

縮尺の異なる箱桁断面の渦励振応答におけるレイノルズ数依存性の検討

横浜国立大学 学生員 ○福澤 樹 横浜国立大学 正会員 勝地 弘
 横浜国立大学 フェロー 山田 均 横浜国立大学 正会員 西尾 真由子
 国交省関東地方整備局 中川 大

1. はじめに

中央支間長 575m の斜張橋の橋桁 (図 1) を対象に実施した耐風性検討において、縮尺 1/70 部分模型風洞実験と同 1/150 全橋模型風洞実験の結果が整合しない事例があった¹⁾。具体的には、全橋模型実験では風速 8～10m/s において渦励振が発生したが、部分模型実験では渦励振の発生が確認されなかった。そこで原因究明のために、全橋模型の一部を切り出した部分模型実験によって検討を行い、レイノルズ数依存性の可能性を指摘した¹⁾。本研究では、既往の研究と同じ模型を用いて、ストローハル数の計測を行い、縮尺の違いによるレイノルズ数依存性について更に検討を行った。

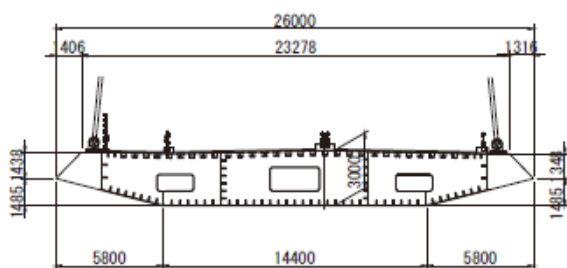


図 1 橋桁断面

2. 実験方法

本研究では、まず既往の研究で渦励振が発現した縮尺 1/150 部分模型を用いてバネ支持試験を行った (図 2)。実験条件を表 1 に示す。また、縮尺の違いによるレイノルズ数の影響を検討するため、1/150 部分模型実験において、バネ支持振動数を高くすることで高レイノルズ数にて実験を行い、レイノルズ数の影響についても調べた。さらに、縮尺 1/150 模型と既往の研究



図 2 1/150 部分模型バネ支持試験設置状況

でも用いた縮尺 1/70 模型の両方について、後流のストローハル数の解析を行い、バネ支持試験の結果との比較を行った。

表 1 バネ支持実験条件

	実橋	模型計測値
桁幅 B(m)	26.0	0.173
桁高 D(m)	3.0	0.0195
質量 m(kg/m)	25.2×10^3	(0.7764kg)
固有振動数	0.204	2.981 (5.048)
対数減衰率	—	0.0206

3. 実験結果

図 3 に示すように、1/150 模型のバネ支持試験を行った結果、振動数 2.98Hz の場合は $Re=800 \sim 1400$ の領域で渦励振が発現したが、振動数 5.05Hz の高レイノルズ数の場合は渦励振がほとんど発現しなかった。

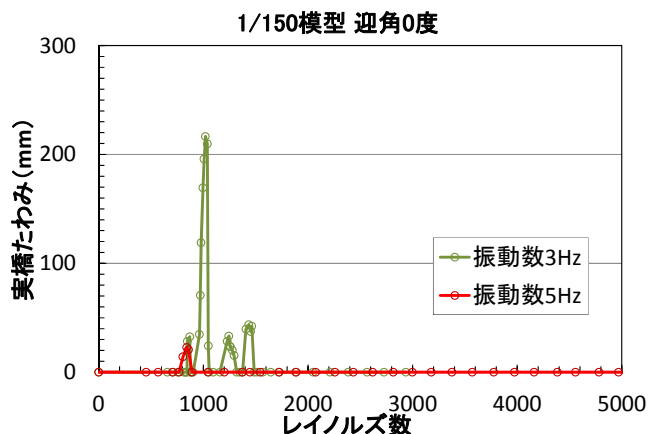


図 3 1/150 模型バネ支持試験結果

次に、1/150 模型、1/70 模型のそれぞれについて、後流の変動風速からストローハル数を解析した。図 4 は 1/150 模型の、図 5 は 1/70 模型のストローハル数の計測結果である。1/70 模型ではレイノルズ数（風洞風速）の違いによるストローハル数の大きな変化が見

キーワード： 箱桁，風洞実験，渦励振，ストローハル数，レイノルズ数

連絡先： 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 TEL 045-339-4243, FAX 045-348-4565

られなかったが、1/150 模型においては渦励振の発現域 ($Re=800\sim1400$) では 0.17 以上あるストローハル数が、渦励振が発現しない領域 ($Re>1400$) では、縮尺 1/70 と同程度の 0.15 前後に低下する傾向が見られた。また、 $Re=1500\sim2100$ の領域では渦放出の明確なピークが見当たらなかった。

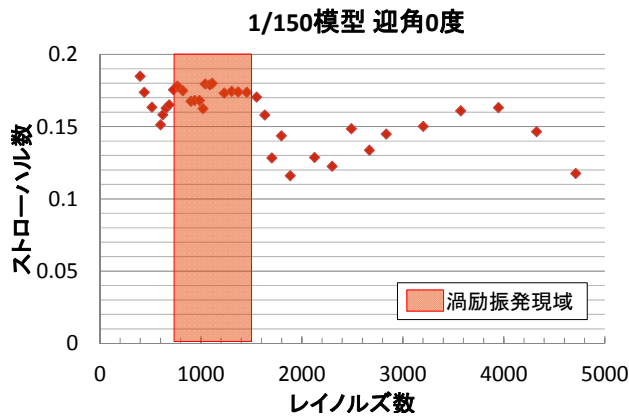


図 4 1/150 模型ストローハル数

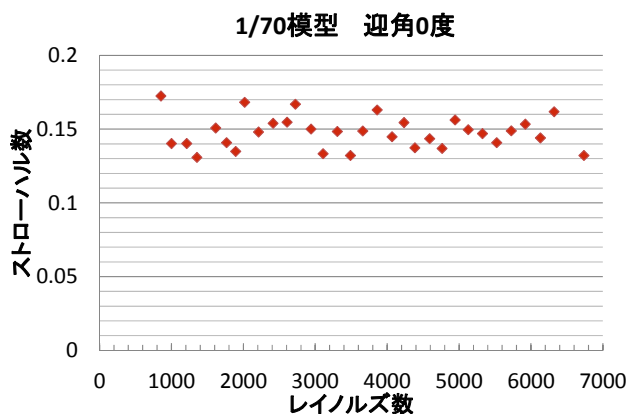


図 5 1/70 模型ストローハル数

また、図 6 は、振動数 3Hz のバネ支持試験における渦励振発現レイノルズ数領域を、高振動数模型のレイノルズ数領域に換算 ($5.05/2.98$) した場合を図示したものである。渦励振がほとんど発現しなかった振動数 5.05Hz の高振動数模型では、渦励振発現に相当するレイノルズ数領域のほとんどでストローハル数が 1/70 模型のそれか、より低いストローハル数を示している。このことから、縮尺 1/150 部分模型 (低振動数) で渦励振が発現したのは、小縮尺に起因した流れ状況の変化により、ストローハル数 (渦放出特性) も変化したためと考えられる。

さらに、図 7 は 1/150 模型の歩道の高欄を外した場合のストローハル数の計測結果である。 $Re=900\sim1100$ の領域で、ストローハル数がジャンプする現象が計測されたが、それ以外の領域では高欄がある場合や縮尺

1/70 と概ね一致する結果となっている。このことから、模型小縮尺と特に高欄の存在がストローハル数に大きく影響すると考えられる。

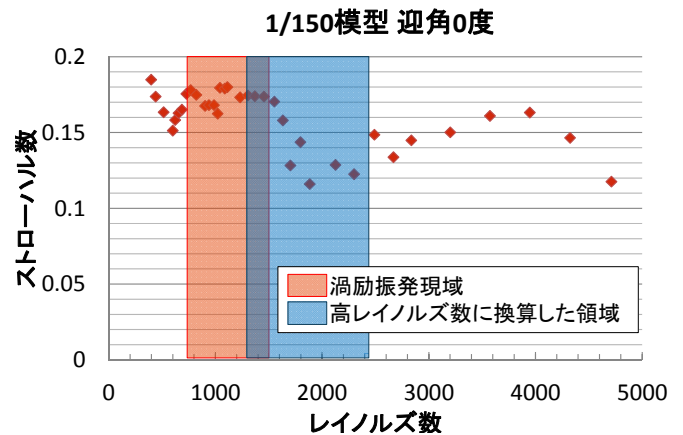


図 6 1/150 模型渦励振発現とストローハル数、レイノルズ数の関係



図 7 1/150 模型ストローハル数 (高欄なし)

4. 結論

桁断面の渦励振発現にはレイノルズ数によるストローハル数の変化が影響することがわかった。今回使用した箱桁断面では、レイノルズ数 1400 以下の領域でストローハル数が安定しなかったことから、低レイノルズ数の領域で振動応答試験を行う場合には注意が必要である。

参考文献

1) 高橋, 勝地, 山田, 西尾, 中川: 部分模型・全橋模型実験における渦励振特性の差違に関する検討, 第 68 回年次学術講演会講演概要集, I-494, 土木学会, pp. 987-988, 2013. 9.