

タウトモデルによる矩形断面梁の渦励振応答

九州工業大学 学生員 吉村 克則
 九州工業大学 学生員 野村 正和
 九州工業大学 正 員 加藤九州男
 九州工業大学 正 員 久保 善延

まえがき 箱桁橋梁のスパンは長大化しているため、吊橋や斜張橋と同様に耐風安定性を考慮しなければならないようになってきている。そのような長大箱桁橋梁では橋軸方向の断面が大きく変化しており、その耐風安定性を2次元模型実験から推定しようとする場合、代表断面としてどの部分の断面形状の応答特性に着目すればよいかが問題となる。そこで、本研究では矩形変断面梁の3次元応答実験および数種の断面比の異なる矩形梁の3次元応答実験による比較をタウトモデルによって試みた。

実験方法 矩形変断面梁の代表断面を知るために実験を図1に示すタウトモデルを使用して一様流中で行なった。模型は下部を取り替えることで断面の変更ができるようにした。応答振幅は1次および2次振動モードの腹となる点、測点1,2で測定した。図2に示す変断面梁(MODEL 0)の応答と比較するために断面幅一定として断面比の異なる4種の矩形梁について実験を行なった。矩形梁とMODEL 0の断面との対応は図2の通りである。梁の中央である断面AにはMODEL A($B/D=1.52$)、中央から模型長の1/6外側の断面BにはMODEL B($B/D=1.38$)、断面Bからさらに模型長の1/6外側の断面CにはMODEL C($B/D=1.12$)がそれぞれ対応している。また、端部断面Dにおいては $B/D=0.84$ である。これらの変断面梁および一様断面梁の各風速における応答の時系列をフーリエ解析することにより得られるパワースペクトルから1次および2次の振動モードの応答を比較した。

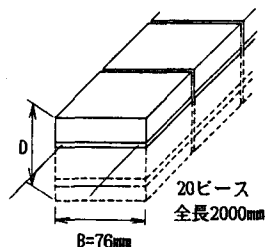


図1 実験模型

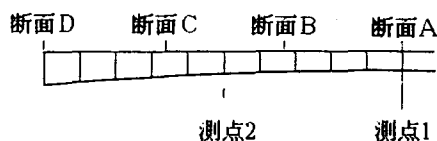


図2 変断面梁の断面形状

実験結果 測点1での $\alpha=0^\circ$ の応答は図3(a)のようになっており、最大振幅となる風速における断面比と振幅の関係を図3(b)に示す。同様に、 $\alpha=3^\circ$ の測点1での応答を図4に、 $\alpha=0^\circ, 3^\circ$ のときの測点2での応答を図5、図6に示す。図3(a)の各モデルおよび図4(a)のMODEL Cには換算風速 $U_r=6$ ないし $U_r=7$ から $U_r=11$ 付近まで1次の渦励振と考えられる応答がある。また、図5(a), 6(a)に示す測点2での応答振幅をみると $U_r=10$ 付近から2次の励振が始まっている。2次モードの応答を測定した風速はこの発振風速から応答のピーク付近までである。MODEL 0の応答は発振風速付近ではMODEL Aに近い応答をしているが、振幅の増大とともにMODEL Bの応答に近づき、さらに振幅が増大し2次の励振のピークと考えられる風速域ではMODEL CもしくはMODEL BとMODEL Cの間の断面に似た挙動をしている。以下、1次モードおよび2次モードの応答について考察した。

(1次モード) $\alpha=0^\circ$ において図3(a)にみられる渦励振風速域全般でMODEL A中央点の応答に近い挙動を示すのはMODEL Bである。このMODEL Bの断面比は変断面梁の1/3点、断面Bの断面比に相当する。また、 $\alpha=3^\circ$ の場合でも各断面の応答を比較するとMODEL 0の応答はMODEL Bに近い挙動を示している。 $\alpha=3^\circ$ ではMODEL Cの他は顕著なピークが発現していない。この理由として、今回使用した模型の重量が大きく中央でサグが生じていたこと、模型全体が同じ迎え角になっていなかったことが1次のモード形に影響を与えたと考えられる。測点2で測定した $\alpha=3^\circ$ の場合(図6(a))と $\alpha=0^\circ$ (図5(a))とでは応答振幅に1次モードのような差はなく、2次モードでは中央が節になるため1次モードほどの影響はないと考えてよいだろう。以上の $\alpha=0^\circ, 3^\circ$ の結果より、MODEL 0の代表断面は断面Cであるといえる。

(2次モード)MODEL 0の応答は $\alpha=0^\circ$, 3° のどちらについても同じような傾向を示しているが、2次モードでは1次モードのように全風速域に似かよった応答特性を示すモデルはない。しかし、MODEL 0は振幅の増大とともに順にMODEL A, MODEL B, MODEL Cの応答に近づいている。この場合の2次振動モードは非対称であるから梁の受ける空気力の影響は1次モードで振動するときよりもさらに複雑であり、3次元的效果が大きくなるはずである。

既に述べたようにMODEL 0の2次モードの応答は風速によって類似した応答を示す断面が異なっているのは振幅によって起振力となる断面と減衰力に寄与する断面が梁の半分の長さの中で長さ方向に順次、異なっていることが原因ではないだろうか。2次振動モードは全励振域について測定されていないので振幅と振動に寄与する断面の関係について確定はできないが、代表断面が振幅によって移動するといってもよいであろう。

まとめ 変断面梁と一様断面梁の実験結果の比較から変断面梁の応答振幅に影響を与える代表断面についてまとめると以下のことがいえる。

1) 1次振動モードの代表断面は、変断面梁と一様断面梁の中央での応答振幅の比較から梁中央から模型長の1/6外側の断面である。

2) 2次振動モードの代表断面は振幅によって変化するようである。その振幅と断面の関係については特定できていない。

参考文献

1) 武田・藤澤他：「基本矩形断面の鉛直たわみ応答振幅-2,3次元風洞実験結果の相互比較」(第38回土木学会講演概要集 1983.9)

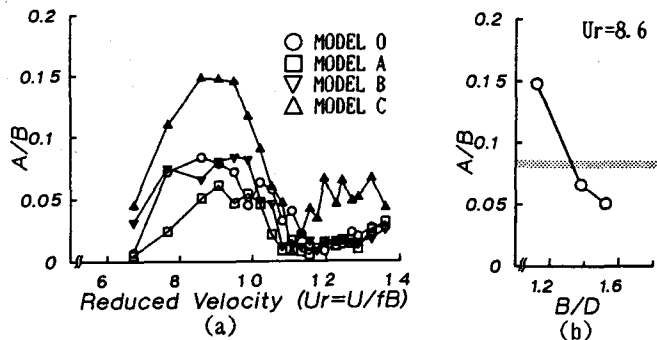


図3 空力弾性応答 (測点1, $\alpha=0^\circ$)

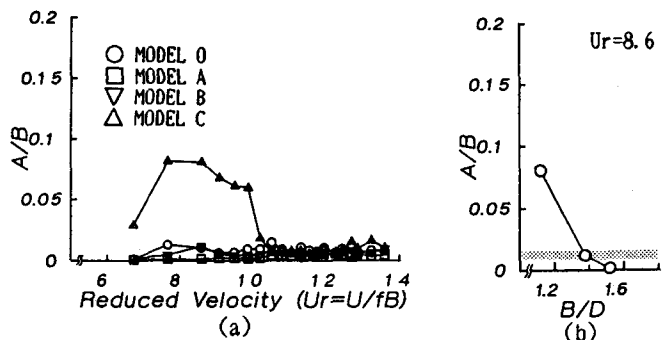


図4 空力弾性応答 (測点1, $\alpha=3^\circ$)

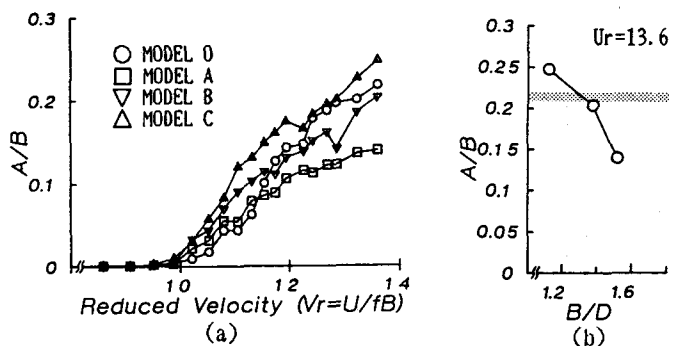


図5 空力弾性応答 (測点2, $\alpha=0^\circ$)

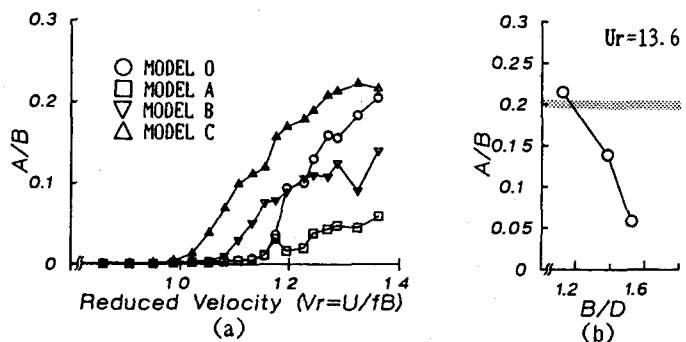


図6 空力弾性応答 (測点2, $\alpha=3^\circ$)