

# 通信鉄塔の振動特性の実測

## -その1 実測概要およびアングル鉄塔の実測結果-

正会員 ○舩田 健次\* 同 大島 豊\*  
 同 伊藤 隆文\*\* 同 吉田 昭仁\*\*\*  
 同 田村 幸雄\*\*\*\*

通信鉄塔 常時微動 人力加振 固有振動数 減衰定数 RD 法

### 1. はじめに

通信鉄塔の場合、比較的軽量で減衰が小さいことから、設計上、地震荷重よりも風荷重が支配的になる場合が多い。構造設計法が性能設計に移行し、構造物の変形や振動応答をより正確に把握することの必要性が高まってきている。鉄塔に作用する設計用風力については、風洞実験等によるデータがある程度蓄積されているが、応答予測に必要な固有振動数や減衰定数などの振動特性については、必ずしも十分な資料が無い。本研究では屋上設置型の通信鉄塔の振動特性を把握することを目的として一連の実測を行った。

### 2. 実測対象の通信鉄塔

実測対象とした通信鉄塔は、表 1 に示す 10 基の屋上設置型通信鉄塔である。7 基がアングル鉄塔、3 基がパイプ鉄塔であり、接合には全て中ボルトが使用されている。鉄塔の立面を図 1 に示す。

### 3. 実測方法

実測はサンプリングレイト 100Hz で、常時微動測定約 30 分と、人力加振による自由振動測定との 2 種類を行った。図心位置での並進 2 成分  $X$ 、 $Y$  およびねじれ成分  $\theta$  を推定するため、なるべく鉄塔頂部付近のデッキ上の 2 箇所に、水平 3 成分（うち 2 成分と 1 成分が直交）の加速度計を取り付けて計測を行なった。 $X$ 、 $Y$  は、それぞれ概ね EW 方向、NS 方向に沿う構造主軸の方向である。

### 4. 解析方法

常時微動記録については、RD 法を用いて RD 波形を抽出し、その最初の 4 周期分に対して線形 1 自由度系の自由減衰振動波形を最小 2 乗近似して、固有振動数および減衰定数を推定した。ここで用いた RD 法は、任意に設定したある初期振幅レベルを上向き、下向きにクロスする毎に、それ以降の波形を切り取り、初期振幅位置ですべてを重ねる方法をとった。初期振幅は任意に変えることができるが、ここでは、 $\sigma/4$  から  $\sigma/4$  毎に  $2\sigma$  まで初期振幅を変化させ、振動特性の振幅依存性を調べた。

人力加振により得られた自由振動波形については、4 周期毎の線形 1 自由度系への最小 2 乗近似を 1 周期ずつ移動

表 1 測定対象鉄塔

鉄塔名	構造形式	使用部材	全体高さ(m)	鉄塔実高(m)	竣工年
A鉄塔	3脚トラス	アングル	66.7	50.3	1967
D鉄塔	4脚トラス		40.2	35.0	1966
M鉄塔	4脚トラス		43.0	17.0	1970
K鉄塔	4脚トラス		52.0	41.0	1971
I鉄塔	4脚トラス		55.5	40.0	1977
G鉄塔	4脚トラス		67.8	37.0	1965
S鉄塔	4脚トラス		78.0	54.2	1970
N鉄塔	4脚トラス	パイプ	91.3	82.5	1971
O鉄塔	4脚トラス		47.0	31.0	1968
T鉄塔	4脚トラス		55.0	31.0	1979

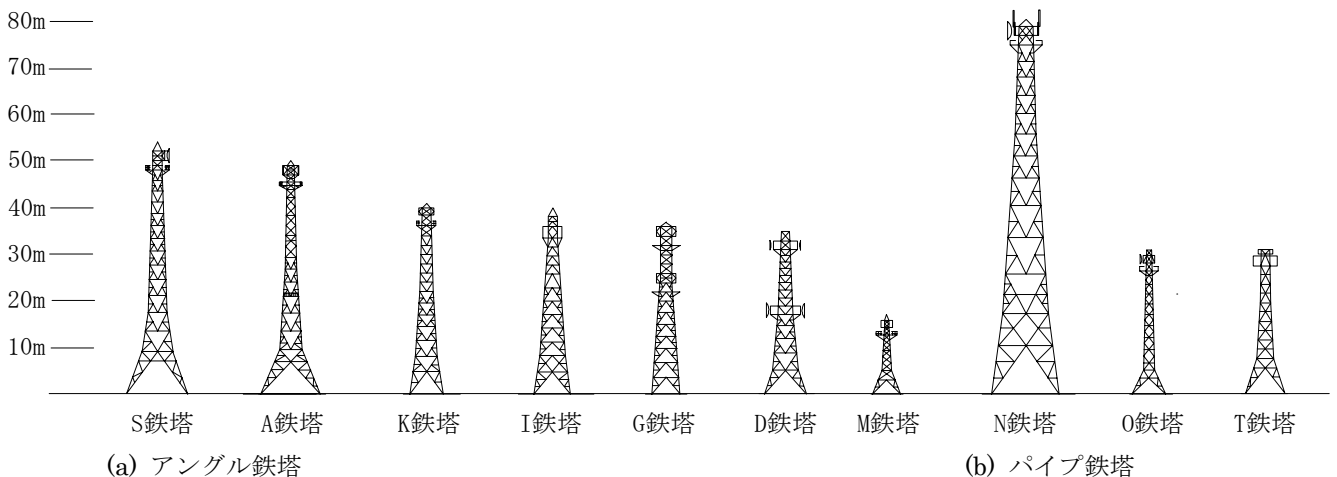


図 1 測定対象鉄塔立面図

しながら行い、振動特性の振幅依存性を調べた。

### 5. 解析結果および考察

本報では、アングル鉄塔(S、M、K、A、D、I、G 鉄塔)の結果について示す。紙面の都合上、並進2成分X、Yのうち、各鉄塔について1成分のみを示した。もう他方の成分についても、概ね同様の結果と考えて良い。

図2(a)はS鉄塔の減衰定数である。0.7%前後でばらついており、振幅依存性はあまり明瞭でない。図2(b)の固有振動数は、振幅とともに僅かに減少する傾向が見られるが、これもあまり顕著なものではない。

図3(a)のM鉄塔の減衰定数は、常時微動レベルでの0.4%前後から人力加振レベルでの1%程度まで、振幅とともに増加している。図3(b)の固有振動数においても、振幅の増加に伴い明瞭に低下しており、振幅依存性が認められる。

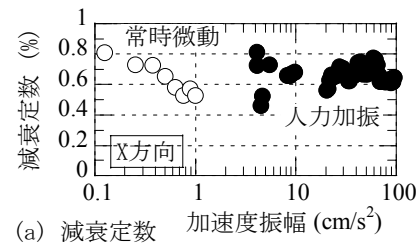
図4(a)のK鉄塔の減衰定数も同様に振幅依存性が見られるが、図4(b)の固有振動数の変化はあまり大きくない。

図5(a)のA鉄塔の減衰定数は常時微動時の0.7%前後の比較的安定した値に較べ、人力加振時の結果は大きめでばらついた結果になっているが、3脚トラスのためか、人力加振時にX、Y方向振動の連成の影響が現れたものである。図5(b)の固有振動数は振幅とともに僅かに増加している。

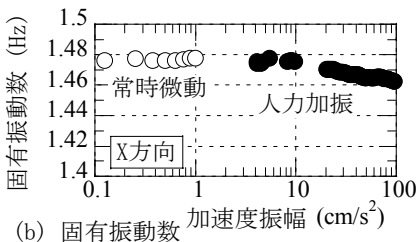
図6に示したI鉄塔の場合は、鉄塔に取り付けられているビームアンテナ個材の振動と思われる固有振動数と鉄塔1次の固有振動数とが非常に接近しており、特に、人力加振時にこれが共振したため、あまりきれいな自由減衰波形が得られず、やや精度の落ちるものとなった。

図7のG鉄塔では、振幅の増加に伴い減衰定数が低下しS鉄塔と似たような結果となった。

なお、D鉄塔については、鉄塔高さの中間位置での計測を余儀なくされたため、人力加振を行わず図には示さなかった。常時微動の結果では、概ね減衰定数0.3%、固有振動数2.2Hzと得られている。

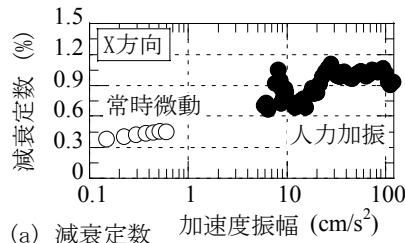


(a) 減衰定数

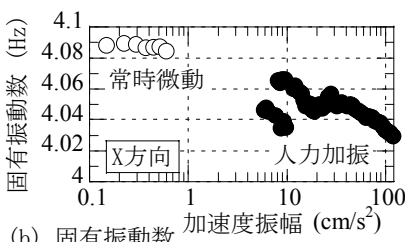


(b) 固有振動数

図2 S鉄塔の振動特性(X方向)

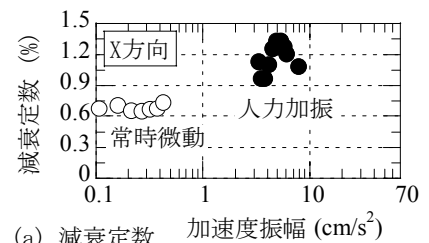


(a) 減衰定数

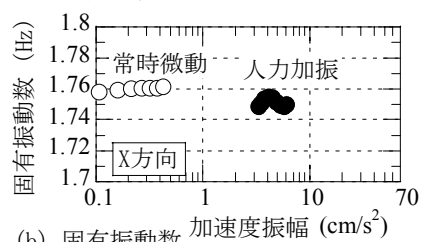


(b) 固有振動数

図3 M鉄塔の振動特性(X方向)

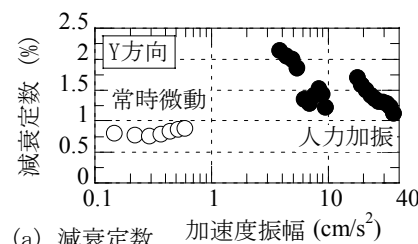


(a) 減衰定数

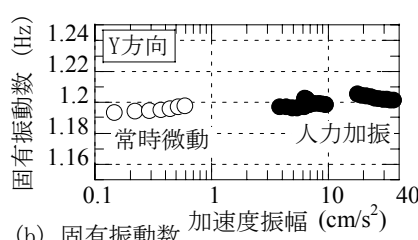


(b) 固有振動数

図4 K鉄塔の振動特性(X方向)

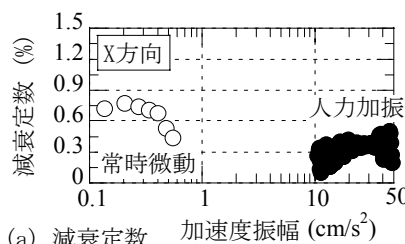


(a) 減衰定数

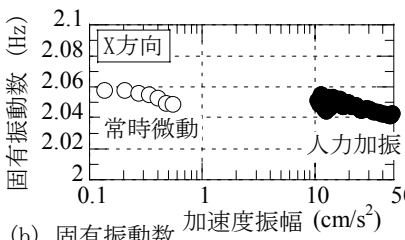


(b) 固有振動数

図5 A鉄塔の振動特性(Y方向)

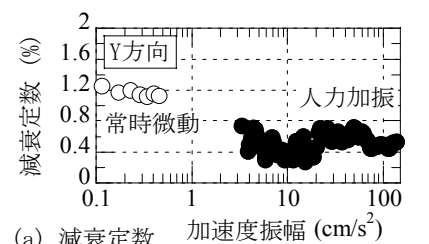


(a) 減衰定数

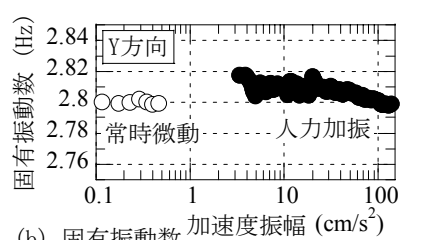


(b) 固有振動数

図6 I鉄塔の振動特性(X方向)



(a) 減衰定数



(b) 固有振動数

図7 G鉄塔の振動特性(Y方向)

\* 東京電力株式会社・電力技術研究所  
 \*\* 東電設計株式会社  
 \*\*\* 東京工芸大学・助手  
 \*\*\*\* 東京工芸大学・教授・工博

\* Tokyo Electric Power Company  
 \*\* Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.  
 \*\*\* Tokyo Institute of Polytechnics, Research Associate  
 \*\*\*\* Tokyo Institute of Polytechnics, Professor, Dr.Eng.