

— 経常研究 —

強化磁器食器の衝撃試験方法の研究

陶磁器科 秋月俊彦

要 約

本研究は、強化磁器食器の衝撃試験において、試験体中心部を押さえる荷重が、衝撃強度に与える影響について解明することを目的とした。有限要素法によるシミュレーションの結果、試験体中心部を押さえる荷重が大きくなると、試験体内部に変形を伴う応力が発生することが解った。特に衝撃試験においては、破壊起点となる縁近辺に圧縮応力が発生することで、最大30%程度強度が増加することが予測される結果となった。そこで実証試験として、試験体中心部におもりを載せ、衝撃試験を行ったところ、おもりの重量が増加するほど衝撃強度の値も増加することが確認され、その影響が大きいことが解った。

キーワード：強化磁器、有限要素法、シミュレーション、圧縮応力、衝撃試験

1. はじめに

現在、国内には陶磁器食器の衝撃強度を測定する試験方法の規格がない。そのため、国内の試験機関では、米国の規格であるASTM-C368に準じた測定が行われている。しかし、この規格は、衝撃強度に影響を及ぼす製品の押さえ方やハンマーの重さといった細部にわたる規定がないため、同じ製品ロットでも衝撃強度の測定値が試験機関ごとに異なっているのが現状である。

このようなことから、強化磁器食器の衝撃試験方法の規格化へ向けて、独立行政法人産業技術総合研究所中部センターと全国14の地方公設試験研究機関が、共同で研究を行った。当センターの分担課題である、試験体中心部の押さえ荷重が衝撃強度に与える影響について検討するため、有限要素法を用いたシミュレーションと実証試験を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 シミュレーション

シミュレーションには、構造解析ソフトStress Check 6.3（アプライド・デザイン株式会社製）を用いて、既にアルミナ強化磁器食器として製品化されている「セーフティーわん」の碗（直径



図1 衝撃試験状況

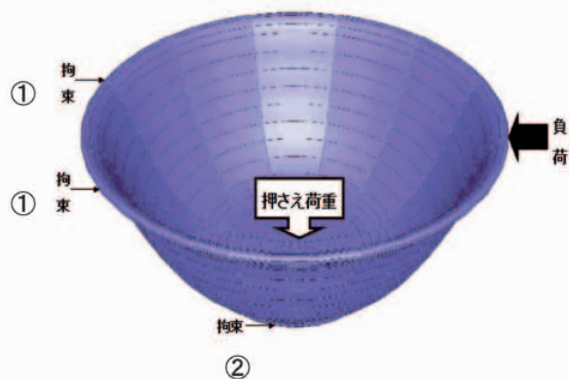


図2 解析条件図

135mm×高さ56mm) について解析を行った。解析条件としては、図1に示した試験体中心部に金属製のおもりを載せた状態でASTM-C368-88による衝撃試験を想定、図2に示すようにVブロック接点の横方向の拘束①（左側2点）と、試料台に接する高台の上下方向の拘束②、さらに試験体中心部を上から下にばねで荷重する。その状態でハンマーの打点となる縁先端部分（右側）に静的負荷を掛けるという条件で行った。解析により強度値は直接求まらないため、導き出される最大引張応力の値をもとに、試験体中心部の押さえ荷重が1の場合の強度を100%とし、中心部押さえ荷重を変化させた場合の予測される強度比F(%)を次式によって算出した。

$$F(\%) = A / B \times 100$$

A：中心部押さえ荷重が1での最大引張応力
 B：押さえ荷重を変化させた場合の最大引張応力

2.2 実証試験

図3に示す重量2kgと5kgの金属製のおもりを下部がゴム製の金属棒に積み重ね、試験体中心部へ載せた状態で、衝撃試験を行った。この時、1kg以下の荷重については、片手で軽く押さえた状態で試験を行なうこととした。碗形状の試験体には、図4に示す他県の強化磁器食器製品(A社製とB社製)を使用し、各試験条件で10個の衝撃強度の測定を行い、その平均値を算出した。さらに各試験体の平均値の中で、手で押さえた時の

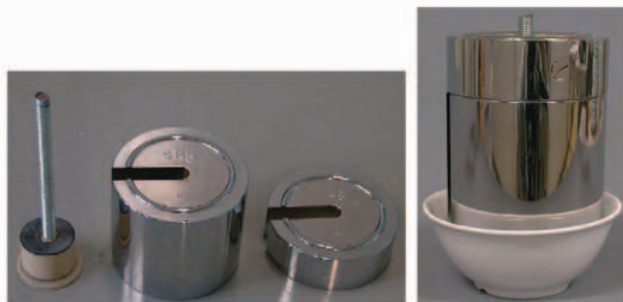


図3 試験体荷重用のおもり



図4 衝撃強度測定用試験体

値を100%として、強度比を計算した。

3. 結果及び考察

3.1 シミュレーション

シミュレーションの結果から算出した試験体中心部の押さえ荷重と予測強度比の関係を図5に示す。中心部押さえ荷重が増加するほど、強度も最大30%程度の増加が示され、中心部押さえ荷重は、強度に大きく影響を及ぼすことが予測される結果となった。そこで、なぜそのような予測結果となったのかを検討するため、中心部押さえ荷重により試験体に発生する応力分布のシミュレーション結果を図6に示す。これにより、中心部に荷重が掛かること

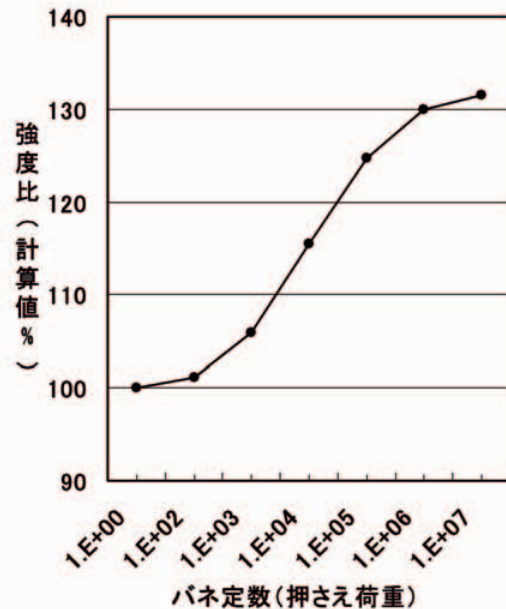


図5 押さえ荷重と予測強度比

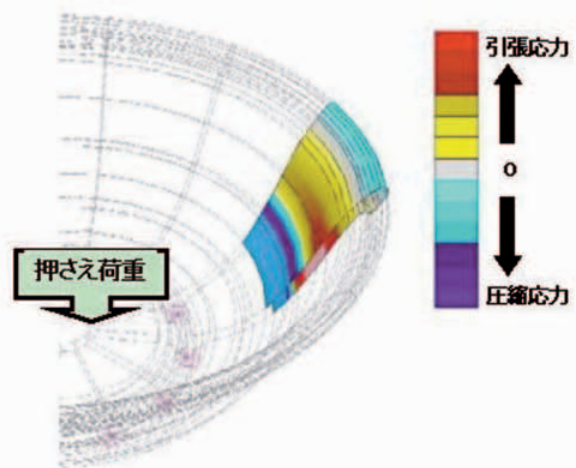


図6 押さえ荷重による応力分布

で、試験体各部に変形に伴う圧縮や引張といった応力が発生する。中でも破壊の起点となる縁近辺には、圧縮応力が発生しているために、衝撃試験のように縁先端に負荷を掛けた場合に発生する強い引張応力が緩和され、予測される強度が増加したものと考えられる。

3.2 実証試験

前記シミュレーション結果を実証するために、2社の強化磁器食器について衝撃強度の測定を行った結果、最も低荷重の場合A社の試験体は0.47 J、B社の試験体は0.21 Jであった。これらの値を100%とし、それぞれの衝撃強度の強度比を求めた結果を図7に示す。2つの試験体における押さえ荷重の影響の大きさは異なるものの、いずれの試験体においても、押さえ荷重が増加するほど衝撃強度の

値も増加する傾向が確認され、シミュレーションの予測を裏付ける結果となった。

4. ま と め

(1) 衝撃強度に及ぼす試験体中心部の押さえ荷重の影響について、シミュレーションを行った結果、押さえ荷重の増加によって試験体に変形し、縁近辺に圧縮応力が発生する。そのため破壊に対する抵抗性が増加することが予測された。

(2) 実際に試験体を用いた衝撃試験においても、衝撃強度の値は、試験体中心部を押さえる荷重に影響を受け、押さえ荷重が大きくなるほど衝撃強度値も大きくなる傾向を示した。

付記：今回、実証試験に用いたおもり並びに碗形状試験体（A社製、B社製）は、独立行政法人産業技術総合研究所中部センターから、強化磁器食器分科

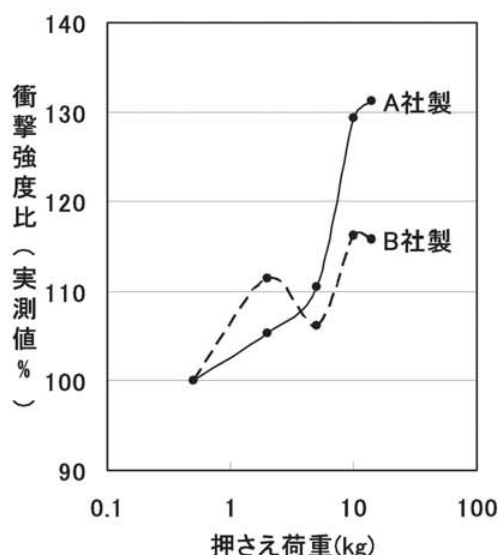


図7 押さえ荷重と実測強度比（A社製）