

(様式2)

## 学位論文の概要および要旨

氏 名 高井伸一郎 印

題 目 導電性・電磁波遮蔽性を有するコンクリート構造物の開発に関する  
基礎的研究

### 学位論文の概要及び要旨

本研究は、これまでコンクリートの機能として、ほとんど注目されてこなかった電氣的性質に着目し、導電性や電磁波遮蔽性を必要とする電気、電子分野での構造材料としての利用を視野におき、導電性に優れたコンクリートや電磁波遮蔽性を有するコンクリートの開発を目指すものである。その基礎的研究として、モルタルの電氣的性質を改善する材料に炭素粉末を選定し、炭素粉末を添加したモルタルの各種物性および導電性、電磁波遮蔽性に関する実験的検討を行った。

モルタルのフレッシュおよび力学的試験では、普通モルタルとの類似点や相違点を明らかにするとともに、導電性、電磁波遮蔽性を有する材料として炭素粉末をモルタルに適用していくための配合設計について検討した。モルタルの導電性は試作した測定回路に直流電流を印加した際の電気抵抗率で評価を行い、電磁波遮蔽性はモルタルやコンクリートを対象にした試験方法が確立されていないため、従来の試験方法の適用性を検証し、それぞれの試験結果から炭素粉末を添加したモルタルの電磁波吸収性、電磁波反射性を評価し、電磁波遮蔽性の予測手法を提案した。

本論文は、

**第1章**では本研究の背景および目的を示した。

**第2章**では、コンクリートの導電性を評価する方法、導電性に影響を及ぼす要因について既往の研究をまとめた。また、コンクリートの電磁波遮蔽性に関する既往の研究を調査したが、コンクリートの電磁波遮蔽性について、配合を含めた要因との関連で統計的かつ正確に把握・分析した研究例は皆無であった。

**第3章**では、炭素粉末を添加したモルタルのフレッシュおよび力学的性質について検討を行い、炭素粉末を添加したモルタルの流動性は、炭素粉末の添加率に支配されること、強度性状は炭素粉末の添加とともに低下する傾向にあることを示した。また、モルタルの28日圧縮強度とセメント水比には線形関係が存在し、通常コンクリートやモルタルと同様に、炭素粉末添加率に応じて決定される圧縮強度とセメント水比の関係から所定の強度を有するモルタルが製造できることを確認した。これらの結果より、任意の炭素粉末添加率とセメント水比におけるモルタルの28日圧縮強度の予測式を提案した。

第4章では、炭素粉末を添加したモルタルに直流電流を印加した際の電気抵抗率を算出し、導電性の評価を行った。その結果、炭素粉末添加率の有無にかかわらず、含水率が8~10%を超えると、電気抵抗率はほぼ一定の値となるが、同一含水率で比較すると炭素粉末を添加したモルタルの電気抵抗率は小さくなり、飽和状態においても炭素粉末の添加によってモルタルの導電性が向上することを確認した。炭素粉末を添加したモルタルの電気抵抗率は、細骨材量とセメント量の比による影響は小さく、水と炭素粉末の体積が直接的な要因となる。したがって、水と炭素粉末の体積をパラメータとすることで、配合設計時にモルタルの電気抵抗率を推定することが可能となる。

第5章では、炭素粉末を添加したモルタルの電磁波遮蔽性について、電磁波を熱エネルギーに変換できる電磁波吸収性および電磁波の透過を極端に小さくできる電磁波反射性と定義し、それぞれの評価を行った。電磁波吸収性は電子レンジによる簡易試験および自由空間法を、電磁波反射性は透過試験を用いた。簡易試験および自由空間法による電磁波吸収性の評価は異なる結果となったが、両試験では同一の現象が生じており、簡易試験はモルタル表面の評価のみで、モルタル内部の電磁波吸収性を評価することは困難であることがわかった。モルタルの電磁波反射性は透過試験によって評価が可能であり、炭素粉末を添加したモルタルは透過率が減少し、透過率の減少割合は炭素粉末の添加率が大きいほど大きくなる。したがって、周波数帯を限定すれば、炭素粉末の添加率とモルタルの厚さを調整することで透過率-90dBを超える最高水準の電磁波遮蔽材の製造も可能である。

第6章では、透過試験の結果から算出した複素比誘電率を用いて、自由空間法および透過試験の妥当性を検証し、透過試験に用いる供試体の厚さは10mmに設定することが望ましいことを示した。また、炭素粉末添加率と複素比誘電率の実数部および虚数部の関係が指数関数で近似できることから、電磁波遮蔽性の指標である透過率の予測方法を提案し、電磁波遮蔽材の設計への適用を示した。

第7章では、第3章から第6章で得られた結論を総括し、本研究の結論とした。

炭素粉末を添加したモルタルの導電性および電磁波遮蔽性を評価した結果、電磁波遮蔽モルタルへの実用化が可能であることを確認し、配合段階における電磁波遮蔽性の予測式の提案とその設計への適用を示した。

今後、モルタルの導電性、電磁波遮蔽性の結果をコンクリートに展開することで、構造部材としての導電性コンクリート、電磁波遮蔽性コンクリートの実用化が可能になると考える。