

三菱重工 神戸研 正員 市場 悟 三菱重工 長崎研 田中博喜
三菱重工 神戸研 正員 〇鈴木智巳

1. まえがき

現在、主として200m～300m 程度の支間で用いられている斜張橋が、近い将来、我が国においてもその上限を伸ばし、500m 前後の支間に達するものと考えられ、その場合は架設等の問題から補剛桁はトラス型式になるものと予想される。このような情勢に備え、本研究では概略設計により得られた中央径間 500m のトラス補剛桁を有する斜張橋の耐風安定性を検討した。風洞実験は2次元および3次元の各模型について行ない、フラッター限界風速に対する実験値と理論値の対比を通じて、実橋の限界風速の推定を行なった。

概略設計により得られた仮想実橋(図-1、2)の諸元を表-1に示す。

2. 風洞実験

縮尺1/50の2次元模型に関し、剛模型による強制振動法を用いた非定常空気の測定、およびベネ支持模型によるフラッター限界風速の測定を行ない更に縮尺1/180の3次元模型により、フラッター限界風速の測定を行なった。(なお、3次元模型については、タワーと中央径間部のみを風洞風路中に入れた。) 各使用風洞を表-2に、風洞模型を図-3、4に示す。

模型計画に際しては、フラッター実験が動的構造特性と関連しているため、幾何学的な相似性のみでなく、動的特性をも出来る限り満足するように努めたが、3次元模型は使用風洞の大きさ、風洞の最大風速等の制限から下記に示すような変形された相似模型とした。

- (1) 補剛桁の曲げ、およびネジリ剛性は、補剛桁のネジリ中心を通る剛性用棒で受けもたせる。
- (2) その結果、補剛桁の各構成部材は適宜途中で切断しているが、全体的なトラス桁としての幾何学的な相似性は満足している。

フラッター解析理論は、紙面の都合上省略した。

3. 結果の検討

上記の様な実験、および計算結果をまとめると以下のような事項が上げられる。

表-1 実橋諸元

諸元	単位	量
橋 格		1等橋
型 式		三径間連続橋床板斜張橋
支間割	m	200+500+200=900
幅 員	m	220
桁 高	m	11.0
質量要素	m ⁴	31.92
ネジリ抵抗	m ⁴	16.19
単位重量	t/m	19.50
慣性モーメント	tmsec ² /m	194.5
振動数(1次)	1/s(曲げ)	0.91 cps
	1/s(ねじり)	0.35 cps

表-2 使用風洞

試験項目	風洞形式	吹出口	常用風速
2次元	常風速自由流	15m	0~25m/s
3次元	吹出式	2m×3m	0~15m/s

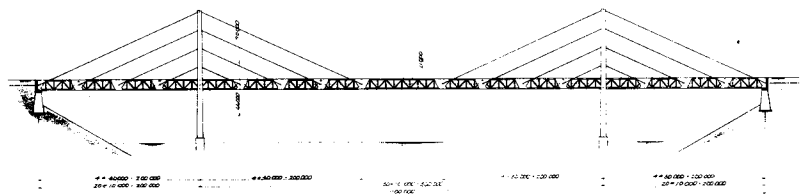


図-1 実橋一般図

(1) 図-5に3次元風洞実験における風洞風速と振動数、および歪振中の関係を示した。この結果より、フラッター発生以前には、いわゆる限定振動の発生は認められない。これは、箱型断面補剛桁を持つ型式と異なり、今回対象としたケーブル定着板の付いたトラス補剛桁では、後流中に規則的なカルマン渦の発生がないためと考えられる。

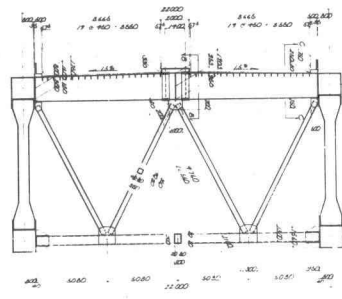


図-2 実橋断面図

(2) 2次元、3次元における実験値と計算値の対応は表-3、図-6よりほぼ同程度になっている。

(3) フラッター風速と構造減衰の関係は、図-6より減衰係数が上がればフラッター風速は上昇し、上昇率は迎角 $\alpha = 0^\circ$ の場合よりも $\alpha = +5^\circ$ の場合の方が大きい。しかし、ある一定値以上の構造減衰になると、 $\alpha = +5^\circ$ のフラッター発生風速が、 $\alpha = 0^\circ$ の場合よりも高くなる傾向が認められる。これは非定常空気の非線型性によるものと考えられる。

仮定実橋のフラッター限界風速に関しては、その対数減衰率を約0.01と仮定して計算しても、 $\alpha = 0^\circ$ の場合約130m、 $\alpha = +5^\circ$ の場合でも約100mとなり、その耐風安定性は十分保障出来るものと考えられる。

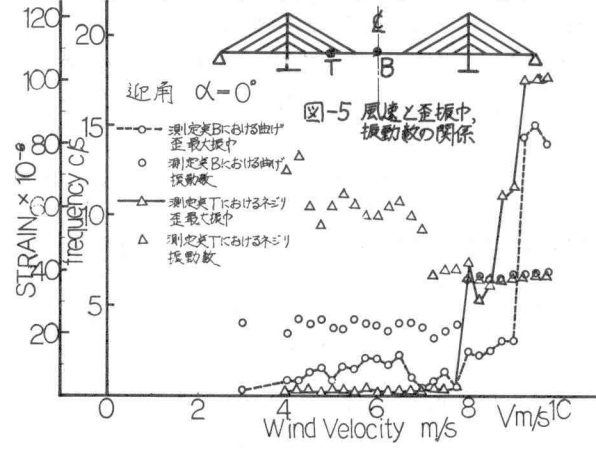


図-5 風速と歪振中、振動数の関係

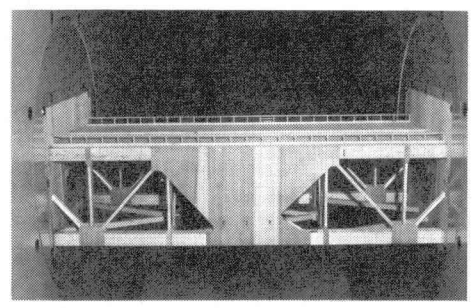


図-3 2次元模型

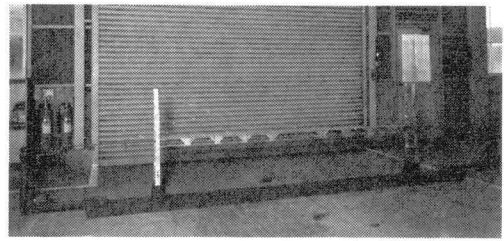


図-4 3次元模型

表-3 実験値と計算値の比較

項目	迎角	フラッター発生風速 V_{cr}		実験値
		実験値	計算値	
2次元	0°	2.57	2.23	1.15
	$+5^\circ$	1.93	1.57	1.23
	$+25^\circ$	2.47		
3次元	0°	1.94	2.37	0.82
	$+5^\circ$	2.06	2.08	0.99
	$+25^\circ$	1.88		
	-25°	2.61		

$V_{cr} = V / u_k \cdot b$ (V : 風洞風速 (u_k : 本モデル補剛桁))

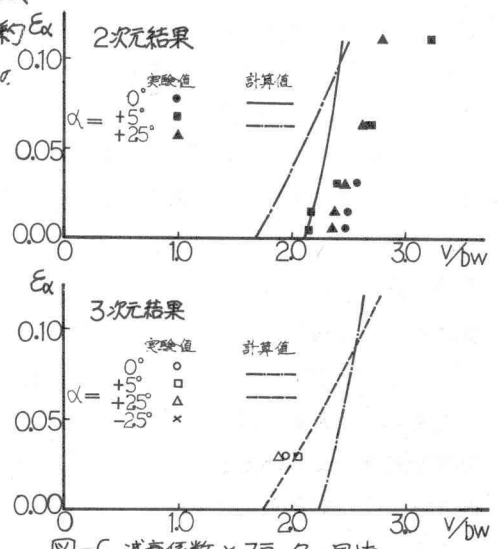


図-6 減衰係数とフラッター風速