

## 直列配置偏平矩形断面系の上流断面の空力特性

京都大学大学院 学生員 周 春明 京都大学工学部 正 員 松本 勝  
 京都大学工学部 正 員 白石成人 京都大学工学部 正 員 白土博通  
 京都大学大学院 学生員 新原雄二

1. まえがき 偏平箱桁断面を持っている並列橋を架設することは近年来、ますます増えている傾向にある。これに関する空力特性は既に、幾つかの研究から報告されている<sup>(1)</sup>、<sup>(2)</sup>。これらの報告からタンデム並列する偏平断面系には、上、下流断面の相互干渉により、上流断面のフラッタ発現風速が低下することが明らかにされた。この現象を解明するために、本報では、タンデム配置された $B_1/D_1=20$ の偏平断面系の上流断面の静的空力特性と動的空力特性に対する下流断面の支持状態、断面辺長比及び振動数と減衰の変化の影響に関する実験考察結果を報告する。

## 2. 実験結果及び考察

(1) 静的空力特性 図1と図2には、上、下流同時に $B_1/D_1 (=B_2/D_2)=20$ 断面を設置し、下流断面が各々迎角 $0^\circ$ と $3^\circ$ の場合の上流断面の揚力係数の変化特性を示す。これらの図から、タンデム配置する下流断面の存在により、上流断面の揚力係数の迎角に対する変化率は単独断面に比べ、上、下流断面が接近するに従い、小さくなっていることが分かる。この現象は、下流断面を $3^\circ$ に設定すると、より明らかに現れている。特に、下流断面が $3^\circ$ の場合、間隔比 $d/B_1=0.1$ に対して、上流断面を $0^\circ$ に設定しても、上流断面の揚力係数はほぼ $2.5^\circ$ の迎角をもっている単独断面の値に相当することもみられる。

## (2) 動的空力特性

① 各種支持状態の影響 本来、実橋は上、下流同時に二自由度に支持されているが、今回の実験では問題を単純化するために、下流断面を各々固定とたわみ一自由度支持した場合の二自由度支持された上流断面に対する影響に着目した。図3には、 $B_1/D_1=20$ の上流断面を $f_u \phi = 3.52\text{Hz}$ 、 $f_u \eta = 3.06\text{Hz}$ の二自由度に設定し、 $B_2/D_2=20$ の下流断面を固定と $f_d \eta = 3.22\text{Hz}$ のたわみ一自由度に設定した各々の場合の上流断面のフラッタ発現風速の変化特性を示す。この図に示されるように、下流断面を固定する場合、上流断面のフラッタ発現風速は単独断面より若干低いが、下流断面をたわみ一自由度に設定すると、そのフラッタ発現風速は逆に単独断面より高くなっている。図4には、間隔比 $d/B_1=0.05$ に応じて、下流断面をたわみ一自由度に支持した時の上流断面の振れ応答と下流断面のたわみ応答を示している。この図から、上流断面の応答特性が上流断面の振れ振幅との依存性は単独断面に比べ、強くなっていることがわかる。また、この支持状態では、高風速域で、下流断面のたわみ振動が上流断面の振れ振動より、ほぼ $120^\circ$ 遅れていることも実験結果より認められた(振れ頭上げ正、たわみ下向き正)。このことから考えて見れば、上流断面のたわみ振れ二自由度振動と下流断面のたわみ一自由度振動との間にある程度連成作用効果があると思われる。

② 断面辺長比の影響 図5には、下流各々 $B_2/D_2=10$ と $B_2/D_2=20$ 断面を $f_d \eta = 3.22\text{Hz}$ のたわみ一自由度に設置した場合の間隔比に対応する上流 $B_1/D_1=20$ 断面のフラッタ発現風速の変化特性を示す。明らかに、下流の $B_2/D_2=20$ 断面に対する上流断面のフラッタ発現風速は間隔比の減少と共に、増大している。しかし、下流に $B_2/D$

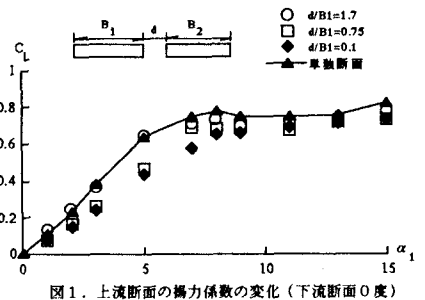


図1. 上流断面の揚力係数の変化(下流断面0度)

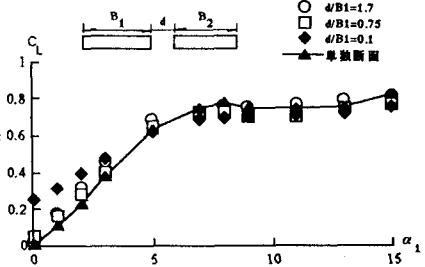


図2. 上流断面の揚力係数の変化(下流断面3度)

$d_2=10$ 断面がある時、間隔比の減少と共に、上流断面のフラッタ発現風速に対して、ほぼ逆な効果を生じていることが分かる。

③振動数と減衰の影響 図6と図7には、 $B_1/D_1=20$ の上流断面の振動特性に対する $B_2/D_2=20$ の下流断面のたわみ振動数と減衰の影響に関する実験結果を示している。図6で、注目されるのは上流断面のフラッタ発現風速は、下流断面の振動数の変化に対して、明らかに変動しており、あるところで、最大になるということである。このことは上、下流断面が近づいてくると、もっと顕著になっている。この最大発現風速に依る下流断面のたわみ振動数は上、下流断面の間隔の変化によらず、あまり変わっていないようである。図7に示されるのは上流断面のフラッタ発現風速が下流断面の減衰にも関連しているということである。減衰が増加すると、発現風速が低下する。また、下流断面固定に対応する結果はこの減衰増加による低減効果の下限と見なされる。

以上の結果から考えると、偏平断面のタンデム構造系には、上、下流断面の相互干渉により、上流断面の振動特性に対して、下流断面が複雑な影響を与えている。上流断面の耐風安定性が低下するか或は増加するかということは簡単に判断できないが、下流断面を設置すると、上流断面周りの流れ場の特性が大きく変わることによって、上流断面の静的空力特性、および動的空力特性も変化されることが推測できる。これに関して、より詳細な実験検討と理論解析が必要と考えられる。

4. まとめ

- (1) タンデム配置することにより、上流断面の静的空力特性は単独断面より大きく相違している。特に、下流断面のある程度迎角に設定すると、この現象がより著しくなる。
- (2) 一般的に、タンデム配置された上流断面のフラッタ発現風速は下流断面固定に対して、単独断面のそれより低い。その低減効果は上、下流断面間の間隔の減少につれて強くなっている。
- (3) 上流断面の二自由度振動と下流断面のたわみ一自由度振動の間、連成作用効果が存在している。この効果が下流断面の断面辺長比、振動数及び減衰と強く依存している。下流断面があるたわみ振動数を持っていると、上流断面のフラッタ発現風速は単独断面の発現風速よりも、更に高くなることができる。この特性を踏まえて、上流断面或はタンデム構造系に対する耐風性能を向上させる対策の検討を進めることが可能と思われる。

(参考文献): (1)小田桐・林ほか: 鶴見航路橋・主桁の耐風検討, 日本道路会議論文集 1989  
 (2)周・松本・白石ほか: タンデム配列偏平矩形断面の動的空力特性に及ぼす下流断面の影響に関する研究, 土木学会関西支部年講 1992

