

長大構造物の空気力学的応答に関する一考察

京都大学工学部 正員 工博 小西一郎
 京都大学工学部 正員 工博 白石成人
 京都大学工学部 正員 工修 宇都宮英彦
 日本国有鉄道 正員 工修 O 滝田正一

I. まえがき

土木構造物の耐風安定性を論ずる上で、風の乱れがどのような役割を果たすものであるのかを明らかにすることは、重要な問題点である。風の乱れの実験を行なう場合、その相似則は渦レイノルズ数の一致より $l_w/l_p = (l_w/l_p)^{1/3}$ で与えられるが、相似則の前提条件を満足させる点に困難がある。本研究では、風の乱れの影響を求める上での基礎的資料を得る目的で、格子を風洞断面いっぱいに設置し、格子のサイズを変化させることにより、種々の変動風を発生させ、それに対する平板、トラス、H-sectionの部分模型の応答を求めた。

II. 風洞実験

変動風発生装置である格子のサイズは (A: $34\text{cm} \times 32\text{cm}$, B: $14\text{cm} \times 32\text{cm}$, C: $14\text{cm} \times 7\text{cm}$) の3種類を用いた。部分模型は、平板 (アクリライト製, 幅 30cm , 長さ 94cm), トラス・H-section (アクリライト製, 幅 30cm , 長さ 94cm , 桁高 7cm) を用いた。平均風速は各部分模型の限界風速まであげた。平均風速は定温度熱線風速計, ペッツ型マンメーターで測定, 変動風速は定温度熱線風速計で測定, 部分模型の変位は動歪計を用い, バネに固定した strain gage のひずみを測定することにより求めた。各記録はスペクトル解析ができるようにデータレコーダーに収録し、データをA-D変換器によりデジタル化した。

III. 実験結果および考察

3種類の格子による変動風の性質は図-1, 図-2, 図-3のようである。乱れの強さは、同じ平均風速では、格子のサイズが大きいほど大きい。また、各格子について、平均風速をあげると、減少している。乱れのスケールを示す平均渦の大きさの計算結果をみた場合、格子Bによる変動風の乱れのスケールが、同じ平均風速段階で、他の格子の場合に比較するとかなり大きいことがわかる。以上より風洞内で格子により変動風を発生させる場合、格子の縦の間隔を変化させるよりも、水平間隔を変化させる方が流れの変動性を大きくすることが期待される。

図-1 乱れの強さ

格子 \ 平均風速	2.00 m/s	4.19 m/s	7.41 m/s	9.40 m/s
A	0.053	0.047	0.046	0.043
B	0.052	0.044	0.040	0.041
C	0.033	0.030	0.027	0.028

図-2 平均渦の大きさ (m)

格子 \ 平均風速	2.00 m/s	4.19 m/s	7.41 m/s	9.40 m/s
A	0.058	0.122	0.108	0.103
B	0.118	0.190	0.173	0.108
C	0.084	0.061	0.039	0.071

変動風速のパワースペクトルをTukeyの方法で求めた結果の一部である格子Aの場合を示すと図-3のようになる。パワースペクトルのピークは、各格子の場合、図-3に示すと同じく、ほぼ2%から4%にある。各格子について、平均風速が高いほど、低周波数成分が増大の傾向にある。また、同一の平均風速で、各格子の場合をみると、格子のサイズが大きいほど、スペクトル密度は大きくなる傾向を示している。これは、格子のサイズが小さいほど、格子によって発生する渦は小さく、そのためにエネルギーの分布がかなり高い周波数領域にまで渡っているためであると考えられる。

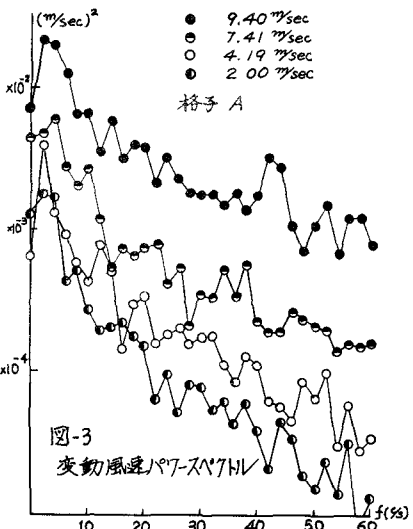


図-3 変動風速パワースペクトル

次に格子のサイズの変化により、各部分模型の限界風速を求めた結果、図-4のようになった。

図-4 限界風速

格子 模型	A	B	C	格子なし (定常風)
平板	10.21%	10.29%	10.67%	>78.2%
トラス	9.48%	9.48%	9.52%	9.01%
H-section	5.01%	3.92%	3.92%	6.43%

H-sectionでは格子のサイズ(特に縦)が小さいと、限界風速は、定常風の場合に比較してかなり小さい値を示している。平板、トラスの場合は、逆に、格子のサイズが小さいといくぶん限界風速は定常風の場合より大きくなっている。これらの結果より、模型の形状、寸法と変動風の渦の間の相関性を追求することは興味のある問題と思われる。

部分模型のねじれ振動、鉛直振動各変位のパワースペクトルの一部を図-5、図-6、図-7に示す。これらの計算結果によれば各部分に共通して鉛直振動が支配的であることがわかる。

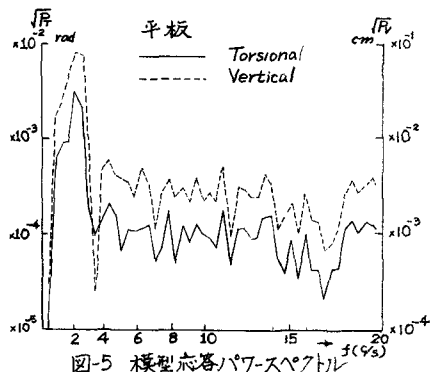


図-5 模型応答パワースペクトル

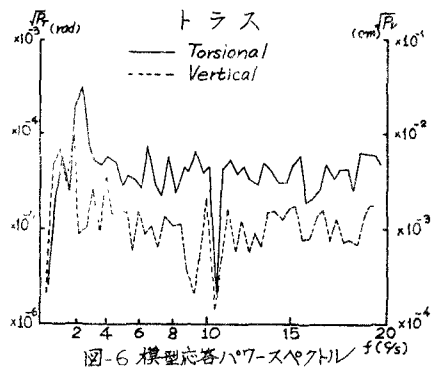


図-6 模型応答パワースペクトル

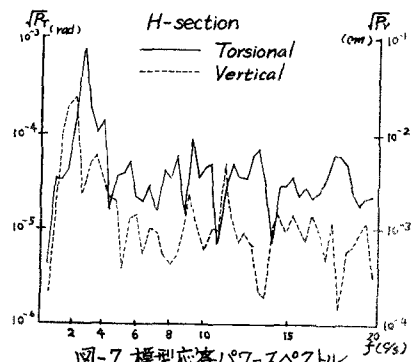


図-7 模型応答パワースペクトル