

I-114 煙突の強風による振動

秋田大学 正員 色部 誠
秋田大学 正員 薄木 征三

1. まえがき 我々は東北電力秋田火力発電所1号機の鉄塔支持型煙突 (Fig.1) を対象として、風による振動性状の実物観測並に風洞模型実験を継続してきた。その成果の一部は既に発表済みである¹⁾。その中で少くも弱風時については煙突の振動性状と不規則振動論の手法により、比較的良質に説明できるとを示した。

しかし耐風設計上特に問題である強風時の煙突の挙動は、弱風時とは異なり、たまたものであることが実物観測によって明らかとなった。本報告は測定値からその振動の性質を定性的に考察したものである。

2. 強風時の煙突の動的挙動 本煙突の代表的寸法と筒身直径 ($D=4.4\text{m}$) とすればストローハル数から求められる共振風速は約 2m/sec である。 16m/sec 程度の風に対しては煙突の揺振動はごく僅かである (昭46.4.27観測)。

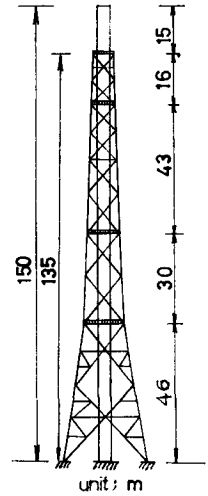


図-1

45年8月15日の台風時の記録からは、煙突の風向き直角方向の振動は明瞭である。写真1(a), (b)は20秒間の煙突の加速度記録である。図-2(a), (b)に写真1(a), (b)それぞれに対して計算された地上135mの点における煙突の変位の軌跡を示す。この2種の軌跡は、同日13分間の観測継続中における最も定常的に出現する安定した軌跡である。図-3(a), (b)に Fig.1 における高さ135mでの同日午後22時00分より1分間の風速値を示す。同図(a)はN-S成分、(b)はE-W成分であり、平均風向は南々西、風速は 35m/sec である。

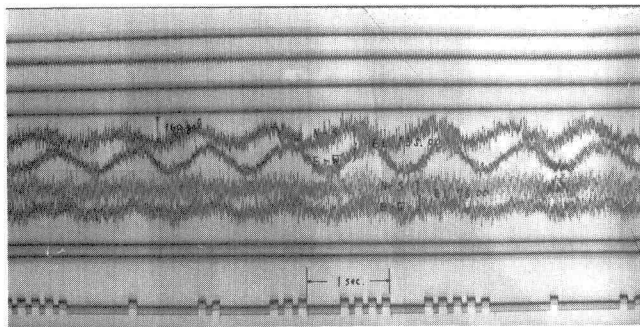
又未整理の記録であるが、45年11月30日の観測された冬期季節風時の風向は前述台風時のときと、E-W軸に対して逆対称、即ち北々西の風で、風速は scale over (40m/sec以上) であり、この時の変位軌跡も、図-2(b)とE-W軸に逆対称のほぼ直線往復運動である。

以上の記録から、ほぼ次のような考察がなされる。

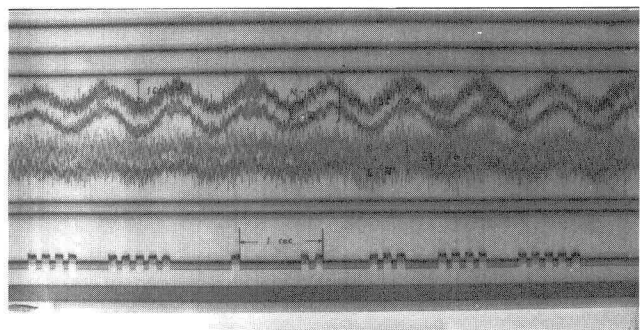
1) 風方向の絶対変位は不明であるが、振動振巾は風向直角方向のものより風方向のものより大きい。

2) 季節風の場合では少くも数分間にわたって安定した定常的な振動が支配的である。これは季節風の性質上風速の変動が小さいことによると思われる。台風時の場合では20秒程度にわたって定常的な振動が現れる。又いずれの風の場合でも、その安定した振動時に最大の振巾を示し、かつこの振巾は各安定した振動時毎にほぼ一定の値である。

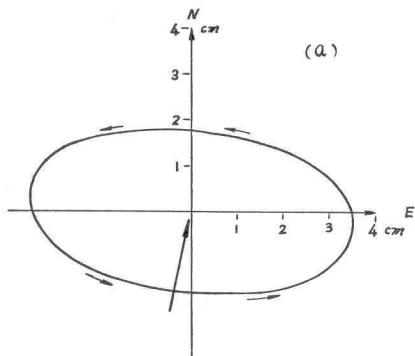
3) これは従来より指摘されてきていることであるが、この種の鉄塔支持型煙突の安定な振動周期数はほとんど一固定固有値に一致している。(本煙突のそれは $T=1.1\text{sec}$ であり、これは無同時の自由



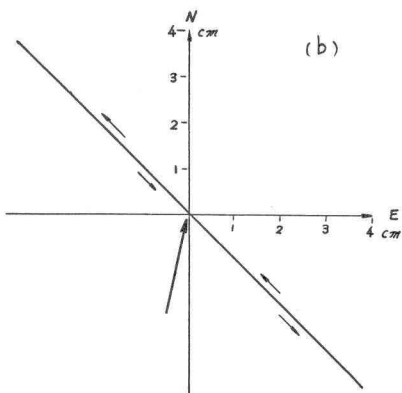
(a)



(b)
写真 1

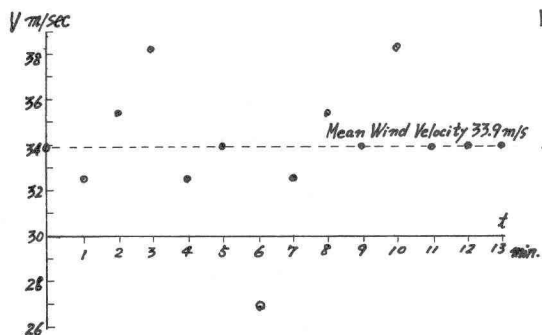


(a)

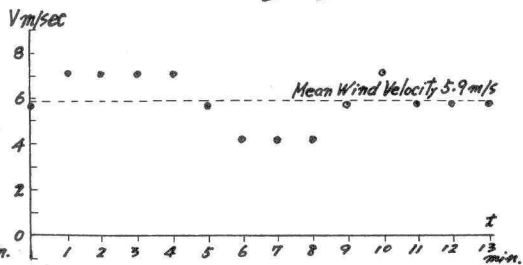


(b)

図-2



(a) N-S component



(b) E-W component

図-3 Wind Velocity

振動実験値に等しい)。

4) 以上の事実から強同時の煙突の挙動は自励振動の様相を呈しているといえる。

以上と支持鉄塔のあり、円柱のみについての従来の説(二波長の振動問題として)と比較してみると、大きな相異点は、鉄塔支持型では風直向方向のみでなく風斜方向の振動も無視しえないこと、次にいわゆる励振力に対して支持鉄塔による偏向性と思われる影響が認められること。

逆に1次固有振動が卓越していることから、支持鉄塔の存在にもかかわらず、励振力は煙突の高さ方向に沿って、リの高さにはわたって位相は一致しており、調和関数的な性質を呈するとみれば、円柱のみの場合と類似しているといえる。

1) 「鉄塔支持型煙突の風による振動」 邑野 誠、薄木 征三 第25回土木学会全国大会講演概要集