1. 実験目的
2. 各種試料のロックウェル硬さを調べる。
3. 各種試料のショア硬さを調べる。
4. 各種試料の硬さからそれぞれの特性や関係性を調べる。
5. 実験方法
   1. ロックウェル硬さ実験方法(Bスケール)

本実験はBスケールの条件で、SS400、S45C、FC15、黄銅、の丸棒のみがいた端面でのロックウェル硬さをロックウェル硬さ試験機で計測した。

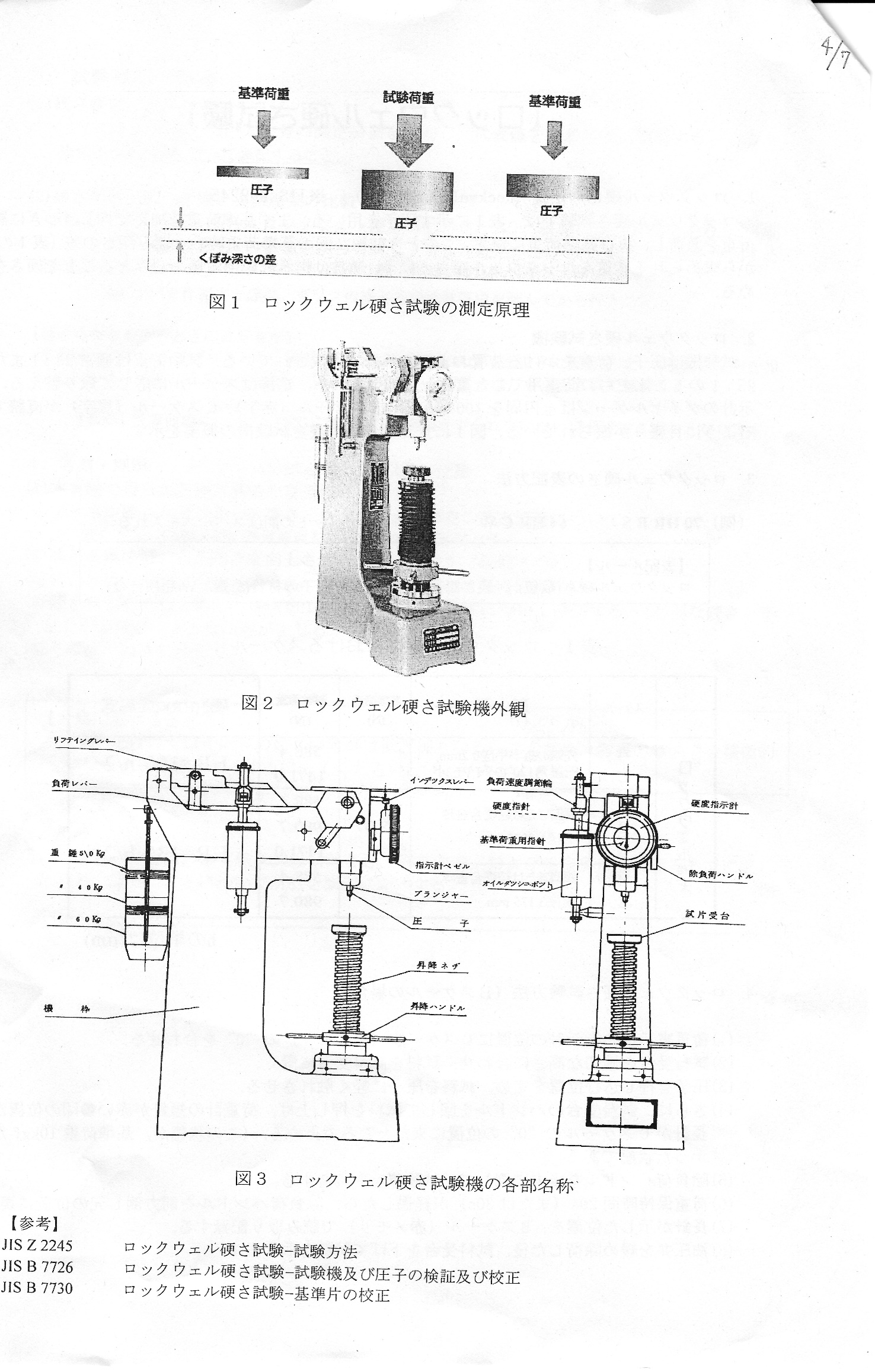
1. 荷重表示板の指示計の位置にCスケールを”0”に合わせる。
2. 試料受台を定説な高さに合わせ、試料を試料受台に置く。
3. 圧子を押込む位置を定め、試料を圧子に軽く触れさせる。
4. 試料受台のハンドルを回して試料を押し上げ、荷重計の短針が赤い●印の位置かつ長身がCスケールの”0”の位置に来たところで止める。
5. 徐負荷ハンドルを後方に倒して試験荷重を負荷する。
6. 荷重保持時間が20sを経過したら上負荷ハンドルを前方へ倒し元の位置に戻す。
7. 長身が示した位置をBスケールで読み取り記録する。
8. 油圧弁を緩め除荷したあと、試料受台を下げて試料を取り戻す。

図 1 ロックウェル硬さ試験機の外観

1.3 ショア硬さ実験方法

SS400、S45C、FC15、黄銅のショア硬さを調べた。

1. 10℃~35℃の安堵範囲内で行う。
2. 資料を機枠の試料受台に置く。
3. 試料を試料受台に押付ける力は約200Nで行う。
4. 試験機における操作輪の操作は、捜査開始から約1sとし、その戻し操作は穏やかに行う。
5. 測定を5回行う。
6. 試験結果の整理
7. 硬さ数値の整理

表1 硬さ試験結果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料 | ロックウェル硬さ試験 | | | | | | ショア硬さ試験 | | | | | |
| A | B | C | D | E | 平均値 | A | B | C | D | E | 平均値 |
| SS400 | 86.75 | 87.5 | 87.5 | 88.5 |  | 87.5625 HR BS | 27 | 26 | 29 | 25 |  | 26.75 HS |
| S45C | 94 | 99.6 | 98.0 | 96.5 |  | 97.025 HR BS | 32 | 33 | 37.5 | 39 |  | 35.375 HS |
| FC15 | 93.7 | 99.0 | 95.1 | 93.5 | 95.5 | 95.36 HR BS | 38 | 25 | 26 | 30.5 | 27 | 36.4 HS |
| 黄銅 | 60.0 | 61.8 | 79 | 76 | 73 | 69.96 HR BS | 25 | 33 | 26 | 30.5 | 27 | 28.3 HS |

1. 硬さ換算曲線の作成と実験結果の比較

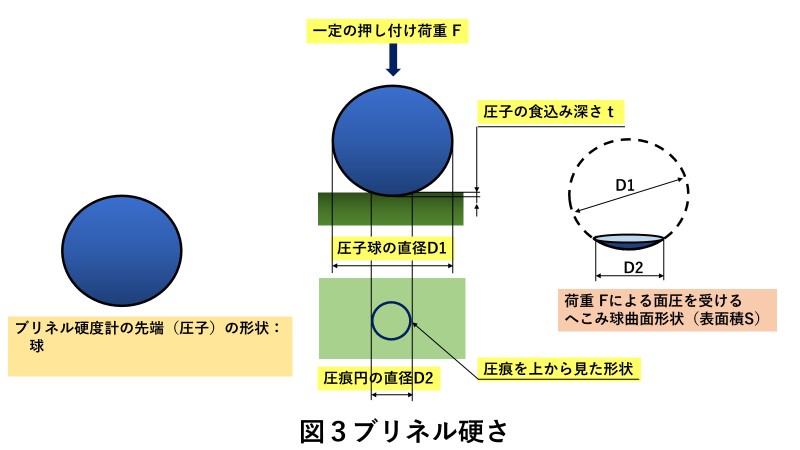
次ページに記載する。

1. 考察・課題
2. 本実験で得られた硬さ試験の妥当性について

1. ブリネル硬さ、ビッカース硬さ、ロックウェル硬さの測定原理について

　・ブリネル硬さ

　　試験面に球状の圧子一定時間押し付け、それによるくぼみの直径をもとに算出し、硬さを決定する。



式(1)ブリネル硬さの計算式

テキスト, 手紙

自動的に生成された説明 　　ブリネル硬さの表記方法は以下の図3に示す。

図4 ブリネル硬さ表記方法

　・ビッカース硬さ

　　試験面に静止角錐形状の圧子により永久変形を与える。

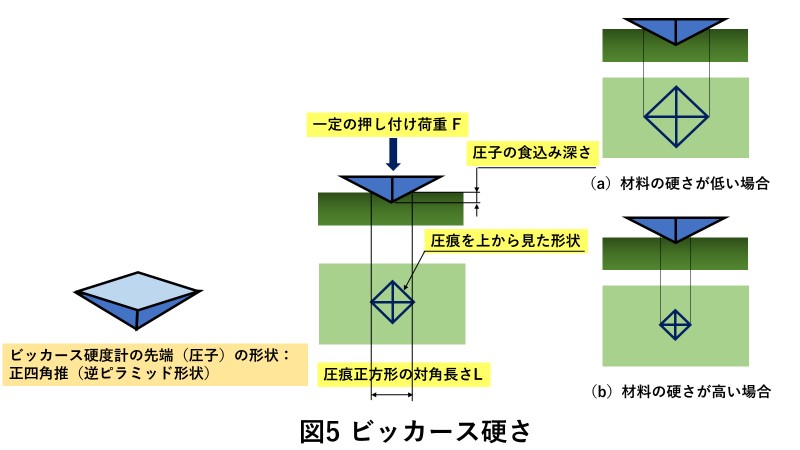


図4 ビッカース硬さ測定原理

図3に示すように圧痕が逆ピラミッドとなり、**圧痕の対角線長さ**を用いて、以下の式(2)に示すように計算でき、これを用いて**面圧、HV硬度**を計算する。

式(2)ビッカース硬さの計算式

ダイアグラム

中程度の精度で自動的に生成された説明　ビッカース硬さHVを指示するための表記として、例えば試験荷重1kgfで測定しHV硬さ670であれば 670HV1 というように表記する。図4に表記方法を示す。

図6 ブリネル硬さ表記方法

1. 鉄系金属材料の表面硬さを向上させる方法について
2. 浸炭

　金属（特に低炭素鋼）の加工において、表面層の硬化を目的として炭素を添加する。主に疲労強度や耐摩耗性を向上させる。図7に示す。

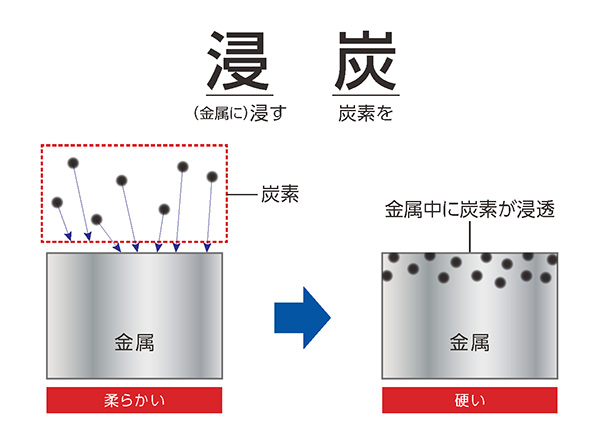


図7 浸炭

1. 窒化処理(表面硬化熱処理)

　鉄の表面に原子上の窒素を浸み込ませ、製品表面を硬化させる。これにより表面に強度を持った窒化層ができ、耐摩耗性・耐疲労性・耐食性・耐熱性 に優れた製品を作ることが出来る。図8に示す。

1. 浸炭窒化

　浸炭窒化処理ではNH3ガスを同時に添付することで、分解したN成分によって窒化され焼き入れ性が向上する。浸炭処理では使われない低炭素鋼などの日合金の処理が可能になる。

1. 硬さとほかの機械的特性(降伏点、引張強さなど)との関連性について

　硬さは、材料の変形のしにくさや傷つきにくさを表し、一般的にビッカース硬さの値で示されます。また、硬さと引張強さは比例し、引張強さが大きく、硬さが小さい（軟らかい）ものが良い材料となる。

1. 硬さが重要になる部品の事例を1つ挙げてその重要性について検討する。

・ハンマーについて

　ハンマーに使われている材料はたくさんあるが、そのどれもが十分な硬さを有していると思われる。これについて、ハンマーに使われる材料がシリコンなどの非常に柔らかい材料がないのは、ハンマーで作業しているときに、すぐにハンマーにへこみが生じるとハンマーの役割を十分に果たさなくなるからだと思われる。

1. 結論
2. ブリネル硬さは球体の圧子でくぼませた表面積を算出して硬さを決定する
3. ビッカース硬さは正四角錐の圧子でくぼませた表面積を算出して硬さを決定する。
4. ロックウェル硬さは球体や正四角錐の圧子でくぼませた深さを算出して硬さを決定する。
5. 鉄系金属の表面を硬化させる方法として、浸炭、窒化、浸炭窒化などがある。
6. 所感

　本実験、課題にから硬さの様々な表記方法があり、それぞれに表記の違いや硬さの定義方法が異なることが分かった。そして、課題を通して熱処理よりも手軽な方法で鉄系金属材料の表面をより硬くさせる窒化処理などの方法を知ることが出来た。このような処理は化学材料の添付を工夫することで鉄系金属表面の硬化をすることが出来る。これについて非常に高度技術であると思った。本実験によって材料の硬さについて様々な知識を得ることができよかった。

参考文献

1. <https://www.keyence.co.jp/ss/general/fa-glossary/> 2023/6/24

機械的性質

1. <https://engineer-education.com/hardness-measurement/> 2023/6/24

硬さ測定の主な種類・原理のまとめ[HB/HV/HR/HS]

1. <https://www.ihi.co.jp/ims/products/carburizing/carburizing/index.html> 2023/6/24

浸炭

1. <https://sanwamekki.com/info/column/nitriding-treatment/> 2023/6/24

[表面処理の一種]窒化処理について

1. <https://tohkenthermo.co.jp/technology/carbonitriding/> 2023/6/24

浸炭窒化