

九州工業大学 学生員 野上千秋

九州工業大学 正 員 久保喜延

九州工業大学 正 員 加藤九州男

1. まえがき

斜張橋の耐風制振対策としてフェアリングを用いた方法は、これまでに数多く検討されてきている。鋼桁の場合のフェアリングは構造部材として使われることは少なく、製作上の問題とも関連して主構造に付加するものとなっている。それに対してPC桁の場合は、考え方によれば構造部材の一部とも成り得るものである。鋼桁の場合との大きな差としては、鋭角な端部を作るとは維持管理および製作の両面から避けるべきであること、さらにフェアリング部を大きくすることは死荷重を増すことにもなることなどが考えられるため、できるだけ小さな形状とすることが必要であろう。そこで本研究では、PC斜張橋のフェアリングの形状と応答特性との関連について自由振動実験と流れの可視化によって検討を加えることにした。

2. 実験方法および実験結果

実験に用いた基本断面は、図1に示すようにPC斜張橋としてわが国で最も径間長の長い呼子大橋と同型の箱桁断面で、フェアリング部を取り除いたものである。なお、このフェアリング部はウインドノーズとも呼ばれるが、ここではこのような形状はフェアリングに包含されるものと考えている。なお、この種の桁の空力弾性振動は、桁の上面での剥離が主となって生じるとの観点に立っているため、実験に用いたフェアリングは、上面角 θ が $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ のそれぞれにおいてフェアリング先端の厚さ H を3段階に変化させた計9種類とした。なお各フェアリングの名称としては、図2に示しているものを用いている。まず我々はこれらのフェアリングの空力特性について次のように推論した。

・上面角 θ が小さいものほど桁上面での剥離が生じにくい特性を持つ。 ・フェアリング先端厚さ H が小さいものほどフェアリング先端での剥離が生じにくくより安定な特性を持つ。

今回は、実験遂行上の都合により、振り振動に着目して十字バネを用いた振り1自由度振動系で自由振動実験を、流動パラフィンを用いたスモークワイヤー法による振り強制加振状態での可視化実験を行ない、応答特性と周辺流れとの関係を把握することにした。

①応答実験結果について

応答特性の評価は、

各風速における系の減衰率を測定した後、構造減衰率を差し引くことによって得られる空力減衰率の形で整理してある。迎角の影響も見るために、迎角としては $\alpha = \pm 3^\circ$ と $\alpha = 0^\circ$ について実験を行っており、図3は迎角 $\alpha = +3^\circ$ のときのそれぞれの上面角度 θ での先端厚さ H をもつフェアリングによる空力特性を振り倍振幅 $2\phi = 3.7^\circ$ について見たものである。これによると $\theta = 10^\circ$ のものでは、F10AおよびF10Bはほとんど同じ特性をしているが、先端厚さの厚いF10Cは空力特性が悪くなっており、これは前述の推論と一致する。F20のケースもF20AおよびF20Bはほぼ同様の傾向を示しているが、F10のケース



図1 基本断面形状

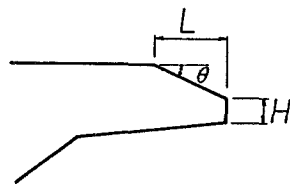


図2 フェアリング形状の種類

と異なるのは、先端厚さ H が最も大きいF20Cが極端に空力的に安定になっていることである。さらにF30のケースでは、先端厚さ H が大きくなるにつれて順次空力的に安定となっており、前述の推論と全く逆の結果を示している。これらの他に、特に比較をしておかなければならないものとして、図4にF20のケースの $\alpha=0^\circ$ の場合を示す。これでは、F20Aは $2.5 < V_r < 3.8$ で空力弾性振動発生の可能性があることを示している。これらの結果からすると、F20のケースはかなり不安定な要素を持っているようである。図5にフェアリング先端厚さ H と迎角 α の変化に対する空力減衰を示すが、(ここでフェアリング先端厚さは比較のため先端厚さ H をフェアリング長さ L で除した値 H/L を用いている)これよりフェアリング厚さが相対的に厚くなると、迎角による空力特性の変化が小さくなる傾向がみられる。

②流れの可視化について

供試模型の断面には、その形状から2つの剥離のポイントとなるエッジが存在し、それぞれで生じる剥離をここでは1次剥離、2次剥離と呼ぶことにする。図6は $V_r=0.8$ における断面F10, F30の流れの可視化のスケッチである。これらを比較すると、F30の断面では剥離渦がF10の場合より下流側に生じていることが分かる。このことよりF10では1次剥離が、F30では2次剥離が卓越していると考えられ、フェアリング上面角 θ が大きくなると2次剥離が生じやすくなることを示しているといえよう。

3. まとめ

①,②の結果より、1次剥離と2次剥離の組合せが、応答の不安定性に影響を与えている可能性がある。このことについては追加実験等により現在検討中である。

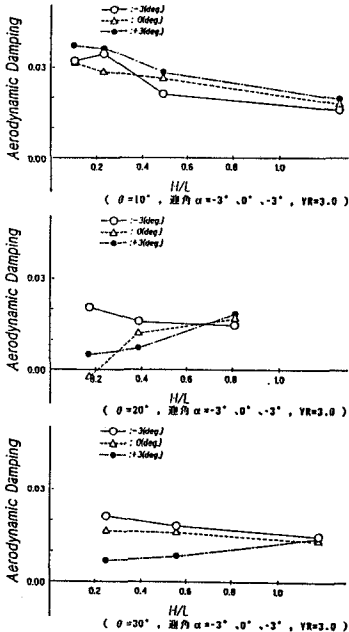


図5 H/L - δa 曲線

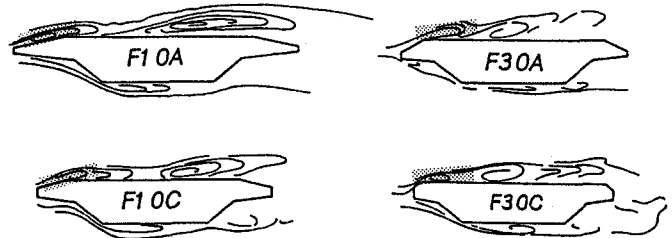
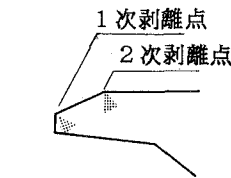
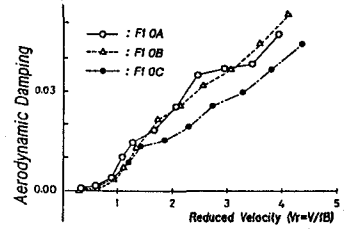
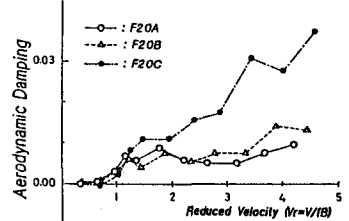


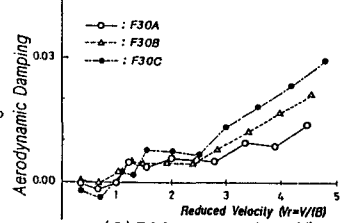
図6 可視化のスケッチ ($\alpha=0^\circ$ $V_r=0.8$)



(1) F10 フェアリング



(2) F20 フェアリング



(3) F30 フェアリング

図3 $\alpha = +3^\circ$, $2\phi = 3.7^\circ$ の空力減衰

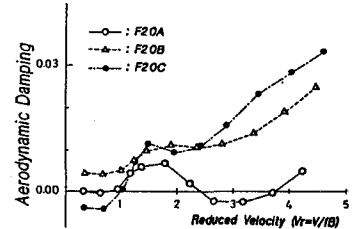


図4 F20の $\alpha=0^\circ$, $2\phi = 3.7^\circ$ の空力減衰