

I-560

スリット付き箱桁を有する超長大吊橋の耐風性

土木研究所 正員 鳥海隆一

土木研究所 正員 佐藤弘史

大林組 正員 渡辺正剛

1. はじめに

現在、日本各地に海峡横断プロジェクト構想があり、その中に世界最長の吊橋として建設中の明石海峡大橋を越える超長大吊橋の建設が含まれる可能性がある。このような超長大吊橋においては耐風安定性の確保が重要な課題となる。明石海峡大橋に使われた技術の延長だけでは合理的な設計が困難との見解もあり、より耐風性の優れた桁形状を求めてスリット付き箱桁の風洞実験を実施した。本報告は、その概要を紹介するものである。

2. 想定吊橋

超長大橋として中央径間3,000m級の吊橋を想定し、パネ支持風洞実験を実施した。想定した吊橋は、中央径間3,000mの超長大吊橋であり、既存の文献よりその重量、振動数等を表-1のように設定した。

3. 風洞模型

風洞模型は、想定吊橋の1/100の桁模型とした。その諸元を表-1に合わせて示すとともに、断面寸法を図-1に示す。模型A、模型Bともに、桁の一部分を脱着できるようにしており各所に風抜穴（桁の上下面に風が抜ける穴）を設けられる。

4. 風洞実験結果

風洞実験は、パネ支持実験とし気流は一様流とした。風洞実験ケース、実験結果を表-2に示す。

模型Aの結果を見ると、 $F_{\text{リリガ}}$ 有りでは、風抜穴なしの基本ケース（ケ-11）がフラッター限界風速39m/s、中央に風抜穴を明ける（ケ-15）と51m/sに上昇し、風抜穴の有効性が示された。それに対し、桁の脇に2ヶ所風抜穴を明ける（ケ-18）と25m/sまで下がる。中央と脇の両方に風抜穴を明ける（ケ-10）と19m/sと、最も低い値を示し、むやみに風抜穴を明ける事が無効なだけでなく、有害な事もある事が示されている。

表-1 想定吊橋・風洞模型諸元

	A		B	
	想定吊橋A	模型A	想定吊橋B	模型B
縮尺	—	1/100	—	1/100
重量	46tf/m	4,479kgf/㍉ ² /m (4.508)	46tf/m	4,511kgf/㍉ ² /m (4.508)
極慣性モーメント	1280tf・m・s ² /m	0.013kgf・m・s ² /㍉ ² /m (0.013)	1620tf・m・s ² /m	0.016kgf・m・s ² /㍉ ² /m (0.016)
振動数	たわみ	0.050	0.050	1.16 (1.16)
	ねじれ	0.105	0.105	2.49 (2.44)
構造減衰	たわみ	—	—	0.0066
	ねじれ	—	—	0.0067
桁幅	40m	40cm	45m	45cm
桁高	4m	4cm	3m	3cm
模型長	—	98cm	—	98cm

注) 模型の重量、極慣性モーメント、振動数について、()内：所要値、()外：実測値

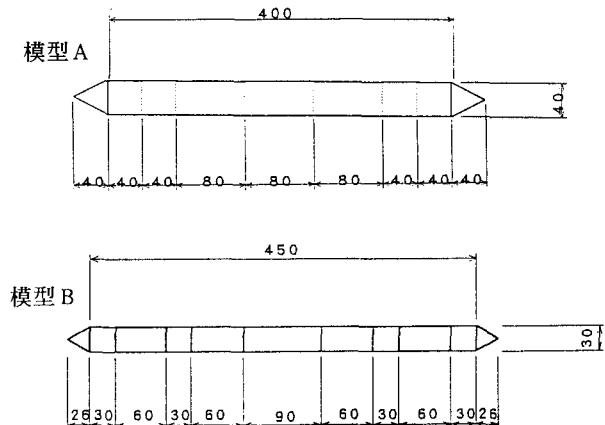


図-1 風洞模型

桁の上面には風抜穴を明けないケース（ケース2, 3, 4）では、37～38m/sのフラッター限界風速を示しており、基本ケースと大差ないことから、桁の底面の形を変える事はそれほど効果がなさそうである。効果の見られた中央の風抜穴に関しては、迎角を $\pm 3^\circ$ （ケース12, 13）としても、フラッター限界風速の変化は少ない。ただし、フェアリングのない桁形状の実験では、基本ケース（ケース14）が27m/sであるのに対し、中央の風抜穴のケース（ケース11）が18m/sと大きく低下しており、フェアリングとの相性に配慮の必要性を伺わせる。

模型Bの結果を見ると、基本ケース（ケース16）は、フラッター限界風速 40m/s。これに対し、桁中央に風抜穴を明けると55m/s（ケース18）、80m/s（ケース20）と、風抜穴を大きくするに伴い、フラッター限界風速が上昇している。また、桁の脇に風抜穴を設けたものは、模型Aの時と同様に有効とはならないが、模型Aの時のように大幅にフラッター限界風速を低くするような影響は見られていない。最もフラッター限界風速の大きいケース20と同程度の風抜穴を分散させて明けたケース24は70m/s弱の結果であり風抜穴は中央にまとめる方が有効となる。

5. おわりに

本研究においては、基本特性の調査を目的とするため高欄などの付いていない単純な箱桁模型を用いたため、現実的な適用を考えるためには更に綿密な実験を要する。また、超長大橋の設計・建設には桁形状の改善以外に、橋梁形式の改善の面からの耐風性向上を目指したアプローチも必要と考えられる。更に、解析的なアプローチも含め、今後とも調査を継続する予定である。

表-2 実験ケース・結果

ケース	模型	開口パターン	開口率	迎角	フラッター	フラッター-限界風速
1	A		0 %	0°	有	39 m/s
2	A		0 %	0°	有	38 m/s
3	A		0 %	0°	有	37 m/s
4	A		0 %	0°	有	37 m/s
5	A		20 %	0°	有	51 m/s
6	A		20 %	0°	有	37 m/s
7	A		20 %	0°	有	47 m/s
8	A		20 %	0°	有	25 m/s
9	A		20 %	0°	有	21 m/s
10	A		40 %	0°	有	19 m/s
11	A		20 %	0°	有	18 m/s
12	A		20 %	-3°	有	53 m/s
13	A		20 %	+3°	有	53 m/s
14	A		0 %	0°	無	27 m/s
15	A		20 %	0°	無	16 m/s
16	B		0 %	0°	有	40 m/s
17	B		13 %	0°	有	38 m/s
18	B		20 %	0°	有	55 m/s
19	B		33 %	0°	有	52 m/s
20	B		47 %	0°	有	80 m/s
21	B		26 %	0°	有	62 m/s
22	B		40 %	0°	有	57 m/s
23	B		13 %	0°	有	46 m/s
24	B		47 %	0°	有	64 m/s
25	B		73 %	0°	有	74 m/s
26	B		33 %	0°	有	68 m/s
27	B		40 %	0°	有	69 m/s

注：フラッター限界風速は実験換算値
セルベルグ式によるフラッター限界風速 = 4.3 m/s

参考文献：中村俊一ほか：剛性補剛桁を有する超長大吊橋の提案、橋梁と基礎、92-12、pp37～42、1992

川田忠樹：現代の吊橋、理工図書、pp233～237、1987

木村公男ほか：3000m吊橋のケーブルシステムについて、土木学会第47回年次学術講演会、pp1018～1019、1992

鈴木ほか：超長大吊橋の耐風安定化構造の検討、土木学会第48回年次学術講演会、pp838～839、1992