

九州産業大学工学部

正員 吉村 健

九州大学応用力学研究所

正員 中村泰治

1. まえがき 閉塞された中央分離帯（以下にフェンスと称する）

の設置は、比較的縦横比の小さい橋桁のねじりフラッタの防振に有効である。⁽¹⁾⁽²⁾ 本報告では、インディシャルモーメント応答を用い、フェンスによるねじりフラッタの防振の機構を実験的にしらべた結果が記述される。ねじりフラッタの発生原因は姿勢変化に基づく剥離バブルの発生と成長にあることは前報告⁽²⁾で述べたとおりであるが、フェンスがこの剥離バブルの発生と成長をいかにして抑制し、ねじりフラッタ防振の効果をもたらすかをしらべるのが本研究の目的である。

2. 模型

模型上面に高いフェンスが付け加えられた非対称断面では、スティア変位 $\Delta\theta = \pm 0.5 \sim \pm 1^\circ$ 程度の微小変位に対し、たかもモーメント応答に非線型性が認められ、線型応答を得ることが困難であった。そこで、本実験では、便宜上、模型下面にも上面に同一高のフェンスが付け加えられた断面が用いられた。すなわち、図1-aに示されるように、ねじりフラッタを生じる不安定な断面（図1-a, 前報告で用いられたもの）の上下面に $H/c = 5, 10, 15$ および 20% のフェンスが付け加えられた。実験法ならびに以下に示されるモーメント応答 $M(t)$ や圧力 C_p 等の無次元化については前報告を参照されたい。

3. 実験結果と考察

(1). インディシャルモーメント応答 まず、フェンスによるねじりフラッタの防振効果をしらべるためにインディシャルモーメント応答の測定が行なわれた。図1-cに得られた結果で、^あ横軸は無次元時間である。フェンスの付加により、モーメント応答の履歴特性（姿勢変化直後に生じる頭上やモーメントが緩和される過程）が変化することを図の結果は示している。すなわち、原断面では、緩慢なモーメントの減少の後、約 $\tau = 12$ では定常値に近い頭下モーメントに達するのにに対し、たとえば $H/c = 15\%$ の断面では、モーメントが急減した約 $\tau = 3$ において、たかも比較的大きい頭上モーメントを保ち、その後における変動を経て、約 $\tau = 6$ では定常値に近い頭上モーメントとなる。この履歴特性の変化はフェンス高が大きい断面ほど顕著である。既報のように、ねじりフラッタの発生条件式は次式で示される⁽⁴⁾。

$$C_{M,0}(0) = \int_0^{\infty} \{ \bar{M}_0(\tau) - \bar{M}_0(\infty) \} d\tau > 0 \quad \text{--- (1)}$$

式(1)の積分値は無次元振動数 ω における空力ダンピングを表わし、これはモーメント応答 $M(t)$ とその漸近線で囲まれる部分の面積で表わされる。フェンスの付加による上記履歴特性の変化はこの面積の減少をもたらし、かつ、フェンス高が大きい断面では面積の減少が著しい。このことから、図1-aの不安定な断面に対し、フェンスはねじりフラッタ

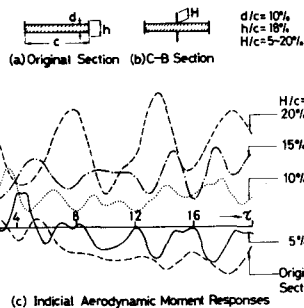


図-1. 中央分離帯の付加によるインディシャルモーメント応答の変化

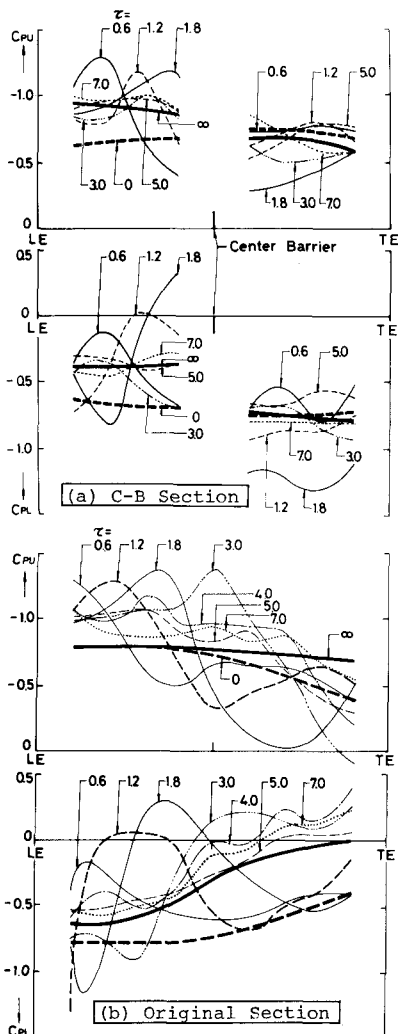


図-2. インディシャル運動時の圧力分布

の防振に有効であること、ならびにより高いフェンスがより効果的であることを推定される。(2). 圧力分布と差圧分布 図-2.a は $H/L=15\%$ の断面に対する模型上下面の圧力分布測定結果である。ただし、ステッ
 プ変位 $\Delta\theta=4^\circ$ に対する結果である ($\Delta\theta=4^\circ$ に対するモーメント応答は
 $C_{Pu} \times C_{Pl}$ は $H/L=15\%$ の上下面の圧力分布を基とし、
 $\Delta\theta=1^\circ$ に対する同一の結果と定性的に同様の变化を示す)。図中LEは前
 縁を表す。まず、フェンス前方の上下面では、姿勢変化後の比較短
 かい時間の経過の後、約で5でほぼ定常値に近い値を示す点で原断面
 の特性⁽³⁾(図-2.b)と異なり、姿勢変化に基づく負圧の山と谷の発生
 とその後におけるこの負圧の山と谷の後方への移動現象が原断面と
 ほぼ同様に認められる。一方、フェンス後方の圧力分布は原断面のそれ
 と著しく異なっている。すなわち、本断面の上下面では、原断面で見ら
 れる負圧の山と谷の移動現象は認められず、 $X/L < 3.0$ における圧力変
 動を経て、約で5でほぼ定常値に近い値となる。特に、下面では原断
 面への特性の差異が著しく、原断面に見られる圧力回復現象とは逆に、
 負圧が発生し、その後再び姿勢変化以前の定常値に近い値となる。以上
 の結果より、フェンスは主としてそれより後方の圧力分布に著しい変化
 をもたらし、特に、下面における変化が顕著であることを知られる。

図-3は図-2.aを差圧分布として表示したものである。この差圧分布
 より推定されるインディシャルモーメント応答は図-1の実測値と定性的に
 一致する。(3). 流れ 写真-1は $H/L=15\%$ の断面に対するインデ
 シアル運動時の流れ観察写真である。写真に見るように、フェンス前方
 の上下面では、姿勢変化に基づく剥離バブルの発生と成長があり(こ
 れら2点、2.13)、対応する時刻における既報の原断面まわりの流れと
 わけてよく類似している。しかしながら、この剥離バブルの成長はフェ
 ンスによって妨げられ、その後における剥離バブルのフェンス後方への成
 長は見られない(こ2点、3.44)。フェンス後方の上下面では、姿勢変化後も
 それ以前と同様に死水領域が形成されている。原断面の下面では、剥離
 バブルが成長した後、剥離せん断層が後方で再付着した定常流が形成
 されるが、その流れと本断面の流れを比べれば、フェンスがもたらす流
 れの変化がいかに大きいかが知られよう。以上のような流れの変化を
 経て、約で4で流れは定常流($\tau=0$)に近い流れとなる。結局、フェ
 ンスの付加による上記フェンス後方の圧力分布の著しい変化は、姿勢変化に
 基づく剥離バブルのフェンス後方への成長がフェンスによって妨げられるこ
 とにより生じるものと考えられる。また、 $X/L < 3.0$ における上記フェ
 ンス後方の上下面における圧力変動は、上面剥離せん断層の再付着現象
 と下面の渦巻き現象(こ2点、2.13)によって生じたものと思われる。

4. 結論

不安定な断面にフェンスを付加すると、姿勢変化に基づく剥離バブルのフェンス後方への成長が妨げられ、フェンス後方では姿勢
 変化後も死水領域が形成される。そのために、フェンス後方の圧力分布に
 著しい変化が生じ、渦巻き現象の発生が抑制されること知られる。た

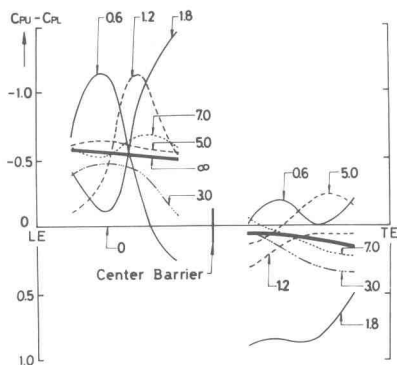


図-3. インディシャル運動時の差圧分布

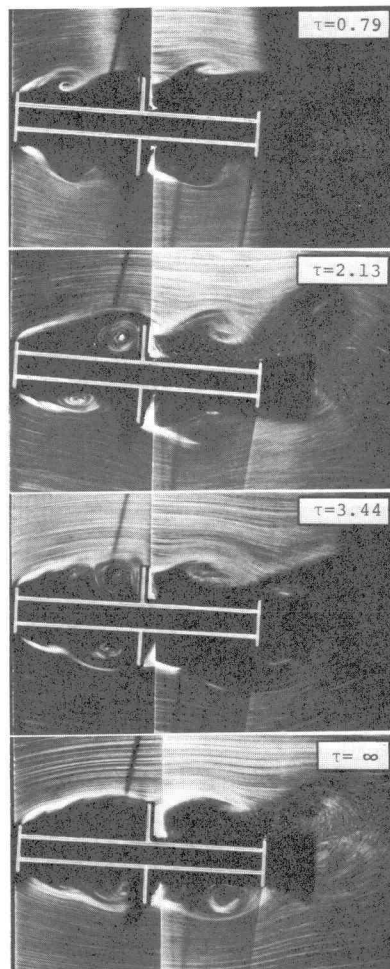


図-4. インディシャル運動時の流れ

参考文献

- (1) 白石他: 橋梁構の耐風性に関するシンポジウム (1976)
- (2) 中村他: 土木学会年次学術講演会 (5.61)
- (3) 吉村・中村: 土木学会年次学術講演会 (5.62)
- (4) 吉村・中村: 土木学会論文報告集, 第264号