

# RaspberryPi を用いた片持ち梁のひずみ測定と解析結果の検証

渋谷 寿幸<sup>1†</sup> 藤岡 照高<sup>2</sup>

<sup>1</sup>オープン CAE 勉強会@関東（構造など） <sup>2</sup>東洋大学理工学部

## Verifications of Analysis and Measurement of Strains on a Cantilever Beam Using RaspberryPi

Toshiyuki SHIBUYA<sup>\*†</sup> Terutaka FUJIOKA<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Open CAE Local Group @ Kanto(Structural) <sup>\*\*</sup>Toyo University, Science & Engineering Department

### Abstract

Instrument combining sensors and RaspberryPi has been produced and was applied to the strain measurement carried out for a cantilever beam. The measurements were compared with FEM analysis and the theoretical solution, and resulted in a good agreement between them.

**Keywords:** Measurement, RaspberryPi, Strain Gauge, Static Analysis

### 1. はじめに

Salome-Meca などオープン CAE の普及に伴い、CAE が個人で使用出来る身近なツールとなっている[1]。一方、解析結果に対し実現象との確認を行う場合、個人で商用計測器等の環境を整える事は困難である。昨今、RaspberryPi などマイコンが普及し、センサや電子部品もインターネット通販等で安価に入手出来る。RaspberryPi はパソコンと同様な GUI により操作性に優れており、また汎用入出力端子を有している事から、容易にセンサ等の電子機器の制御が行える為、個人で計測器の作成が可能である。本研究では、市販品のセンサと RaspberryPi を組み合わせ、計測器を作成し、片持ち梁のひずみ測定を行い、理論解および解析結果との検証を実施したので報告する。

### 2. 計測環境の構築

ひずみゲージは、Amazon[2]で購入した安価なひずみゲージ BF350(ゲージ率は 2.12)を使用した。秋月電子で購入した HX711 使用 ロードセル用 AD コンバータ モジュール基板に、ブリッジ回路を追加したアンプモジュールを作成した[3]。アンプモジュールと RaspberryPi との接続を図 1 に示す。RaspberryPi に、ひずみゲージからの出力をアンプモジュールで読み取り、収録する制御プログラムを織り込んだ[4]。

片持ち梁の試験を行う測定設備を図 2 に示す。試料は、長さ 130 mm、幅 22 mm、高さ 5 mm のアルミ材を使用した。試料をコン

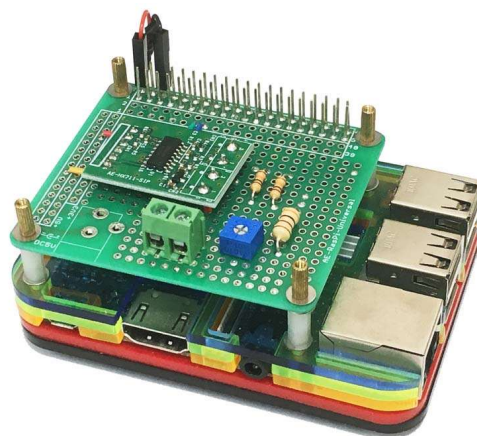


Fig.1 Appearance of the Instrument Produced

<sup>†</sup> E-mail address of corresponding author: propeller85@hotmail.com

クリート片にクランプさせ固定端とした。水を入れたペットボトルを吊るし荷重を設定した。設定した荷重は、230～1150 g。ひずみゲージは、固定端より 26 mm の位置に試料の下面に貼った。

### 3. 解析方法

解析には Salome-Meca 2018 Windows 版[5]を用いた。長さ方向 130 分割, 幅方向 22 分割, 高さ方向 5 分割とした。境界条件は, 固定端を完全固定, 自由端に線荷重。弾性材料特性は工業用アルミニウムを想定し, ラブノーツ社情報を参考に, ヤング率 69 GPa, ポアソン比 0.34[6]とした。解析結果後処理 CALC\_CHAMP に, 節点全ひずみ成分, EPSI\_NOEU を追加しひずみを求めた。



Fig.2 Appearance of Test Equipment

### 4. 測定結果の検証

測定値からひずみの算出には以下の式を用いた[7].

$$\varepsilon = 4 \frac{e}{KV} \quad (1)$$

ひずみ  $\varepsilon$ , 出力電圧  $e$ , 印加電圧  $V$ , ゲージ率  $K$ .

理論解には以下の式を用いた。

$$\varepsilon = \frac{M}{ZE} \quad (2)$$

ひずみ  $\varepsilon$ , 曲げモーメント  $M$ , 断面係数  $Z$ , ヤング率  $E$ .

各結果を図 3 に示す。測定結果及び解析結果に対し理論解との差異は, 絶対値で  $-5.21 \sim 0.49 \times 10^{-6}$ ,  $4.51 \sim 22.35 \times 10^{-6}$  であった。

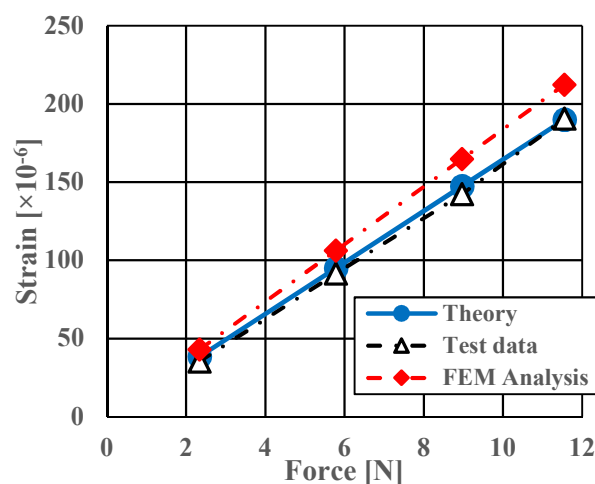


Fig.3 Comparison between Experimental and FEA Results

### 5. 結言

市販品のセンサを用いて作成した計測器と RaspberryPi を組み合わせ, 片持ち梁のひずみを測定した結果, 個人でも商用計測器と同等な測定結果を得られる事を確認した。

### 参考文献

- [1] 柴田良一, オープン CAE 「Salome-Meca」ではじめる構造解析, 工学社, 2014.
- [2] Amazon. <https://www.amazon.co.jp/> (2018 年 9 月 25 日閲覧)
- [3] 秋月電子, HX711 使用 ロードセル用 AD コンバータ モジュール基板. [http://akizukidenshi.com/download/ds/akizuki/ae-hx711\\_rev1\\_20180129.pdf](http://akizukidenshi.com/download/ds/akizuki/ae-hx711_rev1_20180129.pdf) (2018 年 10 月 22 日閲覧)
- [4] 電子工作推進プロジェクト...Maker になろう, 重さを測る その 1 20kg が測れるロードセル. <https://www.denshi.club/cookbook/sensor/g/1-2.html> (2018 年 10 月 24 日閲覧)

- [5] SimulEase, <https://code-aster-windows.com/> (2018 年 11 月 17 日閲覧)
- [6] 株式会社ラブノーツ, 機械要素ザ・バイブル. <http://www.labnotes.jp/pdf2/physical%20properties.pdf> (2018 年 11 月 3 日閲覧)
- [7] 共和電業, ひずみゲージ入門. [http://www.kyowa-ei.com/jpn/technical/strainbasic\\_course/index.html](http://www.kyowa-ei.com/jpn/technical/strainbasic_course/index.html) (2018 年 10 月 12 日閲覧)