第 459 回雑誌会
（Oct. 8, 2026）

(1) Characterization and treatment of tunneling wastewater using natural and chemical coagulants

Mooselu, M. G., Liltved, H. and Akhtar, N.

Water Science & Technology, **88**, 10, 2547-2565, 2023.

Reviewed by R. Hirashima

トンネル建設工事の排水は，高濃度の総懸濁物質（TSS）や濁質を含むだけでなく，金属や半金属を含有し，生態系への影響が懸念されるため適切な浄化処理が必要である。しかし，トンネル工事排水における金属類含有量や，各種凝集剤による粒子除去効果に関する知見は不足している。そこで本研究では，トンネル工事排水の特性を把握し，事前沈殿処理と凝集沈殿処理における粒子除去性能を評価することを目的とした。原水は，ノルウェーのトンネル掘削現場から排水 1〜3 を採取した。排水 1（pH 6.4）は掘削活動の影響が少なく，TSS が比較的低かった。また，排水 2（pH 12.7）と排水 3（pH 12.2）は，アルカリ性で高い TSS と濁度を有していた。実験では，15 分間の事前沈殿処理を行い，処理前後の水質、金属類および粒子特性を評価した。その後，排水 1 の事前沈殿後の上澄み水に対して，天然凝集剤（キトサン），アルミニウム系凝集剤（PAX），および鉄系凝集剤（PIX）を用いた凝集沈殿処理を行った。続いて，排水 1 に対して低注入率で高い凝集性能を示した PAX を排水 3 に適用した。操作は，排水 1 と排水 3 に対して塩酸を用いて pH を 6.0 に調整後，凝集剤を添加し，45 秒間の急速撹拌（200 rpm），10 分間の緩速撹拌（30 rpm），45 分間の静置を行った。排水 2 については凝集剤を添加せず、HCl の注入率を変化させ、同様の撹拌・静置操作を行った。そして，濁度，TSS，粒度分布（PSD）から凝集性能と粒子特性を評価した。

事前沈殿処理によって，粗大な粒子と多くの金属類は大幅に減少した。しかし，処理後の TSS と一部の金属類は排出基準を超過しており，沈降速度の遅い微小な粒子を除去するため，さらに後段で凝集沈殿処理が必要であることが確認された。排水 1 に対する凝集剤の最適注入率は，キトサンが 1 mg/L，PIX が 3 mg-Fe/L，PAX が 3 mg-Al/L であり，PAX は最も高い除去率を示した。また，排水 3 に対する PAX の最適注入率は 2 mg-Al/L であった。各最適条件下で濁度と TSS の除去率は 92〜99%以上に達した。PSD 分析の結果，凝集剤を添加することで，1〜100 μm の微小な粒子の体積割合は著しく減少した。一方で、処理後に 100〜10,000 μm の粗大な粒子の体積割合が増加しており，これは凝集によって生成された大型の水酸化物フロックの一部が沈降せずに残存したためと考えられる。以上の結果から，事前沈殿と凝集沈殿を組み合わせた二段処理法は，トンネル工事排水に含まれる微小な粒子を除去する上で有効であることが示された。