V—13 安山岩質～石英安山岩質骨材の融氷雪剤による崩壊に関する基礎的実験について

北海道工業大学　正会員　土居　繁雄
学生会員　山下　秀樹
学生会員　浜田　隆治

1．まえがき

土木建設に用いられている骨材は、河川砂利資源の枯渇にともない、火成岩類の砕石が主体となってきており、とくに安山岩質～石英安山岩質の砕石が多く使用されている。

道路の舗装用骨材も例外ではなく、骨材のほとんどが砕石が用いられている。

最近、積雪寒冷地の都市部では、自動車による車粉の問題が大きくクローズアップされて、スパイクタイヤの使用の可否が問題となっており、冬期間の路面管理が最大の焦点となっている。

このため積雪寒冷地の都市部、あるいはその周縁部地域では、道路に融氷雪剤を散布して、路面の維持管理の対策がとられている。

融氷雪剤には無機系のものと、有機系のものがある。無機系のものには塩化ナトリウム（NaCl）、塩化マグネシウム（$MgCl_2$）、塩化カルシウム（$CaCl_2$）およびその化合物などがあり、有機系のものはエチレングリコール〔$HO(CH_2)_2OH$〕、尿素〔$CO(NH_2)_2$〕および酢酸化合物などである。

これらの融氷雪剤とくに有機系の尿素〔$CO(NH_2)_2$〕30%溶液で崩壊がみられるPyroxene Andesiteについて、無機系の塩化マグネシウム（$MgCl_2$）の30%溶液と15%溶液による湿潤実験を行った。その結果について報告する。

2．実験に用いた骨材の岩石特性

2.1 偏光顕微鏡による観察

Pyroxene Andesite は、斑晶鉱物としては斜長石、有色鉱物（普通輝石、紫そ輝石）であって石基は微小粒状の斜長石、ガラスを主体としている。変質作用をうけて、有色鉱物はほとんど帯褐緑色の粘土鉱物に変わっており、石基には２次石英が生成されている。

有色鉱物の粘土化作用は、主としてFeを含むSmectiteであって、繊維状の集合体および粒状の形態をとっているものが多い。一方、斜長石は虫喰い状に炭酸塩鉱物あるいは、Smectiteで交代されている。また、石基の一部には、２次的石英のAggregateがみられる。

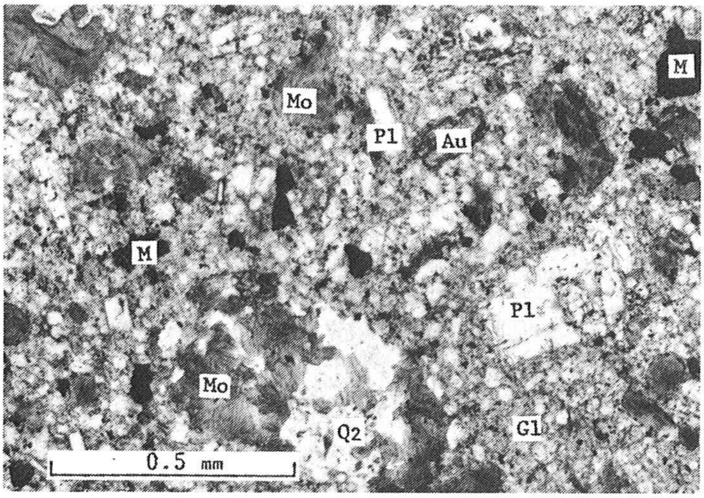
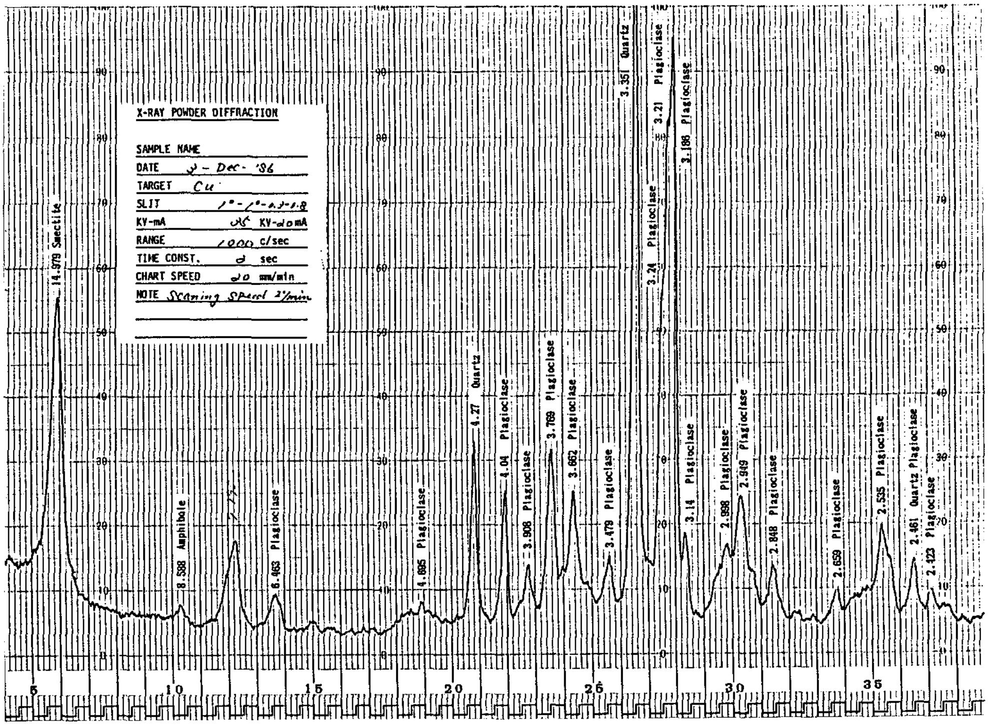


写真１　変質輝石安山岩　　平行ニコル
Pl:斜長石　Au:普通輝石　M:磁鉄鉱
Q2:２次石英　Mo:スメクタイト（鉄サポナイト）
Gl:石基（微小斜長石＋２次石英＋ガラス＋スメクタイト）



第１図　変質輝石安山岩のＸ線回折図

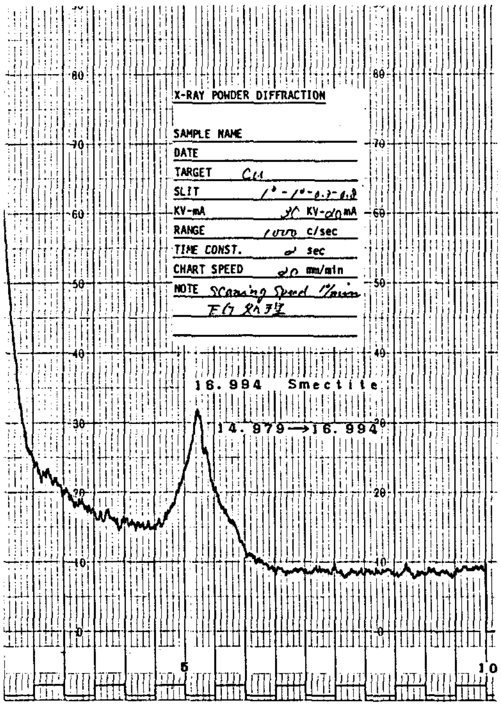
2.2 変質鉱物のＸ線回折分析

Pyroxene Andesiteの原石のＸ線回折は、第１図に示したように、Smectite、Amphibole、Plagioclase、Quartzがみとめられる。これをエチレングリコール〔$HO(CH_2)_2OH$〕で処理すると第２図にみられるように、Smectiteの格子面間隔ｄ（001）が14.979Åから16.994Åに拡大される。このことから、変質鉱物のSmectiteは、MontmorilloniteまたはSaponiteであるといえる。

2.3 粘土鉱物の電子顕微鏡による検討

変質作用をうけたPyroxene Andesiteの骨材（砕石）と、尿素〔$CO(NH_2)_2$〕30%溶液との反応で生成された粉状崩壊物を、電子顕微鏡で観察すると、写真２に示したとおり、不定形の薄膜状の集合体をなしているもの、不定形の塊状のものなどの形態を示している。

写真２の１の部分および２の部分のConcentrationは、写真３と写真４および表１と表２に示したとおりである。



第２図　変質輝石安山岩の$HO(CH_2)_2OH$処理後のＸ線回折図

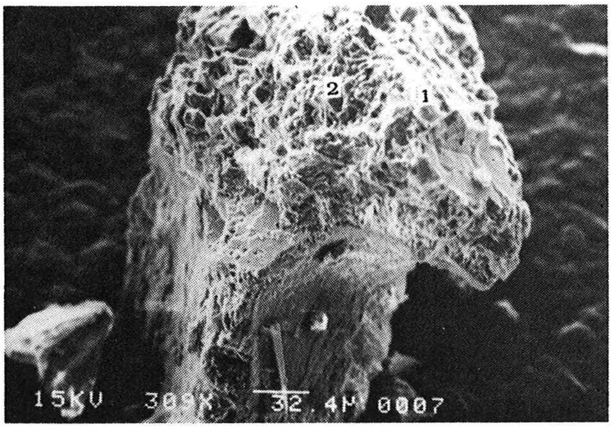


写真２　変質輝石安山岩に含まれるSmectiteの電子顕微鏡写真

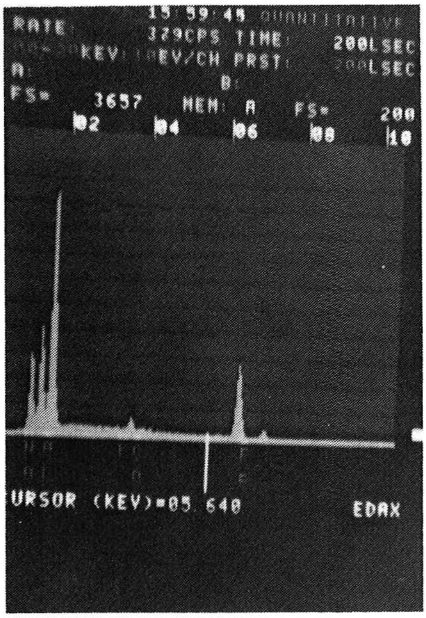


写真３　Smectite中の１の部分のConcentration

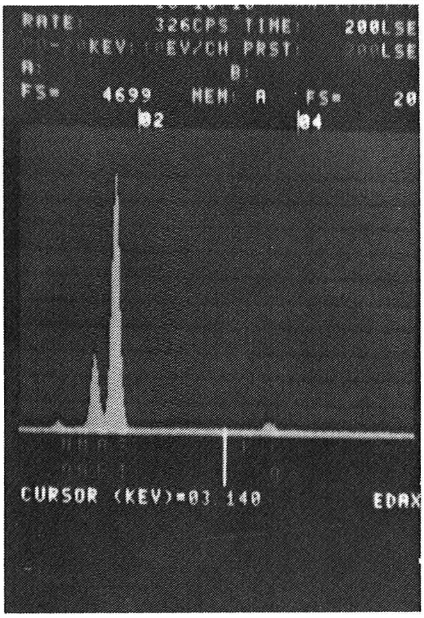


写真４　Smectite中の２の部分のConcentration

表１　Smectite中の１の部分のConcentration

	WT.%	AT.%	"O ".%	%S.E.
NAK	0.00	0.00	0.00	0.00
MGK	9.52	8.81	15.78	1.23
ALK	9.06	7.55	17.11	1.04
SIK	17.97	14.39	38.44	0.60
K K	0.04	0.02	0.05	95.89
CAK	1.05	0.59	1.47	4.34
FEK	18.99	7.65	27.15	0.95
O	43.38	60.99		

	100.00			

表２　Smectite中の２の部分のConcentration

	WT.%	AT.%	"O ".%	%S.E.
NAK	3.23	2.86	4.35	4.60
MGK	0.00	0.00	0.00	0.00
ALK	11.78	8.91	22.26	1.01
SIK	32.27	23.46	69.04	0.51
K K	0.24	0.13	0.29	21.65
CAK	2.02	1.03	2.83	3.36
FEK	0.86	0.32	1.23	12.55
O	49.60	63.29		

	100.00			

つまり、1の部分のものは、SiとFeに富み、ついでAlとMgが多く、少量のCaとごく微量のKを含んでいる。また2の部分のものは、とくにSiに富み、Alが多く、少量のNaとCa、微量のFeおよびごく微量のKを含んでいる。

のべたようなデータから、前者は膨潤性粘土鉱物のSmectiteに属するFe-Saponiteに、後者はMontmorilloniteにそれぞれ属するものである。

3．$MgCl_2$溶液による崩壊実験

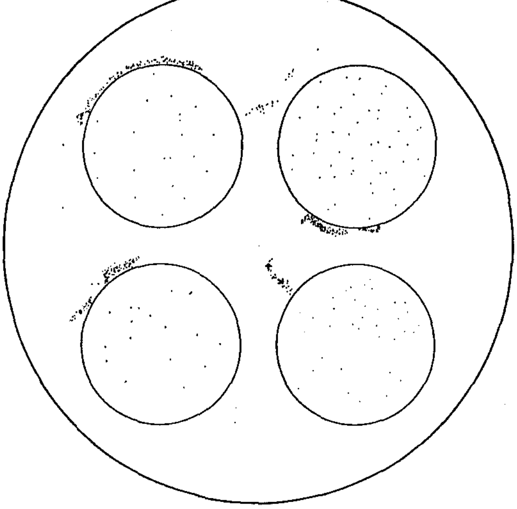
前項でのべた膨潤性粘土鉱物を含むPyroxene Andesiteの骨材（砕石）と塩化マグネシウム（$MgCl_2$）の30%溶液と15%溶液による湿潤崩壊実験の結果はつぎのとおりである。

まず$MgCl_2$30%溶液に浸して1日間経過後の状態は、ごく少量の粉状崩壊物が生成している。9日間経過後では少量の粉状崩壊物が生成しているとともに、発疹状の膨らみが生じている。さらに14日間経過後では、第3図に示したようにわずかに粉状崩壊物が増加する。

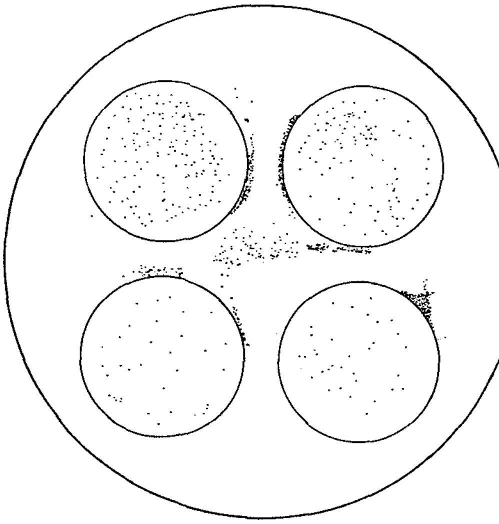
一方、$MgCl_2$15%溶液に浸して1日間経過後では、少量の粉状崩壊物を生じており、9日間経過後では第4図に示したように、かなりの粉状崩壊物を生成するとともに、多くの発疹状の膨らみが形成される。さらに15日間経過後では、第5図にみられるように、粉状崩壊物が増加する。

このような事実から、Pyroxene Andesiteの塩化マグネシウム（$MgCl_2$）の30%溶液による崩壊度合よりも塩化マグネシウム（$MgCl_2$）の15%溶液による崩壊度合が強いということができる。

一方、これらの塩化マグネシウム（$MgCl_2$）溶液による崩壊現象は、尿素〔$CO(NH_2)_2$〕30%溶液による崩壊現象よりもその度合ははるかに低い。



第3図　$MgCl_2$30%溶液による湿潤14日間経過後の変質輝石安山岩供試体の状態のスケッチ

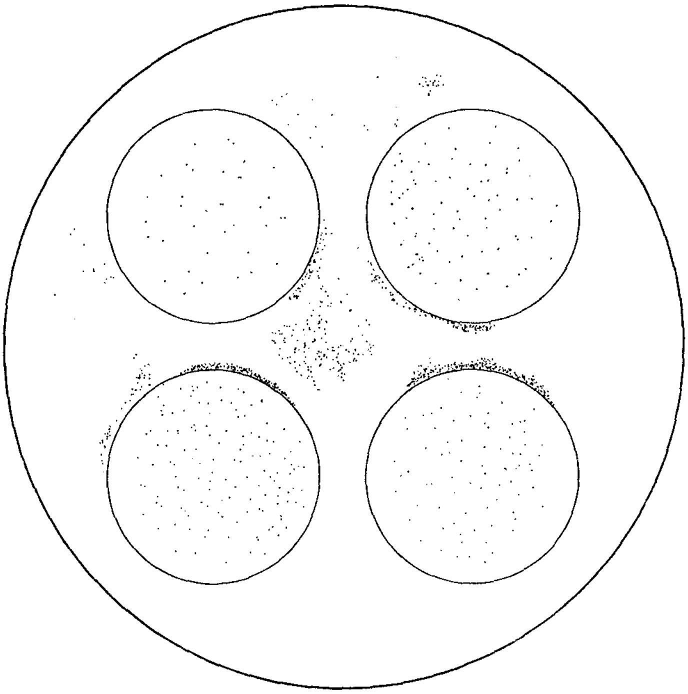


第4図　$MgCl_2$15%溶液による湿潤9日間経過後の変質輝石安山岩供試体の状態のスケッチ

4．考　察

塩化マグネシウム（$MgCl_2$）溶液と、変質作用をうけたPyroxene Andesiteとの反応による崩壊現象については、つぎのようにいえる。

すなわち、無機系の融氷雪剤の一つである塩化マグネシウム（$MgCl_2$）溶液では、30%溶液のものより15%溶液のものの方が、崩壊現象は顕著である。しかし、有機系の融氷雪剤



第５図　$MgCl_2$ 15%溶液による湿潤15日間経過後の変質輝石安山岩供試体の状態のスケッチ

の一つである尿素〔$CO(NH_2)_2$〕の30%濃度による崩壊現象にきらべると、その度合ははるかに低い。

つまり、同じ変質作用をうけて、膨潤性粘土鉱物のSmectiteを含む骨材であっても、無機系の融氷雪剤の一つである塩化マグネシウム（$MgCl_2$）溶液による崩壊現象は微弱であるが、有機系の融氷雪剤の一つである尿素〔$CO(NH_2)_2$〕溶液による崩壊現象は顕著で、しかも崩壊反応の速度は速いということができる。

参　考　文　献

(1)Bradly,W.F.（1945）：Molecular associations between montmorillonite and organic liquids, J.Am.Chem.Soc. Vol.67

(2)須藤俊男（1974）： 粘土鉱物学，岩波書店

(3)Brindly,G.W.and Brown,G.（1980）：Crystal structure of clay minerals and their X-ray identification, Mineralagical Society,London.

(4)熊谷茂樹・鈴木哲也・山西信雄（1984）：舗装用砕石の膨潤崩壊について，土木試験所月報　No.376

(5)土居繁雄（1985）：尿素〔CO（NH_2)$_2$〕溶液による舗装用骨材とくに安山岩質砕石の崩壊機構，土木学会第40回年次学術講演概要集 第Ⅴ部門

(6)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

(7)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

(8)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
(9)Shigeo Doi(1986):Degradation Mechanism of Paving Aggregate,Especially of Andesitic Crushed stone by Urea [$CO(NH_2)_2$] Solution. Memoirs of Hokkaido Institute of Technology No.14
(10)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
(11)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