

箱形断面の空力不安定現象に関する風洞実験における2,3の考察

徳島大学 工学部 正 員 守都宮英彦

徳島大学 工学部 正 員 長尾 文明

徳島大学 大学院 学生員 〇 島山 圭司

I. まえがき

長大橋の耐風性の研究のための風洞実験において用いられる模型には、一般に経済的理由により、部分模型が用いられる。この場合の現象は二次元的であり、風の空間的変動性や振動モードの影響などの3次元現象を直接調べることはできず、実際の橋の応答を正確に知るには無理があると考えられる。この部分模型の有効性を検討するため、既に報告されているLongs Creek 橋についてのデータと、今回得られた角柱などのデータにより、部分模型(S模型)と全橋模型(F模型)の応答比較を行い、その対応関係を空力減衰の振幅依存性により、説明をしようとするものである。

II. 実験

F模型は図1に示すtaut-strip 模型であり、模型を数ブロックに分割し、風洞の測定部においてスパン方向に一定の張力をかけて張られたピアノ線に、適当な間隔をおいて配置したものである。S模型についても同様なピアノ線のスパン中央部に、模型を固定したものである。F・Sの両模型は同一に製作されており、ピアノ線の張力を調整することで、固有振動数をほぼ一致させている。用いた模型断面は、図2に示す縮尺1:121のLongs Creek 橋、桁高と巾量の比が1:2と1:4の角柱である。流れの場は、一様流と格子乱流を用いた。また空力係数を求めるために、自由振動法を用いた。

III. 結果と考察

図3・4は各断面の応答比較図である。ここでF模型とS模型の応答比較をするためには、F模型の3次元性とS模型の2次元性を考慮する必要がある。両模型の寸法は同じであるため、慣性力と外力仕事の等価性のみを考えると、S模型の応答を $\sqrt{2}$ 倍してF模型の応答と比べなければならない。以上のことを考慮して比較すると、1:2角柱ではF模型の応答がより大きくなっている。1:4角柱では、ほぼ同じである。一方Longs Creek 橋ではS模型の応答がより大きくなっている。また図5は各断面におけるS模型による渦励振域を対象とした詳しい応答図である。いずれの場合でも、程度は異なるが不安定なリミットサイクルが見られる。これは同一の風速においてでも、振幅の大小により励振力が作用したり、減衰力が作用したりすることを示している。前述した断面によるF・S模型の対応関係の違いは、この空力減衰の振幅依存性の特性の違いによるものであると考えられる。

図6は渦励振最大振幅の発現風速時の各振幅に対する空力減衰を示したものであり、図7~10は各断面のS模型の空力減衰曲線である。

Longs Creek 橋…渦励振最大振幅あたりの風速における曲線群は右へ傾いた

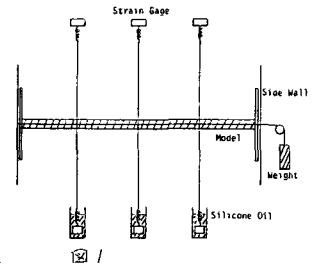


図1

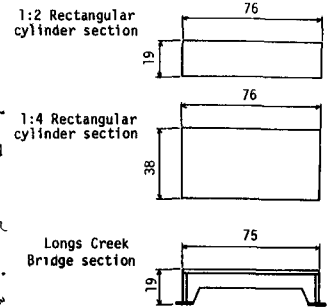


図2 模型断面

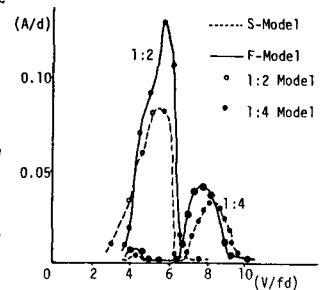


図3 角柱の渦励振応答曲線

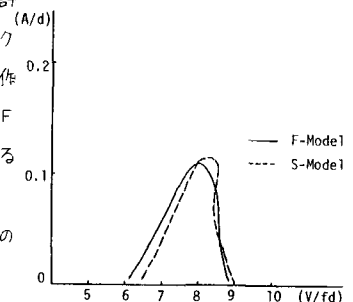


図4 Longs Creek 橋の渦励振応答曲線

ものとなっており、これはF模型においてはスパン中央付近で励振力、両端近くでは減衰力を受けることを示している。実際、最大振幅発生風速では図6に示すように、スパン中央付近では減衰は負であり、スパン1/4点付近から両端にかけては正になっていることがわかる。このためスパン中央部にあたるS模型は、励振力のみを受けることとなり、より大きな応答を示すことが考えられる。

角柱：この場合、最大振幅付近の風速における曲線群は Longs Creek 橋の場合と異なりほぼ直立し、1:2, 1:4の両角柱ともに、ほぼスパン全域で励振力を受けている。特に1:2角柱においては、直立した曲線群はより密であり、また図6を見るとスパン1/4点付近から両端にかけては、スパン中央部より、より大きな励振力が作用していることがわかる。このことは、F模型の応答がS模型の応答より大きくなる可能性のあることを示している。以上より角柱においては Longs Creek 橋のF・S模型の対応関係と異なることが十分に考えられる。

乱流中においては、各断面ともに応答は小さくなり、渦励振の同期域が狭くなる。また不安定なリミットサイクルは見られない。図10に示す Longs Creek 橋の空力減衰曲線は、右の傾きはなくなり、ほぼ直立で減衰力は全般に大きくなっている。これよりF・S模型の関係は、一様流の場合と異なることになる。

IV むすび

F模型とS模型の対応関係は、空気力の振幅依存性により、一様なものではなく、断面形によって異なることが示された。今後、他の断面形についても同様な検討を行い、詳しい対応関係を調べる必要がある。

参考文献

- (1) 宇都宮, 田所, 第38回年講概
要集, 第1部, 1983, P.607

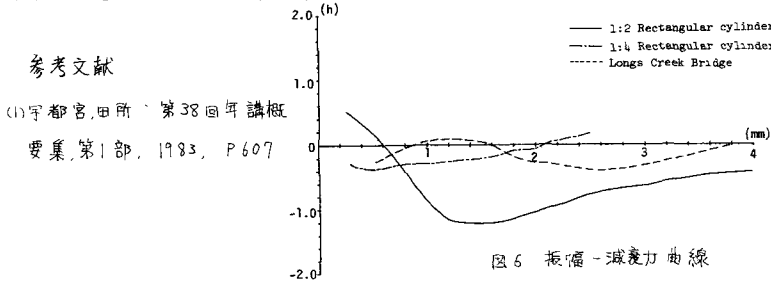


図6 振幅-減衰力曲線

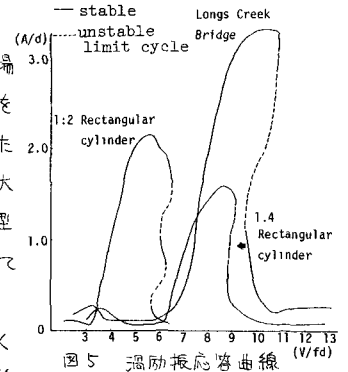


図5 渦励振応答曲線

