

## 付録2 一様流速と張力を固定する場合

ここでは一様流速と張力を一定に保った時、つまり換算流速 $U_r$ を一定に保った場合の結果を記す。

### 2.1 $D=19[\text{mm}], U=16[\text{m/s}], T=2.5[\text{kgf}]$ の時

ここでは  $D=19[\text{mm}]$  のテフロンパイプに対し、 $U=16[\text{m/s}], T=2.5[\text{kgf}]$  に固定し回転速度を変化させていく。この時、 $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_N=1.6[\text{Hz}]$   $U_r = 5.3$  で一定となる。この下で回転速度比  $a=0\sim 240[\text{rpm}]$  まで  $30[\text{rpm}]$  刻みで上昇させていく。この時  $f_r = 0\sim 4$  まで変化する。この時の結果を以下に示す。

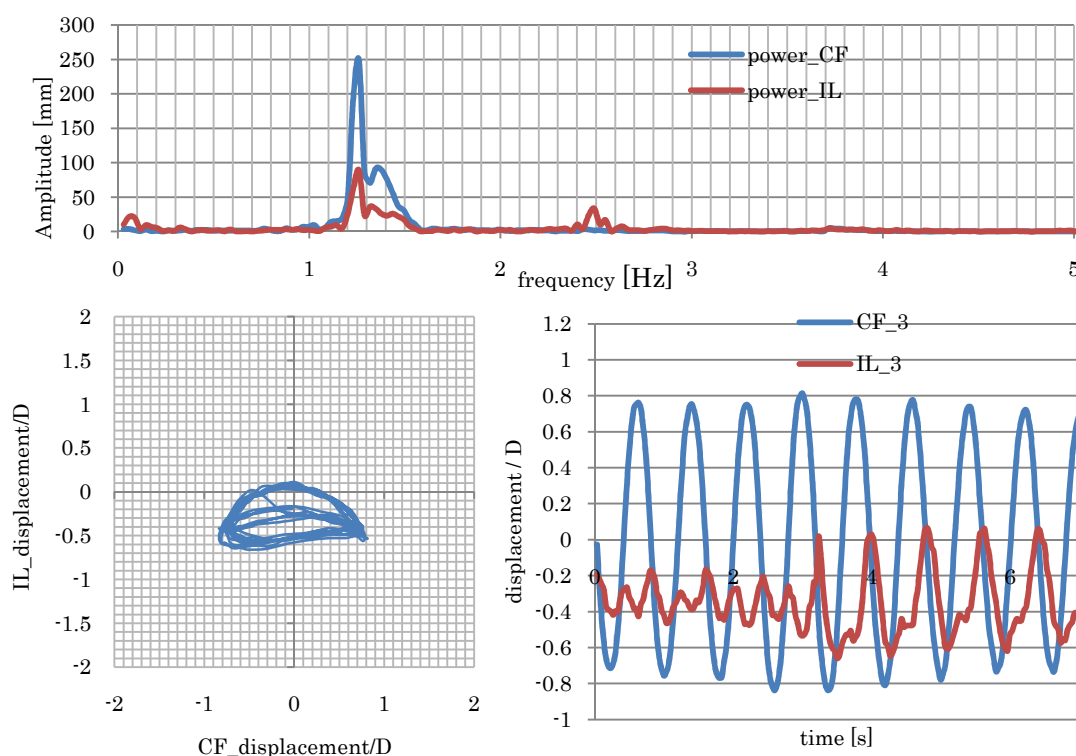


Fig.21  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 0[\text{rpm}]$   $T=2.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=0[\text{Hz}]$   $f_N=1.6[\text{Hz}]$   $U_r = 5.3$

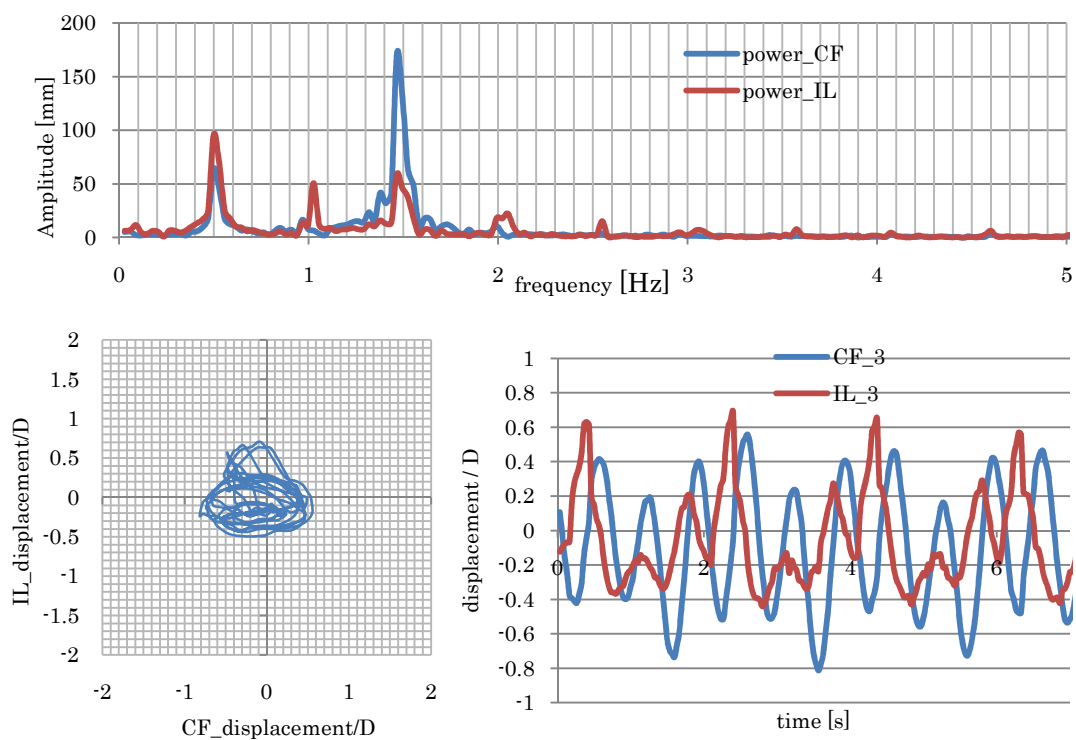


Fig.22  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 30[\text{rpm}]$   $T=2.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=0.5[\text{Hz}]$   $f_N=1.6[\text{Hz}]$   $U_r = 5.3$

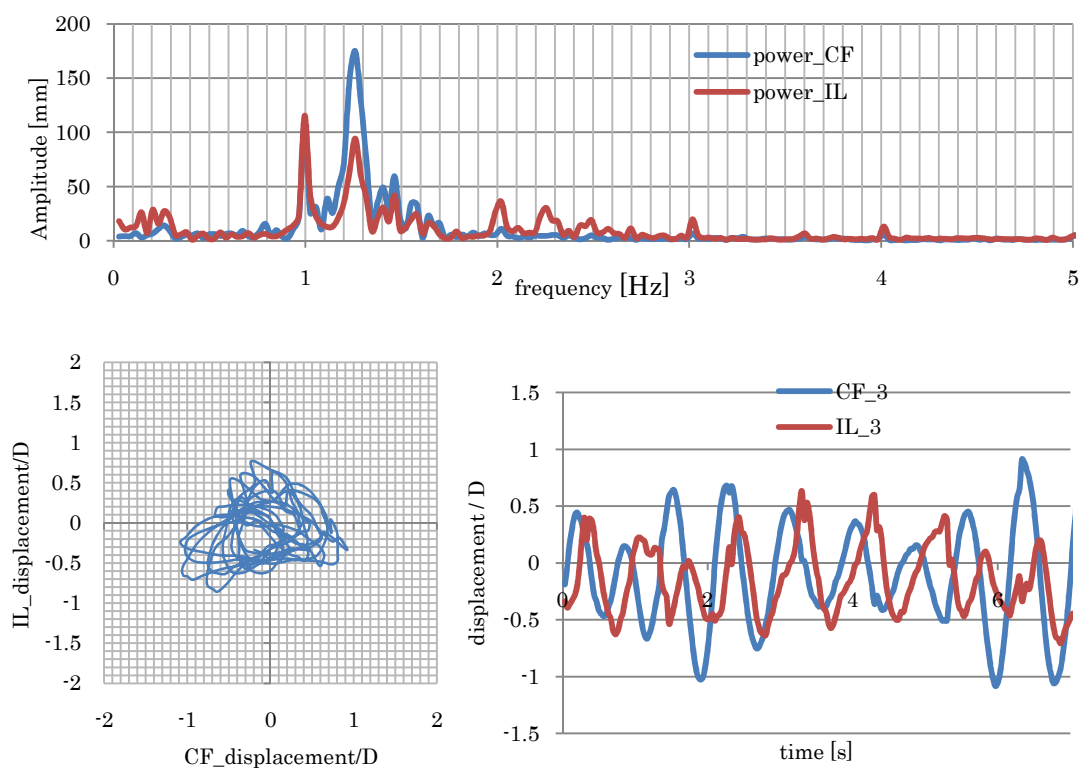


Fig.23  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 60[\text{rpm}]$   $T=2.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=1.0[\text{Hz}]$   $f_N=1.6[\text{Hz}]$   $U_r = 5.3$

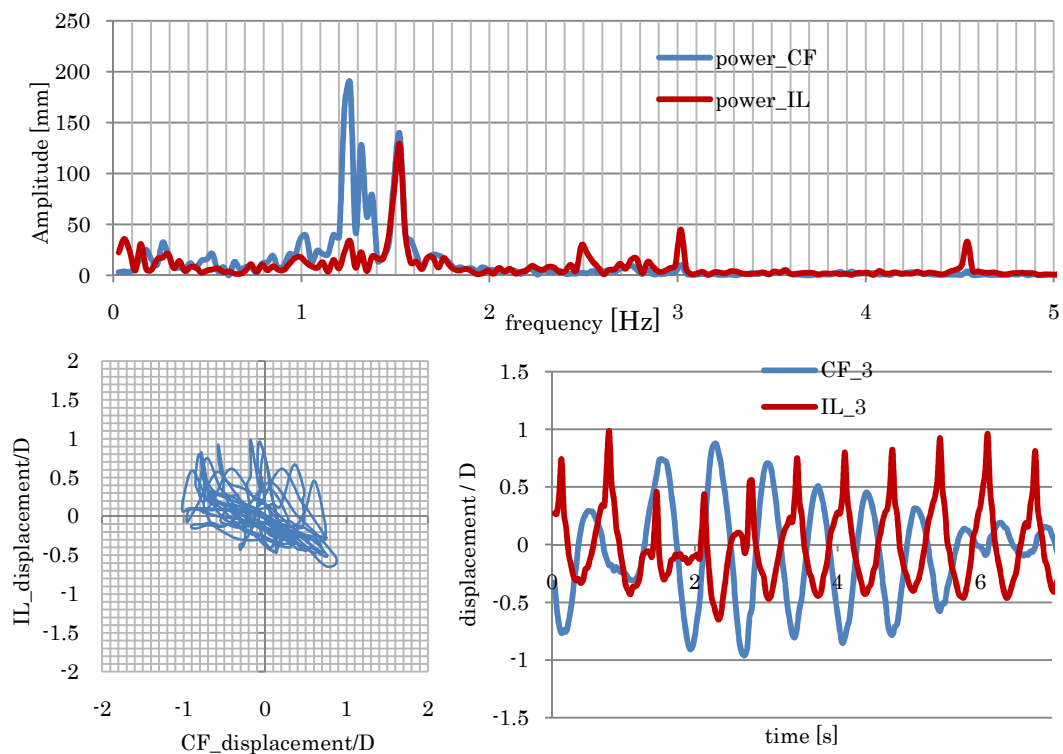


Fig.24  $U=16$ [m/s]\_a = 90[rpm]\_T=2.5[kgf]\_f\_v=1.7[Hz]\_f\_r=1.5[Hz]\_f\_N=1.6[Hz]\_U\_r = 5.3

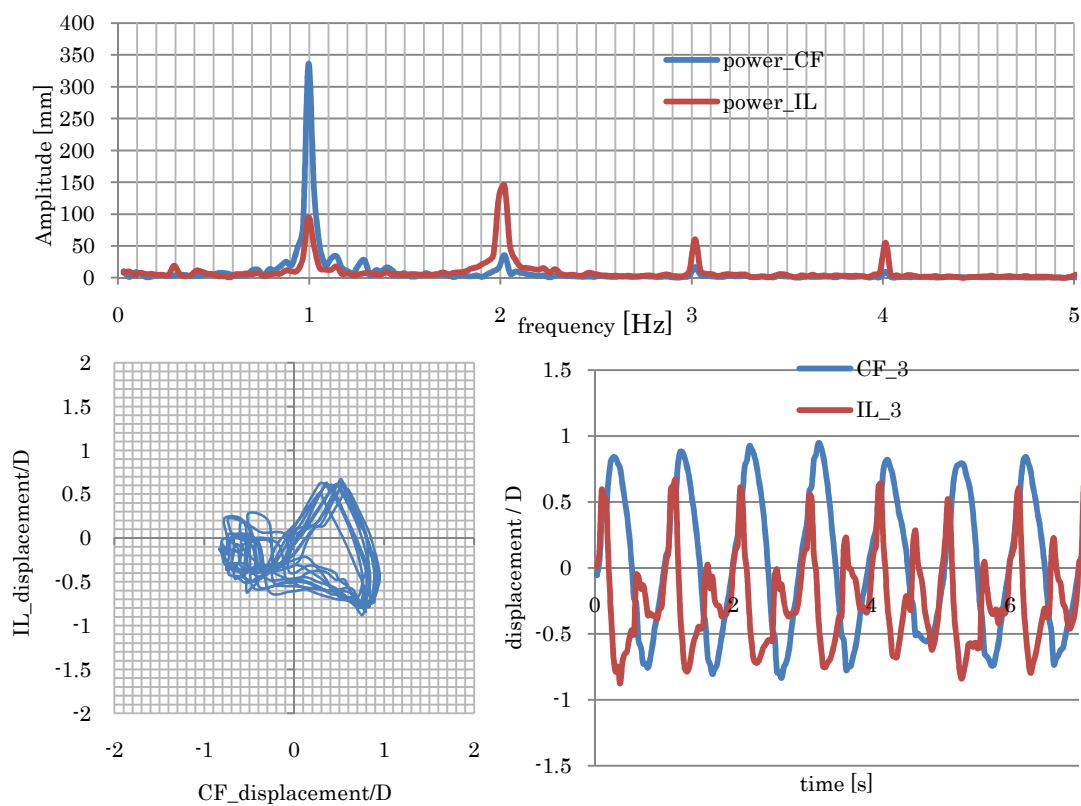


Fig.25  $U=16$ [m/s]\_a = 120[rpm]\_T=2.5[kgf]\_f\_v=1.7[Hz]\_f\_r=2.0[Hz]\_f\_N=1.6[Hz]\_U\_r = 5.3

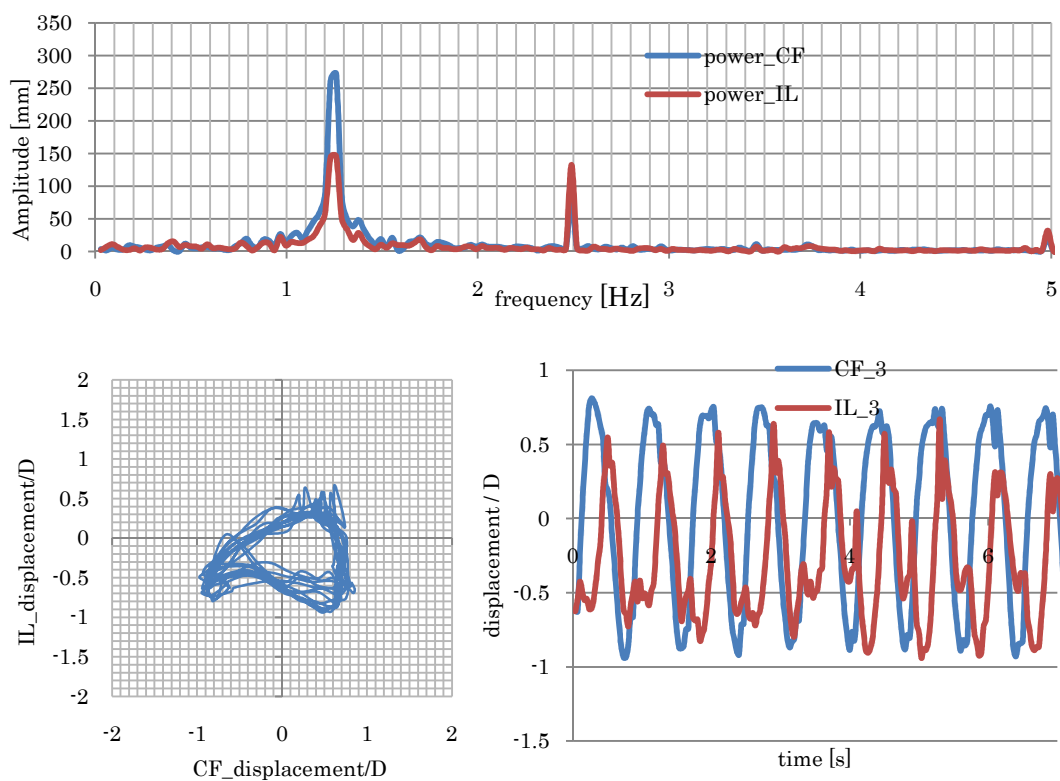


Fig.26  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 120[\text{rpm}]$   $T=2.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=2.0[\text{Hz}]$   $f_N=1.6[\text{Hz}]$   $U_r = 5.3$

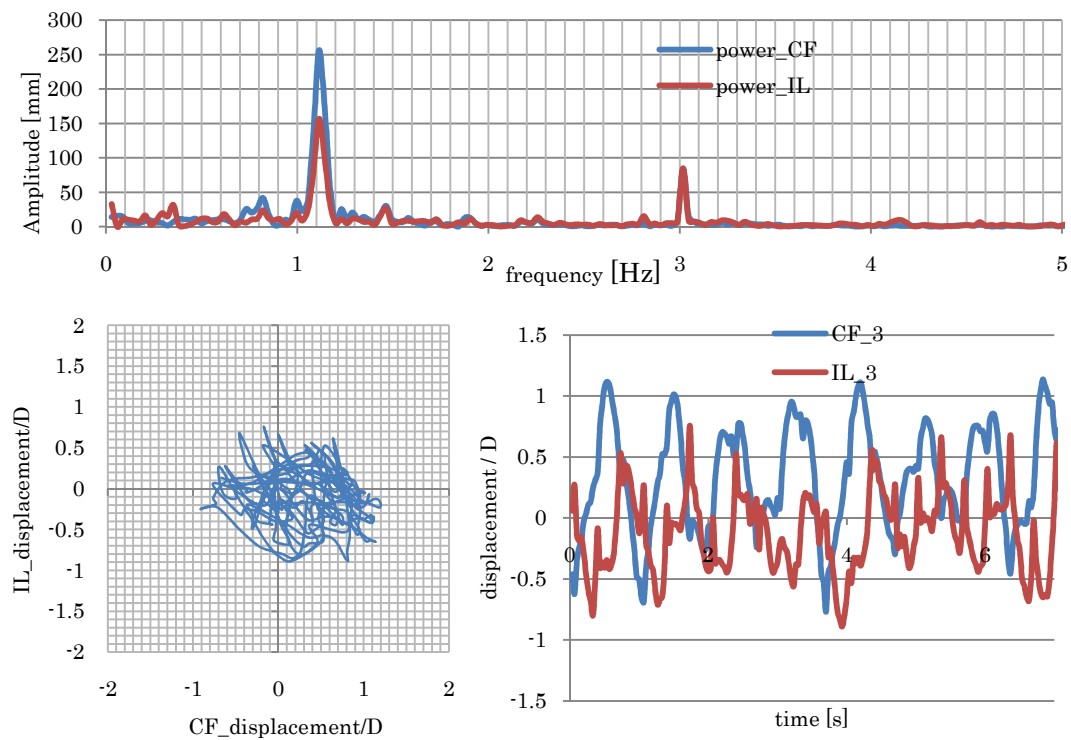


Fig.27  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 180[\text{rpm}]$   $T=2.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=2.5[\text{Hz}]$   $f_N=1.6[\text{Hz}]$   $U_r = 5.3$

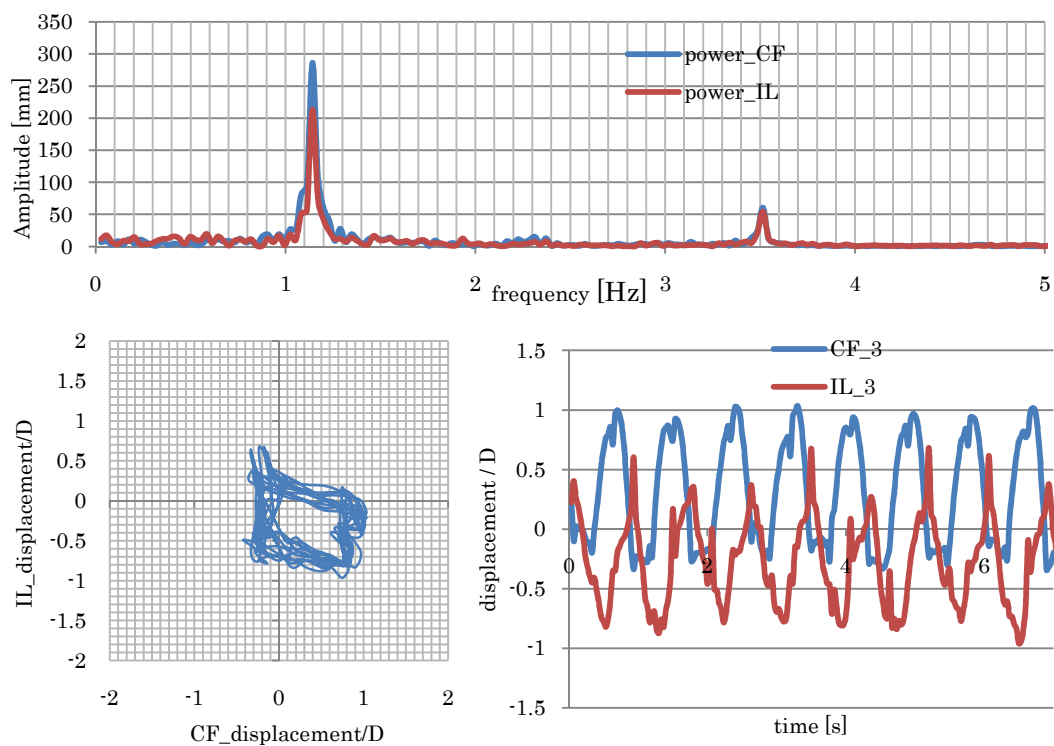


Fig.28  $U=16$ [m/s]\_a = 210[rpm]\_T=2.5[kgf]\_f\_v=1.7[Hz]\_f\_r=2.5[Hz]\_f\_N=1.6[Hz]\_U\_r = 5.3

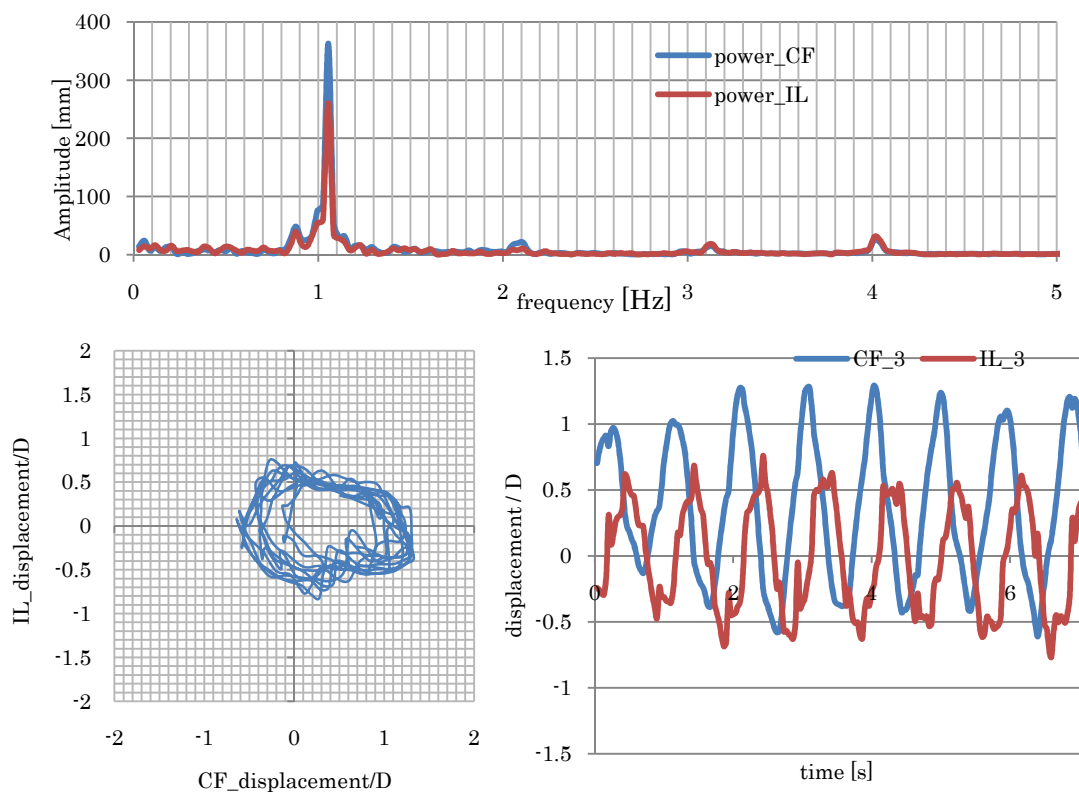


Fig.29  $U=16$ [m/s]\_a = 240[rpm]\_T=2.5[kgf]\_f\_v=1.7[Hz]\_f\_r=2.0[Hz]\_f\_N=1.6[Hz]\_U\_r = 5.3

## 付録 2-2 D=19[mm],U=24[m/s],T=3.5[kgf]の時

ここでは  $D=19[\text{mm}]$  のテフロンパイプに対し、 $U=24[\text{m/s}]$ ,  $T=3.5[\text{kgf}]$  で固定し、回転速度を変化させていく。つまり  $f_V=2.5[\text{Hz}]$   $f_N=1.9[\text{Hz}]$   $U_r = 6.7$  で一定となる。この下で回転速度比  $a=0\sim 240[\text{rpm}]$  まで  $30[\text{rpm}]$  刻みで上昇させていく。この時  $f_r = 0\sim 4$  まで変化する。この時の結果を以下に示す。

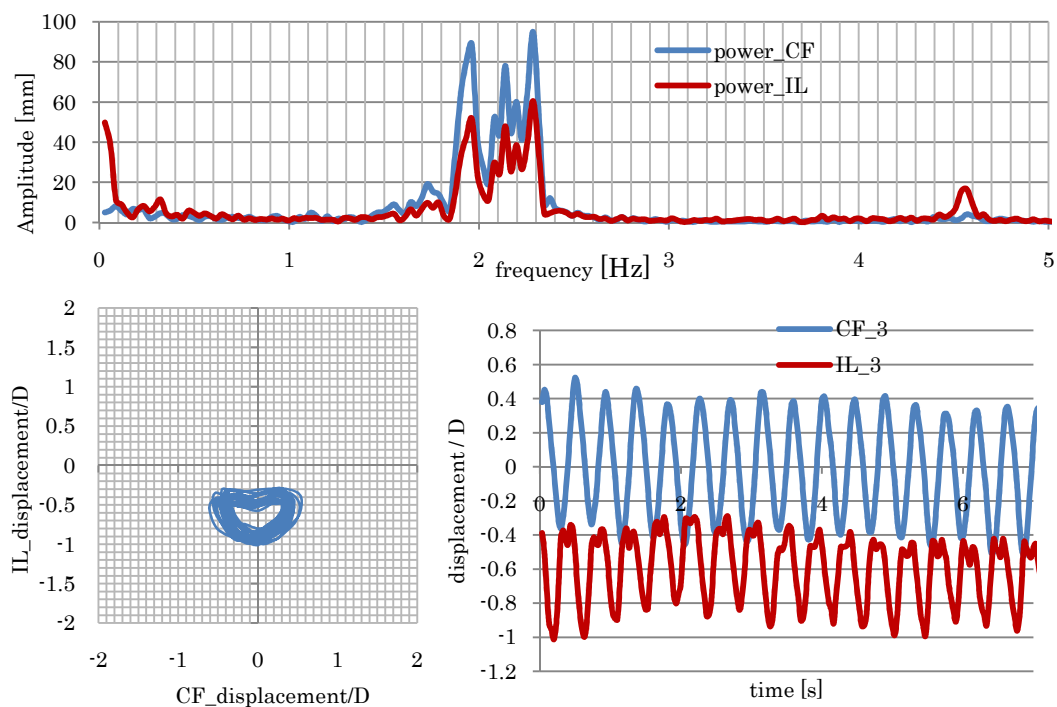


Fig.30  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 0[\text{rpm}]$   $T=3.5[\text{kgf}]$   $f_V=2.5[\text{Hz}]$   $f_r=0[\text{Hz}]$   $f_N=1.9[\text{Hz}]$   $U_r = 6.7$

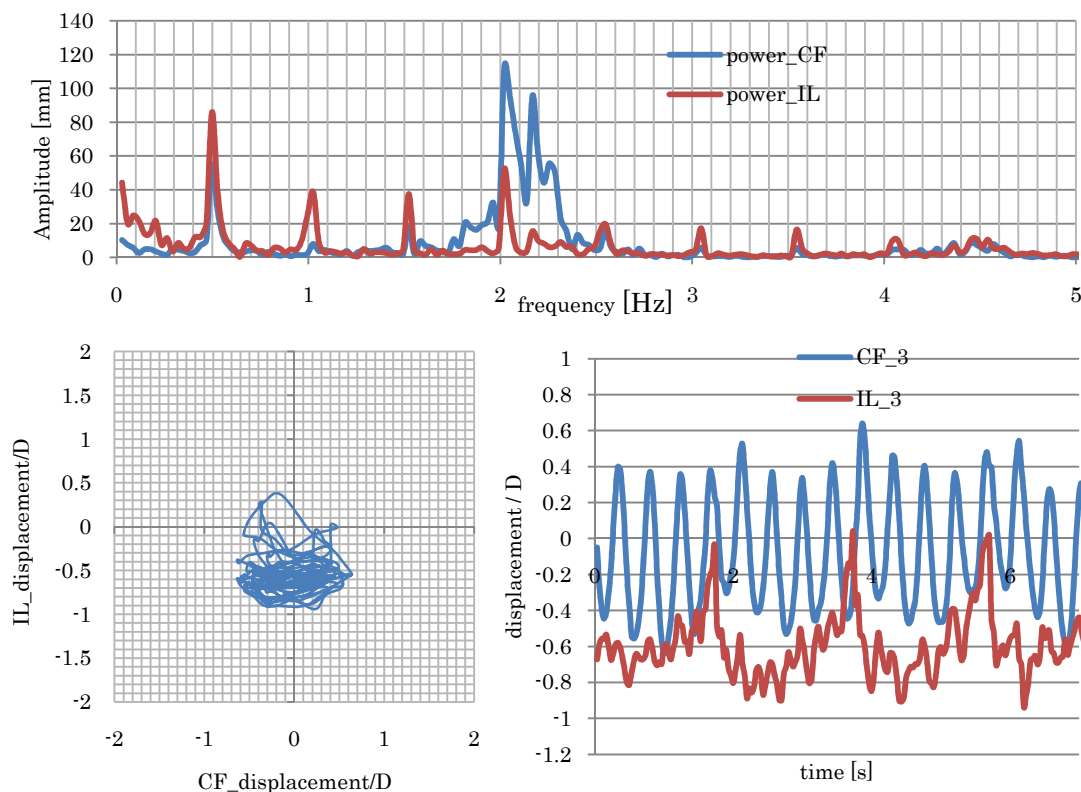


Fig.31  $U=24[\text{m/s}]_a = 30[\text{rpm}]_T=3.5[\text{kgf}]_{f_v}=2.5[\text{Hz}]_{f_r}=0.5[\text{Hz}]_{f_N}=1.9[\text{Hz}]_{U_r} = 6.7$

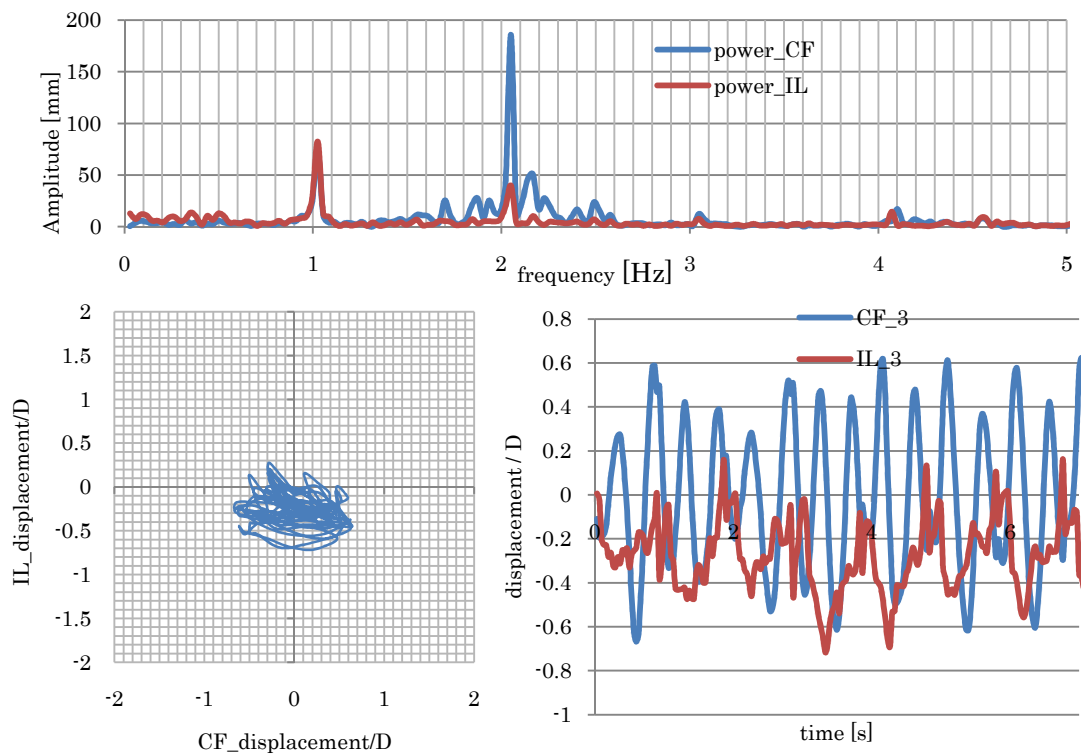


Fig.32  $U=24[\text{m/s}]_a = 60[\text{rpm}]_T=3.5[\text{kgf}]_{f_v}=2.5[\text{Hz}]_{f_r}=1.0[\text{Hz}]_{f_N}=1.9[\text{Hz}]_{U_r} = 6.7$

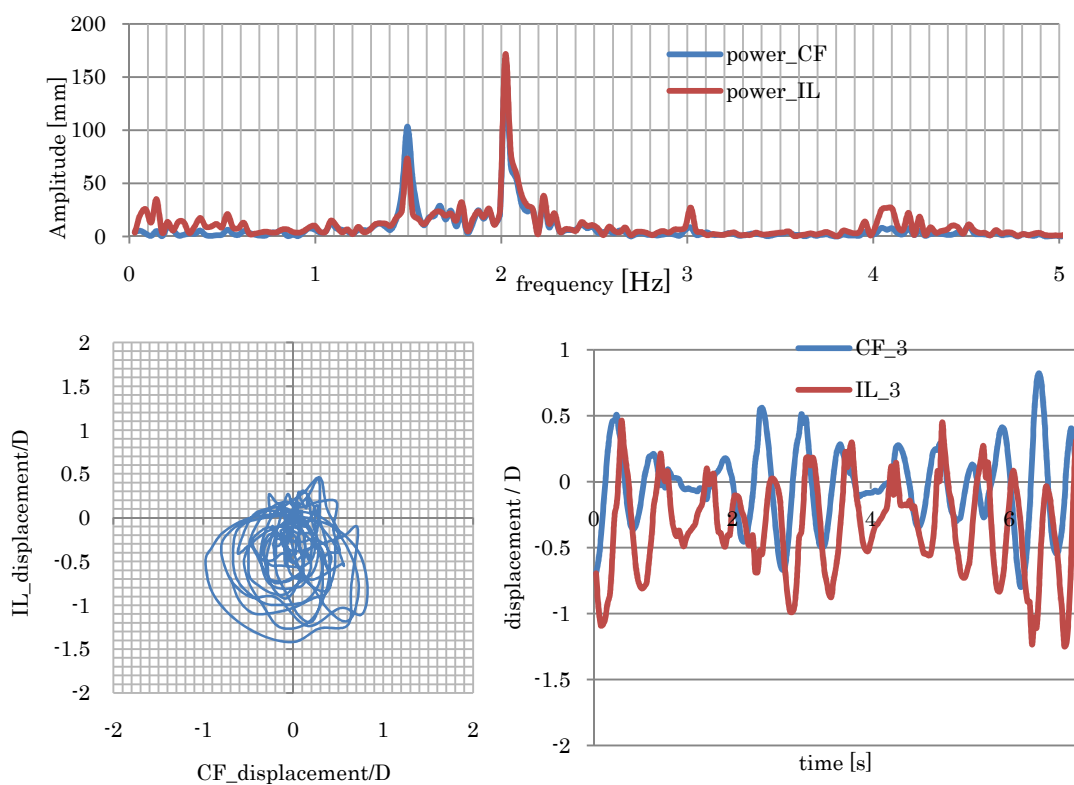


Fig.33  $U=24[\text{m/s}]_a = 90[\text{rpm}]_T=3.5[\text{kgf}]_{f_v}=2.5[\text{Hz}]_{f_r}=1.5[\text{Hz}]_{f_N}=1.9[\text{Hz}]_{U_r} = 6.7$

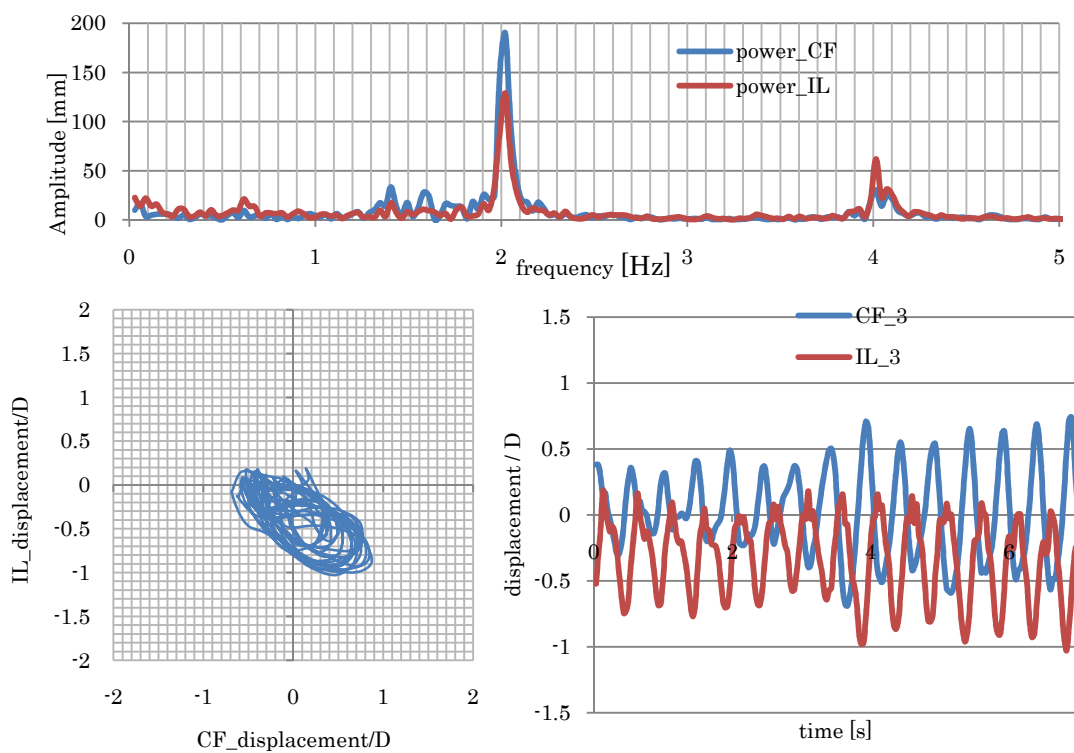


Fig.34  $U=24[\text{m/s}]_a = 120[\text{rpm}]_T=3.5[\text{kgf}]_{f_v}=2.5[\text{Hz}]_{f_r}=2.0[\text{Hz}]_{f_N}=1.9[\text{Hz}]_{U_r} = 6.7$



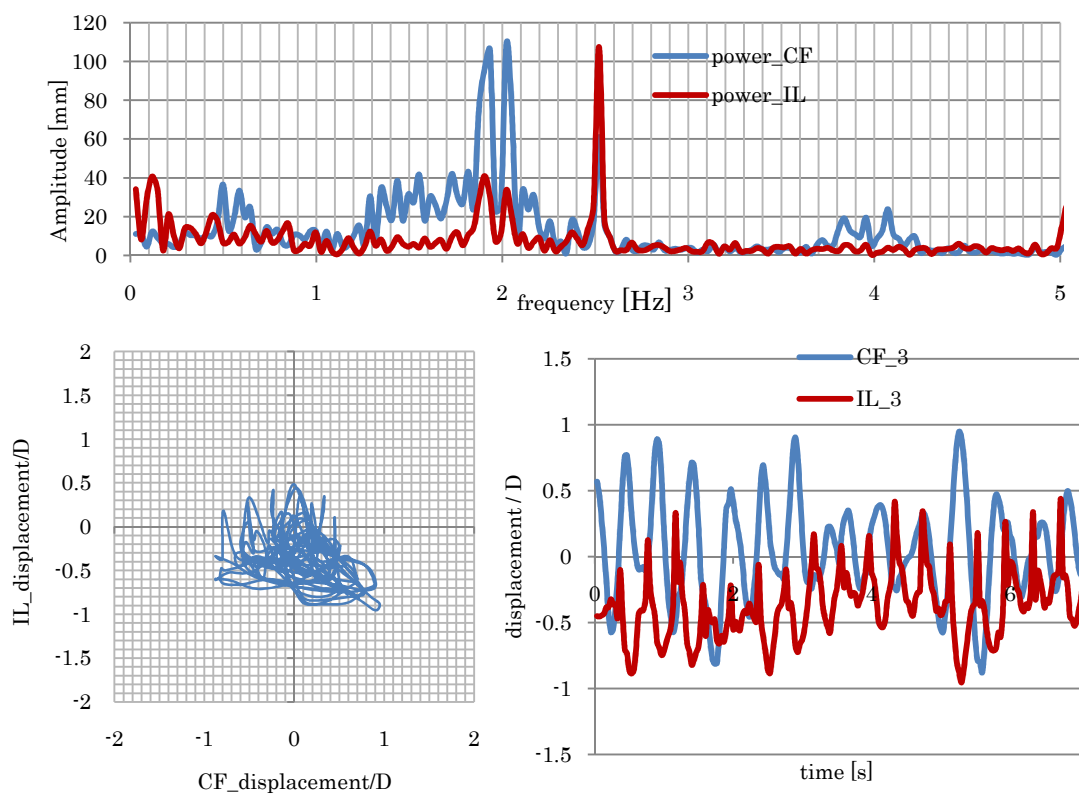


Fig.35  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 150[\text{rpm}]$   $T=3.5[\text{kgf}]$   $f_v=2.5[\text{Hz}]$   $f_r=2.5[\text{Hz}]$   $f_N=1.9[\text{Hz}]$   $U_r = 6.7$

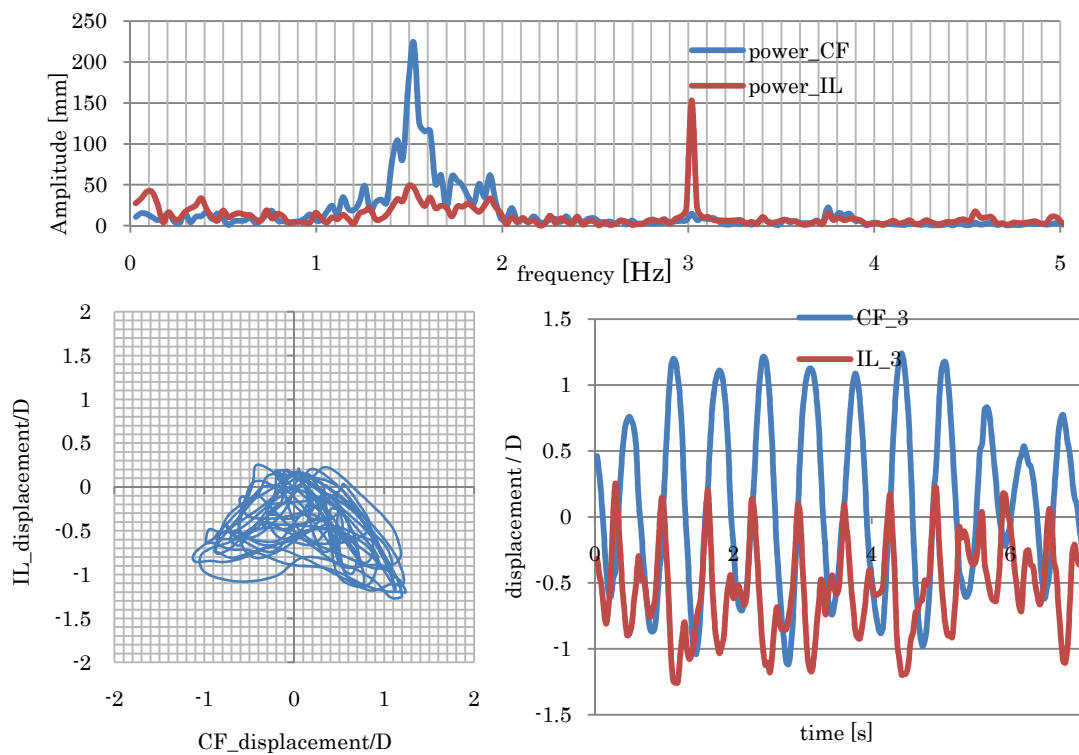


Fig.36  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 180[\text{rpm}]$   $T=3.5[\text{kgf}]$   $f_v=2.5[\text{Hz}]$   $f_r=3.0[\text{Hz}]$   $f_N=1.9[\text{Hz}]$   $U_r = 6.7$

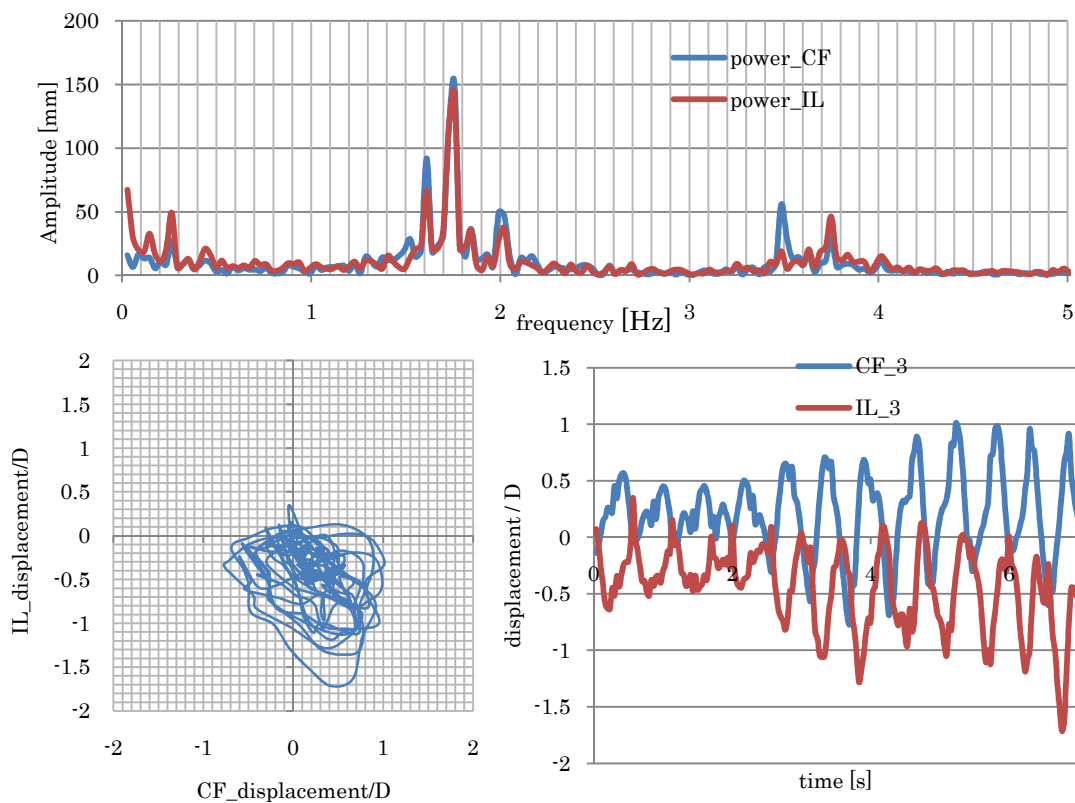


Fig.37  $U=24[m/s]$   $a = 210[rpm]$   $T=3.5[kgf]$   $f_v=2.5[Hz]$   $f_r=3.5[Hz]$   $f_N=1.9[Hz]$   $U_r = 6.7$

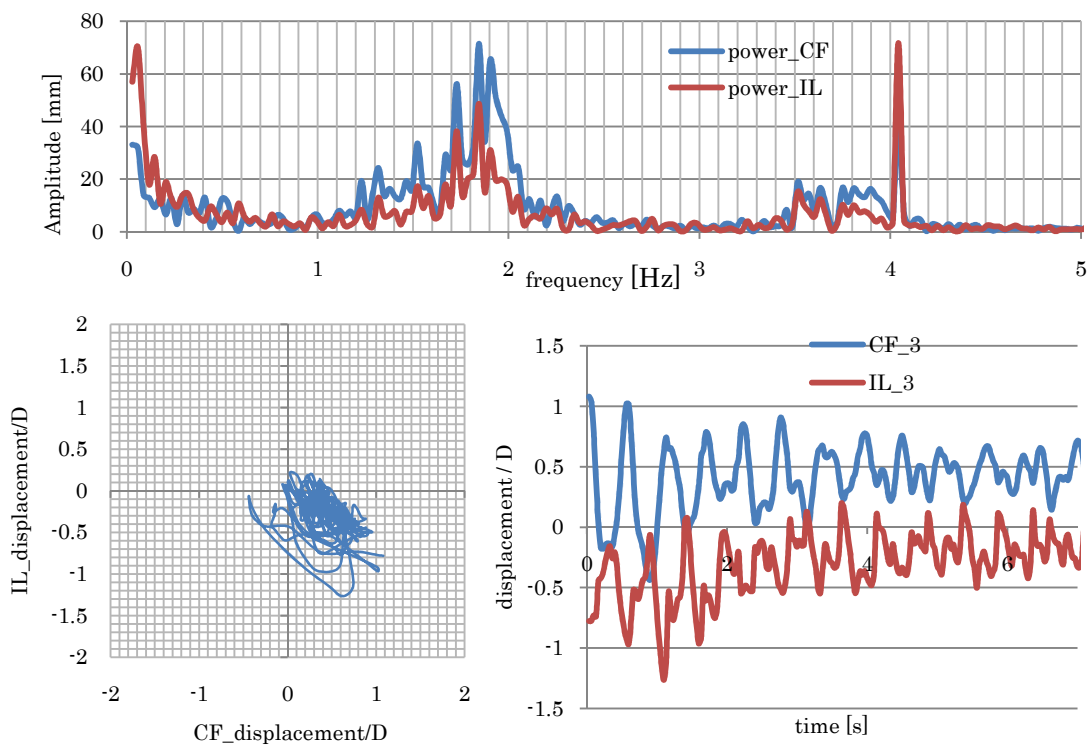


Fig.38  $U=24[m/s]$   $a = 240[rpm]$   $T=3.5[kgf]$   $f_v=2.5[Hz]$   $f_r=4.0[Hz]$   $f_N=1.9[Hz]$   $U_r = 6.7$

### 付録 2--3 D=19[mm],U=24[m/s],T=5.5[kgf]の時

ここでは  $D=19[\text{mm}]$  のテフロンパイプに対し、 $U=24[\text{m/s}]$ ,  $T=5.5[\text{kgf}]$  で固定し回転速度を変化させていく、つまり  $f_V=2.5[\text{Hz}]$   $f_N=2.3[\text{Hz}]$   $U_r = 5.4$  で一定となる。この下で回転速度比  $a=0\sim 240[\text{rpm}]$  まで  $30[\text{rpm}]$  刻みで上昇させていく。この時  $f_r = 0\sim 4$  まで変化する。この時の結果を以下に示す。

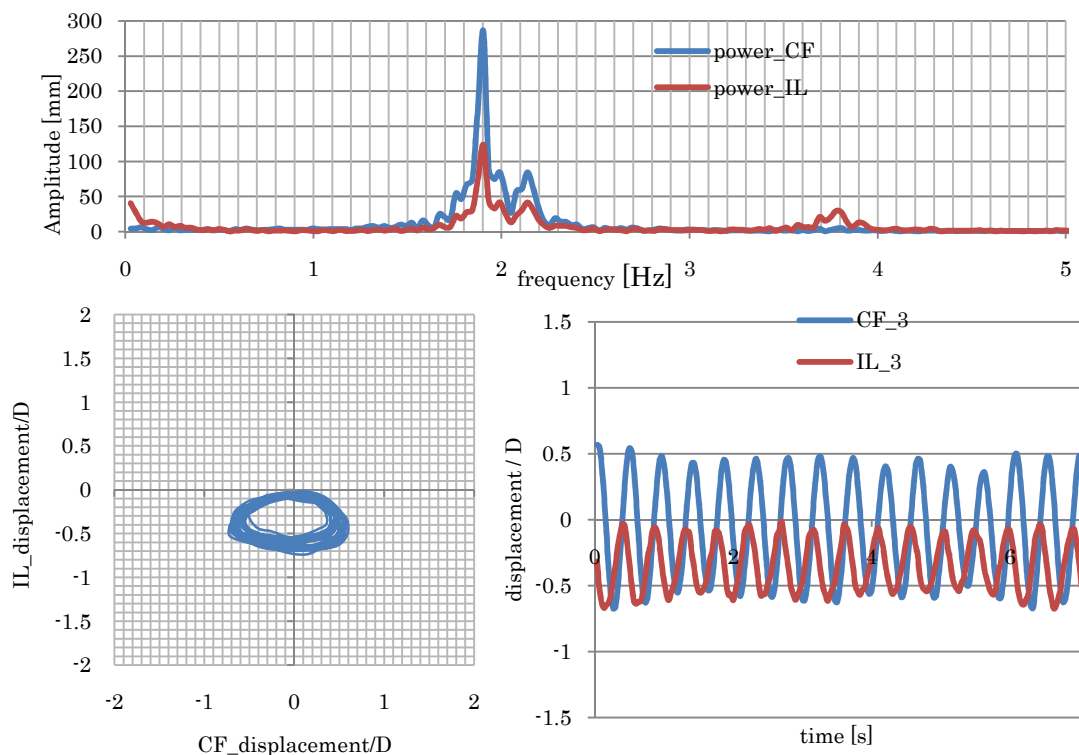


Fig.39  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 0[\text{rpm}]$   $T=5.5[\text{kgf}]$   $f_V=2.5[\text{Hz}]$   $f_r=0[\text{Hz}]$   $f_N=2.3[\text{Hz}]$   $U_r = 5.4$

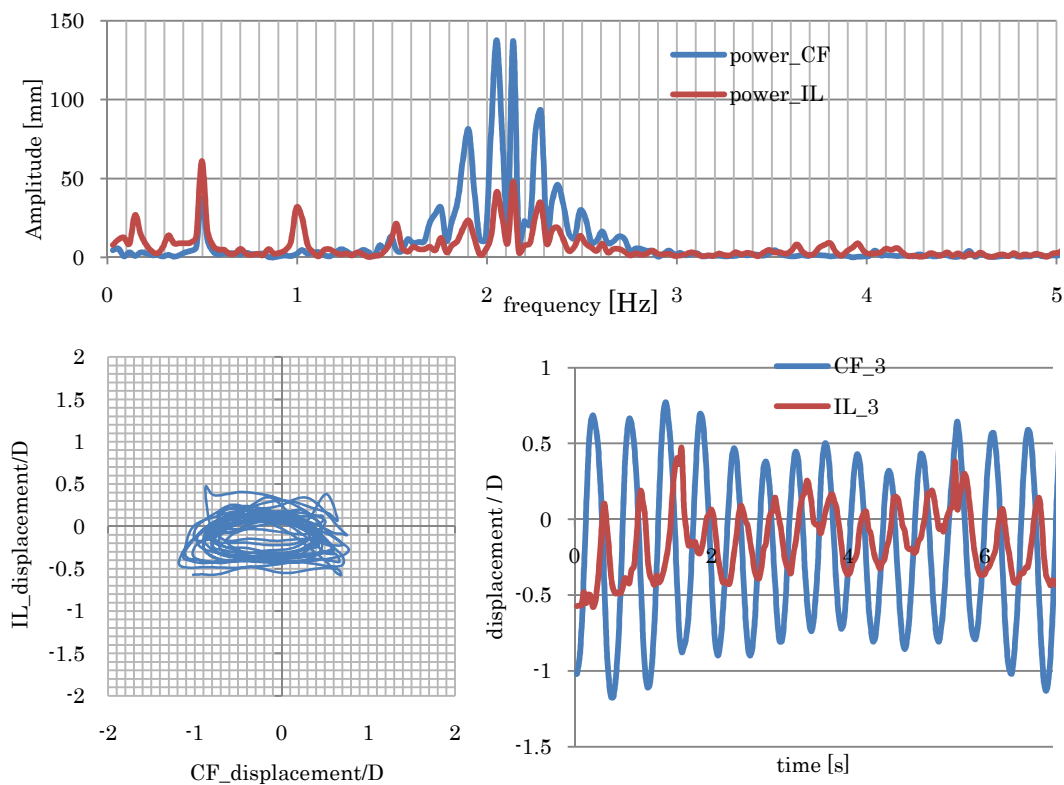


Fig.40  $U=24[m/s]$ \_a = 30[rpm]\_T=5.5[kgf]\_f<sub>v</sub>=2.5[Hz]\_f<sub>r</sub>=1.5[Hz]\_f<sub>N</sub>=2.3[Hz]\_U<sub>r</sub> = 5.4

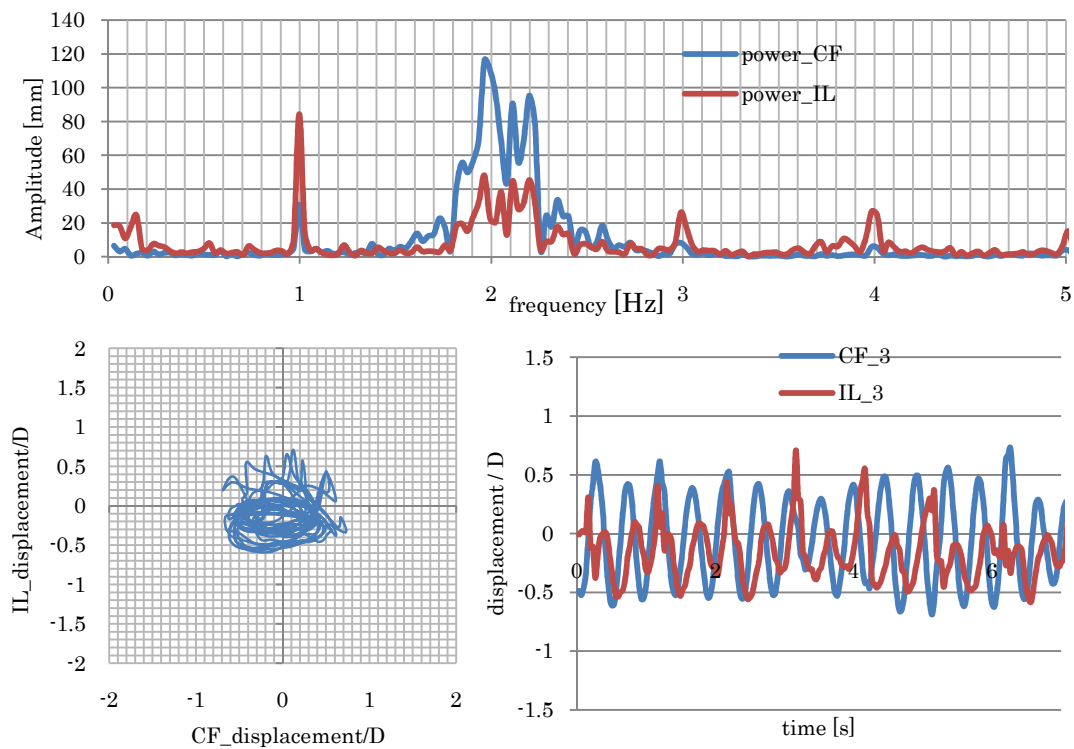


Fig.41  $U=24[m/s]$ \_a = 60[rpm]\_T=5.5[kgf]\_f<sub>v</sub>=2.5[Hz]\_f<sub>r</sub>=2.0[Hz]\_f<sub>N</sub>=2.3[Hz]\_U<sub>r</sub> = 5.4

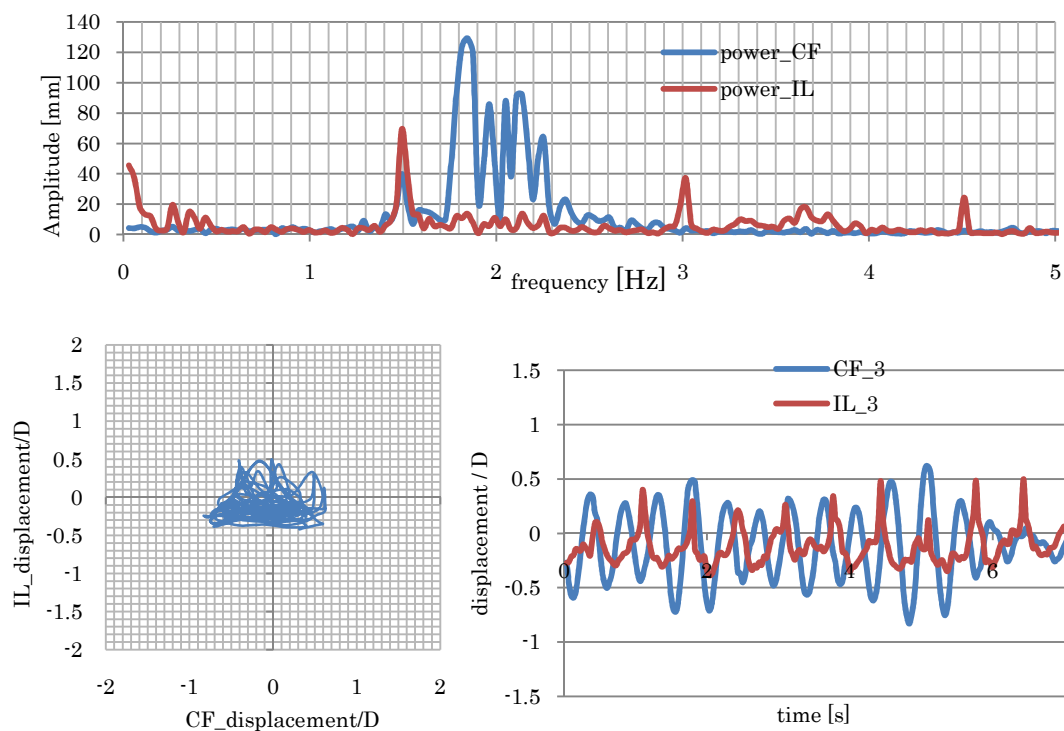


Fig.42  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 90[\text{rpm}]$   $T=5.5[\text{kgf}]$   $f_v=2.5[\text{Hz}]$   $f_r=1.5[\text{Hz}]$   $f_N=2.3[\text{Hz}]$   $U_r = 5.4$

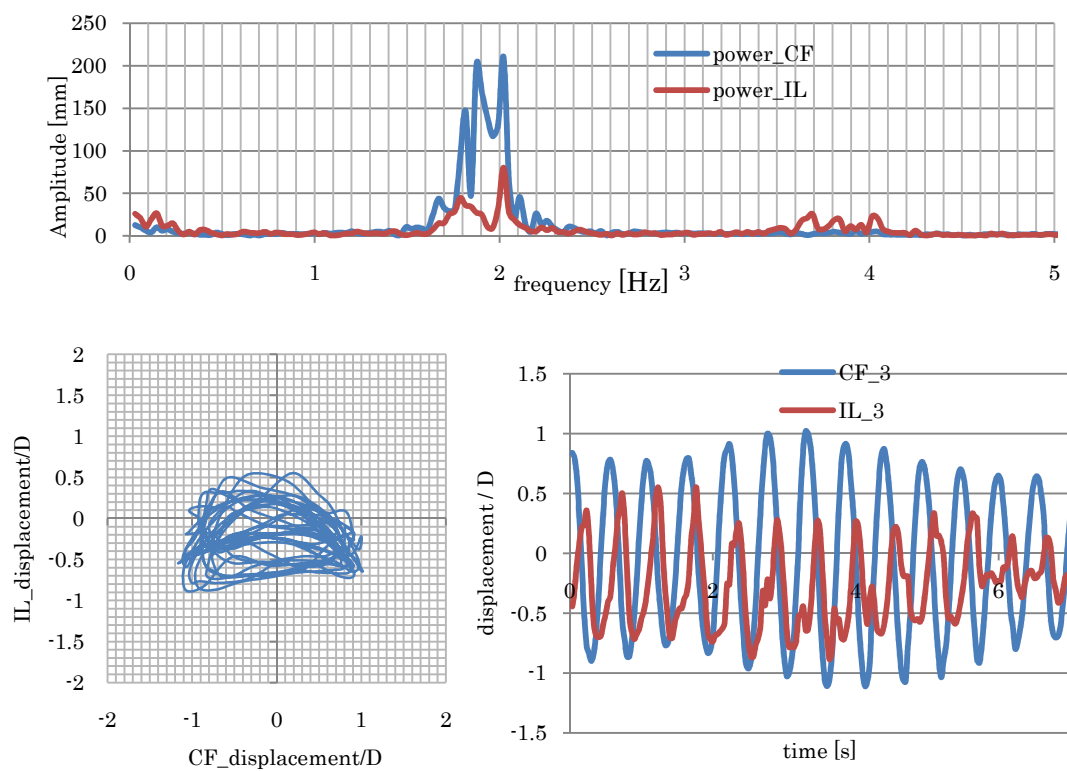


Fig.43  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 120[\text{rpm}]$   $T=5.5[\text{kgf}]$   $f_v=2.5[\text{Hz}]$   $f_r=2.0[\text{Hz}]$   $f_N=2.3[\text{Hz}]$   $U_r = 5.4$

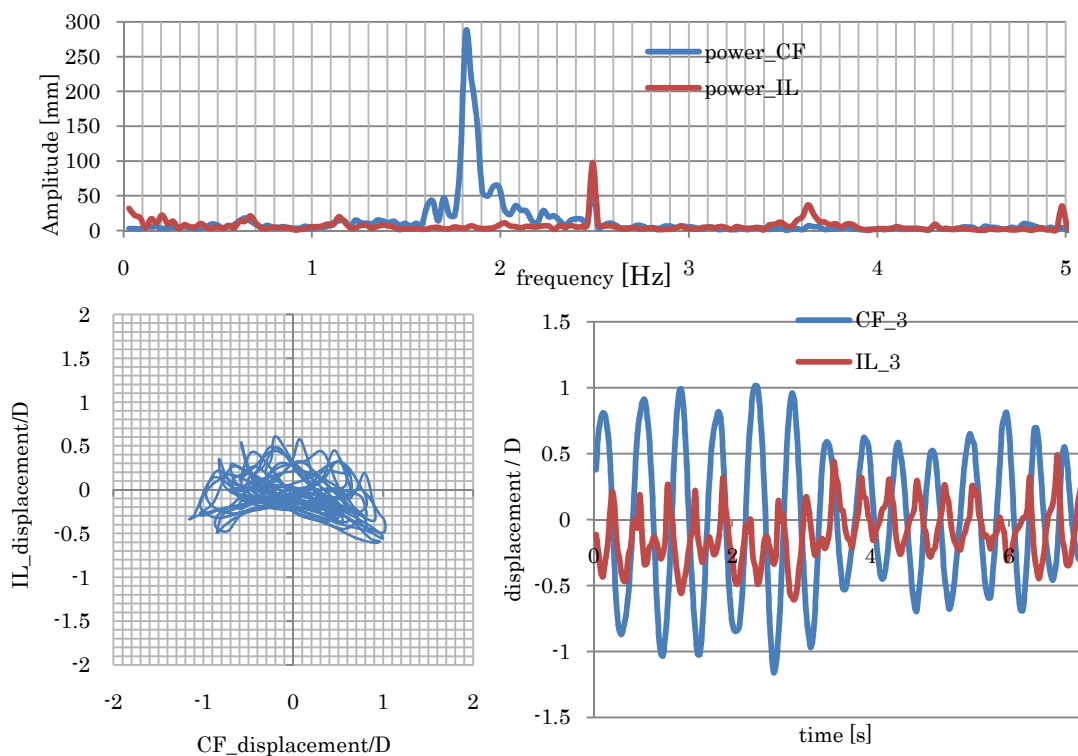


Fig.44  $U=24[\text{m/s}]_a = 150[\text{rpm}]_T=5.5[\text{kgf}]_{f_v}=2.5[\text{Hz}]_{f_r}=2.5[\text{Hz}]_{f_N}=2.3[\text{Hz}]_{U_r} = 5.4$

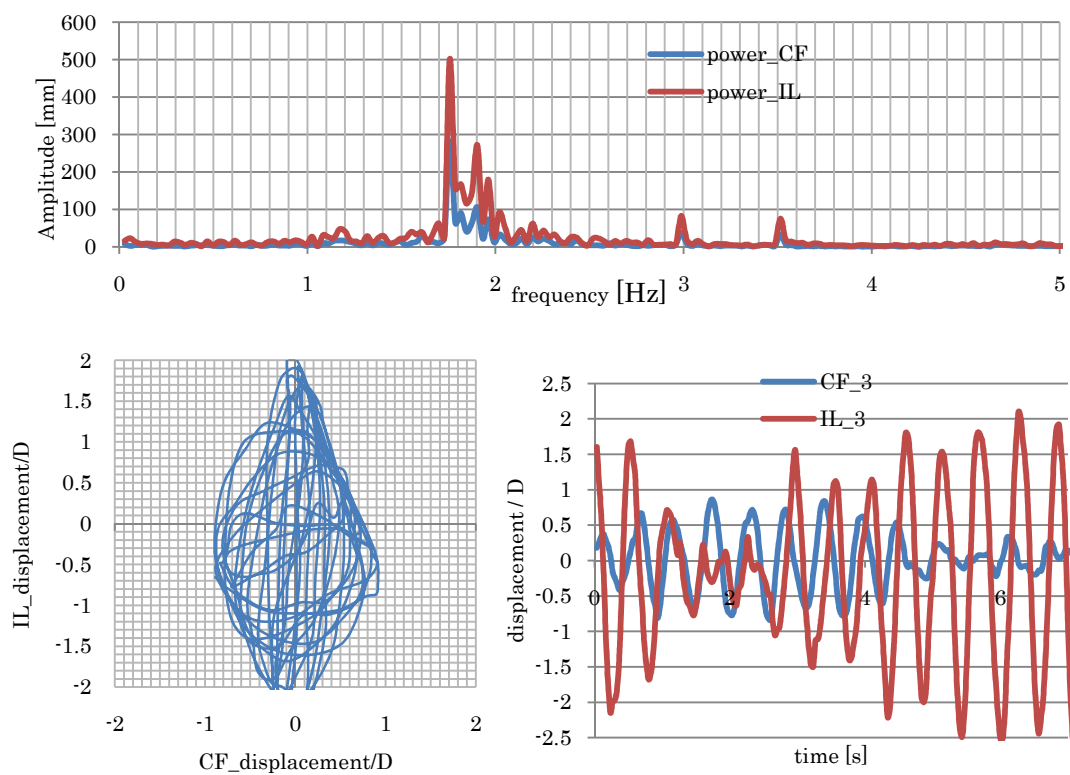


Fig.45  $U=24[\text{m/s}]_a = 180[\text{rpm}]_T=5.5[\text{kgf}]_{f_v}=2.5[\text{Hz}]_{f_r}=3.0[\text{Hz}]_{f_N}=2.3[\text{Hz}]_{U_r} = 5.4$

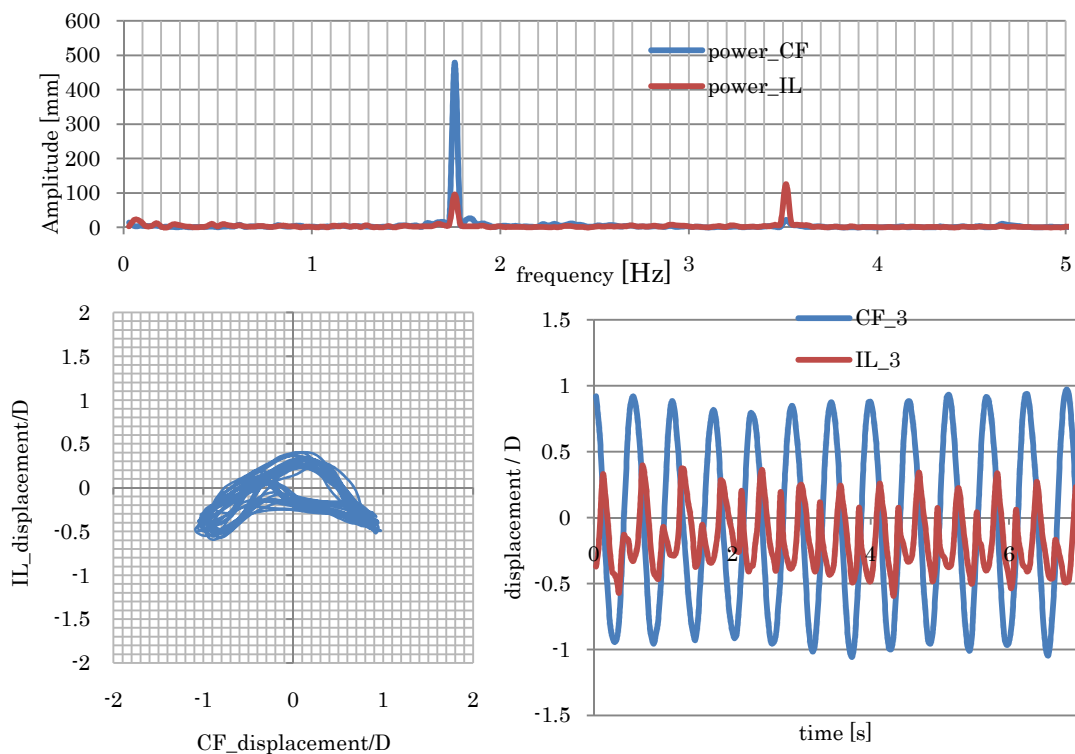


Fig.46  $U=24$ [m/s]\_a = 210[rpm]\_T=5.5[kgf]\_f\_v=2.5[Hz]\_f\_r=3.5[Hz]\_f\_N=2.3[Hz]\_U\_r = 5.4

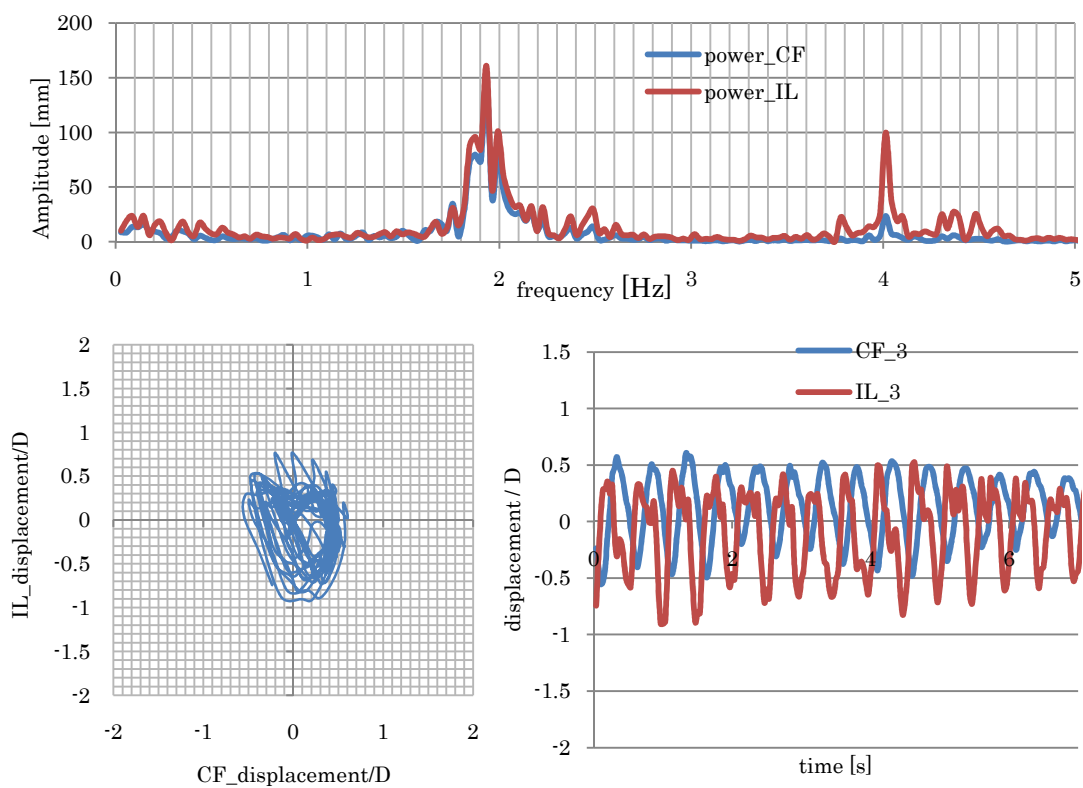


Fig.47  $U=24$ [m/s]\_a = 240[rpm]\_T=5.5[kgf]\_f\_v=2.5[Hz]\_f\_r=4.0[Hz]\_f\_N=2.3[Hz]\_U\_r = 5.4

#### 付録 2-4 D=19[mm],U=24[m/s],T=7.5[kgf]の時

ここでは D=19[mm]のテフロンパイプに対し、U=24[m/s],T=7.5[kgf]で固定し、回転速度を変化させていく。つまり $f_V=2.5$ [Hz]  $f_N=2.7$ [Hz]  $U_r = 4.6$ で一定となる。この下で回転速度比  $a=0\sim 240$ [rpm]まで 30[rpm]刻みで上昇させていく。この時 $f_r = 0\sim 4$ まで変化する。この時の結果を以下に示す。

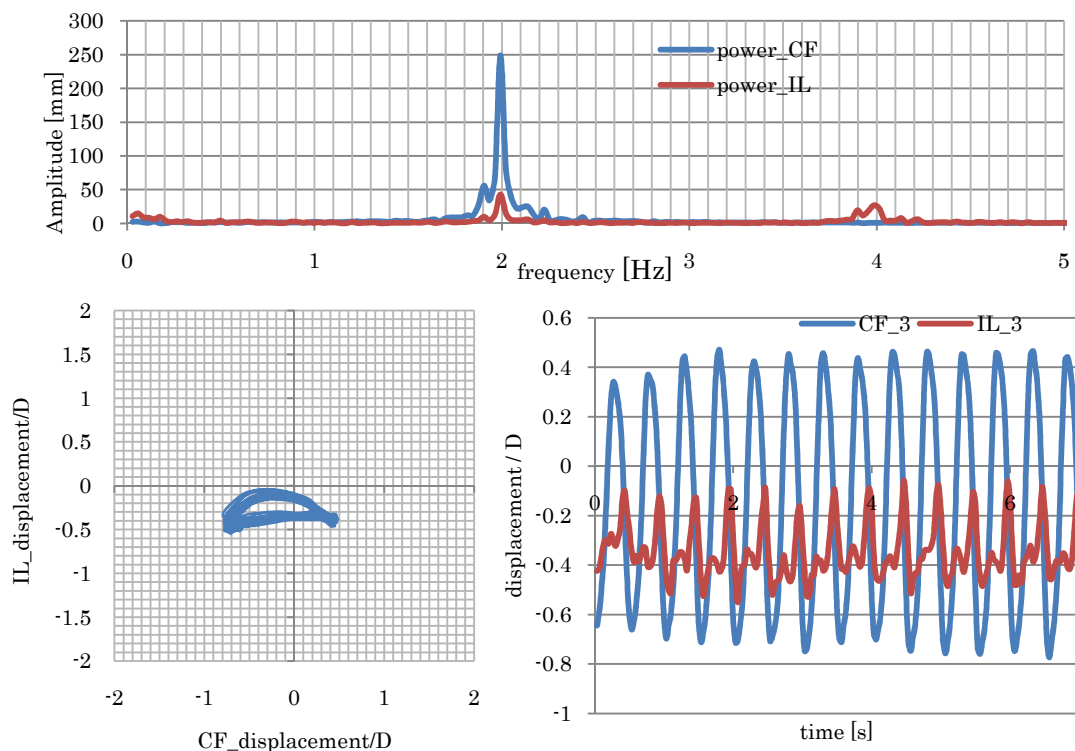


Fig.48 U=24[m/s]\_a = 0[rpm]\_T=7.5[kgf]\_f<sub>V</sub>=2.5[Hz]\_f<sub>r</sub>=0[Hz]\_f<sub>N</sub>=2.7[Hz]\_U<sub>r</sub> = 4.6



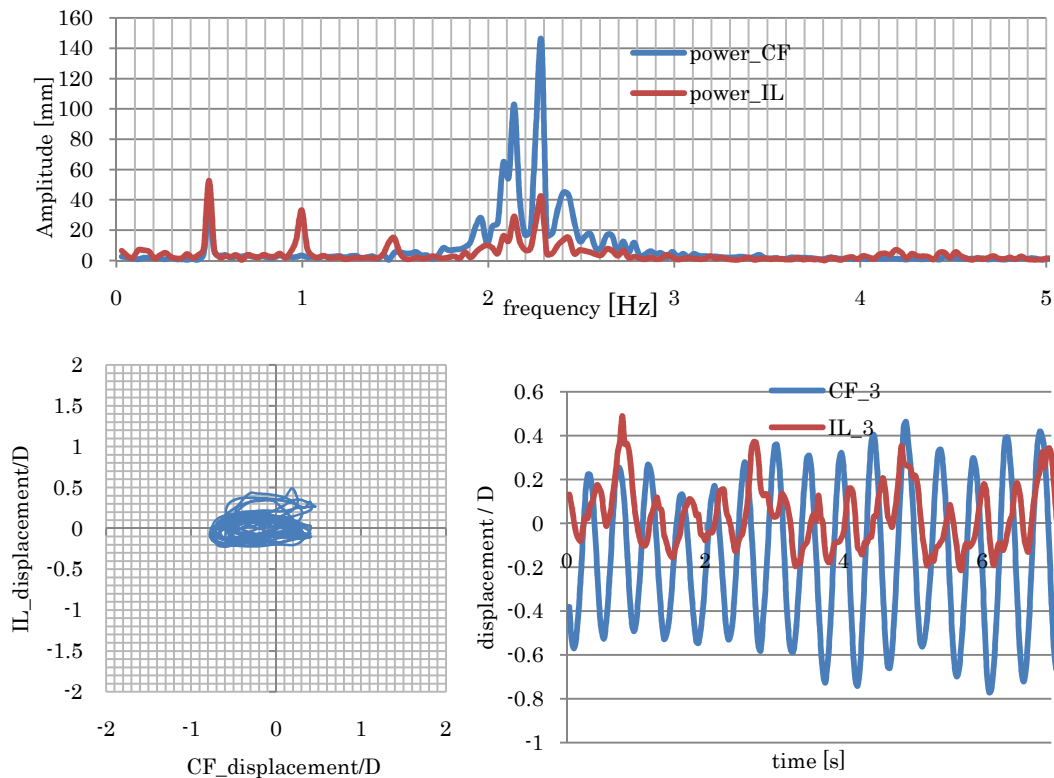


Fig.49  $U=24[m/s]$   $a = 30[rpm]$   $T=7.5[kgf]$   $f_v=2.5[Hz]$   $f_r=0.5[Hz]$   $f_N=2.7[Hz]$   $U_r = 4.6$

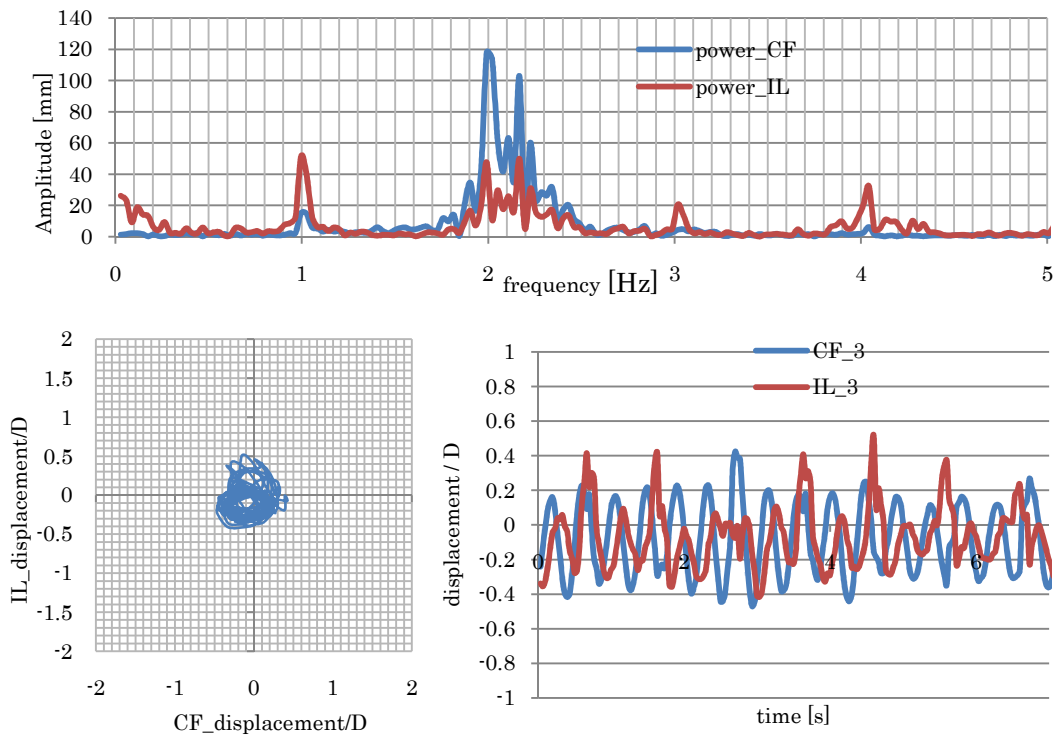


Fig.50  $U=24[m/s]$   $a = 60[rpm]$   $T=7.5[kgf]$   $f_v=2.5[Hz]$   $f_r=2.0[Hz]$   $f_N=2.7[Hz]$   $U_r = 4.6$

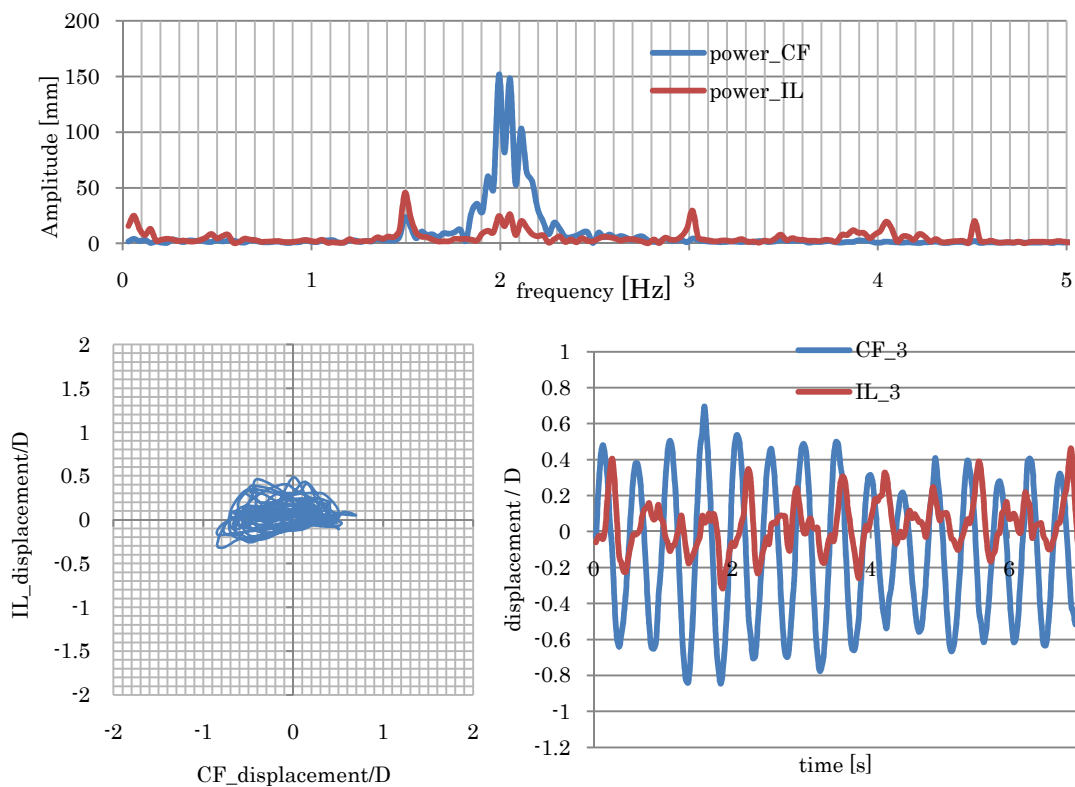


Fig.51  $U=24[m/s]$   $a = 90[rpm]$   $T=7.5[kgf]$   $f_v=2.5[Hz]$   $f_r=1.5[Hz]$   $f_N=2.7[Hz]$   $U_r = 4.6$

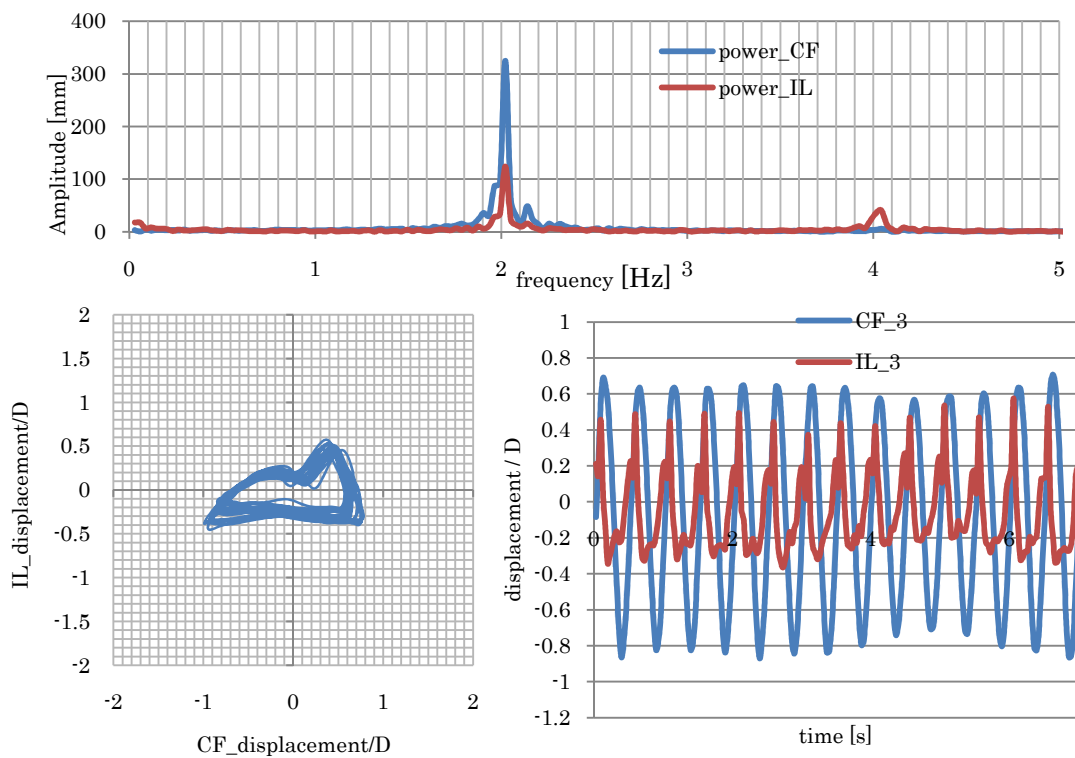


Fig.52  $U=24[m/s]$   $a = 120[rpm]$   $T=7.5[kgf]$   $f_v=2.5[Hz]$   $f_r=2.0[Hz]$   $f_N=2.7[Hz]$   $U_r = 4.6$

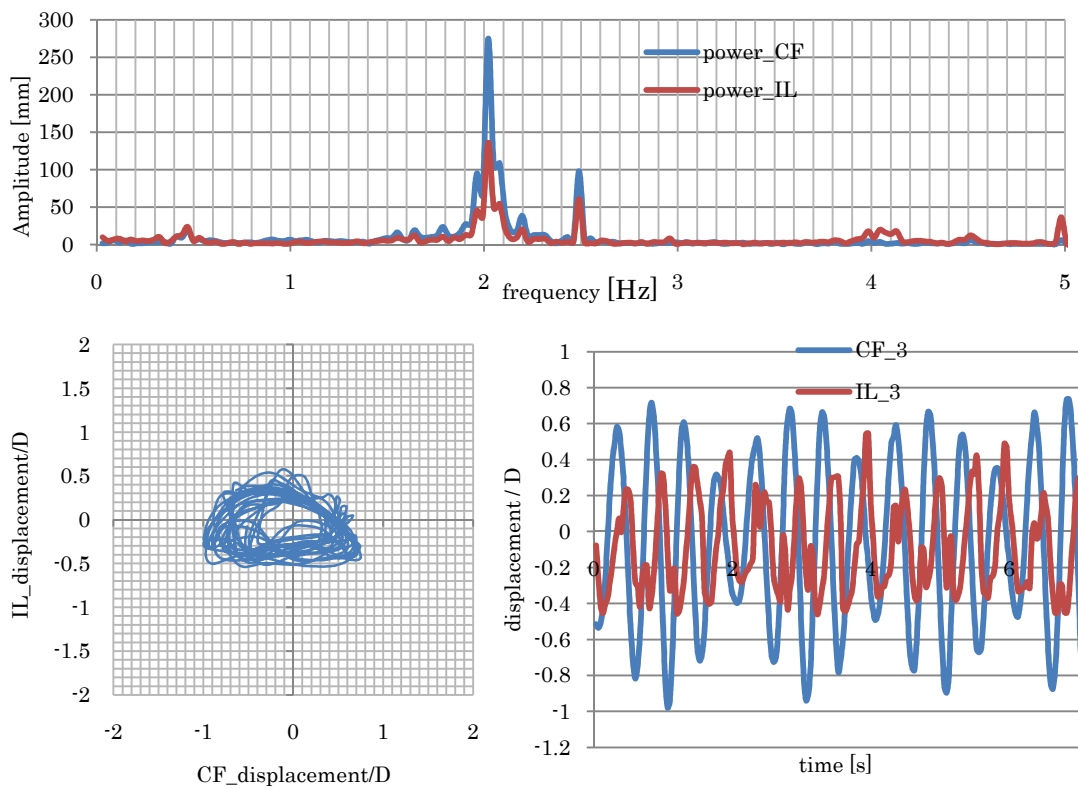


Fig.53  $U=24$ [m/s]\_a = 150[rpm]\_T=7.5[kgf]\_f\_v=2.5[Hz]\_f\_r=2.5[Hz]\_f\_N=2.7[Hz]\_U\_r = 4.6

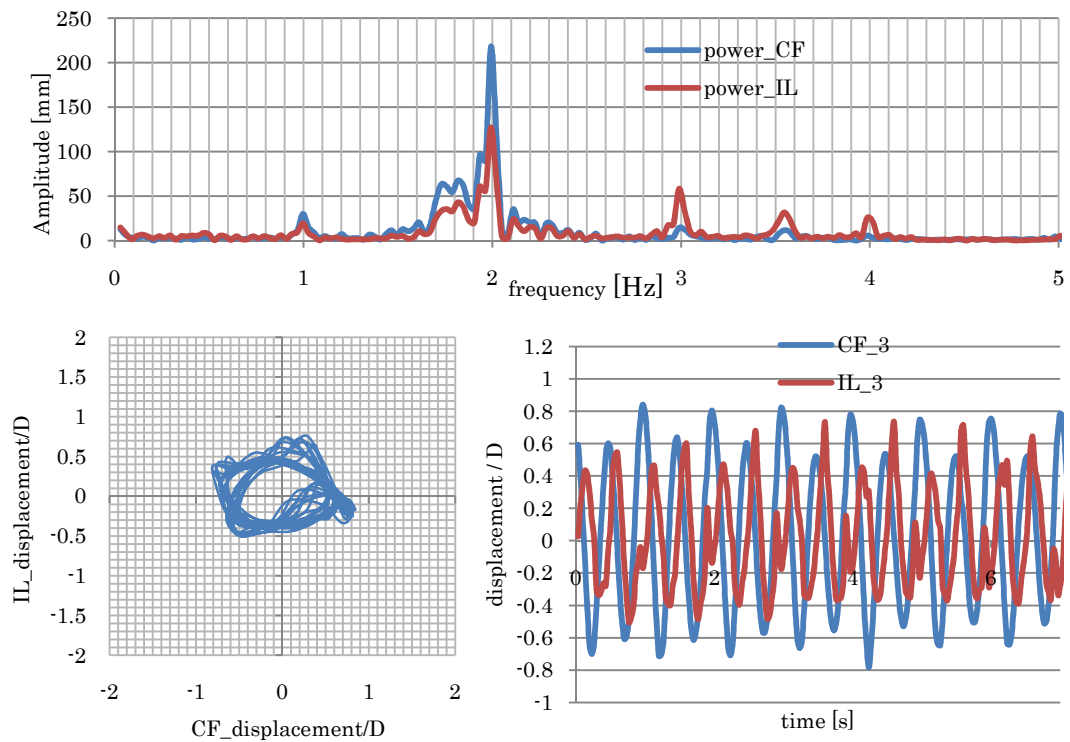


Fig.54  $U=24$ [m/s]\_a = 180[rpm]\_T=7.5[kgf]\_f\_v=2.5[Hz]\_f\_r=3.0[Hz]\_f\_N=2.7[Hz]\_U\_r = 4.6

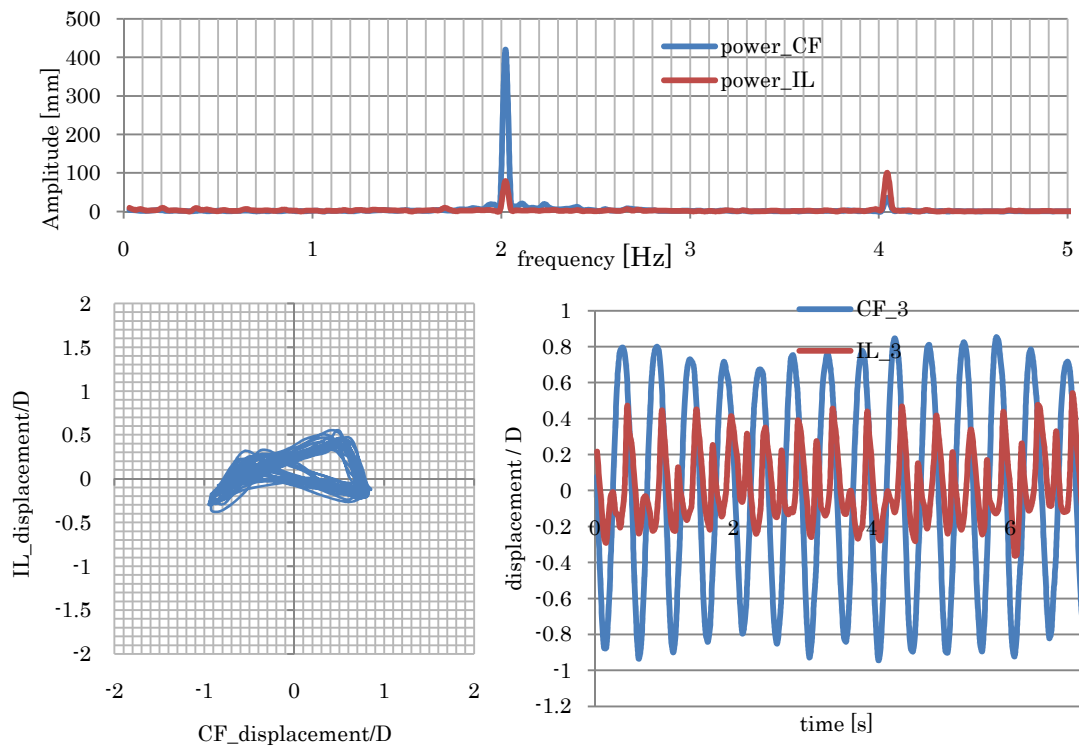


Fig.55  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 240[\text{rpm}]$   $T=7.5[\text{kgf}]$   $f_v=2.5[\text{Hz}]$   $f_r=4.0[\text{Hz}]$   $f_N=2.7[\text{Hz}]$   $U_r = 4.6$

### 付録 2-5 D=19[mm],U=32[m/s],T=7.5[kgf]の時

ここでは  $D=19[\text{mm}]$  のテフロンパイプに対し、 $U=32[\text{m/s}]$ ,  $T=7.5[\text{kgf}]$  で固定し、回転速度を変化させていく。つまり  $f_V=3.4[\text{Hz}]$   $f_N=2.7[\text{Hz}]$   $U_r = 6.1$  で一定となる。この下で回転速度比  $a=0\sim 240[\text{rpm}]$  まで  $30[\text{rpm}]$  刻みで上昇させていく。この時  $f_r = 0\sim 4$  まで変化する。この時の結果を以下に示す。

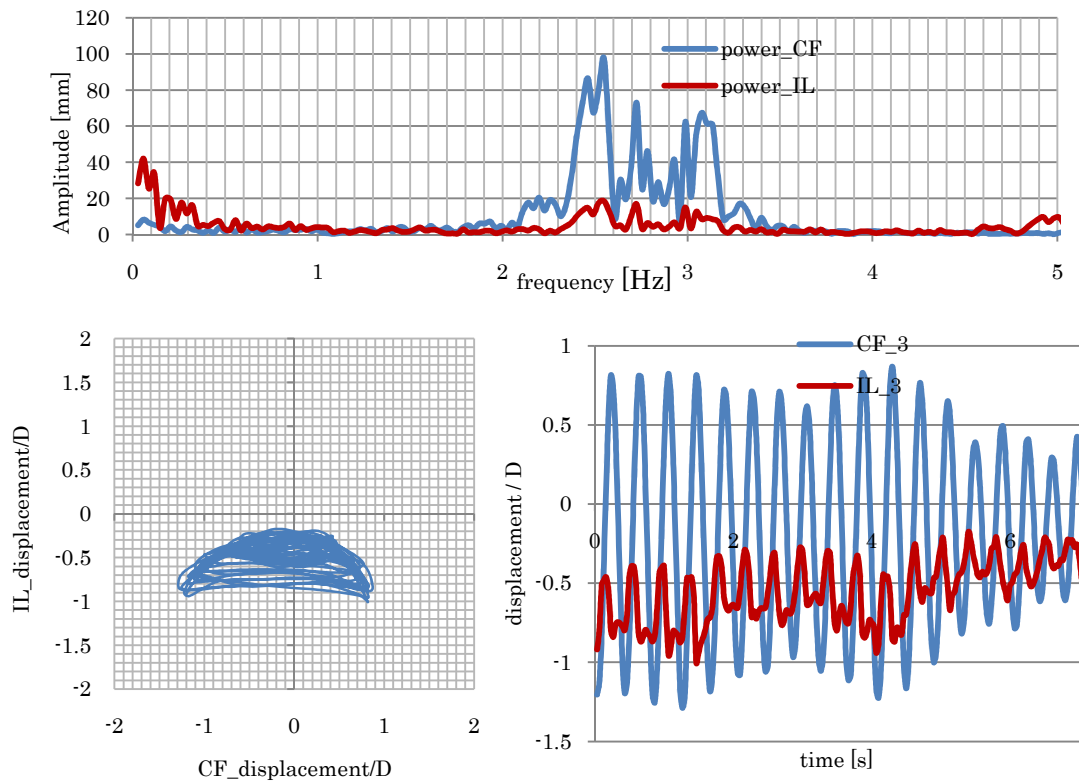


Fig.56  $U=32[\text{m/s}]$   $a = 0[\text{rpm}]$   $T=7.5[\text{kgf}]$   $f_V=3.4[\text{Hz}]$   $f_r=0[\text{Hz}]$   $f_N=2.7[\text{Hz}]$   $U_r = 6.1$

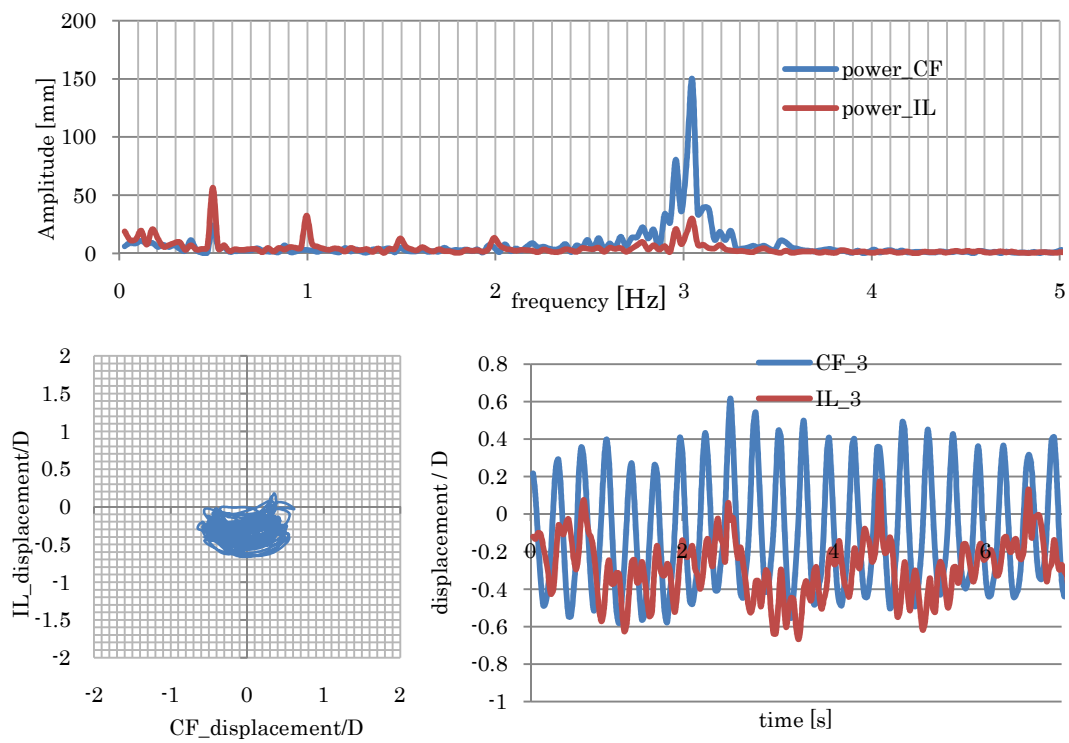


Fig.57  $U=32[\text{m/s}]$   $a = 30[\text{rpm}]$   $T=7.5[\text{kgf}]$   $f_v=3.4[\text{Hz}]$   $f_r=0.5[\text{Hz}]$   $f_N=2.7[\text{Hz}]$   $U_r = 6.1$

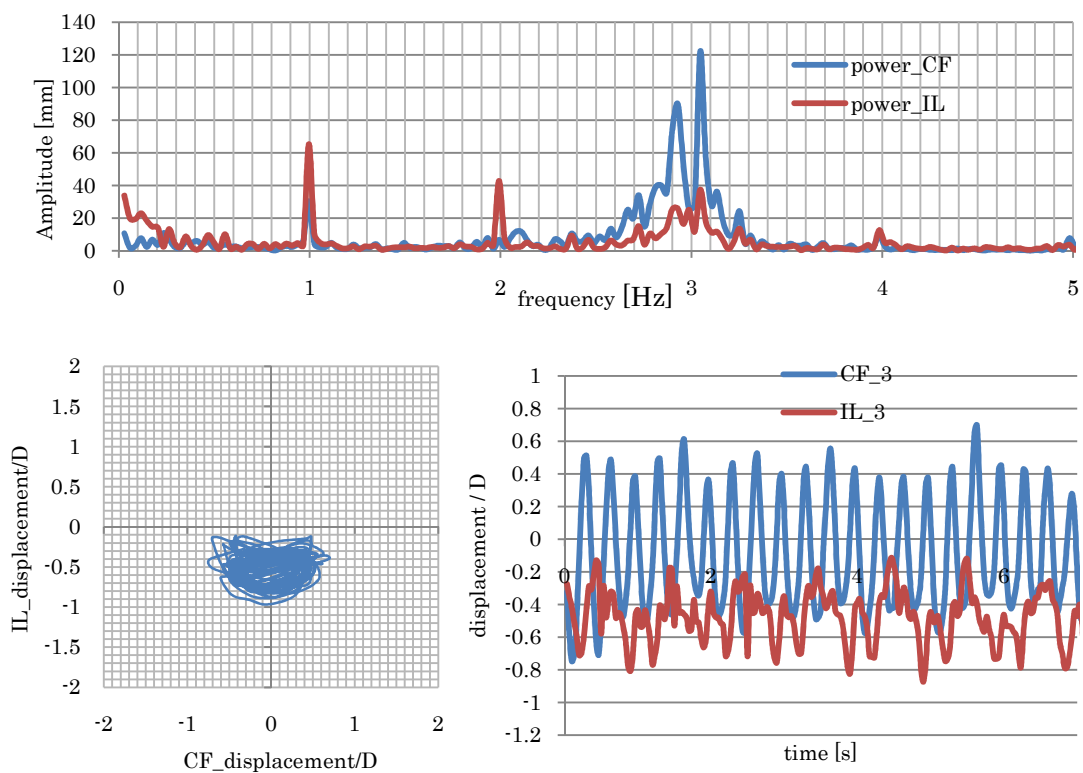


Fig.58  $U=32[\text{m/s}]$   $a = 60[\text{rpm}]$   $T=7.5[\text{kgf}]$   $f_v=3.4[\text{Hz}]$   $f_r=1.0[\text{Hz}]$   $f_N=2.7[\text{Hz}]$   $U_r = 6.1$

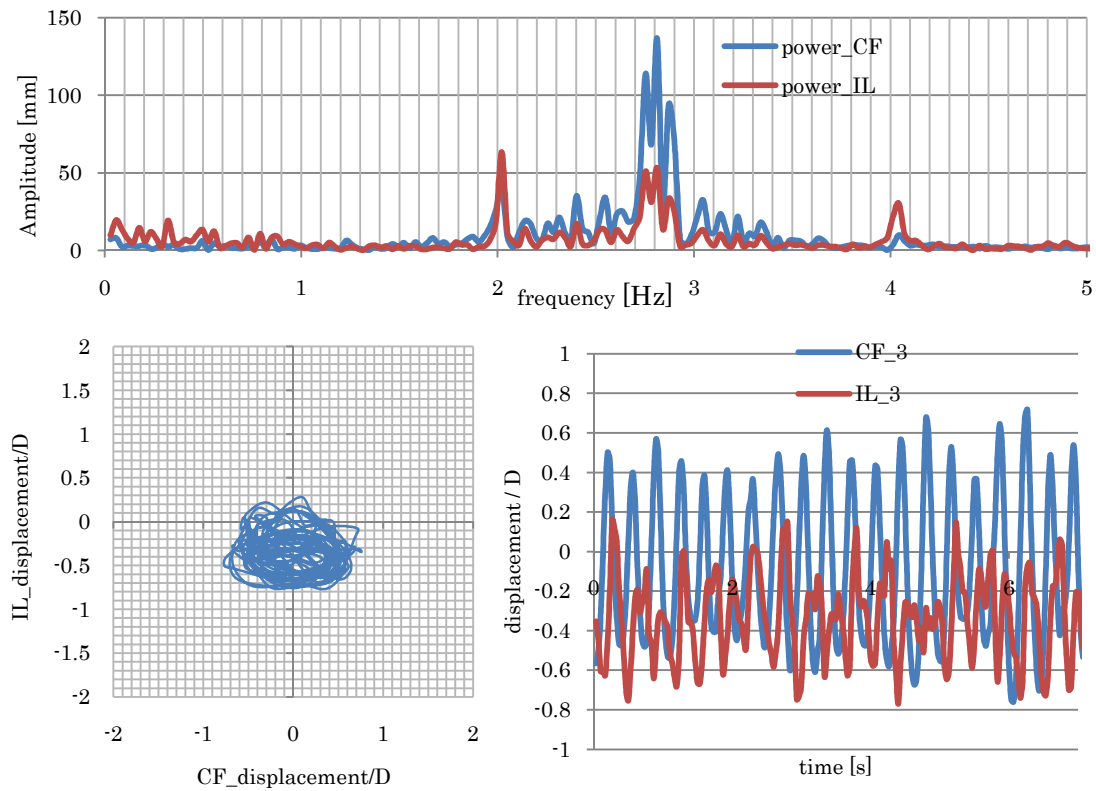


Fig.59  $U=32[\text{m/s}]$   $a = 120[\text{rpm}]$   $T=7.5[\text{kgf}]$   $f_v=3.4[\text{Hz}]$   $f_r=2.0[\text{Hz}]$   $f_N=2.7[\text{Hz}]$   $U_r = 6.1$

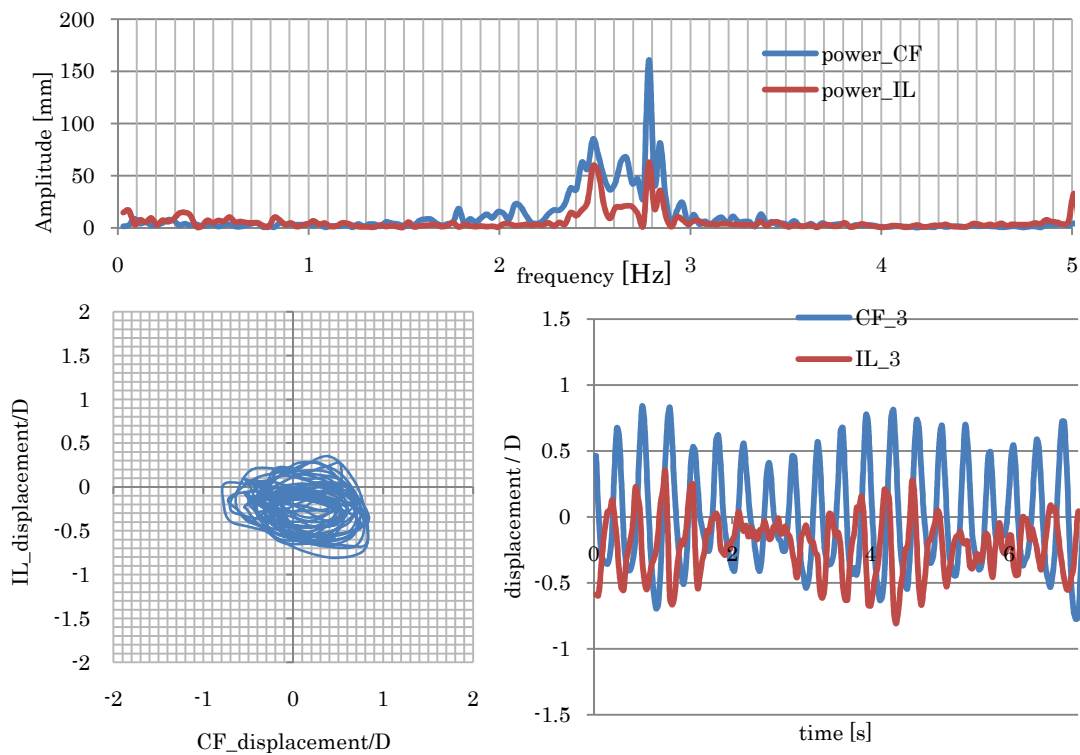


Fig.60  $U=32[\text{m/s}]$   $a = 150[\text{rpm}]$   $T=7.5[\text{kgf}]$   $f_v=3.4[\text{Hz}]$   $f_r=2.5[\text{Hz}]$   $f_N=2.7[\text{Hz}]$   $U_r = 6.1$

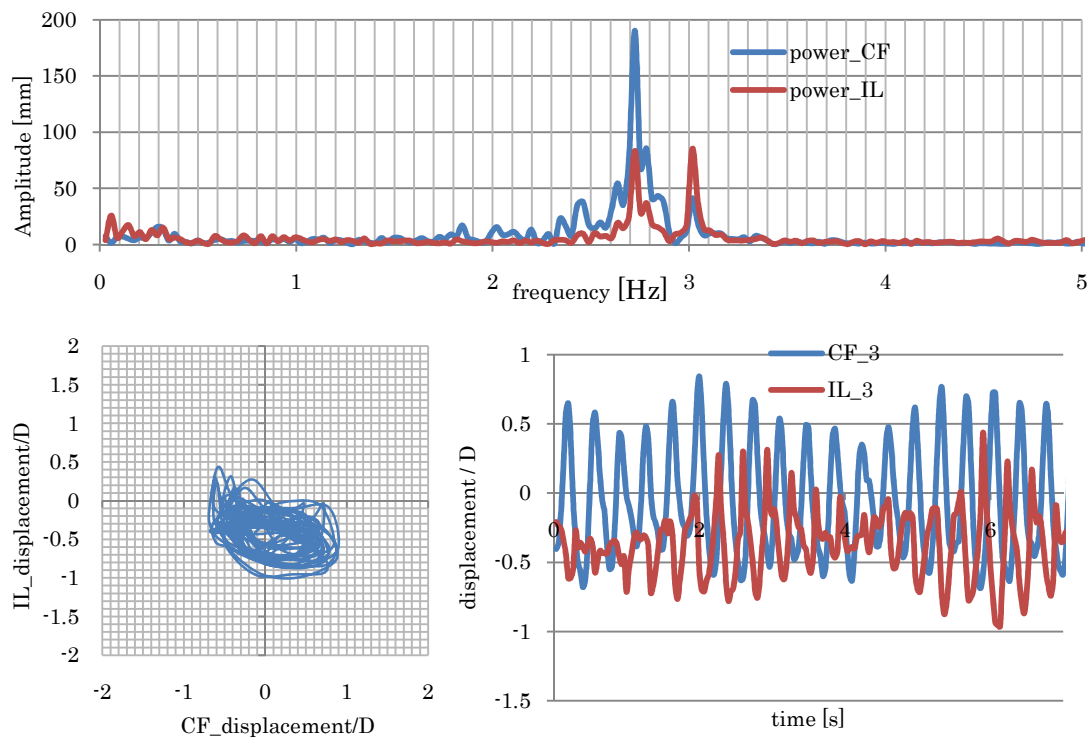


Fig.61  $U=32[\text{m/s}]_a = 180[\text{rpm}]_T=7.5[\text{kgf}]_{f_v}=3.4[\text{Hz}]_{f_r}=3.0[\text{Hz}]_{f_N}=2.7[\text{Hz}]_{U_r} = 6.1$

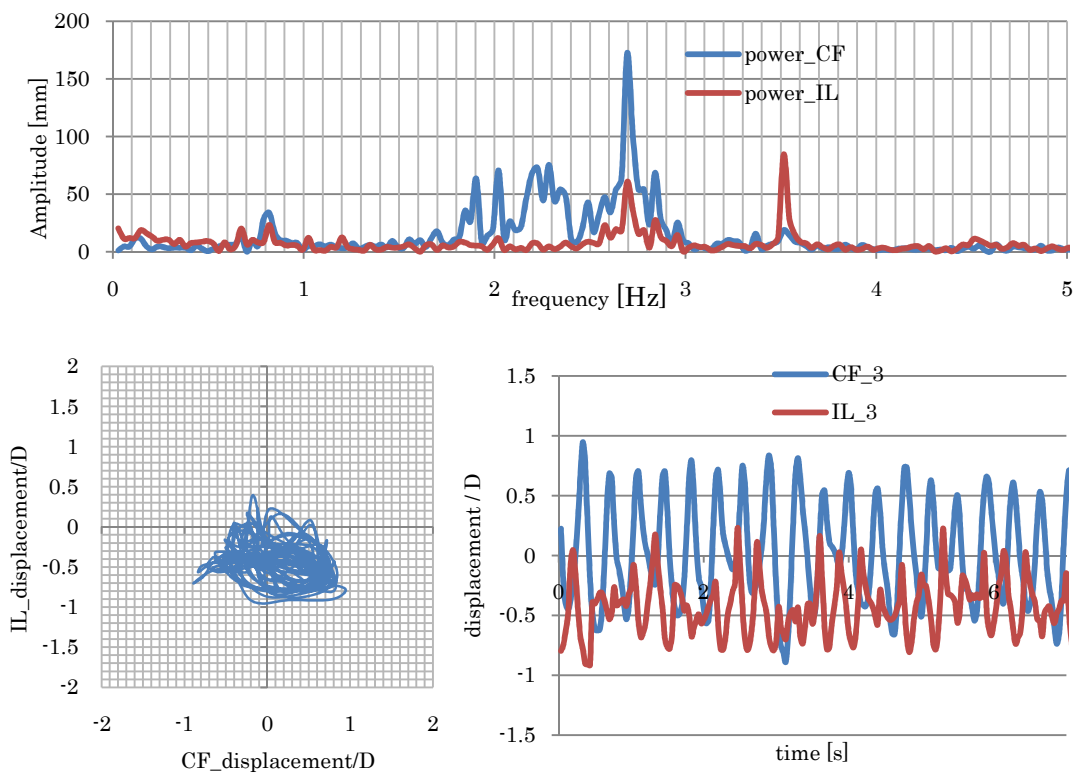


Fig.62  $U=32[\text{m/s}]_a = 210[\text{rpm}]_T=7.5[\text{kgf}]_{f_v}=3.4[\text{Hz}]_{f_r}=3.5[\text{Hz}]_{f_N}=2.7[\text{Hz}]_{U_r} = 6.1$



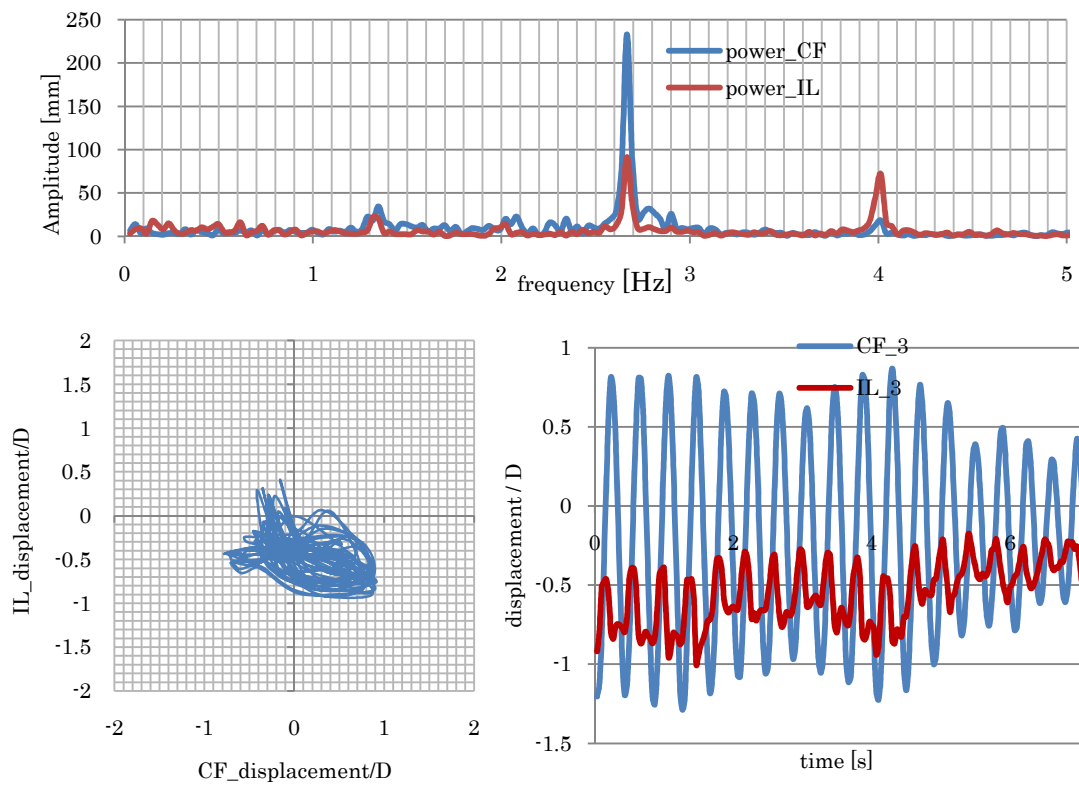


Fig.63  $U=32[\text{m/s}]$   $a = 240[\text{rpm}]$   $T=7.5[\text{kgf}]$   $f_v=3.4[\text{Hz}]$   $f_r=4.0[\text{Hz}]$   $f_N=2.7[\text{Hz}]$   $U_r = 6.1$

### 付録 2-6 D=28[mm],U=16[m/s],T=4.5[kgf]の時

ここでは D=28[mm]のテフロンパイプに対し、U=16[m/s],T=4.5[kgf]に固定し回転速度を変化させていく。つまり $f_V=1.1$ [Hz]  $f_N=1.5$ [Hz]  $U_r = 3.8$ で一定となる。この下で回転速度比  $a=30\sim 210$ [rpm]まで 30[rpm]刻みで上昇させていく。この時 $f_r = 0.5\sim 3.5$ まで変化する。この時の結果を以下に示す。

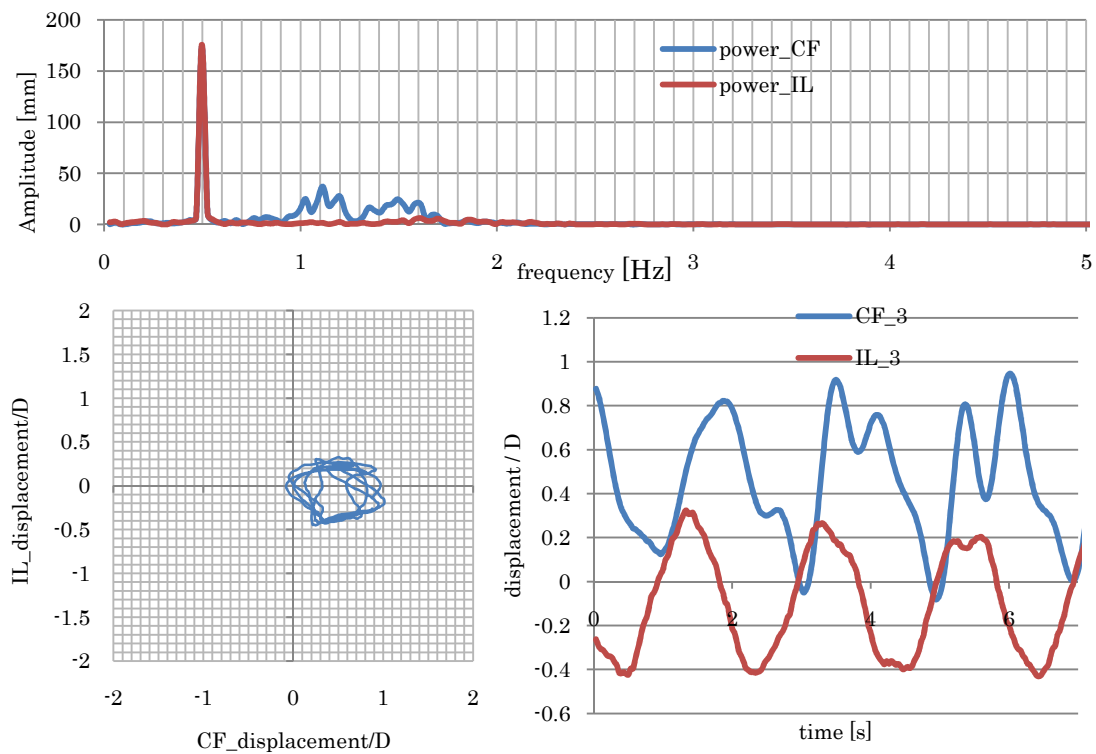


Fig.64 U=16[m/s]\_a = 30[rpm]\_T=4.5[kgf]\_f<sub>V</sub>=1.1[Hz]\_f<sub>r</sub>=0.5[Hz]\_f<sub>N</sub>=1.5[Hz]\_U<sub>r</sub> = 3.8

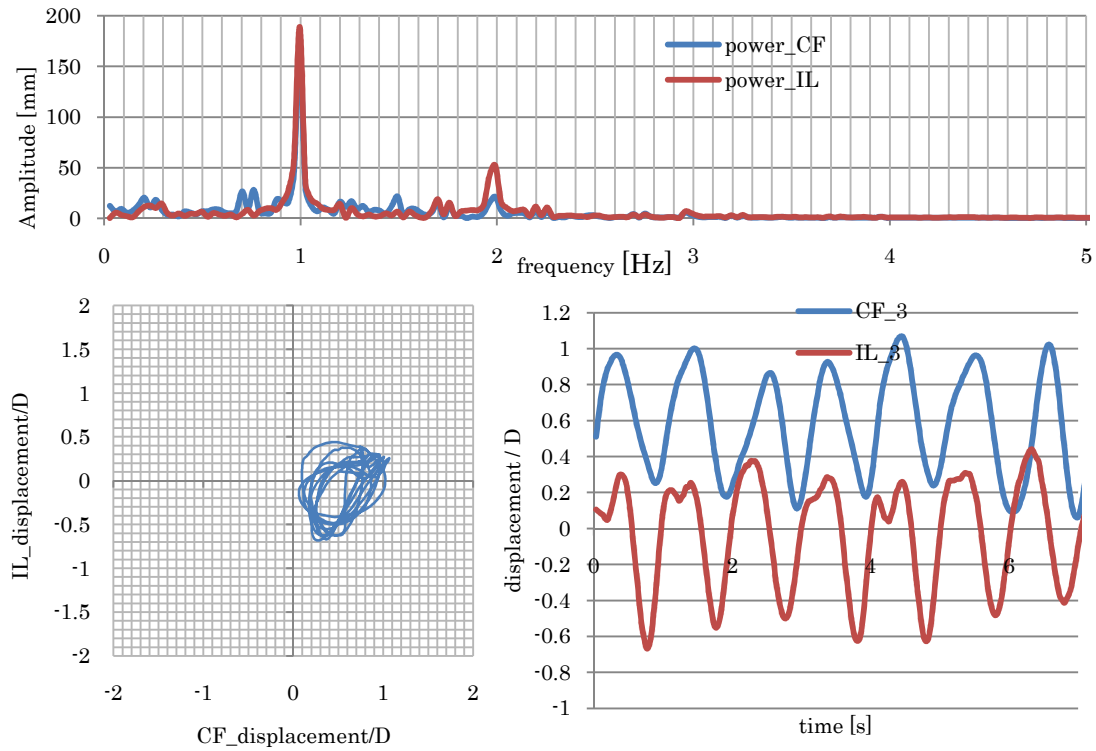


Fig.65  $U=16$ [m/s]\_a = 60[rpm]\_T=4.5[kgf]\_f\_v=1.1[Hz]\_f\_r=1.0[Hz]\_f\_N=1.5[Hz]\_U\_r = 3.8

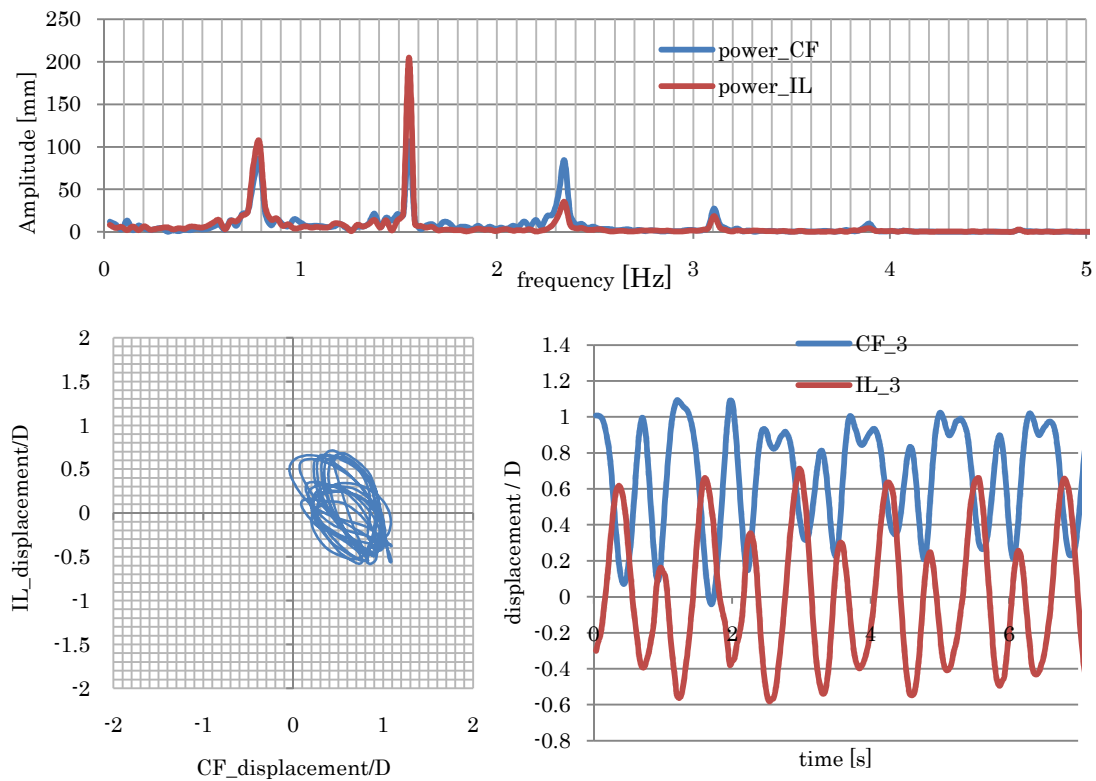


Fig.66  $U=16$ [m/s]\_a = 90[rpm]\_T=4.5[kgf]\_f\_v=1.1[Hz]\_f\_r=1.5[Hz]\_f\_N=1.5[Hz]\_U\_r = 3.8

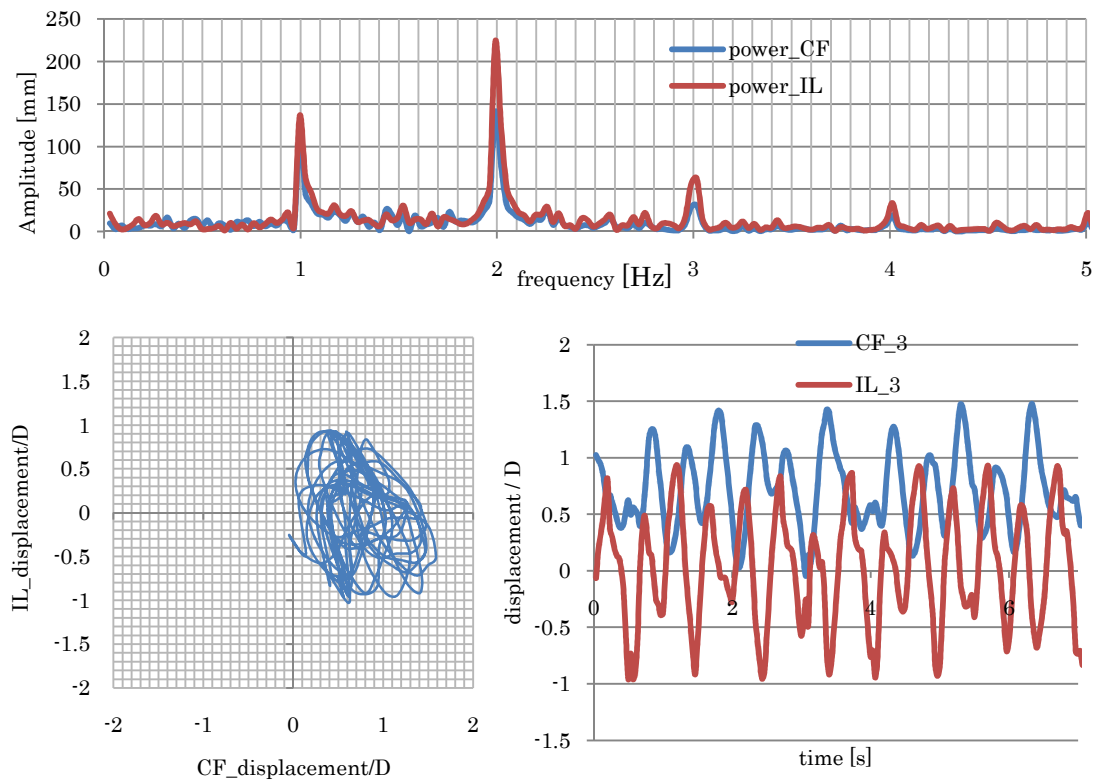


Fig.67  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 120[\text{rpm}]$   $T=4.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.1[\text{Hz}]$   $f_r=2.0[\text{Hz}]$   $f_N=1.5[\text{Hz}]$   $U_r = 3.8$

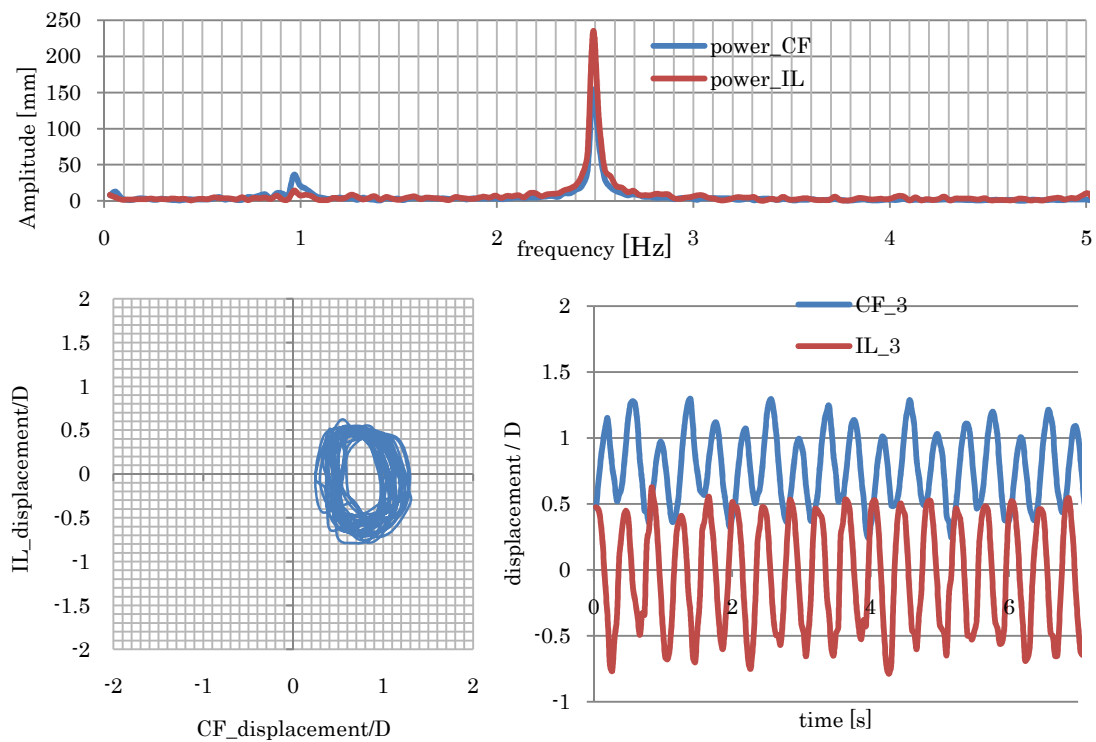


Fig.68  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 150[\text{rpm}]$   $T=4.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.1[\text{Hz}]$   $f_r=2.5[\text{Hz}]$   $f_N=1.5[\text{Hz}]$   $U_r = 3.8$

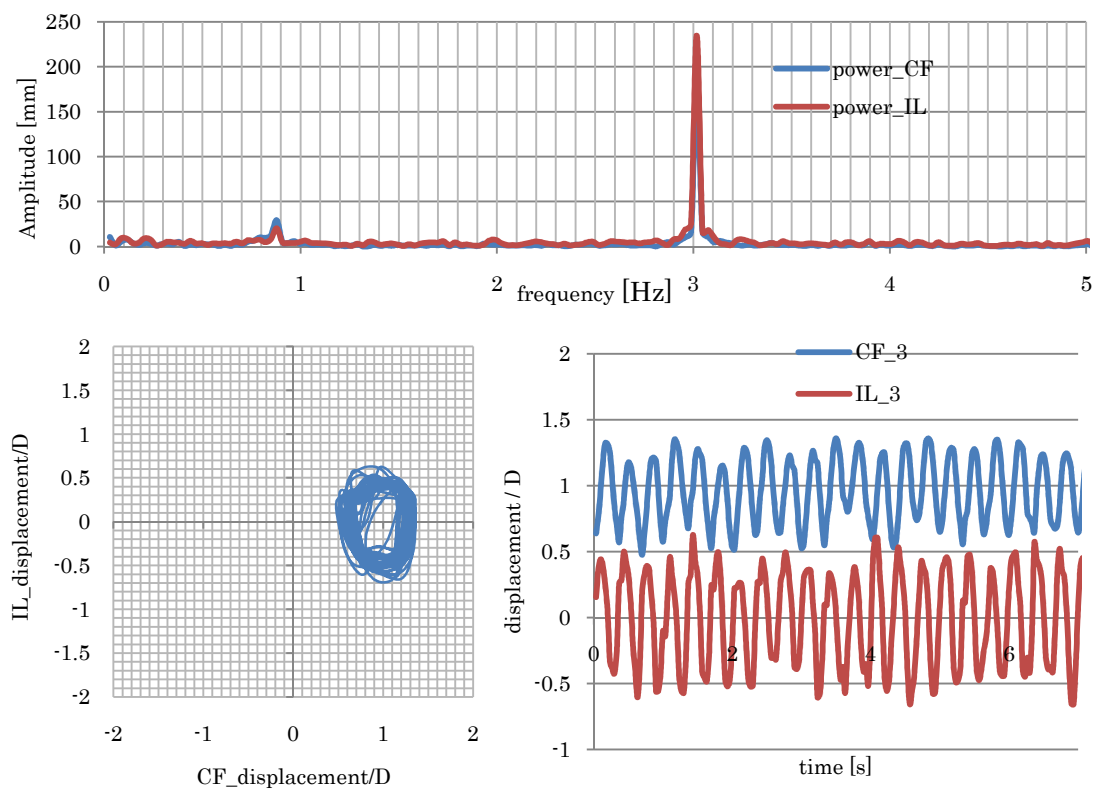


Fig.69  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 180[\text{rpm}]$   $T=4.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.1[\text{Hz}]$   $f_r=3.0[\text{Hz}]$   $f_N=1.5[\text{Hz}]$   $U_r = 3.8$

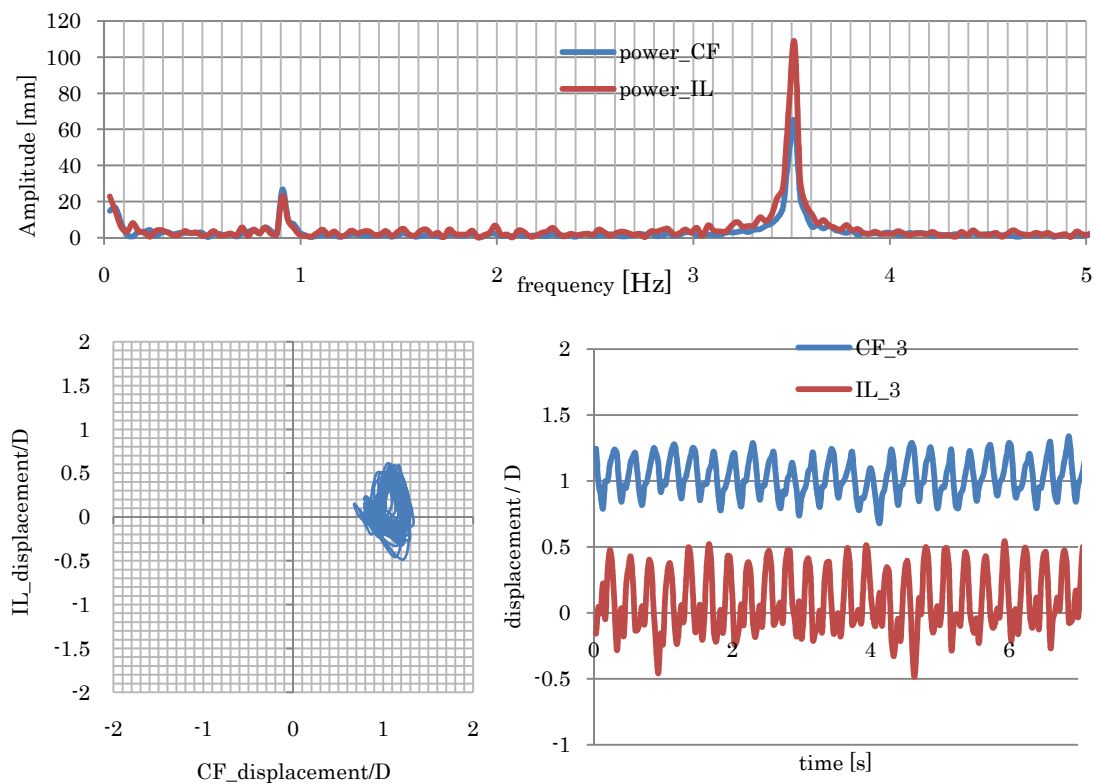


Fig.70  $U=16[\text{m/s}]$   $a = 210[\text{rpm}]$   $T=4.5[\text{kgf}]$   $f_v=1.1[\text{Hz}]$   $f_r=3.5[\text{Hz}]$   $f_N=1.5[\text{Hz}]$   $U_r = 3.8$

### 付録 2-7 D=28[mm],U=24[m/s],T=2.0[kgf]の時

ここでは  $D=28[\text{mm}]$  のテフロンパイプに対し、 $U=24[\text{m/s}]$ ,  $T=2.0[\text{kgf}]$  で固定し、回転速度を変化させていく。つまり  $f_V=1.7[\text{Hz}]$   $f_N=1.0[\text{Hz}]$   $U_r = 8.5$  で一定となる。この下で回転速度比  $a=0\sim 240[\text{rpm}]$  まで  $40[\text{rpm}]$  刻みで上昇させていく。この時  $f_r = 0.0\sim 4.0$  まで変化する。この時の結果を以下に示す。

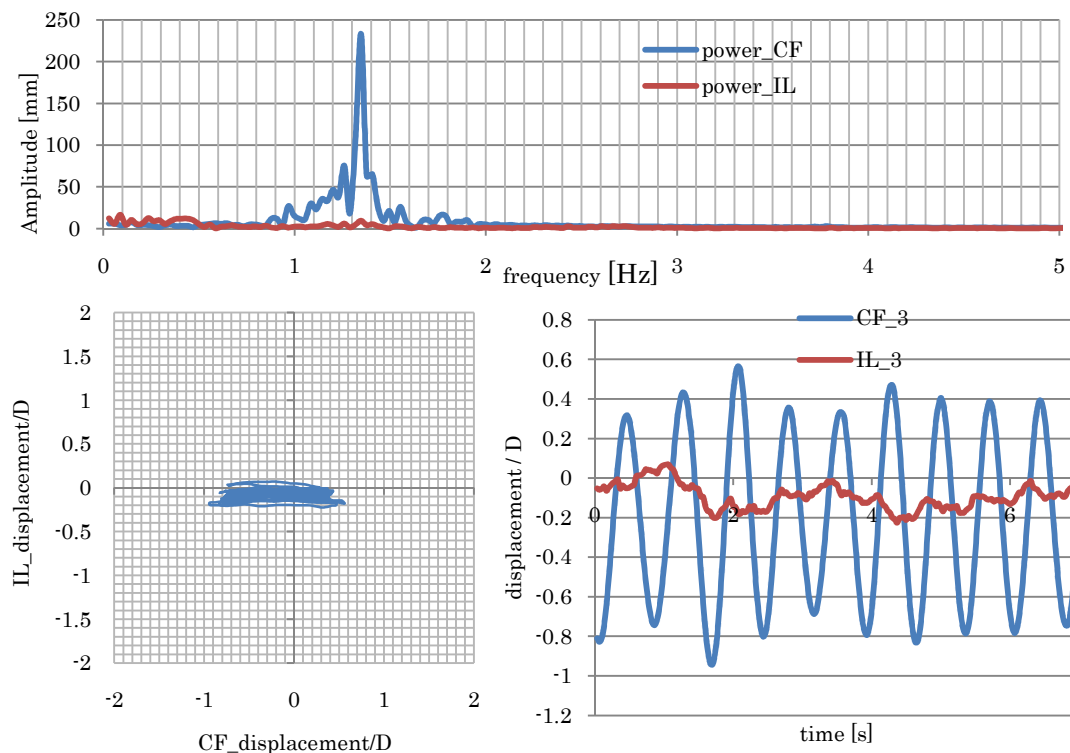


Fig.71  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 0[\text{rpm}]$   $T=2.0[\text{kgf}]$   $f_V=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=0.0[\text{Hz}]$   $f_N=1.0[\text{Hz}]$   $U_r = 8.5$

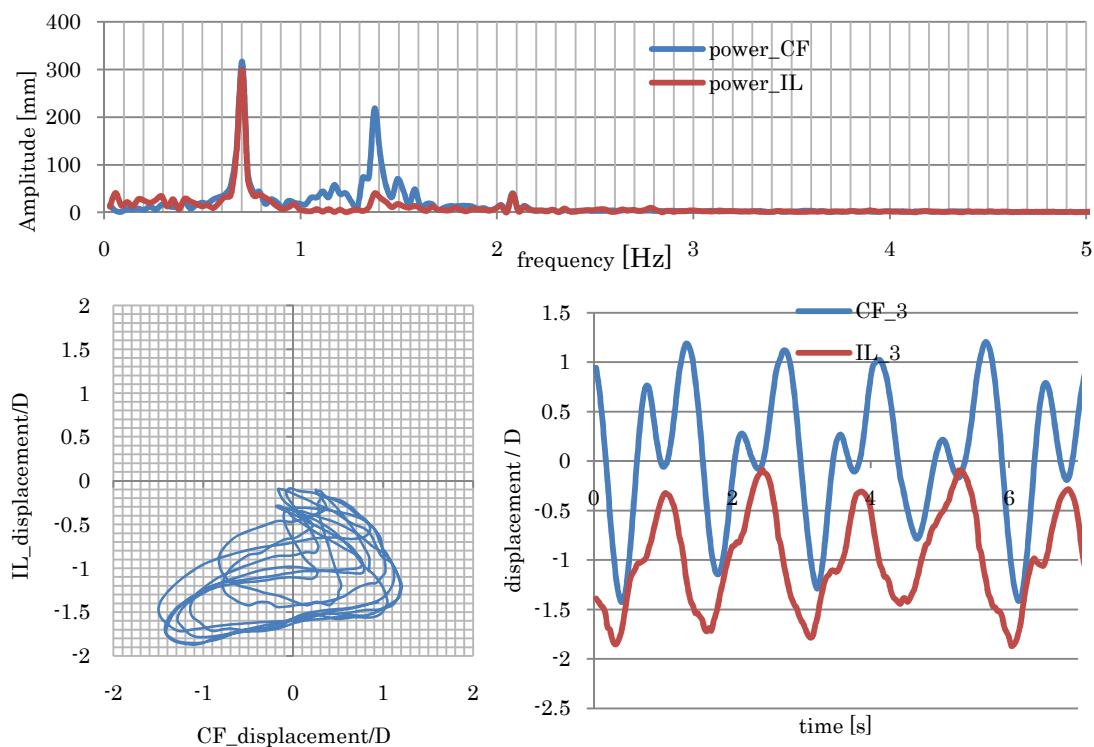


Fig.72  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 40[\text{rpm}]$   $T=2.0[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=0.5[\text{Hz}]$   $f_N=1.0[\text{Hz}]$   $U_r = 8.5$

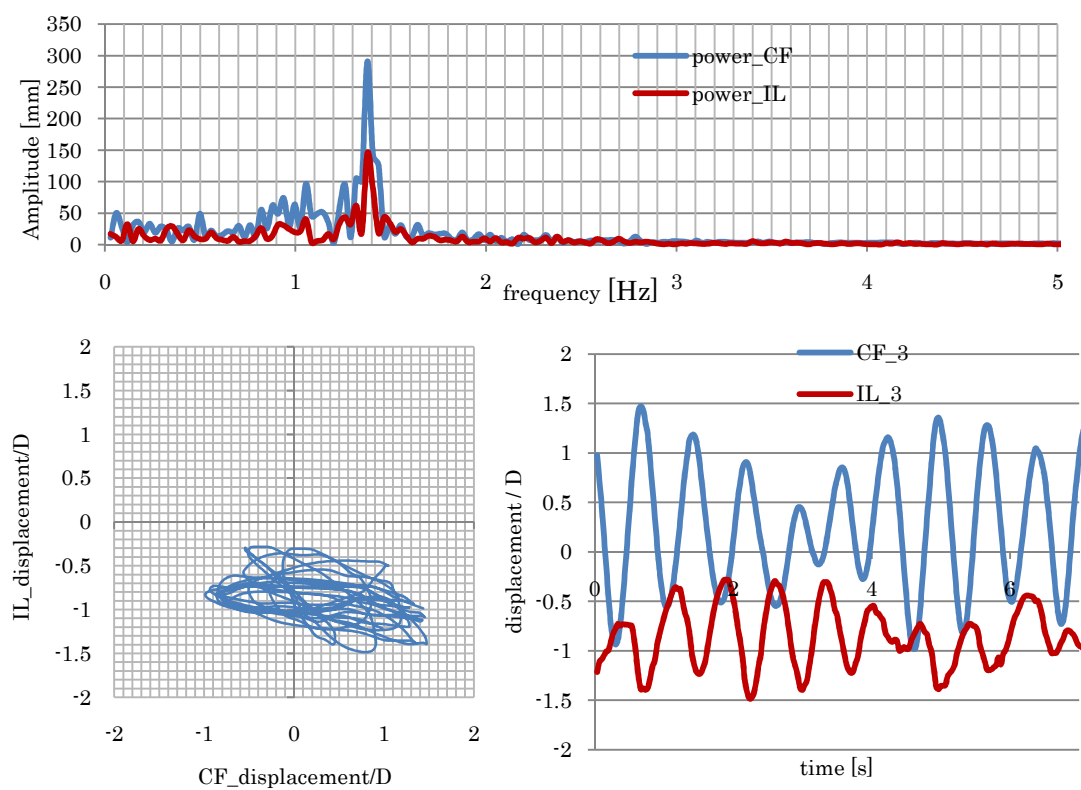


Fig.73  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 80[\text{rpm}]$   $T=2.0[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=1.0[\text{Hz}]$   $f_N=1.0[\text{Hz}]$   $U_r = 8.5$

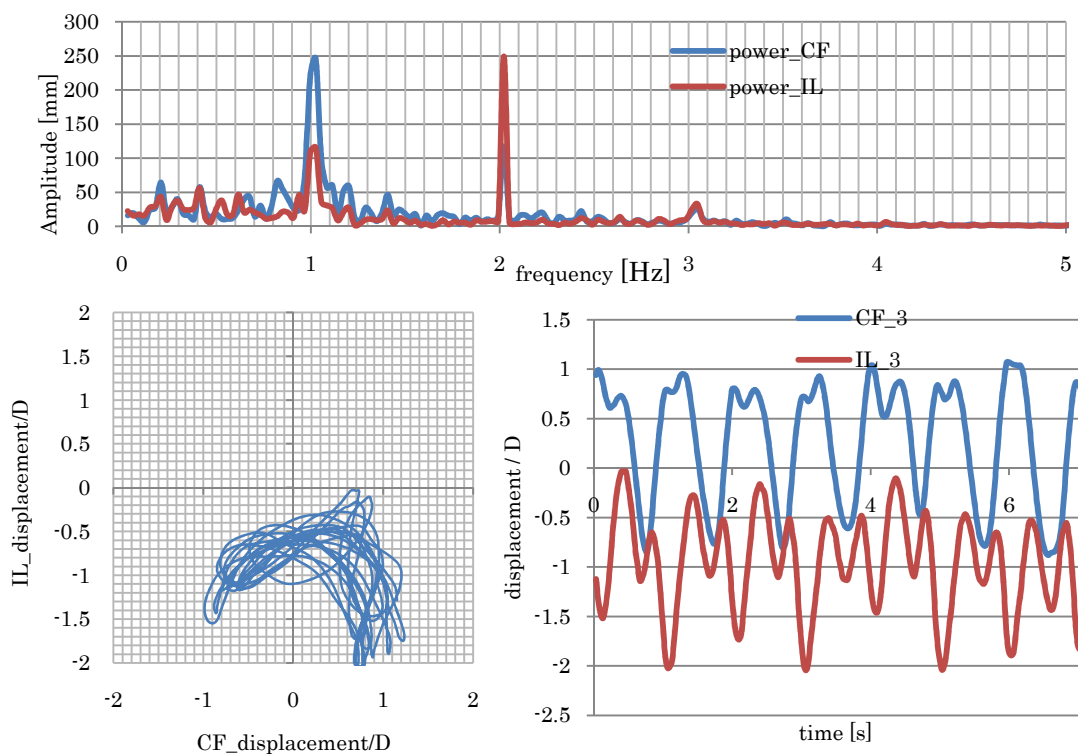


Fig.74  $U=24[\text{m/s}]_a = 120[\text{rpm}]_T=2.0[\text{kgf}]_{f_v}=1.7[\text{Hz}]_{f_r}=1.5[\text{Hz}]_{f_N}=1.0[\text{Hz}]_{U_r} = 8.5$

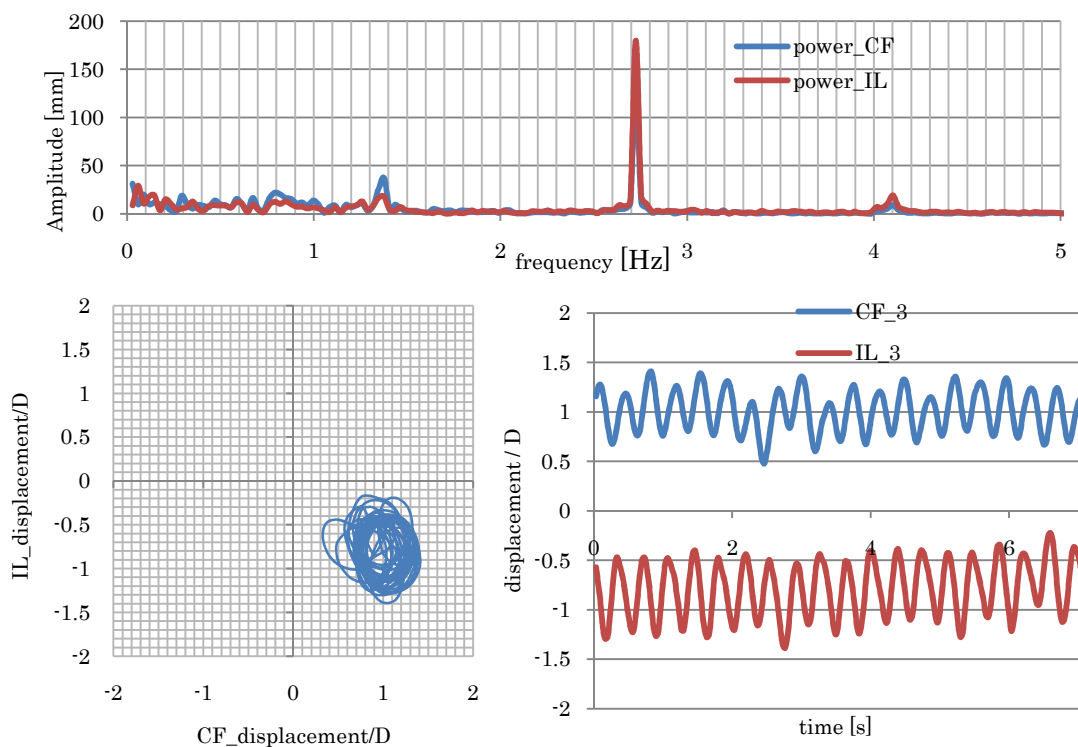


Fig.75  $U=24[\text{m/s}]_a = 160[\text{rpm}]_T=2.0[\text{kgf}]_{f_v}=1.7[\text{Hz}]_{f_r}=2.0[\text{Hz}]_{f_N}=1.0[\text{Hz}]_{U_r} = 8.5$



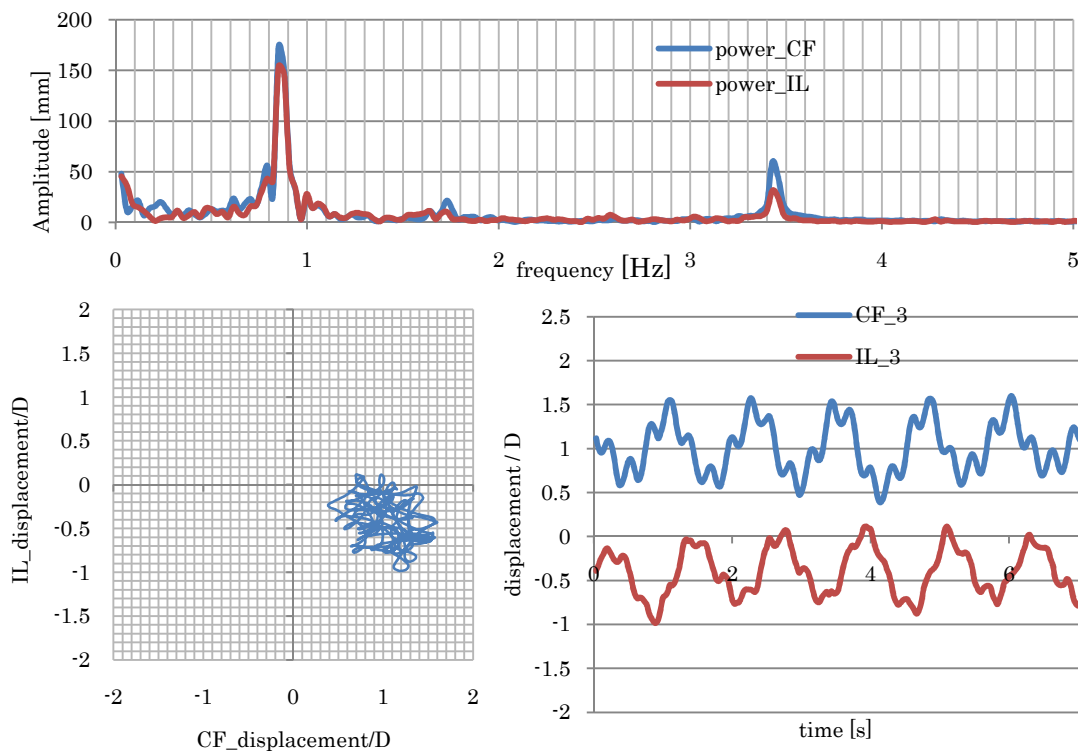


Fig.76  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 200[\text{rpm}]$   $T=2.0[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=2.5[\text{Hz}]$   $f_N=1.0[\text{Hz}]$   $U_r = 8.5$

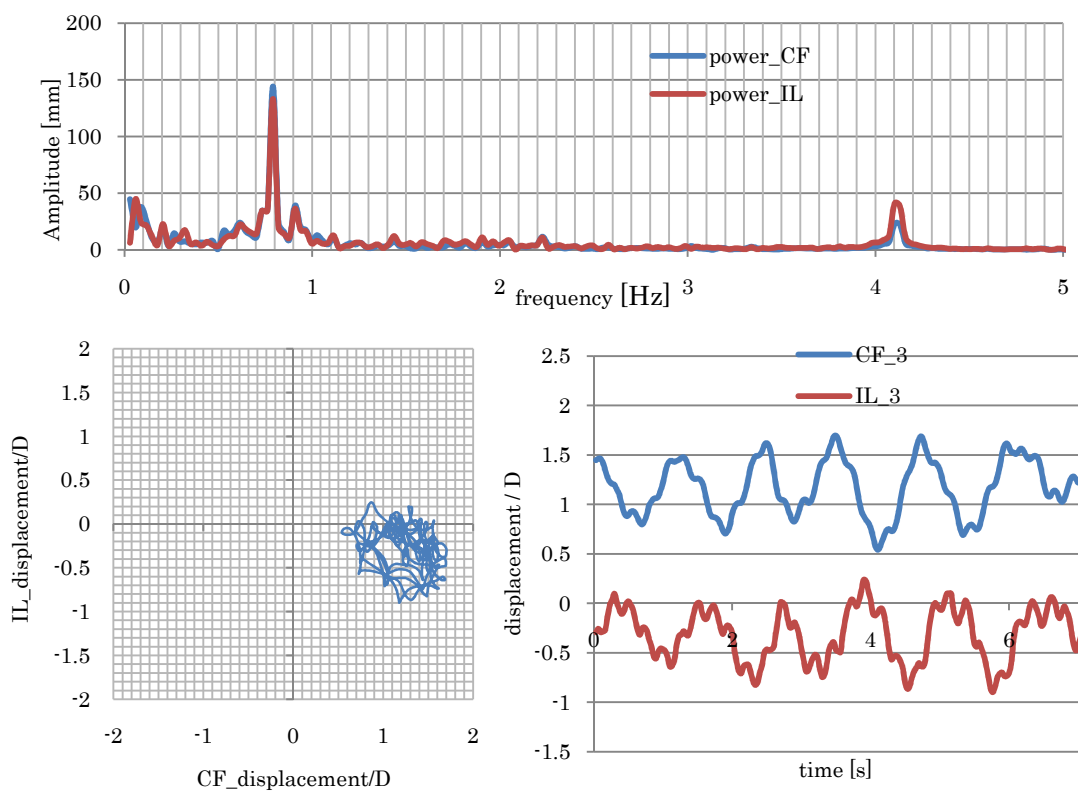


Fig.77  $U=24[\text{m/s}]$   $a = 240[\text{rpm}]$   $T=2.0[\text{kgf}]$   $f_v=1.7[\text{Hz}]$   $f_r=3.0[\text{Hz}]$   $f_N=1.0[\text{Hz}]$   $U_r = 8.5$