切土斜面に近接する直接基礎の引抜支持力低下に関する解析的検討

東電設計(株)	正会員	高橋	秀明	白濱	美香
東京電力(株)	正会員	佐藤	博	河村	直明

1.はじめに

近年,都市部市街化地域の郊外への拡大に伴い,住宅など構造物建設のために大規模な開発が行われるケースが 増えている.土地開発は送電用鉄塔に近接して行われることも多く,土地造成の盛土や切土による周辺地形の改変 により基礎の安定性への影響が懸念される場合もある.そのため,切土施工に対しては,計画された時点で設備の 安定性を確保できる離隔距離であるか迅速に判定することが望ましい.鉄塔の基礎は引抜荷重が支配的な基礎構造 物のため,切土斜面の地盤条件・勾配・離隔距離等に応じた支持力を予測することが影響評価の上で重要である. 本論文は,3次元FEM解析を利用して,切土斜面までの離隔距離と直接基礎の引抜支持力の関係を把握するとと もに,引抜破壊メカニズムへの影響についても分析した.

2.解析手法と条件

数値解析に用いた地盤の構成モデルは Mohr-Coulomb の破壊規 準を降伏関数に,ポテンシャル関数に Druker-Prager の降伏関数を -採用した非関連流れ則である.地盤は砂地盤を対象とし,構成則の パラメータは豊浦砂(Dr=80%)により表-1のように決定した.強 度は硬化・軟化モデルとし,非関連則流れ則のダイレタンシー角は

_d= /3 を与えた.1 要素による三軸圧縮試験のシミュレーション 結果を図-1 に示す.図-2 には3次元のメッシュモデルと解析ケー スを示した.切土斜面のモデルは,基礎床版縁端から法肩までの距 離bを基礎床版上の土被り厚さDhで正規化した距離比b/Dhを0.6,

1.2,2.0の3種類とし,水平地盤の解析結果と比較した.斜面の傾

斜角度は,砂地盤の安定性から =35度とした.荷重は鉛直方向に変位制御で行い,載荷点の水平変位は拘束した. また,引抜支持力の評価は,切土斜面の掘削完了後の状態を対象としているため,斜面の掘削過程は考慮していない.



図-11要素の解析結果

図-2 解析メッシュモデル

キーワード 近接施工,切土,直接基礎,引抜支持力,数値解析 連絡先 〒150-0015 東京都台東区東上野3丁目3番3号 東電設計(株)送変電土木部 TEL03-4464-5470

表-1 地盤の解析パラメータ

初期降伏の摩擦角。	32.0度		
ピーク応力の摩擦角 _,	40.6度		
臨界塑性せん断ひずみ _p	6.00%		
(初期降伏~ピーク応力)			
摩擦角 の軟化係数mf E50の拘束圧依存性	0.04 $E(\sigma_m) = E_{50} \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_0}\right)^m$		
	$=16,258\left(\frac{\sigma_m}{49}\right)^{0.706}$		



3.解析結果と考察

図 - 3 に載荷点の引抜荷重と幅 B で正規化した変位 S/B の関係を示す 正規化変位 0.3%程度までの初期変形の段 階には切土斜面の影響は見られず 4 ケースは一致している.変位が 0.3%を越えると,徐々に切土斜面の引抜荷重 が低下している.図-4 は水平地盤と切土斜面の最も近い b/Dh=0.6 のケースについて,同一引抜荷重 1,300kN にお ける地盤の最大せん断ひずみ分布を比較している.切土斜面の最大せん断ひずみは,水平地盤の 2 倍程度の大きさ を示し,切土斜面の地盤は引抜破壊が進展し易いことを示している.しかし,せん断ひずみは両ケースとも床版の 側面からほぼ鉛直に発達しており,切土の斜面形状は直接基礎の引抜破壊メカニズムに対して大きな影響を与えて いない.本解析ケースのように切土斜面までの離隔距離比を b/Dh=0.6 程度確保することができれば,切土斜面方向 へすべり面が発達するような地盤の破壊は生じ難いものと考えられる.図-6 は同一正規化変位(8.3%:最大変位) における平均応力とせん断応力の分布図を示している.切土斜面ケースは斜面側地盤の平均応力とせん断応力がや や低下し水平地盤のような対称の分布形状を示していないことが確認できる.以上より,切土斜面近傍の直接基礎 の引抜支持力低下は,地盤の破壊メカニズムの変化が主たる要因ではなく,切土斜面側の拘束圧低下が支配的な要 因となって生じたと考えられる.最大正規化変位 8.3%における引抜支持力比は図-5 に示す通りで,離隔距離比が b/Dh=0.6 の場合でも 83%程度に留まっているのは破壊メカニズム自体に変化が見られないことと強く関連している. また,同図には 2 次元モデルで実施した既往の解析結果も併記しており,離隔距離が小さいほど大きな 3 次元効果 が見込まれると考えられる.

4.まとめ

3次元の数値解析を用いて近接切土斜面が直接基礎の送電用鉄塔基礎の引抜支持力へ及ぼす影響を評価した.その結果,基礎からの離隔距離比を b/Dh=0.6 程度確保した場合,支持力の低下は 83%程度であることを示し,離隔距離比 b/Dh=2.0を越えると切土斜面の影響はほとんど現れないことを確認した.今後は,模型実験によるメカニズムの確認や引抜支持力に関する3次元効果の検討を予定している.