

(別紙様式2)

論文要旨

区分	①・乙	氏名	堺 義明
論文題名	環境負荷を低減した効率的な砂利採取鉱山モデルに関する研究		

論文内容の要旨

最近の我が国の骨材事情を概観すると、社会基盤整備の進展がほぼ収束するとともに、人口オーナス期へ移行により経済の停滞、活力の低下と相まって、骨材需要も大きく低下した状況が続いているが、一方では老朽化してきたコンクリート構造物の建て替えや補強工事において、従来のコンクリートより高強度・超高強度・高機能性コンクリートの適用が防災の観点からも要求されている。このようなコンクリートには高品質・高信頼性の骨材が必要不可欠であるため、良質な天然骨材の確保は極めて重要である。しかし、我が国で長年に亘り骨材を供給してきた山砂・砂利採取鉱山は、その殆どが経営や生産において中小規模であることを踏まえると、現状では質・量ともに安定した供給能力や生産に伴う環境問題の対応には再考すべき問題が存在している。

このような背景から、今後の山砂・砂利採取鉱山が長期的かつ安定的な骨材供給責務を果たすためには、効率的操業や採取跡地の早期緑化等の環境負荷を低減した事業の構築が必要であると考え、この鉱山モデル構築を過去の経験や現状を踏まえて検討すると、解決すべき大小様々な技術的課題が残されている。この観点から、本論文は、環境負荷を低減した効率的な骨材採取鉱山の構築モデルの指針を得るために、千葉県の子供採取鉱山を対象モデルとして諸課題についての検討を行った研究の成果をまとめたものである。本論文は6章で構成しており、各章の概要と結論は以下のとおりである。

第1章は緒論であり、研究の背景として天然骨材資源産業の現状を調査するとともに解決すべき技術的課題を抽出し、本研究の目的と意義を示した。

第2章では、賦存骨材原料の位置とその層厚を簡易で経済的な方法により把握する手法について検討を行い、微動アレー探査法を選択し、この適用性について検証した。初期評価として、操業現場付近において観測を実施して解析した結果、概ね層序と層厚がS波速度によって表現できたことから、適用化の可能性が示唆された。そこで、本探査法を用いて、鉱量計算や切羽設計の最適化ツールとしての実用化可否について、既にボーリングデータが得られているT鉱山の4箇所を実施・

検証した。その結果、比較的平坦部で実施した 2 箇所は整合することが確認されたが、尾根近辺等で実施した 2 箇所は各層の標高に一致しない点が認められた。しかし、一般に比較的平坦で成層状態にある砂利採取鉱山では、適切な観測位置の選択と適宜の探査ボーリングとの併用によってこの欠点を補うことができるため、本探査法は実用的な精度で適用できることを示した。

第 3 章では、鉱区内の限られた骨材資源を、効率的かつ最大限に採掘できる安全な採掘設計について、数値解析から検討した。すなわち、今後さらに効率化、かつ高品質骨材を安定供給するためには、様々な現地状況に適合する採掘設計や安定した採掘斜面形状の最適化が重要となるため、操業中の現場をモデルとして、二次元解析プログラムを用いて採掘斜面形状の安定性についての検討を行った。この結果、操業中の現場斜面の安定性の確認とともに、掘削斜面高さが 100m 程度以内であれば現斜面角度の 45 度から 60 度に変更可能であること、斜面角度を 60 度に変更しても法尻部への盛土の施工により斜面角度 45 度程度の安全性が確保できること等の切羽設計上の有効な指針を示した。また、採掘中や終掘後の斜面崩壊事故を防止するために必要な導入可能なモニタリングシステムとその計測方法、協調採掘の導入の有効性についても言及した。

第 4 章では、環境と安全の維持への諸対応策について検討を行った。まず、千葉県の上砂・砂利鉱山および土石採石場における過去 10 数年の災害事故の調査・要因分析を行い、事故原因の 84% を占めていた豪雨に対する諸対策の策定と具体的施工について検討した。次に、騒音、振動および粉塵の抑制に対する諸対策を提示して検証した。さらに、近い将来の周辺環境を考慮した環境負荷低減型鉱山の構築を目的として、省エネルギーや CO₂ 排出低減策、および採掘跡地へ立地可能な太陽光発電設備の概念設計案を提案し、2010 年度 CO₂ 排出量の 60% 程度低減可能であることを指摘するとともに、環境負荷低減型砂利採取鉱山の将来像についての方向性を示した。

第 5 章では、採掘跡地の緑化・森林への早期復元について検討を行った。跡地は、一般に貧栄養地で風化や浸食がされやすく、植栽物生育には厳しい環境下にあることより、跡地の早期緑地化を目的とした種々の課題を抽出し、その解決策を策定した。先ず、跡地の土壌調査・分析結果は、一般的森林土壌や造園等の植栽基盤目標値から大きく下回っていることより、透水性や土壌硬度の改善、土壌の肥沃性向上のための施肥が必要であることが判明した。また、開発区域に植生している成木のスギ、ヒノキの根茎発達状況調査から、根茎の発達範囲は概ね直径 1.0m、深度 1.5m、体積 1.17m³ 程度の植栽基盤改良・整備範囲が必要であることを示した。次に、植栽種について、貧栄養地でもハンノキやヤシャブシはスギやヒノキに比べて育成に優れることを明確にした。さらに、骨材生産過程で発生する廃棄物である脱水ケーキを用いた土壌改良材の開発を試みた。すなわち、脱水ケーキに混入する材料の選択、添加肥料量、造粒方法の選択等々を行い、造粒は多機能ミキサー装置、混入材は生石灰とペーパースラッジ灰、肥料は尿素と過磷酸石灰で、具備すべき強度や再泥化率等を満足する土壌改良材を作製できることを示した。

第 6 章は結論であり、本研究の成果を整理して総括し、環境負荷を低減した効率的な骨材採取鉱山の開発のための個別要素の総合システムの構築とそのシステムの周辺区域への普及について提案した。