

I-212

Box Girder床版に作用する流体力

○宇部興産 和多田康男 宇部興産 金重 和義
山口大学 斉藤 隆

1. はじめに: 近年、長大径間Box Girder橋の施工あるいは計画が多くなり、また、斜張橋においてもBox Girder床版が採用されるようになり、架設時における風による振動や通行者に対する不快振動などの耐風安定性が問題となっている。元来、Box Girder床版は剛度の大きいことから、風による流体力を考慮する必要がなく、床版に作用する流体力についてはほとんど調べられていない。本研究は、Box Girder床版に作用する流体力の基本的な特徴を知るため、2次元床版模型に作用する流体力を測定し、流体力の作用状態と可視化した床版周辺の流況との関連について検討したものである。

2. 実験装置と実験方法: 実験風洞は、測定部の断面が高さ10cm、幅が100cm、長さが100cmの貫流式風洞である。模型の主桁部分は一辺が3cmの正方形断面で、主桁中心間隔が6cm、9cm、12cmの3種類である。模型の流体力測定部の高さは6cmで、上・下面には厚さ2cmのダミー模型が設置されている。流体力の測定は、風洞床面に固定された一辺が7mmの正方形断面で長さ25mmの真鍮製角柱の上端に、風上側主桁の重心を結合し、真鍮製角柱の曲げとねじり歪とを半導体ゲージで検出する方法を用いた。

模型は風上側主桁中心を測定部入口より20cmの位置に、主桁中心を結ぶ線が風向に対して $\theta = 10^\circ, 0^\circ, -10^\circ$ (吹上げ)と3通りに変えて設置された。

3. 実験結果とその検討: 流体力は風上側主桁中心に作用する抗力、揚力、回転力として測定したが、図-1に示すように、両主桁の中心に作用する流体力に換算し、図中の矢印の方向を正とした。

各流体力係数は一般的に用いられている次式で定義した。

$$C_D = F_D / \frac{1}{2} \rho U^2 H$$

$$C_L = F_L / \frac{1}{2} \rho U^2 B$$

$$C_T = F_T / \frac{1}{2} \rho U^2 A$$

ここに、Aは床版の断面積、他は図-1の記号の通りである。

各流体力係数とRe数との関係を描点したものが図-2である(描点の記号は図-4を参照)。主桁間隔が大きい場合、各流体力係数はRe数の増大に伴って低下していく傾向があるが、本実験の範囲、とくに $Re > 4 \times 10^4$ においては、各流体力係数はRe数によって変化せず、ほぼ一定値とみなすことができる。主桁間隔が大きい場合、主桁の間に渦が形成され、その渦の中心位置ならびにその強さがRe数によって変わるため、各流体力係数とくに抗力係数の値はRe数によって変わると考えられる。

図-3は各流体力係数と風向との関係を描点したものである。

図において、風向が主桁中心を結んだ線と一致する $\theta = 0^\circ$ の場合、主桁中心間隔が6cmの抗

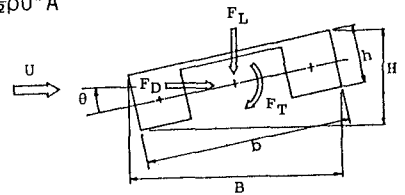


図-1 流体力とその記号の説明

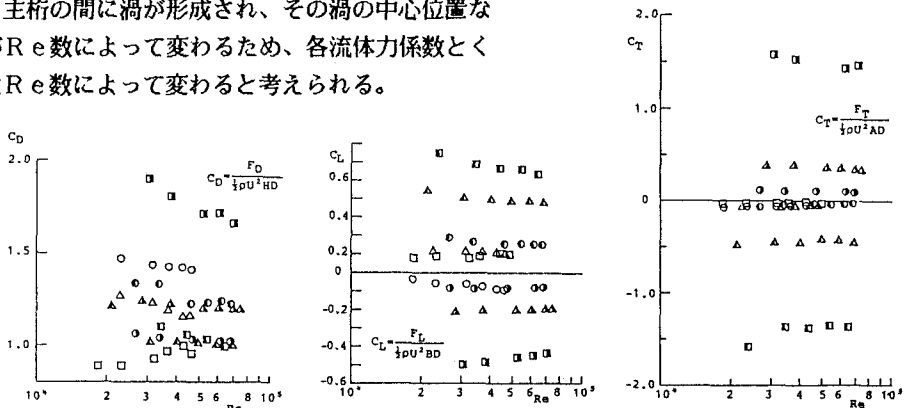


図-2 各流体力係数とRe数の関係

力係数の値は C_D
 $= 1.4$ と主桁中心間隔が12cmの
 $C_D=0.9$ に較べて大きな値となっていることが注目される。
 風向 $\theta=0^\circ$ の場合における可視化写真を見ると、主桁間隔が 9cm

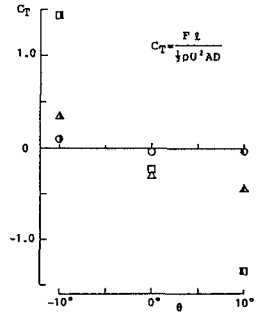
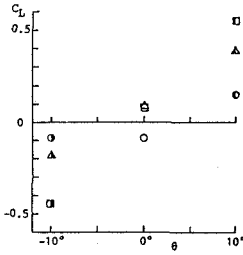
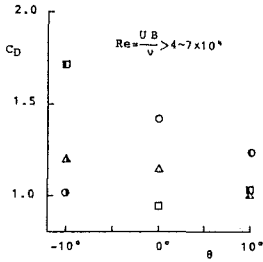


図-3 各流体力係数と風向との関係

の場合、床版上・下の流跡線はヒョウタン形をなして、風下主桁の背後に常に強い渦が形成されている。一方、主桁中心間隔が15cmの場合は、床版下の両主桁の間に渦が形成され、その渦の中心は風下側主桁の方へ偏って生長し、風上側主桁下端からの剝離渦と合体するようにして放出されている。この主桁間に形成される渦によって、風下側主桁の上流面における圧力が低下することで、他の場合に較べて抗力係数が小さい値になるものと判断される。

揚力係数は、風が吹下し ($\theta=-10^\circ$) の場合は正で、風が吹き上げの場合は負となり、主桁間隔が大きいほど、風上側主桁における剝離渦が強くなるため、揚力係数の絶対値は急に大きな値となる。

回転力係数の風向による変化をみると、風上げの状態では正の値、すなわち2本の主桁中心に関して時計方向の回転力が、風下しの状態では負の値、すなわち2本の主桁中心に関して反時計方向の回転力が作用し、主桁間隔が大きくなると、その絶対値は揚力以上に大きくなる。

図-4は床版に作用する流体力を総括して、各実験条件における合力の作用状態を示したものである。図-3における各流体力係数の風向きによる変化から推測されるように、主桁の間隔が広くなると、風向の傾きによって、抗力に較べて、揚力ならびに回転力が非常に大きくなる。

4. むすび：主桁の間隔が狭い場合には、揚力ならびに回転力は抗力よりも小さいが、主桁間隔が広がると、揚力ならびに回転力は抗力と同等あるいはその数倍の強さとなる。この結果から、主桁間隔がある程度を越えて広くなると、たわみとねじりの大きな流体力が作用することになり、長径間化あるいは架設時などにおいて十分な耐風安定性を検討することが必要である。本実験は、作用流体力の概要を知るために行ったものであるが、今後・主桁間隔・風向きによる影響を詳細に検討する。

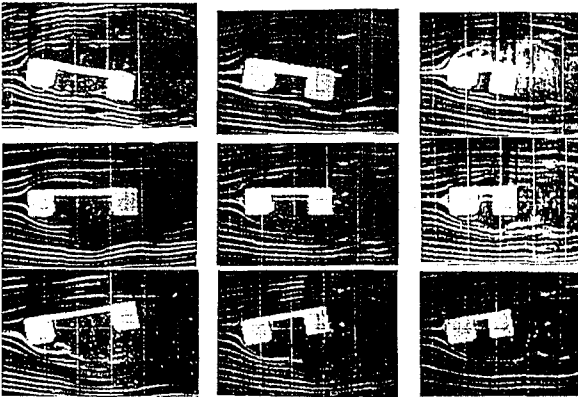


写真-1 床版周りの流況

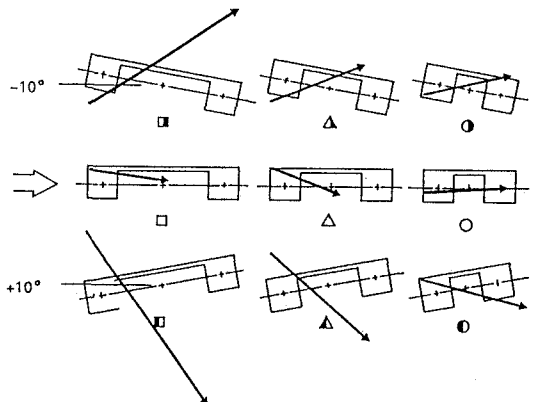


図-4 合力の作用状態