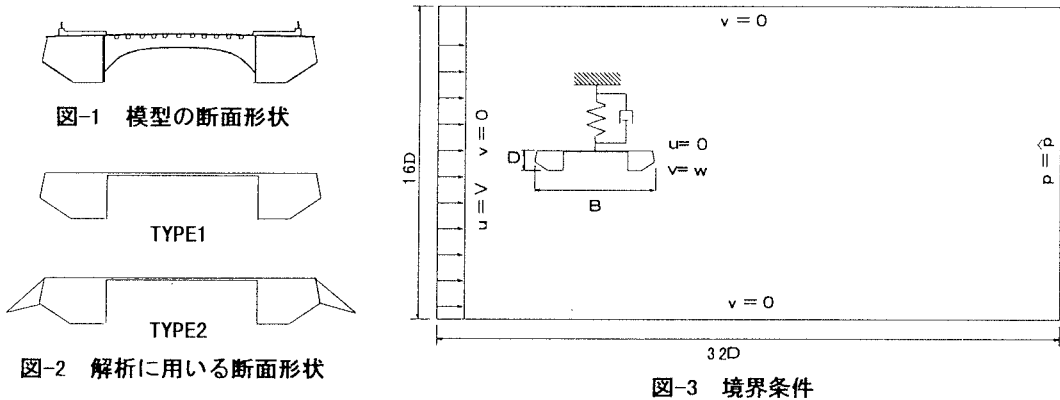


立命館大学大学院 学生員 ○小田宏一  
立命館大学理工学部 正会員 小林紘士

**1. まえがき** 風工学の問題を数値流体解析により検討する試みが積極的に実施されている。そこで、橋梁断面まわりについて ALE 有限要素法による流れの解析を行い、空力応答特性を調べた。さらに、橋梁断面にフェアリングを付加した状態についても同様の解析を行い、フェアリングの有無による空力応答特性の比較、検討を試みたので、これら結果を報告する。

**2. 解析モデル及び手法** 対象とする橋梁の断面形状は、解析結果の妥当性を検討するため、過去に立命館大学で風洞実験を行った模型の形状 (図-1) を用いることにした。なお、高欄などの付加物は考慮せず、図-2 に示した2種類の断面形状について解析を行った。橋の全幅を  $B$ 、桁高  $D$  とすれば、TYPE1 で  $B/D=5.95$  である。流れの基礎方程式は Navier-Stokes 方程式と連続の式であり、離散化には有限要素法を用いる。境界条件を図-3 に示す。図-4 に示すようなメッシュを用い、ALE 法によりメッシュの変形を行う。表-1 は各タイプの節点数、要素数である。橋梁の変位は、流れの基礎方程式を解いて求められた流体力を橋梁の運動方程式に代入して算出している。なお、橋梁は剛体と仮定し、バネとダッシュポットにより支持されており、流れと直角方向にのみ自由に動くことができるものとする。時間積分には、流体に3段階 Taylor-Galerkin 法、橋梁に線形加速度法を用いた。解析に用いた無次元パラメータを表-2 に示す。風洞実験のレイノルズ数は  $Re=2.15 \times 10^4$  であるが、解析では  $Re=1000$  とした。

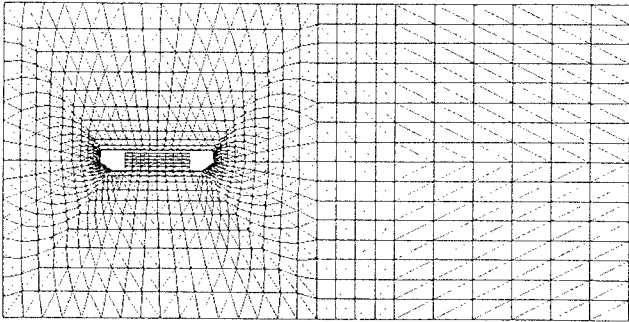


|       | 節点数 | 要素数  |
|-------|-----|------|
| TYPE1 | 983 | 1808 |
| TYPE2 | 860 | 1576 |

表-1 節点数、要素数

|               |          |
|---------------|----------|
| スクルートン数 $Sc$  | 31.8     |
| 無次元風速 $Vr$    | 5.0~20.0 |
| レイノルズ数 $Re$   | 1000     |
| 無次元時間刻み幅 $DT$ | 0.01     |

表-2 無次元パラメータ



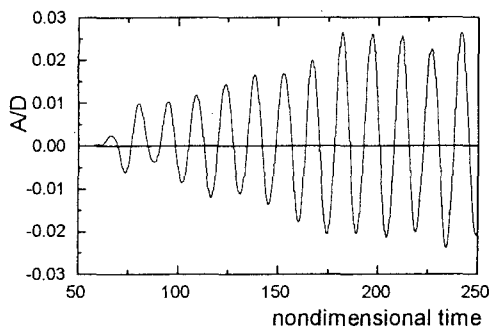
**3. 解析結果** まず、橋梁が静止した状態での解析により、ストローハル数を算出した。その結果  $St=0.10\sim0.12$  となった。実験でストローハル数は求めているが、この種の断面でよく見られる値となっている。

動的状态については、無次元風速を変化させて解析した。無次元風速の変化は、流入流速は一定で桁の固有振動数を変化させている。応答の例として、振幅が最大となる無次元風速の応答波形を図-5に示す。図-6は各無次元風速における応答振幅の r.m.s 値をプロットしたものである。共振域とみられる無次元風速  $V_r=10.5$  (TYPE1)、 $V_r=8.5$  (TYPE2) で振幅の r.m.s 値がピークを示している。風洞実験結果を図-7に示す。フェアリングのない状態では  $V_r=10.0$  付近で渦励振が発生が見られるが、フェアリングを付けることで応答はほとんど見られない。解析結果と風洞実験結果を比較すると、TYPE1 では  $V_r=10.5$  付近で渦励振が発生しており、風洞実験結果と傾向が一致する。フェアリングを付けた TYPE2 では、風洞実験のようなフェアリングの効果は見られなかった。この原因は、レイノルズ数の影響、計算機容量の問題から比較的粗いメッシュを用いており、高欄、地覆等を考慮していないことが考えられる。また、数値解析の振幅は、風洞実験の振幅に比べて非常に小さい値となった。この点について再検討が必要である。

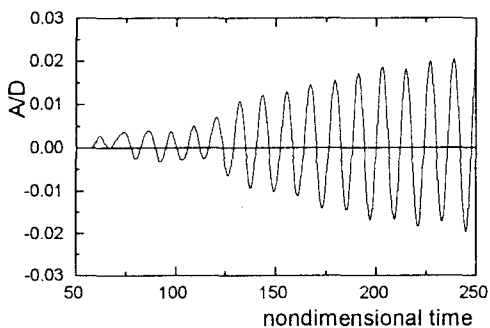
**4. 結論** ALE 有限要素解析により、橋梁断面の渦励振が発生が定性的に調べられた。しかし、フェアリングの効果については、風洞実験のような効果は見られず、振幅も風洞実験と比べ非常に小さな値になった。今後、解析手法の検討を行うと共に、高レイノルズ数での解析、メッシュの改善、高欄など付加物の考慮した解析を行う必要がある。

**参考文献** 1)平野、丸岡、井上：箱桁橋の耐風安定性検討への数値流体解析の適用 第13回風工学シンポジウム(1994) 2)小林：保田大橋耐風性報告書(1996)

**謝辞** 本研究遂行にあたり、御協力頂いた立命館大学 学生 坪井勝保君に改めて感謝の意を表す。



(a)  $V_r=10.5$  (TYPE1 で最大振幅となる無次元風速)



(b)  $V_r=8.5$  (TYPE2 で最大振幅となる無次元風速)

図-5 変位の時刻歴

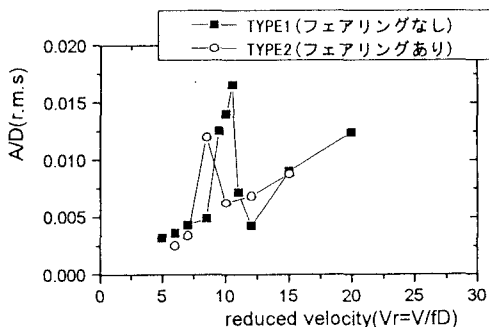


図-6 応答特性図 (解析結果  $Re=1000$ )

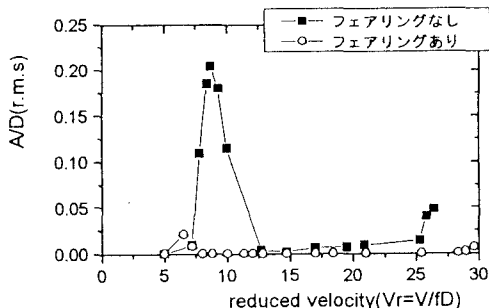


図-7 応答特性図  
(実験結果  $V_r=10.0$  のとき  $Re=21500$ )