環境配慮型濁水処理凝集剤の開発

(株)フローリック　正会員　○森部紀晴
鹿島建設(株)　正会員　林　文慶　　末吉隆信　　平戸裕之
新日本工業(株)　　山田英樹

１．背景・目的

建設工事で発生する濁水は，放流水質基準を満たすように処理を行わなければならない．一般的な処理方法は，凝集剤による凝集・沈殿処理方法が採用されているが，使用する薬剤の水域への環境影響を配慮するために，環境負荷の少ない凝集剤の使用が求められつつある．また，濁水処理の高度化によって処理システムが複雑化し，より多くの労力が要求される．

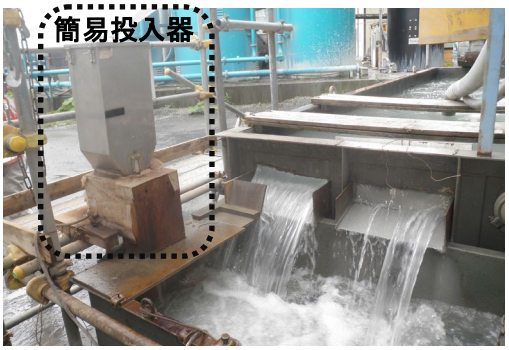
そこで，筆者らは濁水処理工程における煩雑なpH管理をより簡略化し，環境負荷を低減するために，天然鉱物ゼオライトを主成分とした粉末凝集剤(エコフレディ®，以下本凝集剤とする）を開発した．本報では，開発した本凝集剤の特性，凝集性能と水生生物に対する安全性評価について報告する．

２．材料の特性

本凝集剤は，シリカ含有天然鉱物ゼオライトや植物由来成分等を配合した粉末で，これを水中に投入すると水中の濁りを凝集処理するものである（**図－1**）．特性は次の通りである．

ⅰ．天然由来鉱物（シリカ等）が主な成分で，放流による周辺水域の生態や環境への負荷が極めて小さい．
ⅱ．海水，淡水を問わず，懸濁しているシルト粒子が凝集できる．
ⅲ．pH4～14の濁水が凝集できる．
ⅳ．濁水懸濁粒子がしっかりとしたフロックに形成され，長時間の攪拌でもフロックが崩壊しにくい．
ⅴ．2000NTU の濁水 1 m³に対して 100～200ｇ（すなわち 100～200mg/L）の投入で処理できる．
ⅵ．濁水処理には特殊な装置の必要がなく，**図－2** に示す簡易投入器で既存の濁水処理装置に適用できる．なお，本凝集剤の粉体は投入時に空気中へ飛散しにくい工夫がなされている．

図－1　本凝集剤(エコフレディ®)



図－2　凝集剤の投入器

３．凝集効果

3.1　試験条件および試験手順

本凝集剤の凝集効果を確認するため，**表－1** に示す様々な濁質材料に対して実験室内 20±2℃にてジャーテスターを用いて性能評価を行った．試験では各濁質材料を淡水（水道水）および海水に投入，攪拌し，濁度が500～600NTUとなるように試験用懸濁水（以下試水）を調製した．試水を1000 mL ビーカーに注入してジャーテスターで撹拌（30rpm）しながら，濁度，pH と EC(電気伝導度)を測定した．そして，試水に本凝集剤を 200ppm の濃度で添加し，ジャーテスターにて急速撹拌(1000rpm)3 分，緩速撹拌(30rpm)2 分の凝集処理を行った．撹拌後，3 分静置してから各試水の濁度，pH と EC を測定した．凝集処理前後の濁度から濁質除去率を算出した．

キーワード：　濁水処理，凝集剤，環境配慮，ゼオライト，シリカ
連絡先：〒300-2622 茨城県つくば市要 33-1　㈱フローリック　コンクリート研究所　TEL：029-877-1945

© Japan Society of Civil Engineers

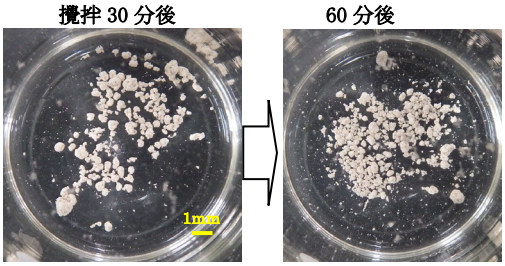
表－1　凝集性能評価試験材料および結果

溶媒	濁質材料	粒径分布中央値 μm	凝集処理前		凝集処理後			濁質除去率（%）※1
			pH	EC (mS/m)	濁度 (NTU)	pH	EC (mS/m)	
淡水	カオリン（はくとう土）	2.74	7.5	17.2	7	7.3	23.8	98.7
	JIS 関東ローム	3.01	7.5	16.8	20	7.0	22.7	95.9
	JIS フライアッシュ	2.43	7.5	20.4	6	7.3	26.4	99.0
	蛙目粘土（岐阜県採取）	2.66	7.5	17.1	11	7.2	22.9	97.8
海水※2	カオリン（はくとう土）	2.74	7.9	4.9×10^3	6	7.5	4.9×10^3	98.9
	JIS 関東ローム	3.01	7.8		12	7.3		97.6
	JIS フライアッシュ	2.43	7.8		4	7.3		99.3
	蛙目粘土（岐阜県採取）	2.66	7.8		4	7.4		99.3

※1：濁質除去率（%）＝（(凝集前 NTU 値−凝集後 NTU 値）/凝集前 NTU 値）×100
※2：塩分濃度 3.4%神奈川県沿岸海水使用

3.2　試験結果

各試水の処理前と後の水質並びに濁質除去率を**表－1**に示す．淡水および海水における4種類濁質の試水に対して95%以上の濁質除去率を確保できた．なお，凝集処理前後の pH および EC の水質変動は小さかった．また，カオリン凝集フロックを 1 時間，100rpm 攪拌してもフロックの顕著な崩壊は見られなかった（**図－3**）．さらに，カオリン凝集フロックの脱水特性を小型脱水試験器（API 規格）で調べたところ，本凝集剤のフロックは，ポリ塩化アルミニウム（PAC）と高分子剤で凝集したのと同等の脱水量となり，同様な形状の脱水ケーキが得られた．



図－3　攪拌によるフロックの崩壊

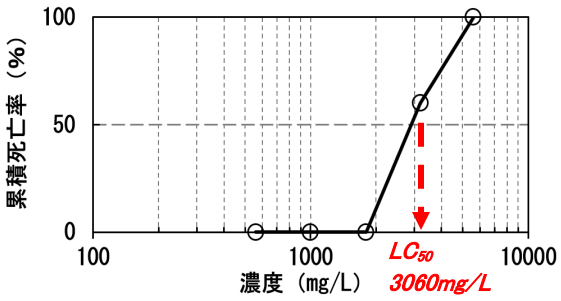
4．安全性評価

4.1 試験条件

水生生物に対する本凝集剤の安全性を評価するために，ヒメダカの急性毒性試験を OECD ガイドラインおよび JIS K 0102 に準拠して第3者評価として㈱食環境衛生研究所に依頼して実施した．試験条件を**表－2** に示し，所定濃度（0～5600mg/L）となるように当該凝集剤を添加後，24 時間毎にヒメダカの死亡数を確認し，96 時間の暴露を行った．水質については pH と溶存酸素濃度（DO）を 24 時間毎に計測した．その後，各添加濃度におけるヒメダカの累積死亡率をもとに 96 時間暴露の LC_{50}（半数致死濃度）を算出した．

表－2　ヒメダカの試験条件

魚収容個体数		10
試験方法	暴露方式	止水
	暴露時間（時間）	96
	試験水量（L）	4
	試験水温（℃）	24



図－4　ヒメダカの急性毒性試験結果

4.2　試験結果

試験期間中の pH は，対照区（凝集剤無添加）に比べて本凝集剤の添加濃度が高くなるに伴い，6.4 まで下がったものの，24 時間以降の測定値は対照区と同等となった．また，DO の変動は対照区と試験区ともほぼ同等（酸素濃度飽和度 70%相当）であった．**図－4** に示す本凝集剤の添加濃度と 96 時間後のヒメダカ累積死亡率との関係から，96 時間暴露の LC_{50} は 3060mg/L が求められた．したがって，実際の使用濃度は 100～200mg/L であることから，本凝集剤は水生生物への影響は極めて低いと考えられる．

5．まとめ

これらの試験結果より，本凝集剤は様々な濁質の懸濁水に対して十分な凝集作用が発揮でき，水生生物への影響も低いことが分かった．今後は工事現場での実証試験を実施し，その有効性を検証する予定である．

© Japan Society of Civil Engineers