

令和3年度10月報告書

報告書 NO.06 2021/11/10 来代 勝胤

報告内容

1. 校正実験結果を用いた出力値の換算
2. 校正実験の再実施
3. 今月の進捗と11月の予定

1 校正実験結果を用いた出力値の換算

以下の手順で、校正実験結果を用いて、実験データの出力電圧から実際の入力荷重の算出を試みた。

- (i) ロードセルと荷重の関係式の導出
- (ii) ロードセルとひずみセンサの関係式の導出
- (iii) ひずみセンサと入力荷重の関係式の導出
- (iv) 実験データの荷重への換算

1.1 ロードセルと荷重の関係式の導出

2021年6月18日に実施した校正実験結果より、ロードセルと荷重の関係式を算出した。

ロードセルの出力(横軸)及びロードセルの引張方向に入力した荷重(縦軸)の関係を表した図は、以下の Fig.1 のようになった。

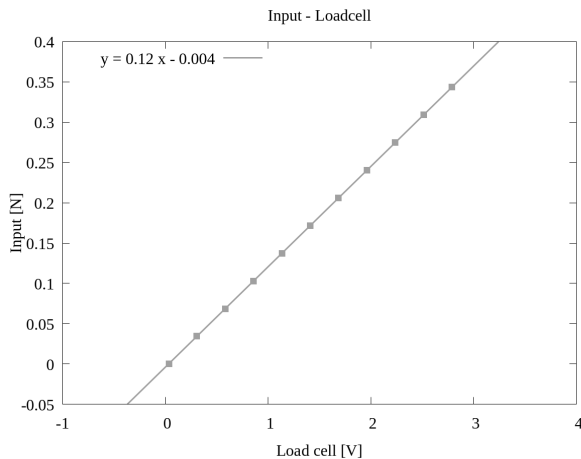


Fig.1 Loadcell's input and output

また、最小二乗法を用いて近似式を算出し、 x をロードセルの出力、 y を荷重として、以下の式 (1) の結果を得ることができた。

$$y = 0.12x - 0.004 \quad (1)$$

1.2 ロードセルとひずみセンサの関係式の導出

2021年6月21日に実施した実験結果より、ロードセルとひずみセンサの関係式を導出した。

ロードセルの出力(横軸)とタイヤモデルに取り付けられたひずみセンサの出力(縦軸)の関係を以下の Fig.2, Fig.3 に示す。

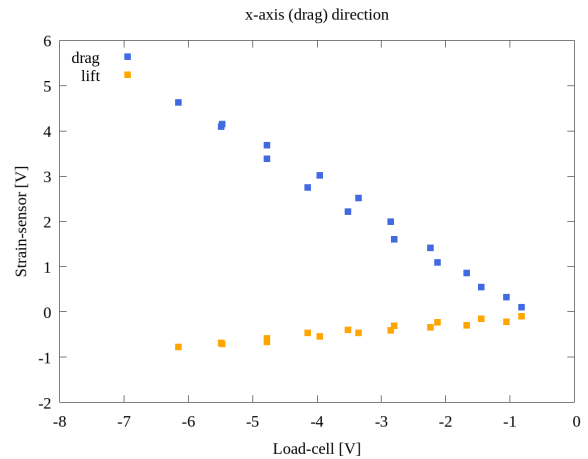


Fig.2 Correlation of load-cell and strain-sensors (x-axis)

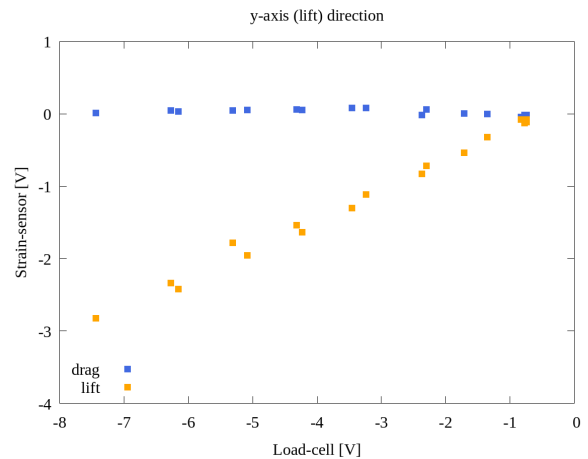


Fig.3 Correlation of load-cell and strain-sensors (y-axis)

1.3 ひずみセンサと入力荷重の関係式の導出

2つの校正実験結果から、ひずみセンサの出力電圧と流体力による入力荷重についての関係式を導出することができる。

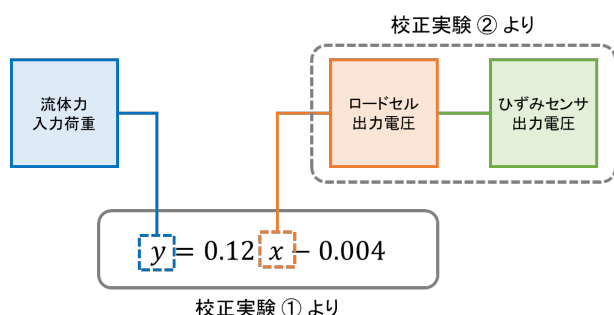


Fig.4 Relationship between input and output

Fig.1, Fig.2の”drag”, Fig.3の”lift”の結果から、ひずみセンサの出力(横軸)と入力荷重(縦軸)の関係について以下のFig.5に示す。

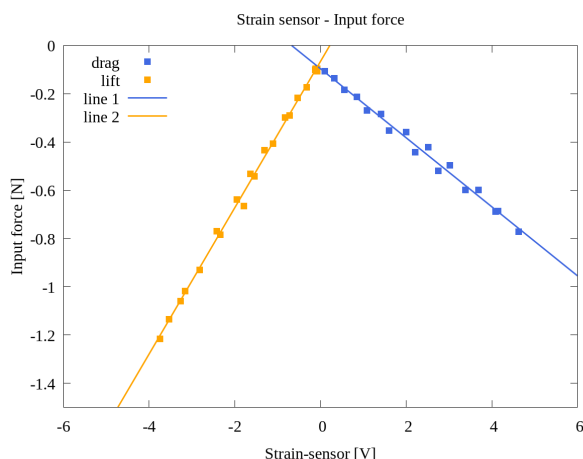


Fig.5 Correlation of input force and strain-sensors

また、drag 及び lift に対して、最小二乗法を用いて近似式を算出し、 x をひずみセンサの出力電圧、 y をダイヤモンドに加わる荷重として、それぞれ以下の式(2)、式(3)の近似直線を得た。

$$\text{line1} : y = -0.143x - 0.100 \quad (2)$$

$$\text{line2} : y = 0.303x - 0.066 \quad (3)$$

1.4 実験データへの適用について

ここで、以前算出した Table.1の実験データの平均値をみると、校正実験で得たデータ範囲に対して、入力荷重へと換算を適用する範囲は、Fig.6のように非常に狭い範囲であることがわかる。

Table 1 Average of all data

	Drag [N]		Lift [N]	
	Data (1)	Data (2)	Data (1)	Data (2)
Normal	-0.159287	-0.115995	-0.164285	-0.073305
Groove A	-0.159337	-0.089175	-0.155452	-0.051918
Groove B	-0.165861	-0.055521	-0.139768	-0.139514
Groove C	-0.160150	-0.087823	-0.137814	-0.091167
Groove D	-0.165477	-0.122110	-0.162818	-0.088763
C 1	-0.159160	-0.072593	-0.162744	-0.129700
R 17.9	-0.165651	-0.082619	-0.179877	-0.001171
R 18.6	-0.171418	-0.054799	-0.142247	-0.112574
R 19.3	-0.172844	-0.100623	-0.179258	-0.069298

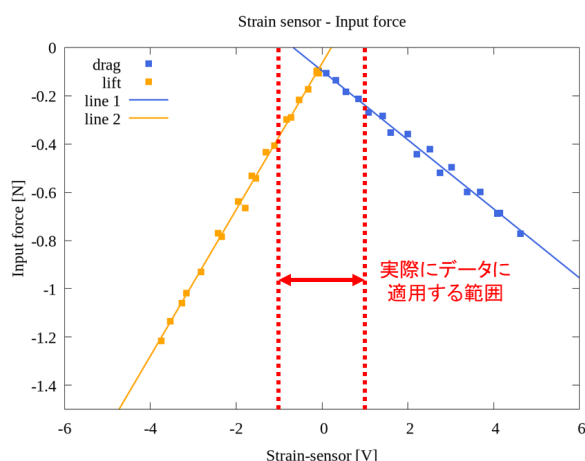


Fig.6 Range to use

また、導出した近似式をみると、どちらも原点を通っていないことがわかる。ここで、ロードセル・もしくはひずみセンサについて、Fig.7赤線のような原点付近で出力電圧が非線形で変化する可能性があると考えた。

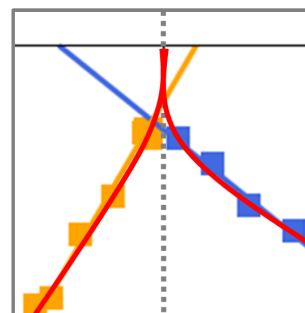


Fig.7 Non-linear region

2 校正実験の再実施

回流水槽での実験結果の換算に必要な範囲のロードセルとひずみゲージの関係式を得るために、校正実験を再度実施することとした。

2.1 校正実験装置の製作

校正実験の再実施にあたって、実験装置 (Fig.8, Fig.9, Fig.10 参照) を作成した。

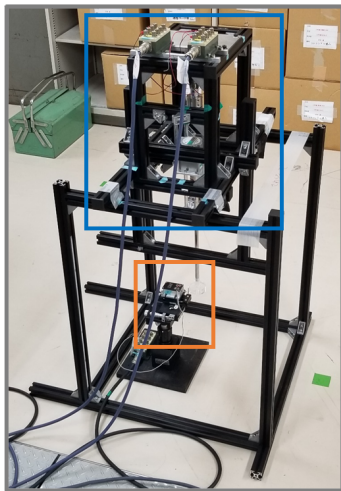


Fig.8 Calibration experiment equipment

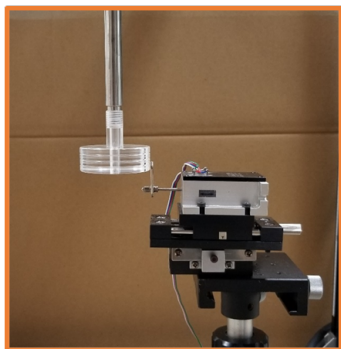


Fig.9 Load cell and specimen

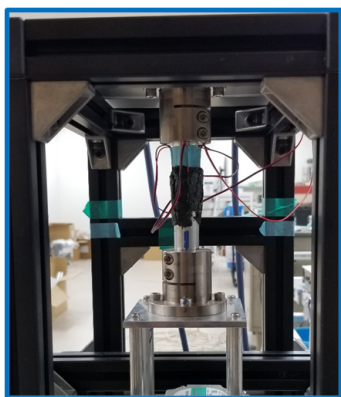


Fig.10 Strain sensor

2.2 校正実験結果

はじめに、以下の Fig.11, Fig.12 に 2021 年 6 月 21 日に行ったロードセルとひずみセンサの校正実験の結果を示す。なお、今回の結果と比較するため、ロードセルの出力電圧 (横軸) は 0 ~ -2.0 の範囲のデータを採用している。

以前の実験結果

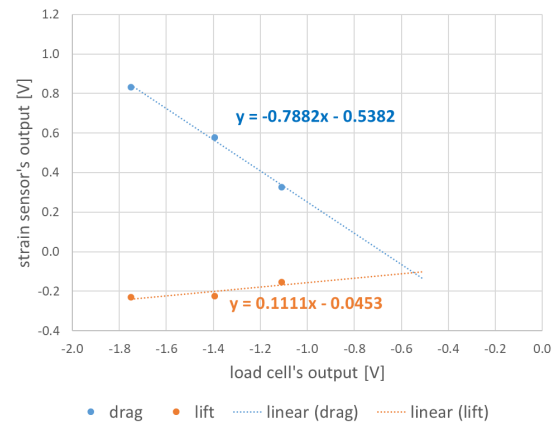


Fig.11 Previous data of drag

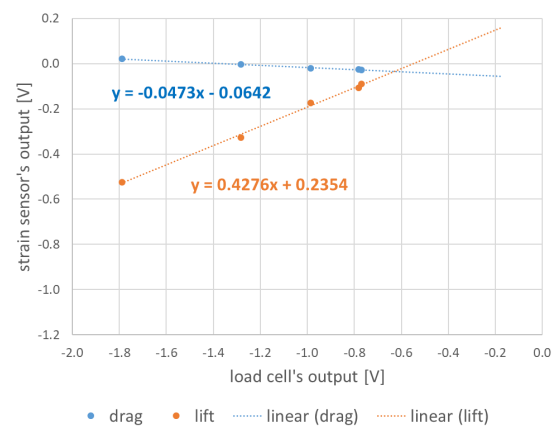


Fig.12 Previous data of lift

作成した実験装置を用いて、再実験を実施した結果を以下の Fig.13, Fig.14 に示す。

再実験結果

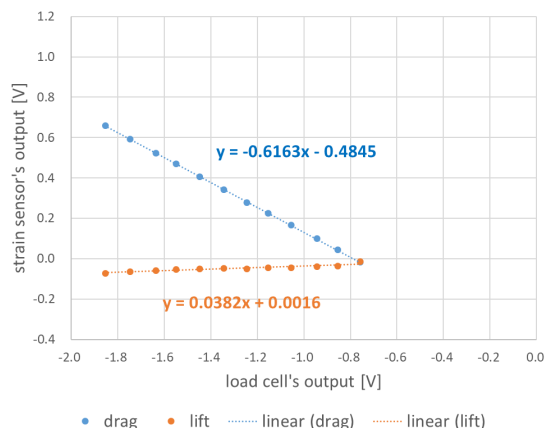


Fig.13 Re-experimental data of drag

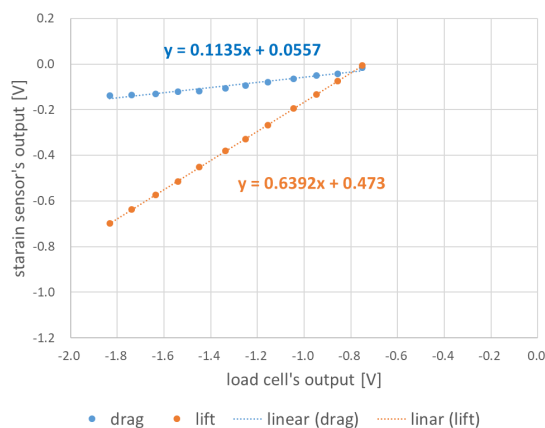


Fig.14 Re-experimental data of lift

算出 (Excel の標準機能) した近似直線の傾きをみると、以前校正を行った際の結果と大きく異なっていることがわかる。また、意図した方向のみならず、もう一方の方向にも力が加わっていることがわかる。

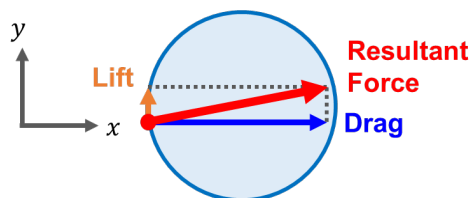


Fig.15 Direction of force

これは、ロードセルから加えられる作用力が、正しい方向に加わっていないことが考えられるが、人為的な校正装置の設置では、それを正すことは非常に困難である。したがって、取得したデータを各方向成分に解析する必要がある。

3 今月の進捗と 11 月の予定

■ 今月の進捗

- ひずみセンサの出力電圧から流体力による作用力への換算過程の確認
- ロードセルの出力電圧と入力荷重の関係式を得ることができた
- ロードセルもしくはひずみゲージの出力電圧に非線形領域が存在する可能性があることがわかった
- ロードセルとひずみゲージの校正実験を再度行った
- 正確な校正実験データを得るためには各方向に加わる作用力を解析する必要がある

■ 11 月の予定

- 実験データから出力電圧から入力荷重への換算
- 方向別の作用力の解析方法の検討