

インドネシアの露天掘り石炭鉱山における PAF 廃石の ダンピングサイトへの適用に関する基礎的研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 学部 4 年 石松 紘宇

1. はじめに

インドネシアの露天掘り石炭鉱山では近年、石炭開発に伴い発生する酸性鉱山廃水 (Acid Mine Drainage : AMD) が問題となっており早急な対策が必要とされている。現在、AMD への対策として、石炭開発に伴い採掘される廃石を NAG (Net Acid Generation) 試験により酸性水を発生する廃石 (Potentially Acid Forming : PAF) とその他の廃石 (Non Acid Forming : NAF) に分類し、PAF の上部に NAF を覆土しダンピングサイトに埋め戻すことで酸性水の発生を抑制する覆土工法 (図 1 参照) が広く用いられている。本工法では、覆土層の形成のために大量の NAF を必要とするが、NAF が不足している現場では覆土層の形成が困難となり、廃石の埋め戻しによる AMD の抑制が適切に実施できない。この実状を考慮して PAF の覆土層への利用に着目した。すなわち、上記の地化学分析に基づいた廃石の分類方法においては、岩石を強制酸化させることで酸生成能力を評価しているため、中長期的な経時変化に伴う酸性水の発生挙動を予測することは困難である。この経時変化に伴う廃石の酸生成能力の変化および酸性水発生挙動を考慮した評価を行うことができれば、従来 PAF と判定されている廃石であっても短期間で AMD の発生が終了する岩種であれば、酸生成能力が低下した後に覆土層への利用が可能であると考えられ、上述のように NAF が不足している現場における覆土層への利用が期待できる。

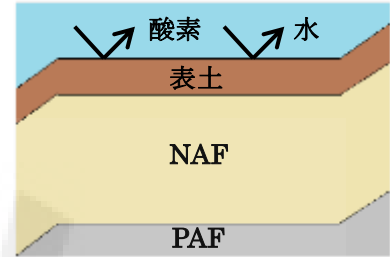


図 1 : 覆土工法

そこで本研究では、ダンピングサイトに埋め戻す際の PAF 廃石の覆土層への適用を目的とした新たな廃石の分類に関して検討を行った。

2. 試験概要

本試験にはインドネシアの石炭鉱山から採取した岩石試料を供した。まず、既存の分類法の問題点を抽出するため、試料に対して XRD (X-Ray Diffraction) 分析、XRF (X-Ray Fluorescence) 分析、paste pH 試験、NAG 試験、ABA 試験を実施することで岩石試料中の含有成分および地化学的性質を分析した。次に酸抽出法、Bernard Calcimeter 法を用い、岩石試料に含まれる硫黄の存在形態及び炭酸塩鉱物の溶解による中和作用が酸性水の溶出挙動に与える影響に関して検討を行った。これらの試験結果に基づき、廃石の埋め戻しの際に覆土層としてダンピングサイトに適用可能な PAF の分類に関して検討を行った。

3. 試験結果および考察

表 1 に各種試験結果を示す。ここで paste pH は短期的に溶液の pH を示し、NAG pH は廃石を完全酸化させた際に示す溶液中の pH である。また、酸抽出法では廃石を酸によって段階毎に抽出し、塩酸 (HCl) で抽出されるような易溶な形態で岩石中に存在する硫黄と硝酸 (HNO₃) で抽出されるような難溶な形態で存在する硫黄を定量した。この結果より、NAPP 値が同程度の試料 A、B において試料 A の方が低 paste pH を示すことから、岩石中に易溶な形態で存在する硫黄は短期間に溶液 pH の低下に寄与すると考えられる。また、試料 A において paste pH、NAG pH に明確な差異は認められないが、試料 B においては明確な差異があることから、岩石中に難溶な形態で存在する硫黄は長期的に溶液 pH の低下に寄与すると考えられる。また、塩酸による硫黄の溶出量が同程度の試料 A、C において試料 C の方が高 paste pH を示すことから、炭酸塩鉱物の溶解による中和作用は短期間に溶液 pH の上昇に寄与すると考えられる。これらの結果より、NAF の量が限定された現場においては、短期間で AMD の発生が終了する、すなわち岩石中の硫黄分の大半が易溶な形態で存在する廃石を、酸発生能力低下後に覆土層へ利用するといった方法を実施することにより、酸素および水の PAF への供給を遮断する覆土層の構築が可能となると考えられる。

表 1 : 各種試験結果

試料	paste pH	NAG pH	NAPP(kgH ₂ SO ₄ /t)	HClによる硫黄の溶出量(mg/g)	HNO ₃ による硫黄の溶出量(mg/g)	炭酸塩鉱物(%)
A	3.10	2.80	27.4	3.63	0.12	0.50
B	7.84	3.56	23.0	0.36	5.80	1.58
C	6.81	2.09	86.2	4.31	20.4	0.63