

V-14 安山岩質骨材の CH_3COOH 溶液による崩壊現象について

北海道工業大学 正 会 員 土居 繁雄
 学生会員 関 大行
 学生会員 高木 博道

1. まえがき

最近、土木建設工事にもちいられている骨材は、火成岩類の碎石、とくに安山岩～石英安山岩質岩の碎石が多く用いられている。

これらの碎石のうち、変質作用をうけて膨張性粘土鉱物を含んでいる碎石を道路舗装用に用いた場合、有機系および無機系融冰雪剤によって、短期間に崩壊またはいちじるしく劣化するという現象がおきている。

一方、現在使用されている有機系融冰雪剤は、尿素、エチレングレコールおよび酢酸化合物などである。そこで酢酸化合物の、変質作用をうけた膨張性粘土鉱物を含む骨材への影響をみるため、その基礎的研究として CH_3COOH 溶液による骨材との反応実験を実施した。その結果について報告する。

2. 実験に用いた安山岩質骨材の岩石特性

実験に用いた骨材の原岩は、Augite-Hypersthene Andesite である。偏光顕微鏡下で観察すると、ハイアロビティック構造を呈し、斑晶鉱物は斜長石、紫そ輝石、普通輝石であり、石基は微小短柱状の斜長石、粒状の輝石類から構成されている。

熱水変質作用をうけて、斜長石は虫喰状に炭酸塩鉱物化、緑色粘土鉱物で交代されており、紫そ輝石および普通輝石は部分的に緑色の粘土鉱物にかわっている。

なおこの岩石の化学組成は、第1表に示したとおりである。

第1表 実験に用いた骨材の化学組成

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MnO	P_2O_5	H_2O	TOTAL
60.86	15.44	7.21	1.00	6.01	2.45	2.74	1.37	0.12	0.20	2.59	99.99

(北海道立工業試験所分析 1985)

この変質作用をうけたAugite-Hypersthene Andesite は、 $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ に乏しく、CaO+MgOに富んでいる。しかも、 Fe_2O_3 にやや富んでいる。つまり、アルカリに乏しく、塩基に富んでいる岩石であるといえる。

3. CH_3COOH 溶液による安山岩質骨材の崩壊現象

変質作用をうけたAugite-Hypersthene Andesite の骨材の原岩から、コアピッカーとダイヤモンドカッターを用いて直径29.7mm、厚さ1.5～2.0mmの供試体を作成し、これらの供試体を CH_3COOH の100%, 60%, 30%, 15%の各濃度の溶液に浸して、湿潤実験を行うとともに、乾湿繰り返し(4日湿潤、3日乾燥)実験を行った。その期間は30日間である。

3.1. 濃度別による湿潤実験

まず、 CH_3COOH の100%溶液に浸した供試体は、写真1に示したように、ほとんど変化はみられない。

ところが、 $\text{CH}_3\text{COOH}60\%$ 溶液に浸した供試体は、写真2に示したように、粉状の崩壊物を生成している。また、 $\text{CH}_3\text{COOH}30\%$ 溶液に浸した供試体は写真3に示したように、やはり、粉状の崩壊物を生成している。さらに、 $\text{CH}_3\text{COOH}15\%$ 溶液に浸した供試体は、写真4にみられるように、いちじるしい、粉状の崩壊物を生成している。

なお、 $\text{CH}_3\text{COOH}100\%$ 以外の各溶液は赤褐色に変色している。これは、おそらく $2\text{Fe} + 3\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_3 + 6\text{H}_2$ という化学反応によって酢酸鉄を生成したものと思われる。

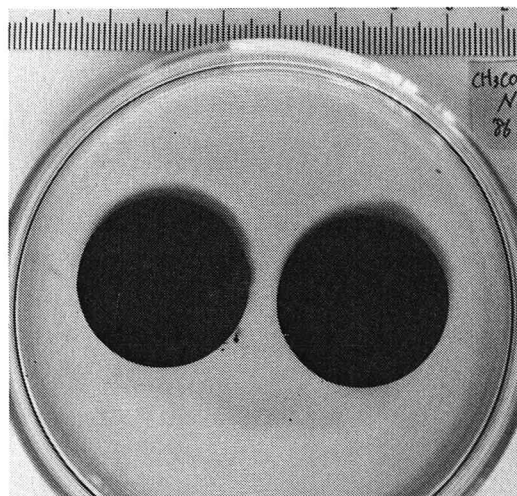


写真1 $\text{CH}_3\text{COOH}100\%$ 溶液に26日間
浸した普通輝石紫そ輝石
安山岩供試体の状態

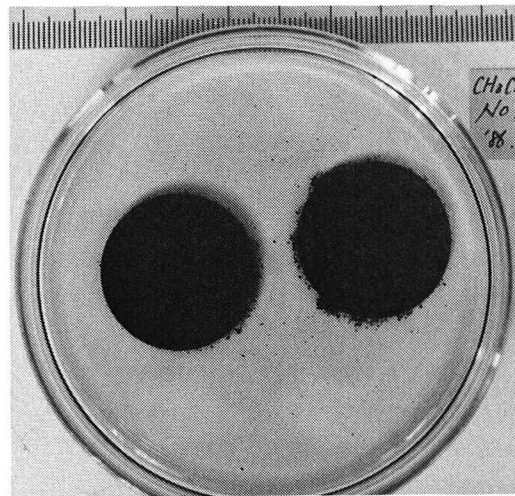


写真2 $\text{CH}_3\text{COOH}60\%$ 溶液に7日間
浸した普通輝石紫そ輝石
安山岩供試体の崩壊状態

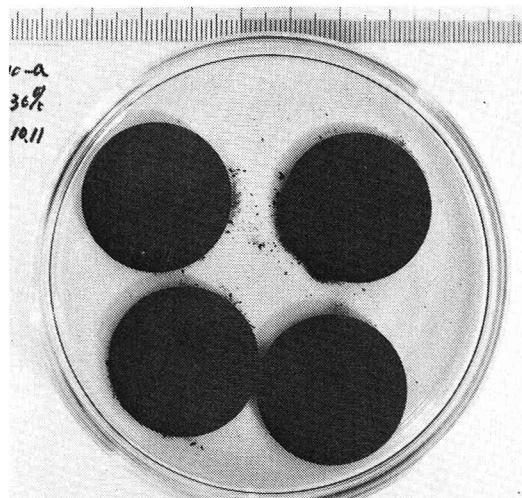


写真3 $\text{CH}_3\text{COOH}30\%$ 溶液に16日間
浸した普通輝石紫そ輝石
安山岩供試体の崩壊状態

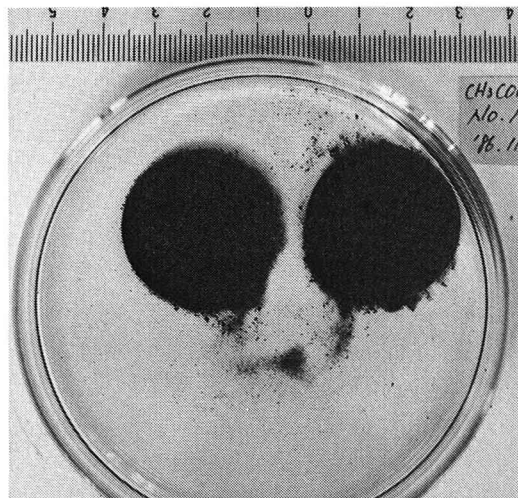


写真4 $\text{CH}_3\text{COOH}15\%$ 溶液に7日間
浸した普通輝石紫そ輝石
安山岩供試体の崩壊状態

3.2. CH_3COOH 溶液の濃度別による乾湿繰り返し実験

CH_3COOH 100%溶液をのぞく、60%、30%および15%溶液に浸した供試体は、まえにのべた湿潤状態に較べて、粉状崩壊物の生成量が多く、しかも亀裂が発生して崩壊するという現象がみられる。

粉状崩壊物の生成の量は、 CH_3COOH の濃度が15%の場合が最も多く、ついで30%、60%の順であって、100%の濃度の場合はほとんど崩壊がみられない。その様子は写真5および第1図～第3図に示したとおりである。

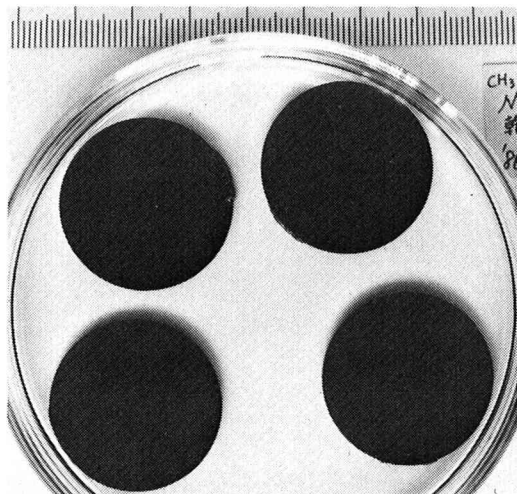
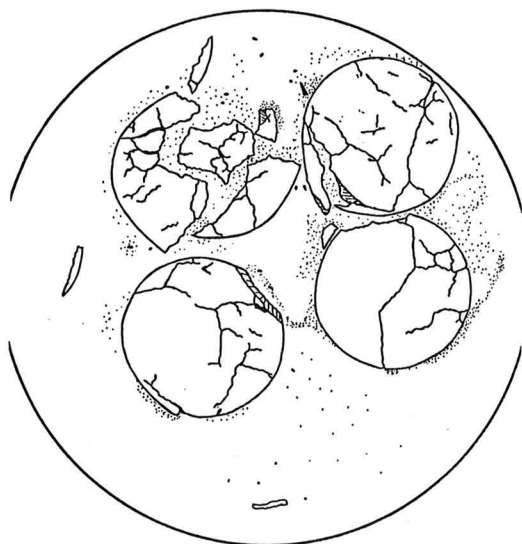
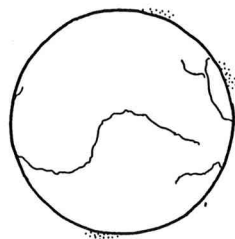


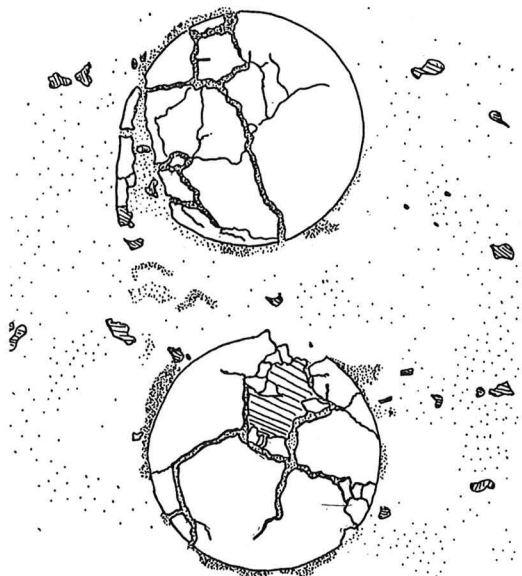
写真5 CH_3COOH 100%溶液に26日間
乾湿繰り返しによる普通輝石
紫そ輝石安山岩供試体の状態



第2図 CH_3COOH 30%溶液による26日間
乾湿繰り返しによる普通輝石紫そ
輝石安山岩供試体の崩壊状態の
スケッチ

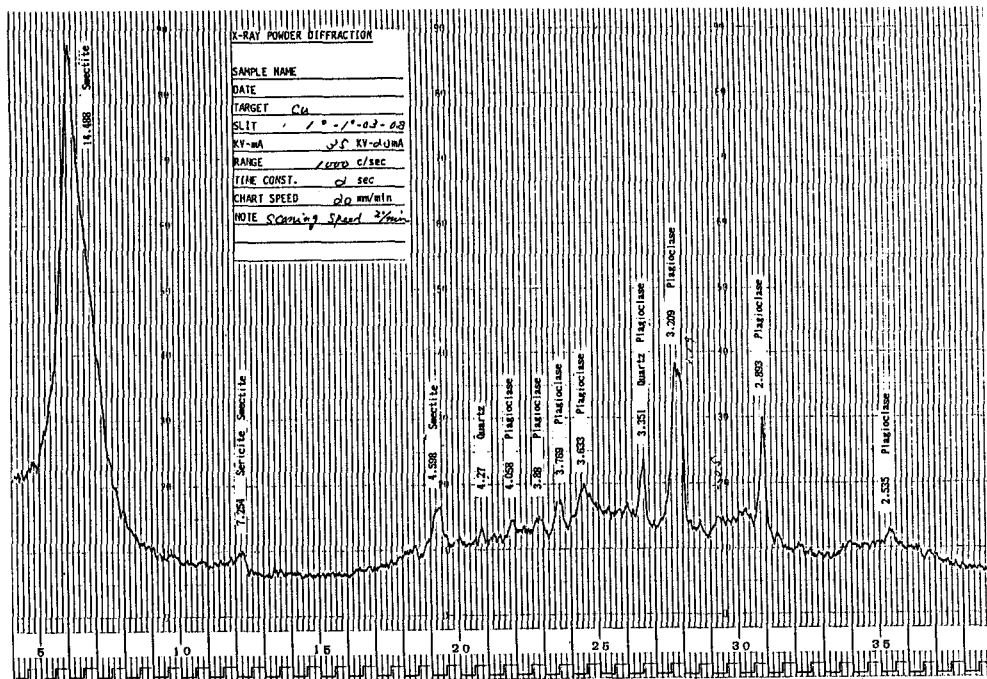


第1図 CH_3COOH 60%溶液による26日間
乾湿繰り返しによる普通輝石紫そ
輝石安山岩供試体の崩壊状態の
スケッチ



第3図 CH_3COOH 15%溶液による24日間
乾湿繰り返しによる普通輝石紫そ
輝石安山岩供試体の崩壊状態の
スケッチ

4. 崩壊物のX線回折分析



第4図 $\text{CH}_3\text{COOH}30\%$ 溶液による普通輝石紫そ輝石安山岩の崩壊物のX線回折図

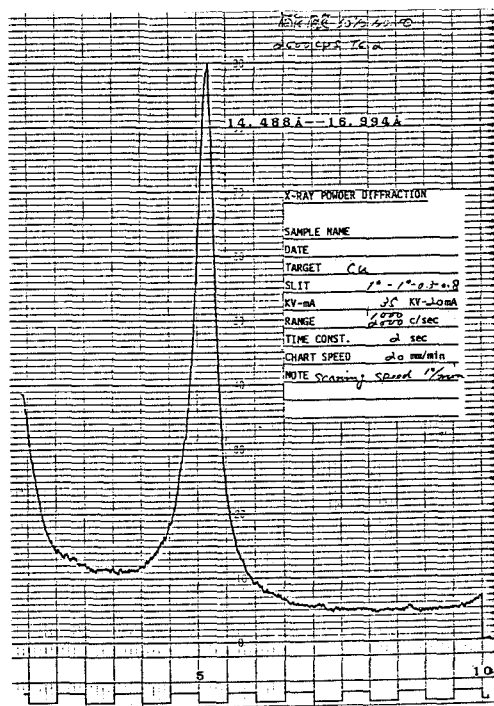
前項でのべた変質作用をうけたAugite-Hypersthene Andesiteの骨材と、 $\text{CH}_3\text{COOH}30\%$ 溶液との反応によって生成された粉状崩壊物のX線回折分析の結果は、第4図～第5図に示したとおりである。粉状崩壊物の格子面間隔 d (001)は、乾燥状態では $14.488 \text{ \AA}$ の値をとり、同一の粉状崩壊物をEthylene glycol [$\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$]で処理した場合の格子面間隔は $16.994 \text{ \AA}$ となり、 $14.488 \text{ \AA}$ から $16.994 \text{ \AA}$ に拡大されている。この事実から粉状崩壊物は、膨張性粘土鉱物のSmectiteを含んでいることが明らかである。

5. 粉状崩壊物の電子顕微鏡による検討

崩壊物はMorphologicalには形や大きさには、いろいろあって多用途性に富んでいる。

Concentrationをみると、電子顕微鏡の写真6のSmectiteの中の1の部分ではSiのほか、とくにFeの富み、AlおよびMgがほぼ同じ量を含むもの、また、2の部分でみられるようにSiのほかややAlおよびMgに富み、ついでCa、Feが含まれているものなどがみられる。

このことから膨張性粘土鉱物のSmectiteは、Feを含むSaponiteである。



第5図 $\text{CH}_3\text{COOH}30\%$ 溶液による普通輝石紫そ輝石安山岩の崩壊物の $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$ 処理後のX線回折図

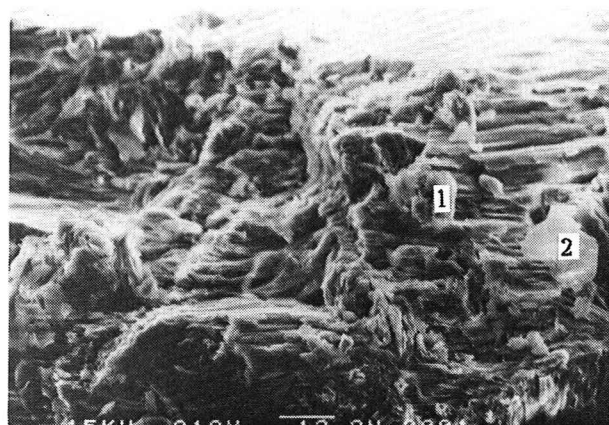


写真6 Smectiteの電子顕微鏡写真

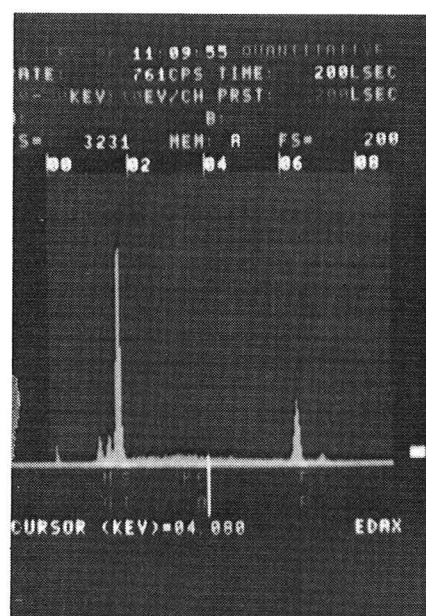


写真7 Concentration 1

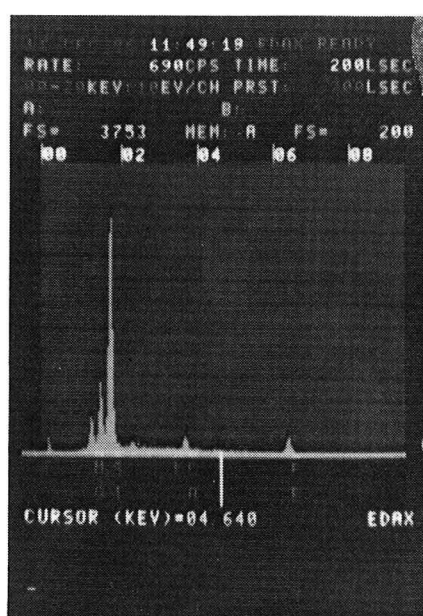


写真8 Concentration 2

第2表 Smectite の Concentration 1

	WT. %	AT. %	"O" %. %	%S.E.
MGK	4.85	4.62	8.04	2.65
ALK	3.30	2.84	6.24	2.73
SIK	23.15	19.09	49.52	0.65
K K	0.53	0.32	0.64	10.71
CAK	0.83	0.48	1.16	7.16
FEK	24.06	9.98	34.40	1.08
O	43.28	62.67		
	100.00			

第3表 Smectite の Concentration 2

	WT. %	AT. %	"O" %. %	%S.E.
MGK	6.23	5.43	10.33	2.24
ALK	8.79	6.91	16.61	1.40
SIK	27.36	20.65	58.54	0.60
K K	0.10	0.06	0.12	61.16
CAK	2.35	1.24	3.28	3.34
FEK	7.77	2.95	11.11	2.29
O	47.39	62.77		
	100.00			

6. 考 察

CH₃COOH溶液による、変質作用をうけて膨張性粘土鉱物のSmectiteを含むAugite-Hypersthene Andesiteの骨材の、崩壊現象をみるとつぎのようにいえる。

まづ崩壊現象はCH₃COOH溶液の濃度によって違いがみられる。すなわち、100%、60%、30%および15%濃度のうち、100%濃度の場合は、ほとんど崩壊現象はみとめられない。しかし後の3者の場合はいずれも崩壊現象がみられる。とくに15%濃度の場合が崩壊現象が顕著である。

一方、乾湿繰り返しでは、CH₃COOH溶液に浸潤しつづけた場合に較べて、乾燥と湿潤を繰り返した場合の方が崩壊の度合いはいちじるしい。

さらにCH₃COOH溶液による崩壊現象は、骨材に含まれているFe-Saponiteが、格子面の間つまり層間にCH₃COOHの溶液を吸着して、格子面間隔d(001)を拡大し、Fe-Saponiteの体積が増大することによって生ずるSwellingによっておきる現象であるといえることができる。

参 考 文 献

- (1)熊谷茂樹・鈴木哲也・山西信雄(1984):舗装用碎石の膨潤崩壊について,土木試験所月報 No.376
- (2)土居繁雄(1985):尿素[CO(NH₂)₂]溶液による舗装用骨材とくに安山岩質碎石の崩壊機構,土木学会第40回年次学術講演概要集 第V部門
- (3)土居繁雄(1985):凍結防止剤および融氷雪剤による舗装用骨材の崩壊機構,寒地技術シンポジウム, '85講演論文集
- (4)鈴木哲也・熊谷茂樹(1985):有機系融雪剤による安山岩骨材の崩壊について,応用地質Vol.28 No.4
- (5)土居繁雄他4名(1986):融氷雪剤による骨材の崩壊機構について,昭和60年度土木学会北海道支部論文報告集
- (6)Shigeo Doi(1986):Degradation Mechanism of Paving Aggregate, Especially of Andesitic Crushed stone by Urea [CO(NH₂)₂] Solution. Memoirs of Hokkaido Institute of Technology No.14
- (7)土居繁雄・針谷宥(1986):有機系融氷雪剤による安山岩質粗骨材の崩壊について,第30回材料研究連合講演会前刷集
- (8)土居繁雄・針谷宥(1986):有機系融氷雪剤による安山岩質骨材の崩壊物質について,土木学会第41回年次学術講演会講演概要集 第V部門