

VII-204

泥岩層に起因する強酸性水発生と覆土による対策

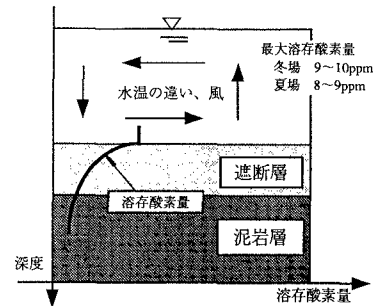
地域振興整備公団	大矢芳樹	(株) 青木建設	正	○ 尾崎哲二
(財) 電力中央研究所	正 下垣 久	(株) 青木建設		吉田恒夫
(株) 青木建設	田中 稔	(株) 青木建設	正	塩月隆久
		(株) 青木建設	正	大六野芳秀

1. はじめに 近年、掘削機械の大型化に伴い大規模かつより深い位置での掘削造成工事が可能となった。しかし、これによって新たな環境問題が発生している。掘削で露出した新第三系堆積岩に含まれる黄鉄鉱（パイライト）に起因する強酸性硫酸土壌の発生もその典型である。しかしこれまで、強酸性硫酸塩土壌に関する研究^{1)・2)}あるいは報告^{3)・4)}はいくつかあるものの、効果的な対策が容易でないのが現状と考えられる。今回筆者らは、ある造成地内の調整池底面の掘削によって露出した泥岩層の急激な酸化作用が原因と考えられる強酸性水発生の問題に対して、泥岩層への酸素の供給の抑制を目的とするセメント系固化材混合土による覆土を施し良好な結果を得ることができた。本文はその対策工について報告するものである。

2. 強酸性水発生の原因調査 中国地方内陸部の敷地造成工事において、造成中の調整池に流入する地下水等の pH(H₂O) が 6.0 であるのに対し、調整池内の余水吐付近の pH(H₂O) が 3.5 の強酸性を呈し高い硫酸イオン濃度が観測された。調整池の地質調査、土壌分析を行った結果、黄鉄鉱（パイライト）が 0.5 %（重量比）を越していることが判明した。酸性水発生の原因として、調整池底面に露出した勝田層群泥岩層（Km 三紀層）の泥岩中に含まれるパイライトを起源とする硫酸イオンによるものと推察された。調整池内の溜まり水等を介在し泥岩へ水および酸素が供給され、泥岩中の硫黄分が酸化作用を受け硫酸イオンを形成し、これが水中に溶出し強酸性を呈したものと考えられた。

3. 対策工の選定

3.1 遮断層による酸化作用の抑制 図-1に示すように調整池底面付近まで溶存酸素は循環・供給されるが、底面の泥岩層の上に泥岩への水および酸素の接触を遮断する遮断層を施すことによって泥岩への酸素の供給が少なくなり、最終的に泥岩層中の溶存酸素濃度が低下するものと考えられた。すなわち、調整池底面に十分な遮断層を設けることで恒久的かつ処理施設等のランニングコストを必要としない対策が可能と判断された。



3.2 対策工の選定 対策工の選定に当たり機能性と経済性の評価に基づき遮断層の具体化とその絞り込みを行った。具体的には表-1 図-1 想定される底面付近への溶存酸素供給と泥岩中の溶存酸素量分布に示すようにシート、コンクリート、客土および改良土（セメント系、石灰系固化材混合）を用いた案が考えられた。この中で、ソイルセメントの耐酸性あるいは普通コンクリートの劣化性等の技術的な検討を重ね評価技法（DARE システム⁵⁾）による技術性詳細評価（表-2）を行った。さらに、経済性詳細評価を加え最終的に表-1中の改善案の調整池底面表土の除去と改良土（客土+セメント系固化材混合）によって形成された遮断層による底面の被覆およびその上の洗掘防止のための碎石の敷均しを対策案とした（図-2）。

3.3 試験施工の実施 対策工の妥当性の評価と最終的な仕様を決定するために試験施工を実施した。遮断層が泥岩への水と酸素の供給を断つ機能を有すれば（遮水性：透水係数を指標）、結果として泥岩層の酸素含有量が少なくなり、調整池内の pH が低下しないことを確認することである。

試験施工では、良質土およびセメント系固化材混合を 50 kg/m²、100 kg/m²、150 kg/m²に変えた改良土

の4種類の盛立て（仕上がり厚30cm）

に対して、透水試験および深さ1mのコアサンプリングを用いた深度別酸素含有量測定を行った。その結果、セメント系固化材の現場配合が100kg/m³程度であれば透水係数10⁻⁶cm/sを満足することが分かった。また、遮断層の直下20cmの範囲に相当する部分で、泥岩露出部に比べ遮断層を設けた良質土および改良土の酸素含有量が低下していることが観察された。さらに、この透水係数の条件で調整池に溶出する硫酸量の試算を行ったが、池内のpHはほとんど変化しないことが推定された。これらから遮断層の効果が推察された。以上の結果から、最終的にセメント系固化材の現場配合を120kg/m³とした。

4. 対策工の実施と適用結果 対策は次の工程で実施した。①泥土化した調整池底面の掘削除去、②覆土前の石灰散布、③場内発生土（中性土）の搬入、④セメント系固化材のスタビライザによる練混、⑤碎石敷均し（完了）。対策の実施後（1995年3月以降）の調整池内の水のpHを測定した（図-3）。pH7付近に収束しており、遮断層の効果が発揮しているものと考えられた。

5. おわりに 今後とも同様な事例が各所で発生してくるものと考えられる。今回の報告が参考になれば幸甚である。対策の実施にあたり地域振興整備公団所長廣島俊秀氏、同公団課長代理清水信正氏のご指導を頂いた。記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) たとえば、佐々木信夫：新第三系に由来する酸性硫酸塩土壌，ペドロジスト第22巻第1号，pp.2-11，1978。
- 2) 松本聡：小講座 酸性硫酸塩土壌，農業土木学会誌第56巻第5号，p.472，1988。
- 3) 川村三郎：大阪層群海成粘土層の開削地の極強酸性発現とその対策について，近畿大学環境科学研究報告第19号，PP.89-98，1991。
- 4) 富増明，水沢登：破間川ダムのり面保護工 強酸性のり面の緑化，ダム技術vol.5-3，pp.77-85，1987。
- 5) 産能大学総合研究所VEセンター編著：ワークショップ・セミナー-VEの基本，産能大学出版部，pp.159-161，1986。

表-1 対策工具体案

具体案	条件
A案：表土の改良	改良厚さ t=0.3m，セメント固化材配合 100 kg / m ³ スプレッド使用
B案：表土の除去とシートおよびコンクリートによる被覆	コンクリート（160-8-40）t=0.15m，不透水性シートおよびコンクリートによる被覆
C案：表土の除去と客土（良質土）	盛土厚 t=0.3m，11tDT，BH07 使用
D案：表土の除去とセメント系改良土（客土+固化材）	改良厚さ t=0.3m，セメント固化材配合 100 kg / m ³ スプレッド使用
E案：表土の除去と石灰系改良土（客土+固化材）	改良厚さ t=0.3m，石灰系固化材配合 100 kg / m ³ スプレッド使用
改善案：D案+敷き碎石	碎石（C-40）t=0.1m，他D案に同じ

表-2 DAREシステムによる技術性詳細評価

評価要素	重要度	A案	B案	C案	D案	E案	改良案
	係数	Sij	WiSij	Sij	WiSij	Sij	WiSij
F1：遮水性	0.16	0.11	0.0176	0.17	0.0272	0.11	0.0176
F2：非透気性	0.16	0.11	0.0176	0.17	0.0272	0.11	0.0176
F3：耐酸性	0.08	0.14	0.0112	0.18	0.0144	0.21	0.0168
F4：耐久性	0.08	0.12	0.0096	0.10	0.0080	0.12	0.0096
F5：耐洗掘性	0.08	0.10	0.0080	0.24	0.0192	0.10	0.0080
F6：差溜深さ	0.04	0.15	0.0060	0.25	0.0100	0.15	0.0060
施工性	0.02	0.22	0.0044	0.09	0.0018	0.21	0.0042
工期	0.02	0.19	0.0038	0.17	0.0034	0.15	0.0030
維持管理	0.2	0.15	0.0300	0.15	0.0300	0.15	0.0300
周辺環境影響	0.16	0.12	0.0192	0.18	0.0288	0.18	0.0288
重み付け得点			0.1274		0.1709		0.1420
優先順位			6		4		5

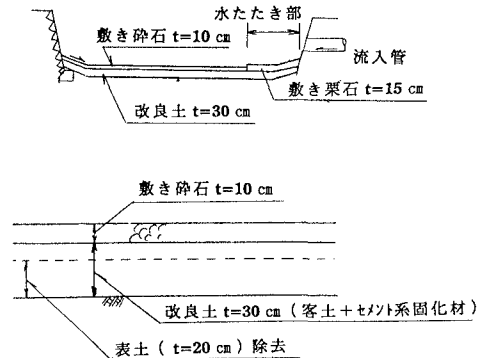


図-2 遮断層による底面の被覆

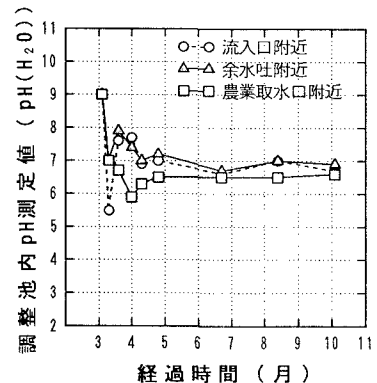


図-3 対策後の調整池 pH 測定結果