

充腹断面渦励振動の幾何学的形状変化に伴う応答特性について

京都大学工学部 正員 白石成人 京都大学工学部 正員 松本 勝
 鹿 島 建 設 正員 〇乙藤寛治 住友重機械工業 正員 武内隆文
 大 阪 市 正員 塩谷智弘

1. まえがき

橋梁の充腹桁の渦励振動を抑制するための研究は、従来より渦の発生機構の解明、防振対策などの面から主として実験的に進められている。

本研究は、橋梁充腹基本断面を幾何学的な形状を変化させ、それぞれの断面について、曲げ・捩れ2自由度風洞実験を行ない、その渦励振動応答特性を評価することによって、断面形状パラメーターと渦励振動の間の関連性について考察を加え、従来多く採用されてきた橋梁充腹桁の耐風性状の相互比較をこころげるものである。

2. 風洞実験

表1に示す桁高と幅員比(断面比)が1:2, 1:3, 1:4の3種類の矩型断面および、それぞれの両端に切り取り角度として、1:2矩型断面については $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 45^\circ$, 1:3矩型断面については $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 56.3^\circ$, 1:4矩型断面については $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 63.4^\circ$ の傾斜角を与えた逆梯型断面および逆三角形断面を有する、スパン長93cm, 上側デッキ長30cmの発泡スチロール製の部分模型を用い、実験は一樣流中を行ない、各実験の質量、質量慣性モーメント、構造減衰、固有振動数、振動数比はできるだけ同じになるよう調整を行なった。なお迎角は全て 0° に設置した。

3. 実験結果および考察

表1に示すように、 $(2\eta/D \max)$ の実験値は、Merrison委員会の提案式⁽¹⁾による計算値よりも、いずれも小さくなっている。

実験では質量減衰パラメーター $(2m\delta_0/PB^2)$ をできるだけ一定としたため、応答量 $(2\eta/B)$ の差は、断面形状特有の空力パラメーターによって支配される。従来、渦励振動の評価としては幅員Bの代わりに桁高Dを用いることが多いが、桁高Dは形状変化としてのパラメーターすなわち揚力の強さ(intensity)の差として議論できるものと考えられることから、断面形状の差異による応答量を評価する上では、揚力作用面積を同一にするという立場より断面代表寸法として断面幅員Bをとった。断面比1:2, 1:3, 1:4の矩型断面の曲げ振動応答量 $(2\eta/B \max)$ は、各々0.13, 0.09, 0.06であり、Bが一定でありながら応答量に変化

N.O.	断面形状	B_1/B_0	$2\eta/D \max$	$2\eta/D \max$ Merr	$\frac{2m\delta_0}{PB^2}$	$2\eta/B \max$	$\frac{2m\delta_0}{PB^2}$
2-0		1.000	0.267	1.662	2.034	0.134	0.509
2-10		0.824	0.243	1.846	1.831	0.122	0.458
2-20		0.636	0.087	1.603	2.109	0.044	0.527
2-30		0.423	0.075	1.743	1.939	0.038	0.485
2-40		0.161	0.179	1.376	2.456	0.090	0.614
2-45		0.000	0.169	1.475	2.291	0.085	0.573
3-0		1.000	0.188	0.635	5.326	0.063	0.592
3-10		0.882	0.192	0.677	4.995	0.064	0.555
3-20		0.757	0.217	0.697	4.850	0.072	0.539
3-30		0.615	0.128	0.729	4.637	0.043	0.515
3-40		0.441	0.070	0.579	5.840	0.023	0.649
3-45		0.333	0.070	0.717	4.711	0.023	0.523
3-50		0.206	0.071	0.737	4.588	0.024	0.510
3-56.3		0.000	0.077	0.595	5.679	0.026	0.631
4-0		1.000	0.121	0.408	8.275	0.030	0.517
4-10		0.912	0.111	0.382	8.838	0.028	0.552
4-20		0.818	0.131	0.386	8.746	0.033	0.547
4-30		0.711	0.104	0.377	8.974	0.026	0.561
4-40		0.581	0.011	0.368	9.197	0.003	0.575
4-45		0.500	0.009	0.341	9.899	0.002	0.619
4-50		0.404	0.008	0.349	9.690	0.002	0.606
4-60		0.134	0.024	0.325	10.744	0.008	0.672
4-63.4		0.000	0.012	0.314	10.765	0.004	0.673

TABLE. 1



が生じている点から、揚力の強さ(intensity)は桁高Dに關係しており、 (D/B) が大きくなるにつれ $(2\eta/B_{\max})$ は大きくなることが知られ、また、同じ断面比に2の断面でも、上下のコード長比 (B_x/B_u) によつて $(2\eta/B_{\max})$ 値に変化が生じている。このことから渦励振動に関する非定常揚力の大きさは (D/B_u) および (B_x/B_u) に關係しているものと考えられる。

図1は曲げの渦励振動最大振幅と上下のコード長比との關係を示すものであるが、 $(B_x/B_u) = 0.65$ 付近で $(D/B_u) = 0.50, 0.33, 0.25$ のいずれの断面も応答振幅が激減しており $(B_x/B_u) = 0.4 \sim 0.6$ では応答は最小となる。

図2より、據れの渦励振動は (D/B_u) 値が0.33以下の時にかなり抑制される。

図3は6種類の (B_x/B_u) 値について、曲げ渦励振動応答量を桁高別に表わしたものであるが、同じ (B_x/B_u) 値を有する断面では、桁高が減少するにつれ応答量が減っている。このことは同じ揚力面積 B_u を有する断面では、桁高Dが増加するほど曲げ最大応答振幅値が増えることを物語る。

図4は、末広大橋、新水郷大橋、大和川橋梁、大島大橋、Lower Yama橋の、計画案も含めた5つの実橋の (B_x/B_u) 値および (D/B_u) 値であるが、5つとも $(B_x/B_u) = 0.40 \sim 0.56$ 、 $(D/B_u) = 0.074 \sim 0.160$ であり、実験から得られた耐風性状の良好な条件を満足している。ただし、ブラケット部を B_u に含めるかどうかは問題点として残される。

4. おすび

実験で得られた耐風性状の良好な条件は $(B_x/B_u) = 0.4 \sim 0.6$ であり、 (D/B_u) は小さいほど良好である。今後さらに、迎角変化による応答や、応答に対する地覆や高欄による敏感度などの多くのデータが集まれば、構造物の設計を始める時の最初の段階である基本断面形状決定の際に、その基本断面形状による渦励振動応答性状への影響を考慮に入れることができ、耐風設計に渦励振動抑制策を積極的に生かせるものと思われる。

参考文献；(1)岡内功・伊藤学・宮田利雄，“耐風構造”丸善 P323～P325

