

I-15 ガスト空気力の評価に関する 2, 3 の考察

徳島大学工学部 フェロー 宇都宮 英彦 徳島大学工学部 正員 長尾 文明
徳島大学工学部 正員 野田 稔 徳島大学大学院 学生員 ○徳谷 孝仁

1. まえがき

自然風にさらされる長大橋などの可撓性に富む構造物は、風速の変動によってガスト応答と呼ばれる不規則振動が生じることが知られており、橋梁の安全性を照査する上でこのガスト応答を精緻に予測することが求められる。現在、ガスト応答の予測で広く用いられている A. G. Davenport の周波数領域におけるガスト応答解析では、風速変動に伴って作用するガスト空気力の空間相関は変動風速の空間相関と等しいとすることが多い。しかし、ガスト空気力の相関の方が変動風速の空間相関よりも大きい測定結果^{1,2)}も示されている。本研究では、扁平矩形断面を有する剛体模型に作用する変動揚力の空間相関特性を調査すると共に、模型表面に作用する圧力、模型表面近傍の変動風速の空間相関特性について報告する。

2. 風洞実験概要

1.5m×1.5m の測定胴を有するエッフェル型押し込み風洞を用いて実験を行った。模型は fig.1 に示す断面比（幅:B/高さ:D）13 の矩形断面を有するスパン長 826mm の部分模型で、両端には端板を設置している。模型表面にはスパン中央断面とスパン方向（ y 軸方向）に $\Delta y/B=0.0962\sim 1.6346$ 離れた 7 つの断面に各 14 点、計 112 点の圧力孔を設けている。

スパイヤおよびラフネスを用いて作成されたべき指数: $\alpha=1/4$ の境界層乱流（境界層高さ 300mm）中に模型中心の高さ: h が 80mm ($h/D=5$) となるよう模型を設置し、同時多点圧力計および x 型熱線風速計により変動圧力、変動風速の測定を行った。なお、接近流の乱れの強さ: I_u , I_w はそれぞれ約 11.4%, 8.8% で、乱れのスケール: L_u , L_w はそれぞれ 7.4cm~9.7cm, 1.5cm~3.5cm であった。

3. ガスト揚力の空間相関特性

模型を設置していないときの接近流のコヒーレンシー (A. G. Davenport の指数型近似式: デイクイファクター: $k=7$) とガスト揚力のコヒーレンシーの測定結果を fig.2 に示す。横軸は桁幅: B を代表長とする無次元振動数: $n(=fB/U)$ である。接近流の空間相関が指数近似できるのに対し揚力の空間相関は指数型とは言えず、また、2 断面の距離: Δy が小さい場合 (fig.2(a)) 揚力のコヒーレンシーは接近流のコヒーレンシーよりも大きな値を取っているが、 Δy が大きい場合 (fig.2(b)) 両者のコヒーレンシーの差が大きくなる傾向がある。 $\Delta y/B=0.432$ のコヒーレンシーのピークは約 0.7, $\Delta y/B=0.673$ でも約 0.5 であったことから、従来の報告結果と同様に接近流の空間相関よりも変動揚力の空間相関のほうが非常に強いことが確認された。また、コヒーレンシーのピークを与える無次元周波数: n の値は約 0.2 付近であったが、これは揚力のパワースペクトルのピーク周波数とほぼ一致していた。

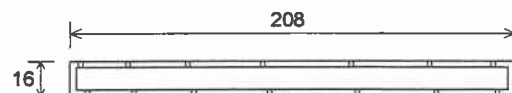
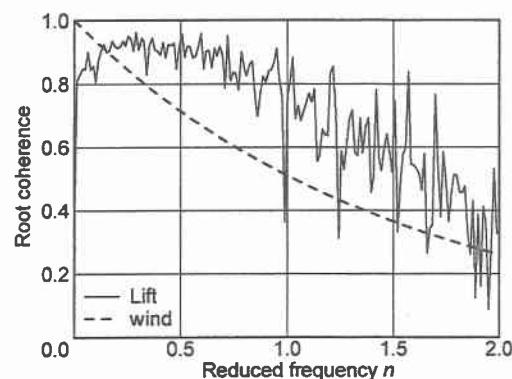
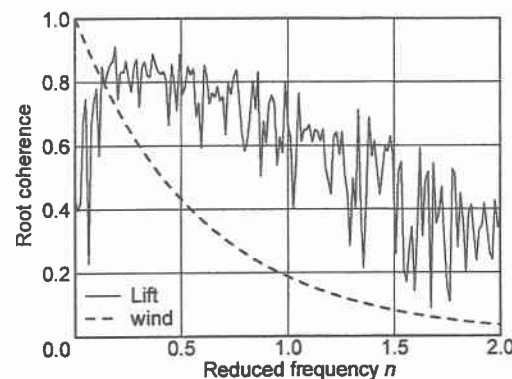


fig.1 模型断面図(単位 mm)



(a) $\Delta y/B = 0.0962$



(b) $\Delta y/B = 0.2404$

fig.2 変動風速と変動揚力のコヒーレンシー

4. 変動圧力の空間相関特性

模型上面の上流端から主流方向（ x 軸方向）に $x/B=0.024 \sim 0.952$ 離れた計 7 本のスパン方向にのびるラインに作用する変動圧力の空間相関係数を fig.3 に示す．上流側に位置する $x/B=0.024$ のラインではスパン方向に離れると相関が著しく低下するのに対し，後流側のラインになるにつれてスパン方向の空間相関が強くなり， $x/B=0.63$ よりも後流側のラインでは相関係数が 0.8 以上ときわめて相関が強いことが確認できた．また，2 断面の距離が $\Delta y/B=0.673$ よりも大きくなってもその値はある一定の値に収束することが確認された．これに対し揚力の空間相関係数はスパン方向に離れるのに伴って $\Delta y/B=1.298$ までほぼ比例して相関が弱くなっており，その傾きはどの圧力ラインの空間相関特性とも異なる傾向を示した．

5. 模型近傍の変動風速の空間相関特性

圧力の空間相関の最も強いライン（ $x/B=0.952$ ）上で，模型表面からの高さ $z/D=0.25$ （ $z=4\text{mm}$ ）の変動風速のコヒーレンシーと模型を設置していないときの接近流のコヒーレンシーを fig.4 に示す． Δy が小さい場合（fig. 4 (a)）低周波数領域で相関が比較的強いことが確認できたが， Δy が大きくなると（fig. 4 (b)）相関は弱くなり， Δy が大きくなっても相関が強いという変動圧力，変動揚力の空間相関特性とは異なる結果が得られた．また，模型を設置していない時の接近流のコヒーレンシーと比較しても相関は強いとはいえず，前節で述べた圧力の強い空間相関特性を模型近傍の変動風速によって確認することはできなかった．

6. まとめ

- 1) ガスト揚力の空間相関は変動風速の空間相関より大きな値をとり，その周波数特性も指数近似できない．
- 2) スパン方向にのびるライン上に作用する変動圧力の空間相関は断面の後流側程相関は強く，ある一定値に収束し，変動揚力とは異なる傾向を示す．
- 3) 模型近傍の変動風速からは強い空間相関は確認されなかった．

今回の実験では変動風速の空間相関と変動空気力の空間相関の間にある関係を解明することはできなかったが，模型に作用する圧力や変動風速を計測することで，両者の間の関係を明らかにできるものと考えている．

参考文献

- 1) 木村 吉郎，藤野 陽三：矩形断面柱に作用するガスト空気力の特性，土木学会第 50 回年次学術講演会講演概要集，pp1482-1483，平成 7 年 9 月
- 2) 松田 一俊，鳥海 隆一，岩崎 徹，徳重 雅史：架設時長大斜張橋の水平ガスト応答，第 15 回風工学シンポジウム論文集，pp377-382，平成 10 年 12 月

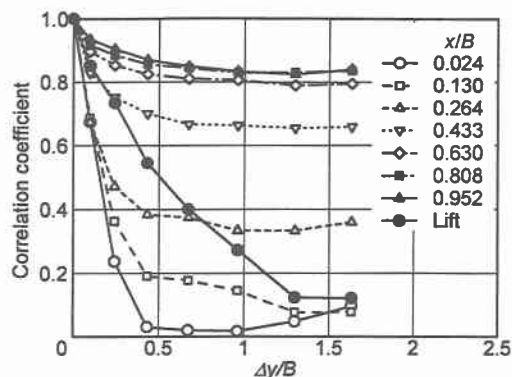
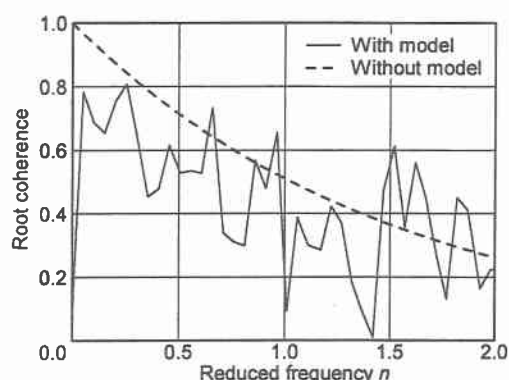
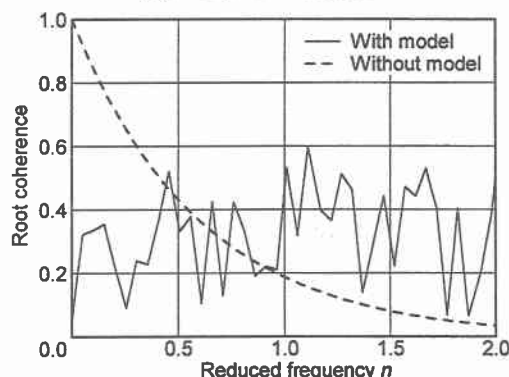


fig.3 変動圧力及び揚力の空間相関係数



(a) $\Delta y/B = 0.0962$



(b) $\Delta y/B = 0.2404$

fig.4 模型近傍の変動風速のコヒーレンシー