

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：17101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25381207

研究課題名(和文)科学的根拠に基づいた材料強度試験法の開発

研究課題名(英文)Development of testing methods for strength of metallic materials on scientific basis

研究代表者

古川 稔(FURUKAWA, MINORU)

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：90112276

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：中学校学習指導要領には、「木材、金属及びプラスチックなどの生活で利用されている材料を取り上げ、かたさ・強度・比重などの測定や、熱・電気・光・音・水などに対する実験や観察からその特徴に気付かせるなど、科学的根拠に基づいた指導となるよう配慮する。」と述べられている。中学校教師が自ら製作可能な金属材料用の簡易抗折試験機を開発し、小型・軽量化を試み、この試験機を用いて金属材料の種類、断面寸法、断面形状の違いによる曲げ強度の違いに関する授業実践を行った。その結果、理解が高まると共に、技術や金属材料に関する興味・関心が大きくなった。さらに、福岡県下の中学校に簡易抗折試験機を教材として貸し出した。

研究成果の概要(英文)：Course of study indicates that it is necessary to enable students to notice characteristics of woods, metals and plastics based on scientific evidence by measurement of hardness, strength and specific gravity, and by experiment and observation with heat, electricity, light, sound and water, etc.

Simple testing machines which junior high school teachers can produce by themselves, and have implemented, at junior high schools, in effect of metallic materials, cross-sectional size and configurations on bending strength of bars have been developed. As the result, understanding and interest of students on technology and metallic materials increased. The machines were lent out to junior high school teachers in Fukuoka prefecture.

研究分野：技術教育

キーワード：技術教育 金属材料 金属加工 機械的性質 強度試験機

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 自動車、飛行機、船舶などの機械や輸送機の多くは金属材料で構成されている。日本は長年にわたり、材料開発やものづくりの分野で世界をリードし、科学技術立国の地位を築いてきた。しかし近年、日本の若者の科学離れ、技術離れ、ものづくり離れの傾向が顕著となり、今後日本が科学技術立国を維持していくことが困難になることが危惧される。

(2) このような背景から、平成 20 年に告示された中学校学習指導要領技術・家庭編では、技術分野 A「材料と加工に関する技術」において、ア「材料の特徴と利用方法を知ること」、イ「材料に適した加工法を知り、工具や機器を安全に使用出来ること」、ウ「材料と加工に関する技術の適切な評価・活用について考えること」を指導することが示されている。しかし、技術分野の教科書には、部品の断面形状の違いや接合法による強度の違いについて紹介されているが、生徒が体験的・定量的に学習する指導内容にはなっていない。その背景には、金属材料の種類が多いこと、市販の試験機が高価なこと、教師の知識や興味が低いことなどの要因が重なっているものと思われる。一方、平成 20 年度の学習指導要領改訂で指導内容が拡充されたことから、少ない授業時数でさらに効率的な学習が求められる。このようなことから、教師・生徒が共に興味を示す教材が必要である。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究に取り組む前に、金属材料の種類や断面形状と強度との関係を、中学生が容易に理解でき、教師が自ら作製できる簡易曲げ試験機を試作した。これらの試験機の中で、操作の安全性と簡便性、測定荷重の範囲、読み取り値の正確性などの点において、ウィンチ式が優れていることを見出した。本研究では、このことを発展させ、材料の種類、断面寸法、断面形状の違いによる強度の違いを生徒に理解させ、教師が自ら作製できるウィンチ式簡易曲げ試験機を作製し、中学校において授業実践を行い、試験機の有効性を検証することを目的とする。

(2) 本研究で作製を目指す簡易曲げ試験機が完成し、中学校教師が授業に取り入れれば、中学生の金属材料の性質や加工法に対する知識が増えるとともに、興味・関心が高まり、科学・技術の基盤となる金属材料に対する興味が増し、「金属材料と加工の技術」が多くの産業を支えるとともに、社会生活や家庭生活を変化させてきたこと、また、これらの技術が自然環境の保全にも貢献していることを踏まえ、よりよい社会を築くために、材料と加工に関する技術を適切に評価し活

用する能力と態度を育成する。」こととなる。

## 3. 研究の方法

中学校技術・家庭科技術分野で取り扱うことが適当である金属材料を選択し、試験片を作製する。市販の万能試験機を用いて材料試験を行い、その材料に適した試験片寸法等を決定する。簡易引張試験機を作製し、試作した試験機と試験片を用いて試行的実験を行い、改良を加える。福岡教育大学中等教育教員養成課程技術専攻 1 年生に対して、金属材料の種類と特徴に関するアンケートを行い、知識や興味・関心を調査する。試作した簡易引張試験機と試験片を用いて授業を行い、事後アンケートにより授業による知識の定着や興味・関心の高まり、および教材としての有効性について調査する。アンケート調査に基づいて、簡易曲げ試験機と試験材料の改良を行い、中学校において授業実践し、学習指導マニュアルを作成して普及を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 試験機の改良

以下の改良を行い、小型・軽量化を試みた。

- ウィンチの変更
- ウィンチのハンドルの切断(同上)
- 骨組みに使用するアングルを幅 30mm から 20mm に変更
- 滑車を枠付きから枠無しに変更
- 土台の底に用いたアングルを除くなど、構造の簡素化

このような改良を施すことにより、試験機の長さ 535mm、高さ 345mm、幅 200mm、重さは 6.7kg と大幅な小型化、軽量化に成功した。1号機は重量 18.5kg、長さ 950mm、高さ 655mm、幅 245mm であったものが、6号機では 6.7kg、535mm × 345mm × 200mm となり、それぞれ重量 64%、長さ 44%、高さ 48%、幅 19%の減となった。

### (2) 試験片の作製

材料の種類異なる試験片

長さ 300mm、直径 4mm の Al-5052B (Al-2.5%Mg-0.25%Cu)、60%Cu-40%Zn(真鍮)、SUS304(ステンレス鋼)、S45C(硬鋼)の4種類を試験片として用いた。材料はいずれも長さ 1~2m の棒材をホームセンターで入手できるので、試験片作製の手間はペンチによる切断のみである。強度は、Al-5052B (Al-2.5%Mg-0.25%Cu)、60%Cu-40%Zn(真鍮)、SUS304(ステンレス鋼)、S45C(硬鋼)の順に大きくなり、はっきりとした差が確認できた。

断面寸法の異なる試験片

材料には、生活の中で広く使われており入手がしやすく、かつ学習指導要領や技術分野の教科書に記載されている金属を使用する。

その中で、簡易抗折試験機を用いた試験が可能、試験片の作製が容易といった点から判断し、アルミニウムフラットバー(AI-6063 T5)を試験片として用いた。

試験片の長さはすべて 300mm とし、アルミニウムフラットバー(AI-6063 T5)は厚さ 2mm、幅 30mm の試験片を基準とし、幅 2 倍にしたもの、厚さを 2 倍にしたものについて試験を行った。それらの強度は、ほぼ正確に幅を 2 倍にすると強度は 2 倍に、厚さを 2 倍にすると強度は 4 倍になった

#### 断面形状の異なる試験片

厚さ 0.35mm、幅 30mm、長さ 300mm のトタン板と、試験片のトタン板を、折り曲げ（試験片の両端 5mm を本体と直角に折り曲げたもの）折り返し（試験片の両端 5mm を本体に接するように隙間なく折り返したもの）折り返し（試験片の両端 5mm を折り返し部分に丸みをつけて折り返したもの）、波形（試験片の幅方向を 7.5mm 間隔で直角に折り曲げたもの）の 4 種類を作製した。強度は、折り曲げ、折り返し、折り返し、折り曲げ、波形の順に大きくなった。作製時間は 1 本あたり約 15 分かかった。これは中学校の教師が作製するには負担になるものと考えられる。

#### 中学校における授業実践

以上の曲げ試験機と試験片を用いて、福岡県の中学校において授業を行った結果、試験結果を十分に理解すると共に、技術や金属材料に関する興味・関心が大きくなった。

#### 成果のまとめ

- ・骨組みに用いるアングルを幅 20mm に、重量車(滑車)を枠付きから枠無しに、また構造を簡素化、ウィンチを変更するなどの改良を施すことにより、従来の試験機を大幅に小型化、軽量化でき、長さ 535mm、高さ 345mm、重さ 6.7kg の試験機を得た。
- ・6 台の試験機を用いて試験をした結果、操作性を考慮すると 3 号機が最も中学校の教師が授業実践する際に適していることが分かった。
- ・試験片において、断面形状の異なる試験片に関しては作製精度が大きく試験結果に影響し、また作製時間が中学校教に負担になるものと思われる。
- ・この試験機と試験片を用いて、中学校において金属材料の種類、断面寸法、断面形状の違いによる曲げ強度の違いに関する授業実践を行った結果、理解が高まると共に、技術や金属材料に関する興味・関心が大きくなった。
- ・福岡県下の中学校に簡易抗折試験機を教材として貸し出した。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 2 件)

北川晋平、津嶋秀成、古川稔、棒材の曲げ強度に及ぼす断面寸法の影響を理解するための教材開発、日本産業技術教育学会九州支部論文集、査読有、第 22 巻(2015)、1-7

原英幸、古川稔、中学校で使用可能な金属材料用簡易引張試験機の開発と授業実践、日本産業技術教育学会九州支部論文集、査読有、第 21 巻(2014)、1-8

〔学会発表〕(計 5 件)

古川稔、技術教育のあるべき姿、第 21 回日本産業技術教育学会技術教育分科会、2015 年 12 月 20 日、JR 九州博多駅会議室（福岡県福岡市）

古川稔、「今後の技術教育を考える」のパンネリスト、国立教育政策研究所シンポジウム「ガバナンス能力等の技術に関する能力の現状と今後の技術教育のゆくえ」、2015 年 2 月 28 日、中央合同庁舎第 7 号館 3 階講堂（東京都千代田区）

北川晋平、津嶋秀成、古川稔、簡易抗折試験機を用いた種々の材料による強度試験法の開発、第 27 回日本産業技術教育学会九州支部大会、2014 年 10 月 4 日、福岡教育大学（福岡県宗像市）

北川晋平、津嶋秀成、古川稔、簡易抗折試験機を用いた材料の強度試験法の改良、第 26 回日本産業技術教育学会九州支部大会、2013 年 10 月 5 日、大分大学教育福祉科学部（大分県大分市）

原英幸、古川稔、中学校で使用可能な金属材料用引張試験機の改良と授業実践、第 26 回日本産業技術教育学会九州支部大会、2013 年 10 月 5 日、大分大学教育福祉科学部（大分県大分市）

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

古川 稔 (FURUKAWA, Minoru)  
福岡教育大学・教育学部・教授  
研究者番号：90112276

### (2) 研究分担者

なし

(3)連携研究者  
なし