

I-A 213 中央開口部を有する超長大橋箱桁断面のフラッター特性

～追い越し車線部のグレーチング化によって中央開口部を設ける方法～

石川島播磨重工業 正会員 徳重 雅史 本州四国連絡橋公団 正会員 北川 信
本州四国連絡橋公団 正会員 鳥海 隆一 石川島播磨重工業 正会員 樋上 秀一
石川島播磨重工業 正会員 松田 一俊

1. まえがき

超長大橋開発における耐風設計の最重要課題は、フラッター耐風安定性を確保することである。この対策として、ねじれ剛性を高めるような構造特性を改善する方法や桁の空力特性を改善する方法が提案されている。ここでは、桁の空力特性の改善を目的として、箱桁中央の追い越し車線部にグレーチングを配置して開口部を設けた断面¹⁾を対象に、フラッター解析を行い、中央開口部の有無がフラッター特性に及ぼす影響について検討した。

2. 検討条件

解析の対象は、1箱桁（桁高4m）²⁾の中央径間2500m級吊橋である。桁断面図を図-1に示す。断面Bは、中央の追い越し車線部にグレーチングを配置して開口部としたものである。構造諸元は、断面A、Bの空力特性の違いを比較するため、開口部のない諸元に統一した（表-1）。

3. 空気力係数の比較

三分力係数および非定常空気力係数をそれぞれ図-2、図-3に示す。

三分力係数を比較すると、正迎角よりも負迎角において断面A、Bの違いが顕著に現れる。また、迎角0度におけるモーメント係数は、断面Aが負の値であるのに対し、断面Bは正の値である。すなわち、風速50m/sにおける中央径間中央の桁ねじれ変形は、断面Aが-0.8度、断面Bは+1.2度となり、両者は異なる静的変形特性を有する。

非定常空気力係数については、断面Aの方が平板空気力に近い値を示す。断面Bの係数は、断面Aに比べ絶対値で小さい値となる。つまり、開口部の設置によって、非定常空気力は小さくなる。

4. フラッター特性の比較

図-4に迎角0度、±3度の二次元フラッターの実験結果と解析結果を示す。迎角0度、±3度とも断面Bの方が20m/s程度フラッター風速が高く、中央開口部の設置がフラッターに対して有効であることがわかる。また、実験値と解析値は良い対応関係にあり、計測非定常空気力は妥当であると思われる。

図-5に静的変形を考慮した気流傾斜角0°の三次元フラッター解析結果を示す。なお、図中のプロットの値は、ねじれ対称1次分岐である。三次元フラッター解析では、中央開口部の設置により約30m/sのフラッター風速の向上が認められる。特徴的なのは、断面Aが、鉛直曲げ対称1次とねじれ対称1次が卓越したフラッター振動モード形を示すのに対し、断面Bは、鉛直曲げ対称2次および3次も混在した多自由度フラッター特性を有していることである。

5. まとめ

- (1) 中央径間2500m級吊橋の桁の空力特性改善策として、1箱桁（桁高4m）の中央の追い越し車線部にグレーチングを配置して開口部を設けた断面を提案し、フラッター特性について検討した。
- (2) 箱桁に中央開口部を設置することが、フラッターに対して有効であることを確認した。三次元フラッター解析の結果、1箱桁（桁高4m）に桁幅の25%程度の開口部を設置することによって、約30m/sのフラッター風速の向上が認められた。

参考文献

- 1) 佐藤、鳥海、関谷、渡辺：超長大橋の耐風安定性確保に関する基礎的検討、第13回風工学シンポジウム、1994.11
- 2) 大谷、北川、金崎、勝地：長大吊橋のフラッター限界風速に対するクロスハングの改善効果に関する検討、土木学会第50回年次学術講演会、1995.9

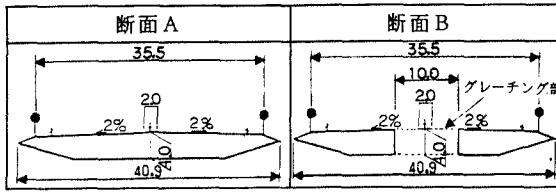


図-1 桁断面図

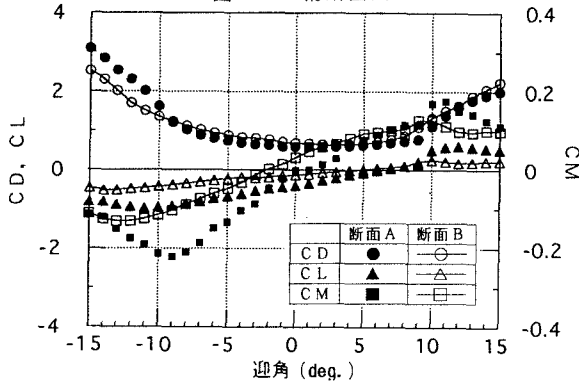


図-2 三分力係数比較図

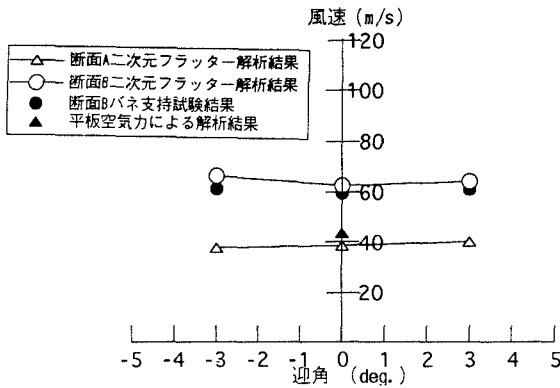


図-4 二次元フラッター解析結果

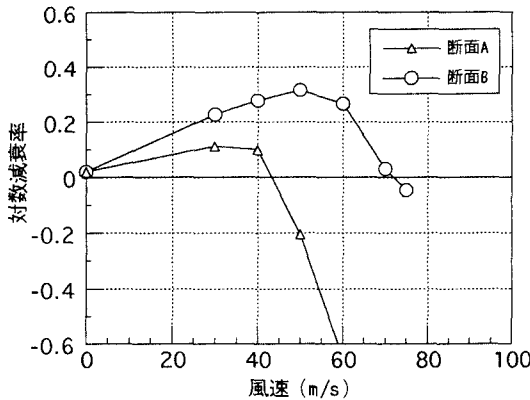


図-5 三次元フラッター解析結果
（気流傾斜角 0°）

表-1 構造諸元

スパン割	ケーブル (m)	1250+2500+1250
	桁 (m)	1226+2480+1226
	sag比	1/10
断面性能	断面積 (m ²)	0.871
	ねじれ定数 (m ⁴)	9.7
	鉛直断面2次モーメント (m ⁴)	3.837
	水平断面2次モーメント (m ⁴)	146.4
重量	ケーブル重 (t/m/Br.)	15.32
	桁 (tf/m)	23.09
	計	38.41
	桁極慣性モーメント (tf・m ² /m)	2711.5
無風時	鉛直対称1次	0.0548
固有振動数	ねじれ対称1次	0.1264
	振動数比	2.31

△ 断面A 迎角 0° L:リフト
○ 断面B 迎角 0° M:モーメント
— 平板空気力 η:鉛直たわみ振動
θ:ねじれ振動

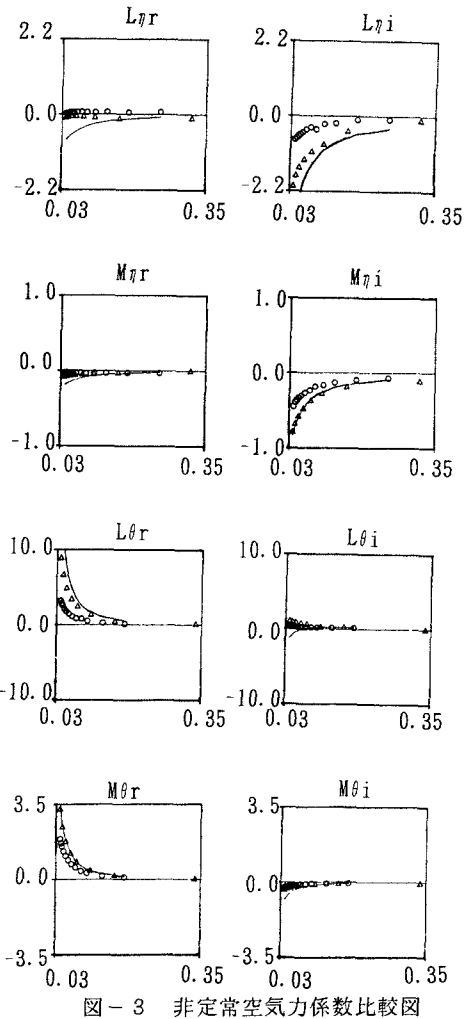


図-3 非定常空気力係数比較図