

審査の結果の要旨

氏 名 金 貞 辰

金貞辰氏から提出された「鉄微粉末混入によるコンクリート中の鉄筋腐食抑制技術に関する研究」は、コンクリート中に鉄微粉末を混入し、その腐食生成物の空隙充填効果を利用することによって、鉄筋コンクリート構造物の耐久性向上を図ろうとするものであり、人間に例えると「予防接種」を行って免疫性を高める原理をコンクリート構造物に適用したものである。コンクリート中には鉄筋腐食の原因となる塩化物イオン、二酸化炭素、水分などの物質の移動経路となる細孔が無数存在しているが、鉄微粉末が鉄筋に先行して腐食することにより生じる腐食生成物が、周辺のコンクリート中の空隙を充填することにより、腐食要因物質のさらに深部への浸入を抑制することを図ったものである。本論文では、中性化環境下および塩害環境下における鉄微粉末の腐食反応によるコンクリート中の空隙構造変化を明らかにするとともに、空隙減少モデルを構築して、コンクリート中における二酸化炭素および塩化物イオンの移動解析を行い、鉄微粉末を混入した鉄筋コンクリート構造物の寿命予測を行っている。

本論文は7章から構成されており、各章の内容については、それぞれ下記のように評価される。

第1章では、本研究の背景、目的、範囲、構成などが的確に述べられている。

第2章では、コンクリート中の二酸化炭素および塩化物イオンの移動ならびにコンクリート中の鉄筋の腐食挙動に関する既往の研究に関して網羅的にレビューがなされており、鉄微粉末を用いてコンクリート中の鉄筋の腐食抑制技術の開発を行う上で必要となる知見の集積がなされ、鉄微粉末を混入したコンクリート構造物の寿命予測技術を開発するに際して明らかにすべき課題がまとめられている。

第3章では、本論文で対象とする鉄微粉末の生産方法および物性についての調査結果がまとめられ、鉄微粉末を混入したコンクリートの基礎的性質について調べられており、鉄微粉末を混入しても、コンクリートの施工時に必要とされる流動性、コンクリートの硬化過程において重要となるブリーディング特性、硬化コンクリートの強度などに悪影響が生じることがないことを明らかにしている。

第4章では、コンクリート中への鉄微粉末の混入によりコンクリートの中性化が抑制され

ることを実験により明らかにしている。鉄筋が埋め込まれた水セメント比の異なるコンクリートに、混入量を変えて鉄微粉末を混入した試験体に対して中性化促進試験を実施して、コンクリート表層部の鉄微粉末を腐食させ、鉄筋の自然電位の経時変化、表層コンクリートの透気係数、中性化深さの経時変化、鉄筋の腐食量などの測定を行うとともに、コンクリート中の細孔空隙量の測定、鉄微粉末周囲の電子顕微鏡観察、EPMA 分析などの微視的調査を行い、鉄微粉末の腐食生成物が鉄微粉末周囲だけでなく少し離れた位置にまで移動し、表層コンクリートの細孔空隙を充填することを明らかにし、それによって二酸化炭素がコンクリートのより深部に移動するのを抑制することを明らかにしている。また、鉄微粉末の空隙充填効果による中性化抑制現象は、コンクリートが粗な組織構造であるほど顕著であることをつきとめ、鉄微粉末の混入はコンクリートの水セメント比を 10%程度低下させる効果があることを明らかにしている。

第 5 章では、第 4 章における鉄微粉末の中性化抑制効果の確認実験と同様に、コンクリート中への鉄微粉末の混入により、コンクリート深部への塩化物イオンの浸入が抑制されることを実験により明らかにしている。鉄筋が埋め込まれた水セメント比の異なるコンクリートに、混入量を変えて鉄微粉末を混入した試験体に対して塩水噴霧試験を実施して、コンクリート表層部の鉄微粉末を腐食させ、鉄筋の自然電位の経時変化、表層コンクリートの透気係数、塩分浸透深さの経時変化、鉄筋の腐食量などの測定を行うとともに、コンクリート中の細孔空隙量の測定、鉄微粉末周囲の電子顕微鏡観察、EPMA 分析などの微視的調査を行い、鉄微粉末の腐食生成物が表層コンクリートの細孔空隙を充填するだけでなく、鉄微粉末の周囲に塩化物イオンが凝集することを明らかにしており、これらによって塩化物イオンがコンクリートのより深部に移動するのを抑制することを明らかにしている。

第 6 章では、中性化環境下および塩害環境下における鉄微粉末の腐食に伴う空隙充填による二酸化炭素および塩化物イオンの拡散係数低減モデルを構築し、そのモデルを用いて、実際の鉄筋コンクリート構造物中の鉄筋に関するケーススタディを行い、鉄微粉末の混入により鉄筋コンクリート構造物の長寿命化またはライフサイクルコストの低減が図られることを提示している。

第 7 章では、本論文の結論と今後の課題が要領よくまとめられている。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。