

抑止杭を用いた送電設備斜面の地震時対策工に関する遠心模型実験（その1） —既設の基礎が抑止杭に及ぼす影響と変位抑制効果の評価—

東京電力ホールディングス 正会員 ○河村 直明, 滝野 晶平, 東京電力パワーグリッド 非会員 西 俊彰
N T Tデータ (元東京工業大学) 非会員 石田 小百合
東電設計 正会員 高橋 秀明
東京工業大学 正会員 関 栄, 高橋 章浩

1. はじめに

尾根地形に立地する送電用鉄塔について、基礎の前面に鋼管杭を配置して基礎周辺斜面を安定化し、斜面下方の局所的な崩壊を許容する地震時対策工を検討してきた¹⁾²⁾。本対策は、鉄塔基礎近傍に抑止杭を配置するため、地震時の基礎体慣性力が杭への作用モーメントを増加させる影響がこれまでの研究で懸念された。そこで、基礎体の配置をパラメータとした遠心模型実験を実施し、鋼管杭へ与える基礎の影響と変位の抑止効果について、これまでに実施した遠心模型実験と合わせて取りまとめた。

2. 遠心模型実験の概要

図1はケースEX13の実験後の斜面崩壊状況を示す。尾根上の送電鉄塔を想定し、風化した表層と基盤の2層地盤からなる45度斜面にモデル化した。表層地盤は含水比20%、締固め度85%で締め固めたDLクレー、基盤は硬質塩化ビニルを使用した。変位計の配置は図2に示す通りで、鉛直変位はポテンションメータ、水平変位はレーザー変位計で測定した。本稿で整理した実験ケースの一覧を表1に示す。基礎の配置を変化させたケース(EX11, EX12)を新たに実施したほか、モーメントを計測する杭を追加した。遠心加速度は50G、実物換算で最大加速度約300gal、2Hzの正弦波を入力した。

3. 遠心模型実験の結果と考察

(1) 杭による地盤と基礎の残留鉛直沈下の抑制効果

図3(a)に地盤の中央部変位（基礎を配置したケースは基礎天端）の残留沈下量の大きさと杭による変位の低減率を合わせて示した。沈下量は実験ケースによるばらつきが非常に大きいものの、杭を配置した場合の沈下量の低減は明らかで、図1に示したように杭の斜面側前面のみにすべりの発生を制御できている。杭を配置したケースでは、基礎体の天端変位は比較的小さく、埋戻し部や基礎のないケースでやや沈下量大きい。杭による残留鉛直沈下の低減率は、杭なし2ケース(EX09とEX14)の沈下量に差があるため、両者の平均を基準値として杭を配置したケースを無次元化した結果、残留沈下量は14~50%であり、対策工により平均的には30%程度まで沈下を抑制できることが分かった。

(2) 杭による法肩地盤の残留水平変位の抑制効果

図3(b)は、斜面法肩部の水平変位について、残留変位の大きさと杭による変位の低減率を合わせて示した。杭を配置したケースの水平変位は、杭の曲率を数値積分した値とレーザー変位計の測定値がほぼ一致したため、曲率の

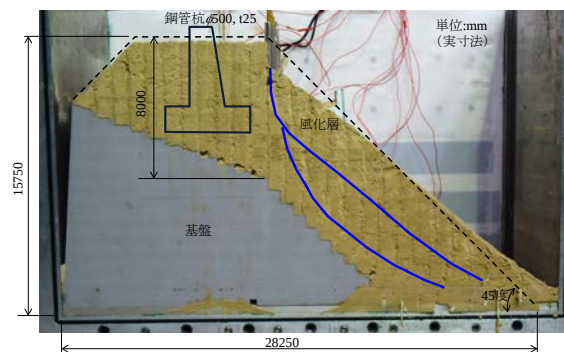


図1 遠心模型実験後の斜面の崩壊性状 (EX13)

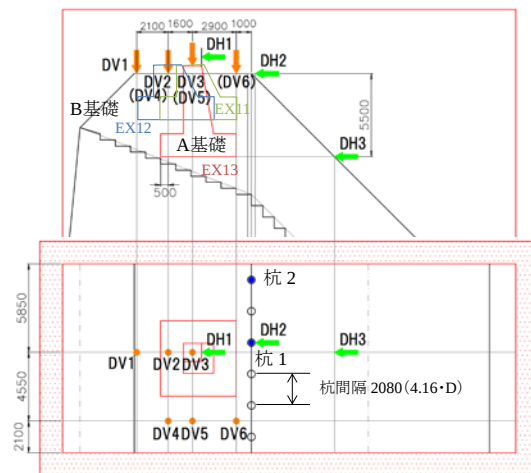


図2 遠心模型実験の変位計の配置

表1 遠心実験のケース

ID	杭	基礎 (離隔 m)	入力最大 加速度(gal)
EX09	—	—	305
EX14	—	—	(センサーエラー, データなし)
EX06	—	A(1.0)	297
EX07	○	—	270
EX10	○	—	306
EX08	○	A(1.0)	323
EX13	○	A(1.0)	210
EX11	○	B(1.0)	268
EX12	○	B(2.5)	238

キーワード 遠心模型実験, 送電用鉄塔基礎, 地震時斜面安定, 抑止杭

連絡先 〒230-8510 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎 4-1 東京電力ホールディングス(株) 経営技術戦略研究所 TEL 045-394-6322

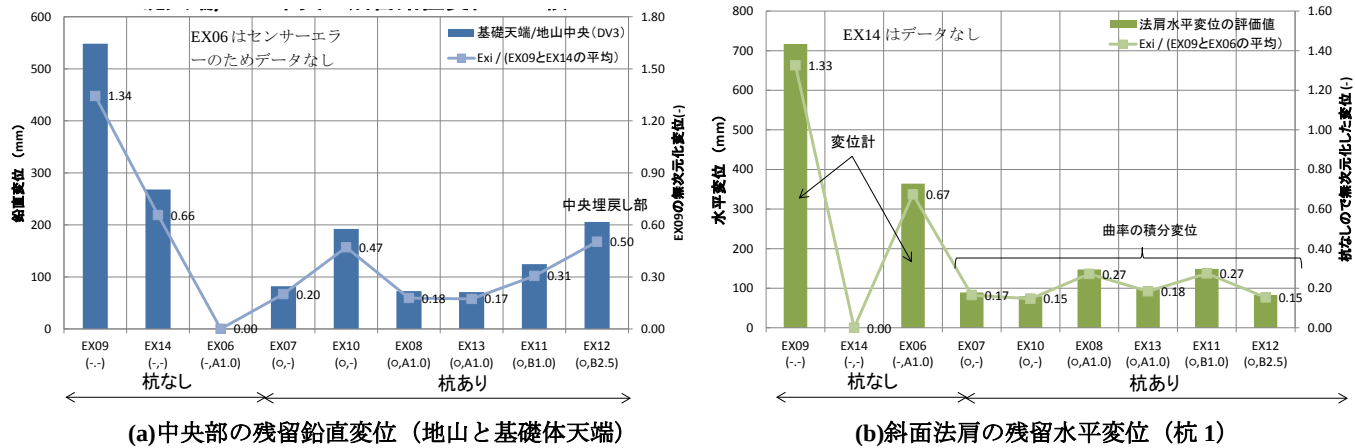


図 3 抑止杭による残留変位の低減効果

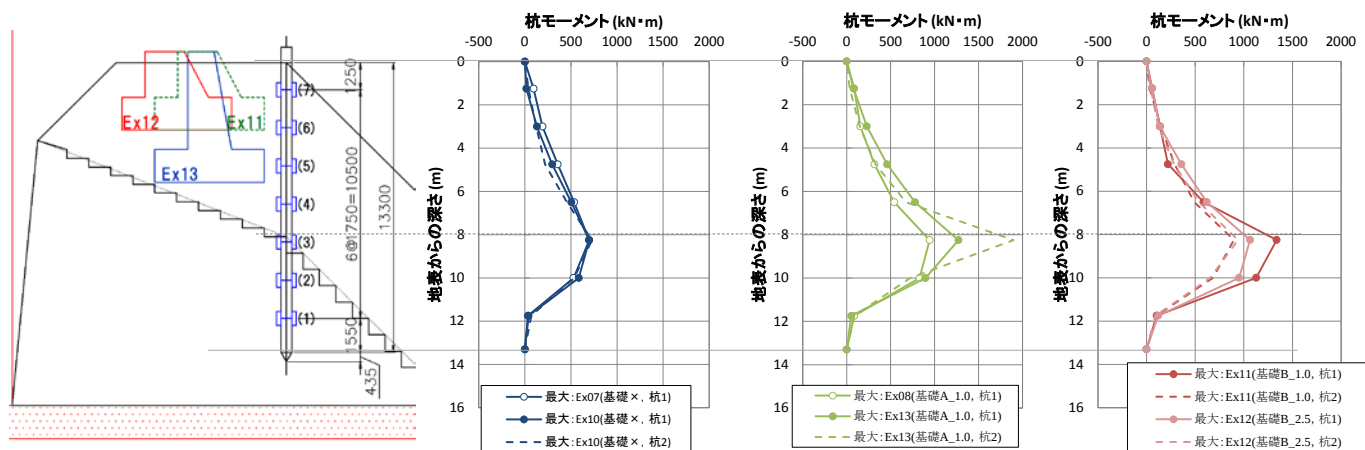


図 4 基礎タイプ別の杭の最大モーメント分布

積分変位を採用した。杭を配置すれば、鉛直沈下と同様に水平変位も大幅に低減している。杭なし計測変位にもばらつきがあるため、杭なしの2ケース（EX09とEX06）の平均値を基準として低減率を整理すると、残留水平変位は15～27%となり、本対策工により平均的には20%程度まで水平変位を抑制できると言える。

(3) 基礎の配置と杭モーメント分布の関係

図4に鉄塔基礎の配置別に杭の最大モーメント時の分布を示す。杭の最大モーメントは、どのケースも表層と基礎の境界部で発生している。基礎を配置しない2ケースのモーメント分布はほぼ一致し、杭配置の違いも見られない。これに対し、基礎を配置したケースは明らかにモーメントが増大している。杭と基礎の離隔距離が1.0mの場合、一般的な基礎形状A（EX08, EX13）に対し、基礎形状B（EX11）のように慣性力の作用位置が高いほど、基礎形状B（EX11, EX12）では離隔距離が小さいほど（EX11）モーメントが大きくなっているため、基礎慣性力が杭のモーメントを増加させた要因と言える。また、基礎形状Bの杭モーメントは、基礎前面杭である杭1が基礎の側面に位置する杭2よりも大きく、基礎の前面配置した杭ほど慣性力の影響を受け易いと言える。ただし、基礎形状Aでは逆の傾向が現れているが、その要因は解明できていない。

4. おわりに

抑止杭を用いた送電設備斜面の地震時対策工の効果を遠心模型実験で確認した結果、以下の知見が得られた。

- 1) 基礎体の前面に杭を配置すれば、基礎体位置の残留沈下や法肩の残留水平変位は30%程度以下に抑えられる。
- 2) 抑止杭には基礎体の慣性力が作用して増大し、その影響は基礎の正面に位置する杭が最も大きいことが分かった。

参考文献

- 1) 新屋陽理, 関栄, 高橋章浩, 河原忠弘, 足立倫海, 西俊彰, 高橋秀明, 菊池美香 (2015): 送電設備斜面の地震時斜面崩壊に関する遠心模型実験 ―その1: 基礎の影響と基礎構造物保全に対する抑止杭の効果―, 第50回地盤工学研究発表会。
- 2) 高橋秀明, 河原忠弘, 新屋陽理, 足立倫海, 関栄, 西俊彰, 高橋章浩, 菊池美香 (2015): 送電設備斜面の地震時斜面崩壊に関する遠心模型実験 ―その2: 修正震度法による地震安定性評価法の適用検討―, 第50回地盤工学研究発表会