

論文要旨

建設事業は本来、地震や洪水などの自然災害から人命や資産を守り、人間生活の快適性や利便性の向上に寄与することを目指している。しかし、その一方で自然へ直接手を加えるため、その活動が自然環境を破壊するという側面を有しており、これを如何に緩和し、調和させるかが基本的命題となっている。緑化はこの命題のひとつの解決法であるが、地球温暖化対策、生物多様性保全、循環型社会構築、良好な景観形成など緑化に求められる機能や課題は多い。

そこで本論文では、1997年より取り組みが開始されたにも関わらず、現在も目標が達成されていない建設廃棄物のリサイクル率向上に貢献する緑化と、ヒートアイランド現象緩和を目的に近年関心の高い壁面緑化に対象を絞り込んだ。

一方、繊維は我々の日常生活のみならず、建設業における緑化技術においても様々な形で活用されている。本研究では各種繊維を活用することで上記課題の解決を目指した。

第1部で述べるリサイクル率向上に貢献する緑化では生分解性繊維であるセルロース及びポリ乳酸(PLA)を、第2部で述べる恒久性と安全性を必要とする壁面緑化には二重構造のポリエステル繊維を活用した新しい緑化技術を考案し、その基礎研究と開発を実施した。なお本研究における壁面緑化では、生分解性をもたないポリエステル繊維を使用した。将来的には生分解型の繊維を活用したいと考えている。

本論文の内容は次の通りである。序章、第1部「伐採材リサイクルを目的とした生分解性法枠への繊維活用に関する研究」、第2部「壁面緑化への繊維活用に関する研究」、終章より構成されている。第1部は1章～4章、第2部は5章～8章からなる。

序章では、本研究の背景及び目的について述べた。建設業における緑化の現状と課題を整理し、リサイクル型の緑化技術及び壁面緑化技術の研究・開発の必要性を示した。また本論文の主題である繊維を使用した緑化技術について整理し、上記2つの課題解決の手段の一つとして、生分解性繊維を活用した伐採材リサイクル型法面保護工「エコ法枠」とポリエステル(PE)繊維をバインダーに用いて固化させた「PE繊維固化培土」を使用した壁面緑化技術の研究開発に取り組んだことを紹介した。

第1章「伐採材リサイクル及び法面緑化への繊維活用、セルロース繊維及びポリ乳酸(PLA)の生分解性に関する既往研究」では、伐採材リサイクル技術と法面緑化への繊維活用の現状とその課題、新たな技術開発の必要性について述べた。伐採材リサイクル、法面緑化への繊維活用、セルロース繊維の生分解に関する既往研究について整理した。

第2章「セルロース繊維の生分解特性と抗菌処理等による生分解性の調整」では、再生セルロースであるレーヨンを用いて、活性汚泥、酵素溶液、土壌(バーク堆肥)中における生分解特性を調べた。その結果、レーヨンの分解速度は *exo-β-1,4-glucanase* 活性に依存すること、土壌中のATP活性が大きいほどセルロース分解速度は大きくなることを明らかにした。また実際の法面への適用を目的に、天然繊維である麻を選定し、これに抗菌処理剤DC5700及び繊維加工剤ポパール117を用いて生分解時間をコントロールする方法の検討を行った。その結果、麻の分解時間を約6か月から1

～3年へ延ばせることを明らかにした。

第3章「尿素によるPLA繊維の分解処理」では、第2章で述べた抗菌処理等を実施した麻繊維より長期間の使用または早期分解が予想される環境条件で使用する法枠袋として、生分解性プラスチックの1種であるPLAを使用した。しかしPLAはその生分解速度が遅く、分解に寄与する微生物も限定されることから、尿素を使用して任意の時点で分解処理する方法の検討を行った。その結果、尿素添加によりPLAの分解が促進され、その分解速度は温度とアンモニア濃度への依存性が高いこと、またアンモニア水溶液中での分解実験より導出したPLAの分解予測式は、土壌中の分解においても使用可能なことを明らかにした。

第4章「伐採材リサイクル型生分解性法枠の実証試験」では、抗菌処理及びポバール処理を行った麻繊維製のエコ法枠を用いて、施工性やコスト、法面保護性能、緑化性能、伐採材リサイクル率などの評価を実施した。その結果、従来の法枠と比較して土壌浸食量が1/2～1/10に減少、緑化基準である緑被率80%も達成、施工性も30～40%向上した。また1m²あたりの伐採材リサイクル量も30～34tとなることが明らかとなった。また本法枠を大規模に施工した造成現場への適用結果についてまとめ、エコ法枠が伐採材のリサイクル及び法面保護に有効な技術であることを明らかにした。

第5章「壁面緑化及びポリエステル(PE)繊維固化培土に関する既往研究」では、壁面緑化技術の現状と課題、新たに開発されたPE繊維をバインダーに用いた固化培土の特徴について整理した。また壁面緑化技術やPE繊維固化培土に関する既往研究について整理し、本培土を使用した壁面緑化技術開発の可能性を明らかにした。

第6章「壁面緑化基盤としてのPE繊維固化培土の評価」では、PE繊維固化培土の保水性や耐久性、吸音性など、本培土の基本的特性について調査を行った。その結果、本培土は自重の約3.5倍の保水効果があり、少なくとも8～10年程度は使用が可能な耐久性を有していること、防音壁などに使用される厚さ50mmのグラスウールとほぼ同等の吸音性を保有していることなどを明らかにした。

第7章「PE繊維固化培土の壁面緑化への応用」では、PE繊維固化培土を使用した壁面緑化技術の省エネルギー性やデザイン性、耐風性能などの評価を実施した。その結果、本技術を使用した壁面緑化建物の省エネルギー効果は、夏季で約186Wh/m²・日、外観の総合評価は壁面緑化無に比べて5段階評価で1.5段階向上した。また耐風性能は、東京の場合で約100mの高さまで使用可能な数値が得られた。本技術は省エネルギー性やデザイン性が高く、安全性も高い技術であることを明らかにした。

第8章「壁面緑化デザインとPE繊維固化培土を用いた壁面緑化デザインの評価」では、建物の外観に直接影響を与える壁面緑化デザインのあるべき姿を明らかにするため、各種コンテスト等で入賞した評価の高い壁面緑化建物14件を選定し、SD法を用いてデザイン評価を行った。その結果、壁面緑化を行う上で留意すべきデザイン上のポイントを整理した。また第7章で紹介した壁面緑化技術は建物のデザイン性向上に有効なシステムであることを明らかにした。

終章「結言」では、各章で得られた結論を述べて本研究を総括し、今後の展望について述べた。