

乱流中における構造基本断面の空力特性について

京都大学工学部 正員 松本 勝 京都大学工学部 正員 白石 成人
 京都大学工学部 正員 白土 博通 新 日 鉄 (株) 正員 小林 茂雄
 京都大学大学院 学生員 湯川 雅之

1. まえがき 橋梁構造物は、常に自然風にさらされており乱れた気流が空力不安定現象に与える影響を明らかにすることは、防振対策を考える上で重要な問題であると思われる。本研究では、この乱流による影響(乱流効果)について比較的恒風速で発現する渦励振に着目して実験を行なった。渦励振の発現要因としては、断面周りに生じる剥離せん断層の不安定性が考えられ、この剥離せん断層は、特定の周波数領域の外的刺激により増幅されることが知られている。そこで、乱流が剥離せん断層の不安定性に対しどのように作用しているかを、特に乱流の持つ周波数特性に着目して検討を加える。

2. 実験概要 本実験で対象とした断面は、すべて movement excitation type の渦励振が発現する断面辺長比 β (β :幅員, D :桁高)が2と4の矩形断面及び有効断面辺長比 $\beta=4$ の偏平六角形断面である。物理諸元を表-1に示す。また、格子を用い接近流速のスペクトル形状が異なる乱流①、乱流②を発生させた(図-1、図-2、表-2)。そして、これら2つの乱流による静止断面周りの流れに及ぼす乱流の影響及び渦励振特性に対する影響を調べた。また、一樣流及び乱流①に脈流を付加することにより周波数特性を変化させ、その影響を検討した。

3. 実験結果及び考察 得られた結果を断面別に述べる。渦励振応答振幅測定実験の結果は、表-4にまとめて示した。但し、表中の数値は、一樣流中とそれぞれの乱流中における最大応答振幅の比を表している。

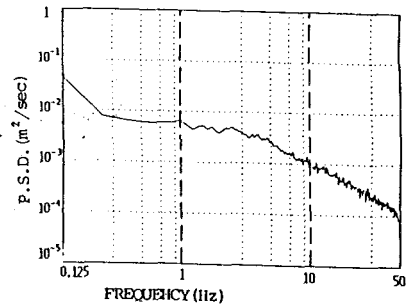
($\beta=2$ 矩形断面) 静止断面において、乱流により再付着の促進、背圧の回復、スパン方向圧力相関の低下といった効果が認められた。曲げ渦励振に関しては、乱流により応答振幅が若干小さくなる傾向がみられた(表-4)。しかし、この場合も2種類の周波数特性の異なる乱流によりあまり差はみられず脈流周波数-応答振幅図(図-3(a))においても振幅に大きな変化は認められない。以上のことより、この断面の曲げ渦励振において剥離せん断層の

(表-1) 各断面の物理諸元

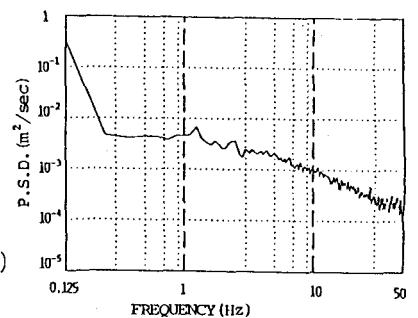
	f_n (Hz)	M (kg s/m)	Sc
$B/D=2$ Rec.	5.59	0.121	1.46
$B/D=4$ Rec.	5.43	0.130	4.35
$B/D=4$ Hex.	5.48	0.111	4.55

(表-2) 乱流①と乱流②の特性

	I_u	I_x
Turb.1	5.62	9.7
Turb.2	5.58	3.3

 I_u : intensity I_x : scale

(図-1) 乱流①のパワースペクトル



(図-2) 乱流②のパワースペクトル

Masaru MATSUMOTO, Naruhito SHIRAIISHI, Hiromichi SHIRATO, Shigeo KOBAYASHI, Masayuki YUKAWA

不安定性は、断面の振動により充分に増幅されており、乱流の持つ周波数特性にはあまり敏感に反応しないものと思われる。

($B/D=4$ 矩形断面) 静止断面においてカルマン渦の放出が乱流により極端に弱められ、乱流の影響を受けやすい断面であると思われる。曲げ渦励振に関しても応答振幅がかなり安定化している。また、その度合は、高周波数成分のパワーが比較的大きい乱流③の方が顕著であることが(表-4)よりわかる。一様流中における脈流周波数-応答振幅図を図-3(b)に示す。やはり、高周波数領域で安定化する傾向が認められ、安定化がはじまる脈流無次元周波数は、文献①に示されている同期領域をはずれる0.5付近に一致している。つまり、この断面の曲げ渦励振においては、高周波数成分のパワーが剥離せん断層の不安定性を抑制するようにはたらき、応答振幅の安定化の一因となっているものと思われる。

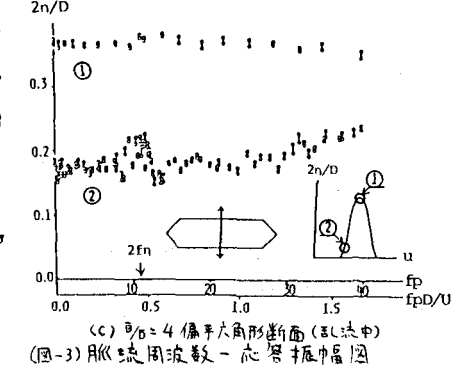
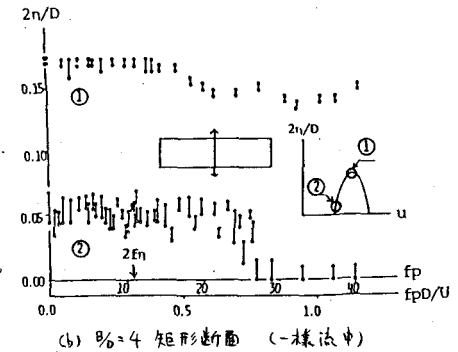
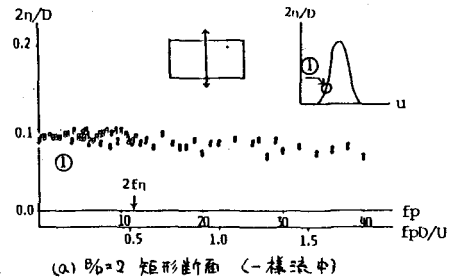
($B/D=4$ 偏平六角形断面) 静止断面において、乱流中でもカルマン渦の放出が、かなりの強度で認められ乱流の影響は小さいと思われる。曲げ渦励振に関しては、過去の報告のように乱流中において不安定化はしなかったが、 $B/D=2$ 矩形断面同様、安定化の度合は小さい(表-4)。一方、乱流中における脈流周波数-応答振幅図(図-3(c))に示されているように、固有振動数の2倍付近で応答振幅が大きくなる傾向が認められ、この周波数成分により剥離せん断層の不安定性が増幅されていると推測しうる。このことは、乱流中において不安定化する可能性を秘めていることを示していると思われる。

4. 結論及び今後の課題 以上のように、断面形状のちがいににより乱流が与える影響は、かなり異なってくる。しかし、それぞれの断面において乱流の持つ周波数特性による影響が認められ、乱流効果を周波数特性によりある程度議論しうるものと判断できる。今後の課題としては、乱流によるスパン方向の空間相関の低下をどのように評価すべきかという問題が考えられる。

(参考文献) 1) 松本勝, 白石成人, 白土博通, "主流方向脈流中における Bluff Body の空力特性", 第9回風工学シンポジウム(1986) 2) 武田勝昭, 園部好洋; 気流の乱れ強度と渦励振応答振幅, 第39回土木学会年次学術講演会, 1984 3) 鈴木利彦, 樋上瑋一, "乱流特性と渦励振応答振幅の関係について", 土木学会第40回年次学術講演会講演概要集 (1985)

(表-3) 最大応答振幅比(乱流中振幅/一様流中振幅)

	Smooth flow	Turb. 1	Turb. 2
$B/D=2$ Rec.	1.0	0.88	0.90
$B/D=4$ Rec.	1.0	0.40	0.25
$B/D=4$ Hex.	1.0	0.92	0.90



(図-3) 脈流周波数-応答振幅図