

キトサン凝集剤を使用した濁水処理システムの LCCO₂

大成建設（株）技術センター

正会員 ○木元 明日子

正会員 藤原 靖

正会員 川又 睦

正会員 大脇 英司

1. はじめに

土木工事における濁水処理では、通常、PAC（ポリ塩化アルミニウム）凝集剤と合成高分子凝集剤を用いて土粒子の凝集沈殿処理を行う。凝集汚泥はフィルタープレスで脱水ケーキとなり、産業廃棄物として処分されることが多い。ここでは、周辺環境への配慮や廃棄物の削減を考慮し、天然素材から作られるキトサン凝集剤を使用した濁水処理システムに着目した。キトサンは土壌や水域環境での分解性が高い。またキトサンを含む凝集剤で処理した脱水ケーキは種子吹付け等の植栽基盤材として有効利用できることが確認されており^{1), 2)}、廃棄物を削減することができる。本研究では周辺環境への影響や廃棄物削減の面で優れているキトサン凝集剤を用いた濁水処理システムについて、CO₂ 排出量の面からの優位性を確認するため、あるトンネル工事におけるキトサン凝集剤による濁水処理の LCCO₂ を PAC 凝集剤の濁水処理の場合と比較して評価を行った。

2. 方法

2.1 評価の対象とシステム境界の設定

評価の対象は、当該トンネル工事のうち濁水処理に関わる事項のみとし、濁水処理以外の施工に関しては対象外とした。濁水処理にキトサン凝集剤を使用した場合の LCCO₂ を求め、通常の濁水処理で用いられる PAC 凝集剤と合成高分子凝集剤を併用した場合の LCCO₂ と比較した。ライフサイクルは設備設置から、運用、設備解体までと設定した。ライフサイクル期間は、当該工事の期間である 4 年とした。設備については当該トンネル工事のキトサン凝集剤を用いた濁水処理施設に対し、同じ規模の PAC 凝集剤を用いた濁水処理施設を比較用に設計した。PAC 凝集剤を用いた施設では、PAC による凝集反応後、合成高分子を用いて再度凝集反応させるため、凝集反応槽が 2 槽必要となる（図 1）。運用時の脱水ケーキの廃棄については、キトサン凝集剤の場合、脱水ケーキを現地で植栽土として有効利用し、PAC 凝集剤の場合は、有効利用しにくいため脱水ケーキを最終処分場まで 100km 輸送することとした。濁水処理設備の廃棄については、工事終了後濁水処理設備を解体し中間処理を経て鉄スクラップとして処分することとした。本評価ではスクラップの工程を含めた中間処理以後の過程からは次の製品のライフサイクルとし、評価の範囲は、解体物の中間処理場への輸送までとした。

2.2 使用したデータ

濁水処理システムの機器・装置の製造、設置、廃棄におけるインベントリ分析には、経済産業省の環境調和型水処理技術ガイドライン³⁾ に示された原単位を用いた。キトサン凝集剤の原単位は、製造者にヒアリングを行い設定した。キトサンの製造に使用した電力、水、燃料、原材料から単位質量あたりの CO₂ 排出量を算出した。キトサンの原料となるカニ殻は廃棄物を有効利用するため、上記で求めた CO₂ 排出量から、カニ

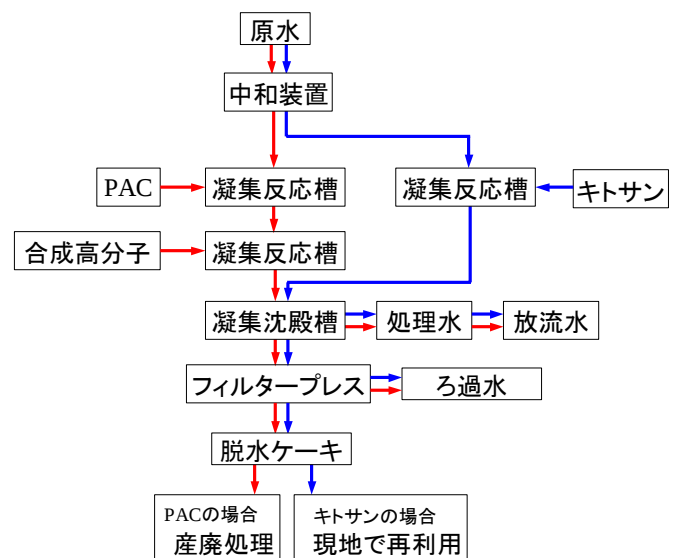


図1 濁水処理設備の処理フロー

キーワード CO₂, 水処理, キトサン, PAC, 凝集剤, LCA

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター TEL 045-814-7226

殻を焼却処分する際の燃料消費に伴う CO₂ 排出量を差し引いてキトサンの原単位 (5.66kg-CO₂/kg) とした。その他の原単位は文献を基に算出した^{4), 5), 6)}。キトサン凝集剤を用いた場合の運用時の電力使用量は実績値を利用した。PAC 凝集剤の場合は実績値がないため、計画書またはキトサン凝集剤の場合の運用実績に基づいた推定値を用いた。

3. 結果

キトサン凝集剤および PAC 凝集剤を用いた場合の LCCO₂ を設備設置、運用、設備解体に分類した結果を図2に示した。解体時の CO₂ 排出量は小さく、グラフ上に現れない。キトサン凝集剤の場合は、PAC 凝集剤の場合に比べ、ライフサイクル全体で CO₂ 排出量が 19%削減された。設備設置においては、CO₂ 排出量に大きな削減はみられなかった。比較用に設計した PAC の設備はキトサンの設備と大きく変わらないためである。運用時には CO₂ 排出量が 21%削減していた。ライフサイクルのうち、CO₂ 排出量の大部分を

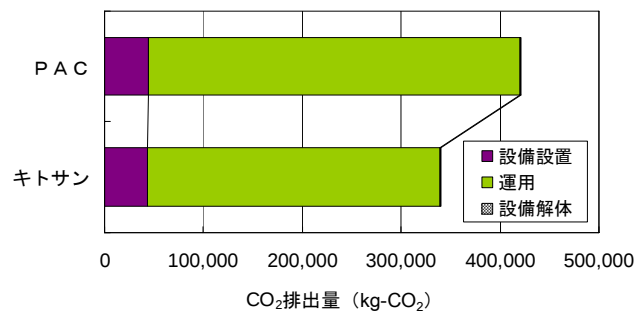


図2 濁水処理の LCCO₂

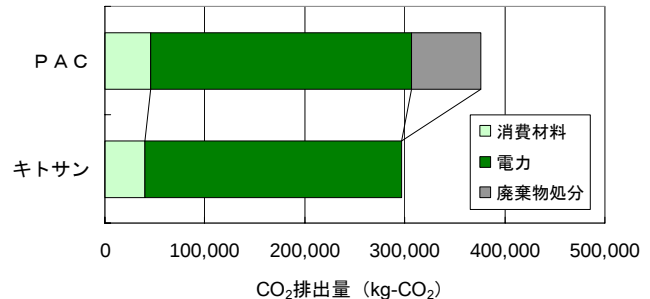


図3 濁水処理運用時の CO₂ 排出

占める運用時の内訳を、消費材料、電力、廃棄物処分に分類して示した。(図3) PAC 凝集剤の場合は運用時全体の 14%が脱水ケーキの最終処分のための輸送に起因し、キトサン凝集剤の場合にはこの輸送が省略でき、CO₂ 排出量が削減できた。消費材料にかかる CO₂ 排出量は、キトサン凝集剤を用いることで若干削減していた。

4. まとめ

濁水処理の LCCO₂ 排出量を求めた結果、キトサン凝集剤を用いた場合は従来の PAC 凝集剤を用いた場合よりも CO₂ 排出量が削減された。キトサン凝集剤を用いて脱水ケーキを有効利用すると、廃棄物の輸送を省略することができ、CO₂ 排出量削減に大きく貢献することが分かった。

濁水処理の環境への影響として、地球温暖化への影響のほか、廃棄物や有害物質による影響が挙げられる。特に濁水処理では発生する凝集汚泥量は膨大であり、本報告のように最終処分場までの輸送や処分場の管理だけでなく、最終処分場の建設に伴う自然の改変等も考慮することが望ましい。今後、温暖化だけでなく、廃棄物や有害物質がもたらす影響を考慮した評価やこれらの要因を統合した評価を行う必要があると考えられる。

謝辞

本研究は、富士エンジニアリング株式会社岡崎聡氏の協力を受けて行ったものであり、謝意を表する。

参考文献

- 1) 川又睦ら：“環境調和型凝集剤を含む脱水ケーキの植栽基盤材への利用検討”，土木学会第 64 回年次学術講演会，VII-149，2009
- 2) 川又睦ら：“脱水ケーキを生育基盤材として利用した法面緑化実証試験”，土木学会第 65 回年次学術講演会，投稿中，2010
- 3) 経済産業省：“平成 14 年度 環境調和型水処理技術ガイドライン調査報告書”，2003
- 4) 産業環境管理協会：ライフサイクルアセスメント支援ソフト“JEMAI-LCA Pro”，2006
- 5) 国立環境研究所：“産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID)”，
<http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/jpn/index_j.htm> (2010-4-5)
- 6) 土木学会：“コンクリートの環境負荷評価 (その 2)”，コンクリート技術シリーズ 62，2004