

圧力鑄込成形における歪防止技術の開発

蒲地 伸明・吉田 秀治

本研究では圧力鑄込成形における歪の発生防止技術の確立を目的とする。最終年度である本年度は昨年度までに基礎試験を行った新しい鑄込型を従来の圧力鑄込では成形困難な形状の成形に適用した。結果、良好な成形体を得ることができ、焼成後の”ひけ”やウェルドライン等の発生を抑えることができた。なお、本研究の成果に関しては知的財産権の関係から、開発技術の効果のみ記述した。

1.はじめに

本研究は、圧力鑄込成形工程が原因となって発生する製品歪の防止を目的としている。圧力鑄込成形工程で生じる変形は、鑄込口からの距離による生地密度の粗密差と板状の原料粒子の配向の違いによる収縮差が原因となって生じている。よって歪を防止するためには生地密度差の発生を押さえ、また原料粒子の配向の乱れを無くすことが必要である。圧力鑄込成形工程を構成する2大要素は泥漿と型である。よって歪防止には2つの技術的アプローチが考えられる。すなわち、泥漿の調整条件と型設計の検討である。泥漿調整は圧力鑄込成形において最も重要な要素で成形体の性質を大きく左右する。しかしながら企業で実際に使用される陶土の種類は多くその全てを調査することは困難である。また同じ陶土であっても季節によって泥漿の特性が変化することは良く知られており¹⁾ 継続した調査が必要となる。本研究ではより汎用性の高い技術を開発することを目的とするため、歪防止技術を型の改良によって実現することとした。

昨年度までに泥漿の流れを制御した複数鑄込口による圧力鑄込成形法を開発したが、本年度はこの技術を従来の鑄込成形では実現困難な型に適用し、新しい圧力鑄込型の効果について検討すると共に型の改良を行った。

2.実験方法

圧力鑄込試験には天草撰上陶土を用いた。解膠剤として珪酸ナトリウム（和光純薬工業製）を0.25wt%添加し水と共に攪拌機で混合することで含水率25wt%の

圧力鑄込用泥漿とした。試験に用いた石膏型下型の図面を図1に示す。なお成形体の厚さは5mmで均一となっている。成形体は鑄込口側から見た場合、鑄込口Aを中心に反時計回りに渦を巻いた形状となっており、通常は中心部鑄込口Aからのみ送泥を行った場合B C D Eの順に泥漿が流れ充填される形状となっている。成形体の幅は鑄込口B-C間が20mmと最も狭く、続いて鑄込口C-D間が25mm、鑄込口D-E間が40mmと鑄込口Aから離れるに従い成形体の幅が広がる圧力鑄込成形で欠点の発生しやすい形状とした。この鑄込型を用い鑄込口B～Eを閉じた状態でAからのみ送泥を行う通常の圧力鑄込、A～Eの5つの鑄込口からほぼ同時に送泥する複数口圧力鑄込、さらにA～Eの鑄込口から送泥するが型内の泥漿の流れを制御した新

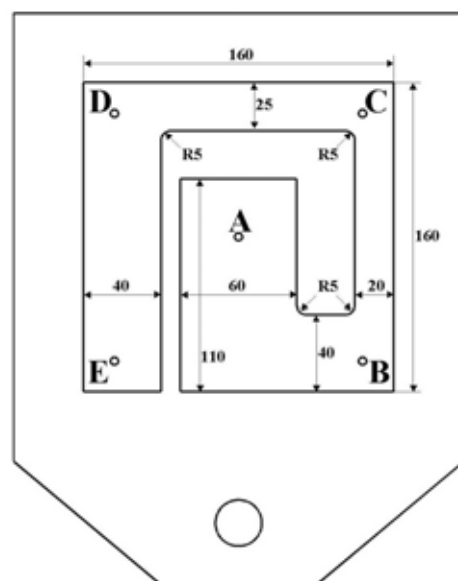


図1 石膏型図面

複数口圧力鑄込の3種を行い成形体を作製した。得られた成形体は乾燥後バリを取る程度の仕上げを行い、締め焼きをガス炉にて1300 還元雰囲気で行った。焼成体に対し寸法、重量を測定すると共に状態観察を行った。

3. 結果と考察

図2に通常の圧力鑄込成形と複数口圧力鑄込成形で得られた焼成体の写真を示す。図2上の通常圧力鑄込品においては鑄込口から遠い部分で明瞭な”ひけ”が観察された。一方、複数口圧力鑄込においては”ひけ”は大幅に軽減されている。”ひけ”は泥漿の充填不足に起因し、鑄込口Aから近い部分に最も幅が細い20mmの成形体部分があり、かつ均一な厚みを持つ本鑄込型は通常の1箇所鑄込では末端部に十分に泥漿が充填する前に鑄込口付近の泥漿の脱水固化が完了し充填不足が生じる。焼成体重量は通常圧力鑄込と複数口圧力鑄込でそれぞれ142.1g、144.2gであり通常圧力鑄込成形による焼成体が複数口鑄込成形による焼成体に比べ2g程度重量が軽くなっており、本研究で作製した形状は通常圧力鑄込では明らかに充填不足となることが重量でも確認された。

図2下に示す複数口圧力鑄込焼成体においては”ひけ”はほとんど観察されなかったが、鑄込口の間に泥漿の衝突によって生じる合流線であるウェルドラインが観察された。特に鑄込口C-D間と、鑄込口D-E間においては明瞭に観察された。ウェルドラインに関しては製品の美観を損なうだけでなく、ウェルドライン部は焼成前の段階で非常に割れやすく生産時の作業性にも強く影響する。そこで昨年用いた4口鑄込の陶板²⁾(160×160×5mm:四隅付近に鑄込口)を用いてウェルドラインの具体的な影響について検討した。

900 で素焼した素地の通常部とウェルドライン部から切り出した試験片5本ずつによる3点曲げ強さ試験の結果を図3に示す。通常部の曲げ強さ平均7.1MPaに対しウェルドライン部分は平均5.3MPaと25%程度低い値となった。また、グラフから明らかなようにばらつきも大きくなっている。通常部とウェルドライン部における曲げ試験片の破断面を図4に示す。図4aの通

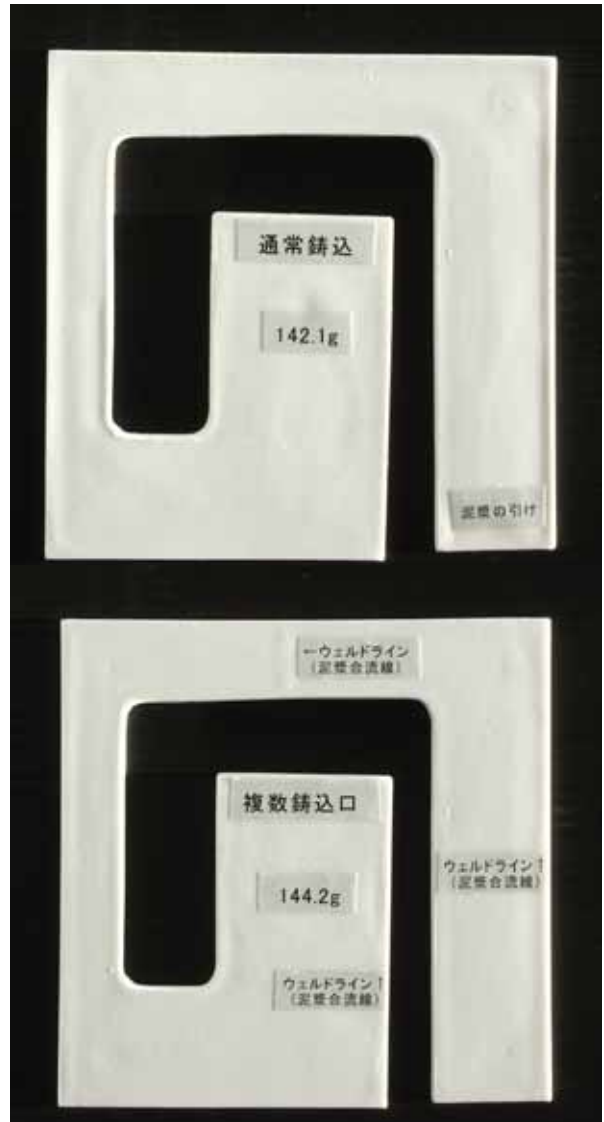


図2 通常圧力鑄込成形体と複数口圧力鑄込成形体の焼成体

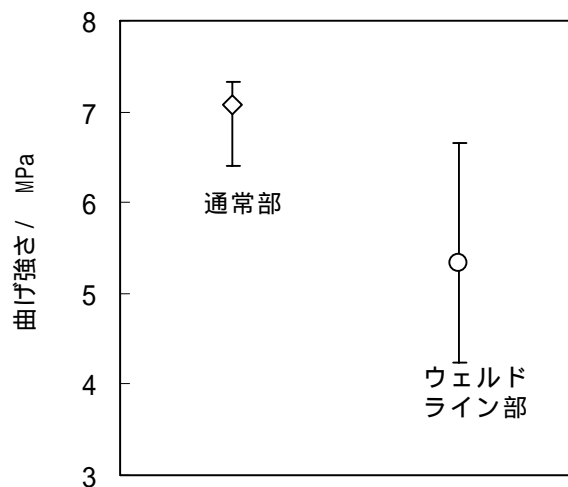


図3 素焼素地における通常部とウェルドライン部の曲げ強さの比較

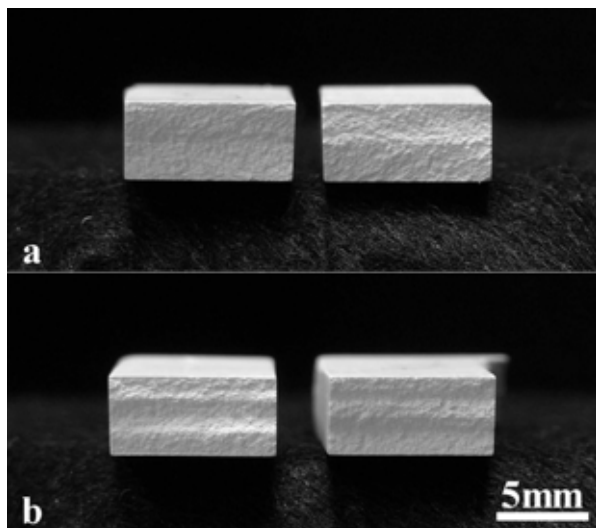


図4 素焼素地における曲げ強さ試験片の破断面
(a:通常部 b:ウェルドライン部)

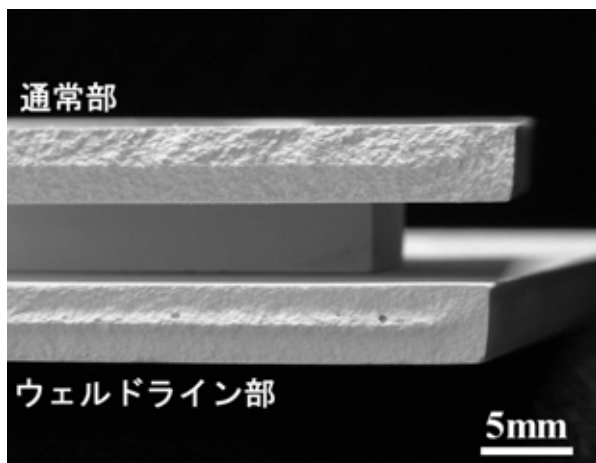


図5 生地における通常部とウェルドライン部の破断面の比較

常部では上面と下面の中間部で破断面にわずかな角度の変化が確認された。圧力鑄込成形体の中央部では石英粒子が多くなり断面方向で組織が不均一であることが報告されている³⁾。中央部の石英の多い組織により曲げ破壊における亀裂進展方向が変化することが破断面における角度の変化の原因となっている。一方図4bのウェルドライン部の破断面は大きく波打っており通常の圧力鑄込成形体で見られる破断面とは異なっている。この破断面の違いは粒子の配向の違いと考えられる。素焼前の生地に関しても同様の曲げ強さ試験を試みたが試験体の切り出し時にウェルドライン部分で破

損が生じたため試料作成が不可能であった。生地における通常部とウェルドライン部の破断面を図5に示す。破断面全体を見た場合ウェルドライン部が中央部の盛り上がり大きい。しかし破断面の滑らかさを比較すると、通常部に比べウェルドライン部は滑らかであり、陶土粒子が表面に対して垂直に近い形で配向していることが推察された。またウェルドライン部中央付近には空気の巻き込みが原因と考えられる大きな空隙が多く観察され欠点が多いことが判る。ウェルドライン部は成形面に曲げ応力が生じた場合に割れやすい方向に粒子が配向していること、多くの欠陥を含むことからウェルドラインが生じない成形体を作ることが必要である。しかし複数の鑄込口から同時に送泥を行なう従来の複数口圧力鑄込の場合ウェルドラインの発生は避けられない。そこで型内の泥漿の流れを制御し複数の鑄込口から送泥してもウェルドラインの発生しない型を開発した。

新しい複数口圧力鑄込成形によって成形した焼成体を図6に示す。図6の焼成体では”ひけ”はほとんど観察されず、またウェルドラインの発生も確認されなかった。

表1に3種の圧力鑄込成形法を用いて作製した各成形体の焼成後の状態の違いを示す。新複数口圧力鑄込により作製した焼成体は焼成体の重量も従来の複数口

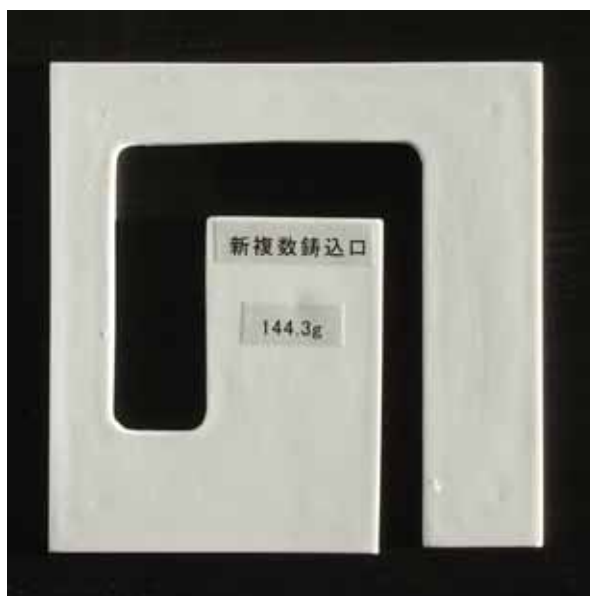


図6 新圧力鑄込成形体の焼成体

表1 圧力鑄込方法による成形体の状態変化

	重量 (g)	充填不足	ウェルド ライン
通常 圧力鑄込	142.1	有	無
複数口 圧力鑄込	144.2	無	有
新複数口 圧力鑄込	144.3	無	無

圧力鑄込成形体と同等であり、かつウェルドラインも発生しておらず複雑形状の圧力鑄込み成形に効果的であることが確認された。また大型の製品の成形においては鑄込口を増やすことで成形体の充填の粗密を減らすことが可能となり歪を低減できる。

4.まとめ

圧力鑄込み成形における歪防止技術の開発を通して新しい圧力鑄込型を開発した。本年度は従来の圧力鑄込成形では成形困難な形状の成形に新しい圧力鑄込型を適用し効果を確認した。新しい成形型は従来の圧力鑄込型で問題であった”ひけ”とウェルドラインの発生を解消することで、成形困難な形状の製品でも欠点のない成形が可能である。また従来の圧力成形装置をそのまま利用でき、ほとんど作業性も変わらないため、これまでにないデザインの圧力鑄込製品への適用が期待される。

5.参考文献

- 1)木村隆俊, 森隆昌, 椿淳一郎, 中後浩一郎, 仮屋弘 日本セラミックス協会 2009 年年会講演予稿集 P154
- 2) 蒲地伸明, 吉田秀治 佐賀県窯業技術センター平成19 年度研究報告書
- 3)中道俊久, 木村裕之, 田崎和江 日本セラミックス協会 学術論文誌[106] PP 609-615