

III- 678

送電鉄塔基礎の安定性に関する小型模型実験

日本工営(株) 正会員 ○林 良樹
 広島大学 工学部 正会員 日下部 治

1. はじめに

平成3年9月九州、中国地方は台風19号のため、電力システム設備に大きな被害が生じた。この被災経験は改めて社会生活に及ぼす電力被害の影響が大きいことを再確認させる契機ともなった¹⁾。現行の送電鉄塔基礎の設計は、風荷重による引き上げ抵抗力が設計時の検討項目ではあるが、鉄塔全体の設計は、建設現場の立地条件、経済性、および基礎設計以外の技術的な要因によって決定されているようである。

送電鉄塔は、かなりフレキシブルな骨組み構造からなり、通常4基の基礎によって支持される形式となっており、風荷重による各基礎の荷重分担状況、および地盤への荷重伝達は、基礎の地盤への固定度（曲げ抵抗力、水平抵抗力、ねじり抵抗力）、上部構造物の剛性などによって変化し、送電鉄塔の安定問題は、地盤と構造物との相互作用問題の一つとして捉えるべき性質のものであろう。このような視点から、今回極めて単純化した条件での重力場小型模型実験を実施した。これは将来の遠心実験への予備の実験であが、2、3興味深い観察が得られたので報告する。

2. モデル化

一般に送電鉄塔は起伏に富んだ山岳地帯に位置し、あらゆる方向からの風圧が存在し、その荷重は送電鉄塔の基礎に大きな引揚力を発生させる要因となっている。ここでは荷重方向を表現するパラメータとして、鉛直方向には地盤面からの角度（ α ）、平面方向には基礎部の辺方向からの角度（ β ）を用いてモデル化を行った（図-1）。なお本予備実験では、鉄塔の連成問題は取り扱わず、一基の鉄塔の頂部に集中外力Pが作用する場合のみを対象にしている。

3. 鉄塔模型

模型の寸法は表1の通りであり、MARK IからMARK IVまで鉄塔上部の剛性を変化させている。ここでプロトタイプとしては中国地方で採用されている50万kV送電鉄塔の標準的寸法を考えている。

表1 模型鉄塔のスケール

	実物	MARK I	MARK II	MARK III	MARK IV
高さH (cm)	9180	91.8	100	100	100
値開きB (cm)	1342.5	19.5	17	17	17
鉄塔の直径 d_A (cm)	15	2.0	2.0(0.3)	0.8	0.8
鉄塔の断面二次モーメントI (cm ⁴)	2507	0.785	0.597	0.020	0.020(枠)
鉄塔の材料	スチール	アルミニウム	アルミニウム	アルミニウム	アルミニウム
基礎の深さD (cm)	1450	14.5	14.5	14.5	14.5
基礎の直径 d_B (cm)	250	4.18	4.18	4.18	4.18
基礎の材料	鉄筋コンクリート	アクリル	アクリル	アクリル	アクリル

4. 実験方法

実験には図-2に示すような載荷システムを用い、鉄塔頂部に重りにより集中外力Pを与え、これにより4基の基礎と鉄塔頂部での鉛直、水平変位を計測した。模型地盤は、乾燥稲城砂を空中落下法により作成し、その時の相対密度 D_r は平均85.9%、変動係数は4.0%である。

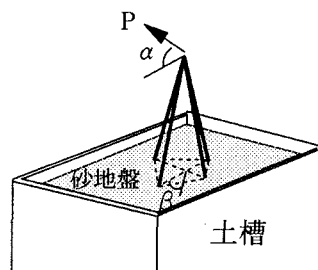


図-1 載荷方向

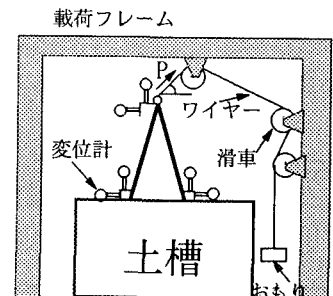
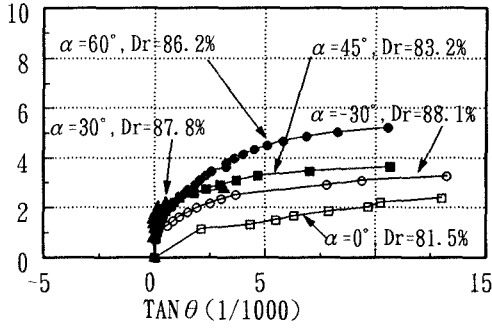


図-2 載荷システム

5. 実験結果

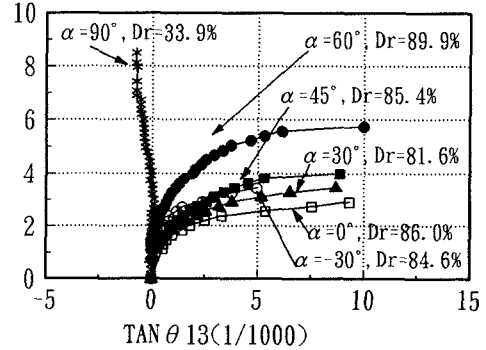
実験結果は、基礎部の変位・基礎部の回転・相対密度にともなう影響・曲げ剛性にともなう影響について検討したが、ここでは基礎部の回転についてのみ報告する。

載荷荷重(kgf)



(a) $\beta = 0^\circ$

載荷荷重(kgf)



(b) $\beta = 45^\circ$

図-3 載荷重と基礎の回転角

図-3(a)、(b)は、載荷重 P と基礎の回転角 $\tan \theta$ の関係を表したもので、 $\beta = 0$ 度と $\beta = 45$ 度の2通りの場合について、仰角 α の変化(-30 度から $+90$ 度)により、基礎の回転角がどのような変化をするかを示している。 $\beta = 90$ 度、 $\alpha = 90$ 度の場合を除いて、この図から2点が指摘できる。すなわち、(1) $\beta = 0$ 度と $\beta = 45$ 度の両ケースで、 α が小さくなるにしたがって基礎の回転が大きくなっていること、(2) $\beta = 0$ 度の場合 $\beta = 45$ 度と比べて、同じ載荷荷重での基礎の回転が大きくなっていることである。また次に絶対値が同じで符号の異なる $\alpha = +30$ 度と $\alpha = -30$ 度の挙動を比べると、 $\beta = 45$ 度では $\alpha = +30$ 度の方が $\alpha = -30$ 度よりも基礎の回転が大きく、 $\beta = 0$ 度の場合はその逆になっていることもわかる。

図-4は、載荷重 P と鉄塔頂部での鉛直変位の関係を、Mark I、III、IVの剛性をパラメーターにして

示したものである。なおMark IVは、Mark IIIに水平補強材を加えたものである。載荷方向は $\alpha = 30$ 度、 $\beta = 0$ 度である。鉄塔の剛性が挙動に大きく影響することはこの図から明かで、特に基礎部との剛性比が低下すると、鉄塔頂部の鉛直変位が下向きに変位している事実は興味深い。

6. おわりに

送電鉄塔の挙動について、小型模型実験を行った結果を報告した。今後遠心装置内で更に検討を継続する予定である。なお、本実験には、財団法人中国電力技術研究財団から「ドラム遠心装置による強風時送電構造物基礎の安定性に関する実験的研究」として研究助成を受けている。

参考文献

1) 目黒公郎、永田茂(1992): 台風19号による大規模停電の都市機能への被害波及に関する調査研究(広島地域における大規模停電の影響)、生産研究調査報告、44巻、第4号、pp. 194-201.

載荷荷重(kgf)

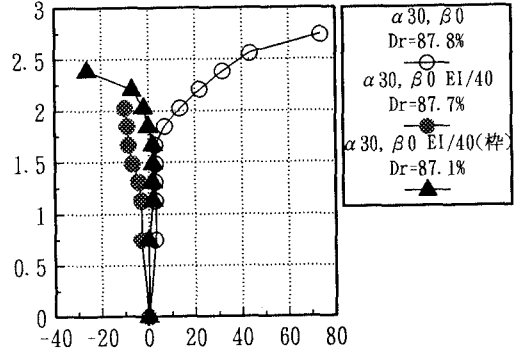


図-4 鉄塔頂部の鉛直変位