

橋梁縮尺模型を用いた風洞実験法に関する基礎的研究

徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦
徳島大学工学部 正 員 長尾 文明

徳島大学大学院 学生員 ○山本 裕一
松尾橋梁(株) 中村 正義

1. まえがき

橋梁の空力挙動や耐風性を検討する際、経済性、実験の容易さ、風洞装置の制約などのために、主に橋梁の縮尺部分模型を用いた風洞実験が行なわれる。しかし、縮尺模型を用いた実験方法において、桁下空間の減少に伴う空力干渉効果や、部分模型(2次元)と全橋模型(3次元)との振動モードの影響による応答の相違などの問題点が報告されている¹⁾。本研究は矩形断面に対するたわみ渦励振に着目し、縮尺模型を用いた風洞実験法に関して、タウトストリップ模型のギャップサイズの影響、斜風問題、桁下空間設定に伴う閉塞効果について検討したものである。

2. 風洞実験概要

風洞は徳島大学工学部の吸込み式エッフェル型風洞(0.95m×1.0m×2.0m)を使用し、図1に示した各断面形に対して動的振動実験を行なった。図2に示す様に、ギャップサイズは各ブロックをアルミニウム棒上をスライドさせて調節し、斜風(水平偏角)については、模型の水平面内での角度を風洞気流に対して変化させる方法を用いた。また、桁下空間の変化は、模型を支持装置ごと上下移動させる方法と地面盤を移動させる方法を採用した。

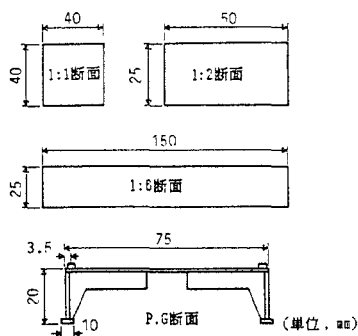


図1 模型横断面

3. 実験結果および考察

振動の応答量は、振幅の標準偏差(σ)を用いて表すものとする。図2に、ギャップサイズ(GAP) = 0の時の応答量で基準化した(σ/σ_0)と、GAPをブロック長(L)で無次元化したGAP/Lとの関係を示す。桁高比(B/D)の大きい1:6断面を除いた断面形では、GAP/Lの増加に従い応答量は一様に減少する傾向を示す。これはギャップの存在により、渦励振発生要因である断面前縁からの剥離流、つまり負圧が低減されるためである。従って、前縁剥離に強く支配される1:2, 1:1断面では、ギャップサイズの影響が大きく現れる。

図3に、水平偏角(β)に対する渦励振応答曲線の変化の一例を示す。 β の増加に従い渦励振の共振風速域が上昇している。これは β の増加により見かけ上の桁高比が増加するためと考えられる。また、図4は β に対する応答量(σ)を桁高(D)で無次元化表示したものである。図より渦励振応答は、 β の増加に伴い一旦減少するが、1:2断面では $\beta = 30 \sim 40^\circ$ にかけて増加が見られる。これは見かけ上の桁高比の増加により、断面前縁で剥離した流れに、模型の振動に伴い断面の後縁近傍で再付着が生じ、渦励振の発生形態が変化することが原因であると考えられる。しかし、傾斜円柱背後の軸方向流れに起因する円柱の空力不安定化が報告²⁾されており、今後更に詳しく調べる必要がある。

また、橋梁桁下空間の耐風性に及ぼす影響について、いくつか調査、検討が成されているが、地面盤の移動により桁下空間を設定する風洞実験において、その地面盤移動に伴う風洞断面の閉塞が問題となる。図5に1:1断面の閉塞率と渦励振応答値との関係を示す。閉塞率(ϕ)は、模型の桁高(D)と風洞有効高(H)の比(D/H)で定義する。渦励振応答のピーク値は、図中(a), (b)共に ϕ の増加に従って徐々に増加する傾向にある。つまり閉塞率が大きくなるに伴い、模型上下での流速の増加や断面の背面圧力の低下によって、断面前縁からの剥離流、ならびに断面背後での巻込み渦が強調される。従って、より剥離境界層内の圧力低下が促進され、励振力が増加すると考えられる。このことは静止模型の剥離境界層や背面圧力係数に及ぼす閉塞

効果についての調査報告³⁾からも推察できる。

4. あとがき

縮尺模型を用いた風洞実験法に関して、ギャップサイズ、斜風、閉塞の効果について考察した結果、これらの要因は、どれも著しい影響を及ぼすものではないと判断できる。しかし、橋梁の長大化、多用化に伴い、より厳密な検討を行うためには、これらの要因を考慮する必要があり、今後、流れの可視化などの手法により更に検討を重ねる必要があると思われる。

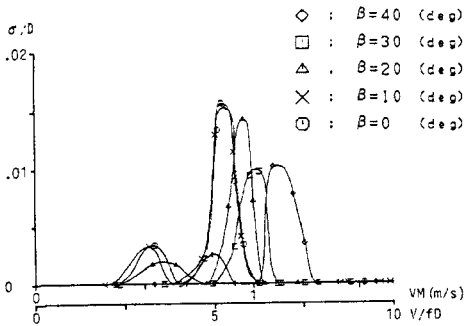


図3 水平偏角(β)に対する渦励振応答曲線の変化(1:6断面)

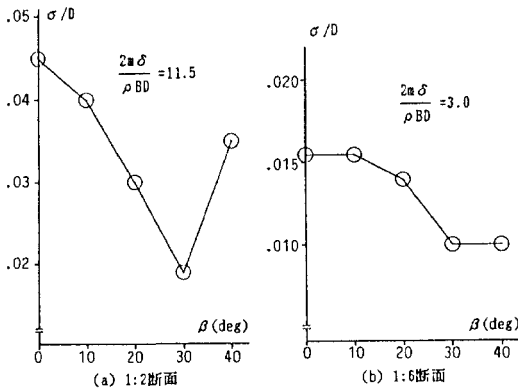


図4 水平偏角(β)に対する渦励振応答量の変化

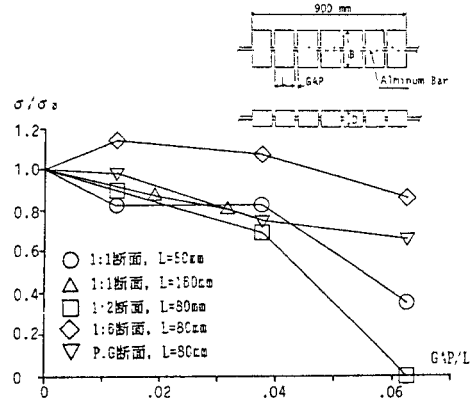


図2 GAP=0の場合に対する各ギャップサイズでの渦励振応答量の変化

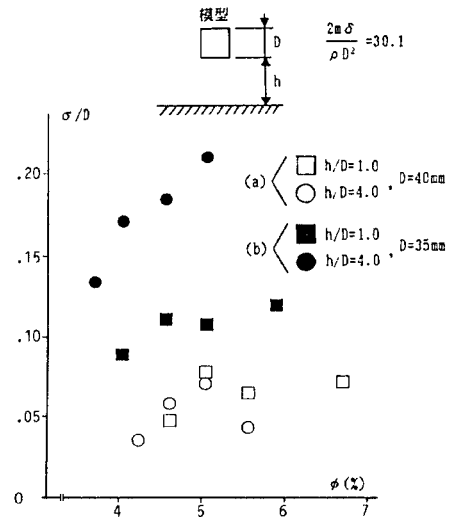


図5 閉塞率と渦励振応答量との関係(1:1断面)

<参考文献>

- 1) 宇都宮ら：渦励振に及ぼす橋梁桁下空間の影響，日本風工学会誌，第41号，1989，10。
- 2) 白石ら：傾斜円柱の空力特性およびRain Vibration発生機構，土木学会第44回年次学術講演会概要集，I-371，1989，10。
- 3) H.B.Awbi：Wind-Tunnel-Wall Constraint on Two-Dimensional Rectangular-Section Prisms，Journal of Industrial Aerodynamics，3(1978)。