

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 五十嵐 豪

論 文 題 目 ポルトランドセメント系カルシウムシリケート水和物の水蒸気吸着性状に関する研究

### 論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 丸山 一平

委 員 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 勅使川原 正臣

委 員 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 大森 博司

委 員 国立環境研究所 研究員 山田 一夫

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

本論文は、水の次に多量に使用されている人工生産物であるコンクリート中の結合材であるポルトランドセメントの水和反応によって生成されるカルシウムシリケート系水和物の水蒸気吸着性状に着目して研究を行ったものである。コンクリートセクターは、鉄鋼セクターの次に二酸化炭素排出量が多く、その排出量低減が望まれている。日本の建築分野では、この問題に対して、建築物の延命、長寿命化による対応を目指しており、コンクリートの変質メカニズムの解明とその対応は、建築工学上の大きな課題となっている。建築物中に用いられるコンクリートの経年による変質は主として構成材料であるセメントペーストの変質と、セメントペーストと骨材の乾燥に伴う体積変化の非均一性に起因して生ずることがわかっているが、セメントペーストの変質のメカニズムは明らかになっていない。

本論文は、7章で構成されている。1章で研究の背景、目的を記述しており、2章で既往の研究における問題点を指摘している。第3章および第4章は、水和反応中のポルトランドセメントの各鉱物の反応量とそこで示される相組成について、X線粉末回折測定とリートベルト解析手法により明らかにすると同時に、水蒸気吸着等温線の測定を実施し、ポルトランドセメントペーストの水蒸気吸着性状を決定するのは、カルシウムシリケート水和物の量とそのカルシウムとシリカのモル比であることを示した。また、水蒸気吸着 BET 比表面積と結合水には、カルシウムシリケート比によらない一意の関係があることを示した。第5章および第6章では、十分に水和したポルトランドセメントペーストを様々な湿度で乾燥させ、乾燥と水蒸気吸着性状の変化について計測を行い、乾燥に伴って、水蒸気吸着 BET 比表面積、および総吸着量が変化することを明らかにした。スリット状細孔に適用可能な修正 BET 理論を用い、吸着サイト数、吸着熱、および、制限空間について分析した結果、吸着等温線測定中にカルシウムシリケート水和物の層間は、20°Cにおける 95% RH 時に 1.4 nm、40%RH 時に 1.1 nm、5%RH 時に 0.9 nm 程度に3段階に変化すること、毛管凝縮は大きくは生じないことなどを明らかにし、カルシウムシリケート水和物の吸着等温モデルを提案した。このモデルは、吸着等温線上の 40%RH 近傍で見られるキंक（特異点）や、強い前処理乾燥による比表面積の減少といった、メカニズムが不明な既報の現象について合理的な説明を付与できる。また、セメントペースト中の吸着等温線に毛細管空隙が大きく関与するという従来理論が誤りであることを明らかにした。このことは、今後のコンクリート構造物の物性予測研究の大きな転換点になる成果である。最後に、第7章で結論と展望について示した。

以上のように、本論文は、コンクリートの結合材として重要なカルシウムシリケート水和物の性状について、水蒸気吸着等温線を用いて多くの有用な知見を明らかにしており、学術上、工学上寄与することが大きい。よって、本論文の提出者、五十嵐豪君は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと判定した。