

鉱山跡地管理工事における雨水放流ルートの高 pH 対策

(株)大林組 正会員 ○眞武 俊輔 正会員 榊原 直樹 正会員 杉本 英夫
(株)大林組 正会員 國中 雄一 正会員 萩原 達

1. はじめに

コンクリートは、セメントの水和反応で生成される水酸化カルシウムを含むため、pH12~13の高 pH を示す。施工後のコンクリートは、弱酸性の雨水や空気に触れることにより表面の pH は低下する。しかし、空気に触れず長期間水に浸る条件では、コンクリート表面の中性化が進まないため、高 pH 状態になる。このコンクリートに何らかの原因で雨水が触れると、高 pH を示すようになる。そのため、コンクリートに由来する高 pH 水の発生源対策ができれば、工事における排水処理の負担を軽減し、かつ環境事故などのリスク低減につながる。

本報は、遮水シートの押さえコンクリートの影響によって排水が高 pH 化したため、中和溶液でコンクリート表面に被膜を形成した対策工事について述べる。

2. 現場の概要

閉山した A 鉱山は、標高 100~300m で、敷地全域がほぼ集水域となっている。敷地は 1 級河川に面しているため、環境保全の観点で排水管理は厳格に実施されている。冬季は 100cm 程度の積雪で、残雪が 3 月まである場所で、1 年間を通して豊富に水が得られる。写真-1 に現場の遮水シート工を示す。現場では、ゲリラ豪雨などによる環境リスクに備え、斜面の浸食防止工を行っている。そして、地山からの湧水を濁水として、雨水などを清水として直接放流する分離水路を整備することで濁水処理水量の負荷低減対策が行われている。



写真-1 現場の遮水シート工

3. 工事の特徴と課題

工事では、現地発生土にセメント混合処理を行い、盛土工によって長大法面を整形し、その法面への雨水浸透を防ぐため遮水シートで表面保護を行った。遮水シートは、斜面積雪の引っ張りに耐えるため、押さえコンクリートを現場で打設した。押さえコンクリートは、排水路を兼ねたため、常時水が集まる状態になった。その結果、雨水は中性を示すが、排水路の集水桝の溜まり水が、鉱山保安法の排水基準値 pH8.6 を上回る問題が発生した。

図-1 水の高 pH 化の模式図を示す。遮水シートと接するコンクリート面は、空気に触れ難く、常時水に接するため、水酸化カルシウムが溶脱しやすい状況である。対策は、遮水シートと接する面の物理的な被覆が困難で、かつジェット水流による表面および隙間洗浄も限界があるため、薬剤等による化学的な被覆処理が有効と判断した。しかし、現場には、薬剤の選定や効果予測の事前検討が必要であった。

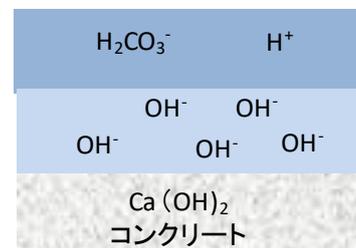


図-1 水の高 pH 化の模式図

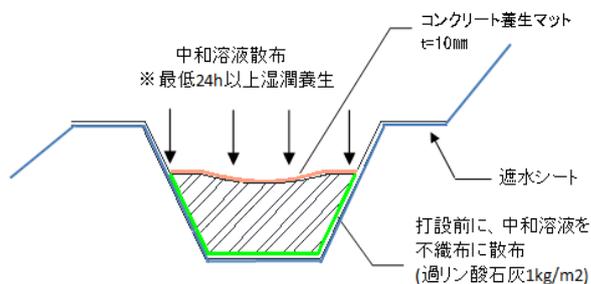


図-2 高 pH 対策工の施工断面図

4. 高 pH 対策

(1) 水酸化カルシウムの溶脱防止対策の検討

図-2 に高 pH 対策工の施工断面図を示す。中和溶液を使いコンクリート表面を中性化することによって、水酸化カルシウムの溶脱を抑制する方法である。中和溶液の薬剤は、一般肥料として購入できる過リン酸石灰を選定した。

キーワード 鉱山跡地、清濁分離水路、水酸化カルシウム、溶脱、高 pH、ハイドロキシアパタイト

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL03-5769-1314

過リン酸石灰は、リン酸カルシウム と硫酸カルシウムの混合物である。これを水に溶かすとリン酸イオンを含む中和溶液となる。図-3 に、コンクリート表層の模式図を示す。中和溶液のリン酸イオンは水酸化カルシウムと反応し、ハイドロキシアパタイトの結晶を形成する。この結果、ハイドロキシアパタイトがコンクリート表面を被うため、コンクリートから水酸化カルシウムの溶脱が抑制される。

(2) 室内試験での検証

供試体は、直径 70mm×長さ 100mm で、押さえコンクリートからコアを抜いて採取した。中和処理は、炭酸水、中和溶液に 24 時間 1 回浸漬とした。試験は、浸漬時に密閉容器を使用して、供試体ができるだけ空気に触れないようにした。浸漬時は蒸留水 350mL を使用し、24 時間毎に交換した。pH は水に浸して、0 分、1 分、5 分、30 分、60 分、24 時間毎に測定した。

図-4 に浸漬水 3 回目の浸漬水 pH を示す。この結果、炭酸水に浸した条件は、蒸留水のみで浸漬を繰り返した場合と同様に pH が上昇した。一方、中和溶液に浸した条件は、蒸留水の交換を 3 回行っても、浸漬水の pH は中性を維持した。写真-2 にコンクリートの断面を示す。中和溶液に浸した供試体の表面を切出し、その断面を走査電子顕微鏡で撮影した。その結果、40~60 μm のリンとカルシウムを含む集積層の存在を確認した。

(3) 現場の試験施工による検証

写真-3 に不織布による養生状況を示す。養生で採用した不織布は、散布した中和溶液が雨で流されず、かつ乾燥も抑える効果を期待した。試験では、室内試験で行った水の交換の代わりに、隙間排水を繰り返し行い、経過時間ごとの pH を計測した。その結果、中和溶液の作用でアルカリ成分の溶脱は抑制され、湛水排水を繰り返しても中和効果が継続することが分かった。そこで、過リン酸石灰を用いた中和溶液を高 pH 対策工の材料として実施工に採用した。

(4) 施工とその後の経過

工事では、押さえコンクリート施工は、不織布を敷設し、中和溶液を散布した後打ち込む。打ち込み後に排水路全表面に中和溶液を散布し、表面を養生マットで被い 3~7 日間の養生時間を設けた。

図-5 に流末集水桝における pH 推移を示す。施工後、排水路の流末に設置された集水桝において、pH の計測を実施した。その結果、測定値は pH6.6~8.1 と、排水基準値内の値を保ち、対策の効果で pH の上昇が抑えられていることが分かった。

5. おわりに

コンクリートに由来する高 pH 水の発生源対策には、本報の対策が有効である。今後も、対策工の改良普及を進め、環境リスク低減に貢献していきたい。

参考文献

1)鳥居雅規, 山縣三郎, 沖本展尚, 水越悠文, 榊原直樹, 杉本英夫: 鉦山跡地管理工事における大規模法面緑化対策, 土木学会第 74 回年次学術講演会, 2019 (投稿中)

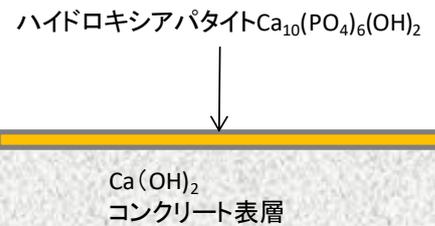


図-3 コンクリート表層の模式図

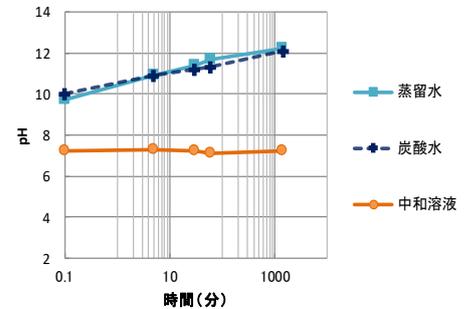


図-4 浸漬 3 回目の浸漬水 pH

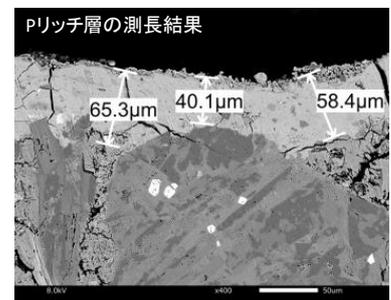


写真-2 コンクリートの断面



写真-3 不織布による養生

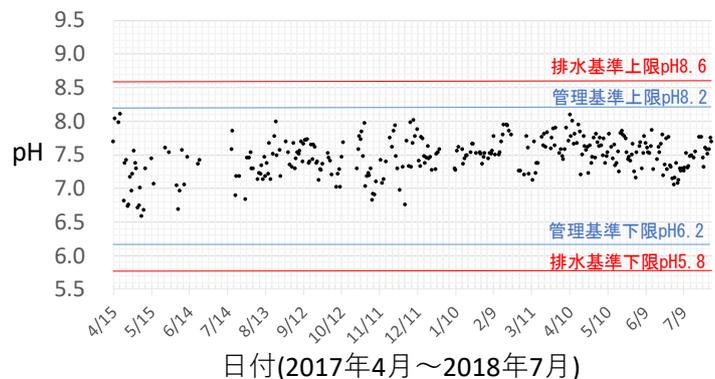


図-5 流末集水桝における pH 推移