

Ⅲ-302

白亜系砂岩の風化変質実験

北海道工業大学大学院 学生員 七尾尚充
 北海道工業大学 正会員 針谷 宥
 北海道開発局開発土木研究所 正会員 鈴木哲也

1. まえがき

北海道内の白亜系砂岩には、層準により硫化鉱物が多く見られることが知られている。これらの鉱物は化学的風化作用により分解するため、岩石材料としての観点から十分な検討を加えておくことが必要である。本実験では、土木建造物の基盤や土木材料としての砂岩の構成鉱物の化学的変化から、風化特性を実験的に考察した。

2. 実験試料

実験試料は、夕張市西方に位置する白亜紀函淵層群の砂岩をボーリングコアとして採取したものである。

3. 砂岩試料の鉱物の同定および形成状態

岩石を形成する造岩鉱物には、風化に安定なものと不安定なものがあり、風化過程を検討するにあたっては鉱物の明確な同定が必要である。X線粉末回折法、偏光顕微鏡による観察により砂岩中に含まれる鉱物の同定および組織の判定を行った。

3.1 X線粉末回折法による鉱物同定

X線粉末回折法により得られたX線回折曲線とJCPDSデータを照合し、砂岩中に含まれている鉱物を同定した結果を表1に示す。

3.2 偏光顕微鏡による観察

透過光による観察では石英は円磨度が高く、斜長石は矩形のものが多く、粘土鉱物が基質として少量含まれているものもある。また試料A、9、6、7には方解石が存在し、これは砂岩構成粒子を膠結するセメント物質として粒子間を充填している。他に不透明な鉱物も全ての試料に確認された。主な造岩鉱物の量比を表1に示す。

3.3 反射顕微鏡による観察

偏光顕微鏡による観察でみられた不透明鉱物を反射顕微鏡で観察すると、淡黄色の金属光沢を有する反射光が確認されることから黄鉄鉱と同定できる。鉱物粒子中に、あるいは鉱物粒子間に入り込むように存在しているものなど数種の産状が見られた。その顕微鏡写真を図1に示す。

表1 砂岩の鉱物同定および組織の判定結果

試料	地層名	X線粉末回折による鉱物同定結果				偏光顕微鏡による観察結果
		石英	斜長石	方解石	粘土鉱物	主要造岩鉱物の量比
A	ss 3	○	○	○	--	方解石 > 斜長石 > 石英
9		○	○	○	--	石英 > 斜長石 > 方解石
6	ss 5	○	○	○	○	方解石 > 石英 > 斜長石
7		○	○	○	○	石英 > 方解石 > 斜長石
F	ss 6	○	○	--	○	斜長石 > 石英
G		○	○	--	○	石英 > 斜長石
H		○	○	--	○	石英 > 斜長石

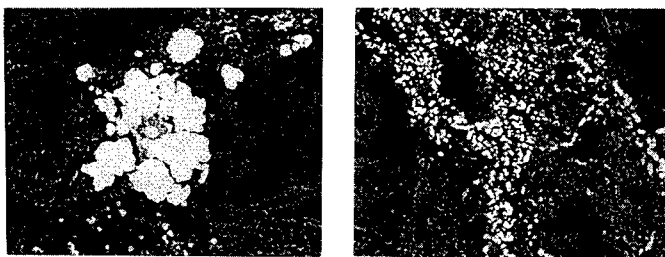


図1 反射顕微鏡による黄鉄鉱観察写真

4. 風化変質実験

酸化作用は化学的風化の主作用のひとつであり、砂岩の風化変質機構および、それに伴う物理的变化について検討を加えた。なお、室内実験として速やかに風化変質を進行させるため、風化促進剤として30%過酸化水素水を使用した。

4. 1 風化生成物の同定

砂岩試料を過酸化水素水(H_2O_2)に浸潤後、黄鉄鉱が多量に含まれている試料ほど活発な発泡現象を生じ、さらに赤褐色の風化生成物が沈殿した。この生成物を同定した結果、新たに針鉄鉱および石膏が生成されていることが確認された。針鉄鉱は、過酸化水素水により黄鉄鉱が酸化・水和され生成し、また石膏は、黄鉄鉱の酸化に伴い発生した硫酸が方解石を分解し、さらに水和により生成されたものである。

4. 2 過酸化水素水溶液のpH変化

砂岩を過酸化水素水に浸した後のpH値をガラス電極法により測定した。過酸化水素水のpH値は3.5と酸性であり、表2に示すように最終的に安定したpH値は、黄鉄鉱を多く含む試料F、G、Hについては酸性を保ち、方解石を多く含む試料A、9、6はアルカリ性また中性へ変化した。過酸化水素水溶液のpH値の変化は、黄鉄鉱の分解に伴う SO_4 が酸性を示し、方解石を多量に含む砂岩については、この SO_4 が方解石の分解による Ca イオンとの反応により石膏の生成を得るためアルカリ性または中性を示す。

4. 3 風化変質による砂岩の強度

風化変質を受けた砂岩試料の物性値を比較・検討するため、過酸化水素水に浸潤3ヶ月後、一軸圧縮試験、超音波伝播速度、圧裂引張試験を行った。その結果を表3に示す。方解石を多く含む試料について、風化変質後の試験値が低下した。これは黄鉄鉱の酸化に伴う硫酸が方解石を分解した結果、砂岩粒子間の凝集性が低下したためと考えられる。試料Fは方解石を含まないが

黄鉄鉱を多く含んでおり、過酸化水素水による激しい発泡現象を伴う酸化の結果、試料表面全体が赤褐色に変色し、内部にまで風化が進行したため、風化後の強度低下が考えられる。なお、黄鉄鉱をさらに多く含む試料G、Hについては、過酸化水素水浸潤中に激しい発泡現象を伴う酸化により崩壊したため、強度試験を行うことができなかった。

5. おわりに

黄鉄鉱を含む岩石が風化作用を受けた場合に考えられる強度低下は、1)酸化作用により発生した SO_4^{2-} が方解石などを溶解し、砂岩粒子間の凝集性を低下させる、2)針鉄鉱、石膏の生成に伴う体積膨張により破壊する、などがあげられる。ゆえに、岩石材料の化学的風化作用にも充分注意を払う必要がある。また、同様な鉱物を含み、風化実験においても同様な反応を生じる砂岩を比較しても、風化後の強度低下に差異があり、偏光顕微鏡による観察でさらに検討する必要がある。

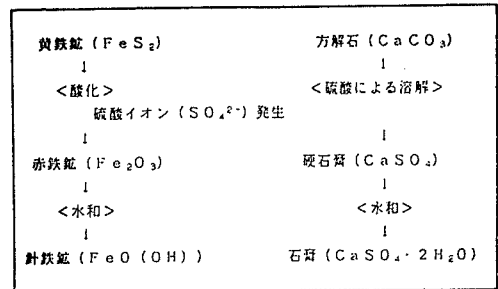


図2 針鉄鉱と石膏の生成過程

表2 砂岩浸潤後過酸化水素水のpH安定値

試料	A	9	6	7	F	G	H
pH	8.09	6.00	6.60	5.80	2.50	3.12	4.00

表3 岩石強度試験結果

試料	一軸圧縮試験 (kgf/cm ²)		超音波伝播速度 (km/s)		圧裂引張試験 (kgf/cm ²)	
	風化前	風化後	風化前	風化後	風化前	風化後
A	—	284	—	4.03	—	17
9	859	758	4.87	4.80	54	52
6	699	659	4.49	4.40	60	55
7	840	640	4.94	—	76	69
F	—	677	—	4.50	—	41