

I-B55 メッシュを用いたウェークギャロッピングの空力的制振対策法

鹿島技術研究所 正会員○林田 宏二 新原 雄二

1. はじめに

並列ケーブル形式を用いた PC 斜張橋では、ウェークギャロッピング（以下、WG）が問題となる。WG については、過去様々な研究が行われてきており、ケーブル間を流れるギャップフローがその振動発生の要因であろうことが報告されている¹⁾⁴⁾が、WG を完全に制振できる有効な対策は見出されていない。

そこで筆者らは、図-1 のようにケーブルの内側（ギャップ側）に配置したメッシュによってギャップフローが下流側ケーブルに直接作用することを抑制し、WG を制振する空力的制振対策法を考案した。本報告では、風洞実験による制振法の有効性の検討結果について報告する。

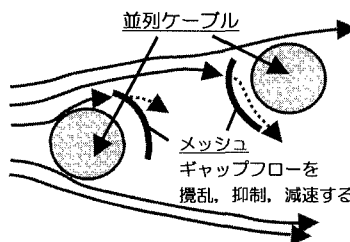


図-1 メッシュによる WG の制振法概念図

2. メッシュによる制振対策および風洞実験概要

提案する制振対策法の有効性について二次元パネ支持実験により検討を行った。実験気流は気流迎角 $\alpha = 0^\circ$ での一様流とした。模型には、直径が $D=55\text{mm}$ のアルミ材による剛体模型を用いた。上流側ケーブルは固定させ、下流側ケーブルのみにたわみ 1 自由度を与えており、ケーブル中心間隔は $3D$ とした。今回は減衰の調整を行わなかったために対数構造減衰率は $\delta = 0.0004 \sim 0.0005$ 程度、スクルートン数は $Sc = 0.4 \sim 1.2$ 程度となっており、実ケーブルよりもかなり小さい値となっている。

制振対策であるメッシュには、表-1 のような 3 種類の R 付きのパンチングメタルを使用し、メッシュの大きさや充実率、穴の大きさをパラメーターとした。タイプ A と B は、穴の大きさは同一で充実率のみが異なり、タイプ B と C は、充実率がほぼ同じで穴の大きさが異なっている。また、メッシュの大きさは表-2 に示すように各タイプ 3 サイズとした。メッシュは風向に依存しないよう両ケーブル共に設置することを基本とするが、各々のメッシュの効果を見るために片側ケーブルのみに配置したケースについても検討を行った。

表-1 実験に用いたメッシュタイプ

メッシュタイプ	タイプ A	タイプ B	タイプ C
メッシュ形状			
充実率	49% ($\phi 3\text{mm}$)	67% ($\phi 3\text{mm}$)	70% ($\phi 2\text{mm}$)

表-2 メッシュサイズおよび設置位置

	サイズ S	サイズ M	サイズ L
メッシュサイズ および 設置位置			

表-3 実験ケース

実験 ケース名	メッシュの諸元		
	タイプ	サイズ	設置箇所
対策なし	—	—	—
タイプ AS	A	S	両側ケーブル
タイプ AM	A	M	両側ケーブル
タイプ AL	A	L	両側ケーブル
タイプ BS	B	S	両側ケーブル
タイプ BM	B	M	両側ケーブル
タイプ BL	B	L	両側ケーブル
タイプ CS	C	S	両側ケーブル
タイプ CM	C	M	両側ケーブル
タイプ CL	C	L	両側ケーブル
タイプ BMJ	B	M	上流側ケーブル
タイプ BMK	B	M	下流側ケーブル
タイプ BLJ	B	L	上流側ケーブル
タイプ BLK	B	L	下流側ケーブル

キーワード： 並列ケーブル，ウェークギャロッピング，ギャップフロー，空力的制振対策，メッシュ，
連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 0424-89-7077 FAX 0424-89-7087

3. 実験結果および考察

図-2～図-5に、制振対策がない場合および各メッシュタイプについてメッシュの大きさを变化させた場合の応答図を示す。対策がない場合、 $V_r=35$ 程度から不安定なリミットサイクルをもつ振動が発生し、 $V_r=130$ 以上ではさらに大振幅の振動が発生しているが、メッシュを設置した場合では、全てのケースにおいてこのような大振幅の振動は発生していない。

メッシュサイズ S では $V_r=70$ 以上において、小振幅のソフト型の振動が発生している。また、サイズ M と L では、タイプ B のメッシュを用いると完全に制振されているが、タイプ A と C については $V_r=50\sim 100$ において振動が発生している。但し、その励振力は非常に小さいものであり、実ケーブル程度対数構造減衰率があれば、このような振動は発生しないものと考えられる。

以上のことから M もしくは L 以上のサイズのメッシュによる制振が有効であるといえる。

次に、制振効果の大きかった BM および BL について、上・下流ケーブル片側のみにメッシュを設置し、各々のメッシュの制振効果について検討を行った。比較した応答図を図-6 に示す。これより上流側ケーブルにのみメッシュを設置した場合は振動が発生しているが、下流側のみに設置した場合にはほぼ制振されている。このことから下流側に設置したメッシュが制振効果を発揮していることが分かる。

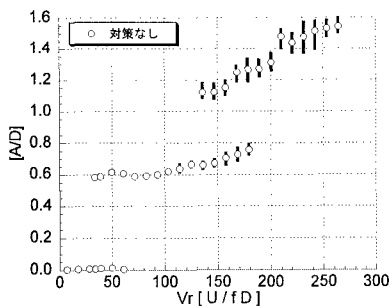


図-2 応答図（対策なし）

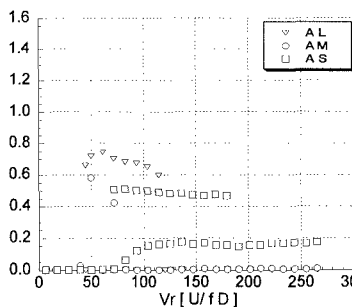


図-3 応答図（メッシュタイプ A 比較）

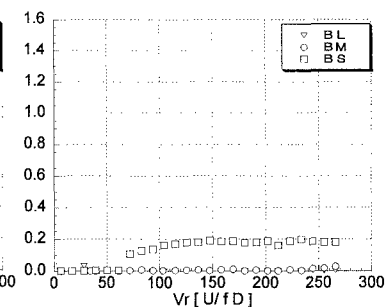


図-4 応答図（メッシュタイプ B 比較）

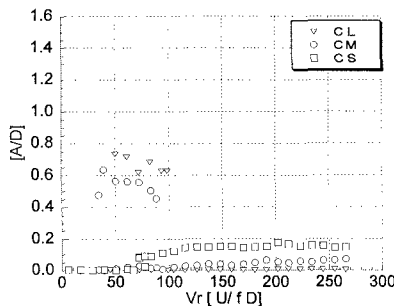


図-5 応答図（メッシュタイプ C 比較）

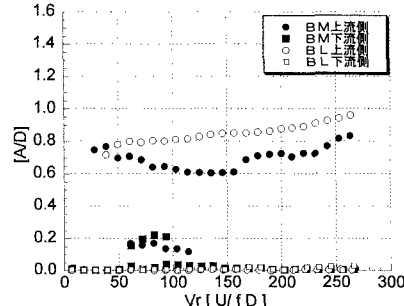


図-6 応答図（タイプ BM, BL についての上下流別比較）

4. 結論および今後の課題

以上より、メッシュによる空力的制振対策法は WG の制振対策として有効な手段となりうることが分かった。今後は、気流迎角や他のケーブル間隔比等による制振効果の変化について、また実橋（エクストラードード橋等）への適用を考えて、施工性や風切り音等についての検討を行っていく予定である。

【参考文献】

- [1] 建設省土木研究所：斜張橋並列ケーブルのウェークギャロッピング制振対策検討マニュアル(案)，1995.7