

Ⅲ－13

逆T型基礎引揚時の地盤の終局特性の評価

東北大学 学○ 森田耕平 学 桑本寛之 正 池田清宏

1. はじめに

近年の台風による送電線鉄塔の倒壊事故から明らかのように、送電線鉄塔はライフラインとして非常に重要である。そのため電力各社では、縮尺模型による遠心載荷実験を行い、その安全性を検証している¹⁾。しかし、模型実験の結果は実現象を定性的にはとらえているが、定量的には現場での実規模試験と必ずしも一致しないことが問題となっている。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、解析手法の評価及び基礎・地盤連成系の引揚挙動について考察する。このとき、設計上重要となる滑り線形状の解析に力点をおくこととする。

2. 解析手法の評価

文献¹⁾の遠心載荷実験結果を参考に弾塑性有限変形解析手法の評価を行う。その際に、塑性変形場については、関連流動則と非関連流動則を用い、それぞれの変位性状を比較検討する。

2.1 解析モデル

解析モデルとして、図-1(a)に示す水平地盤、図-1(b)に示す35°傾斜地盤を用いる。両モデルとも図-1(c)の拡底角度60°の基礎を用い、半領域を解析する。傾斜地盤モデルでは、施工時に用いられるポスト継の分だけ基礎の高さを高くしている。境界条件については、水平・傾斜とも図-1(d)に示すように、区間ghは鉛直方向固定、区間hiは水平方向固定とし、基礎周囲では区間bcのみ基礎と地盤は完全固着で、区間ab, cdefでは基礎と地盤を完全に切り離している。

2.2 材料パラメータ

材料パラメータについては、文献¹⁾の遠心載荷実験の結果より、土の湿潤密度 $\rho = 1.6\text{g/cm}^3$ 、弾性係数 $E = 100\text{MPa}$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ とする。また、内部摩擦角 $\theta = 32^\circ$ 、粘着力 $\bar{c} = 0.002\text{MN/m}^2$ から、降伏応力 $\bar{\tau}_{y0} = 0.00237\text{MPa}$ を定めた。また、2つの流動則を用いた場合、一要素の解析より、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。

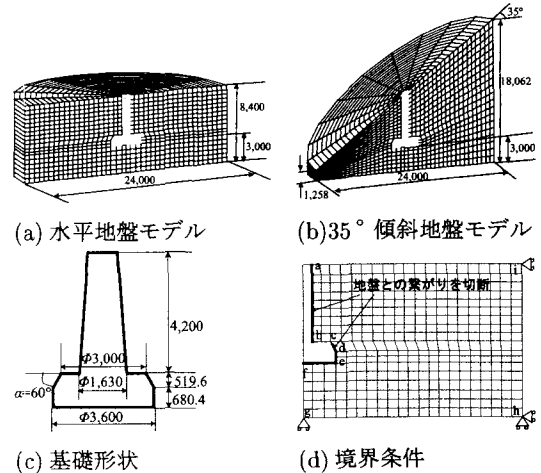


図-1 解析モデル

2.3 解析手法の違いによる結果の比較

図-2に実験結果と2種類の流動則を用いた解析の対数偏差ひずみ分布の比較を示す。水平地盤、傾斜地盤とも両解析によるひずみ局所化領域（滑り線）の発生位置は拡底部からである。これは図-2(a)(b)に示す既往の実験結果と同じ傾向である。しかし、関連流動則を用いた解析結果図-2(c)(d)では、地盤の破壊面が(a)(b)の実験結果より全般に外側に出ており、また、傾斜地盤を対象とした(d)では、実験結果(b)のように谷側で局所変形が斜め上方に進展せず、横に進展している。一方、非関連流動則を用いた図-2(e)(f)では、破壊面半径、ひずみ局所化領域（滑り線）ともに(a)(b)の実験結果に近い良好な結果が得られた。

3. 実規模試験のシミュレーション

3.1 解析条件

文献¹⁾の原位置試験に基づきモデルを設定する。基礎形状は、図-3(a)に示す拡底角度30°の原位置試験モデルを用い、水平地盤を対象として解析を行う。図-3(b)に解析対象全領域モデル及び寸法を示す。本解析では、2節で良好な結果を与えた非関連流動則を用いる。非関連流動則では、破壊面が広がらないという見通しから、領域幅を狭く設定した。また、基礎周辺については細かいメッシュを用いた。図-1に示す境界条件を用い、実験値を元に、土の湿潤密度 $\rho = 1.345\text{g/cm}^3$ 、

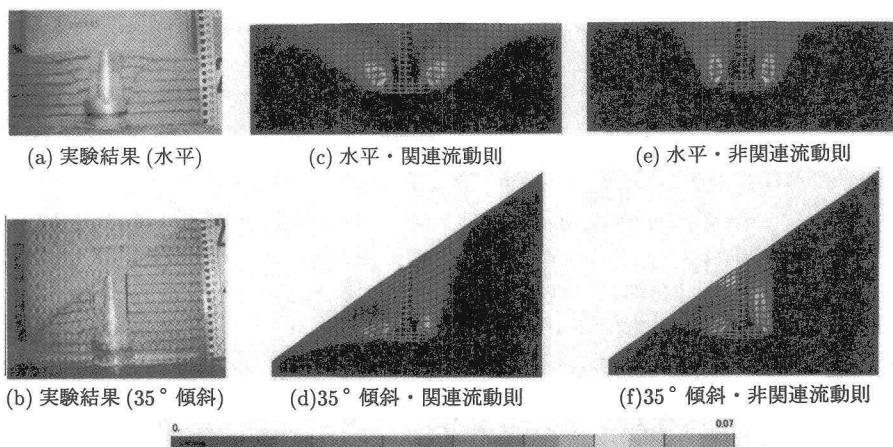


図-2 対数偏差ひずみ分布の比較

内部摩擦角 $\bar{\theta} = 27.1^\circ$ ，粘着力 $\bar{c} = 0.0157 \text{ MN/m}^2$ を用いる．すなわち，模型実験の地盤と比較すると，粘着性のある粗い土を対象としている．

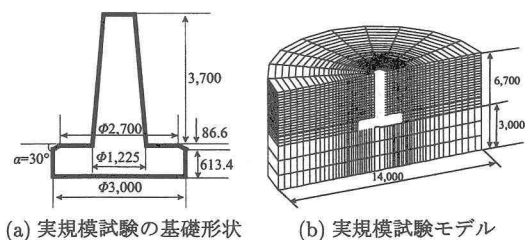


図-3 解析条件

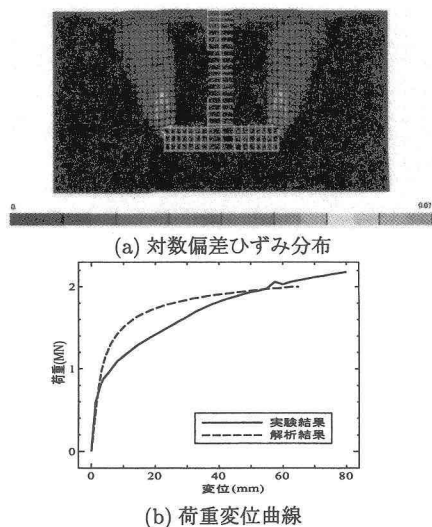


図-4 実規模試験の解析結果

3.2 解析結果

図-4に解析結果を示す．(a)のひずみ分布では，基礎周辺のメッシュを細かくしたことで，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おり，変位においては地盤の特性を十分再現出来ている．(b)に示した荷重変位関係については，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．

4. 結論

弾塑性有限変形解析プログラム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．これより，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，且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．

参考文献

- 1) 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．
- 2) 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, No. 701/III-58, pp. 73-86, 2002.