

氏名	原田 達也
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第4771号
学位授与の日付	平成25年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 機能分子化学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	変質花崗岩を配合した粘土瓦成形体の変形要因に関する研究
論文審査委員	教授 高田 潤 教授 岸本 昭 准教授 藤井 達生

学位論文内容の要旨

本研究は、島根県浜田市金城町一帯に分布する変質花崗岩を石州瓦の原料の一部として活用するために、未解明な点を明らかにし、解決すべき課題について検討を行った研究成果をとりまとめたものである。

島根県西部地域は、石州瓦と呼ばれる陶器瓦の生産地であり、表面にガラス質の釉薬が施されている釉薬瓦に関して2010年時点で日本国内において愛知県に次いで2番目の生産量となっている。この石州瓦は島根県江津市、大田市、浜田市に広く分布している都野津層中のカオリナイト ($\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$) を多く含有する良質な粘土を主原料としている。しかし、長年の採掘により良質な粘土が減少している。そこで筆者らは、原料の一部として島根県浜田市金城町一帯の変質花崗岩に含まれるハロイサイト-7Å ($\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$) の利用を検討している。従来の研究において (1) 多様な変化をしていると考えられる変質花崗岩について、粒径分布などの瓦用原料としての基礎データが不足している、(2) 変質花崗岩あるいはその配合粘土のハロイサイトの含有量が変化すると、最終製品の吸水率などの品質に影響すると推測されるが、ハロイサイトの含有量を定量する手法が確立していない、(3) 変質花崗岩を耐火度の低い粘土に配合した評価データはあるが、瓦用坯土に変質花崗岩を配合した場合の評価データがほとんど存在しない、(4) 変質花崗岩を配合した配合粘土について乾燥時に生じた変形が焼成時の変形に及ぼす影響が明らかにされていない、(5) 変質花崗岩を配合した粘土で作製した瓦の耐久性が明らかにされていない。

そこで、本研究では上記の未解明な点を明らかにして、変質花崗岩を石州瓦の原料の一部としての活用を図るとともに、乾燥変形の検討中に真空土練機の押出口の位置が乾燥後の変形に影響していると推測されたため、真空土練機内部の状態を推測する一手法として有限要素解析の適用を試みた。

本研究で得られた成果は以下のとおりである。(1) 異なる産出地のいずれの変質花崗岩も強く凝集した塊状のハロイサイトが存在し、軽易な粉砕では塊状のハロイサイトがシルト分 ($5\text{-}75\ \mu\text{m}$) に残存するため、粒径分布測定より変質花崗岩中の粘土分を容易に求められないことを明らかにした。(2) 専用の分析機器を必要としない強熱減量測定的手法により、変質花崗岩および変質花崗岩配合粘土中のハロイサイトの含有量を瓦製造工場で容易に確認できることを示した。(3) 変質花崗岩を瓦用坯土に配合した粘土を用いて F 形棧瓦を瓦製造工場で作製し、変質花崗岩の配合により亀裂の不良は低減するが、変形の不良は低減を図る必要があることを明らかにした。(4) 真空土練機の押出口の変位が乾燥後の変形に影響することを明らかにし、次に変質花崗岩の配合により乾燥変形の不良率が増加した要因について、粒径分布および圧密試験の結果より、変質花崗岩中のシルト分に存在する塊状のハロイサイトが乾燥変形の増大に影響していることを見出し、この塊状のハロイサイトを粉砕することにより、乾燥変形を低減させられることを明らかにした。(5) 変質花崗岩配合粘土について、乾燥後の変形量を低減することにより最終製品の変形を低減できることを示した。さらに、変質花崗岩配合粘土を瓦用坯土と同等の耐久性にするためには、瓦用坯土より高温での焼成が必要であることを明らかにした。(6) 真空土練機内部の応力分布を知るための一手法として、有限要素法解析の適用を試みた結果、カムクレイモデルを用いると、応力分布および変位分布により土練機内部の粘土の状態を推測できる可能性があることを明らかにした。

論文審査結果の要旨

本論文は、島根県の伝統的石州瓦の良質な粘土原料の近年の枯渇問題を解決すべく、原料の一部の変質花崗岩による代替えを目指し、変質花崗岩配合粘土瓦成形体の最大の課題である変形要因を実験的に明らかにするとともに、変形原因の応力・変位分布について有限要素法を用いた新しい推定法を初めて提示したものである。

主な結果を要約すると次の通りである。

- (1) 異なる産出地の変質花崗岩を比較検討した結果、鉱物相の構成種と比率はほぼ同様であって、塊状ハロイサイトの存在が共通していることを明らかにした。
- (2) 瓦製品の品質に影響するハロイサイトの含有量は強熱原料法で簡便に評価できることを見出し、容易な原料管理法を提案した。
- (3) 変質花崗岩を配合した粘土を使用した場合、製品の亀裂は問題ないが、乾燥後の変形不良が最大の問題であることを明らかにした。
- (4) 乾燥後の変形不良の要因は、変質花崗岩中の塊状ハロイサイトの存在であることを見出し、この塊状ハロイサイトの粉碎処理によって乾燥後の変形不良が低減する結果、最終製品の変形を低減できることを明らかにした。
- (5) 乾燥時の変形をもたらす原因である土練機内部の応力・変位分布について、有限要素法を用いた推定に初めて成功した。

同氏の成果は、発表論文1編、口頭発表4件（国際会議での発表1件）である。

以上の様に、同氏の研究は島根県の伝統産業の石州瓦の資源問題の解決に、材料化学的なアプローチからの挑戦的研究であって、その成果は学術上極めて優れているのみならず産業上も大きな指針を提示するものであることから高く評価できる。

よって、本論文は学位（博士）論文として十分に値する。