

斜張橋ケーブルのウェークギャロッピング防止対策について

九州産業大学工学部 正 員 吉村 健、亀井 頼隆

同 上 学生員○浦野 大作、大崎 健

1. まえがき

2列平行斜張橋用ケーブルでは、ウェークギャロッピングが発生する。文献(1)では、その防止対策を検討した。その結果、次の事柄が明らかにされた。①ケーブル間のギャップ D/d (d は直径)を0~2に保ち、ケーブルをスペーサーで相互連結する手法は、必ずしも有効でない。②ピッチが100 d 程度のストランドィッドケーブル(図-1)は、良好な耐風安定性を示す。

本研究では、①ストランドィッドケーブルがなぜ安定か、②2列平行ケーブルのウェークギャロッピングの発生機構、の2項目について検討した。その概要を以下に示す。

2. ストランドィッドケーブル

図-2(a), (b)は、ギャップなしの平行ケーブルに対する C_L と C_D を示す。準定常理論により、不安定な迎角 A の範囲を求めると、5°付近と90°付近の都合15°/90°≒20%を得る。斜張橋用ケーブルの質量比(2本分) M_R と対数減衰率 δ は、それぞれ $M_R=5800\sim14000$ と $\delta=0.005\sim0.01$ であるから、無次元フラッタ限界風速 $V_{FR}=2M_R\cdot\delta/|dC_L/dA+C_D|$ は、迎角5°と90°付近でそれぞれ約20~120と170~840となる。

ストランドィッドケーブルであるから、迎角は軸方向に0°~90°(2軸対称断面)変化する。その中で5°付近の約5%は強い不安定、90°付近の約15%は弱い不安定、残りの80%は安定であり、都合安定となることがわかった。

図-3は、ケーブルまわりの流れ観察結果の一例とそのスケッチを示す。図-4は対応する表面圧力分布であり、ハッチング部は P_U-P_L (上下面の差圧)を表す。 $A=12^\circ$ では、下方の剥離せん断層が後流側ケーブルの下面で再付着する。再付着点とその両側では、それぞれ圧力回復と負圧の増加が認められ、後者が負の揚力を生み出す主要因であることがわかる。

3. ウェークギャロッピングの発生機構

$D/d=1$ の平行ケーブルに対する C_L と C_D も図-2に記されている。 $A=8^\circ$ 付近で大きい正の揚力が発生する。このため、 $A=9^\circ\sim15^\circ$ で $dC_L/dA<0$ となる。この迎角における V_{FR} (一体化ケーブル)は約10~35である。

フローパターンと後流円柱の表面圧力分布を、それぞれ図-5, 6に示す。図示していないが、上流円柱の表面圧力は、下流円柱の影響をほとんど受けない。よって、上流円柱では $C_L\approx 0$ となり、図-2の C_L は下流円柱の C_L にほぼ等しい。換言すれば、図-2, 5, 6は、ウェークギャロッピングの発生機構の議論にも適用される。さて $A=8^\circ$ では、再付着による下面の圧力回復とその上方における大きい負圧の発生が認められ、このため大きい正の揚力を生じることがわかる。この圧力分布の非対称性は、迎角を更に増すと緩和され、単独円柱の圧力分布によく似たほぼ対称な形状となる。その結果、揚力が減少するわけである。

圧力分布の非対称から対称への移行の要因は、上方の剥離せん断層と下流円柱との幅の変化にあるものと思われる。このスペースは連行作用に伴う流体の補給路であり、その幅が狭い程、図-5の P は低くなる。

4. むすび

本研究により、ケーブルのストランド化によるフラッタの防振機構、ならびにウェークギャロッピングの発生機構が明らかにされた。

参考文献 1) Yoshimura, T.: Preprints of BBAA2, Vol.1, 1992.12.

