

1-2-2 データ処理（その1）

補正後のデータを、4500 レコードから 5500 レコード（45 秒から 55 秒のデータ）を抽出し、X 前後、Y 左右、Z 上下に於いて、平均値・最大値/最小値、およびばらつき評価の為に標準偏差を集計する。

表 2

X前後-平均・最大値・最小値

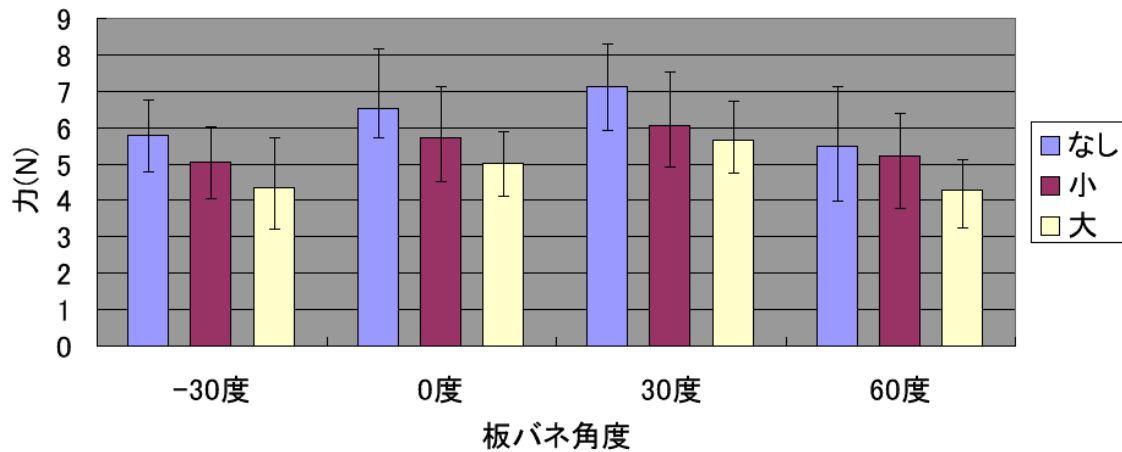
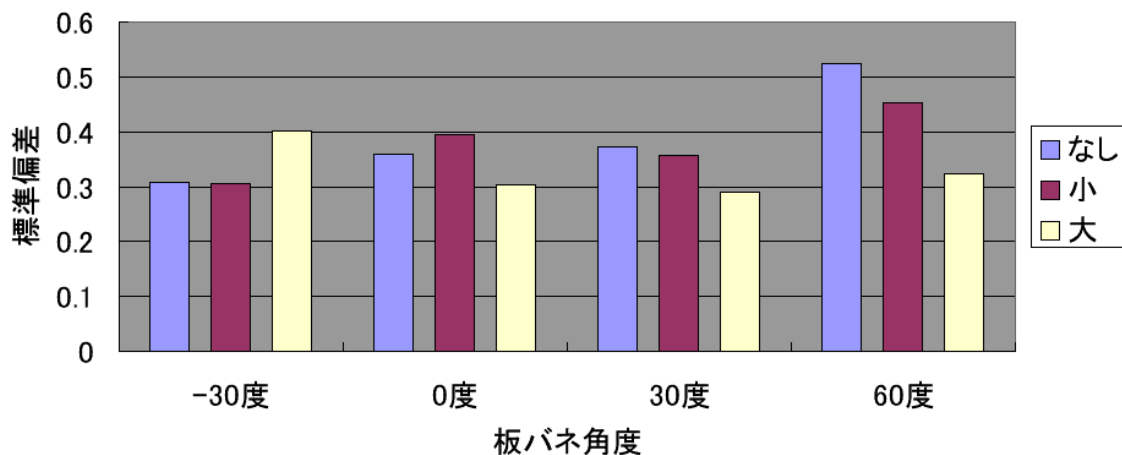


表 3

X前後-標準偏差



X 前後方向力は小さなカバーよりも、大カバーの方が風の抵抗の低減効果が大きい。
 -30 度では、大カバーのほうが振動のばらつきが大きい。0 度では小カバーのほうがばらつきが大きい。30 度に於いて、カバーによる風圧力の変化（効果）が大きい。60 に於いては大カバーが振動のばらつきが小さい。

表 4

Y左右-平均・最大値・最小値

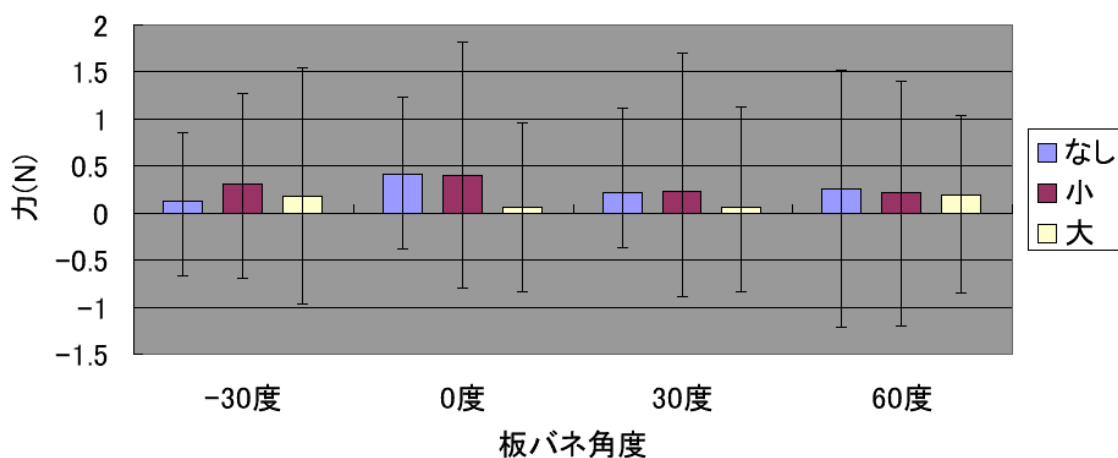
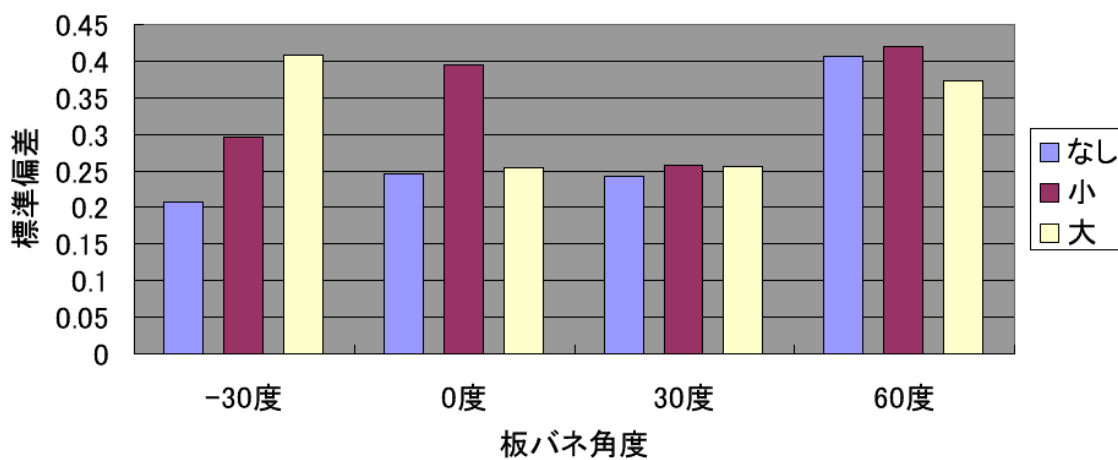


表 5

Y左右-標準偏差



左右方向の力は、もともと小さいが、0度、30度で大カバーで極めて大きな力の変化が出た。小カバーでは、0度、30度で力の平均値の変化はなく、最大値最小値が大きくなり、0度に於いては、ばらつきが大きくなった。ばらつき-30度では小カバーで1.5倍、大カバーで2倍とカバーがあったほうが大きなばらつきが発生した。0度では小カバーでのばらつきが大きくなった。

表 6

Z上下-平均・最大値・最小値

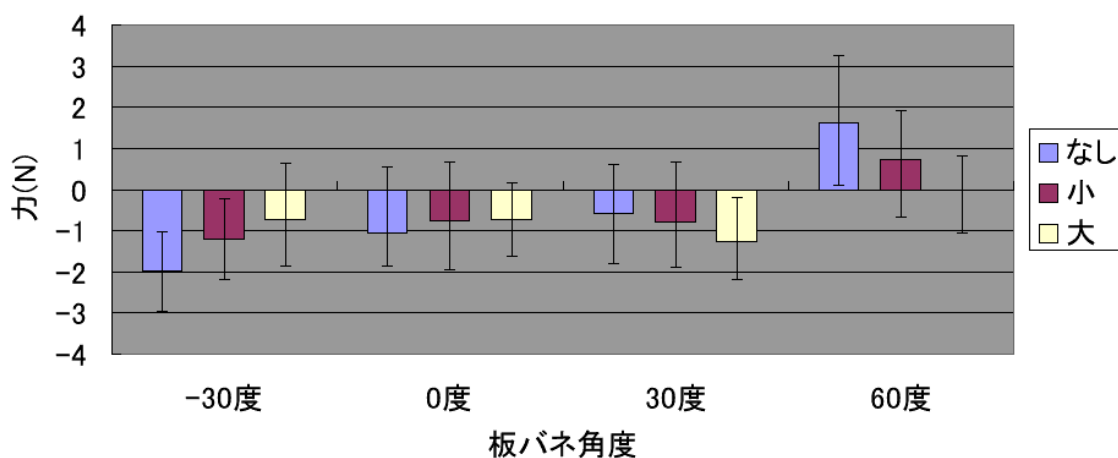
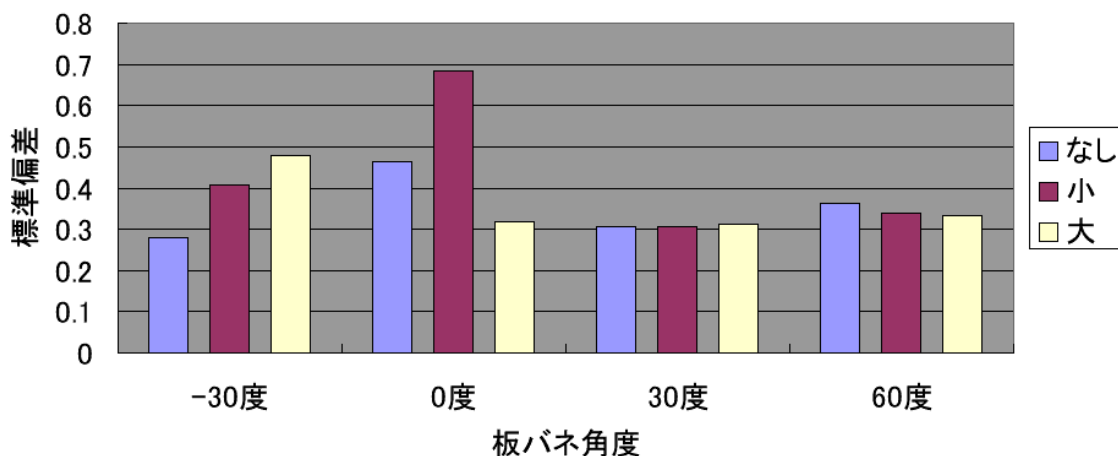


表 7

Z上下-標準偏差



上下方向の力は、板バネと風の角度によってカバーの影響が抵抗増加になったり、減少したりする。R 湾曲部が翼と同じ作用を発生していると思われる。30 度に於いては、カバーが大きくなるに従い、負の方向の力（足を下げる、膝を伸ばす）が大きく発生した。-30 度に於いてはカバーがないと負の方向の力（足を下げるこの-30 の姿勢では膝を曲げる）が働いた。60 度では、カバーがないと正の方向の力（足を上げる、膝を曲げる力）が働くがカバーを装着することで力が小さくなった。

1-2-3 データ処理 (その2)

補正後のデータを 4500 レコードから 5500 レコード(45 秒から 55 秒のデータ)を抽出し、X 前後 0 度と 30 度、Y 左右 0 度と 30 度、Z 上下 0 度と 30 度に於いて、DFT フーリエ変換による周波数解析によりピーク周波数-スペクトル線図により振動変化を見出す。

表 8

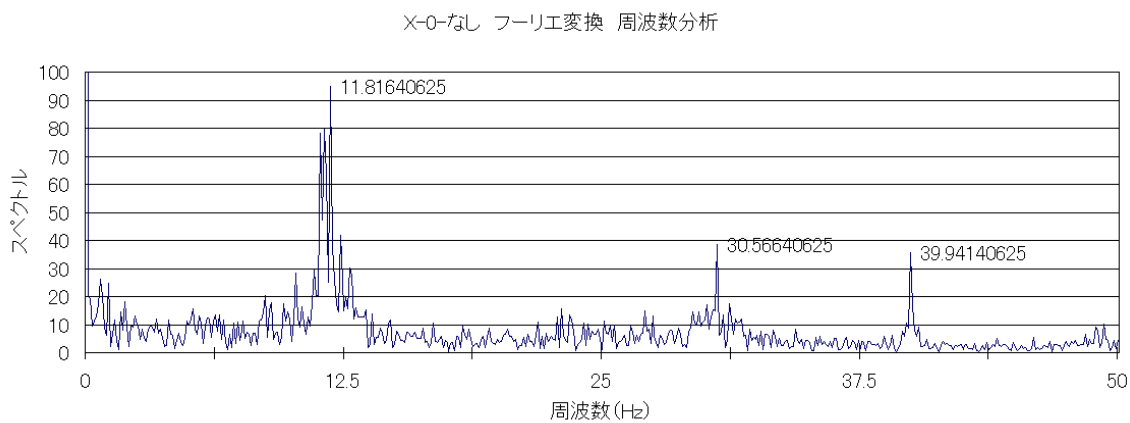


表 9

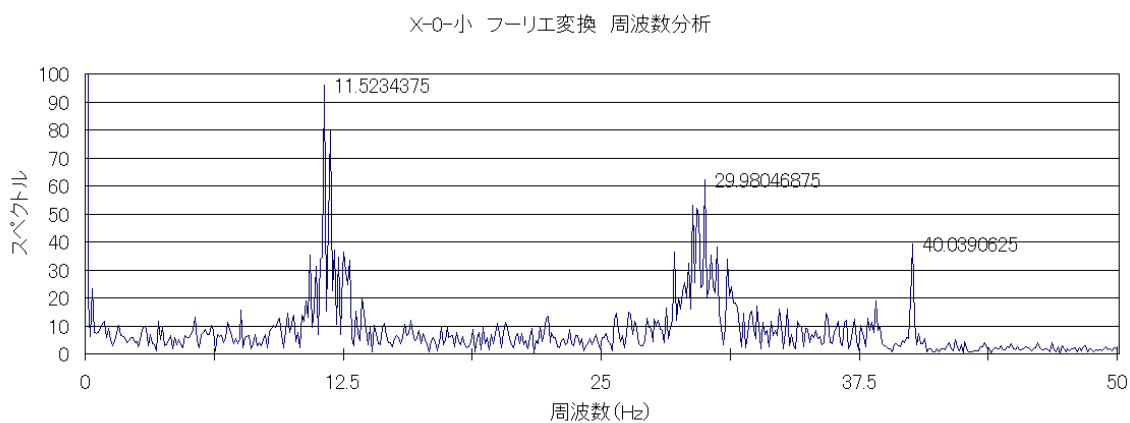


表 10

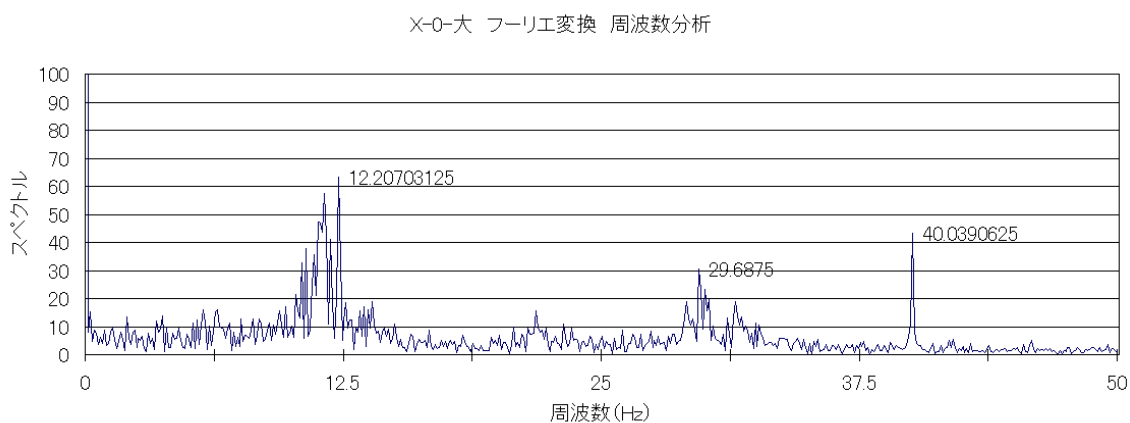


表 11

X-30-なし フーリエ変換 周波数分析

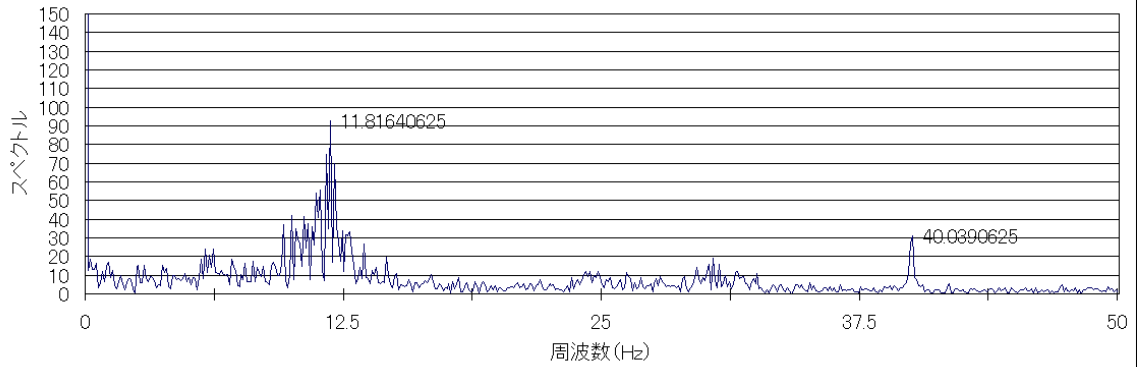


表 12

X-30-小 フーリエ変換 周波数分析

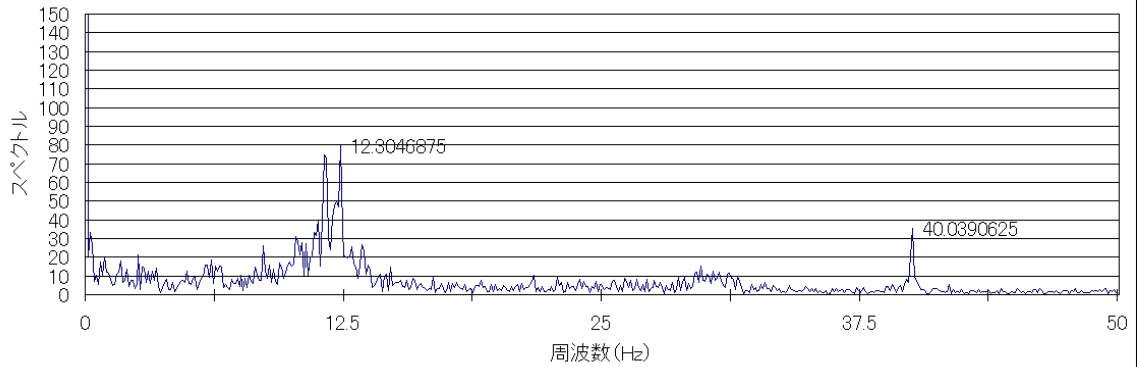


表 13

X-30-大 フーリエ変換 周波数分析

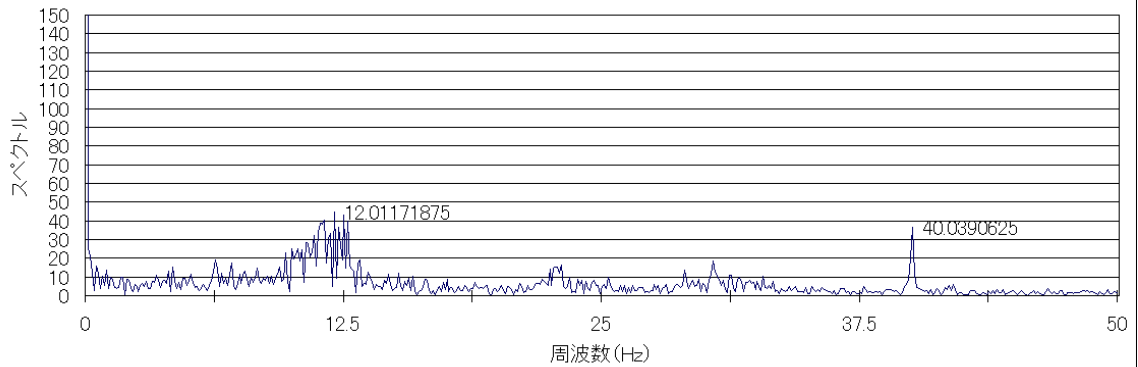


表 14

Y-0-なし フーリエ変換 周波数分析

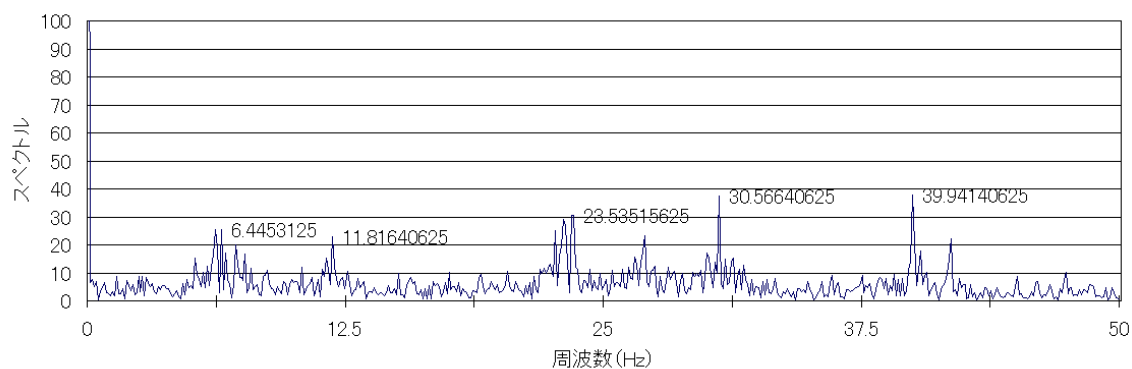


表 15

Y-0-小 フーリエ変換 周波数分析

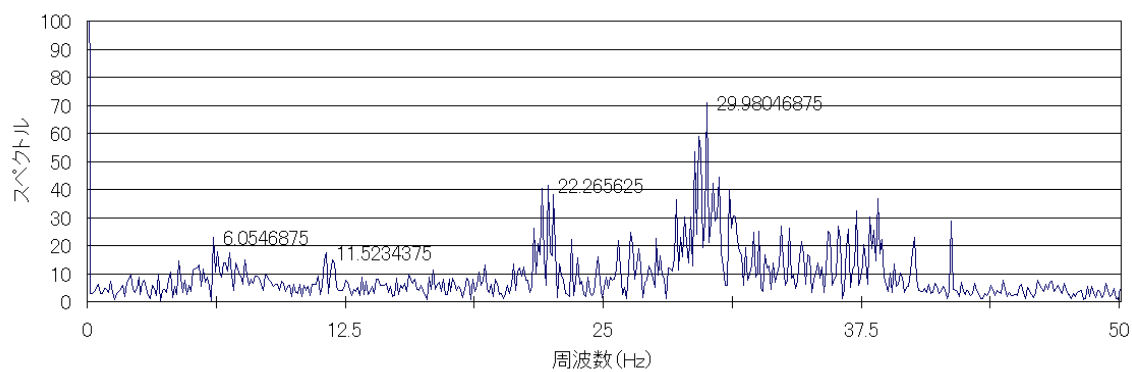


表 16

Y-0-大 フーリエ変換 周波数分析

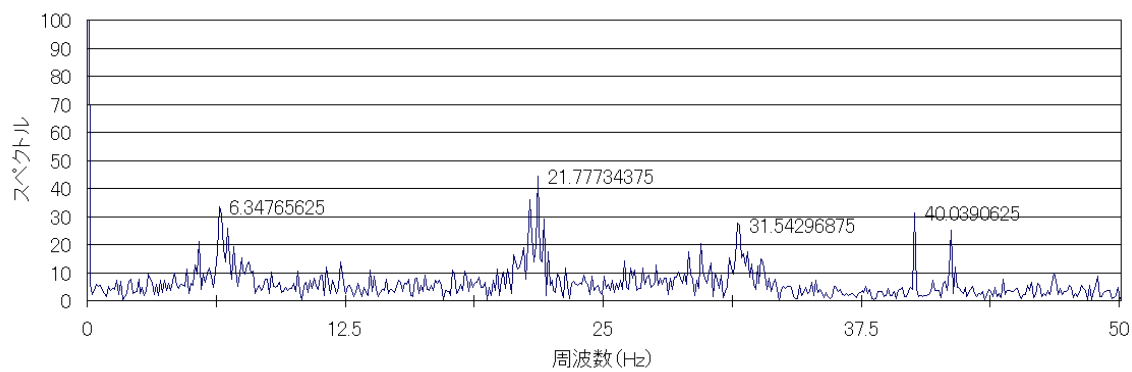


表 17

Y-30-なし フーリエ変換 周波数分析

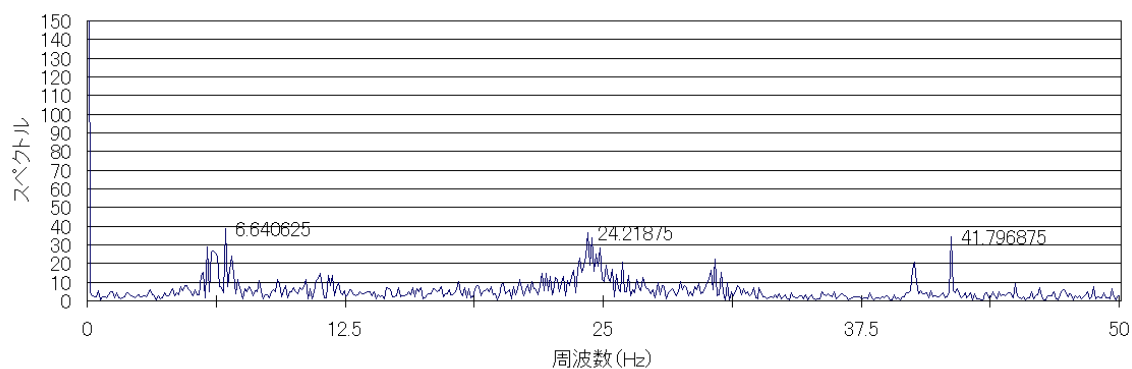


表 18

Y-30-小 フーリエ変換 周波数分析

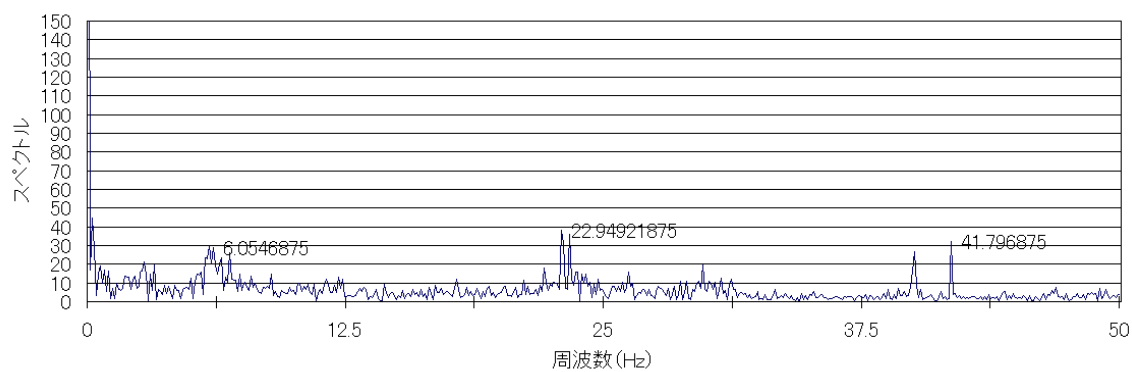


表 19

Y-30-大 フーリエ変換 周波数分析

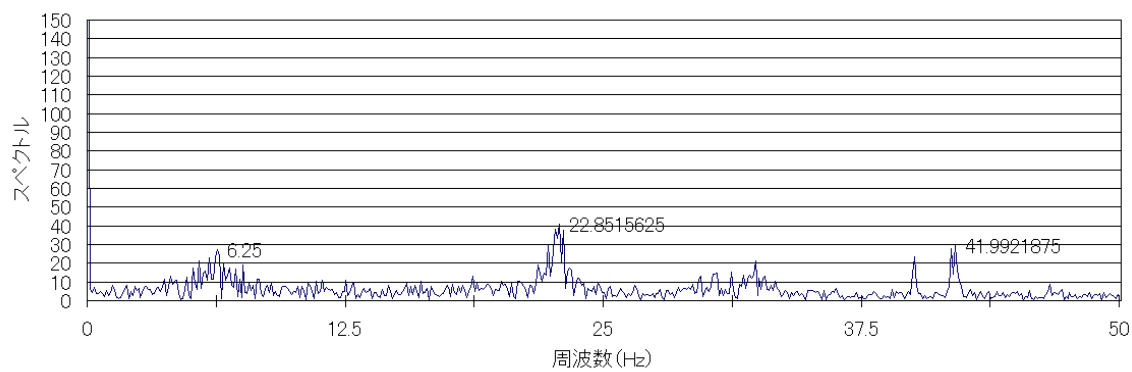


表 20

Z-0-なし フーリエ変換 周波数分析

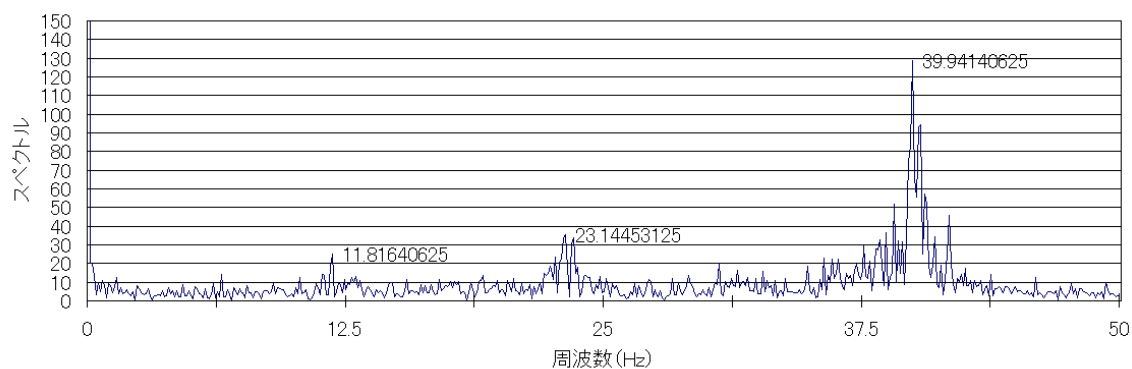


表 21

Z-0-小 フーリエ変換 周波数分析

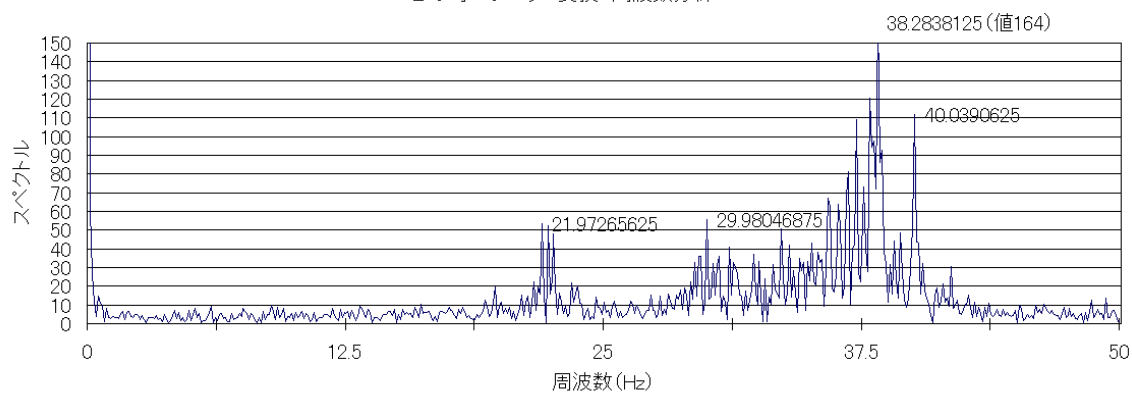


表 22

Z-0-大 フーリエ変換 周波数分析



表 23

Z-30-なし フーリエ変換 周波数分析

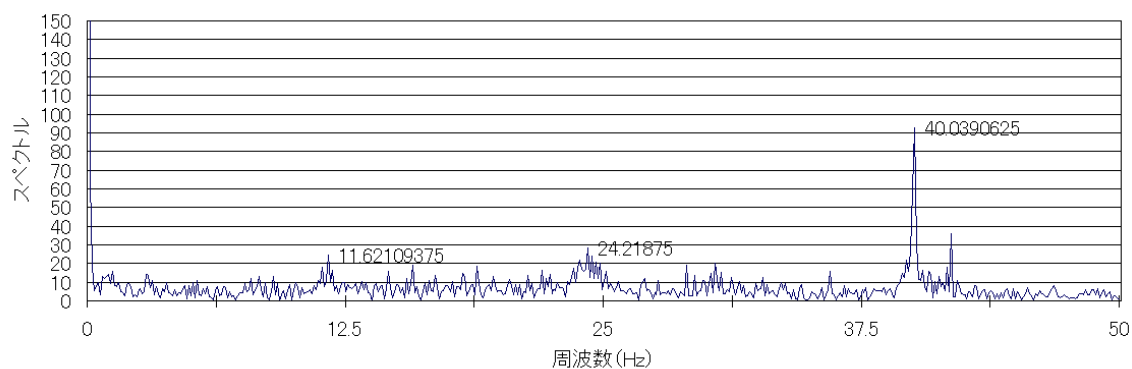


表 24

Z-30-小 フーリエ変換 周波数分析

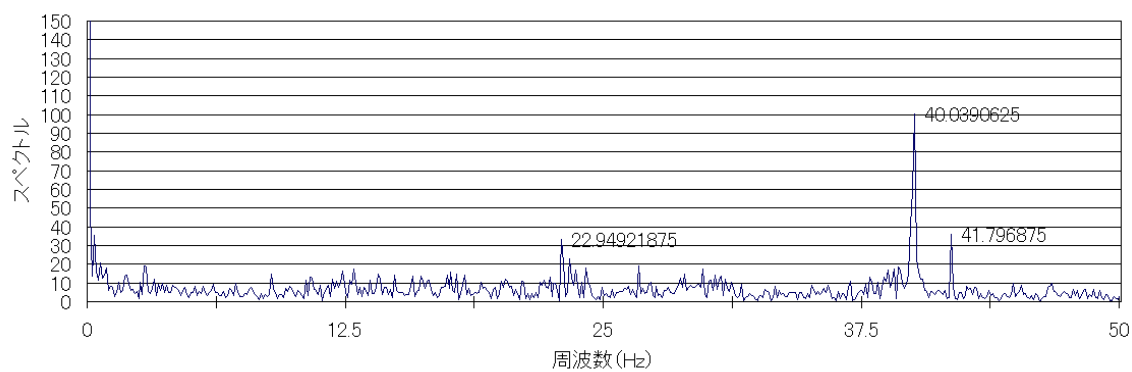
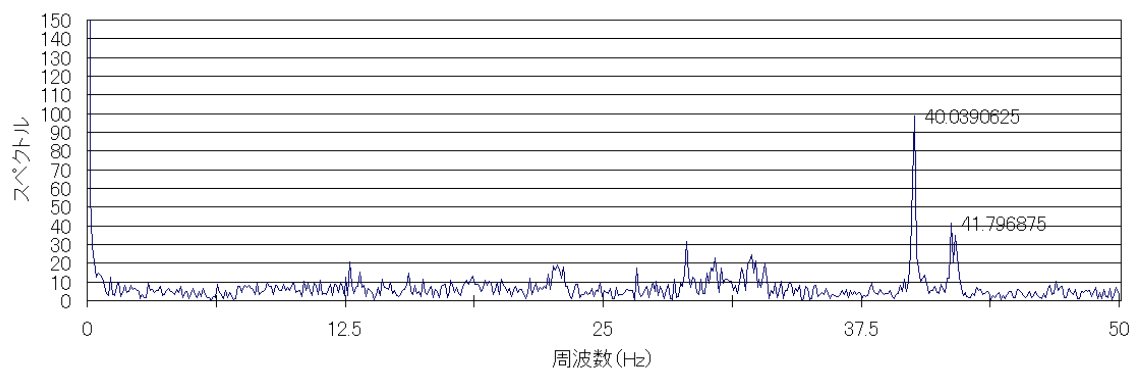


表 25

Z-30-大 フーリエ変換 周波数分析



全体には、大カバーに於いて、スペクトル密度の減少が見られる。

全体に、カバーがついたことによる、振動周波数のシフトは大きく見られない。

2. 達成できたこと

- ・ 風洞により、カバーをつけることで大局的にどういった風の影響があるか予想がついた。
- ・ 足部カバーデザイン方策の為の基礎データ集めができた。
- ・ カバーによる空気抵抗低減の可能性があることを証明できた。
- ・ 左右方向の力の変化が大きいことの知見を得た。

3. 達成できなかったことおよびその主な原因

横風の試験や実際の使用状況のように、円弧の揺動運動の計測ができなかった。風洞実験装置が大掛かりである為、暖気運転など段取りに大変時間がかかる。名古屋工業大学でMOT産業戦略工学専攻 中村隆教授の配慮により、機械工学玉野教授の研究室の風洞試験機を使用させていただいたが、学生実験などで稼働率が高い為、使用できるタイミング

は少ない。デザインモデルの風洞実験は不可能であった。

D. 考察

風速 15m/s はアスリート（北京パラリンピアン銀メダリスト山本選手）の足部の最大の前方移動速度 16m/s を参考にしたが、一般切断者ではもっと小さな値と思われる。角度によっては、カバーの風の抵抗低減効果は十分期待できる。前後方向に長いカバーは重量増や横風のことを考慮すると避けるべきである。下腿義足では板バネの前に、ソケットがあるので複雑なかぜの渦ができる。

E. 結論

カバーにより、風の低減効果があることが確認できた。横風の影響を考えると、前後方向に大きすぎるカバーは走行中に義足の遊脚制御に影響を与え足部設置位置の不安定になることが予測される為、注意が必要である。他者や切断者自身の臍側との衝突などを考慮しても、カバーの安全面での効用もあるので継続して検討する。

添付：‘空気の流れ’

スポーツ義足 足部カーボン板バネ

‘空気の流れ’

2009.10.29 鈴木

$$\text{「レイノルズ数」} \quad \text{Re} = \frac{UL}{\mu/\rho} = \frac{UL}{\nu}$$

U : 特性速度 [m/s]

L : 代表長さ、特性長さ [m]

ν : 動粘度 (係数) [m²/s]

μ : 粘度 (粘性係数) [Pa · s]

ρ : 密度 [kg/m³]

※ 20°Cの空気は 1.8×10^{-5} [Pa · s]

0°C : 1atm 1.293 kg/m³

- ・ 板バネの代表長さ 60mm = 0.06m
- ・ 100m を 10s で走行するときの特性速度を 25 [m/s]とすると

$$\text{Re} = \frac{25 \cdot 0.06}{(1.8 \times 10^{-5} / 1.0293)} = 1.08 \times 10^5$$

臨界レイノルズ数 = 層流から乱流に

- ・ 円管内では 2000~4000 程度
- ・ 一様流内の平板表面では 5.0×10^5 程度
- ・ 飛行機の主翼 $10^6 \sim 10^8$ 程度
- ・ 模型飛行機 10^5 以下

板バネでの走行では、層流の範囲 (高めの流速で渦があるだろう) である。

添付：次ページより 計測データ、グラフ (添付 12 頁)

