

氏名	サカグチ 坂口 稔 ミノル
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博第904号
学位授与の日付	平成25年9月4日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当 課程博士
学位論文題目	廃瓦を用いたポーラスコンクリートの製造と特徴 (Production and Characteristics of the Porous Concrete Using Waste Roof Tiles)
論文審査委員	主査 准教授 上原 匠 教授 小畑 誠 教授 河邊 伸二 教授 前田 健一

## 論文内容の要旨

本論文では、廃瓦の有効利用可能な用途開発を目的に、廃瓦をポーラスコンクリート用粗骨材に適用する際の課題解決を図り、その適用の優位性を検討した。多孔質な副産物である廃瓦は、品質にばらつきがあることに加え、通常の骨材と比べ吸水性が高い特徴がある。そこで、「規格外品廃瓦」、「家屋解体廃瓦」を用いたポーラスコンクリートを製造して、使用する廃瓦がその物性や特性に与える影響の把握を目的に、各種試験を実施した。さらに、これら廃瓦を用いたコンクリート平板での屋外試験を実施し乾燥・湿潤環境下での温熱特性の把握を行った。

本論文は、以下の6章で構成されている。

「第1章 序論」では、本研究の背景および目的、構成について述べた。

「第2章 規格外品廃瓦に関する既往の研究」では、規格外品廃瓦についてこれまでに取り組んできた研究で得られた知見を整理してまとめた。

「第3章 規格外品廃瓦を用いたポーラスコンクリート」では、規格外品廃瓦を粗骨材として用いたポーラスコンクリートについて、規格外品廃瓦がポーラスコンクリートへ与える影響の把握を試みた。ここで、ポーラスコンクリートの製造方法および性能評価試験は、未だ確立されたものとなっておらず、依然として案の改善が検討されているのが現状

であることから、まず、ポーラスコンクリートに関する現状および課題点をまとめ、「透水試験」および「空隙率試験」について、試験方法や試験器具等を、再現性を含めて検討した。これを踏まえ、規格外品廃瓦がポーラスコンクリートへ与える影響の把握を試みた。その結果、ポーラスコンクリートの圧縮および曲げ強度は、規格外品廃瓦の強度に支配されていること、しかし、規格外品廃瓦を用いたポーラスコンクリートは、強度面において歩道用舗装として問題ないことが明らかにされた。さらに、規格外品廃瓦を用いることにより、ポーラスコンクリートの保水性能が向上することが明らかにされた。

「第4章 家屋解体廃瓦を用いたコンクリートおよびポーラスコンクリート」では、まず家屋解体廃瓦の物性を把握することを目的として各種物性試験を行った。そして、家屋解体廃瓦を粗骨材として用いたコンクリートを製造し、家屋解体廃瓦がコンクリートに与える影響を明らかにした。さらに、家屋解体廃瓦を用いてポーラスコンクリートを製造し、家屋解体廃瓦がポーラスコンクリートに与える影響の把握を試みた。その結果、家屋解体廃瓦は吸水率が規格外品廃瓦と比較して大きいこと、家屋解体廃瓦を用いたコンクリートは家屋解体廃瓦の経年劣化による影響や混入物の影響により、規格外品廃瓦を用いたコンクリートと比較して若干低下することが明らかにされた。ただし、家屋解体廃瓦を用いたポーラスコンクリートは、透水性舗装における透水係数の下限値および歩道用舗装の設計曲げ強度を満たしていることから、透水性歩道用舗装材料として用いて問題ないことも明らかにされた。

「第5章 廃瓦ポーラスコンクリートの温熱特性」では、廃瓦（規格外品廃瓦および家屋解体廃瓦）を用いたポーラスコンクリートを使用して屋外試験を実施した。屋外試験では、屋外に静置した供試体の温度変化を観測することにより、廃瓦がポーラスコンクリートの温熱性能に与える影響の把握を試みた。また、平板供試体への給水が、ポーラスコンクリートの温度変化にどのような変化を与えるかの把握も試みた。その結果、廃瓦を用いたポーラスコンクリートは、廃瓦の容積比熱の小ささに起因して、標準的な骨材を用いたポーラスコンクリートと比較して、「熱しやすく冷めやすい」性質を備え、廃瓦は多孔質構造であり微細な空隙を多く含むことから熱伝導率が小さくなることに起因して、標準的な骨材を用いたポーラスコンクリートと比較して熱が伝わりにくい断熱効果があることが明らかにされた。また、廃瓦を用いたポーラスコンクリートは降雨等により内部へ水が供給されることで温度上昇が抑制されること、より吸水率の大きな家屋解体廃瓦を用いることで、その効果はより高まることも明らかにされた。しかしながら、その給水方法にも効果的なものとそうでないものがあることがわかった。

「第6章 結論」では、各章より得られた知見について取りまとめ整理した。

以上の研究成果から、廃瓦を用いたポーラスコンクリートの製造方法や温熱特性が明らかとなり、合理的な施工と有効利用方法に資することが期待される。

## 論文審査結果の要旨

製造時に発生する規格外品廃瓦や、家屋解体時に発生する廃瓦の処分は循環型社会の大きな課題であるが、その有効利用方法は確立されていない。廃瓦を破碎し粒度調整して再生材料として利用する場合は、多孔質性に起因する強度等の課題に加え、一般には欠点とされる廃瓦の高い吸水性をうまく利用する必要がある。ところで、吸水性の高い特徴を活かす用途としてはポーラスコンクリートへの利用が挙げられる。また、ポーラスコンクリートはその特徴からヒートアイランド現象対策としても有効であることから、廃瓦を用いた場合の特徴を解明することは非常に有益であるといえる。

本論文は、廃瓦の有効利用（用途開発）を目的に、廃瓦をポーラスコンクリート用粗骨材に使用する際の製造方法を含めた課題解決と、ヒートアイランド現象対策としての温熱特性に関する研究成果をまとめたものである。

本論文は、以下の6章で構成されている。

第1章では、本研究の背景および目的、構成について述べている。

第2章では、規格外品廃瓦についてこれまでに取り組んできた研究で得られた知見を整理し、課題をまとめている。

第3章では、まず、ポーラスコンクリートに関する現状および課題点をまとめ、多孔質材料を用いた場合も想定した試験方法や試験器具等を再現性を含めて検討している。これを踏まえ、規格外品廃瓦がポーラスコンクリートへ与える影響の把握が試みられ、ポーラスコンクリートの圧縮および曲げ強度は、規格外品廃瓦の強度に支配されていること、しかし、規格外品廃瓦を用いたポーラスコンクリートは、強度面において歩道用舗装として問題ないことを明らかにしている。さらに、規格外品廃瓦を用いることにより、ポーラスコンクリートの保水性能が向上することも明らかにしている。

第4章では、まず家屋解体廃瓦の物性把握を目的に各種物性試験を行い、家屋解体廃瓦を用いてポーラスコンクリートを製造し、家屋解体廃瓦の影響把握を試みている。家屋解体廃瓦は経年劣化により吸水率が規格外品廃瓦と比較して大きい、家屋解体廃瓦を用いたポーラスコンクリートは、透水性舗装における透水係数の下限値および歩道用舗装の設計曲げ強度を満たしていることから、透水性歩道用舗装材料に用いて問題ないことを明らかにしている。

第5章では、廃瓦（規格外品廃瓦および家屋解体廃瓦）を用いたポーラスコンクリート平板を使用して屋外試験を実施し、廃瓦がポーラスコンクリートの温熱性能に与える影響の把握を試みている。その結果、廃瓦を用いたポーラスコンクリートは、廃瓦の容積比熱の小ささに起因して、標準的な骨材を用いたポーラスコンクリートと比較して「熱しやすく冷めやすい」性質を備え、かつ、廃瓦は多孔質構造であり微細な空隙を多く含むことから熱伝導率が小さくなることに起因して、標準的な骨材を用いたポーラスコンクリートと比較して熱が伝わりにくい断熱効果があることを明らかにしている。また、廃瓦を用いたポーラスコンクリートは降雨等により内部へ水が供給されることで温度上昇が抑制されること、より吸水率の大きな家屋解体廃瓦を用いることで、その効果はより高まることも明らかにしている。しかしながら、その給水方法にも効果的なものとそうでないものがあることも示している。

第6章では、各章より得られた知見について取りまとめ整理するとともに、今後の課題と展望を述べている。

以上より、本論文は、廃瓦の有効利用を目的に、廃瓦の特徴を活かしたポーラスコンクリートの製造と温熱特性を明らかにしており、今後の有効利用方法に資することが期待され、本論文の申請者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認める。