

平成 23 年度  
先進型坑廃水処理技術開発プロジェクト

報 告 書

平成 24 年 3 月

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構

DOWAテクノエンジニア株式会社

平成 23 年度先進型坑廃水処理技術開発プロジェクト

目 次

I. 事業目的	1
II. 事業内容	1
1. 全体計画	1
2. 平成 20 年度事業成果	3
(1) 室内試験	3
(2) 実証試験設備の設計・製作	7
3. 平成 21 年度事業成果	9
(1) 酸化工程試験	9
(2) 室内試験	11
(3) 実証試験設備の設計・製作	12
4. 平成 22 年度事業成果	14
(1) 全工程確認試験	14
(2) 殿物有効利用に関する室内試験	16
(3) 実証試験設備の設計・製作	21
III. 事業成果	23
1. 本年度事業の概要	23
2. 実証試験	23
(1) 目標	23
(2) 目標の確認方法	23
(3) 実証試験設備と酸化工程の立ち上げ	24
(4) 急激変動試験	33
(5) 酸化限界試験	38
(6) 長期実証試験	40
(7) 中和剤使用量	52
(8) 殿物発生量	53
(9) 考察	55
3. 中和殿物の需要調査	58
(1) 目的	58
(2) 方法	58
(3) 結果	58
4. 概念設計	60
(1) 水量データの解析	60
(2) 設備の処理能力について	62
(3) 処理能力 12m <sup>3</sup> /min 設備の検討	65
(4) 処理能力 8m <sup>3</sup> /min 設備の機器仕様	95

(5) 建設費概算	97
(6) ランニングコストの試算	99
(7) 概念設計のまとめ	109
5. 全国休廃止鉱山データの調査・解析	110
6. まとめ	113

添付資料

- ・ 工事写真
- ・ 実証試験成績表

## 図 表 一 覧

### I. 事業目的

### II. 事業内容

図 2-1-1	処理プロセス	2
図 2-2-1	バクテリア酸化速度に関する現地試験フロー	3
図 2-2-2	平成 20 年度室内試験の結果	4
図 2-2-3	小型脱水試験機の概略	5
図 2-2-4	全体計画フロー図（バクテリア酸化工程）	8
図 2-3-1	試験条件の推移	9
図 2-3-2	幌別硫黄鉱山における増水の実績データ	10
図 2-3-3	全体計画フロー図（バクテリア酸化工程と中和工程）	13
図 2-4-1	試験条件の推移	15
図 2-4-2	試験の流れ	17
図 2-4-3	試料とバインダー、骨材、水の混合	18
図 2-4-4	プレス成型機によるタイルの試作	19
図 2-4-5	内装材試作品と曲げ破壊強度測定	19
図 2-4-6	溶出試験結果	20
図 2-4-7	全体計画フロー図（バクテリア酸化工程、中和工程、脱水工程）	22
表 2-2-1	平成 20 年度室内試験の結果（バクテリア泥と現行中和泥の脱水性比較試験）	5
表 2-2-2	溶出試験方法	6
表 2-2-3	溶出試験に供した殿物の品位	6
表 2-2-4	溶出試験結果	6
表 2-2-5	実証試験設備設計の基本方針	7
表 2-2-6	処理プロセスの特徴	7
表 2-3-1	試験条件	9
表 2-3-2	酸化率 99%以上を達成した泥濃度条件	10
表 2-3-3	脱水試験の結果	11
表 2-3-4	溶出試験の結果	12
表 2-4-1	試験条件	14
表 2-4-2	内装材試作の条件	17
表 2-4-3	バインダーと骨材の特徴	17
表 2-4-4	資材化試験供試殿物の調湿性	20
表 2-4-5	内装タイルの曲げ強度と調湿性	20
表 2-4-6	内装タイルからの砒素の溶出性	21

### III. 事業結果

図 3-2-1	実証試験設備の概略フロー図	25
---------	---------------	----

図 3-2-2	実証試験設備への給水ラインおよび実証試験設備からの排水ライン	26
図 3-2-3	実証試験設備の平面配置図	27
図 3-2-4	実証試験設備の立面配置図	28
図 3-2-5(1)	旧松尾鉱山坑廃水処理場でのバクテリア泥採取作業とバクテリア泥の運搬	29
図 3-2-5(2)	実証試験設備全景（雪養生前）	30
図 3-2-5(3)	実証試験設備（酸化工程）	31
図 3-2-5(4)	実証試験設備（中和工程）	31
図 3-2-5(5)	実証試験設備（脱水工程）	32
図 3-2-6	過去 10 年間における融雪期の急激増水時の処理原水量	33
図 3-2-7	増水ピークの波形	34
図 3-2-8	急激変動試験のパターン	34
図 3-2-9	湧水の処理原水量に占める割合	35
図 3-2-10	急激変動試験における処理原水の希釈	36
図 3-2-11	混合原水量及び鉄濃度の推移	36
図 3-2-12	酸化率の挙動	37
図 3-2-13	脱鉄率の挙動	37
図 3-2-14	酸化率と鉄酸化能力の推移	39
図 3-2-15	長期実証試験に供した処理原水量の推移	40
図 3-2-16	処理原水の水質	40
図 3-2-17	酸化率と脱鉄率の推移	41
図 3-2-18	中和 pH の推移	41
図 3-2-19	脱水ケーキ水分の推移	42
図 3-2-20	砒素の推移	44
図 3-2-21	バクテリア泥の X 線回折チャート	44
図 3-2-22	中和泥の X 線回折チャート	45
図 3-2-23	酸化系殿物と中和系殿物の平均粒径	47
図 3-2-24	酸化系殿物と中和系殿物の粒度分布	47
図 3-2-25	酸化系殿物の SEM 写真	48
図 3-2-26	中和系殿物の SEM 写真	49
図 3-2-27	脱水ケーキ発生量	54
図 3-2-28	原水成分の分配	55
図 3-2-29	脱水ケーキ水分と殿物濃度の推移	56
図 3-2-30	殿物濃度と脱水ケーキ水分の関係	56
図 3-2-31	XAFS 分析のチャート	57
図 3-3-1	需要調査のイメージ	58
図 4-1-1	平成 13 年度～22 年度の水量変動の様子	61
図 4-3-1	酸化系試料の沈降曲線	68
図 4-3-2	酸化系試料の沈降曲線	69
図 4-3-3	中和系試料の沈降曲線	72

図 4-3-4	中和系試料の沈降曲線	73
図 4-3-5	処理フロー図	76
図 4-3-6	バランスシート (4m <sup>3</sup> /min)	77
図 4-3-7	バランスシート (6m <sup>3</sup> /min)	78
図 4-3-8	バランスシート (12m <sup>3</sup> /min)	79
図 4-3-9	過去 10 年度の第一鉄負荷の変動の様子	80
図 4-3-10	新設するバクテリア酸化設備の平面配置図	92
図 4-3-11	新設するバクテリア酸化設備の立面配置図	93
図 4-3-12	薬剤・送風設備兼電気室建屋図	94
図 4-6-1	平成 17 年度現行プロセスの設備別電力使用量の割合 (推定)	103
図 5-1-1	鉄酸化バクテリア二段中和法適用後の設備設置工事費償却年数と未反応アルカリ比との関係	112
表 3-2-1	測定・分析項目	23
表 3-2-2	水量の差 (波形毎の最大値)	34
表 3-2-3	その他の測定分析	42
表 3-2-4	水質分析結果	43
表 3-2-5	殿物品位分析結果	46
表 3-2-6	バクテリア菌体数計数結果	50~51
表 3-2-7	溶出試験結果	51
表 3-2-8	中和剤使用量	52
表 3-2-9	殿物発生量 (脱水ケーキ量より算出)	53
表 3-2-10	殿物発生量 (原水金属濃度と殿物品位より算出)	54
表 3-2-11	XAFS 分析結果	57
表 4-1-1	水量に関する統計処理の結果	60
表 4-3-1	設計水質	65
表 4-3-2	酸化系の沈降試験結果	67
表 4-3-3	バクテリア回収槽のバランスシート	68
表 4-3-4	酸化系試料を処理するのに必要な単位沈降面積	69
表 4-3-5	中和系の沈降試験結果	71
表 4-3-6	シクナーのバランスシート	72
表 4-3-7	中和系試料を処理するのに必要な単位沈降面積	73
表 4-3-8	主要機器リスト	87~90
表 4-4-1	設備仕様	95~96
表 4-5-1 (1)	処理能力毎の概算建設費	97
表 4-5-1 (2)	処理能力毎の概算建設費	98
表 4-6-1	ランニングコストの試算に使う単価の考え方	99
表 4-6-2	薬剤量・電力量・脱水ケーキ量 (処理能力 12m <sup>3</sup> /min の設備)	100~101

表 4-6-3 (1)	平成 17 年度現行プロセスの電力量の推定	101
表 4-6-3 (2)	平成 17 年度現行プロセスの電力量の推定	102~103
表 4-6-4	バクテリア酸化工程(12m <sup>3</sup> /min)を導入することで新設する機器の電力量の推定	103
表 4-6-5	脱水条件	104
表 4-6-6	バクテリア酸化工程導入後の脱水に係る電気量の推定	105
表 4-6-7	ランニングコスト試算 (処理能力 12m <sup>3</sup> /min の設備)	106
表 4-6-8	償却期間の試算 (処理能力 12m <sup>3</sup> /min の設備)	106
表 4-6-9	バクテリア酸化工程(8m <sup>3</sup> /min) を導入することで新設する機器の電力量の推定	107
表 4-6-10	薬剂量・電力量・脱水ケーキ量 (処理能力 8m <sup>3</sup> /min の設備)	107
表 4-6-11	ランニングコスト試算 (処理能力 8m <sup>3</sup> /min の設備)	108
表 4-6-12	償却期間の試算 (処理能力 8m <sup>3</sup> /min の設備)	108
表 5-1-1	各処理場における費用対効果算出結果	111