

タンデム配列偏平矩形断面の動的空気力特性に 及ぼす下流断面の影響に関する研究

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
建 設 省 正 員 重高浩一

1. まえがき タンデム配置された偏平箱桁断面を持っている並列橋のフラッタ発現風速が上、下流桁の相互干渉により低下したということは既に他の研究から報告されている⁽¹⁾。この前の報告では、タンデム配置された $B/D=10$ の矩形断面の空気特性が単独断面の特性から大きく変化していることも報告した⁽²⁾。本報では、タンデム配置された $B/D=10$ と $B/D=20$ の偏平断面系の上流断面のフラッタ振動特性に対する下流断面の間隔比、支持状態、断面辺長比及び振動数と減衰変化からの影響に関する実験考察結果を報告する。

2. 実験概要 本研究で使用した風洞は京都大学橋梁研究室の吹き出し式エッフェル型風洞である。タンデム配置には上流に設置された $B/D=10$ と $B/D=20$ 二種類断面の振動数と減衰がほぼ同様であるが、下流に $B/D=20$ 断面をたわみ一自由度に設置する場合、付加重量とオイルダンパーを使って、振動数と減衰を変化させ、実験を実施した。

3. 実験結果及び考察

①間隔の影響 図1には、 $B/D=20$ 断面の上流たわみ振れ二自由度、下流固定のタンデム配列における間隔比0.25、0.05の上流断面と単独柱の振れ応答特性を示す。図2には、 $B/D=10$ 断面の上流振れ一自由度、下流固定のタンデム配列における間隔比0.5、0.1の上流断面と単独柱の応答特性を示す。 $B/D=10$ と $B/D=20$ 断面に対して、共に、上流断面のフラッタ発現風速は下流断面存在により、単独断面のものとは比べ、低下しているが、二つ断面が接近してくると、この低下現象はより強くなっている。 $B/D=10$ 断面では、単独断面の場合、0発散振れフラッタが起こらないが、タンデム配置すると、上流断面の不安定リミットサイクルが大きく変化していることも分かる。

②各種支持状態の影響 図3には、上流断面を二自由度に設定し、下流断面を固定と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動特性を示す。この図に示されるように、下流断面を固定する場合、 $B/D=10$ と $B/D=20$ の上流断面のフラッタ発現風速は共に単独断面よりも低い、下流断面をたわみ一自由度に設定すると、上流 $B/D=20$ 断面のフラッタ発現風速は単独断面よりも一層高くなっているが、 $B/D=10$ 断面の方は下流断面固定の結果より僅かに増加している。

③断面辺長比の影響 図4には、下流各々 $B/D=10$ と $B/D=20$ 断面をたわみ一自由度に設置する同様な間隔比に対応する上流 $B/D=20$ 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 $B/D=20$ 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、増大しているが、下流に $B/D=10$ 断面を設定すると、上流断面に対して、ほぼ逆な効果を生じていることが分かる。

④振動数と減衰の影響 ②の結果から、上流断面のフラッタ発

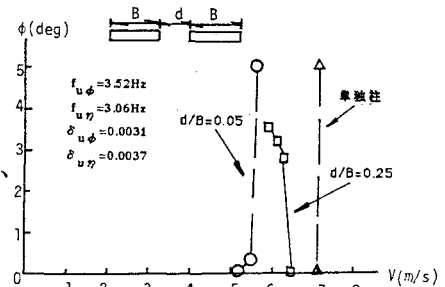


図1. $B/D=20$ の下流断面固定、上流断面二自由度の振れ応答

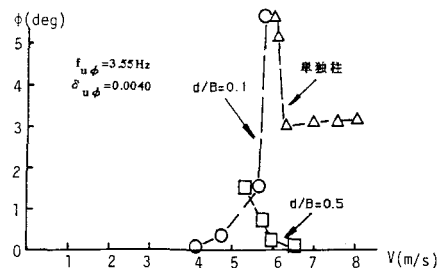


図2. $B/D=10$ の下流断面固定、上流断面振れ一自由度の振れ応答

現風速は下流断面の振動特性（固定或はたわみ一自由度）に強く関連していることが分かる。このことから、上流断面の振動特性が下流断面の振動数と減衰にも依存していることが考えられる。そこで、このことに関する幾つかの実験結果を図5と図6に示されている。図5で、注目されるのは上流断面のフラッタ発現風速に対して、下流断面がある最適振動数を有するということである。この最適振動数において、上流断面のフラッタ発現風速は単独断面よりも一層高くなっている。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。図6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。下流断面の存在により、上流断面の耐風安定性が低下されるか或は増加され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特性が大きく変わって、従って、上流断面の準定常空力特性或は静的空力特性、および上流断面の振動に相対する流れの位相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) 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、下流断面減衰の増加に対して、強くなっている。

(2) 下流断面は上流断面と同じ辺長比、減衰及び振動数を有しても、異なる設定状態に対して、上流断面の振動特性も変わる。下流断面固定における時、上流断面のフラッタ発現風速はもっとも低い。

(3) 下流断面がたわみ一自由度支持される場合、干渉がさらに複雑になっている。特に、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よりも一層増加されることができる。この効果を利用して、上流断面或はタンデム構造系に対する耐風性能を向上することができると思われる。

(参考文献)：(1)永田・森河ほか：鶴見航路橋の耐風検討，土木学会年講 1991

(2)松本・白石・周ほか：タンデム配列偏平矩形断面の空力特性，土木学会関西支部年講 1991

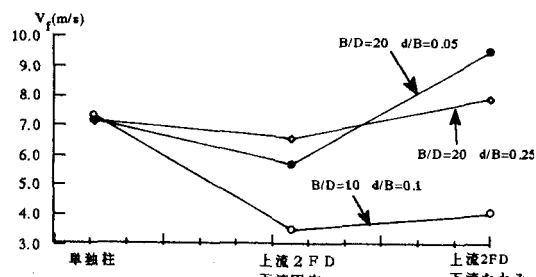


図3. 下流断面支持状態の変化に対する上流フラッタ風速の変化

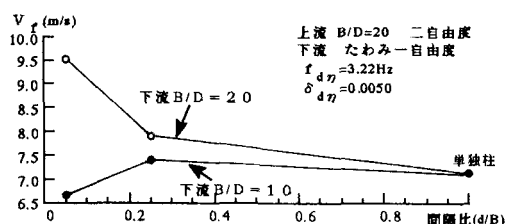


図4. 下流断面辺長比の変化に対する上流フラッタ風速の変化

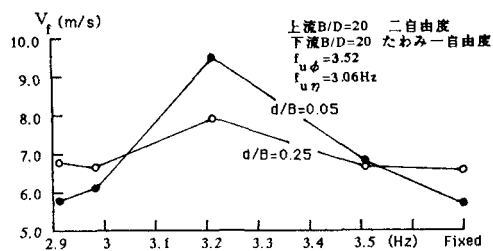


図5. 下流断面振動数変化に対する上流断面フラッタ風速の変化

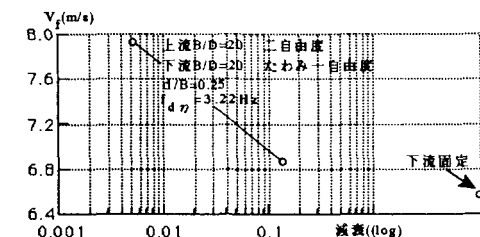


図6. 下流断面減衰の変化に対する上流断面フラッタ風速の変化