

控綱を有する塔状構造物の振動に関する基礎実験。(主として地震荷重によるもの)

愛媛大学工学部 正員 〇見澤繁光
 “ “ “ 日笠隆司
 “ “ “ 学生員 山出 寛

1. 序言及び実験目的

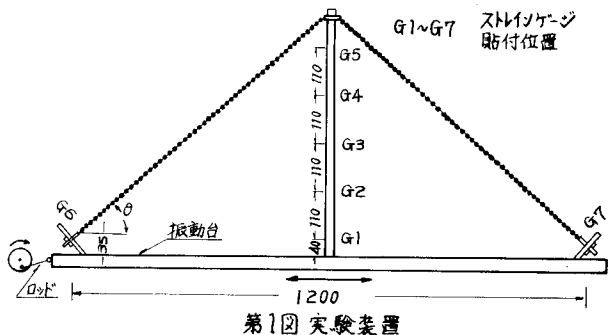
従来の概念をこえて、控綱を有する高いマスト・煙突或いは通信用電信塔のような比較的単純な構造物を建造する際には、控綱の性質が著しくその特性を変える。この控綱の特性を確実に把握して、安全にこれらの構造物を建設することが出来れば大いにその用途がひろがるものと思われる。比較的低廉な建設費で高い煙突の建造が出来れば、煤煙による公害は相当程度軽減されるものと考えられる。静力学的に考察すれば、これらのことは可能であるがしかし実際には風荷重・地震荷重等が作用するので危険である。この考慮なくしては行かなる構造物の設計も安全とは言えない。ことに従来の概念をこえたものについては慎重に取り扱わなくてはならない。そこで先ずその第一歩として小型振動機を使用して模型実験を行ないその結果について検討を行うこととした。起振機の性質上、水平振動については実験を行い得ないので、その対象として地震荷重について行うこととした。風荷重については今回は行わないこととし、次回以後に於いて行うこととした。

2. 実験装置及び操作

予想する構造物(塔状)の挙動を小型模型の挙動が表現するように配慮しなければならない。特に控綱の性質として鋼索張力 P と鋼索自重との比が大きな因子として作用する。それ故に鋼線に孔あき鉛球をじゅうづつなぞして自重を増加させた。その構造物の性質を最も簡単に示すために鋼棒を使用しその細長比の変化によって表現出来るものと考えた。使用した起振機は正確に正弦波を発生する。その振動数の範囲は0~7サイクル今回の実験では1.89サイクルのみを用いた。又振中の範囲は0~64mmであり、今回は6.4mmのみを使用し起振状態を一定とした。この装置の一般配置は第1図に示すとおりである。振動盤の上に固定された鋼棒の先端付近に鉛球をとりつけた鋼線の一端をとりつけ、鋼線の他端を振動盤にとりつける。このとき鋼線の端に張力計をとりつける。(実際にはこの張力計の張力変化が微小であるので計器では不明であった。設計

第1表 鋼線の諸元

鋼線番号	直径 mm	断面積 mm ²	総重量 g
C-1	1.39	1.517	2.7
C-2	1.80	2.543	4.76



では0.5kgの差を読み得るようにしてある。更に改造の予定である。) 鋼線の諸元を表1に示す。鋼棒の諸元は表2に示すごとくである。

表2 鋼棒の諸元

鋼棒の番号	長さ (mm)	直径 (mm)	断面積 (mm ²)	慣性モーメント (mm ⁴)	回転半径 (mm)	細長比
R-1	550	6.30	31.057	77.3	1.57	349.4
R-2	559	7.94	42.409	195.0	2.14	261.2

表3 使用鋼線の緊張力と自重との比(%)

自重 (g)	0	5000	10000	
C-1	27	0	0.0054	0.0027
C-2	476	0	0.0952	0.0476

孔あき鉛球をつけ鋼線の自重と緊張力との比を表3によって示す。但し緊張力は5kgと10kgとの2種類のみを用いた。鋼線の弾性曲線に関する諸元は、表4図のようである。

実験順序は次のようにした。(1)片持梁として鋼棒の振動諸元を定める。(2)鉛球を附置しない鋼線と鋼棒にとりつけ強制振動せしめる。(3)鉛球を片側の鋼線と鋼棒にとりつけ強制振動せしめる。(1)~(3)の振動の際、鋼線緊張力を夫々5kg及び10kgの2種類とした。

表4 使用鋼線弾性曲線諸元

鋼線	緊張力 (g)	緊張力平均値 (g)	最大変位 (mm)
C-1	5000	3671	0.127
	10000	7340	0.0635
C-2	5000	3671	7.1390
	10000	7340	3.5695

実験結果の記録は、ペン書きオシログラフによって行った。即ちその鋼棒に夫々5ヶ所に貼布したストレインゲージの測定結果及び振動盤の運動が記録された。他に鋼棒の撓みと瞬間写真によって、撮影した。他の因子とのマッチングに若干の問題があるので、触れないこととする。

3. 実験結果及び検討

(1) 実験結果より一般に次のことが言える。鋼棒のみの曲げ自由振動では、その一次振動のみが現われるようであり、鉛球なしの鋼線で鋼棒を緊張した時、鋼棒の上中下のストレインゲージ貼布箇所の曲げモーメントを観察すると、上(G5)及び中(G3)の箇所のモーメントが正であれば、下(G1)の箇所のモーメントが負となるというようにすべての場合、異符号となる。この現象は、鉛球つき鋼線で鋼棒を緊張した際にも同様のことが発生している。従って曲げモーメントの大きさは、曲率半径に反比例するので、この際には一次振動のみならずそれ以下の振動も発生しているものと推察され得る。

(2) 鋼棒の曲げモーメントより計算して求めた曲げ撓みは、鋼棒のみのとき最大である。鉛球なしの鋼線で緊張する際には、前述の曲げ撓みは著しく減少する。孔あき鉛球を有する鋼線で緊張する際にも、矢張り曲げ撓みは減少する。又緊張力を増加すれば、上端の変位は小となるので、曲げ撓みが減少する傾向にあると思われる。

鋼棒の曲げ撓みは、鋼線の伸延を伴いながら行なわれるので、鋼線の緊張力によってその制限を受ける。しかし振動盤の振動によって、鉛球を有する鋼線は慣性力を主とし、その力の進行方向が鋼棒の撓みの方向と同一であれば、その撓みを助長し、その進行方向が逆であれば、その撓みを減少する方向に働くが鋼線を緊張しているので、撓みは著しく制限される。その実験結果によれば、鋼棒1に於いては緊張力を増加することは、必ずしも撓みを減少することにはならない。

尚、詳細については、講演会にて発表する。