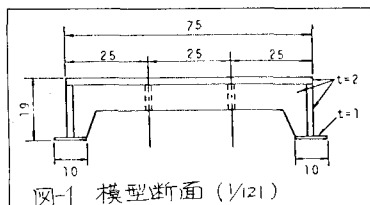


徳島大学 工学部 正 員 宇都宮英寿
徳島大学 大学院 学生員 島山 圭司

I. まえがき

Longs Creek 橋を対象として、同一スケールの2次元模型(2D)と、3次元模型(3D)を製作し、その応答を比較することは、筆者等によって既に報告されている⁽¹⁾⁽²⁾。ここでは、この同じ橋について文献(2)において報告されたデータを中心、更にいくつかの実験を追加して、2D及び3D模型の間の応答が、主として空力減衰の振幅依存性によって、必ずしも一意的な対応関係を示さないということを確認した。



II. 実験の概要

模型は図1に示すアラートガーダーであり、縮尺1/121、2Dの場合の模型長は30cmである。3Dは、所謂タウトストリップ模型であり、スパン長135cmで、12フロックに分割され、ピアノ線に固定している。(2Dも同様の支持方法がとられた。) 質量と減衰率を変えて、数種のスクルーン数に対する実験を行ったが、この場合、ワイヤ張力の調整により固有振動数はほぼ一定値(13.8~14.2Hz)を保つようにした。

流れの場合は、今回は一様流が中心であったが、一部、乱流場での実験を追加した。これらはすべて、一様な格子乱流を用いた。

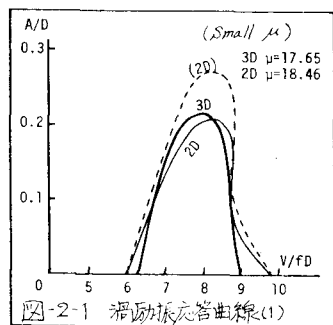


図-2-1 渦励振応答曲線(1)

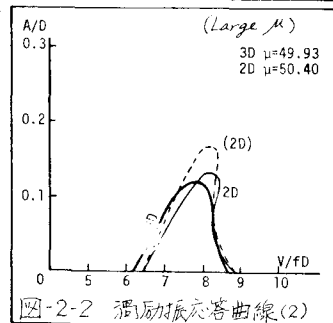


図-2-2 渦励振応答曲線(2)

III. V-A 曲線による渦励振応答の比較

図2は、スクルーン数 $\mu=18$ 、 $\mu=50$ の2つのケースについて、2Dと3Dの渦励振応答を比較したものである。図中の実線は、実験結果をそのままプロットしたものであり、両者は比較的良好に一致しているように見える。しかし、この実験では、2つの模型が全く同一に作られているために、たとえば、空気力の振幅依存性を無視して、慣性力と、外力とによる仕事の等価性のみを考慮すると、所謂刺激数と同等の考え方によって、応答量の修正が必要となる。これによって、2Dの応答を3Dと等価な系として評価するには、実験結果に4%を乗ぜねばならない。図中の破線は、このようにして修正された2D模型の応答である。両者と等価な系と見なして比較すると、本模型断面では2Dの応答が大きくなっており、しかも、 μ の値が大きい程、その差が大きくなる傾向が認められるが、その原因は、主に作用空力の非線形な振幅依存性にあると考えられる。

図3は、 $\mu=7.8$ の2D模型のV-A曲線の詳細である。最大振幅を生じる流速近傍で、不安定なリミットサイクルの存在することが認められている。このような場合には、3D模型に作用する空力は、スパン中央部では加振

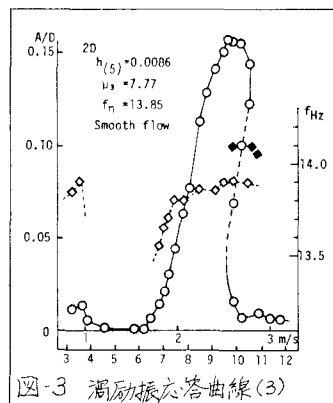


図-3 渦励振応答曲線(3)

力が、支点付近では制振力が作用するため、剛模型の場合の様な空気をとはならず、両者の応答の差が増すことになる。

図中 k は同時に、各振幅に対応する定常振動数が示されている。これらはFFT解析器によって求めたものである。円柱の渦励振に見られる非線形振動に固有な振動数変化⁽³⁾の様子と異なり、振幅の増加と共に振動数が徐々に増加し、同期領域内でも変化が続けて、最大振幅時に固有振動数に一致している。図中の $Re=10$ 付近で2種の振動数が示されているが、大きい方の値は、不安定なリミットサイクル以下の振動数であり、共振振動数から外れている。

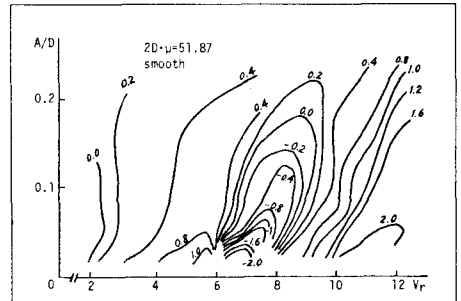


図-4 空力減衰曲線(一樣流)

IV. 空力係数曲線 (V - A - h , A - h 曲線)

図4は、既に報告した⁽²⁾自由振動法によって求められた2D模型の空力減衰曲線である。ここでは無同時減衰を消去しているため、その振幅依存性は、除去して考えることができる。図中の負減衰領域が右に倒れた曲線群で構成されており、本断面が、基本的に2Dと3Dの両方で応答に差を生じる可能性の高いものであることが判る。乱流中で、同様に V - A - h 曲線を求めると、負減衰領域は直立に近くなり、不安定リミットサイクルは消えて一樣流とは逆の振幅依存性を示すようになる。

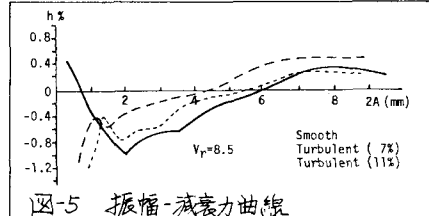


図-5 振幅-減衰力曲線

図5は、2D模型、 $\mu=50$ 、 $Re=8.5$ における A - h 曲線である。一樣流中では、倍振幅2mmを境にして、負減衰空力が振幅の減少と共に弱まっているのに対し、乱流中では単純に変化して、小振幅の場合ほど、大きな励振力を受けることを示している。 μ が大になれば、振幅の増加と共に励振力が急速に弱められていることも確認でき、これらが、2Dと3D間の応答の差異に寄与していることがわかる。

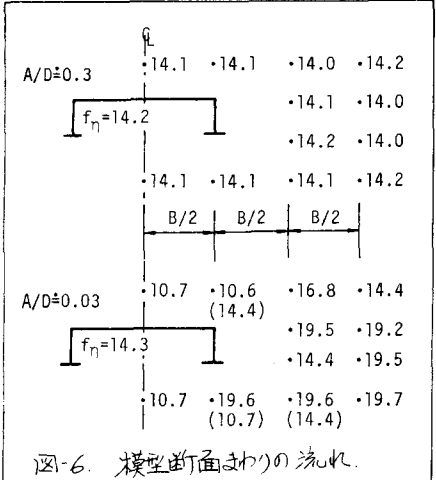


図-6 模型断面まわりの流れ

図6は、図3における $Re=10$ における模型周辺の流れの変動を調べたものであるが、実験条件が異なるために固有振動数は、わずかに大きい値となっている。図中の数字は、その位置における流速変動スペクトルのピーク振動数と記したものである。振幅 $A/D=0.3$ では、自励型の前縁分離型の振動であるのに対し、 $A/D=0.03$ の小振幅では、流れの場合はストローハル成分によって支配されているようである。

V. おおひ

2D模型と3D模型の応答の相違を、空力減衰の非線形な振幅依存性によって説明した。しかし、これは、断面に固有のものであり、他の断面形では、また違った対応があるようであり、これらについて、更に詳細な実験を追加して、総合的な関係を見出す必要がある。

(1) R.L. Wardlaw, et al.: J. Wind Eng. & Ind. Aero., Vol. 14, 1983, P.247
 (2) 寺部 喜, 田所: 第38回年講概要集, 第1部, 1983, P.607
 (3) 笠口, 他: 構造物の耐風設計に関する第1回シンポジウム, 論文集, 1970, P.153.