

I-A 230

隅切り断面に作用する渦減衰力

石川島播磨重工業 正員 上島秀作 石川島播磨重工業 正員 樋上琇一
石川島播磨重工業 正員 松田一俊

1. はじめに

橋梁主塔に発生する渦励振の主要因はカルマン渦であり、lock-in状態ではカルマン渦力は励振力として作用する。本研究では、隅切り塔柱断面を対象に、断面回りの流れを変化させることによりカルマン渦力を能動的に制御することを試みた。その結果、カルマン渦力をlock-in状態で減衰力（以下、渦減衰力と呼ぶ。）として作用させることも可能であることが明らかになった。

2. 2次元風洞試験

(1) 制御板による断面回りの流れ制御

図-1は制御板を付設した隅切り断面の模式図である。制御板は隅切り塔柱の上流側2カ所に設置し、隅切り塔柱自身の振動に対して調和的に回転変位させる。制御方式に関しては次に示す2種類について検討した。

① 同位相制御・・・・主塔応答速度に対して同位相に回転変位

② 逆位相制御・・・・主塔応答速度に対して逆位相に回転変位

(2) 風洞試験要領

制御板の効果を検討するため、隅切り塔柱断面の2次元剛体模型を用いて渦励振風速領域において、強制振動法による非定常空気力計測を行った。試験条件を表-1に示す。

試験結果は次式に示す非定常空気力係数 C_{li} を用いて整理した。

$$L(t) = \frac{1}{2} \rho V^2 B (C_{lr} + i C_{li}) \frac{y(t)}{B}$$

$$C_0 = \sqrt{C_{lr}^2 + C_{li}^2}, \quad \beta = \tan^{-1}(C_{li}/C_{lr})$$

ここで、 $L(t)$: 非定常揚力 (kg/m)
 ρ : 空気密度 (kg・s²/m⁴)
 V : 平均風速 (m/s)
 B : 塔柱代表幅 (m)

C_{lr}, C_{li} : 非定常空気力係数
 $y(t)$: 塔柱変位 (m)
 C_0 : 非定常空気力係数絶対値
 β : 位相差

(3) 風洞試験結果

図-2に試験結果を示す。隅切り断面（制御板なし）の場合、無次元風速 $V/fD=6.5$ で励振力がピークとなる。制御板を設置すると、同位相制御の場合、lock-in風速が変化し、励振力も大幅に増大していることが確認できる。一方、逆位相制御の場合、lock-in風速域で大きな渦減衰力が発生している。lock-in状態における渦減衰力の発生は、図-3、4に示す位相差 β からも確認することができ、同位相制御と逆位相制御とでは β は約180deg.異なっている。よって、制御板を用いてカルマン渦の放出パターンを変化させることにより、渦減衰力を発生させることが可能であると考えられる。

図-5は駆動板の設置位置を変化させた場合である。図-2の場合と同様に渦減衰力が確認できるが、ストローハル数は変化し、lock-in状態の風速域が高風速側に移行している。

4. まとめ

- ・隅切り塔柱断面に制御板を設置し、塔柱振動に対して調和的に駆動させることにより、カルマン渦による渦減衰力を発生させることが可能である。
- ・制御板の有無および設置位置によりストローハル数は敏感に変化する。

表-1 風洞試験条件

塔 幅	160 mm
制御板幅	40 mm
振 動 数	1.5 Hz
加振振幅	10 mm
駆動板振幅	$\pm 10\text{deg.}$

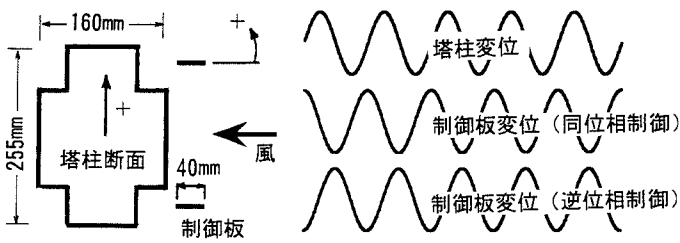


図-1 検討断面および制御板制御方式

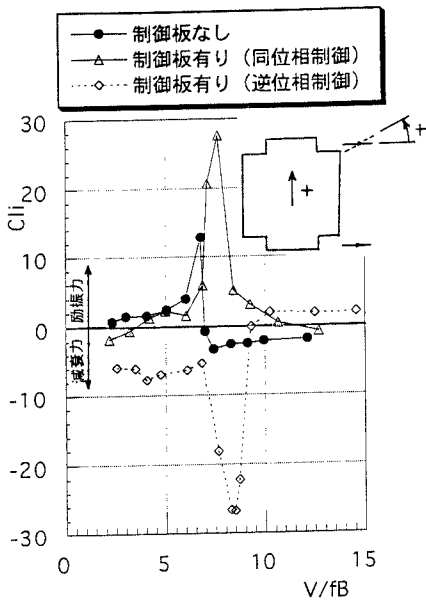


図-2 非定常空気力係数 C_{Li}

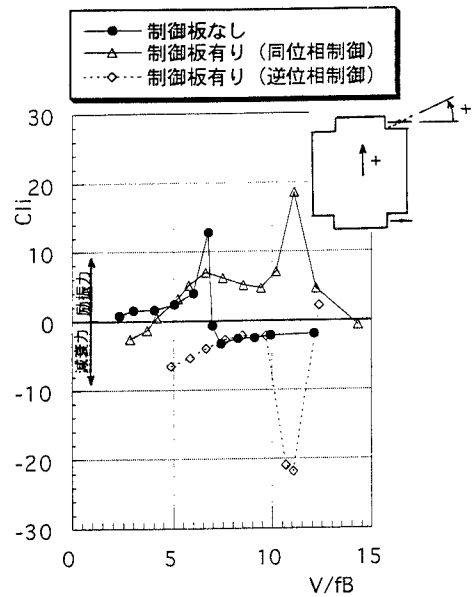


図-5 非定常空気力係数 C_{Li} （制御板隅切り位置）

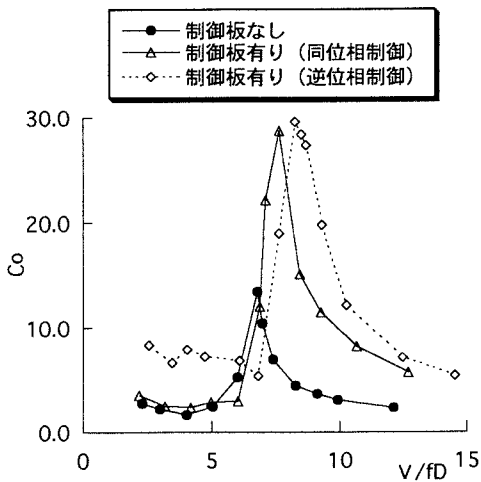


図-3 C_D の変化

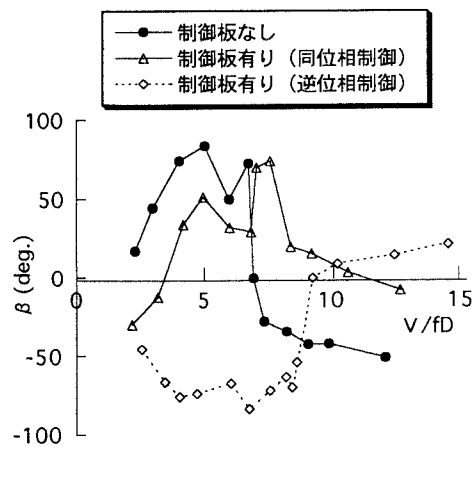


図-4 β の変化