カセグレン光学系を用いたスーパーロングレンジPIV

Super-Long Range PIV with Cassegrain Telescope

○正 手塚 英昭 (東京電力)

正 森 治嗣 (東京電力)

正 菱田 公一 (慶應大)

正 前田 昌信 (慶應大)

Hideaki Tezuka, Tokyo Electric Power Company, 41 Egasaki-cho, Tsurumi-ku, Yokohama

Michitsugu Mori, Tokyo Electric Power Company

Koichi Hishida, Keio University

Masanobu Maeda, Keio University

Key Words: PIV, Cassegrain Telescope, Super-Long Range PIV, Flow Induced Vibration

1. 緒言

著者らは、従来のPIV技術を拡張し、従来の撮像用レンズの代わりに長焦点の光学系を利用することにより、電力設備である送電線鉄塔や、発電プラントのボイラー排気筒吐出口のような容易にアクセスが不可能な場所の速度場を遠距離から計測可能なPIVシステムの開発を行った⁽¹⁾。これは、これまで計測が困難であった従来近接することが難しい場所の速度場の測定を、測定対象に近づくことなく遠距離から行うことができるものである。例えば、高所の排気筒吐出口のような自由噴流の流速・流量や、送電線鉄塔、風力発電、火山の噴火等の自然災害への応用の可能性もあり、設備の保守設計、環境への配慮等に対して有用である。また、PIV手法を用いることで、広く研究されている高精度手法や高速カメラ・レーザー光源等多数製品化されている高機能なPIV関連機器を、多種多様である電力設備の測定箇所に合わせて利用することが可能である。今回、本システムを応用し、電力設備に関連の深い流体関連振動による構造物の振動計測を行った。PIV手法を用いることにより、変位量だけでなく、撮像された画像の任意の領域の速度/加速度の情報を得ることができる。内部流れによる流体励起振動の一例として計測システムと計測対象までの距離が離れた場所(15m)の配管の振動、外部流れによる流体励起振動の一例として遠距離(240m)に設置された送電線鉄塔及び送電線の振動について計測を試みた。

2. システム

図1に、Super-Long Range PIVシステムの概念図を示す。測定対象から10m以上離れた場所からのPIV計測を行うことが可能である。照明としては、ハロゲンライト光源及び自然光(Daylight)による連続光を用いた。本システム(図1)で用いる長焦点光学系は、ORJON社製マクストフカセグレン(Makstov-Cassegrain) テレスコープ OMC-140(D=140mm, f=2000mm, 中央遮蔽率33%)を使用した。カメラとしては、C-MOSセンサーカメラのBasler社製A602fを使用した。1pixelの大きさは、 $9.9\mu\text{m}$ であり、100fpsの撮影を行うことが可能である。カメラから得られる画像信号はコンピュータに装着されたIEEE-1394ボードを通じてデジタルデータのまま転送され、データは一度コンピュータのメモリに蓄積された後、ハードディスクに保存される。

3. 計測試験

配管の流体励起振動(内部流れ)について、振動周期の測定を行った。トレーサの代わりとして、紙に印刷したVSJ-PIV標準画像⁽²⁾を配管表面に貼付し、15m離れたところから測定を行った(図2)。1/100s毎に1027時刻分の画像を撮影し、1026個の速度ベクトルを得た。この速度ベクトルから、2次精度の中心差分により1024個の加速度ベクトルを算出し、FFTを用いてパワースペクトルを得た(図3)。結果、固

有周期は0.039sであり、固有振動数は25.7Hzであった。又、同様のシステムを用いて送電線鉄塔及び送電線の流体励起振動計測(外部流れ)を行った(図4)。固有振動数はそれぞれ、8.9Hz、0.48Hzであった。

Fig.1 Super-Long Range PIV System

Fig.2 VSJ-PIV standard image on surface of pipe (15m far from system)

Fig.3 Power spectrum (Pipe)

Fig.4 Transmission towers

引用文献

- (1)H.Tezuka, M.Mori et al, 12th LDA(2004)
- (2)K.Okamoto et al, Meas. Sci. Technol.,11,685-691,(2000)
- (3)日本建築学会、建築構造物の振動実験、丸善 pp.291