

鹿島技術研究所 正員 徳山清治
同上 正員 向 弘晴

1. まえがき 吊床版橋は吊材であるケーブルにコンクリート床版を取巻いた吊形式の橋梁である。当橋梁のねじれフラッターの限界風速は設計照査風速以下になる可能性が実験的に指摘されている¹⁾。支間 88mの中規模吊床版橋(図-1)について風洞実験と固有振動解析を行い、ねじれフラッターの安定性を断面形状、構造減衰、サグから考察した。

2. 風洞実験

1) 実験概要 吊床版橋のねじれ振動は水平振動と連成するが、風洞実験は縮尺1/19の2次元剛体模型を使い、床版の断面形状と減衰をパラメータにして行った。実験条件を表-1に示す。模型断面には地覆を有する断面(以下基本断面)、長方形断面、基本断面にフェアリングを取付けた断面の3種類(図-2)をとった。減衰は対数減衰率 $\delta=0.02\sim0.05$ の範囲を設定した。

2) 実験結果 断面形状の影響;各断面($\delta=0.016$)のねじれ応答と限界風速を図-3、4に示す。ねじれフラッターは正の迎角に対して比較的安定するのが確認できた¹⁾。基本断面の限界風速は長方形断面に比べて低く、地覆の有無が影響することがわかった。また、フェアリング付き断面は実験風速でねじれフラッターの発生は認められず、限界風速は床版端部の形状によって影響された。

減衰の影響;基本断面で減衰を変化させたねじれ応答と限界風速を図-5、6に示す。限界風速は減衰の増加に伴い高くなった。

3. 実橋のねじれフラッター

1) 断面形状 既往の実橋のほとんどが地覆を有しているが、地覆の無い方がねじれフラッターに対して安定性が向上すると考えられ、設計段階での断面選定が重要といえる。しかし、地覆があってもフェアリングによる空力対策によって耐風性を向上することができると考えられる。

2) 構造減衰 吊床版橋の構造減衰に関する実験データはまだ少ない。表-2に支間 46.5mの吊床版橋での自由振動実験による構造減衰の測定結果を示す。これより吊床版橋のねじれの構造減衰は $\delta=0.02\sim0.03$ 程度で、従来のコンクリート橋の規準値($\delta=0.03$)よりも小さく見積もる必要があると思われる。

3) サグとねじれ振動数 吊床版橋の振動数はサグによって変化する。サグをパラメータに面内、面外の振動数を固有振動解析から調べた。サグの範囲は実橋のサグ比(サグ/スパン)の実績から0.026をプロトタイプにし、0.011~0.045を設定した。図-7に面内・面外の振動数を示す。面内振動は従来のとおり、サグ比が大きくなるにつれて対象モードから逆対象モードに移行する。一方、面外振動にはねじれと水平の連成振動が現れるが、サグ比が大きくなるに伴い低次の連成振動はねじれから水平主体、高次では水平からねじれ主体の振動になる。振動数は低次、高次ともサグ比が大きいくほど高くなり、振動数的にはねじれフラッターに対して安全側に移行する。しかし、サグ比の下限値は橋梁の使用性から定められるので現実的なサグの範囲を考えれば、サグ調整によるねじれフラッターの耐風改善は少ないと考えられる。

4. まとめ 以上の結果から、プロトタイプ(地覆有り、 $\delta=0.02$ 、サグ比=0.026)のねじれフラッター限界風速を推定すると約 31 m/sec になり、耐風対策が必要になると考えられる。しかし、サグ調整による耐風改善の効果は少なく、フェアリング等の空力対策、あるいは付加ケーブルによる剛性の向上、減衰付加などの耐風対策が必要と考えられる。

本研究での風洞実験等に関して多くの助言を頂いた東京大学藤野教授に感謝の意を表します。

参考文献 岩本、尾関、藤野、伊藤：吊床版橋の耐風安定性について、土木学会第45回年講、平成2年

表-1 風洞実験諸元

	実験モデル	模型
縮尺	1	1/19
桁幅 B	m	3.8
桁高 D	m	0.5
質量/単位長	kg/s ² /m ²	3.19 × 10 ²
回転慣性/単位長	kg/s ²	5.22 × 10 ²
ねじれ振動数	Hz	1.74

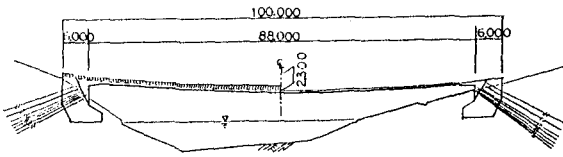


図-1 吊床版橋

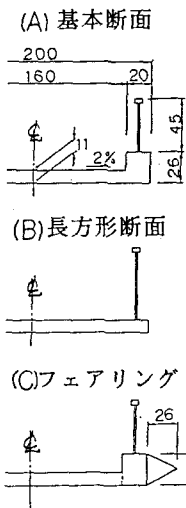


図-2 模型断面形状

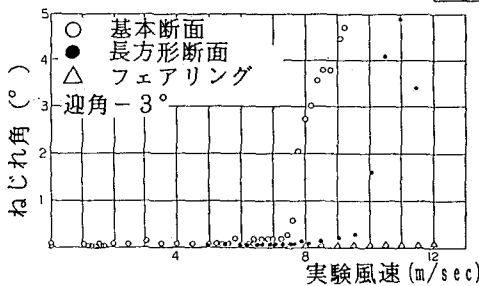


図-3 ねじれ応答と限界風速 (断面形状の影響)

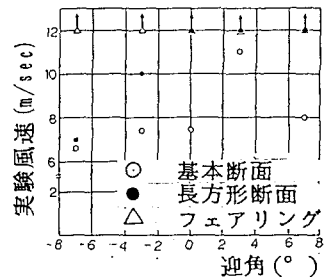


図-4 ねじれ応答と限界風速 (断面形状の影響)

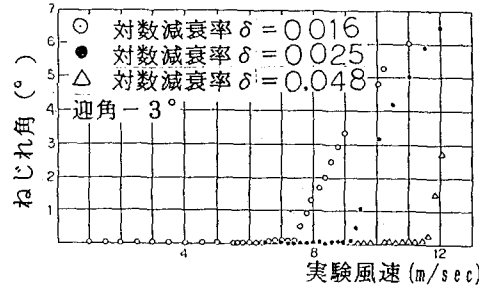


図-5 ねじれ応答 (減衰の影響)

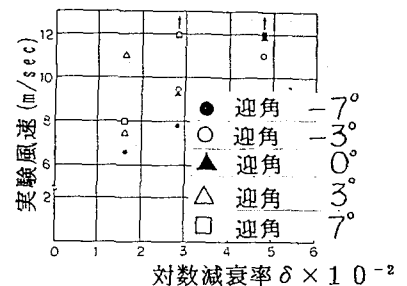


図-6 限界風速 (減衰の影響)

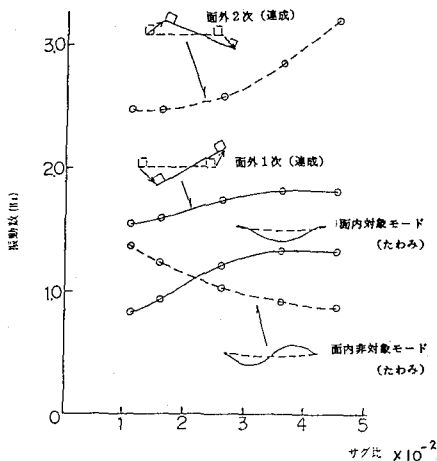


図-7 面内・面外の振動数とサグ比

表-2 吊床版橋の減衰実測値

(A) たわみ振動

次数	振動数 Hz	対数減衰率	モード形状
1	1.70	0.033	
2	1.95	0.031	

(B) ねじれ振動

1	3.50	0.022	
2	4.90	0.032	