壊形式は、降伏線に沿った曲げ応力破壊と、引抜きせん断破壊であると考えられる。また、同心円状に配筋した場合でせん断スパン比が小さい場合には、降伏線を考慮した曲げに割裂応力が作用して破壊する可能性のあることを示し、設計ではこれを考慮することを提案した。引抜きせん断の設計法は、1,2本杭と同様のもの良いと考えられるが、同心円状配筋の場合においては耐力が大きめになることを示した。

実験の結果、4本杭支持床板の脚材に押抜き力が作用した場合の押抜きせん断耐力は、引抜きせん断耐力よりも1.3倍以上大きめになる傾向であることを示した。その理由としてはせん断スパン比が小さい領域ではその影響であり、せん断スパン比の大きな領域では床板の曲げと脚材の膨張により脚材上部が拘束され、せん断破壊面が広がることが考えられる。

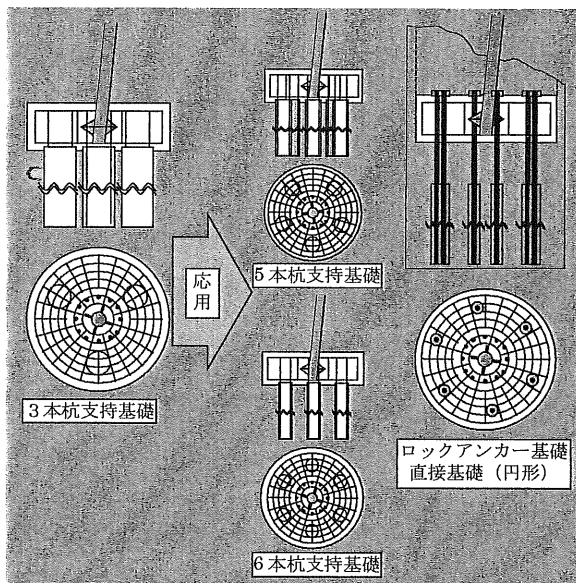
COM3を用いた解析によれば、直接基礎の脚材に押抜き力が作用した場合の押抜きせん断耐力は、底面地盤の剛性に左右され、剛性が大きくなるほど増大することが判明した。また、非常に軟弱な支持地盤における押抜きせん断耐力

は、せん断スパン比が比較的大きい ($a/d=5$) 4本杭の押抜きせん断耐力と同等となることが判った。

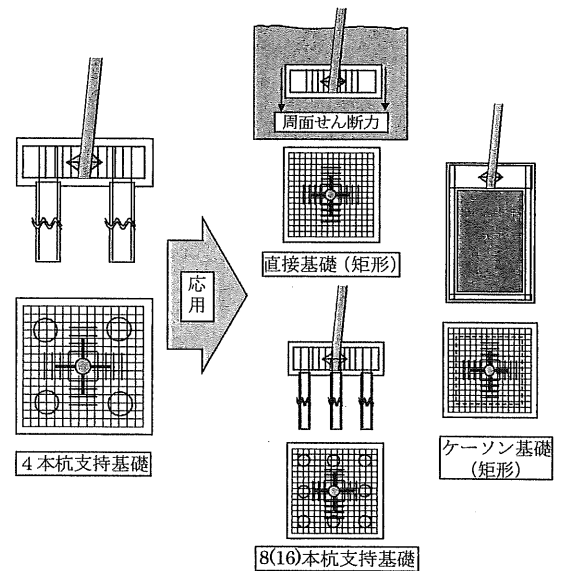


(a) 1本杭支持床板とその応用

(b) 2本杭支持床板とその応用



(c) 3本杭支持床板とその応用



(d) 4本杭支持床板とその応用

図-1 多様な基礎形態への応用