## 拡底型逆T基礎のローム地盤への適用検討

東電設計 正会員 高橋 秀明

東京電力 正会員 河村 直明 太田 裕次

東京電力 廣川 勝典

### 1.はじめに

山岳地の送電用鉄塔基礎に適用される逆T字基礎(SI基礎)と,床板部を拡幅した拡底型逆T字基礎(KI基礎)は, 引抜き力に対し掘削境界部に沿ったせん断破壊と周辺地盤内部の対数らせん形のせん断破壊<sup>1)</sup>を各々想定して設計式が構築されている。そこで,ローム地盤を対象にして実規模相当の引抜き載荷試験を実施し,基礎の引抜き破壊メカニズム及び設計式の妥当性を確認すると共に,ひずみ硬化を考慮した数値解析手法によるシミュレーションの検証を実施した。

### 2.現場引抜き載荷実験の概要

現場の引抜き載荷実験は,通常の SI 基礎と KI 基礎の 2 タイプを実施した.両試験体とも図-1 に示すように機械式のモルタル吹き付け工法を適用しており,周辺地盤の緩み防止を図った.KI 基礎の拡底部形状は,拡底による支持力増大効果と施工性から定めた.荷重の載荷は,反力桁の支点反力が地盤の引抜き破壊メカニズムへ及ぼす影響を取り除くため,床板下端から押し上げる方式を採用している.

図-2 は,地表面に発生した亀裂と実験終了後トレンチ掘 削により観察した地中の亀裂のスケッチを示したものであ る.地中の亀裂は石膏柱を参考として観察した.SI基礎は, 降伏荷重で基礎のごく近傍位置に周方向の亀裂 a が生じ、そ の後半径方向の亀裂 b が発達した.極限荷重時には,南西 位置に第2の周方向亀裂cが発生した,地中部はGL-2.0m 以深で掘削境界の鉛直方向亀裂 d ,浅い領域で周方向に広が る亀裂 e が確認された.浅い領域の亀裂 e は亀裂 c と同様に 極限荷重に達した時点の変形の大きい段階で発生した亀裂 であり、極限荷重に至る破壊メカニズムは掘削境界で鉛直 に発達した亀裂 a.d と考えられる、KI 基礎も降伏荷重で SI 基礎と同様の位置に周方向亀裂 a が発生し、その後半径方向 の亀裂 b が多数発生して極限荷重を迎えた.地中の亀裂は 拡底部の近傍で対数らせん的に広がる亀裂 e が確認された. 亀裂 e は複数存在するが いずれも対数らせん的な破壊メカ ニズムを形成していると考えられる, KI 基礎は拡底効果に よって広い範囲の地盤が押し上げられるため, SI 基礎に比 べると引張り亀裂 b が多数発生している.

# 3.現場載荷実験のシミュレーション解析と引抜き破壊 メカニズム

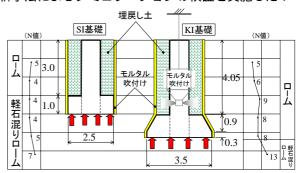
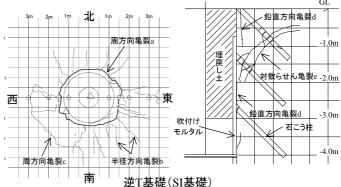


図-1 逆 T 基礎の試験体



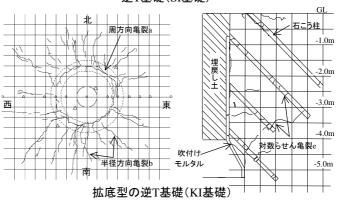
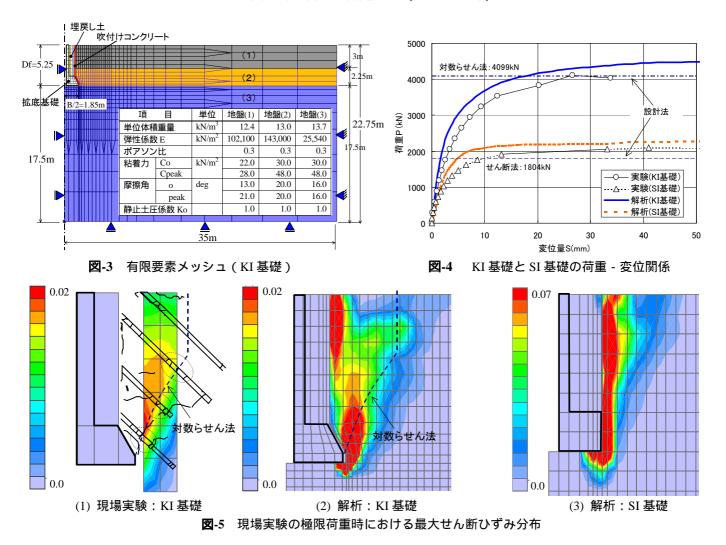


図-2 逆 T 基礎の地盤亀裂性状

# 3.1解析方法

解析は地盤を硬化・一定型とした軸対称の弾塑性解析で、破壊基準に Mohr-Coulomb の降伏関数、塑性ポテンシャルに Drucker-Prager の関数を採用した、地盤の強度は三軸試験の結果から定め、粘着力と摩擦角の増加によるひずみ硬化を考慮している、弾性係数は微小変形領域の値を N 値から推定した、地盤の引張り強度は粘着力の 1/2 とし、No-Tension 解析

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野3丁目3番地3号,東電設計(株),TEL 03-4464-5470,FAX 03-4464-5490



により過大な引張り応力の発生を防止している.解析に用いた地盤の物性値と有限要素のメッシュを図-3に示す.

### 3.1解析結果

拡底型逆 T 基礎(KI 基礎)と通常型の逆 T 基礎(SI 基礎)の荷重-変位関係を解析と比較して図-4 に示す.解析は KI 基礎, SI 基礎ともに実験よりもやや大きい荷重が得られているが,荷重-変位の非線形特性はよく一致している.引抜き荷重を載荷実験のピーク荷重の変位時で比較すると,解析は KI 基礎が 4%, SI 基礎が 8%程度大きい.また, KI 基礎と対数らせん法, SI 基礎とせん断法の引抜き支持力(設計法)は実験結果と比較的良く一致している.初期の変形領域は解析の荷重が40%程度大きく,N値から推定した微小変形域の弾性係数は実際よりも大きめの値と考えられる.

載荷実験のピーク荷重時に着目し,周辺地盤の最大せん断ひずみ分布を比較した結果を図-5 に示す.KI 基礎の実験はボーリング孔で計測した格子点の鉛直・水平変位を用い,格子点から構成される地盤要素の最大せん断ひずみを計算した.実験は,拡底部先端の上部地盤にせん断ひずみが集中し,それが上部へ発達するに従い半径方向外側へ広がる様子が確認できる.せん断ひずみの集中している領域は石膏柱の亀裂(図中の破線円形領域内)と比較的良く整合しているが,対数らせん法の設計式よりもやや内側となった.KI 基礎の解析も同様に最大せん断ひずみが浅い領域ほど外側へ広がる傾向を示し,実験とよく整合している.ただし,せん断ひずみは,実験同様に対数らせん法よりもやや内側に集中している.掘削部境界近傍の浅い領域に集中したせん断ひずみは地盤の剥離によって生じたものであり,地盤のせん断破壊メカニズムは対数らせん法に近い性状を示していると判断した.SI 基礎は床板の側面から掘削境界面に沿ってせん断ひずみが集中しており,せん断法の仮定するせん断破壊面と良く一致している.

### 4.まとめ

逆 T 基礎および拡底型逆 T 基礎の実規模引抜き実験を有限要素法により解析した結果,荷重-変位関係,引抜き破壊メカニズムとも実験結果とほぼ一致した.逆 T 基礎は掘削境界面に沿った鉛直の破壊面,拡底型逆 T 基礎は対数らせん的な破壊面を形成し,それぞれ現行設計式の妥当性が確認された.

#### 参考文献

1)松尾・新城;粘性土中の基礎の引揚抵抗力に関する研究,土木学会論文集,第 137 号,1967.1