

二重梁型ロードセル及び引張・圧縮試験機の開発について

三重大学 工学部 工学研究科 技術部

龍田雅夫, 山本好弘, 上野素裕, 新美治利, 堀場映次, 中川浩希, ○鈴木義和

suzumori@mach.mie-u.ac.jp

1. はじめに

7月30日～8月1日に開催された平成26年度東海・北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修（物理・化学コース）の実習が7月31日に全8コースに分かれて行われた。その中の1つであるDコース「ロードセルと歪みアンプの作製」で使用されたロードセルと引張・圧縮試験機の開発について以下の報告をする。

2. 「ロードセルと歪みアンプの作製」実習の概要

本実習は、試験機にロードセルを取り付け、錘を載せてロードセルに生じる歪みを電気信号に変え簡易歪みアンプを介して差動増幅器で取り出す実習である。このように複合した技術分野を体得して頂き、変換器開発に必要な技術の習得を目的とし行われた。

3. 二重梁型ロードセルについて

3.1 二重梁構造ロードセルの構成

実習で使用したロードセルは両端固定支持梁の二重梁構造(図1)で、上下2枚の薄い梁、その両端を支持台で構成し、梁の中央で上下に支持されている。このロードセルは、外力Pが一方の梁に作用し、もう一方にも同等の反作用が生じ、中央部に集中荷重が加わる。

どちらの梁も、モーメントや応力・歪・撓を求める事が出来る。

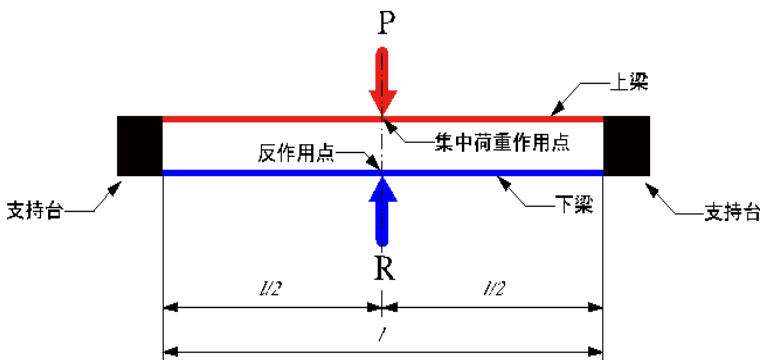


図1 ロードセルの構造

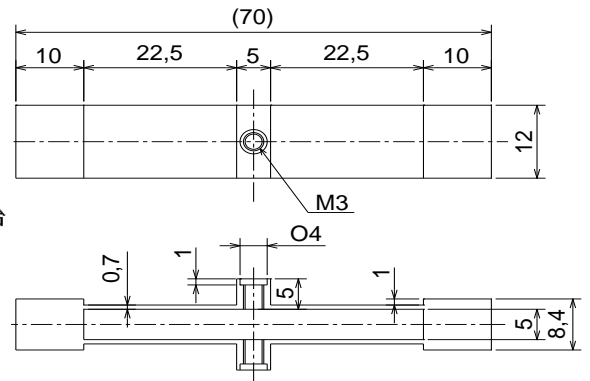


図2 実習で使用したロードセルの図面

3.2 ロードセル製作作業

実習で使用したロードセル(図2)は、アルミ合金を放電加工にて、一体成形したものである。

今回使用したアルミ合金(A2017)の特性は、Cuを3.5～4.5%と多く含むため、耐食性は良くないが、強度が高く、構造用材として主用される。引張試験に必要と思われる性質値を表1に記載する。

次に実習で使用したロードセルの特徴としては、支持台が梁より1mm上がっている、実習でゲージを貼り易くなるよう考えた。また、中央の座グリは直径4mmで1mmの深さがある。これは、試験機に取り付けた際にフックや試験台とのズレを最小に抑え、できるだけ真っ直ぐ力を加えられるようにした。作業手順については、設計し形状を決めて、アルミ合金に放電加工の開始穴を2ヶ所開け、その後放電加工機に取り付け、NCプログラムにより加工を行った。(図3)

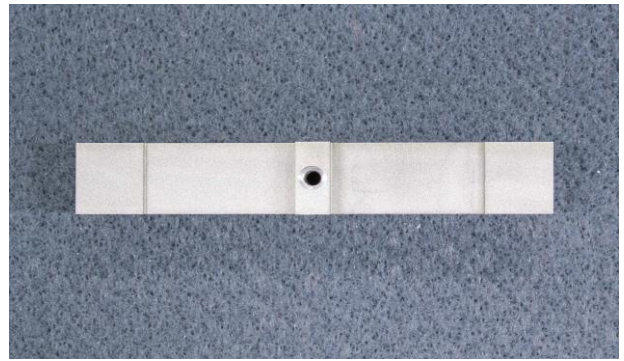


図3 加工後のロードセルの写真(左は正面から、右は上面の写真)

合金系統	JIS 呼称	引張強さ (N/mm ²)	耐力 (N/mm ²)	縦弾性係数 (×1000kgf/mm ²)
Al-Cu (2000系)	2017	426	274	7.4

表1 アルミ合金の(A2017)の性質値

4. 引張・圧縮試験機について

引張・圧縮試験装置は、14種類19パーツ(ネジ、ナットは除く)で構成されている。特徴としては、名前の通り引張・圧縮の両試験を試験機一台で行えるところである。

主な材料は、軽量で切削加工性に優れ、強度のあるアルミ合金(A2017)を使用している。他にも試験機全てを金属で製作してしまうと微量の外来ノイズを拾う恐れがあり、差動増幅器等で計測した場合に正確な値を得ることが困難になる。そこで、絶縁体によく用いられるベークライトをロードセル取り付け台に使用した。また、強度が有り、幅広い用途に使用されるステンレス(SUS304)をフックや軸に使用している。

表1のアルミ合金のデータを基に実験データを正確に計測するため工夫をした点を以下にまとめた。



図4 引張・圧縮試験機(左が引張時、右が圧縮時)

4.1 ベアリング(図5)

ベアリングは、ありとあらゆる機械に組み込まれ、機械の作業効率を高め、安定した能力を発揮するために機械部品では欠かせないパーツである。本試験機にも上梁部に2個、下梁部に1個使用した。

上梁部は、引張試験をする際にロードセルと錘を糸で繋ぐ大切な部分である。ここにはイースタン精工製の樹脂ベアリング EU シリーズ標準タイプ EU-0622 を使用している。内部にベアリング 696ZZ が組み込まれ、外部の樹脂が覆っている。また、EU-0622 を横から見ると U 溝になっており、抵抗を少なく

糸を真っ直ぐスムーズに引くために使用した。また、ベアリングの位置は、糸が真っ直ぐに両サイドのフックが掛かる位置に設計した。これにより、引張試験で荷重がロードセル中央より真上に力が掛かり、正確なデータを得ることができる。(図 6)

下梁部の上にある亚克力台に錘を載せると、重みで下に下がろうとする力が働く。亚克力台に取り付けられている軸も当然下に下がる。残念ながら下梁部内部にあるため目視することはできないが、本試験機の心臓であり、脳でもあると言っても過言ではないほどに重要なパーツである。もし、この部品がなければ、亚克力台に荷重を掛けた力が分散し正確な値がでない場合があることや、はめあいを利用した穴にしてもベアリングのようにスムーズに動かないと考えられる。この重要な部分には、回転運動、往復運動に優れている THK(株)製の LM ストローク ST10 というベアリングを使用した。



図 5 取り付けられたベアリング



図 6 糸を通した時のベアリング

4.2 フック

本試験機で引張試験を行う場合、亚克力台に錘(2N)を載せ、ロードセルのフック(図 7)と亚克力台のフック(図 8)が糸を引っ張ることで試験を行うことができる。錘を載せた際に絶えず力が掛かる場所であるため、それに耐えるだけの強度が必要であると考え、両サイドともに材料はステンレス(SUS304)で加工を行った。フックの形状が両サイドで違うが用途としてはどちらも変わらない。形状の相違には理由があり、ロードセル側のような頭が大きく、幅の太さが違う物だと錘を載せにくいので、円筒形状であればどの部分でも同じ幅になるので、図 8 のような物を製作した。また、内部の穴も上手く力を伝えるために工夫してある。どちらのフックも穴の上面を三角の形をしている。これは糸を引っ張った際にロードセル中心目掛け、真っ直ぐ出来るだけ垂直に力を伝えるため、糸のズレを最小に抑えるためにこのような形状にした。



図 7 ロードセル側フック



図 8 アクリル台側フック

4.3 糸

先ほどは引張試験で使用するフックについてまとめたが、同じく引張試験で使用する糸についてまとめる。

先でも述べたようにアクリル台に2Nの錘を順に乗せ、アクリル台のフックとロードセルのフックが糸を引っ張る。錘は最大10枚載せるので20Nの荷重が糸に掛かる。この糸もまた錘の荷重に耐えるものとする必要がある。糸が伸びたり、切れてしまえば試験ができないので、強靱な糸が必要となってくる。以前、実験をした時に糸が荷重に耐えきれず伸びきって実験データを得ることができなかった。その経験を基に頑丈で試験装置で利用できる糸を探した結果、株式会社たくみのハイテク坪糸(図9)にたどり着いた。この糸は本来、大工、石工が直線を引くのに用いる工具の墨壺で使用する糸で、太さは直径0.07mmで、材質はアラミド糸とアクリル糸を編んだ物である。引っ張り強度に優れていたため今回の試験機に採用した。長さは、糸は両端に輪を結び、両フックに引っ掛けてたるみなく、引っ張りすぎない長さに調節した。



図9 実験で使った糸

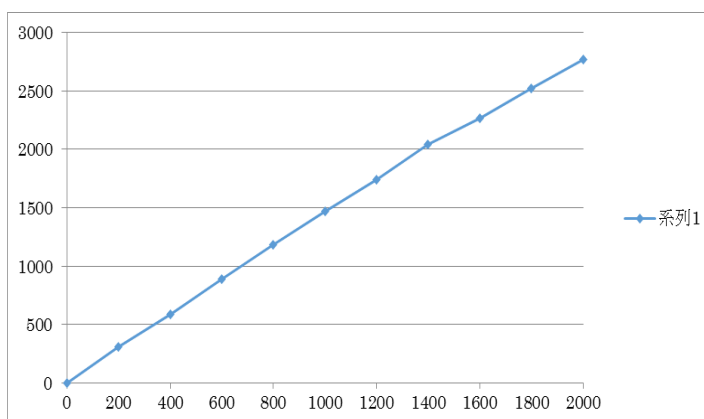


表2 圧縮試験データ

5. 試験データと評価

本試験機のパーツを組み立て、不良な部分がないか本番さながらの実験を行った。表2はその時測った圧縮試験のデータである。縦軸が電圧(mV)、横軸が荷重(g)である。本来ならば圧縮試験は右肩下りのグラフになるが、右肩上がりの方が理解しやすいのでわざと右肩上がりのグラフを用いた。

線グラフから見て分かるように線形性がほぼ保たれており、荷重を載せるごとにおおよそ同等の歪みが生じているのが分かる。引張試験も同様に行ったがあまり良い結果が得られなかった。

幾度か実験を行った結果、引張試験があまり良好でないため、当日は圧縮試験のみ行うことにした。

6. おわりに

引張・圧縮試験機を開発するにあたり、より良い試験データを得るために幾つか工夫を行い、一部改良したパーツもある。その甲斐あって、当日は線形性を保った良い結果を得ることができた。引張試験でなぜ上手くいかなかったのかを今一度考え、改良すると共に今後の業務に活かしていきたい。

謝辞

本試験機の開発、実習にあたり、システム設計研究室の澤井研究員にご協力頂きましたので、ここに感謝の意を表します。ありがとうございました。

参考文献

- 1) 二重梁型ロードセルと高増幅簡易アンプの製作(ロードセル編),本実習テキスト.
- 2) CONDEX-2 材料カタログ, P330-331,白銅株式会社.