

ミャンマーKyaukpahto 金鉱山における酸性坑廃水の抑制に向けた 廃石の埋め戻し施工法に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 山崎寛人

1. はじめに

酸性坑廃水 (Acid Mine Drainage : 以下 AMD) は深刻な環境汚染問題であるが、鉱山で発生する AMD の特性は、岩石に含有されている鉱物、気候条件、水理状況などに左右されるため鉱山現場によってその特性は異なり、現場特有のものとなる。AMD に関する主要な対策方法の一つとして、発生源となる岩石 (Potentially Acid Forming : 以下 PAF) を (Non Acid Forming : 以下 NAF) などの岩石で覆土する覆土工法がある。ここで、鉱山で発生する AMD の特性は現場特有のものであることを考慮すれば、鉱山から発生する AMD の特性および廃石の特性を考慮した廃石の埋め戻し設計を検討することが肝要である。そこで本研究では、ミャンマー北部の Kyaukpahto 金鉱山における AMD の対策として、鉱山現場における AMD の特性および廃石の特性の把握を行い、AMD 抑制に向けた廃石の埋め戻し施工法に関する検討を行う。

2. 現場調査

ミャンマーKyaukpahto 金鉱山における AMD 発生に関する現状の把握を目的として、鉱山内数地点において、水サンプル、岩石サンプルの採取を行った。その結果 Open pit、Low grade ore dump において pH=2~3 程度の酸性を示すものがあり、ミャンマーにおける水質基準を大幅に超える Fe、Cu、As の溶出、AMD が発生する場合に一般に溶出が確認される Al、Mn の溶出が確認された。また、岩石サンプルの地化学分析を行った結果、鉱山内には AMD の発生要因となる PAF の存在と同時に酸緩衝作用を有する炭酸塩鉱物を含有する NAF の存在が確認された。そこで、本鉱山における AMD 抑制に向けた廃石の埋め戻し施工法に関して検討するためカラム通水試験を行った。

3. カラム通水試験結果

ミャンマーKyaukpahto 金鉱山より採取した、表 1 に示す地化学特性を有する 2 種類の PAF (PAF1、PAF2) と NAF を用いてカラム通水試験を行った。なお、カラムの設計条件は図 1 の通りである。通水の結果、PAF1、PAF2 ともに NAF 覆土による pH の改善効果が認められた。これは、NAF が高い ANC を有していることに加え、覆土による PAF 層への酸素の侵入が抑制されたためと考えられる。しかしながら、PAF1 においては As 溶出 0.1 ppm 以下に抑制されたことに対し、PAF2 においては 1 ppm を超える As が溶出され、抑制効果が認められなかった。

そこで、PAF2 における As 溶出抑制を目的とし、図 2 に示す下層に NAF を敷く条件でカラム通水試験を行った。通水 10 回目における As 溶出量を表 2 に示す。表 2 より下層に NAF を敷くことによる As 溶出の抑制が確認された。また、通水終了後の下層の NAF に対して SEM-EDX 分析を行った結果、表 3 に示す通りカラム 10、11 ともに Fe、As の含有量が増大していることが確認された。As は弱酸性から中性領域で水酸化鉄(III)と共沈することが知られていることから、今回の場合も As が下層において水酸化鉄(III)と共沈したと考えられる。以上より、NAF を覆土することで pH の改善は可能であるが、As を多量に含む PAF は従来の覆土工法のみでは As 溶出抑制が難しいため、下層に NAF を敷くことによる As 溶出抑制などの対策が必要である。

表 1 岩石サンプルの地化学特性

Sample	Paste pH	NAG pH	MPA (kg H ₂ SO ₄ /ton)	ANC (kg H ₂ SO ₄ /ton)	NAPP (%)	CaO (%)	As (ppm)
PAF1	4.30	1.70	30.0	-3.12	33.1	0.07	356
PAF2	5.28	2.77	34.3	34.3	0.07	0.01	5941
NAF	8.41	8.28	26.0	28.1	-2.04	12.0	434

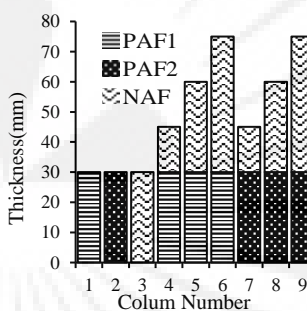


図 1 カラム通水試験 1

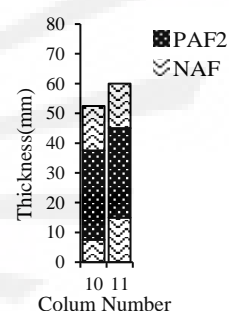


図 2 カラム通水試験 2

表 2 通水 10 回目における As 溶出量(PAF2)

No.	2	3	7	8	9	10	11
As(ppm)	4.11	0.02	1.39	1.26	1.05	0.55	0.29

表 3 SEM-EDX による分析結果

No.	3	10	11
As(wt%)	0.26	1.29	2.62
Fe(wt%)	3.81	16.3	25.7