

Ⅲ-7 近赤外分光分析を用いた鉱物の簡易判別法に関する検討

(株)赤松建設	正会員	○赤松靖則
愛媛大学工学部	正会員	横田公忠
日本道路公団高松技術事務所	正会員	内田純二
同上	正会員	舌間貴宏

1. はじめに

地すべりに移行するのは、土質工学的な側面から見れば、せん断強度の小さな鉱物の存在が考えられる。強度低下を促進させる鉱物として膨張性鉱物がある。そこで本研究ではフィールドスペックプロ Jr を用い、室内と屋外での膨張性鉱物（スメクタイト）の同定について研究した。さらにその結果を自然試料（ボーリングコア）中の膨張性鉱物の同定に応用する事を考えた。

2. 試料および試験概要

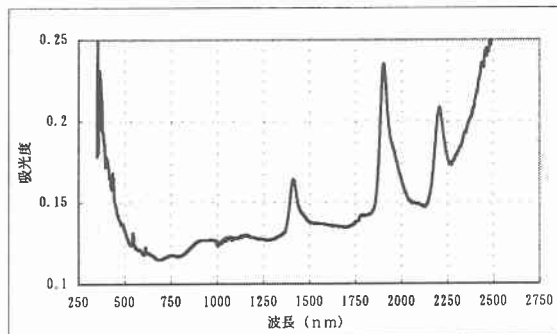
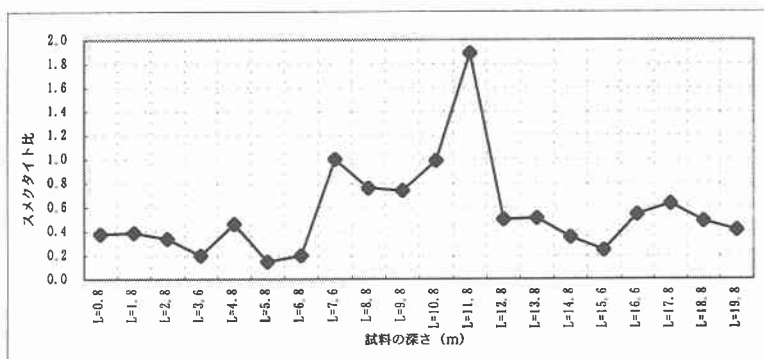
室内での実験では、標準試料として市販のベントナイト粉末、カオリナイト粉末、そしてそれら粉末の混合試料（=5:5、3:7、2:8、1:9）を用いた。ベントナイトはスメクタイトを主要粘土鉱物とするので、本研究ではベントナイトをスメクタイトとして扱う。さらに自然試料として白石 BV7-2 のボーリングコアを使用した。試料は深さが 0.8m から 19.8m まで、ほぼ 1m おきに採取した。以下、それらの深さを $L=0.8\text{m}$ 等として表わす。近赤外分光光度計はフィールドスペックプロ Jr を使用した。試料をシャーレに充填し、10cm 離れたところから 500W ハロゲンランプで照射し、波長 350nm から 2500nm の範囲でスキャンし、近赤外拡散反射測定を行った。吸収強度は吸光度 $A\{=\log(1/R)\}$ で表わした。R は反射率である。反射率とは、標準板の反射率を 1 としたときの、試料の反射率の事である。また得られたスペクトルは微分処理と移動平均処理を行った。屋外での実験では試料は同じ物を用いたが、ランプは 6.12W のハンディータイプのハロゲンランプを用いた。また自然試料の構成鉱物を把握するため X 線回析試験を行った。

3. 試験結果

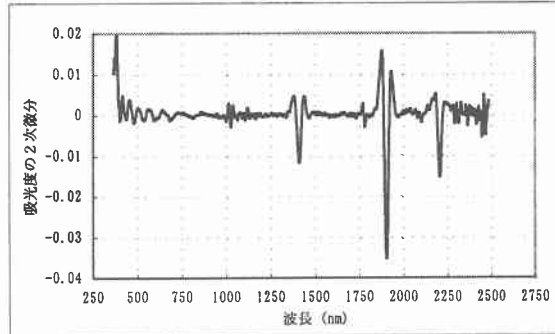
X 線回析試験の結果から自然試料の全体を通して、主要鉱物はクロライト、トレモライト、タルクであった。またエチレングリコール処理で、膨張性鉱物としてスメクタイトが全ての深さの試料に含まれている事が確認できた。そこでスメクタイトとクロライト 001 面との回折強度の比（スメクタイト比）と深さの関係を表—1 に示す。それによると、 $L=11.8\text{m}$ でスメクタイト比が一番高くここが想定すべり面であると仮定できる。

近赤外分光光度計で測定されたスペクトルの内、例としてスメクタイト 100% のものを図—1 に示す。またそのスペクトルを 2 次微分したものを図—2 に示す。微分処理により、原スペクトルで見られたベースの差はなくなり、ベースの強度はほぼ 0 になった。さらに原スペクトルの上向きの吸収ピークは下向きのピークになりまたバンド幅の小さいピークが強調された

表—1 天然試料のスメクタイト比と深さの関係



図—1 吸光度のスペクトル（スメクタイト 100%）



図—2 吸光度の2次微分スペクトル（スメクタイト 100%）

また、さらに原スペクトルの上向きの吸収ピークは下向きのピークになりまたバンド幅の小さいピークが強調された

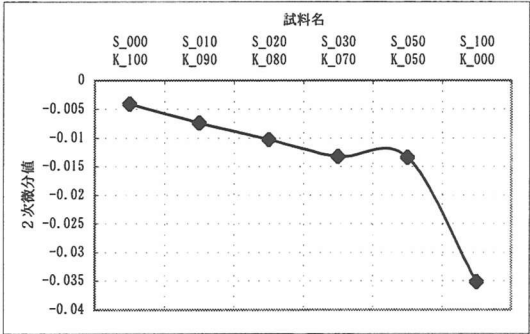
り、ピークのパンド幅が約半分になったりする事により、ピークの分離が良くなるので、本研究のスペクトルの比較・検討には2次微分スペクトルを使用する。このスペクトルから分かるように、1400nm、1900nm、2200nm 領域の3箇所

に大きな吸収が見られる。粘土鉱物の近赤外スペクトルにおいて、1400nm 領域の吸収は水酸基の伸縮振動の一次倍音と水分子の伸縮振動の一次倍音あるいは結合音、1900nm 領域の吸収は水分子の伸縮振動と変角振動結合音、そして2200nm 領域の吸収は水酸基の伸縮振動と変角振動の結合音に由来する。特にスメクタイトの 1903nm の吸収は層間水に由来する。次にスメクタイト 100%とカオリナイト 100%の室内と屋外での2次微分値の違いを表—2 に示す(表中の色付きのセルは鉱物の同定に使用した吸収波長)。これによると室内と屋外で測定された値は大きく違う。つまり、室内で測定し分析された2次微分値は、

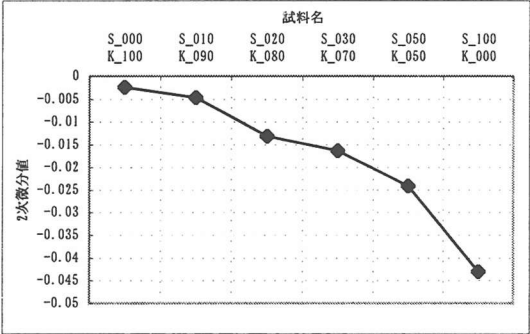
表—2 標準試料の室内と屋外での2次微分値の違い

試料名	室内		屋外		2次微分値の 屋外/室内	帰属
	波長 (nm)	2次微分値	波長 (nm)	2次微分値		
スメクタイト	1411	-0.011522807	1409	-0.014037697	1.218253243	OH/H ₂ O
	1903	-0.035167337	1902	-0.043028084	1.223503215	H ₂ O
	2206	-0.015141927	2211	-0.010541331	0.696168394	OH
カオリナイト	1408	-0.011522807	1389	-0.011973917	1.039149315	OH
	1910	-0.00407469	1908	-0.00382103	0.937747411	H ₂ O
	2155	-0.01073406	2161	-0.021020267	1.95827739	OH
	2202	-0.02350291				OH

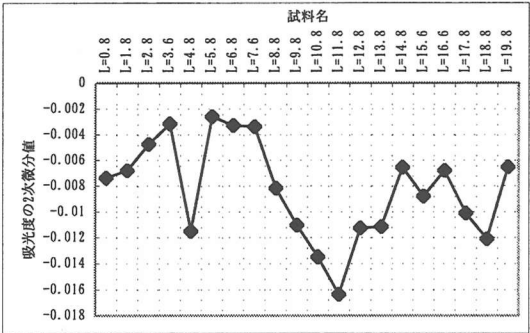
屋外で利用するのは難しいであろう。しかし鉱物の同定を行うにあたって使用するものは鉱物に特有の波長である。そういう観点で表—2を見ると、室内での測定で観測された波長域は主な吸収波長でないにしても、ほぼ全て観測されている。1900nm における標準試料の2次微分値の違いに注目する。図—3、4 (図中のSはスメクタイトを,Kはカオリナイトを意味する)を見ると室内、屋外に関わらずスメクタイト含有量の多いほうが、値が小さくなっていることが分かる。これは1903 nm の吸収がスメクタイトの層間水に由来するからであろう。次に自然試料の深さがL=0.8mからL=19.8m までの全てに関して、層間水に由来する吸収波長が1910nm の2次微分値をグラフ化したものを図—5、6 に示す。これによるとL=11.8m の



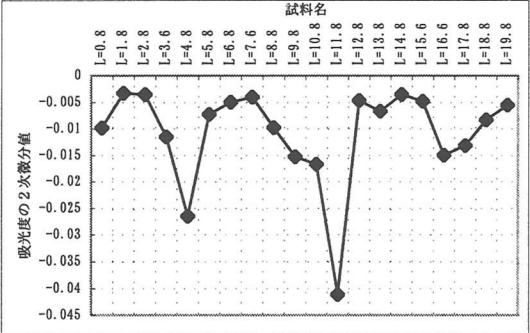
図—3 室内での1900nmの2次微分値(標準試料)



図—4 屋外での1900nmの2次微分値(標準試料)



図—5 室内での1900nmの2次微分値(天然試料)



図—6 屋外での1900nmの2次微分値(天然試料)

試料の2次微分値が、全体を通して一番小さくなっている。すでにX線回析でも、同じ深さの試料に最も多くの膨張性鉱物を含んでいる事が明らかになっている事から、これが膨張性鉱物の同定に有用であると言えるだろう。

4. まとめ

近赤外分光分析において、スメクタイトの吸収波長と吸収強度から、鉱物に含まれるスメクタイトの含有量を、他の試料と比較することで推測が可能であり、またフィールドスペックプロ Jr を使用すれば、屋外でもスメクタイト含有量の多少を推測する事が出来ると考えられる。しかし、他の代表的鉱物についてのスペクトル特性の検討、更に多くの自然試料に対して近赤外分光分析を適用させるなどの課題が残る。またそれらを実現するために、それらの試験で測定された吸収の帰属を明らかにする事も必要である。そのためには、鉱物の構造による違いからより深く検討していかなければならないはずであるが、それらは今後の課題として、更なる研究が行われる事を期待している。