

圧力鋳込み成形における歪防止技術の開発

蒲地 伸明・吉田 秀治

本研究では圧力鋳込み成形における歪の発生防止の確立を目的とする。本年度は圧力鋳込に用いる石膏型の改良による歪防止を試みた。その結果、複数の鋳込口を石膏型に設けることで泥漿の充填が向上することが確認された。通常の鋳込口を複数にして圧力鋳込を行った場合、それぞれの鋳込口から送泥された泥漿の合流した部分にウェルドラインと呼ばれる合流線が生じ割れなどの欠点の原因となる。本研究において泥漿の流れをコントロールすることでウェルドラインのない複数の鋳込口の圧力鋳込に成功した。

1.はじめに

本研究は圧力鋳込成形製品において発生する独特の歪の防止技術の確立を目的としている。歪は鋳込口の位置と相関が有り成形体密度が鋳込口からの距離により変化することが原因となっている。昨年度は圧力鋳込泥漿の性状について調査した。天草陶土を用いた泥漿が良好な鋳込特性を示したのに対し、非天草系の陶土においては使用原料によって鋳込特性が著しく悪化することが明らかとなった。非天草系陶土においても使用原料を厳密に精査することで良好な成形体を得ることが可能となると思われるが、使用原料を制限することは新機能を持った陶土の開発を困難にし、安価な原料の使用が制限され現実的でない。

そこで圧力鋳込に用いる石膏型の改良による成形体歪防止を試みた。本年度は成形体の収縮、重量、傷等を比較しやすい陶板を対象に試験を行った。

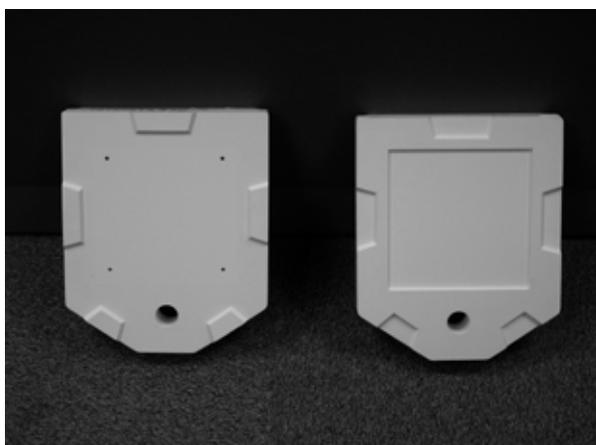


図 1 使用石膏型
(型寸法 160×160×4mm)

2.実験方法

昨年度に報告している非天草系陶土と天草陶土を試験用陶土として用いた。非天草系陶土では解膠剤として珪酸ナトリウムを 0.2%添加し、更に水を加え攪拌することで含水率 21%の圧力用泥漿を得た。天草陶土では珪酸ナトリウムを 0.25%添加し、含水率 23%の圧力用泥漿とした。鋳込試験に用いた陶板の石膏型の写真を図 1 に示す。陶板の型寸法は 160×160×4(mm)であり、鋳込口は陶板の角付近に 4 箇所設けた。鋳込口は試験の必要に応じて閉じることで任意の鋳込口数で鋳込を行った。圧力鋳込によって得られた成形体は、乾燥機を用いて 80 で乾燥した。乾燥体の仕上げは寸法や重量への影響を考慮し行わなかった。また表面状態の確認を容易にし、重量へ影響を避けるため素地には施釉せず締め焼きとした。焼成は 1300 10 時間の還元雰囲気で行い最終的に得られた陶板について寸法、重量、表面状態、欠点発生状況等について評価した。

3.結果と考察

図 2 に圧力鋳込で発生した欠点の写真を示す。使用した泥漿は天草陶土泥漿で通常よりも低い鋳込圧 0.13MPa で成形を行っている。鋳込口は図中右下の部分であり残りの 3 箇所は用いていない。鋳込口から離れた部分では成形が完了しておらず、中央付近では泥漿不足による凹みが観察される。これらの欠点は石膏型への泥漿の充填が完了する前に鋳込口付近の泥漿が固化したことが原因となっている。鋳込圧を



図 2 圧力鑄込における欠点例
(凹み、未充填)

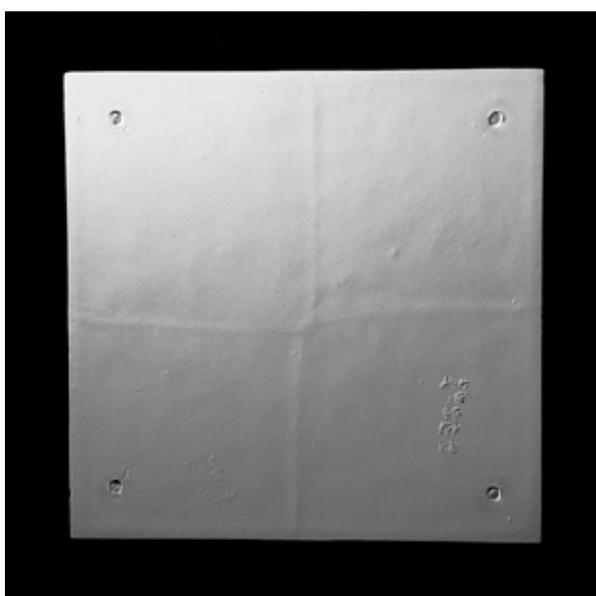


図 3 ウェルドラインの発生例

0.14MPa 以上にすることで型内への泥漿の充填は完了し、目立った凹みも無くなった。今回試験に用いている陶板は160mm 四方と比較的小さいものであるので鑄込口を中央に移動し十分な鑄込圧で成形を行うことで精度の良い成形体を得ることが出来ると考えられる。しかしながら、石膏型を用いる圧力鑄込では鑄込圧を極端に高くした場合には型の破損が発生するため鑄

込圧には上限がある。よって、ひとつの鑄込口から泥漿を送泥できる距離には限界があり、通常の圧力鑄込成形で成形できる製品のサイズは限られている。

そこで鑄込口数を増やし、ひとつひとつの鑄込口が充填する体積を減らすことで大型の圧力鑄込成形体を作ることが行われる。鑄込口を 4 つに増やした圧力鑄込型で圧力鑄込成形を試みた結果を図3 に示す。図3 は鑄込口から型内に送泥された泥漿が合流した部分にはウェルドラインと呼ばれる合流線が観察された。ウェルドラインの部分は陶土粒子の配向が他の部分と異なるため乾燥・焼成割れが発生しやすい、また割れが発生しない場合でも目視確認できる合流線が製品に残ることが多い。天草陶土泥漿を用いた試験においては、素焼工程までにウェルドライン部分の約30%で割れが生じた。泥漿の調整を厳密に行うことにより割れを低減することは可能であるが、4 口鑄込のような複数の鑄込口を用いる圧力鑄込は歩留まり低下やウェルドラインによる製品の美観の悪化などが発生しやすく汎用性が低いことが明らかとなった。

ウェルドラインは泥漿の型内での衝突が原因で発生する。そこで泥漿の流れをコントロールすることでウェルドラインを目視確認できないようにした 4 口鑄込を試みた。この鑄込み方法で作製した試料をこれより試料”4HA”とする。比較のために通常の鑄込口 1 つの鑄込で作製した試料(以下”1H”と表記)、ウェルドラインの発生する 4 口鑄込で作製した試料(以下”4H”と表記)を同時に成形した。鑄込み試験には 40 の乾燥機で 24 時間以上乾燥させた使用回数 10 回未満の石膏型を用いた。使用した石膏型は同一のケース型から作製した使用型であるが、型の個体差による重量の影響を低減するためにすべての成形体重量には対応する型に応じて補正を行った。補正係数は以下のようにして決定した。はじめに試験に用いたすべての石膏型に対し同一条件(24 時間乾燥、1 段階積、鑄込圧 0.18MPa)で圧力鑄込みを行った後、成形体を完全乾燥し、それぞれの石膏型で成形した成形体の重量を計測した。次にすべての使用型における成形体重量の平均を、それぞれの型における成形体重量で除した値を算出し補正係数とした。すなわち

補正係数=(成形体全体平均重量)/(型別成形体重量)

であり、この補正係数を成形体重量に積算することで分析用のデータとした。

図 4 に成形体の乾燥重量に与える鑄込み方法、型の積重ね位置、鑄込みの繰り返し数の影響を示す。図より成形体重量が圧力鑄込みを繰り返すことで直線的に低下していることが判る。この重量減少は試験開始時には乾燥していた型が鑄込みの繰り返しにより徐々に給水した影響である。鑄込み方法の影響に関して、鑄込み口が一つの試料”1H”のみが低い乾燥重量を示し4口鑄込みである試料”4H”と試料”4HA”はほとんど同じ乾燥重量となった。また石膏型の積重ね位置に関

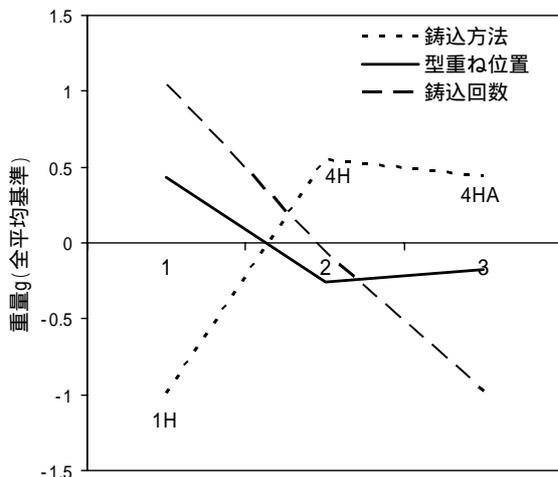


図 4 鑄込み方法、型重ね位置、鑄込回数による成形体の重量変化

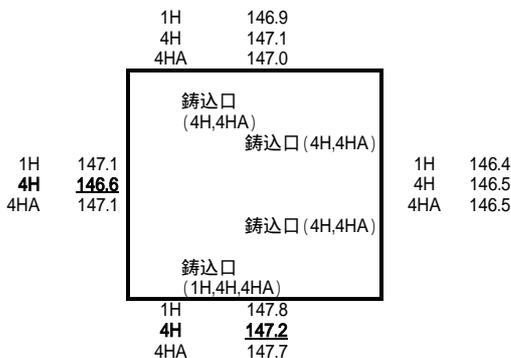


図 5 鑄込み方法と各辺の焼成後寸法の関係

しては1段目の試料が若干高い乾燥重量を示してはいるが、ほとんど影響がない結果となった。これは今回の試験が石膏型を3段しか積重ねていないため高さによる鑄込み圧の変化が少なかったためと考えられる。この実験で作製した成形体は試料”4H”の一部でウェルドラインにおける乾燥割れが発生した。このため焼成後の寸法の比較が不可能となった。そこで非天草系陶土を用いて同様の圧力鑄込み成形を行い焼成体の寸法の比較を行った。非天草系の泥しょうを用いた試験においては乾燥から素焼き本焼きのいずれの工程においても割れが発生することはなかった。

図 5 に焼成後の試料における各辺での寸法を示す。試料”1H”と”4HA”では寸法の差はほとんど生じなかったが、試料”4H”では示した鑄込口に近い2辺で他試料よりも収縮が大きいたことが観察された。これは試料”4H”にのみ観察されるウェルドラインにおける粒子の配向が他の部分と異なり、焼成収縮が大きくなることが原因となっている。なお非天草系の陶土においても試料の重量は1Hが最も軽い結果となった。“1H”においては他の鑄込み方法で作製した試料よりも製品重量は軽いものの収縮に大きな違いは観察されなかった。

4.まとめ

本年度は型の改良による圧力鑄込成形体の歪防止について検討した。泥漿の流れをコントロールした複数鑄込口による圧力鑄込成形法によりウェルドラインの発生しない泥漿充填の良い成形体を得ることが出来た。本年度は陶板による検討であったが、新しい鑄込の有効性を確認できたので今後は食器形状の試験を行い成形歪に対する効果について確認を行う予定である。