地形の影響を受けた気流中における斜張橋のガスト空気力に関して

三菱重工業㈱ 本田 明弘, 長崎県 女神大橋建設事務所 近藤 薫 三菱重工業㈱ 所 伸介, 今金 真一

1.まえがき

近年橋梁のが 入応答の精緻化による静的な風荷重の合理化に向けての研究が進められつつあるが, Larose¹¹ は扁平六角形の橋梁桁断面に作用するが 入空気力に関して,鉛直方向乱れ強さ Iw=7~9%,鉛直方向の乱れな -ル比 Lw/B=0.23~0.8の範囲で,格子及び境界層乱流中での圧力変動から求めたが 入空気力の特性について, 以下の指摘を行っている。

- 桁断面に作用するが ひを気力は、風速変動から伝達関数を用いて求められるが ひを気力に比べて小さく、応答を低減する傾向にある。
- 桁断面に作用するが ひを気力の橋軸方向の空間相関特性は,桁断面から生じる渦の影響によって,気流 変動の空間相関特性よりも相関が高く,応答を増大する傾向にある。(断面距離/桁幅<1 の範囲)</p>

一方で起伏の激しい架橋地点における橋梁が受ける気流特性は,これらで想定された気流特性と大幅に異なることが指摘されており,長崎湾に建設中の女神大橋に関しては,地形の影響による鉛直方向のが み応答の増幅が生じたために,その原因究明のため圧力測定によるが み空気力の性状を調査した。

2.実験

縮尺 1/200 の架橋地点周辺の局所地形模型及び橋梁の弾性体模型による風洞実験²¹と同一なセットにおいて,橋梁模型を弾性体模型から圧力計測模型に置き換えて風洞実験を実施した。

圧力は図1に示す桁断面において20点の圧力孔を400mm 間隔(実橋80m)に設置し,変動圧の絶対値及び位相のずれに関して別途補正を行った導圧チューブを介し,多点の同時圧力計測器(Z0C170G)を用いて計測した。 断面に作用するが み空気力係数は,断面内の圧力値を同一時刻で積分し,空気密度,中央径間中央部の平均風速(U_{re}=57.7m/s相当)及び桁幅(B=31.1m相当)を用いて下式により求めた。



図1. 圧力計測点分布

3.考察

以下に鉛直方向のガスト応答に影響を及ぼす項 目ごとに考察を加える。

(1) が スト空気力係数の標準偏差 鉛直方向のが スト空気力の標準偏差を,以下の 方法で求めたものを図2に示す。

)平均風速・鉛直方向風速変動・揚力係数の勾配から求められた準定常が れ空気力係数

)上記)に対して, Sears 関数における固 有振動数に対応するアドミッタンスを乗じたガスト空 気力係数

) 圧力計測から直接求めたが スト空気力係数

1.0 準定常 . 準定常のSears関数補正 0.9 直接計測 0.8 07 ガスト空気力係数 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 500 -500 -400 -300-200 -1000 100 200 300 400 橋軸方向距離(m)



本図より,直接計測されたが入空気力)と,準定常のが入空気力に Sears 関数を用いて補正した値)を 比べると,地形の影響を大きく受けた 3P 側(~~)はほぼ等しいが,地形の影響の比較的小さい 2P 側(

~)は約1/2程度の値を示している。

(2) カ スト空気力係数の周波数特性

圧力計測断面で測定されたが スト空気力係数を,高度(Z=70m相当)及び中央径間中央部の平均風速(U_{ref})を 用いて無次元化した周波数(f・Z/U_{ref})に対するパワースペクトルの形で示したのが図3である。



本図より,中央径間(~)におけるスペクトルピークは 0.3 付近にあり,鉛 直方向の風速変動のパワースペクトルとして一般的に知られている特性に近く,橋 梁の固有振動数に対応する無次元振動数にもほぼ等しい。 しかしながら 3P 側側径間(,))では, スペクトルピークの周波数は低周波側に移行しており, これは当該点の平均風速の低下に起因するものと考えられる。

~ に関して,当該点の平均風速及び変動風速で評価し,代表長として 桁幅(B)を用い空力アドミッタンスとして図4に比較する。本図より,計測点:

では Sears 関数に揚力傾斜の補正を加えた'修正 Sears 関数'に比べて Larose が指摘した様に低周波側が減少しているが,地形の影響でが入空 気力が増大している計測点: では修正 Sears 関数に近い。

(3)がみ空気力の空間相関

断面に作用するが 入空気力の空間相関を図 5 に示すが,地形の影響の大きな,の相関は,固有振動数に相当する周波数軸で,指数関数で表される相関よりも高く,応答を増大する方向である。

(4) が み空気力を用いた応答推定値と応答実験結果

計測された断面ごとのが 入空気力の時刻歴波形を用いて,空力減衰を パ ジータとして応答計算を行い,応答実験結果と比較したものを図6に示 す。ここで,応答実験結果と整合する空力減衰は a=0.10 程度であ り,本断面の静的三分力特性から求められた準定常の空力減衰に平均風 速の分布を補正した(a=0.39)及び一様流中の部分模型試験で得られ た非定常の空力減衰に同様の補正を下(a=0.21)と比較すると小さい。



 $|X\left(fB/U\right)|^2$

ドミッタンス

Coh

0.4 67 0.2 56

1

-0.20.001

-0.4

0.8

0.1

0.01

0.001

無次元振動数(fR/U)

修正 Sears 関数

0.1

無次元振動数(fB/U)

実橋の無次元振動数

10

図4.空力アドミッタンスの分布

0.01

図5.ガスト空気力の空間相関



4. あとがき

- 以上より,地形の影響を受けた気流中における橋梁のが スト空気力に関して,以下の事項が明らかとなった。 ・地形の影響を受けて平均風速が低下する領域では,気流変動およびが スト空気力のスペクトルにおいてスペクルピーク の周波数が低周波側に移行し,揚力方向の空力アドミッタンス・空間相関も気流特性の影響を大きく受ける。
- ・地形の影響を受けた気流中でのガスト応答は, ガスト空気力のみならず空力減衰の影響が大きく, 今後空力減 衰に関して詳細に検討を加える必要がある。

参考文献]

- 1] G. L. Larose , 'Direct Measurements of Buffeting Wind Forces on Bridge Deck', Proc. of 2nd EACWE, 1997, pp1425-1432
- 2] A. Honda et al., 'Aerodynamic design of cable-stayed bridge surrounded by undulated topography', Wind Engineering into 21st Century, Larsen, Larose & Livesey (eds) 1999 Balkema, pp913-918