

氏名	おおやみちひろ 大 矢 通 弘
学位の種類	博士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2341 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科土木工学専攻
学位論文題目	ダムリハビリテーションに関する環境保全技術の開発

論文調査委員 (主査) 教授 嘉門雅史 教授 宮川豊章 助教授 角 哲也

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、環境に配慮したダムリハビリテーションという側面からダム堆砂問題を取り上げ、人間生活の場である堤内地との関連性を常に意識した形で、ダム堆砂の性状やダム堆砂の河川還元材等としての利用における環境影響を明らかにし、ダム堆砂リサイクルの事業化方策を議論したものであり、以下に示される 6 章から成っている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景として、古くからあるダム堆砂問題が最近の環境意識の高まりから改めてクローズアップされていることや、流域管理や次世代に対する責務の観点からもダム堆砂問題に取り組む必要があることなどを概説している。これらの背景を基に、本研究を遂行する目的、および本論文の構成について述べている。

第 2 章では、ダム堆砂問題の現状および対策を概観し、環境に配慮したダムリハビリテーションという側面からダム堆砂問題を整理した。ダム堆砂の影響度はダムの経過年数、種別・規模、流域状況などに左右されるが、ダム堆砂対策は個別的・応急的な対応とならざるを得ない面を有すること、現在では堆砂問題の深刻化に伴いより普遍的・恒久的な解決策が要求されていること、ダムや貯水池の機能維持に加え、長期的な水資源確保や総合土砂管理の観点からもその対応を強く迫られていること等を示した。

第 3 章では、既存のダム堆砂ボーリング調査の結果を用いて、主に細粒分含有率に着目してダム堆砂性状の分析を行い、①堆砂の細粒分含有率は、ダム堤体へ近づくほど大きくなり、堆砂の肩付近で 50% 程度、ダム直上流で 90% 以上を示す、②自然含水比・間隙比および有機物量・全二価鉄・COD 等は、細粒分含有率と同様にダム堤体へ近づくほど大きくなり、逆に、土粒子の密度・湿潤密度・砂分等はダム堤体へ近づくほど小さくなる、③細粒分含有率と自然含水比および強熱減量とは強い相関関係が認められること、④堆砂の肩付近における平均粒径は 0.01～1mm の範囲にあり、深度が大きくなる程細粒になること等を明らかにした。

さらに有効利用の観点から、①ダム堆砂は貯水池内の位置により、上流部 (礫・砂主体)、中流部 (砂主体)、下流部 (粘土・シルト主体) の 3 つに区分でき、中・上流部の粗粒材は建設材料として、下流部の細粒材は農業や窯業分野での利用が考えられる他、環境材料としての利用も有望であること、②処理方法には分級処理・脱水処理・安定処理・高度処理等があり、堆砂の性状・量・要求品質等を考慮して、下流部ほど高い処理レベルを要するため、排砂を含めて、採取や改質に関する技術開発が必要であること、③細粒分が堆砂の利用において重要であり、堆砂の肩を含む河川縦断方向の堆砂形状を考慮し、かつ各地点における細粒分の比率を把握できるような調査が必要であること、④ダム堆砂の河川供給材としては、構成材料を想定してダム堆砂の肩付近にある砂分を選択的に採取して下流へ流下させる必要性などの知見を得た。

第 4 章では、ダム堆砂のうち粘土・シルト分主体の細粒材を対象として、河川還元材としてリサイクルする場合の環境影響について検討した。水中でのすりへり試験、流水による侵食試験、静水への溶出試験などの室内試験を行い、その結果をもとに実際にダム堆砂を河川還元する場合について考察した。

水中すりへり試験では、回転数に応じて濁度、pH、水温が上昇すること、処理材のセメント添加量や粒子破碎エネルギー

一の大きいことが単純に高アルカリに直結しないこと、粒子の破碎形態が濁度やpHの発生状況に影響を与えることなどを確認した。流水による侵食試験では、処理の違いによる流出状況の違いを観察した。実際の河川還元における発生濁度の推定を行ったところ、流下方向に100mの長さで仮置きして河川還元する場合、無処理の場合は約40,000ppmの濁度が発生するのに対し、粒状化処理および高圧脱水処理（セメント添加）をした場合は濁度の発生はみられないことを明らかにした。静水への溶出試験では、粒状化処理材の屋外放置によるpHの低減効果が見られるものの、放置期間が1～3年あってもアルカリの影響は完全には無くならないことや、SSはpHに比べて時間の経過に伴う収束傾向が顕著であることなどを確認した。また、生物影響試験より、海水によるアルカリ緩衝効果およびpH10を超えるか否かのレベルが魚類への影響の有無を判断する1つの目安になることなどを示した。

これらの試験結果をもとに実際にダム堆砂を河川還元する場合の設計方法として、①河川還元は洪水時の水位上昇と濁度発生に合わせる形で自然流下させる、②簡易な処理により濁度発生を抑制することが可能であり、土砂仮置き位置・形状の選定幅を拡大できる、③下流河川への供給や海水のアルカリ緩衝能力の点から、粒状化処理材の河川還元材や養浜材としての利用にメリットがある等の知見を得ており、細粒材の河川還元の可能性を高めることに貢献した。

第5章では、第4章で取り上げた河川還元材などの環境利用を含めたダム堆砂リサイクルのコスト分析を行い、事業可能性について検討した。その結果、①河川還元材としての利用がコスト的に最も有利であり、養浜材や建設骨材としての利用は運搬距離が事業採算性に大きな影響を与えること、②砂輸入コストとの比較では、ダム堆砂と輸入砂はコスト的に同等であるが、前者は山間部、後者は沿岸部にそれぞれストックされた状態であり、両者ともその先の流通コストを如何に低減させるかが利用拡大上の課題となること、③ダム堆砂リサイクルの事業メリットを試算した結果、貯水容量回復メリットとして2,000～5,000円/m³、養浜材としてリサイクルした場合の海岸保全メリットとして2,000～4,000円/m³、が算定できること、④ダム堆砂リサイクルの事業可能性をコストとメリットの比較により検討して、河川還元等の環境利用の場合においても事業メリットを明確にすることにより、公的補助（収入増）の道が開け、事業可能性が大いに高まること等の知見を得た。

さらに、ダム堆砂リサイクルの事業形態として、採算性・リサイクル・貯水池土砂管理の観点から、従来の民間・官側・官民複合の3つの事業形態とは異なる新たな事業枠組みの創設が必要であることを示し、PFIやリスク・マネジメントの考え方をを用いてダム堆砂リサイクルの事業可能性を明らかにするとともに、貯水池土砂管理の視点に基づいて、官民が適正にリスクを担うことができる新たな事業枠組みを提案した。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果について要約するとともに、ダム堆砂リサイクル推進の将来展望を述べている。

論文審査の結果の要旨

わが国における最初のコンクリートダムの完成からすでに100年が経過し、最近の環境問題や経済の低成長時代への変化から、既存ダムのリハビリテーション（機能回復、長寿命化）が重要な政策課題となっている。特に、ダム湖に堆積した大量の土砂問題が近年深刻な課題として顕在化し、貯水池容量の減少、上流河床の上昇、下流川床の低下や海岸線の後退、生物環境への影響などが生じている。本論文は、このようなダムの堆砂問題を取り上げ、環境に配慮したダムリハビリテーションという側面からダムの堆砂性状と河川還元材利用における環境影響を詳細に検討し、ダム堆砂のリサイクル事業の推進方策を具体的に提案したものであって、得られた主な成果は次のとおりである。

- 1) ダム堆砂問題の現状および対策を概観し、ダムリハビリテーションとしてダム堆砂問題を捉え、その課題を整理した。
- 2) 全国各地のダム堆砂の物性データを総合的に分析して、細粒分含有率・自然含水比・間隙比・有機物量・全二価鉄量・COD値等はダム堤体へ近づくほど大きくなること、土粒子の密度・湿潤密度・砂分等はダム堤体へ近づくほど小さくなること、堆砂の肩付近の平均粒径は、0.01～1mmの範囲にあり深部ほど細粒になることなどを明らかにした。
- 3) ダム堆砂の有効利用について、貯水池内の上部部・中流部・下流部の3つの区分ごとに適用方法を変える必要があり、堆砂の性状・量・要求品質等を考慮することが適切な処理方法の開発に繋がることを明らかにし、細粒分の量と質が有効利用において最重要であることを示した。
- 4) ダム堆砂の河川還元は洪水時の水位上昇と濁度発生に合わせる形で自然流下させる方法が有効であることを、実際の

ダムサイトでの実験に基づいて明らかにした。さらに、下流河川への土砂供給や海水のアルカリ緩衝作用の点から、粒状化処理材が河川還元材や養浜材としてメリットが大きいことを示した。

5) ダム堆砂のリサイクル事業として、河川還元材としての利用がコスト的に最も有利であること、輸入砂と同様に流通コストを如何に低減させるかが利用拡大上の課題であることを示し、PFIやリスク・マネジメントの考え方および貯水池土砂管理の視点を取り入れた新たな事業枠組みを提案した。

以上要するに、本論文は、ダムリハビリテーションという側面からダムの堆砂問題を取り上げ、ダムの堆砂の現状と河川還元や有効利用時における環境影響を明らかにし、ダム堆砂のリサイクル事業の推進策について具体的枠組みを明示したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成16年1月19日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。