

大型陶磁器の高圧鋳込成形技術

加藤 勝正 浅井 邦雄 長谷川龍三

High Pressure Slip Casting of Large Pottery

by

Katsumasa KATO, Kunio ASAI and Ryuzo HASEGAWA

大型陶磁器製品の高圧排泥鋳込成形技術の確立を図るため、泥漿粘度・粒度等の性状、成形圧力・時間及び土締め時間等の成形条件が成形体に及ぼす影響について試験を行った。

その結果、着肉は粘土分が少ない配合で、成形圧力が高く、成形時間が長い場合に効果があり、成形性は粘土分20%以上の時に良好であった。泥漿粘度は $3 \sim 4 \times 10^3$ cP、泥漿粒度は50%粒径値が8 μ m以上の時に良好であった。土締め時間は成形圧力30kgf/cm²、20分成形の場合7分間が良好であった。良好な成形体を得る成形条件は、陶石65%、粘土分25%、長石10%を配合調製した泥漿（粘度 3.63×10^3 cP、50%粒径値8.5 μ m）で、成形圧力30kgf/cm²、成形時間20分、土締め時間7分であった。

1. まえがき

複雑形状の大型陶磁器製品の成形は、手作業の依存度が大きいので生産効率が低く、かつ、熟練作業者の確保・養成が重要な課題であるため、生産性と省力化が図れる新しい成形技術の確立が求められている。

本研究は、種々の成形方法の中から、鋳込泥漿に高圧力をかけて成形体を得る高圧排泥鋳込成形法を取上げ、成形時において泥漿粘度、粒度等の性状及び成形圧力、時間、土締め時間などの成形条件が、成形体に及ぼす影響について試験し企業化に必要なデータ集積を行った。

2. 実験方法

2.1 使用原料及び泥漿調製

使用原料は2級河合陶石を主原料とし、木節粘土・蛙目粘土の水箴物及び特級釜戸長石の市販品を使用した。泥漿調製は原料、水分及び解こう剤（珪酸ソーダ1号、試薬1級炭酸ナトリウム）をボールミルで一括調製し、32メッシュふるいを全通させたものを用いた。

また、泥漿性状については泥漿をボールミルから取出し直後に粘度（B型粘度計：ロータNo.4・回転数12rpm）及び粒度（ふるい分け法及びレーザー法）を測定した。

配合割合及び泥漿性状を表1に示す。

2.2 成形試験装置及び操作手順

装置は新栄機工製の高圧鋳込成形機（HPC60×30）を用いた。垂直方向の型締め圧力60t、水平方向の型締め圧力30tで、最高泥漿加圧力は50kgf/cm²、増圧器容量500cc、泥漿タンク容量25 ℓ 、成形型の最大設置寸法は500mm立方体である。また、使用型はニッコー製で、表面層の気孔率25～35%、気孔径1～7 μ mの樹脂型を用いた。操作手順は調製した泥漿を泥漿タンクに入れ攪拌しつつ減圧脱泡した。その後エア一圧により泥漿を成形型内と増圧器に充滿させ、設定成形圧力になるよう増圧器で調節する。設定時間経過後にエア一圧で排泥した後、エア一圧で密閉式により設定時間の土締め操作を行い成形体を取り出し、着肉・成形性等の試験を行った。

2.3 試験条件

調製した泥漿を用いて効率的に成形体を得るため、着肉性及び成形性試験の成形条件として、これまでの研究結果¹⁾をもとに成形圧力35kgf/cm²以下、成形時間20分以下とし、土締め圧力は一定の8kgf/cm²、土締め時間15分以下を設定した。

2.4 着肉・成形性試験

200mm立方体が成形できる樹脂型を用いて着肉性及び成形性試験を行った。

着肉性は脱型直後に成形体中央部の肉付き厚さにより評価した。また、成形性については脱型直後の成形体の

保形・加工性及び成形体内側の排泥状況の観察や乾燥過程において成形体が約3%の重量減になった時点で発生する欠点などにより評価した。

表1 配合割合と泥漿性状

試料名	陶石	木節	蛙目	長石	粘度 ($\times 10^3$ cP)	50%粒径値 (μ m)
A	70	10	5	15	1.65	12.0
B	55	10	15	20	1.28	10.0
C	50	25	10	15	1.48	9.0
D	55	30	5	10	6.83	10.2
E	65	20	5	10	3.63	8.5

2.5 成形体含水率の測定

成形体の型面と排泥面に含水率差ができ、それが原因と思われる乾燥亀裂が発生するため、成形圧力・時間と土締め時間の関係について実験し、成形体の含水率差を測定した。

3. 実験結果

3.1 配合割合と着肉・成形性

図1に試料A・B・Cを用い成形時間10分間一定で、成形圧力を変化させた配合割合と着肉量の関係を示す。

その結果、着肉が良好な泥漿は粘土分を少なく配合している試料Aで、成形圧力20kgf/cm²の場合に着肉量は8.5mm、30kgf/cm²の成形圧力に増圧すると9.8mmと、成形圧力が高くなるほど着肉量は増加した。試料B・Cは成形圧力20kgf/cm²のとき7.2mmと6.8mmで30kgf/cm²の場合でも、8.4mmと8.2mmで試料Aに比べて着肉量は少なかった。これは、試料B・Cが粘土分が多いこと、素地内部の透水性が劣ること、型表面の目詰りを起していることが原因と思われる。

表2に試料A・B・Cを用い成形圧力20kgf/cm²、成形時間10分における成形性について示す。試料AはB・Cに比べて保形性は良好であり、排泥状況もそんなかったが、粘土分を少なく配合しているため、加工性については劣った。試料B・Cは加工性・保形性及び排泥状況ともに試料Aと比較してそんななく良好であった。この結果、試料B・Cの良好な成形性を活かし、より着肉性の向上を図るため試料Dを調製した。

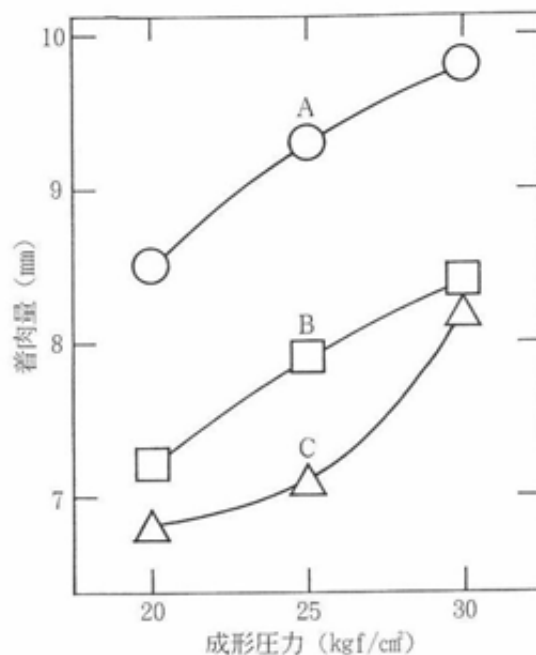


図1 10分間成形における配合割合と着肉量

表2 試料A・B・Cの成形性

試料名	保形	加工	排泥状況
A	◎	×	○
B	◎	○	◎
C	○	◎	◎

◎非常に良い ○良い ×悪い

3.2 泥漿粘度・粒度と着肉

図2に試料Dを用いた泥漿粘度と着肉、図3に泥漿粒度と着肉の関係を示す。

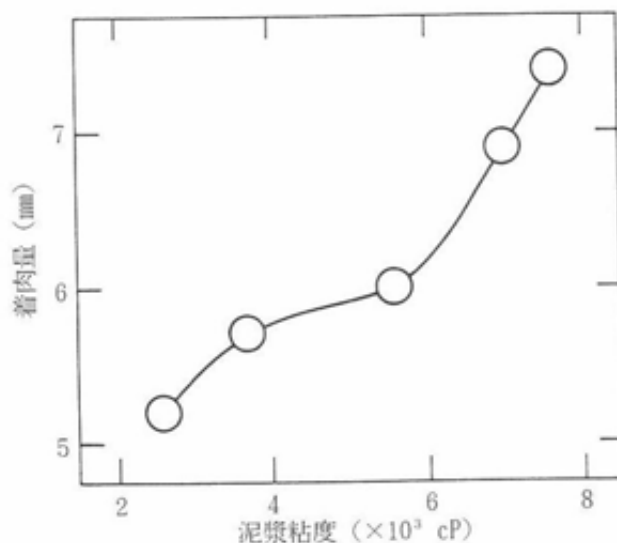


図2 成形圧力25kgf/cm²・10分間成形における泥漿粘度と着肉量

成形圧力25kgf/cm²、10分間成形における泥漿粘度と着肉量の関係は、泥漿粘度が3×10³cPで着肉量5.5mm、5×10³cPで5.9mm、7×10³cPで6.9mmと、泥漿粘度が高くなるにしたがい着肉は増加する。しかし、泥漿粘度が高くなると排泥時間が長くなることや、排泥後の成形体内側の排泥面が凹凸状になり、肉厚に差がでるため乾燥亀裂の原因となった。逆に泥漿粘度が低い場合は、着肉は劣るものの排泥状態は良好であった。

着肉と成形性の良好な泥漿粘度は、肉厚が一定で乾燥亀裂が起きにくい3～4×10³cPに調整することが必要である。

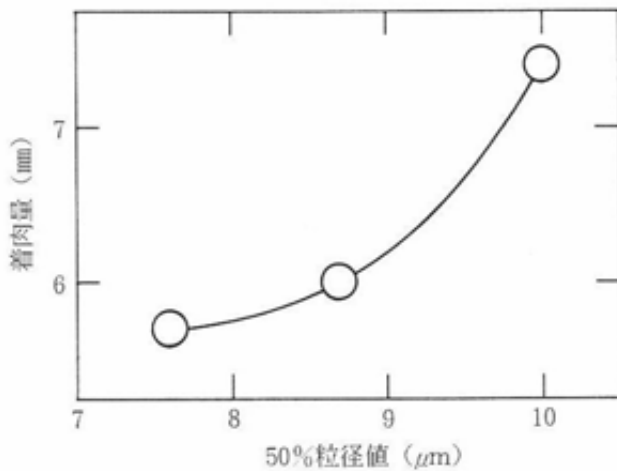


図3 成形圧力25kgf/cm²・10分間成形における泥漿粒度と着肉量

また、泥漿粒度と着肉の関係は、50%粒径値が8μmのとき着肉量は5.8mm、9μmで6.2mm、10μmにおいては7.4mmと50%粒径値が大きくなるにしたがい着肉量は多くなった。このことから着肉量を多く必要とする場合は、50%粒径値をより高くすることにより得られるが、成形体の加工性も考慮しなければならない。

3.3 成形圧力と成形体含水率差

図4に試料Dを用いた土締め時間5分間一定における成形圧力と含水率差の関係を示す。

成形圧力15kgf/cm²・成形時間10分のとき、型面と排泥面の含水率差が0.32%で、成形時間を20分に延ばした場合に1.58%となり、さらに成形圧力を25kgf/cm²・成形時間10分に増加すると0.85%、20分間成形の場合は2.00%と成形圧力が高く成形時間が長くなるにしたがい含水率差が大きくなり、0.9%以上の含水率差になった場合、乾燥過程において歪みにより成形体に亀裂が発生した。

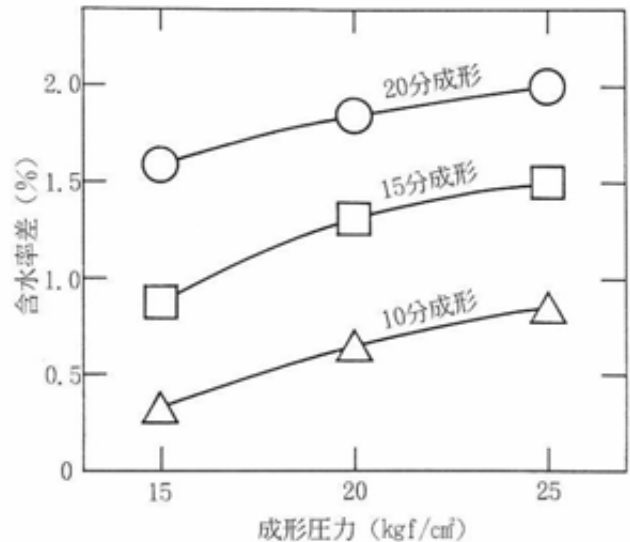


図4 土締め時間5分間における成形圧力と含水率差

3.4 土締め時間と成形体含水率差

高圧力で長時間成形においても成形体の含水率差を小さくするため、試料Dの粘土分10%を陶石に置換するとともに、泥漿粘度を3.63×10³cP、50%粒径値を8.5μmに調製した試料Eにより、土締め時間を変化させた試験と、再度着肉性についても測定した。

図5に試料Eを用いた成形圧力・時間と着肉、図6に成形圧力30kgf/cm²、20分間成形における土締め時間と含水率差の関係を示す。

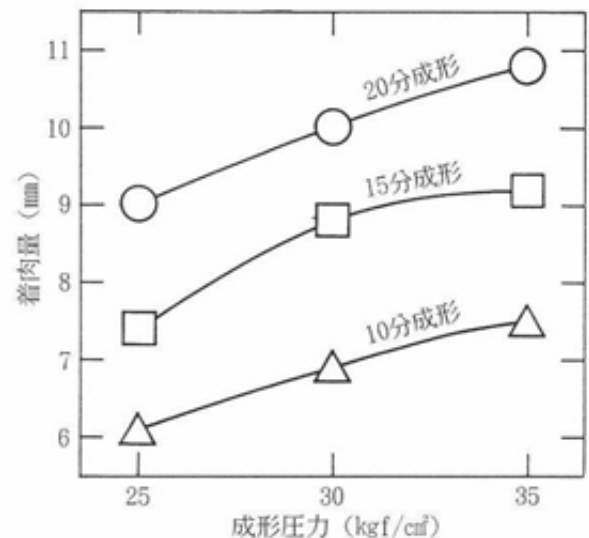


図5 成形時間・圧力と着肉量

成形圧力・時間と着肉については前項実験と同様に成形圧力が高く、成形時間が長くなれば着肉量は増加し、成形性においてもその色は見られなかった。

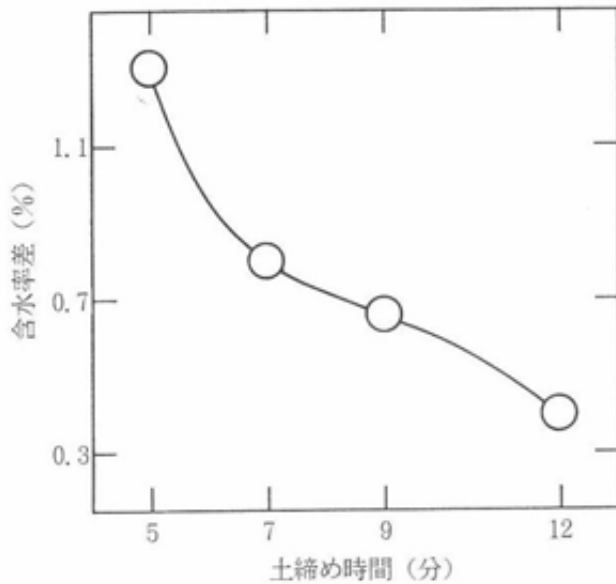


図6 成形圧力 30kgf/cm^2 ・20分間成形における土締め時間と含水率差

土締め時間と含水率差の関係においては、土締め時間5分間のとき含水率差は1.3%、7分間で0.8%及び9分間で0.66%と、土締め時間が長くなるにしたがい、成形体の含水率差は小さくなる傾向を示し、7分間の土締め操作で良好な成形体を得ることが可能となった。しかし、

更に土締め時間を長くして含水率差を少なくすると、型内で成形体の収縮が始まり、脱型前の成形体内部に亀裂が発生した。

4. まとめ

- (1) 着肉は粘土分が少ない配合で、成形圧力が高く、成形時間が長い場合に効果があった。また、成形性は粘土分20%以上の時に良好であった。
- (2) 泥漿粘度は $3 \sim 4 \times 10^3 \text{cP}$ 、泥漿粒度は50%粒径値が $8\mu\text{m}$ 以上の時に良好であった。
- (3) 土締め時間は成形圧力 30kgf/cm^2 、成形時間20分の時7分間が良好であった。
- (4) 良好な成形体を得る成形条件は、粘土分25%を配合調製した泥漿(粘度 $3.63 \times 10^3 \text{cP}$ 、50%粒径値 $8.5\mu\text{m}$)で、成形圧力 30kgf/cm^2 、成形時間20分、土締め時間7分であった。

文献

- 1) 加藤勝正, 竹内繁樹, 長谷川龍三, 愛知県常滑窯業技術センター報告, 18, 19~22 (1991)