

特殊瓦の高圧排泥鑄込成形

加藤 勝正 竹内 繁樹* 長谷川 龍三

High Pressure Slip Casting of Fancy Clay Roofing Tiles

by

Katsumasa KATO, Shigeki TAKEUCHI

and Ryuzo HASEGAWA

三河地区で使用している瓦用配合粘土をベースに、瓦シャモット、木節粘土等を配合した各種泥漿を用い、鑄込泥漿を型内に注入した後、泥漿に高圧力をかけて成形体を得る高圧鑄込成形装置により、役瓦を高圧排泥鑄込成形するため試験を行った。

その結果、瓦用配合粘土30%、瓦シャモット30%、木節粘土20%、陶石20%、水40%、解膠剤0.7%配合の鑄込泥漿（粘度 6.14×10^3 cp, pH9.75）を用い、泥漿加圧力 20 kgf/cm^2 、25分間成形で肉厚7 mmの成形体を得ることができた。なお、試作品の形状は、高さ約20 cmの角柱と30 cmの四角錐からなる、洋風住宅用役瓦（立物）で、現在企業で使用している釉薬と窯炉を用いて製作したところ、素地と釉薬の密着も良く凍害等の問題はなかった。

1. まえがき

消費者ニーズの多様化及び生活様式の変化に伴い、住宅は洋風化、ファッション化の傾向にある。そのため、屋根瓦もそれにマッチした商品づくりが求められている。しかし、粘土瓦の成形は湿式プレス方式がほとんどであるが、その中でも役瓦のように、形状が複雑で袋物状をしている製品の成形は、熟練を要する手作業に依存しているのが現状である。そのため、生産性と省力化が図れる新しい成形技術の導入が必要である。

本研究は、鑄込成形法のうちで、泥漿に高圧力をかけて形成体を得る、高圧排泥鑄込成形法により役瓦の成形試験を行なった。

陶石の市販品をそれぞれ用いた。

使用原料の粒度分布を図1、2に示す。

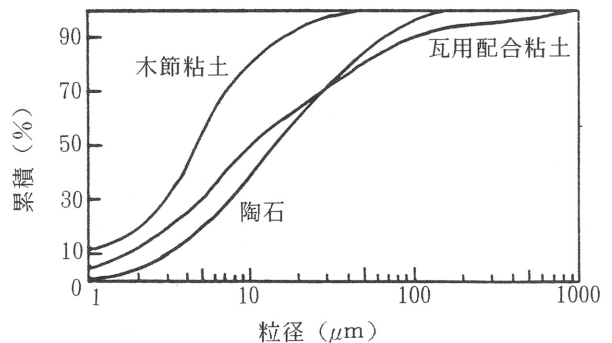


図1 使用原料の粒度分布

2. 実験方法

2.1 使用原料

瓦用配合粘土は三河粘土35%、山土40%、山砂利廃土25%を混合混練した、三河地区で使用している粘土である。瓦シャモットは瓦製造企業から愛知県陶器瓦工業組合に持込まれる瓦の不良品をシャモット化したものを使用した。また、木節粘土は水ひ本山木節粘土を、陶石は皿山産1級天草

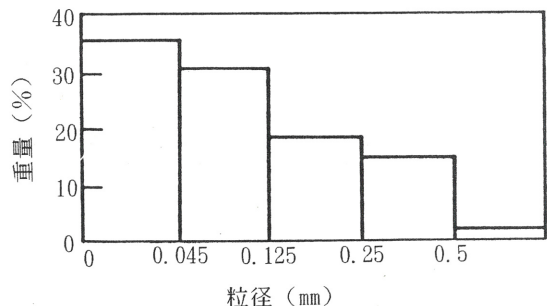


図2 瓦シャモットの粒度分布

* 現商工部工業振興課

2.2 高圧鑄込成形装置

本装置の構成は、成形装置、真空脱泡加压攪拌機（泥漿タンク）、樹脂型、エアーコンプレッサー等からなり、成形法は湿式プレス成形と鑄込成形の両方法が可能な構造を有している。

本研究に利用する成形は鑄込成形法で、泥漿を型内に注入後、増圧器により泥漿に高圧力を与えて成形体を得る方法であり、特に排泥鑄込成形が出来るように工夫されている。

装置の主な仕様を表1、全景を写真1、高圧鑄込成形型を図3、成形フローチャートを図4に示す。

表1 高圧鑄込成形装置の仕様

成形装置	プレス能力上下60 t 及び左右30 t 成形型寸法最大 500×500×500mm 増圧器最大加圧力50kgf/cm ²
真空脱泡加压 攪拌機	真空度 6 Torr以下（無負荷時） 泥漿加圧力 7 kgf/cm ² 、容量25 ℓ
樹脂型	気孔率25～35%、気孔径1～7 μm
エアーコン プレッサー	最大圧力 8.5kgf/cm ²

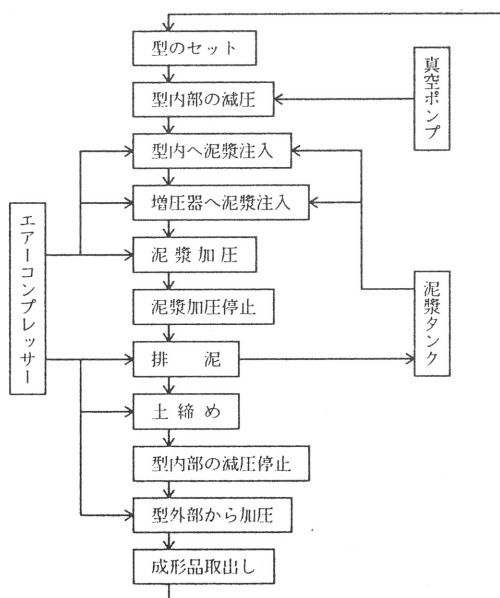


図4 成形のフローチャート

2.3 泥漿調製

泥漿調製に際しては、成形品が三河地区企業の

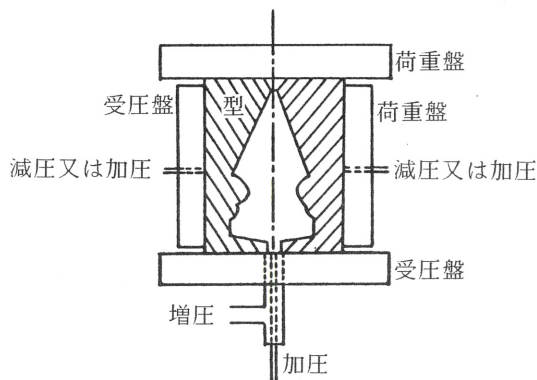


図3 高圧鑄込成形型

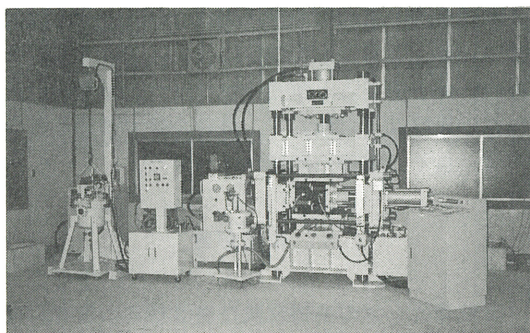


写真1 高圧鑄込成形装置

瓦焼成ラインで、そのまま使えることを考慮して三河地区で使用している、瓦用配合粘土をベースにした。また、瓦シャモットの配合量は、成形体の加工性を考慮して最大50%とした。

配合割合を表2に示す。

表2 泥漿の配合割合 (wt%)

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
瓦用配合粘土	100	80	60	50
瓦シャモット	0	20	40	50
水分	55	45	35	35
水ガラス	0.6	0.5	0.5	0.3

各調合物に水分、解膠剤を添加し、ボールミルで調製した泥漿を、着肉及び成形試験用泥漿とした。粘度は泥漿をボールミルから取出した直後にB型粘度計でローターNo. 4、回転数12rpmにより測定した。

2.4 着肉及び成形試験

着肉試験は、泥漿加圧力を $50\text{kgf}/\text{cm}^2$ （本装置での最大加圧力）、土締め圧力 $5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、土締め時間10分間の条件で、製品に必要と思われる約10mmの着肉を、短時間に得る鑄込泥漿をみつけたため、調製した各種泥漿を用いて、高压鑄込成形装置の排泥鑄込方式により試験を行なった。

また、成形試験は変形や亀裂を生じない、良好な成形体を得るため、着肉試験で結果のよかった泥漿に基づいて、排泥鑄込成形試験を行なった。

着肉イメージを図5、成形体の形状を図6-1、6-2に示す。

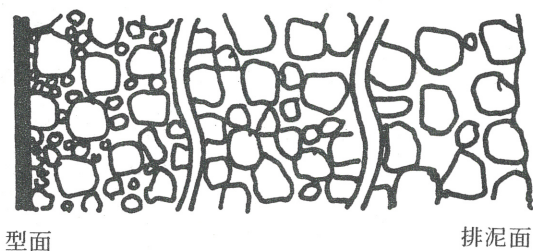


図5 着肉イメージ

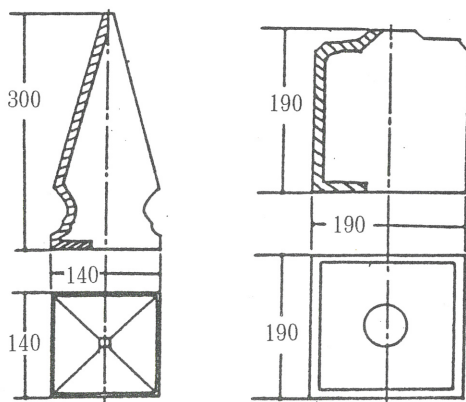


図6-1 成形体(四角錐) 図6-2 成形体(角柱)

3. 実験結果及び考察

3.1 着肉性

各種泥漿の着肉量を図7に示す。

瓦用配合粘土のみのNo.1泥漿は、10分間加圧で3.0mm、30分間加圧で6.5mm、60分間加圧で9.5mmの着肉であった。しかし、瓦用配合粘土に瓦シャ

モット20%配合したNo.2泥漿は、10分間加圧で4.0mm、30分間加圧で9.0mm、60分間加圧で11.0mmの着肉となり、40%配合のNo.3泥漿は、10分間加圧で7.0mm、30分間加圧で10.0mm着肉した。さらに50%配合のNo.4泥漿では、10分間加圧で13.0mmの着肉をした。この結果、着肉性が最も良好な泥漿は瓦シャモット50%配合したNo.4泥漿であった。また、瓦用配合粘土のみのNo.1泥漿に比べ10mm程度の着肉量を得るのに、No.4泥漿は1/6以下の泥漿加圧時間で可能となった。

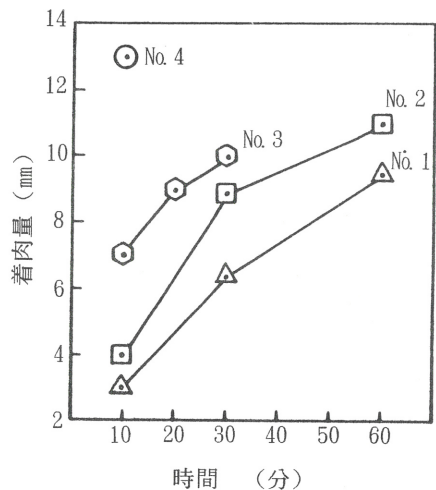


図7 着肉量と加圧時間の関係 ($50\text{kgf}/\text{cm}^2$)

3.2 成形性

着肉試験の結果から最も着肉の良好であった、No.4の泥漿により泥漿加圧力 $50\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、土締め圧力 $5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、土締め時間10分間により、成形試験を実施した。しかし、瓦シャモットを50%と多く配合したため、成形体表面が粗になったり、脱型後の加工性に劣った。また、泥漿加圧力が $50\text{kgf}/\text{cm}^2$ と高压であり、さらに型内部を減圧しているため、脱型後における成形体の型面と排泥面の土締め状態の差が原因と思われる亀裂が発生した。

そこで、No.4泥漿を検討し、瓦用配合粘土20%を木節粘土に置換したNo.4-1泥漿を調整した。

また、成形条件として、型内部の減圧をしないで、かつ、泥漿加圧力は $30\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以下で4段階とし、土締め圧力 $7\text{kgf}/\text{cm}^2$ と土締め時間10分間は一定にして、成形試験を行なった。

泥漿加圧力 $30\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以下に於けるNo.4-1 泥漿の着肉量を図8に示す。

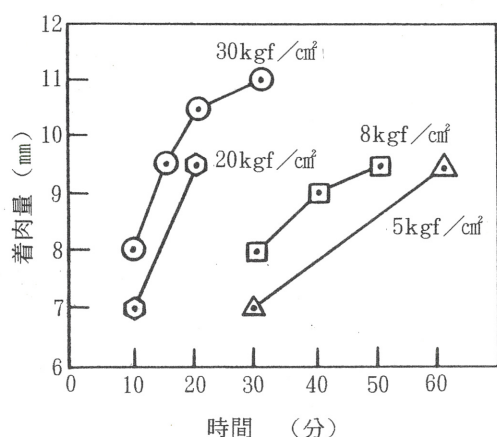


図8 着肉量と加圧時間の関係

しかし、泥漿加圧力 $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上では、型面に微細な粘土の着肉層がより多く、しかも固く形成され素地の透水性が低くなり、成形体の型面と排泥面の土締り状態の差が原因と思われる亀裂を生じた。

そのため、さらにNo.4-1 泥漿の配合割合を検討し、陶石を瓦シャモット50%のうち20%置換した瓦用配合粘土30%、瓦シャモット30%、木節粘土20%、陶石20%、水40%、水ガラス0.6%、炭酸ソーダ0.1%配合のNo.4-2 泥漿により、成形試験を実施した。

その結果、泥漿加圧力 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、25分間成形により、着肉は7mmで着肉性としてはやや劣るが、表面形状や脱型後の加工性が向上した成形体を得ることができた。

4. 試作

成形試験の結果から、No.4-2 泥漿を用いて高さ約20cmの角柱と30cmの四角錐からなる、洋風住宅用役瓦(立物)を成形し、現在企業で使用している釉薬と窯戸を用いて試作した。

その結果、試作品は素地と釉薬の密着もよく、凍害等の問題はなかった。

試作品成形に用いたNo.4-2 泥漿の性状と試作品の物性を表3、試作品を写真2に示す。

表3 No.4-2 泥漿の性状と試作品の物性

瓦用配合粘土	30%	粉碎時間	32時間
瓦シャモット	30%	平均粒子径	$9.2\mu\text{m}$
木節粘土	20%	粘度	$6.14 \times 10^3 \text{cp}$
陶石	20%	pH	9.75
水分	40%	乾燥収縮率	2.8%
水ガラス	0.6%	1120℃焼成における	
炭酸ソーダ	0.1%	全収縮率	8.1%
		吸水率	8.4%
凍害試験 (JIS A5208) 10回繰返し			
異常なし			

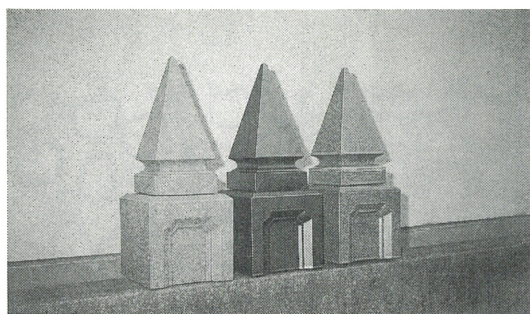


写真2 試作品

5. まとめ

- (1) 瓦用配合粘土30%、瓦シャモット30%、木節粘土20%、陶石20%、水40%、水ガラス0.6%、炭酸ソーダ0.1%配合の泥漿により、泥漿加圧力 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、成形時間25分で肉厚7mmの良好な成形体を得た。
- (2) 成形体に市販釉薬を施釉し焼成したが、素地との密着もよく、凍害の問題はなかった。
- (3) 原料として瓦シャモットが30%使用可能となり、資源の再生利用が図れる。
- (4) 高圧排泥鑄込成形技術の確立により、複雑形状を有する製品の機械化成形への目途が立った。

謝辞

本研究のため、原材料を提供していただいた、愛知県陶器瓦工業組合、協栄粘土製造株式会社、また、製品試作にご協力いただいた、株式会社神谷儀八に深く感謝いたします。