

下津井瀬戸大橋の耐風安定性に関する一考察

本州四国連絡高速道路（株）正会員 ○楠原 栄樹

本州四国連絡高速道路（株）山根 彰

本州四国連絡高速道路（株）正会員 花井 拓

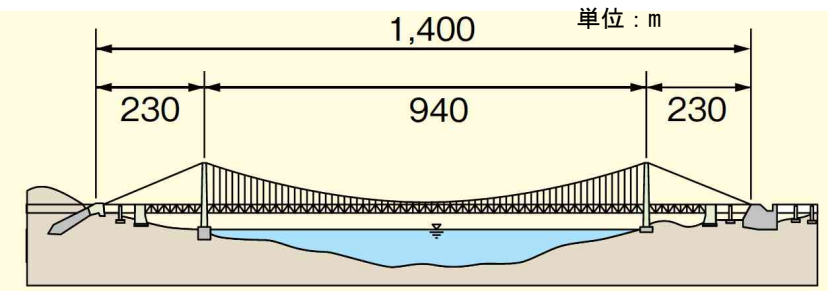
本州四国連絡高速道路（株）正会員 町田 陽

1. はじめに

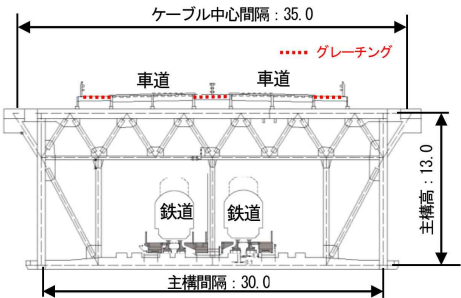
本州と四国を結ぶ瀬戸大橋の吊橋では、耐風安定性を高めるために上路床組の一部にオープングレーチングを採用しているが、供用から約 30 年が経過し塗替塗装等の維持管理作業のために一時的なグレーチングの閉塞が発生することや道路面からの落下物による第三者被害防止の観点からグレーチングの部分的な閉塞が想定された。そのため下津井瀬戸大橋を対象に三次元フラッター解析を行ってグレーチングの閉塞が耐風安定性へ及ぼす影響について検討した。

2. 下津井瀬戸大橋

下津井瀬戸大橋（図－１）は、中央支間長 940m の張出径間付単径間補剛トラス吊橋である。補剛トラスは上路を車道、下路を鉄道が通る二層構造の道路鉄道併用橋となっており、道路床版の中央分離帯部分及び路肩部分はオープングレーチングとなっている（図－２）。



図－１ 下津井瀬戸大橋

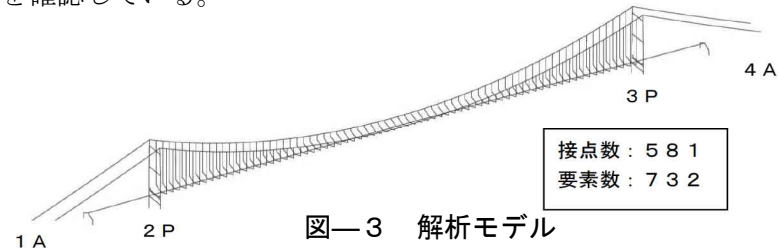


図－２ 補剛桁断面

下津井瀬戸大橋のフラッター照査風速は 73m/s で、建設時には二次元剛体模型を使用した風洞試験により耐風安定性の照査が行われた。この照査は二次元で行われており、三次元性を考慮することで主塔付近のオープングレーチングを閉塞しても吊橋全体としては耐風安定性を満足することが推測された。

3. 三次元フラッター解析

解析には、本四高速が保有する三次元フラッター解析プログラムを用いた。この解析プログラムは、明石海峡大橋などで行われた全橋模型試験に対応したフラッター解析を行って精度良く試験結果が再現できることを確認している。



図－３ 解析モデル

表－1 固有値（センターｽﾃｲ有ﾘ）単位:Hz

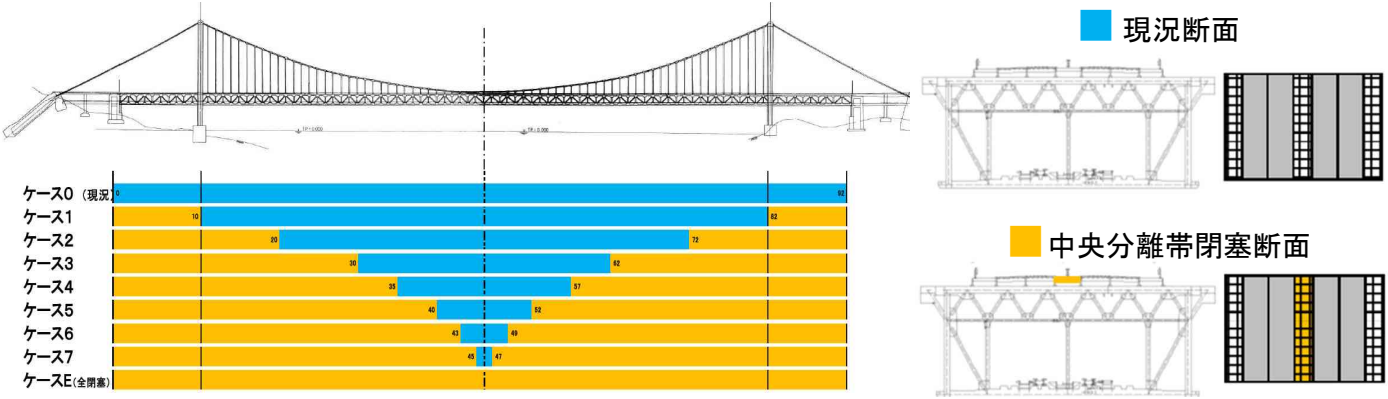
		本解析モデル a	建設時 解析モデル b	比率 a / b
水平	対 称	0. 1 0 6	0. 1 0 7	0. 9 9 1
	逆対称	0. 2 5 9	0. 2 5 7	1. 0 0 8
鉛直	対 称	0. 2 0 2	0. 2 0 2	1. 0 0 0
	逆対称	0. 1 5 9	0. 1 6 0	0. 9 9 4
振れ	対 称	0. 3 7 5	0. 3 7 4	1. 0 0 3
	逆対称	0. 5 3 5	0. 5 2 1	1. 0 2 7

キーワード 吊橋，フラッター解析，オープングレーチング

連絡先 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本州四国連絡高速道路（株）TEL078-291-1000（代）

解析モデルは、全ハンガー格点を再現した全橋骨組みモデル（図－３）とし、固有値解析（表－１）を行ってモデルの妥当性を確認した。フラッター解析で使用する三分力及び非定常空気力は、横浜国立大学の風洞で縮尺 1/80 の模型を用いて得られた値（実橋での東風方向）を使用した。

解析ケースは側径間側から中央径間中央方向に中央分離帯部分のグレーチングを順次閉塞した 9 ケースについて、迎角 $+3^{\circ}$, $\pm 0^{\circ}$, -3° で解析を行った（図－４）。フラッター解析で考慮したモード次数は 40 次である。



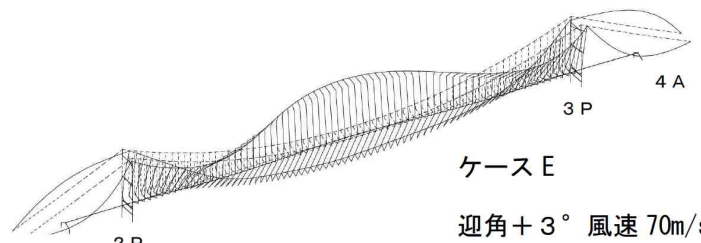
図－４ 解析 ケース

4. 解析結果

フラッター解析の結果は、表－２となった。
現況であるケース 0 では、迎角 $+3^{\circ}$ で発現風速の低下が見られるが、照査風速 (73m/s) は満足した。
全区間でグレーチングを閉塞したケース E では、ケース 0 と同様に迎角 $+3^{\circ}$ で発現風速が低下し、照査風速を下まわった。両ケースとも迎角 $+3^{\circ}$ の振動モードは、振れ対称 1 次（図－５）であった。

補剛桁両端部より、段階的にグレーチングを閉塞するケース 1 からケース 7 では、ケース 4 までのグレーチング閉塞であれば照査風速を満足することを確認した。

そしてケース 4 及びケース 0, E での風速と対数減衰率の関係は、図－６のとおりであり、いずれも徐々に減衰が小さくなるフラッター特性を示すことを確認した。

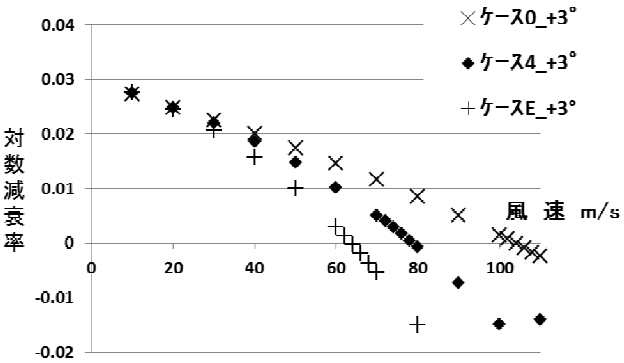


図－５ フラッター発生時の振動モード形状

表－２ フラッター解析結果 (単位 m/s)

解析モデル 迎 角	セータステイ無し					
	-3°		±0°		+3°	
	モード	発現風速	モード	発現風速	モード	発現風速
ケース0 (現況)	40	130 ↑	11	130 ↑	11	102
ケース1	40	130 ↑	11	130 ↑	11	102
ケース2	40	130 ↑	11	130 ↑	11	100
ケース3	40	130 ↑	23	130 ↑	11	86
ケース4	40	130 ↑	23	130 ↑	11	78
ケース5	40	130 ↑	11	128	11	70
ケース6	40	130 ↑	11	96	11	66
ケース7	40	130 ↑	11	92	11	64
ケースE (全閉塞)	40	130 ↑	11	92	11	62

↑ はその風速以上であることを示す



図－６ 風速と対数減衰率の関係

5. まとめ

三次元フラッター解析を行った結果、下津井瀬戸大橋では約 75% のオープングレーチングを閉塞したケース 4 でも耐風安定性を満足することがわかった。

今後は同じ桁断面である北備讃瀬戸大橋のフラッター解析を行うとともに路肩部オープングレーチングの閉塞についても検討を行う予定である。