

2 面切土に近接する直接基礎の引揚支持力低下に関する解析的検討

東電設計(株) 正会員 ○菊池 美香 高橋 秀明

東京電力(株) 正会員 佐藤 博 湯井 孝一 中北 佳男

1. はじめに

近年, 市街化の郊外拡大に伴う社会資本整備の進展により, 公共構造物や道路設備等の建設が増加している. このような状況の中, 送電用鉄塔の周辺で切土される事例が増えており, 鉄塔基礎に対する影響評価が必要とされている. 本論文では, 3次元の数値解析を用い, 切土に伴う基礎の引揚支持力低下を定量的に評価することを試みた. これまでは1面切土を対象に検討してきたが¹⁾, ここでは検討対象を2面切土に拡張した.

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とした非関連流れ則である. 地盤材料は豊浦標準砂(Dr=80%)とし, 構成則のパラメータは1要素による三軸圧縮試験のシミュレーション

表-1 地盤材料のパラメータ(豊浦標準砂)

弾性係数 E50	16,300kN/m ²
初期降伏の摩擦角 ϕ_0	32.0 度
ピーク応力の摩擦角 ϕ_p	40.6 度
臨界塑性せん断ひずみ γ_p (初期降伏~ピーク応力)	4.0%
摩擦角の軟化係数 mf	0.03
ダイレイタンス初期角度 ν_0	10.7 度
ピーク時のダイレイタンス角度 ν_p	13.5 度

により表-1のように決定した. 図-1に3次元のメッシュモデルを, 表-2に解析ケースを示す. 2面切土の解析ケースは, 基礎床板縁端から切土法肩までの離隔距離($b_1, b_2, b_1 \leq b_2$)を基礎床板上の土被り厚 Dh で正規化した離隔距離比をパラメータとして設定した. また, 2面切土の第2面による支持力低下の影響を評価するため最小離隔距離比 b_1/Dh が同じ1面切土も実施した. 切土地盤(1面切土, 2面切土)の解析結果は平坦地盤の解析結果と比較した.

3. 解析結果と考察

図-3に荷重点の引揚荷重と基礎幅 B で正規化した変位(S/B)の関係を示す. 図-3(a)に示す1面切土は, 初期変形の段階では切土の影響は見られないが, 変位が進展すると徐々に引揚荷重が低下してくる. 離隔距離 b_1 が小さいほど引揚荷重は低下している. 図-3(b)は, 最小離隔距離 b_1 が同じ1面切土と2面切土の荷重-変位関係を比較している. 2面切土は, 第2面の切土の影響を受け1面切土からさらに引揚支持力が低下している. 1面切土と同様に第2面の離隔距離 b_2 が近いほど支持力の低下は大きい. 最大離隔距離 $b_2=1.2 \cdot Dh$ の2面切土のケース3と1面切土のケース2の荷重-変位関係はほぼ一致しており, b_2 を $1.2 \cdot Dh$ 程度確保すれば引揚支持力に対して切土第2面の影響はなくなる. 図-4は最小離隔距離 $b_1=0 \cdot Dh$ の1面切土, 2面切土と平坦地盤について, 同一正規化変位(S/B=8.3% : 最大変位)における最大せん断ひずみの分布を比較している. 基礎体中心を通る断面で比較すると, 切土地盤と

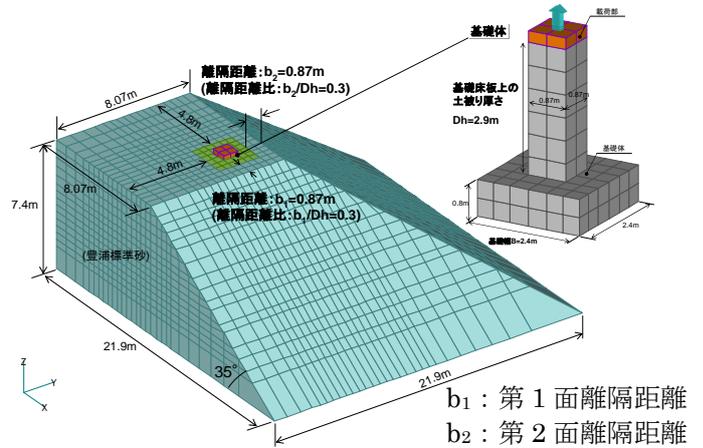
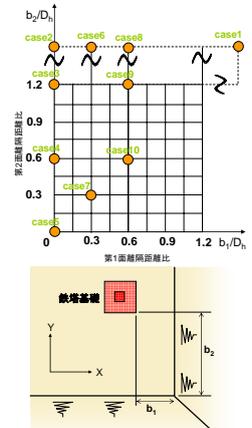


図-1 解析メッシュモデル(ケース7 $b_1 = b_2 = 0.3 \cdot Dh$)

表-2 解析ケース

Case	離隔距離(m)	
	b_1	b_2
1	∞	∞
2	$0 \cdot Dh$	∞
3	$0 \cdot Dh$	$1.2 \cdot Dh$
4	$0 \cdot Dh$	$0.6 \cdot Dh$
5	$0 \cdot Dh$	$0 \cdot Dh$
6	$0.3 \cdot Dh$	∞
7	$0.3 \cdot Dh$	$0.3 \cdot Dh$
8	$0.6 \cdot Dh$	∞
9	$0.6 \cdot Dh$	$1.2 \cdot Dh$
10	$0.6 \cdot Dh$	$0.6 \cdot Dh$



キーワード 2面切土, 直接基礎, 引揚支持力, 数値解析

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 東電設計(株)土木本部送変電土木部 TEL03-4464-5469

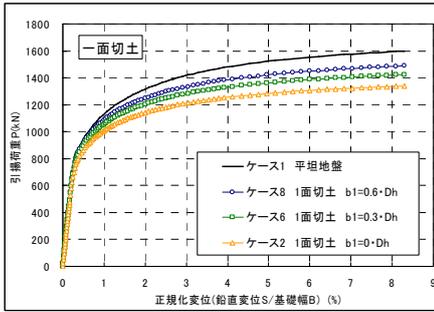


図-3 (a) 1面切土

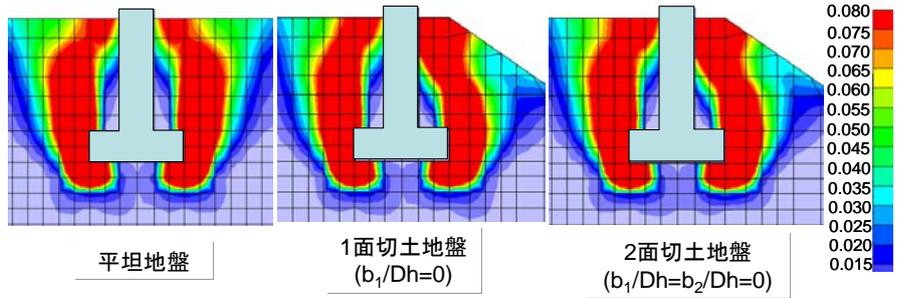


図-4 地盤の最大せん断ひずみ γ_{max} 分布(S/B=8.3%)

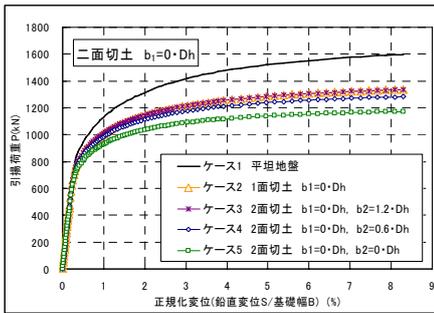


図-3(b)2面切土($b_1=0 \cdot Dh$ のケース)
図-3 荷重と正規化変位の関係

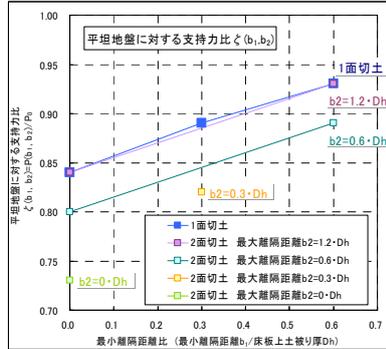


図-5 最小離隔距離比と引揚支持力比の関係

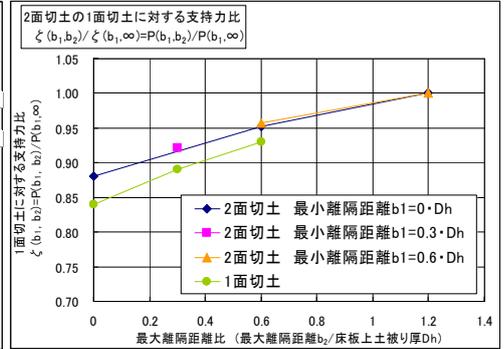


図-6 最大離隔距離比と1面切土で正規化した2面切土の引揚支持力比の関係

平坦地盤ともにせん断面は床板縁端からほぼ鉛直に進展しており、さらに、1面切土と2面切土のせん断面分布はほぼ同じである。すなわち、離隔距離が最も小さい $b_1=0 \cdot Dh$ においてもせん断面は切土斜面方向に進展せず、切土がせん断面形状に与える影響は小さい。

図-5は切土時の支持力 $P(b_1, b_2)$ を平坦時の支持力 P_0 で正規化した支持力比 $\zeta(b_1, b_2)$ と最小離隔距離比 b_1/Dh との関係を示している。最大離隔距離 b_2 をパラメータとして示している。なお支持力は正規化変位 8.3%における値を用いた。1面切土と最大離隔距離 $b_2=1.2 \cdot Dh$ の支持力比 ζ は、最小離隔距離比 b_1/Dh に対する関係が一致している。最大離隔距離 $b_2=0.6 \cdot Dh$ の支持力比 ζ はほぼ一様に1面切土の場合よりも低下している。

図-6は2面切土の支持力 $P(b_1, b_2)$ を同一最小離隔距離の1面切土の支持力 $P(b_1, \infty)$ で正規化した支持力比 $\zeta'(b_1, b_2)$ と最大離隔距離比 b_2/Dh の関係を、最小離隔距離 b_1 をパラメータとして示している。なお1面切土の支持力比 ζ' も比較のため示している。同図は、1面切土に対する2面切土による支持力低下の影響を示したものである。これより、2面切土第2面の影響は、最小離隔距離 b_1 によらず最大離隔距離 b_2 によって決まることがわかる。なお、正規化した2面切土支持力比 $\zeta'(b_1, b_2)$ は同図中に示した1面切土支持力比 $\zeta(b_1, \infty)$ よりも若干大きく、平坦地盤から第1面の切土をするよりも、1面切土の状態から第2面の切土をする方が支持力は低下しないことが分かる。以上より、2面切土の支持力比は、式(1)に示すように、平坦地盤に対する1面切土の支持力比 ζ と1面切土に対する2面切土の支持力比 ζ' との積で評価できる。但し、2面切土第2面の影響であると ζ' の評価が困難な場合には、 ζ' に替えて1面切土の支持力比 $\zeta(b_2, \infty)$ を用いれば安全側に評価することが可能である。

$$\begin{aligned}
 &2 \text{面切土支持力 } P(b_1, b_2) = 2 \text{面切土引揚支持力比 } \zeta(b_1, b_2) \times \text{平坦地盤支持力 } P_0 \\
 &2 \text{面切土引揚支持力比 } \zeta(b_1, b_2) = \zeta(b_1, \infty) \times \zeta'(b_1, b_2) \quad \dots \text{式(1)}
 \end{aligned}$$

4. まとめ

3次元の数値解析を用いて2面切土が直接基礎の引揚支持力に及ぼす影響を評価した。その結果、2面切土引揚支持力比(2面切土支持力/平坦地盤支持力)は、2面切土の各離隔距離における1面切土引揚支持力比(1面切土支持力/平坦地盤支持力)のかけあわせで安全側に評価できることを確認した。

参考文献

1) 高橋他：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，土木学会第61回年次学術講演会 3-414, 2006.9