

7. リサイクル資材等による低炭素・低環境負荷型の建設材料・建設技術の開発

研究期間：平成23年度～27年度

プロジェクトリーダー：材料資源研究グループ長 鈴木穰

担当研究グループ：材料資源研究グループ（新材料、基礎材料）、地質・地盤研究グループ（地質、土質・振動）、道路技術研究グループ（舗装）、寒地基礎技術研究グループ（防災地質）、寒地保全技術研究グループ（寒地道路保全）

1. 研究の必要性

地球温暖化防止や地域環境の保全は、環境に関連する行政上の重要な課題であり、社会インフラ分野においてもこれに対応する必要がある。特に、新成長戦略としてグリーン・イノベーションが打ち出されており、資源の循環利用等による低炭素化技術が求められている。また、同戦略や国土交通省技術基本計画の中で、地域資源を最大限活用し地産地消型とするための技術や低公害社会のための低環境負荷型技術の開発が求められている。

2. 研究の範囲と達成目標

本研究では、主に整備・維持管理に関する課題を対象とし、資源の循環利用等による低炭素型の建設材料・建設技術を開発するとともに、地域資源を活用し低公害社会に寄与する低環境負荷型建設技術を開発する。

研究の達成目標としては、以下を設定した。

- ①低炭素型建設材料の開発と品質評価技術の提案
- ②低炭素型建設技術の開発と性能評価技術の提案
- ③低環境負荷型の地域資材・建設発生土利用技術の提案
- ④環境への影響評価技術の提案

3. 個別課題の構成

本プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- ①低炭素型セメントの利用技術の開発（平成23～27年度）
- ②低炭素社会を実現する舗装技術の開発および評価技術に関する研究（平成23～27年度）
- ③環境安全性に配慮した建設発生土の有効利用技術に関する研究（平成23～27年度）

4. 研究の成果

本プロジェクト研究の達成目標に関して成果を要約すると次の通りである。なお、個別課題の成果は、7.1 以下の個別報告に示す。

(1) 低炭素型建設材料の開発と品質評価技術の提案

早強セメントをベースセメントとした低炭素型セメントを用いたコンクリートについて、収縮・クリープ特性の概略を把握した。引き続き、乾燥収縮ひずみとクリープ係数の長期的な推移について検討を行う。また、当該コンクリートについて、断熱温度上昇試験により断熱温度上昇特性を把握した。さらに、平成23年度から開始した暴露試験の供試体を活用して、低炭素型セメントを用いたコンクリートの材齢1年までの強度特性を把握した。

低炭素型舗装のために新しい中温化剤の開発検討を行い、改質アスファルト混合物の製造温度を50℃低減させる中温化剤、再生混合物の製造温度を30～50℃低減させる中温化剤を開発した。また、中温化による二酸化炭素削減以外の効果を検討したところ、アスファルトの劣化の抑制、およびアスファルト混合物作製時のVOC発生抑制の効果があることを確認した。

(2) 低炭素型建設技術の開発と性能評価技術の提案

低炭素型セメントを用いたコンクリートについて、養生条件が強度特性と耐久性に対して与える影響を把握した。また、ベースセメントの種類、混和材の種類と混合率、水結合材比が与える影響について検討した。

低燃費舗装のための舗装表面特性の検討を行い、タイヤ/路面転がり抵抗と、路面テクスチャ・最大粒径・すべり抵抗との関連性を評価した。

積雪寒冷地における中温化舗装について、ストレートアスファルト、ポリマー改質アスファルトごとに、最適な締固め温度、および、温度低減が夏期・冬期施工時の締固め度に与える影響を評価した。また、焼却灰を主原料とした再生骨材について、凍上試験や凍結融解試験、現場試験における骨材粒度・支持力・締固め度の測定によって、凍上抑制層材料としての適用性を評価するとともに、安定性試験、凍結融解前後での支持力、すり減り減量、現場試験における締固め度・支持力の測定によって、路盤材料としての適用性を評価した。

(3) 低環境負荷型の地域資材・建設発生土利用技術の提案

盛土等に利用した建設発生土からの重金属等溶出防止のため、吸着層工法の適用を検討し、溶出効果に影響を及ぼす水みち形成に関する基礎的検討から、水みちの評価手法の課題を明らかにした。また、盛土底部に吸着層を設置した現場実験において、ヒ素濃度モニタリングによる吸着層の評価を行い、実験期間内における効果を確認した。

(4) 環境への影響評価技術の提案

低炭素型セメント利用による CO₂ 排出削減効果を評価するため、上部構造、下部構造、舗装で構成される道路橋を対象としてライフサイクル CO₂ 排出量を算出し、CO₂ 削減効果を定量的に把握した。

舗装技術に関する CO₂ 排出原単位の検討を行い、産業連関表補完型積み上げ法による原単位を作成した。また、低炭素舗装技術についてライフサイクル CO₂ を算出し、セミホット、常温舗装、表面処理の CO₂ 排出量削減効果を明らかにするとともに、セメント安定処理の CO₂ 増加要因と技術適用上の留意点を明らかにした。また、積雪寒冷地における中温化舗装について、夏期・冬期の施工ごとに、CO₂ 削減効果を確認した。

岩石からの重金属等溶出に関するハザード評価については、基礎的検討として、岩石の連続溶出試験におけるヒ素の溶出傾向を検討し、岩石ごとの特徴とその原因を把握するとともに、ヒ素のイオン交換態抽出量がヒ素の溶出総量評価の目安となることを明らかにした。また、盛土を模擬した大型カラム試験装置による屋外実験を行い、覆土条件に対する雨水浸透率、カラム内の酸素濃度、浸出水質の測定結果から、覆土の効果を評価するとともに、盛土内部における反応に関する考察を行った。

土壌汚染のリスク評価については、地盤や地下水位の条件が有害物質の移行特性に与える影響を把握するため、土槽実験と再現解析を行い、有害物質を含む部分の透水性が有害物質の到達範囲および到達濃度に与える影響や、地下水位の変動が有害物質の長期溶出に与える影響を評価するとともに、モニタリングポイント等に関する課題を明らかにした。また、ヒ素含有岩石の底部に吸着層を設置した盛土実験現場を対象として、二次元移流分散解析を行い、盛土設置から 100 年間後におけるリスク評価地点および事業用地境界の地下水中のヒ素濃度を評価した。

7. DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION MATERIALS AND TECHNOLOGIES OF LOWERED CO₂ EMISSION AND ENVIRONMENTAL IMPACTS BY USING RECYCLED MATERIALS

Abstract:

Prevention of global warming and local environment pollution is a very important administrative issue, and the related organizations to social infrastructure should consider their contribution to the issue. In the new economic growth strategy formulated by the central government, “Green Innovation” is treated as one of the top priorities, and the technologies to reduce CO₂ emission by recycling resources are required. Also in the strategy, technologies enabling lowered environmental impacts of the construction work are required to prevent environmental pollution.

In this research project, to meet the requirements mentioned above, four research targets are set:

- 1) Development of construction materials of lowered CO₂ emission and proposal of their quality evaluation method
- 2) Development of construction technologies of lowered CO₂ emission and proposal of their performance evaluation method
- 3) Proposal of surplus-soil utilization technologies for lowered environmental impacts
- 4) Proposal of evaluation method of environmental impact by the developed materials and technologies

And to achieve the four research targets, three research topics are set as follows, and the precise explanations of their purposes and results are listed in the following sections.

- 1) Development of utilization techniques for low carbon cements
- 2) A study on development and evaluation methods of pavement technology for low-carbon society
- 3) Utilization techniques of surplus-soil for the sake of environmental conservation.

Keywords: construction material, construction technology, low CO₂ emission, recycled material, concrete, pavement, surplus-soil