

九州大学 工学部 学生員 ○萩尾 政男
九州大学 工学部 正 員 小坪 清真
九州大学 工学部 正 員 島野 清

I. まえがき

著者らは、送電線の支持方式の異なる2種類の送電鉄塔、すなわち、図-1、図-3に示す耐張型の鉄塔Ⅰ（送電線を固定）と図-2、図-4に示す懸垂型の鉄塔Ⅱ（送電線の移動可能）に対して、それぞれ送電線の無い場合と有る場合の振動特性を常時微動測定による方法で実験的に求めた。その結果、鉄塔Ⅰ、鉄塔Ⅱとも送電線の影響が線路方向に顕著に現れていることがわかった。送電線の影響を理論的に解析する場合、厳密には全体系を考慮して解析しなければならないだろうが、計算が非常に複雑になる。そこで本研究は、送電線をバネに置き換え鉄塔に拘束力を与えるという考え方と、送電線自身の振動が外力として鉄塔に働くという考え方から送電線の影響を理論的に解析し、実験結果と比較することから本解析法の有効性を検討したものである。

II. 理論解析

(1) 送電線をバネに置き換える方法

図-5に示すように、送電線が鉄塔に及ぼす拘束力をバネに置き換えて、鉄塔に作用させ二次元的に部分構造法で振動特性を求めた。送電線のバネ定数は送電線の一端を、水平及び鉛直方向に微小変位させた時に生ずる張力の変化より求めた。但し送電線はCatenary曲線を成し、また送電線の最下点は固定されているものとしている。

(2) 送電線自身の振動

図-6に示すように、鉄塔をバネに置き換え、送電線がバネに支持されていると考える。ここで送電線は摩擦のないピンで結合された有限個の真直な棒の集合体と仮定し、振動に対する運動方程式を導いて、振動特性を求める。図-7において釣合突入に入っているバネは、いが支突である場合の拘束力を与えるバネである。突入に対する運動方程式は、

$$\begin{cases} -\alpha_n u_n + (\alpha_n + \alpha_i + K u_i) u_i - \alpha_i u_j - \beta_n v_n + (\beta_n + \beta_i) v_i - \beta_i v_j = -m_i \ddot{u}_i \\ -\beta_n u_n + (\beta_n + \beta_i) u_i - \beta_i u_j - \gamma_n v_n + (\gamma_n + \gamma_i + K v_i) v_i - \gamma_i v_j = -m_i \ddot{v}_i \end{cases}$$

で与えられる。ここに、 α_i , β_i , γ_i は部材*i*に対する剛性量であり、

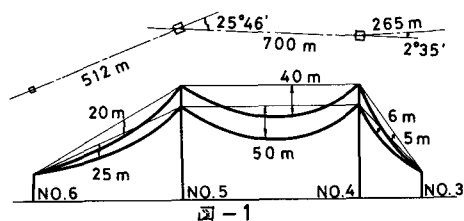


図-1

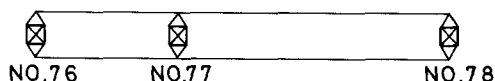


図-2

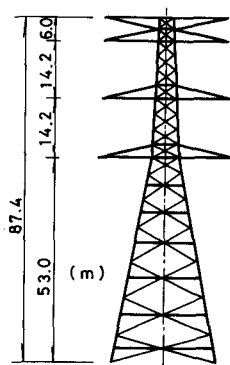


図-4

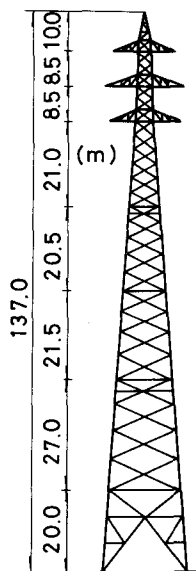


図-3

A schematic diagram of a transmission tower. It features a central vertical structure with multiple horizontal cross-arms. Each cross-arm is equipped with insulators and conductors. The tower is supported by a lattice of diagonal bracing. At the top, there is a terminal insulator and a conductor. The diagram illustrates the electrical and mechanical components of a high-voltage transmission line tower.

(Hz)						
送電線方向	次數	實 驗		理 論		備 考
		送電線有	送電線無	送電線有	送電線無	
電 線 方 向	1	0.315	—	—	—	0.302 送電線鉛直1次
	2	1.158	0.952	0.977	1.125	— 鐵塔1次
	3	1.440	—	—	—	1.489 送電線水平1次 No.3~No.4
	4	2.417	2.490	2.614	2.675	— 鐵塔2次
	5	2.881	—	—	—	2.805 送電線水平1次 No.4~No.5
	6	—	3.345	—	—	— 振水1次

(Hz)

(Hz)

送電線方向	次數	實 驗		理 論				備 考
		送電線有	送電線無	送電線無	鉄塔有	鉄塔無	送電線無	
電線方向	1	1.135	1.074	1.058	1.345	—	鉄塔 1 次	
	2	1.294	—	—	—	1.336	送電線水平 1 次 No.77-No.78 (5)	
	3	1.880	—	—	—	2.025	送電線水平 1 次 No.77-No.78 (9)	
	4	—	2.026	—	—	—	振丸 1 次	
	5	2.512	—	—	—	2.786	送電線水平 1 次 No.77-No.78 (5)	
	6	3.174	3.149	3.184	3.256	—	鉄塔 2 次	
	7	3.333	—	—	—	3.272	送電線水平 1 次 No.76-No.77 (9)	

图 - 9