

本州四国連絡橋公団 正員 榎波 義幸
日本鋼管株式会社 正員 ○北川 貴一

1. まえがき 長径向吊橋の耐風安定性を向上させるために、床版にグレーチングを設けたり、中央高橋を閉塞する方法等が有効であることが知られているが、そのメカニズムはまだ明らかになっていないようである。そこで、吊橋の補剛桁として鋼床版合成トラスを例にとって、それに発生するフラッターを、床版の上面に作用する圧力測定結果から考察し、防振対策のメカニズム追求の一助とするものである。

2. 実験方法 模型断面を図1に示す。上路上面横断方向に22個の圧力孔(0.5φ)を設け、端板まで1φの銅パイプで導き、圧力変換器に接続した。圧力変換器は可変インダクタンス型で、これにソレノイドドライブ機械式スキャナーを組合せ、各計測孔の圧力を順次切換えて測定した。模型を静止させた場合と、たわみ・振れを自由度系でバネで支持して、振れ分枝の振れ倍振中4°で加振した場合について圧力を測定し、結果を次の形で無次元化して整理した。

平均値 ; $C_{p,m} = \{ \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt - p_s \} / p_0$

実部 ; $C_{p,r} = \frac{Z}{T \cdot p_0} \int_0^T \{ P(t) - p_m \} \frac{\phi(t)}{\phi_0} dt$

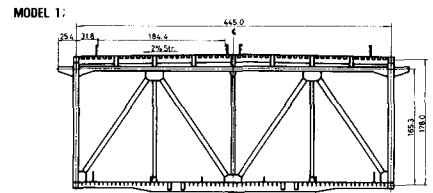
虚部 ; $C_{p,i} = \frac{Z}{T \cdot p_0} \int_0^T \{ P(t) - p_m \} \frac{\dot{\phi}(t)}{\omega \phi_0} dt$

P ; 床版表面の圧力, p_s ; 静圧, p_0 ; 動圧, p_m ; 床版表面の平均圧力, ϕ ; 振れ振動変位, ϕ_0 ; 振れ振動振幅, ω ; 加振振動数

尚、実験は日本鋼管(株)技術研究所の水平単回路式ゲッチンゲン型風洞で行なった。

3. 実験結果及び考察 (1) バネ支持実験結果 バネ支持実験より、本断面の空力特性としては、風速の増加に伴って振れ振動数が低下し、振れ中心が上流側に移動するたわみ・振れ連成フラッターが生じる。中央高橋を閉塞することによって減衰は増加し、グレーチングを設けると、減衰はそれより小さくなる。しかし、総振風速はグレーチングを設けた方が高いと考えられる。

(2) 定常圧力測定結果 図2～図4に模型が静止している場合の平均圧力分布を示す。迎角が正、0°、負の3つの流れのパターンがあることが判る。model 1では、迎角が正の場合、床版全域は前縁での剥離域に入っており、0°の場合には、前縁で局部的な剥離が存在する。負の迎角では、床版に沿った流れになっていると考えられる。中央高橋の閉塞は迎角が負の場合に影響が大きく、下流側で大きく剥離している。グレーチングを設けると、負の迎角の場合、上流側のグレーチングの直前で圧力が低下し、直後で上昇している。このことから、流れはグレーチングを上から下に流れていると推測される。



MODEL 2: CENTER BARRIER

MODEL 3: " GRATING

図1 模型断面

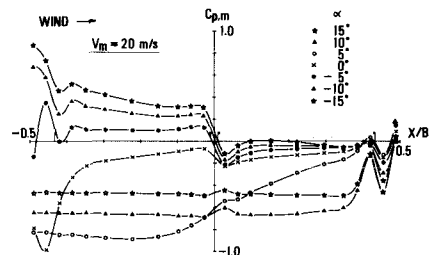


図2 定常圧力 (model 1)

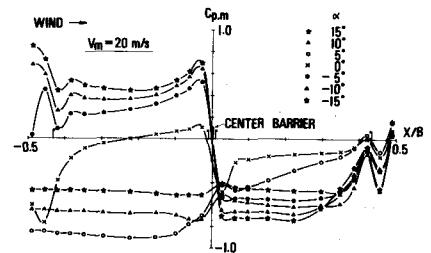


図3 定常圧力 (model 2)

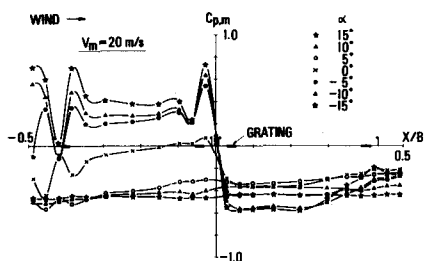


図4 定常圧力 (model 3)

(3) 非定常圧力測定結果 図5～図10に模型を倍振中4°で加振した場合の圧力の変動部分の実部と虚部を示す。図5より、風速の変化に対して model 1 の実部はほぼ一定で正のモーメントを与え、そのため風速の増加に伴って ($C_{p,r}$ は動圧で無次元化してある) 振動数が低下すると考えられる。また図のような分布を示しているため、換れ中心は上流側に移動する。図6より、虚部は負のモーメントを与え、風速の増加に対して空力減衰は増加すると考えられ、これはバネ支持実験結果と一致している。但し、バネ支持実験では $V_r \approx 11$ で減衰が減少し始めているが、これは圧力分布が変化したためではなく、換れ中心の移動によって、図6の負のモーメントの値に変化が生じたためであると推測される。

中央高橋を閉塞した場合 (model 2)，図7より、下流側の圧力の実部は model 1 では負であったのが、model 2 では正に変わり、床版全体として正のモーメントが model 1 より大きくなっている。従って、中央高橋の閉塞によって振動数の低下が著しくなると考えられる。図8より、中央高橋閉塞による虚部に対する効果は大きく、全体として負のモーメントを増加させる傾向にある。従って、中央高橋を閉塞することによって、虚部が図8のように変って空力減衰が増加すると考えられる。

中央高橋を閉塞してグレーチングを設けると (model 3)，変動圧力の実部は図9のような分布となっており、換れ中心の移動は小さくなると考えられる。従って、グレーチングによって換れ1自由度フラッターの傾向が強くなると推測される。虚部は、図10より、上流側で大きくなり、下流側で図6 (model 1) と似た形となっている。従って、model 3 の空力減衰は model 1 より大きくなると考えられるが、図8 (model 2) と比較すると、下流側で大きく異なり、model 2 より空力減衰は小さくなる可能性がある。

しかし、換れ中心の移動は小さく、

model 1, model 2 のように急激に共振するとは考えられず、共振風速はグレーチングによって高められていると言える。

4. あとがき

吊橋補剛トラスに対するグレーチングと中央高橋閉塞の効果と床版表面の圧力測定結果から考察した。定量的把握は行っていないが、それらの効果は、定性的にある程度明らかになったと考えられる。

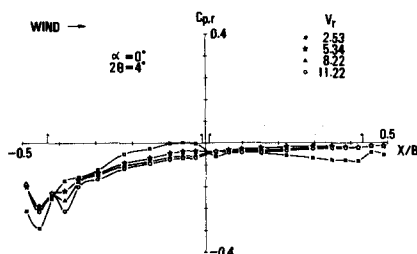


図5 非定常圧力の実部 (model 1)

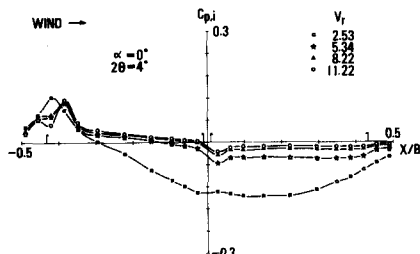


図6 非定常圧力の虚部 (model 1)

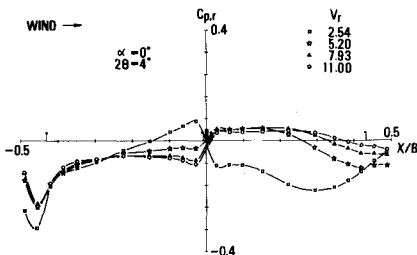


図7 非定常圧力の実部 (model 2)

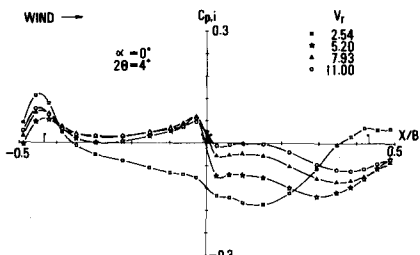


図8 非定常圧力の虚部 (model 2)

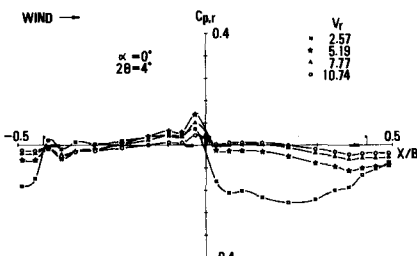


図9 非定常圧力の実部 (model 3)

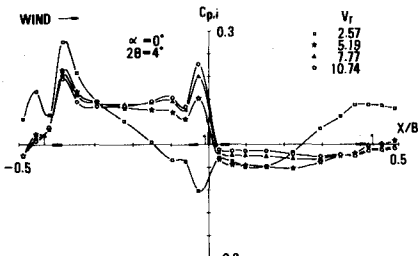


図10 非定常圧力の虚部 (model 3)