

電柱倒壊対策における重心低下工法の適用性

芝浦工業大学 学生会員 ○嶋田 慎司
 芝浦工業大学 正会員 岡本 敏郎
 芝浦工業大学 原部 将至

1.研究背景及び目的

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震により、利根川や東京湾岸で液状化が多く発生し、都市部では電柱の傾斜や沈下の被害が見られた。千葉県浦安市においては、600本以上の電柱が傾斜や沈下をと言われている。既存の電柱倒壊対策には、根入れの長大化や根枷の設置等がある。しかし現状では上記の対策だけでは足りず、新たな対策が求められる。本研究では、液状化対策として、電柱の根入れ部分の体積を大きくし、重心を低下させた「重心低下工法」の適用性を検討する。

2.研究概要

2-1 重心低下工法

電柱の根入れ部分の体積を大きくし、電柱自体の重心を下げる工法を指し、電柱が倒壊する2つの原因すなわち、地質の水平支持力低下と重心が高いことによる回転モーメントの増大のうち、後者を特に対象とした。この工法では、施工上は電柱の根入れ長さはほとんど変えず、直径を大きくすることが望ましい。

2-2 実験方法

実験は中型振動台を用い、振動台上に土槽を載せ、液状化地盤を作成した(図-1)。使用した模型(図-2)は、実物の1/50し、根入れ部分の直径と高さを変化させた。入力地震波は、2011年東北地方太平洋沖地震(以下3.11地震)浦安観測波(図-4 最大加速度157gal)と、2001年に発生した芸予地震芸北観測波を用い、実験では最大加速度を調整して载荷した。重心低下型電柱は図-3に記載してあるものを用いた。試料は珪砂6号を使用した。根入れ深さは2~3.5mを使用した。

模型地盤の作成・電柱模型の設置後、図-3の入力地震波を载荷し電柱の傾斜角度と沈下量を計測した。以降実験条件は実規模レベルで表示し、50倍とした。

2-3 模型地盤作成方法

まず、上向き浸透流によりパイピングを発生させ、層厚20mで、地下水位1mの初期地盤を作成した。模型地盤は、相対密度が大変緩いと緩い地盤(図-4)を作成した。緩い地盤を作成する際、実験前に芸予地震芸北観測波の最大加速度60galの波を载荷し、小規模液状化を発生させ密度を上昇させた。また、模型地盤の密度は、模型作成後、実験とは別に電柱設置位置でφ=60mm、b=30もしくは40mmのシノウールチューブで採取して、計測した。



図-1 中型振動台

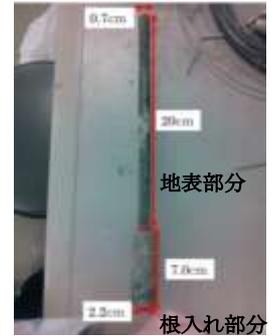


図-2 重心低下型電柱模型

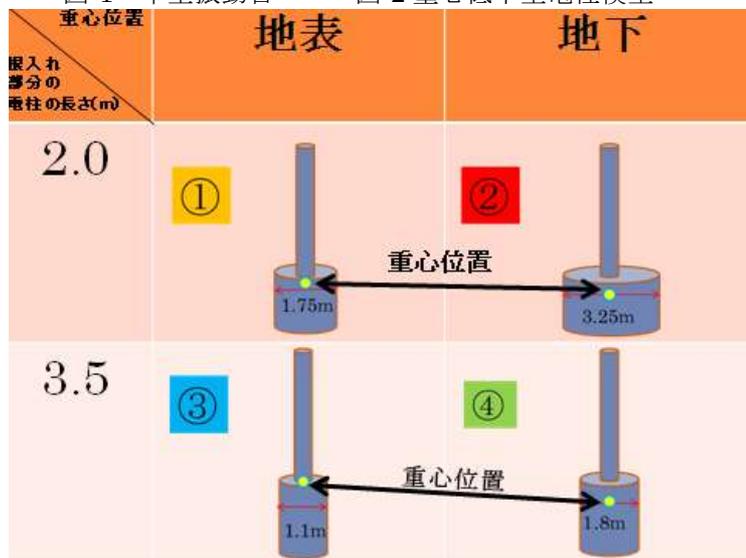


図-3 重心低下型電柱模型

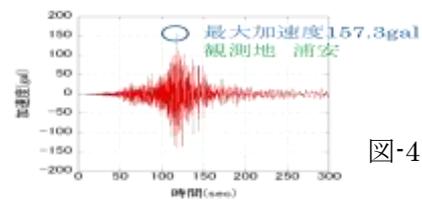


図-4 入力地震波

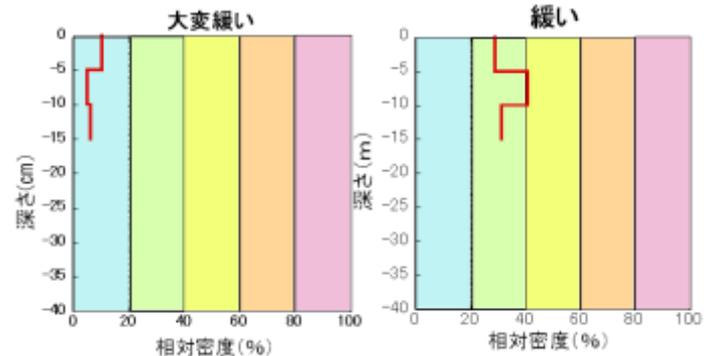


図-5 相対密度分布

キーワード 液状化, 電柱, 重心低下工法, 振動台

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 TEL 03-5859-7000

3.実験結果

許容傾斜角度の定義

電柱と隣接構造物との関係から許容傾斜角度は一般に7°とされ、傾斜角度が7°に達した最大加速度を許容最大加速度とした。

3-1 重心低下工法 (根入れ 2m)

このケースはすべて芸予地震による。図-3中の①と②を比較する。これらは実物と同じ根入れを2mとしている。①は重心が地表面、②は地下にある。比較のため、標準タイプの根入れが5mと10mの場合の実験結果も示してある。①の結果は最大加速度55galで許容傾斜角度を超えている。標準タイプ根入れ5mの電柱よりも効果的ではない。②の結果は標準タイプ根入れ5mより効果的であるが、標準タイプ根入れ10mの結果に近い効果がある(図-6)。

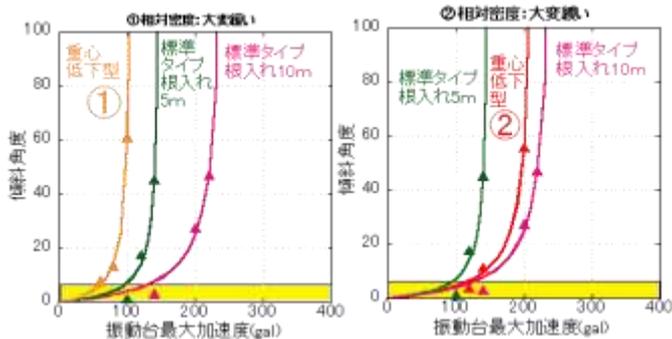


図-6 重心低下型電柱①、②の結果 (芸予地震)

3-2 重心低下工法 (根入れ 3.5m)

① 芸予地震

図-3中の③と④を比較する。重心位置を③は地表と④は地下で分けたものである。③の結果は最大加速度60galで許容傾斜角度に達してしまい、大きな加速度には耐えられなかった。④の結果は標準タイプ根入れ5mとほとんど同じ結果であり、標準タイプ根入れ10mより効果は少ない(図-7)。

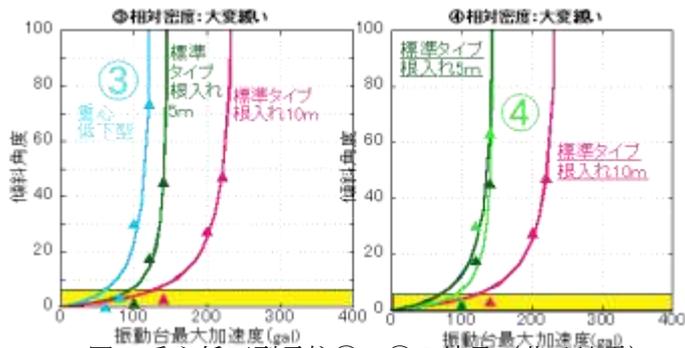


図-7 重心低下型電柱③、④の結果 (芸予地震)

② 東北地方太平洋沖地震

図-8には、重心低下型根入れ3.5m(図-2)、標準タイプ根入れ2m、5m、10mである。標準タイプ根入れ2mだけは35galで許容傾斜角度を超えてしまった。重心低下型根入れと標準タイプ根入れ5m、10mは最大加速度70galでも許容傾斜角度内に収まった。なお東北地方太平洋沖地震の最大加速度70gal

以上は振動台の性能上、裁荷できなかった(図-8)。

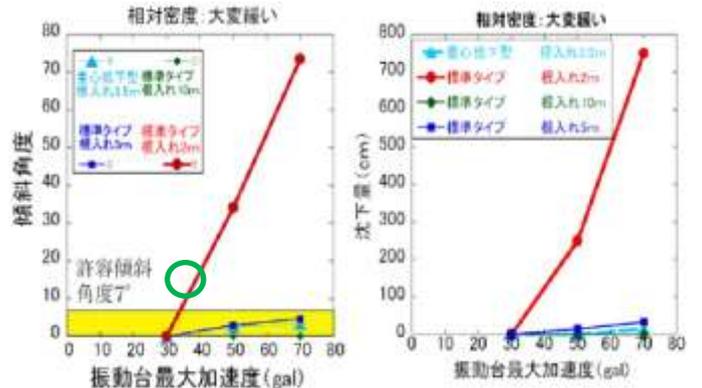


図-8 重心低下型電柱根入れ3.5m (東北地方太平洋沖地震)

3-3 相対密度と許容最大加速度との関係

図-8より、相対密度が大変緩い(0~20%)から緩い(20~40%)となると、許容最大加速度は、なだらかに増加しており、密度の影響がみられる。重心低下型電柱①③④(図-3を参照)、と標準タイプ根入れ2m、5mは許容最大加速度が100gal以下であり、十分な効果が得られなかった。しかし標準タイプ根入れ10mと重心低下型電柱②は相対密度が大変緩い場合でも、許容最大加速度が100galを超えており、液状化地盤でも十分な効果があることが分かった。今回はページ数に限りがあるため、相対密度が緩い重心低下工法の結果は記載しなかった。

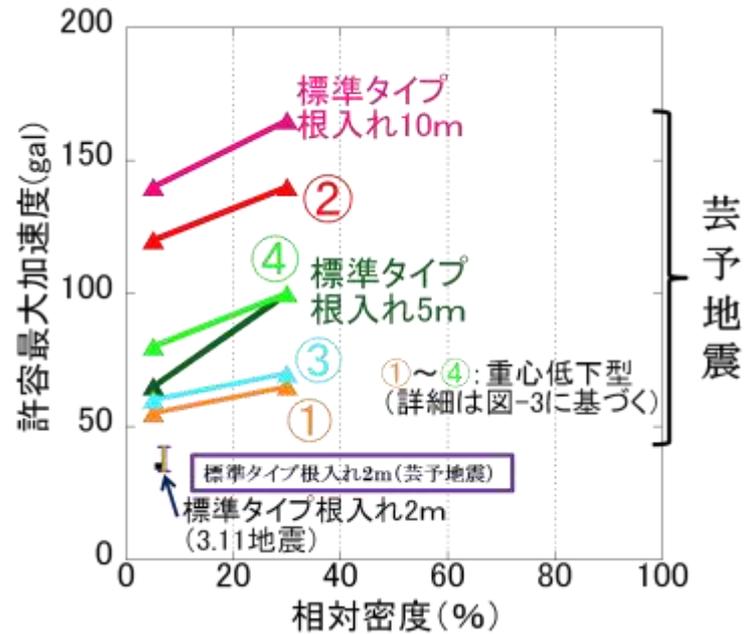


図-8 容最大加速度と相対密度

4.まとめ

液状化地盤に対して一番効果があるのは、標準タイプ根入れ10mの電柱であり、ほぼ同じ程度に効果があるのは、重心低下型電柱②である。ただし、許容最大加速度の大きさからみると、地盤の密度が大きな影響を与えている。