

逆T型基礎引揚挙動の評価

東北大学	学生会員	森田 耕平
九州電技開発株式会社	正会員	尾崎 利行
九州電技開発株式会社	非会員	堀本 壮亮
東北大学	正会員	池田 清宏
長岡技術科学大学	正会員	山川 優樹

1. はじめに

近年の自然災害の増加や電力業界の自由化に伴い、送電線に対する社会的要求は高まりつつある。鉄塔基礎は、長年の研究により、十分な安全性を加味して設計を行っている¹⁾。しかし、技術の進歩に伴って開発された新技術の合理的な適用のためには、高精度の解析技術が欠かせない。しかしながら、汎用性を兼ね備えた高精度の解析プログラムは皆無に等しい。そこで、本研究では、弾塑性有限変形解析プログラム²⁾を用い、実規模試験のシミュレーションを行い、解析手法の性能評価及び基礎・地盤連成系の引揚挙動の評価を行う。このとき、設計上重要となる滑り線形状の観察に力点をおくこととする。

2. 解析手法の評価

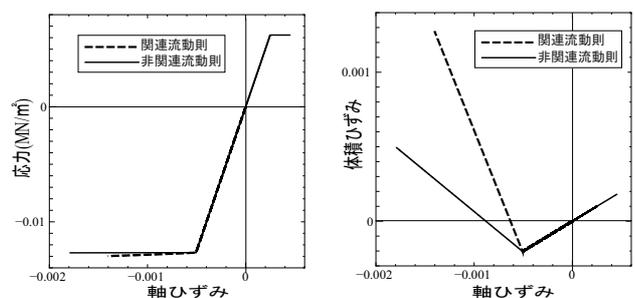
塑性変形特性として、関連流動則と非関連流動則を用いた場合の、要素特性や引揚時の変位性状の比較検討により、土の大変形解析手法の性能評価を行う。

(1) 解析モデル

解析対象として、図2(a)に示す35°傾斜地盤モデルを用いる。基礎周囲の境界条件については、基礎と地盤を切り離し、擬似的に土の剥離を表現している。

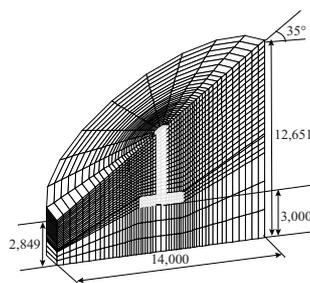
(2) 材料特性

材料定数の値は、文献¹⁾の実規模試験結果から求めた。上記の2種類の流動則を用いた場合の、1要素の単純圧縮・単純引張解析より得られた応力ひずみ関係とダイレイタンシー曲線を図1に示す。応力ひずみ関係では2つの流動則で有意な差はないが、体積ひずみ関係においては、非関連流動則の方が圧縮時の体積膨張が少ない要素特性をもつことを確認した。

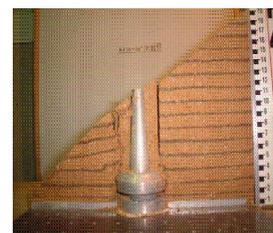


(a) 応力ひずみ関係 (b) ダイレイタンシー曲線

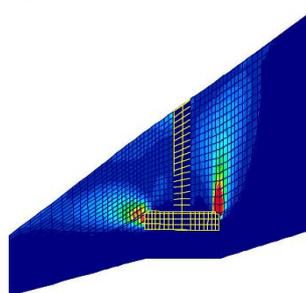
図-1 2種類の流動則を用いた場合の1要素特性



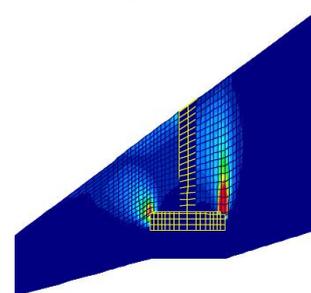
(a) 35°傾斜地盤モデル



(b) 実験結果



(c) 関連流動則



(d) 非関連流動則

図-2 35°傾斜地盤の解析

3. 実規模試験のシミュレーション

2節で良好な結果を与えた非関連流動則を用いて実規模試験のシミュレーションを行い、荷重変位関係や局所化の進行性状、地表面変位について考察する。解析モデルとして図3(a)の水平地盤モデルを用いる。

Key Words: 滑り線, 基礎, 大変形解析, 引揚力

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06 TEL 0227957419

(1) 荷重変位

図3(b)に実験と解析での荷重変位曲線を示す．弾性領域から塑性領域への移行過程で曲線の形状は若干異なるが，その前後の挙動や最大荷重については，概ね良好な一致を示している．

(2) ひずみ分布

図3(e)にひずみ分布を示す．ひずみ局所化領域が鮮明に表現できており，拡低部から上方へ局所化が進行している様子が明瞭に確認できる．また，局所化領域の形状についても，既往の実験結果とよく一致している．解析から得られた破壊面半径を(e)に示す．簡易設計式で定義される値が約4.0mであることから，破壊面半径については，簡易設計式の妥当性も含めて検討の余地があることが判明した．

(3) 地表面変位

地表面変位については，基礎の鉛直変位が75mm程度のときの実験値と解析値の比較を行う．横軸に基礎中心からの距離を，縦軸に基礎の鉛直変位に対する基礎周辺の地盤の地表面鉛直変位の割合をとったグラフを図3(d)に示す．定性的には概ね良好な値を示しているが，定量的には基礎に近い場所ほど実規模試験との差が大きくなることが確認できる．この傾向について，文献³⁾にも，非関連流動則では，関連流動則と比較して体積膨張が小さくなることが報告されているが，非関連流動則を用いた本解析でも，体積膨張をまだ過大評価している可能性がある．

4. 結論

弾塑性有限変形解析プログラムを用い，非関連流動則を用いた本研究により，ひずみの局所化等に代表される地盤の変形特性を再現し，基礎引揚における荷重変位関係を良好に近似することができた．このことから，大変形解析における弾塑性有限変形解析プログラムの有用性が実証され，かつ基礎引揚における実挙動への適用可能性の一端を示すことができた．今後，より高精度な引揚挙動予測の実現のための課題としては，(1) 解析プログラムの改良 (2) 土の非均質性の考慮が挙げられる．プログラムの改良

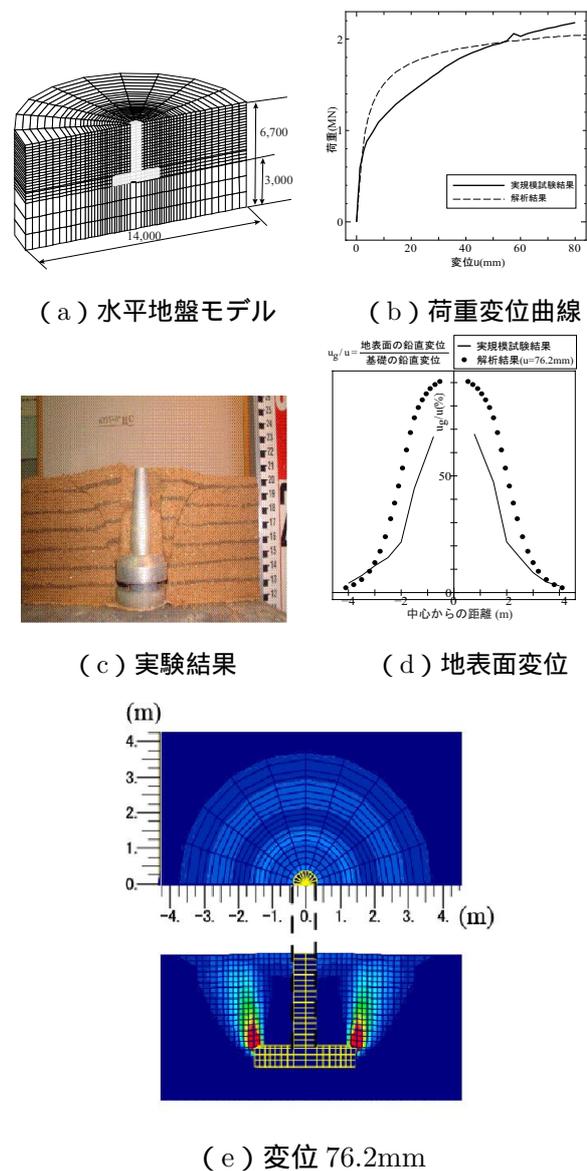


図-3 実規模試験の解析結果

については，地盤の不連続性の考慮や，滑り線に関して，基礎の支持力や引揚問題における地盤の特徴である進行性破壊を表現する必要がある．土の非均質性を考慮した解析については，現地に応じた地盤のモデル化や，弱面の考慮，場所によりばらつき大きい材料定数の影響の評価などが考えられる．

参考文献

- 九州電技開発株式会社: 鉄塔基礎引揚実験に関する報告書.
- 山川 優樹 他: 圧縮場における弾塑性体の分岐解析とパスジャンプ挙動. 土木学会論文集, 701/III-58, 73-86, 2002.
- 佐々木 寛典 他: 砂の平面ひずみ変形挙動の分岐メカニズムに基づく分析法. 応用力学論文集, 7, 493-504, 2004.
- 桑本 寛之: 逆T型基礎引揚時の変位応答の三次元シミュレーション, 東北大学土木工学科卒業論文, 2004.