

橋梁断面の渦励振動特性についての一考察

京都大学工学部 正員 白石 成人
 京都大学大学院 学生員 岡南 博夫

京都大学工学部 正員 松本 勝
 京都大学大学院 学生員 高口 孝和

1. まえがき

中径間橋梁として斜張橋が注目されているが この斜張橋の断面に箱桁断面あるいはトラス補剛断面等が用いられる。前者については断面形状そのもの、あるいは整流板等の付属物を考慮した断面形状の違い、後者についてはトラス側面の充実率の違いによって渦励振動現象の発現の様子が異なる。本研究は この渦励振動現象の発現の様子を、設定した幾つかの断面につき乱流中での挙動にまで拡張して実験を行ない その結果を報告するものである。また 振動挙動の非線形性についても若干ふれる

2. 橋梁断面の流れに対する応答の変化特性

設定した基本断面は、図1に示す6種類の断面である。各断面については 一様流中、格子乱流中、また 模型TR（逆梯形断面）、HE（偏平三角断面）、RE（縦横比1:5矩型断面）については 可変翼を用いた二次元変動流中での実験も行なった。格子乱流の乱れの強さは 図2に示すように風洞実験で 2%から7%付近まで風速と伴に増加をしている。また 図3には二次元変動流の乱れの強さを示す。応答図の一部を図4から図5に示す。（図中 同一風速で2つの異なる振幅は、最大振幅ならびに最小振幅を示す。）顕著な場合はあるが、図4に示す模型REの場合には、一様流中、二次元変動流中、格子乱流中と順次そのためみ応答は減少傾向にある。しかしながら 一様流中と比べ

変動流中ではガストの影響と思われる不規則な振動が認められる。その応答値は、渦励振動の最大値に比べれば小さいが、変動流中においてはやはりガスト不規則振動現象が重要な課題となることはいなめない。また、ねじれ応答

については、模型Rの場合は一様流中と比べ、格子乱流中ではほとんど渦励振動現象がおさえられている。このように 乱れ特性、断面形状の違いにもよるが、渦励振動現象

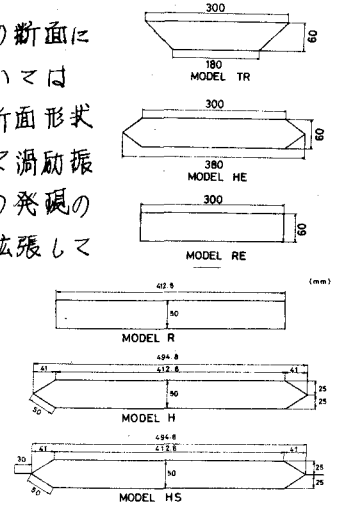


図 1

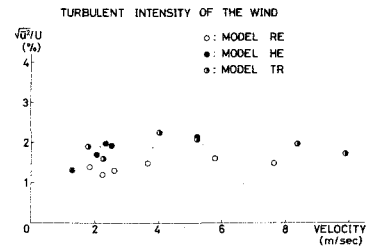


図 2

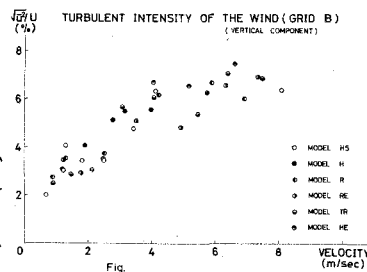


図 3

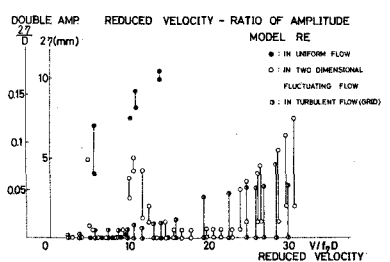


図 4

については 風の乱れ、あるいは風速変動といったものはある程度有利に作用するものと判断されよう。

3. 後流渦の変動卓越成分ならびに風速-振幅-減衰曲線について

図1に示した模型R(矩型)H(上下対称偏平三角断面)HS(模型H+スポイラー)の3種類の模型について、一様流中での後流渦の卓越変動成分をパワースペクトルより求め、一部を図6に示す。また、一様流中での自由振動実験により、各振幅での対数減衰率をもとめ、風速-振幅-減衰定数曲線として図7に示す。図6は模型HSの場合であり、ストローハル数は0.26である。この図からわかるように、ストローハル数と系の固有振動数とから決定される風速域(この風速域を限界風速とする)以外でも、渦励振動現象はみられる。ためかについては、限界風速の2倍の風速域で、なお振動については限界風速とその3倍から5倍の風速域でみられる。渦放出卓越振動数は、振動状態では断面振動系の固有振動数に同期し、他の成分は認められない。また、同期の初めと終りには、系の固有振動成分とストローハル成分の存在が認められる。このような渦励振動現象は、流体系の非線形性に関連するものと考えられ、この点に十分注意をはらう必要がある。この特性に関連して、風速-振幅-減衰定数曲線の一部を図7(模型Rのなおれ振動の場合)に示すものであるが、限界風速では渦励振動現象の発現が認められたが、その風速の半分の、あるいは2倍の風速域でも渦励振動の発現の可能性が認められていること成为る。

4. まとめ

(i) 渦励振動現象に関しては、乱流中における応答は、一様流中の場合に比べ低減の傾向を示す。

(ii) 限界風速以外でも、限界風速の半分、2倍、あるいは3倍の風速域で渦励振動現象の発現の可能性は、振幅-風速-減衰曲線が示しており、今後、後流の変動振動数等の特性とも関連して研究を深めていく必要がある。

(iii) 渦励振動の非線形挙動については、外力に Toebe & Eagleson⁽¹⁾, Rocard⁽²⁾らが提案している非線形タイプの微分方程式(例えば Mathieu's eq.)を応用し、応答との連成振動として、研究を進めていきたい。

最後に、多大の御協力をいただいた橋梁研究室の諸氏に深く感謝の意を表します。

参考文献: (1) Toebe & Eagleson; Hydroelastic Vibrations of Plates Related to Trailing Edge Geometry

(2) Rocard; Dynamic Instability

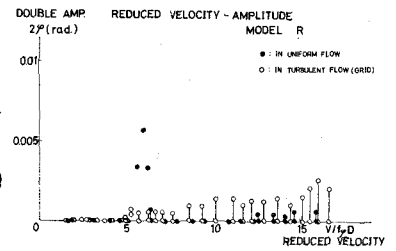


図 5

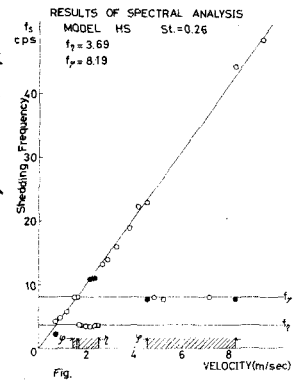


図 6

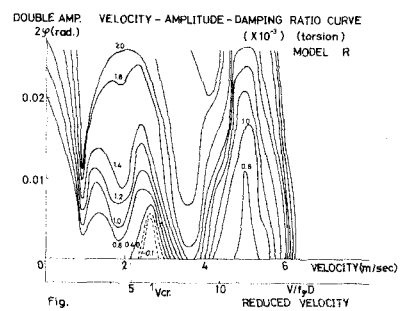


図 7