

# 潜水士の視界確保を目的とした 濁水処理技術『クリアビュー工法』

前田建設工業株式会社 土木事業本部 土木技術部 上級技師長

山本 達生

## 1 背景

国内外を問わず、毎年のように「これまで経験したことのないような集中豪雨」による豪雨災害が発生し、河川施設（農業用ダムを含む）の災害普及への早期対応が求められることが増加しています。また、国内の農業水利施設は、戦後から高度成長期にかけて整備されてきており、耐用年数を超える施設が年々増加しています。これら老朽化した施設の維持管理、補修・補強は、施設の延命化対策としてますます重要になってきています。

これら、災害復旧、施設の維持管理、延命化措置には、構造物設置作業、玉掛作業、健全性調査等のため、潜水士による水中作業が欠かせません。潜水作業をする際、水の濁りのため視界が悪いと、重大事故に繋がるリスクの増加や、作業効率低下による工程遅延リスクが増加します。このため、潜水士の視界を確保するための濁水処理技術『クリアビュー工法』を開発しました。

## 2 技術の概要

『クリアビュー工法』は、潜水作業エリアに汚濁防止膜等を設置して閉鎖空間を造成した後、凝集材の散布・曝気攪拌により、視界低下の原因となる水の濁りを凝集沈殿させ、透明度を改善する技術です。本工法の施工フローを図1に示します。また、本工法では、魚毒性が低く、凝集能力



図1 施工フロー



写真1 セーフクリンパウダー

の高い凝集材『セーフクリンパウダー』（写真1）を使用することを特徴としています。以下に、『セーフクリンパウダー』の特徴を示します。

- ① 一材型の無機系粉体凝集材であるため、現場での凝集材添加管理が容易です（従来型の凝集材は、ポリ塩化アルミニウムを添加した後、高分子凝集剤を添加する2段階処理です）。
- ② 凝集作用が強く、沈降性の高いフロックを生成します。

**3 施行事例**

『クリアビュー工法』の効果を検証するため、下記の災害復旧現場にて効果検証を行いました。現場の全景を写真2に示します。

発注者：電源開発株式会社

工事名：滝発電所土木設備復旧工事（新潟・福島豪雨対応）ドラフト内体積土砂排除工事

工期：二〇二一年八月二十二日～二〇二四年九月三十日

③天然鉱物が主原料であり魚毒性が低いため、水底に沈降した凝集物の回収が不要です（河川管理者との協議が必要となる場合もあります）。

④処理対象となる濁水性状に応じた凝集材を使用することで、凝集不良発生のリスクを回避できます（予備試験を行うことで、適切な凝集材の種類や添加量を決定します）。

ここで、化学物質に鋭敏なヒメダカに対する魚毒性試験の結果を表1に示します。魚毒性：LC<sub>50</sub>の値は、所定の試験期間中に五〇%のヒメダカが斃死する凝集材の濃度を魚毒性の代用特性として示したものです。したがって、魚毒性：LC<sub>50</sub>の値が大きい程、魚毒性が小さいことを示しています。比較のため、従来品であるポリ塩化アルミニウムと高分子凝集材の試験結果も併記します。従来の魚毒性試験は四八時間での試験結果であるため、単純な数値比較は困難ですが、従来の凝集材に比較して、魚毒性が低いことが分かります。

表1 魚毒性試験結果一覧

凝集材名称	用途	魚毒性：LC <sub>50</sub> (mg/L)
セーフクリンパウダー(Z)	高濃度濁水用	7,200 <sup>※1</sup>
セーフクリンパウダー(Z)	工事濁水一般用	4,500 <sup>※1</sup>
セーフクリンパウダー(Z)	低電気伝導度用	2,100 <sup>※1</sup>
ポリ塩化アルミニウム	従来品	840 <sup>※2</sup>
アニオン系高分子凝集材	従来品	190～350 <sup>※2</sup>

※1：96時間での試験結果、※2：48時間での試験結果

小↑魚毒性↓大

本開発工法の適用期間…  
二〇二二年七月二日～七月二十六日

工事概要：新潟・福島豪雨災害（平成二十三年七月末）により発電停止している滝発電所の早期普及に向け、ドラフト内及び放水庭の堆積土砂排除等を行う

豪雨災害により放水庭に堆積した土砂の除去に先駆け、放水庭に流下した支障物撤去を行う必要がありました。深度約一四mに水没した支障物



写真2 滝発電所全景

を回収するには、潜水土による玉掛作業が必要でした。放水庭内は土砂浚渫作業の影響により、SS（水の濁り）で六七〇mg/L、透明度五cm程度の濁りが生じており、潜水作業効率のみならず、安全性確保も困難な状況でした。

潜水作業範囲に、5<sup>W</sup>×5<sup>L</sup>×14<sup>H</sup>mの汚濁防止膜を設置し、事前室内試験結果をもとに、『セーフクリンパウダー』を三五七mg/L添加し、曝気攪拌を行いました。施工状況を写真3に、処理結果

の一例を表2に、工法適用後の状況を写真4に示します。これらより、工法適用後は、水深マイナス6mまではSSが無く、水底付近でも三・四割/Lであり、透明度の高い状態に改善しました。潜水士からの聞き取り調査の結果、作業中に水底土砂を再攪拌しても、フロック沈降性が高いため、視界の回復が素早く図られ、安全性と作業効率の向上が図れたとの評価でした。作業効率は、『クリアビュー工法』適用前と比較し、約三倍以上向上しました。

この他、排水機場の維持補修工事において、『クリアビュー工法』を適用していません。排水機場内をドライアップする際、機上内でのボイリング防止のためのカウンターウェイトを設置する際、水中での潜水士による荷受け作業時に適用しました。機上内の水の濁りがなくなり、つり荷がはっきりと視認できるため、安全性と作業効率の向上に寄与しました。

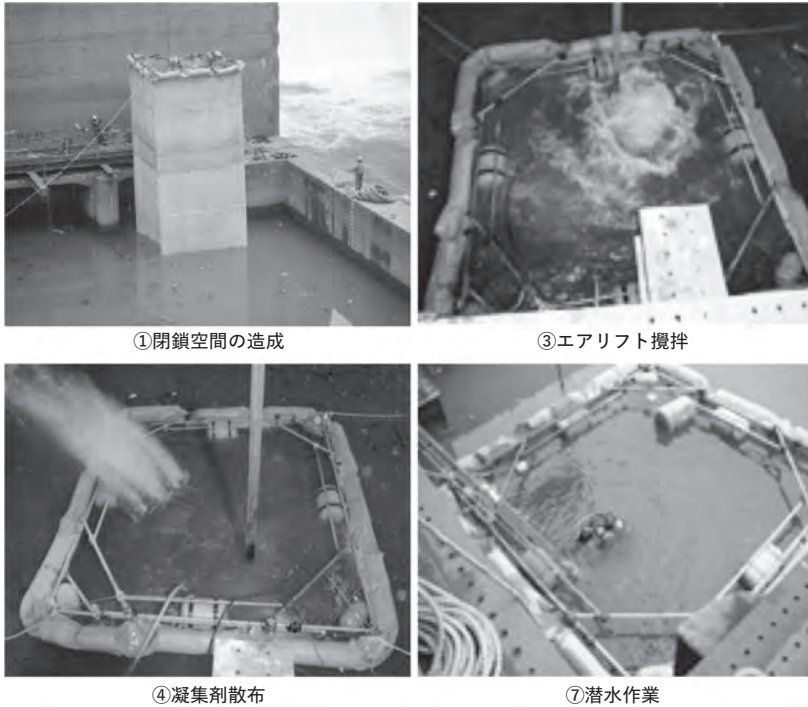
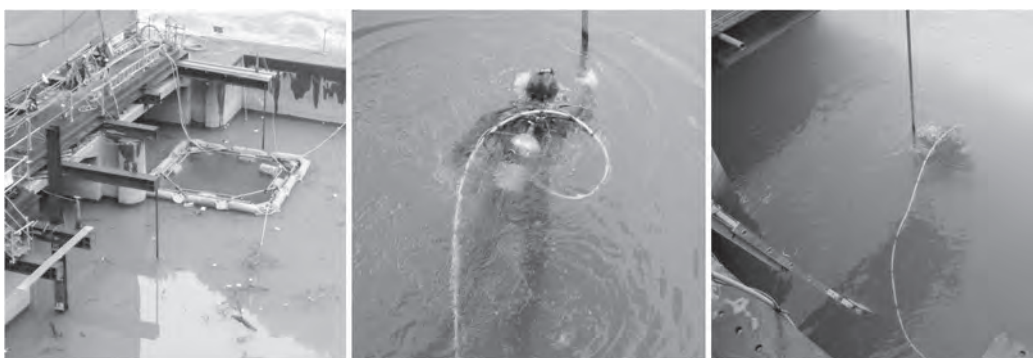


写真3 施工状況

表2 処理結果の一例

		水深 (m)		
		0	-6	-13
SS (濁り) (mg/L)	原水	17.0	50.5	670.0
	処理水	0.0	0.0	3.4
pH (-)	原水	6.71	—	—
	処理水	7.13	7.01	7.04
Ec (mS/cm)	原水	0.074	—	—
	処理水	0.050	0.050	0.052



処理後状況遠景

処理後の状況

写真4 処理事例

#### 4 結び

近年の台風の大型化や線状降水帯によるゲリラ豪雨などの豪雨に対する備えのため、河川施設、農業施設の維持管理や定期点検による機能の維持・向上は、防災・減災対策強化のためにますます重要になってきています。また、残念なことに豪雨災害が発生した際にも、早期の機能回復が求められます。このようなニーズに対応するため、前田建設工業では、開発技術のノウハウを活用す

るとともに、防災・減災技術の一層の開発に取り組んで参ります。