

箱桁の断面形状に基づく渦励振特性の推定

徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦 徳島大学工学部 正 員 長尾 文明
 徳島大学大学院 学生員 ○新池谷 司 川田工業 (株) 川瀬 篤志

1. まえがき スパン長100～400mの中間橋梁形式として斜張橋がよく用いられる。斜張橋では、力学的、経済的、美観上の立場から箱桁断面が用いられることが多い。箱桁断面は流体力学的には鈍い断面であり、渦励振などの有害振動が発現する可能性が高い。そこで、箱桁断面の断面形状に着目し、断面周辺の流れの変化から断面形状変化が渦励振応答に与える影響について調査、検討し、断面形状から渦励振の応答振幅量の推定を試みた。

2. 実験概要 本研究では、付設物などを全て省略し、単純化した箱桁断面を用いた。断面形状としては図1、表1に示すように、桁高比 $B/D=4.2, 4.9$ (B :幅員, D :桁高)の断面を基本とし、張り出し比 B/BL とウェブ傾斜角 θ を各々4パターン変化させた全32断面で振動、可視化実験を行った。ただし、今回は紙面の都合上A断面 ($B/D=4.2$)のみについて報告する。実験は、徳島大学工学部の吸い込み式エッフェル型風洞 ($1.5 \times 0.7 \times 2.5$ m)を用いて行った。なお、本研究では断面形状の違いによる応答変化の把握を第一の目的とするため、模型の質量と極慣性モーメントは、全断面一定に保った。

3. 実験結果および考察 応答実験はたわみとねじれについて行ったが、本報ではたわみ渦励振のみを対象として述べる。図2は張り出し比と渦励振ピーク応答量の関係を示したものである。これから、張り出しは十分長く取った方がよく中途半端な張り出しは避けた方がよいと言える。また、ウェブ傾斜角は緩くとる方が安定であると言える。

渦励振応答量と断面形状の関係について、断面周辺の流れの様子から、図3に示すように再付着と分岐点の位置に着目し考察を行った。図4より、上、下面の再付着の位置が上面中央付近にある断面に応答が発現している。これは、断面前縁から剥離した流れは再付着位置で渦を生じ、その渦の流下により上、下面に交互に変動空気が作用する。その空気が上面中央に作用した時たわみの励振力として作用するため、応答量が増大すると考えられる。また、分岐点の位置に着目すると、分岐点の位置から模型の上面前縁までの距離の鉛直成分 y の増加に伴い、気流は上面側に流れるとき大きな曲率を生じることとなり、これに伴って剥離が強くなると再付着位置に生じる渦が強くなり空気力は増強する。そこで y/D が空気力を表すパラメータと考え、渦励振ピーク応答量との関係を示したものが図5である。この図より、 y/D の増加に伴い応答量が増大していることがわかる。

これらのことから、たわみ渦励振ピーク応答量は、再付着と分

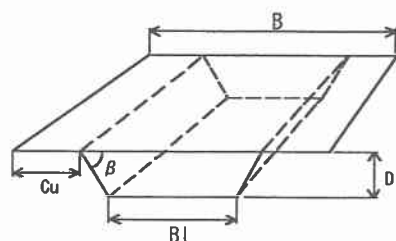


図1 断面形状パラメータ記号

表1 断面形状パラメータ

断面名	断面形状	θ	C_u/B	L/B	y/D
A-1		45°	0.4	0.58	0.09
A-2		60°	0.4	0.52	0.4
A-3		75°	0.4	0.52	0.54
A-4		90°	0.4	0.53	0.43
A-5		45°	0.267	0.53	0.23
A-6		60°	0.267	0.48	0.4
A-7		75°	0.267	0.53	0.59
A-8		90°	0.267	0.63	0.64
A-9		45°	0.133	0.48	0.23
A-10		60°	0.133	0.52	0.36
A-11		75°	0.133	0.56	0.46
A-12		90°	0.133	0.69	0.6
A-13		45°	0	0.44	0.21
A-14		60°	0	0.63	0.41
A-15		75°	0	0.78	0.44
A-16		90°	0	0.85	0.82

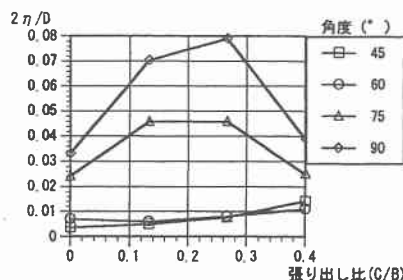


図2 渦励振ピーク応答量と張り出し比の関係

岐点の位置に影響されていると考えられる。

次に、断面形状からたわみ渦励振ピーク応答量の推定について述べる。前述のように、渦励振応答量は再付着、分岐点の位置で決定される。ここで再付着位置は断面形状、分岐点位置は気流の下面側への流れ易さで決定できると考えられる。そこで、図6に示すように断面形状パラメータをとると、 E/D , $S/(B \times D)$, B_1/B は気流の下面側への流れ易さを表しており、 C_u/C_l は張り出し幅とウェブ傾斜角の両パラメータを考慮した項、 B/D はA, B断面を統一して計算するための項である。これらのパラメータを説明変数として線形重回帰分析より求めた推定式は、式(1)で表される。

$$\begin{aligned} 2\eta/D = & -0.0607 \frac{E}{D} - 0.1361 \frac{S}{B \times D} + 0.0666 \frac{C_u}{C_l} \\ & - 0.0291 \frac{B_1}{B} - 0.0089 \frac{B}{D} + 0.1033 \quad \dots(1) \end{aligned}$$

この推定式より計算されたたわみ渦励振ピーク応答量は、図7に示すように実測値の値とほぼ同程度の値を示しており誘導した推定式に断面形状パラメータを代入することで、たわみ渦励振ピーク応答量を推定できる可能性があると言える。

4.まとめ 本研究で用いた断面では、張り出し比を十分長くとり、ウェブの傾斜角を緩くすれば耐風性は良くなると考えられる。これは、 C_u/B が長くなり、 β が緩くなると再付着位置は上流側に移行し分岐点位置は上面前縁部付近に移行するため、空気力は励振力として作用しなくなる。つまり、再付着により生じる変動空気力の作用位置とその大きさにより応答量が決定する事が原因と考えられる。また、重回帰分析により求めた推定式は、実測値とほぼ同程度の値を示しており、断面形状により渦励振ピーク応答量を推定できる可能性がある。

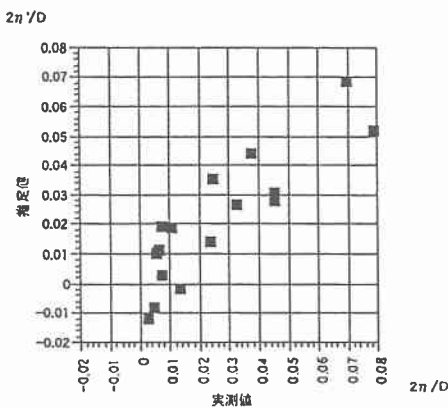


図7 推定値と実測値の関係

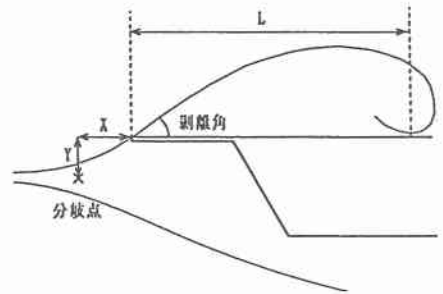


図3 断面周辺の流れの様子

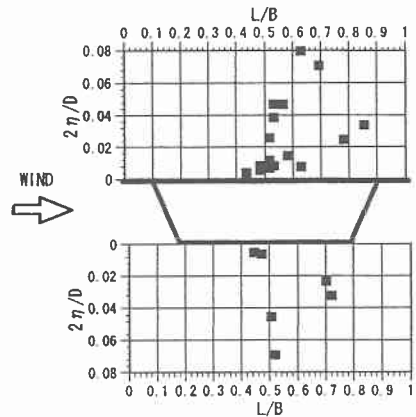


図4 渦励振ピーク応答量と再付着比との関係

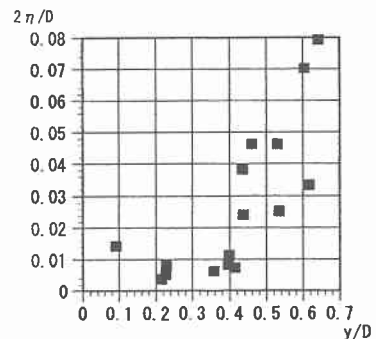


図5 上面前縁部のベクトル成分と応答量

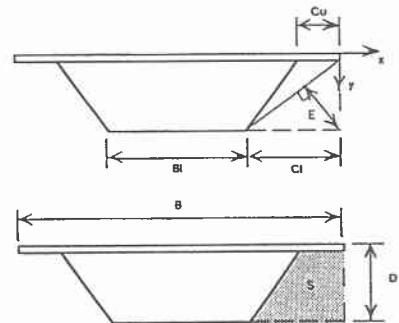


図6 推定式の断面形状パラメータ