

70m/s付近で渦励振が生じている。一次モードの場合偏角 6° のとき最大となっており、倍振幅で3m程度である(図2)。このとき、主塔基部での応力は 2000kg/cm^2 程度であり、架設時であることを考えれば許容応力(3200kg/cm^2)の範囲内である。なお、 $\delta=0.02$ 程度で倍振幅は50cm程度となる。

ねじれ振動については図4,5に示す通り、実橋換算で40m/sおよび70m/s付近にピークが現れているが、偏角による有意な差は見られない(図4)。また、 $\delta=0.005$ のとき倍振幅で0.35rad程度であるが、このとき主塔基部での鋼材はすでに降伏しており、有害な振動となる。 $\delta=0.02$ とすれば、0.15radとなり、許容応力の範囲に入る(図5)。

(2)面内応答 橋軸方向の風による主塔面内の振動のついでの結果を図6,7に示す。実橋換算20m/s前後でギャロッピングが発生し、風速の増加につれて振幅が増加している。また、架設時設計風速48.6m/sに対して許容応力を越える応力が生じていることになり主塔に対して有害な振動ということが出来る。なお、 5° 程度の偏角による有意な影響はない。 $\delta=0.03$ 程度になると発振はほとんどなくなっている。

4. 完成系の主塔の対風応答

完成系では主塔の面内振動にはケーブル・補剛桁の動きが連成する。ここでは、この連成の影響を主塔の質量の増としてとらえ、主塔頂部の水平材(図1斜線部)に質量を付加して実験を行った。その結果は図8に示す。付加質量が大きい程当然発振しにくく、振幅も小さくなっていることがわかる。また、完成系の主塔の面内一次モードの質量減衰パラメータを表1に示す。尚、構造減衰は、ケーブル・桁の寄与を考慮して $\delta=0.02$ とした。図9に実験で求められた換算発振風速(塔高の1/500の振幅で評価)と質量減衰パラメータの関係を示す。さらに、表1の質量減衰パラメータ(設計風速69.4m/s)をプロットしてある。設計風速に対しては安定域にあり、ギャロッピングは生じないと思われるが、さらに、詳細な検討が必要と考えられる。

なお、完成系の面外応答は、模型にケーブルを張って実験をおこなったが、有意な発振は見られなかった。

5. まとめ

今回の実験結果をまとめると以下のようになる。

- ①独立状態の塔については、架設時設計風速の範囲で面外、面内について、各々有意な渦励振、ギャロッピングが認められ、制振対策が必要と考えられる。
- ②完成系については、設計風速の範囲では有意な振動は生じないと考えられるが、さらに詳細な検討が必要と考えている。

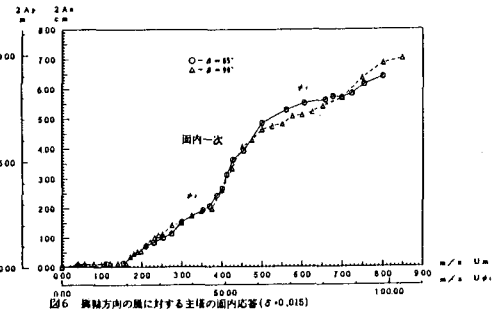


図6 橋軸方向の風に対する主塔の面内応答($\delta=0.015$)

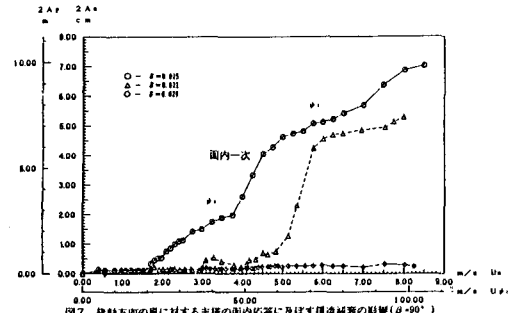


図7 橋軸方向の風に対する主塔の面内応答に及ぼす構造減衰の影響($\delta=0.015$)

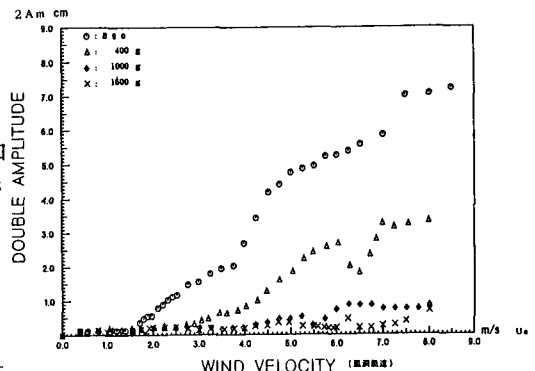


図8 橋軸方向の風に対する主塔の面内応答に及ぼす付加質量の影響($\delta=0.015$)

表1 主塔面内モードにおける各部の一般化質量および質量減衰パラメータ

耐風モード	固有振動数 (Hz)	主塔 (ton)	ケーブル (ton)	新 (ton)	合計 (ton)	$m\delta/m\theta$
円周	0.43	1445	3021	661	5128	43.64
逆円	0.64	1528	3433	434	5399	44.44

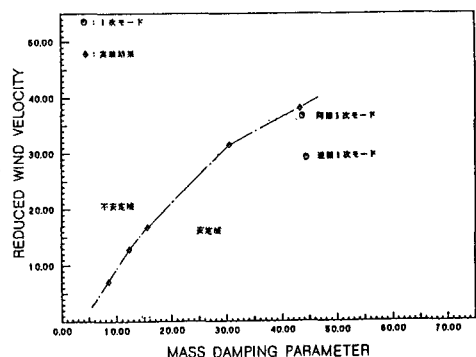


図9 質量減衰パラメータとギャロッピング発振風速の関係