

昨年度<sup>1)</sup>に続き強化磁器製品の衝撃強さ試験方法について検討を行った。種々のハンマーで測定を行った結果、測定される衝撃強さは打撃ハンマーの打面形状、ハンマーモーメントの影響を強く受けることが明らかとなり、同じハンマーを用いた試験でなければ衝撃強さ測定値の比較は困難であることが判った。また、試料の固定方法も測定される衝撃強さに大きな影響を与えることが明らかとなり、試料の固定は軽く行うことで安定した測定結果が得られることが判った。

1.はじめに

文部科学省が実施している学校給食における食器使用状況調査<sup>2)</sup>を図1に示す。グラフ中で各素材の合計が100%をこえるのは複数の素材を使用している学校があるためである。グラフから明らかかなように学校給食における陶磁器の使用率は平成15年5月で30%を越えて力強い上昇線を描いている。この使用率上昇のほとんどは強化磁器食器の増加によるものと考えることができ、これまで主力であったプラスチックや金属のシェアが下落傾向を示していることと対照的である。強化磁器のシェア増加の背景には強化磁器のもつ素材としての安心感を求めるユーザー数の増加があり、

強化磁器の普及に伴い製造企業にはさらに厳しい品質管理が要求される。そこで強化磁器の製品強度の指標である衝撃強さの試験方法について検討を行った。

昨年度は多数の試料に対して衝撃強さの測定を行い製品衝撃強さの分布が正規分布となることを明らかにし、また測定精度に与える試料数の影響に関して研究報告を行った。本年度は測定結果に与えるハンマー、試料固定方法の影響に関して報告を行う。

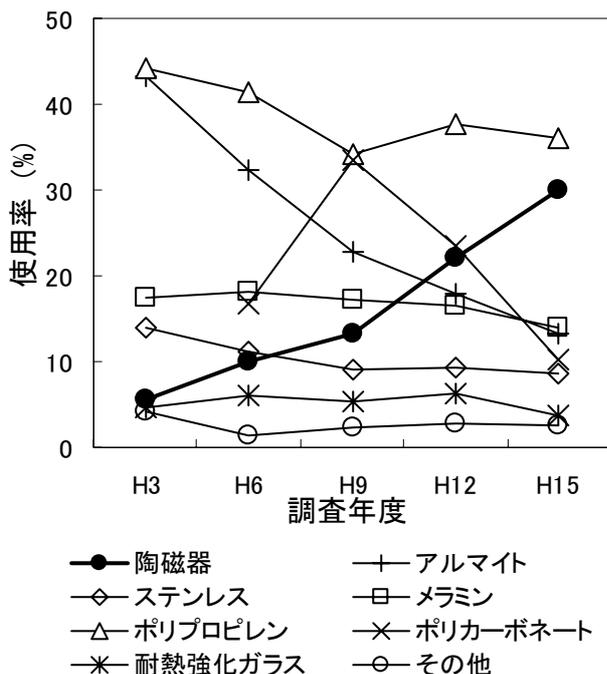


図1 学校給食における食器具使用状況

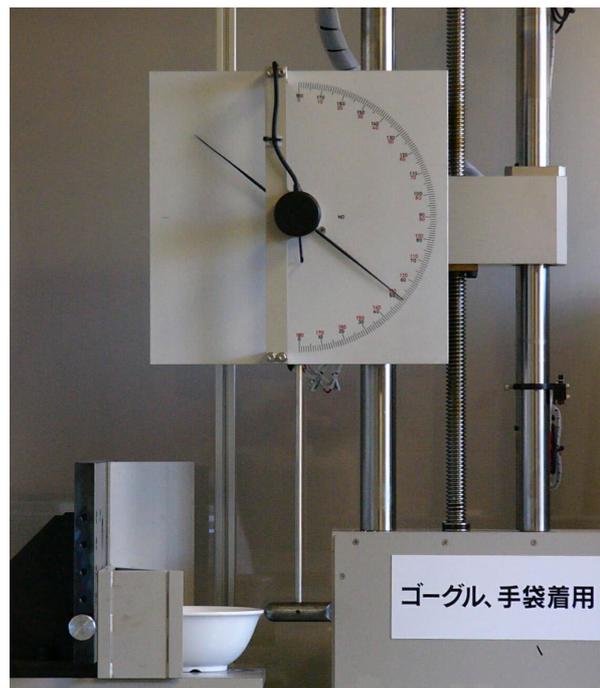


図2 使用した衝撃試験機

## 2.実験方法

### 2.1 試料と使用機器

衝撃強さ測定に用いた試料は前報<sup>1)</sup>と同一のボール型食器である。

衝撃強さの測定は ASTM C368 型衝撃試験機

(RA-112 型：リサーチアシスト製) をもちいて行った(図 2)。試験開始時の初期衝撃値 0.100J、衝撃値増分は 0.010J の条件で試験を行った。使用ハンマーは軸長さ 377mm である。

### 2.2 ハンマーの打撃面形状

ASTM C368 におけるハンマーの打撃面は球面と円柱面の 2 種類ある。打撃面形状の衝撃強さに与える影響を明らかにするために、ハンマーモーメント 0.576J のハンマーにおける球面と円柱面を用い衝撃強さ試験を行った。

### 2.3 ハンマーモーメントの影響

ハンマーの質量と衝撃強さの関係を明らかにするためにハンマーモーメント 0.576J, 0.876J, 1.241J の 3 種のハンマーの円柱面を用い、それぞれ試料 30 個に対し試料衝撃強さ試験を行った。

### 2.4 試料固定方法の影響

衝撃強さ試験では試料の固定を、試料の横方向への移動を抑制する V ブロック支えと、試料の跳ね上がりを防止する上方向からの荷重によって行うことが多い。上方向からの荷重の変化が衝撃強さに与える影響を明らかにするために、押さえ荷重を 1,2,5,10,20kg と変化させて、それぞれ試料 10 個に対し衝撃強さ試験をおこなった。なお使用ハンマーはハンマーモーメント 0.576J、打面は円柱面を使用した。

## 3.結果と考察

### 3.1 ハンマー打撃面形状の測定値に与える影響

図 3 に打撃面を変えて測定した衝撃強さの正規確率紙プロットの近似直線を示す。図 3 から明らかのように球面で打撃したグループは近似直線の傾きが大きくバラツキが大きいことがわかる。またバラツキが多くなった原因は衝撃強さが低い測定値が増えたことが原因となっている。同一試料における比較であるのでバラツキの差異の原因はハンマーの打面形状の影響であることは明らかである。ハンマーの円柱面を用いた場合、ハンマーの位置が上下にぶれた場合でも試料の最外部を安定して打撃できるが、球面を使用した場合には上下方向へハンマーがずれた場合、打点が試料の最外部からずれてしまい安定した打撃ができなくなる。よって強化磁器においてはハンマーの円柱面を使用した衝撃強さ試験が適切である。

### 3.2 ハンマーモーメントの測定値に与える影響

図 4 にハンマーモーメントと測定された衝撃強さの平均値の関係を示す。各平均衝撃強さの上下

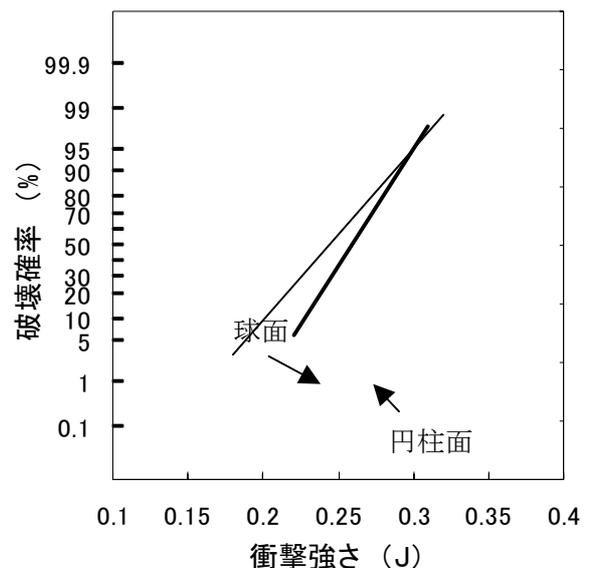


図 3 ハンマーの打面形状と測定される衝撃強さの関係

に平均の信頼率 95%の信頼限界をあわせて示す。図 4 から明らかなようにハンマーモーメントが 0.576J, 0.876J, 1.241J と大きくなるに従い平均衝撃強さは 0.259J, 0.243j, 0.224J と低くなること がわかる。このことから衝撃強さの測定においては同じハンマーを使用する必要があり、ハンマーモーメントの異なるハンマーで測定した衝撃強さは単純に比較できないことがわかる。また、ばらつきに関しては 0.576J, 0.876J, 1.241J のハンマーモーメントによる測定で、標本標準偏差はそれぞれ 0.023, 0.030, 0.028 であり、ほとんど差がなかった。

### 3.3 試料固定方法の影響

図 5 に試料固定荷重と測定された衝撃強さの関係を示す。各平均衝撃強さの上下に平均の信頼率 95%の信頼限界をあわせて示す。図 5 から明らかなように試料固定荷重が大きくなるに従い測定される衝撃強さが大きくなる。高台内の荷重によりこのように測定される衝撃強さが増加する原因として試料の変形を原因とする仮説が考えられる。図 6 に模式図を示す。図 6 において無荷重のとき点線で示すような形状であった試料が、高台中心に荷重が加わることにより高台を軸に変形し、実線で示すように縁部が縮んだ状態になる。試料の変形によりハンマーの打撃する縁周辺に圧縮応力が発生し、結果として測定される衝撃強さが大きくなる。この仮説を確認するために高台内に荷重を加えたときの試料変形の様子を計測した。計測の模式図を図 7 に示す。試料を上下逆向きに固定したのち高台内をクロスヘッドによって下方向から加圧した。このときの試料外径の変化をレーザー変位計で計測した。その結果、荷重と変形量の関係について定量的な数値の確認は取れなかったが、少なくとも高台内の荷重によって試料外径が

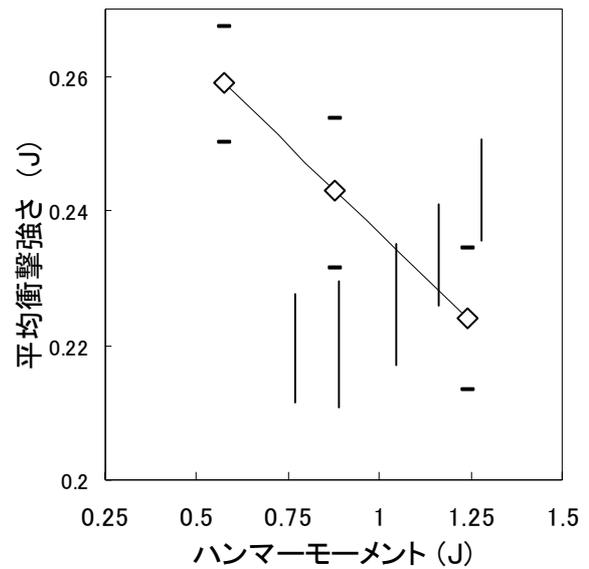


図 4 ハンマーモーメントと測定される平均衝撃強さの関係

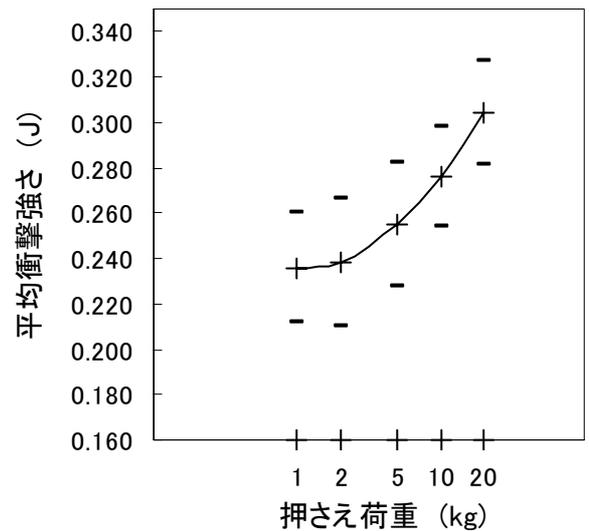


図 5 押さえ荷重と測定される衝撃強さの関係

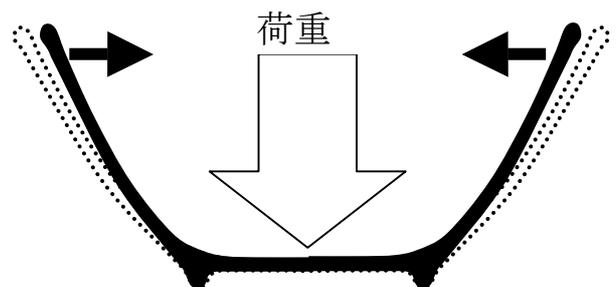


図 6 荷重による試料変形の模式図

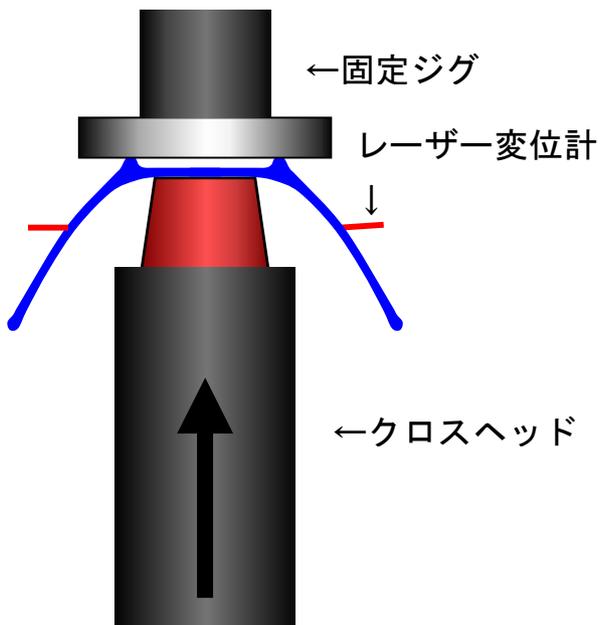


図7 高台内荷重による食器変形の計測の模式図

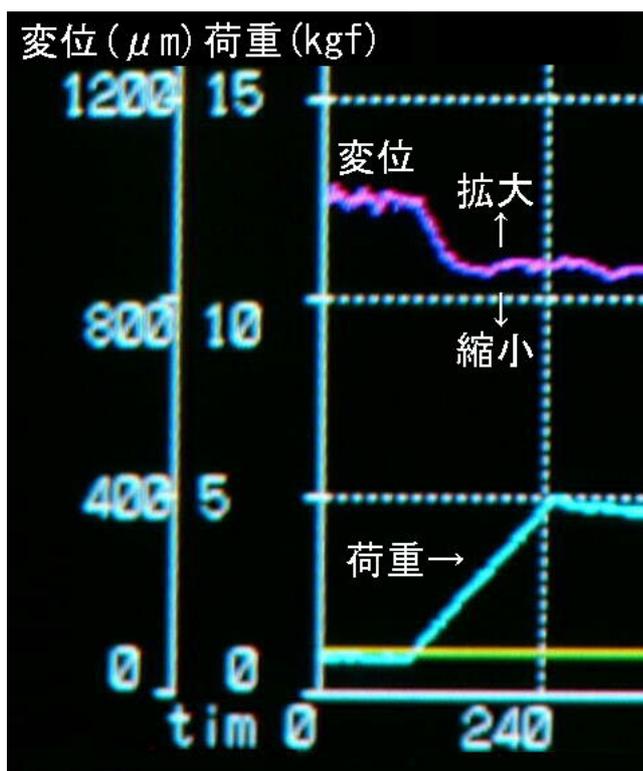


図8 高台内荷重と試料外形変化

縮むことは確認された。図8に結果を示す。

また固定荷重が大きくなるに従い打撃面以外からの破損、例えば支えであるVブロック側からの割れが目立つようになったが、これも縁部に発生した応力の影響と考えられる。

通常の食器使用状況において食器に大きな荷重が負荷された状態というのは考えにくいので、固定荷重によって衝撃強さが大きくなった状態は正確な製品強度を示していない。正確な衝撃強さの測定には試料を押さえる荷重が図5において衝撃強さの変化が見られない2kgを超えないようにする必要がある。

#### 4. まとめ

本年度は強化磁器製品の衝撃強さ試験方法に関して調査を行い以下の知見を得た。

強化磁器製品に関する衝撃強さ試験はハンマーの円柱面を用いるほうが安定した結果を得ることができる。

衝撃強さ試験において得られる衝撃強さ測定値はハンマーモーメントの影響を強く受けハンマーモーメントが大きくなるに従い測定値は小さくなる。

垂直方向への荷重による試料の固定方法では、固定荷重が大きくなるに従い得られる衝撃強さ測定値も大きくなる。従って試料の固定はできるだけ小さい荷重で行う必要がある。

#### 参考文献

1) 蒲地伸明, 佐賀県窯業技術センター平成 15 年度業務報告書, 51-55 (2004)

2) 文部科学省ホームページ

Home > 総合案内 > 各種統計情報 > 学校給食実施状況調査

#### 関連試料

1) Kamochi,N.,Terasaki,M.,Katsuki,H.,Kobayashi,Y.,J. Ceram. Soc. Japan, Vol.112, pp.229-233 (2004)