

氏名	前 田 照 信		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	農 学		
学位授与番号	博乙第 3405号		
学位授与の日付	平成11年9月30日		
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)		
学位論文題目	コンクリート腐食に対する防菌剤の開発に関する研究		
学位審査委員	教授 杉尾 剛	教授 白石 友紀	教授 山田 哲治

学位論文内容の要旨

都市住民の生活を支えている下水道、下水処理施設など、コンクリート構造物の腐食劣化が現在日本各地で急速に進んでいる。このコンクリート構造物の腐食劣化に硫黄酸化細菌 *Thiobacillus thiooxidans* が関与しているとの報告がなされているが、腐食メカニズムに関してはいまだ不明な点が多い。更に、微生物的腐食に耐え得るコンクリートを開発するといった実学的、応用的研究に至っては全くなされてこなかった。本論文は、腐食コンクリートから単離した硫黄酸化細菌を用いて増殖阻害物質を検索し、本阻害物質の硫黄酸化細菌に対する生育阻害場所を明らかにするとともに、本阻害剤を混和させたコンクリートブロックを調製し、浄化処理槽内で長期間暴露試験を行い、コンクリート腐食に対する防菌剤添加の効果を検討したものである。

論文は7章よりなり、1章は緒論、7章は総合考察である。第2章では、浄化処理槽の腐食コンクリートから好酸性の硫黄酸化細菌 NB1-3 株を単離し、この菌が *Thiobacillus thiooxidans* であると同定するとともに、本菌の生育が、ニッケル及びタングステンによって強く阻害されることを示した。更に、NB1-3 株に対する両金属の阻害部位が sulfuryl dioxygenase 及び sulfite oxidase であることを示し、これら金属が細胞膜に結合し、エネルギー生成に関与する酵素を強く阻害することによって菌の生育を阻害することを明らかにした。第3章においては、pH 9.5 においても増殖可能な、アルカリ側に生育最適 pH を持つ硫黄細菌 RO-1 株を浄化処理施設腐食コンクリートより新たに単離し *Thiobacillus versutus* と同定した。RO-1 株は、pH 9.0 のチオ硫酸培地中に添加したコンクリートブロックから Ca^{2+} の溶出を行うが、*T. thiooxidans* NB1-3 株は行わないことから、RO-1 株はコンクリートの初期腐食に関与している硫黄細菌であることを初めて明らかにした。第4章では、全国8ヶ所の下水処理施設の腐食コンクリートから鉄酸化細菌 *Thiobacillus ferrooxidans* を36株単離し、硫黄細菌のみでなく、鉄酸化細菌もコンクリート腐食に関与していることを初めて明らかにした。第5章では、各種有機及び無機化合物を添加したコンクリートブロックを調製し、汚泥槽内で暴露試験を行うことによってニッケルに防菌効果があることを示した。第6章では、ニッケル及びタングステンを混和したコンクリートに対して、硫化水素濃度 5 ~ 80 ppm の汚泥槽内で1 ~ 5.5年間暴露試験を行い、これら金属を混和させたコンクリートが無添加のものと比較して顕著な腐食遅延効果があることを明らかにするとともに、腐食速度並びにイオン侵入速度からコンクリート構造物の耐用年数を概算する回帰式を誘導し、防菌剤添加コンクリートの耐用年数を50年と概算した。以上のように本研究は、コンクリートの腐食劣化が多種類の硫黄細菌の作用で進行することを明確にし、防菌剤としてニッケルとタングステンが優れていることを示すとともに、防菌剤を混和させたコンクリートが腐食を受けにくいことを実証し、下水処理場コンクリートの耐久性を延長させるための技術的改良を行った。

論文審査結果の要旨

都市住民の生活を支えている下水道、下水処理施設など、コンクリート構造物の腐食劣化が現在日本各地で急速に進んでいる。このコンクリート構造物の腐食劣化に硫黄酸化細菌 *Thiobacillus thiooxidans* が関与しているとの報告がなされているが、腐食メカニズムに関してははまだ不明な点が多く、また微生物的腐食に耐えるコンクリートを開発するといった応用的研究は全くなされてこなかった。

本論文は、腐食コンクリートから単離した硫黄酸化細菌を用いて増殖阻害物質を検索し、本阻害物質の硫黄酸化細菌に対する生育阻害場所を明らかにするとともに、本阻害剤を混和させたコンクリートブロックを調製し、浄化処理槽内で長期間暴露試験を行い、コンクリート腐食に対する防菌剤添加の効果を検討したものである。即ち、浄化処理槽の腐食コンクリートから好酸性の硫黄酸化細菌 NB1-3 株を単離し *Thiobacillus thiooxidans* と同定し、本菌の生育が、中性 pH でニッケルによって強く阻害されることを示した。ニッケル以外にも、タングステンが特に酸性 pH で本菌に強く結合し生育を強く阻害することを明らかにした。NB1-3 株に対するニッケル及びタングステンの阻害部位が sulfur dioxygenase 及び sulfite oxidase であることを示し、これら金属が細胞膜に結合し、エネルギー生成に関与する酵素を強く阻害することによって生育を阻害することを明らかにした。pH 9.5 においても増殖可能な、アルカリ側に生育最適 pH を持つ硫黄細菌 RO-1 株を浄化処理施設腐食コンクリートより新たに単離し *Thiobacillus versutus* と同定した。RO-1 株は、pH 9.0 のチオ硫酸培地中に添加したコンクリートブロックから Ca^{2+} の溶出を行ったが、*T. thiooxidans* NB1-3 株は行わないことから、RO-1 株は調製後アルカリ性 (pH 12 - 13) を示すコンクリートの初期腐食に関与している硫黄細菌であることを明らかにした。全国 8ヶ所の下水処理施設の腐食コンクリートから鉄酸化細菌 *Thiobacillus ferrooxidans* を 36 株単離し、硫黄細菌のみでなく、鉄酸化細菌もコンクリート腐食に関与していることを初めて明らかにした。各種有機及び無機化合物を添加したコンクリートブロックを調製し、硫化水素濃度 5 - 80 ppm の汚泥槽内で 1 - 5.5 年間暴露試験を行い、ニッケル及びタングステンを混和したコンクリートが無添加のものと比較して顕著な腐食遅延効果があることを明らかにするとともに、腐食速度並びにイオン侵入速度からコンクリート構造物の耐用年数を概算する回帰式を誘導し、防菌剤添加コンクリートの耐用年数を 50 年と概算した。

以上のように本研究は、コンクリートの腐食劣化が多種類の硫黄細菌の作用で進行することを明確にし、防菌剤としてニッケルとタングステンが優れていることを示すとともに、防菌剤を混和させたコンクリートが腐食を受けにくいことを実証し、下水処理場コンクリートの耐久性を延長させるための技術的改良を行った。よって、本論文は博士（農学）の学位に十分値するものと判定した。