

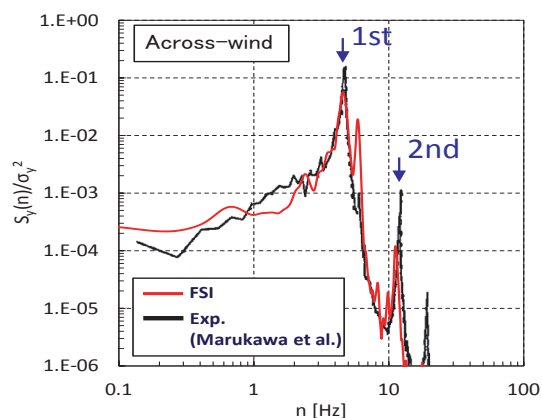
多質点構造モデルを用いた流体-構造連成解析システム

Fluid-Structure Interaction Analysis System Using Multi-Degree-of-Freedom Structure Model

挾間 貴雅 坂 敏秀 伊藤 嘉晃 近藤 宏二 山本 学 田村 哲郎¹⁾ 横川 三津夫²⁾

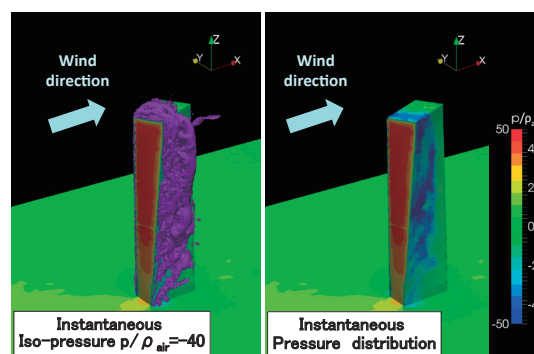
Takamasa Hasama, Toshihide Saka, Yoshiaki Itoh, Koji Kondo, Manabu Yamamoto, Tetsuro Tamura¹⁾ and Mitsuo Yokokawa²⁾

通常の風洞実験では難しい建物の高次振動モードおよびねじれ振動モードの評価を目的に、多質点FSI解析コードを開発し、既往の多質点構造空力弾性模型による風洞実験との比較を行った。その結果、建物モデルの応答スペクトルについて、風洞実験とFSI解析はほぼ一致する結果となった。1次振動モードに関して、発生周期およびピーク値は風洞実験と一致しており、2次振動モードも、実験条件を再現できていないねじれ方向を除き、良好な対応結果となった。建物モデル頂部変位の振幅に関しては、風方向および風直交方向は風洞実験とほぼ同じ結果になり、ねじれ方向には過大評価する傾向にあるものの、風洞実験においてスペクトルモーダル解析から大きく乖離する風速域にて実験と同様に発散振動を示す結果となった。これらの結果により、多質点構造モデルを用いたFSI解析による空力不安定振動判定の可能性を示した。



$U_{in}/f_x\sqrt{BD}=5.6$ の頂部質点位置応答パワースペクトル密度
Response Power Spectral Density at Top Mass Node
in $U_{in}/f_x\sqrt{BD}=5.6$

$U_{in}/f_x\sqrt{BD}=5.6$ における模型頂部の質点位置について、風直交方向の応答パワースペクトル密度分布を示す。風洞実験とFSIとは概ね対応する結果となり、特にピーク周波数およびピークレベルは良く一致し、また、2次の振動モードも再現している。



発散振動時の建物モデル変形時の様子

Transformation of Building Model in Divergence Vibration

$U_{in}/f_x\sqrt{BD}=7.2$ における建物モデルの変形時の様子を示す。左図に $p/\rho=-40$ の瞬時圧力等値面の様子を、右図に瞬時の表面圧力分布を示している。ねじれ方向に顕著な変形が生じており、その際、負圧域を伴う渦がねじれに応じて側面の広範囲に生じていることが確認できる。

In order to evaluate the high-order oscillation mode and the torsional oscillation mode of buildings on which it is difficult to perform normal wind tunnel experiments, the authors have developed an FSI analysis code combined with a multi-degree-of-freedom model and LES and have compared the FSI analysis results and those of wind tunnel tests conducted in a previous study using a building model with a multi-degree-of-freedom structure. The comparison showed that concerning the response spectrum of the building model the FSI analysis results corresponded well with those of the wind tunnel tests. As for the frequency distribution and the peak value of the first oscillation mode, the FSI analysis results corresponded closely with those of the wind tunnel tests, while for the second oscillation mode, the FSI analysis showed good correspondence with the wind tunnel results except for in the torsional direction, where different calculation parameters were used. As for the amplitude of the top displacement of the building, the results for both along-wind and across-wind directions showed good correspondence. However, for the torsional direction, the FSI results showed an overestimation, although the FSI results showed the same tendency of divergent vibration as in the wind tunnel experiments in the wind velocity range where there was a large discrepancy between the experiment and the spectrum modal analysis. These results show that it is possible to determine unstable aerodynamic vibration using FSI analysis combined with a multi-degree-of-freedom structure model.

1) 東京工業大学 Tokyo Institute of Technology

2) 神戸大学 Kobe University