

北海道地方におけるローカルな土

Local soils in the Hokkaido district

こう の ふみ ひろ
河 野 文 弘*

まえがき

北海道の総面積は785万 ha で、我が国総面積の約20%を占めており、この広大な地域にはさまざまな土が分布している。泥炭は北海道を代表する特殊土としてよく知られているが、その分布面積は本道面積の2.5%にすぎない。それに対し、火山灰土の分布面積は167万 ha といわれ、泥炭地面積の8倍以上に相当することから、北海道における建設工事では、泥炭よりも火山灰土に遭遇する機会がはるかに多い。また、土質基礎工学の教科書などに書かれている砂質土や粘性土のような一般の土に出合う頻度はさらに高い。ローカルソイルの定義は、はっきりしないが、地域における建設工事で遭遇する機会のある土とすれば、北海道の場合は極めて広範囲の土についてのべなければならぬことになる。しかし、本号で扱うのは「従来の特殊土も含めて、地方独特なローカルな土」としてあるので、北海道における建設工事で比較的良好に出合いかつ問題のある土と解釈して北海道のローカルソイルについて紹介する。

北海道に比較的まとまった面積で分布している土には泥炭、火山灰土、蛇紋岩および蛇紋岩粘土、重粘土などがある。また、液状化しやすい土が分布していることは十勝沖地震の災害で明らかである。わずかであるがまさ土、珪藻土、その他の特殊土も見られる。さらに、北海道のような積雪寒冷地域では地盤の凍結や凍上も、広い意味でのローカルソイルの範ちゅうにはいると考えられる。しかし、凍結・凍上の問題は、既に本誌25巻7号で特集されているし、道内の液状化しやすい土、まさ土、珪藻土などは、その分布の一部が分かっているにすぎない。よって、ここでは分布範囲がほぼ明らかになっている泥炭、火山灰土、蛇紋岩、重粘土についてその概要をのべる。

1. 泥炭性軟弱地盤

1.1 分 布

泥炭は、我が国では北海道に広く分布する植物性高有機質土として早くから知られている¹⁾。しかし、その土質工学的性質に関する本格的な研究がはじめられたのは1950年代に入ってからである²⁾。以来、今日まで北海道を代表する特殊土として多くの研究成果が発表されてきているので、

ここでは北海道の泥炭および泥炭性軟弱地盤について簡単にのべる。

北海道には約20万 ha の泥炭地が分布しているといわれているが、これは北海道農業試験場の定義による「排水後20 cm 以上の泥炭土で被覆された土地」をさしており、耕地の観点に立った泥炭地分布面積である⁴⁾。建設工事では、泥炭が沖積土などで覆われた埋没泥炭地も問題となるので、これらを含めた泥炭性軟弱地盤の面積はこれよりさらに大きくなる。図-1は土質工学の立場から見た泥炭性軟弱地盤の分布図である。北海道の泥炭性軟弱地盤は、一般に低湿地を構成し、地下水位が高く自然地盤上では建設機械の走行が困難なことが多い。泥炭層の厚さは一般に3~5 m 前後である。その下の土層は地域によって異なるが、石狩・天塩地方は軟弱粘土層からなる場合が多い。粘土層の厚さは、石狩泥炭の場合は20m以上に及ぶことも珍しくなく、その下には重要構造物の支持層となり得る砂層または砂礫層が続いている。泥炭層と粘土層の境界にはへどろ層を挟んでおり、この層が泥炭性軟弱地盤の最弱点となっている。釧路・十勝地方の泥炭は、一般に層厚3 m前後でその下は砂層のことが多い⁵⁾。

1.2 工学的性質

泥炭は植物の遺体を母体とするので、不均質で局所的なむらが多く、物理的性質も一般の土に比べ著しい特異性を示す。含水比は極めて高く、分解度の低いものは400~1000%程度、ときには1300%に及ぶものもある。土砂が混入し、分解が進むにつれて含水比は120~400%程度の値を示す。また、湿潤密度は土砂の混入の程度によって(0.80



図-1 泥炭性軟弱地盤分布図

*北海学園大学教授 工学部

総説(II)

表—1 泥炭と粘土の工学的性質(石狩地域)

工学的性質	土質	泥炭	粘土
自然含水比(%)		115~1290	50~80
比重		1.13~2.10	2.6~2.8
乾燥密度(g/cm ³)		0.08~0.27	0.8~1.5
間隙比		5~19	0.8~2.9
ベーンせん断強さ(kgf/cm ²)		0.05~0.30	0.2~0.8
圧縮指数 C _c		3~11	0.2~1.0

~1.20)×10⁻²t/m³程度,乾燥密度は(0.08~0.55)×10⁻²t/m³くらいである。間隙比は2~20ぐらいの間にあり,5~15の範囲が多い。

北海道の繊維質泥炭のせん断強さは,標準の直接せん断試験や一軸圧縮試験によって求めることは困難なので,ほとんどがサウンディングによっている。せん断強さはベーン試験で0.05~0.4 kgf/cm²である。圧縮性は極めて大きく,石狩・天塩泥炭の圧縮指数は2~10程度,釧路・十勝泥炭で2~6程度である。また,透水性は一般に分解度の低いものほど大きい,石狩泥炭で10⁻⁷m/s,釧路泥炭で10⁻⁵m/sのオーダーである。圧密されるとそれに伴い透水性は著しく低下する。なお,表—1は泥炭の工学的性質の特異性を例示するため石狩地域の基底粘土と対比したものである。

1.3 問題点と対策

泥炭性軟弱地盤において建設工事を行うときの問題点は,軟弱地盤の中でも,この地盤は特にせん断強さが小さく,圧縮性大きいことに基づくものである。すなわち,泥炭性軟弱地盤は重要構造物の直接基礎とはなり得ないばかりでなく,道路・堤防・鉄道などの盛土でも,不用意に施工するとすべり破壊を起こすことが多い。破壊を生じない場合でも沈下が長期間続き,最終沈下量が盛土厚さの半分に達することも珍しくない。また,掘削水路は,底部の膨れ上がり,掘削斜面のすべり破壊をしばしば起こし,小排水路などは押しつぶされてしまう。

泥炭性軟弱地盤は,泥炭層の下に軟弱粘土層が続いていることが多いので,重要構造物の基礎は,この軟弱層の下にある硬い層に支持させなければならない。軟弱層の深さは20mにも及ぶことも珍しくない,このような箇所の橋台などの基礎は水平抵抗を考慮した構造にしないと,取付け盛土施工中に橋台が水平変位を起こすことがある。

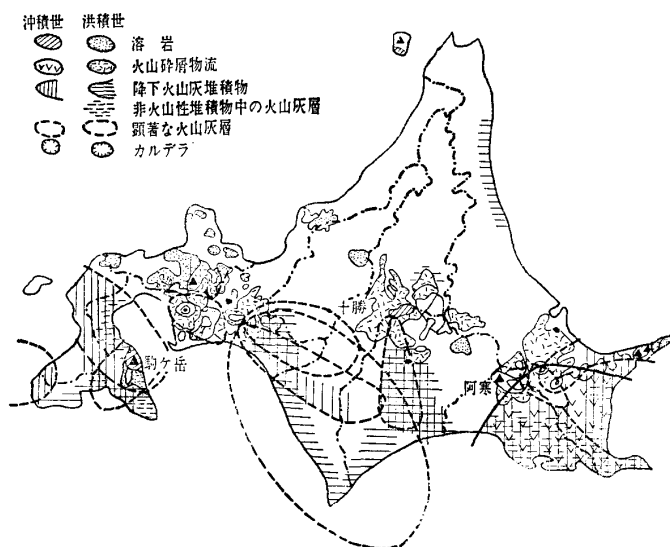
建設工事に際して,このような地盤の対策としては,建設機械に対するトラフィカビリティーの確保,盛土対策,掘削水路対策,基礎構造物の水平移動対策などが挙げられる。建設機械に対するトラフィカビリティーの確保には地盤にあらかじめ小排水路を掘削して地下水位を下げ,地盤上に50cm程度以上の敷砂を施すか,鋼板を敷いて建設機械を走行させる方法が行われている⁶⁾。盛土対策には,緩速段階施工法,押え盛土工法,サンドドレーン工法,サンドコンパクションパイル工法,シートパイル締切り盛土工法,パイルスラブ工法,キャップパイル工法,置換工法,

軽量盛土工法,いかだ工法その他数多くの工法が行われてきた。現在,これらの中で最も一般に行われているのは,サンドドレーン工法とサンドコンパクションパイル工法である。盛土が小さく地盤が比較的良好で工期に余裕のあるときは緩速段階施工法もとられている⁵⁾。掘削水路対策については,小排水路の場合は,一般に直掘りとし,掘削面をしがらなどで止める工法がよく行われる。杭間隔は1mくらいで,地盤が著しく悪いときは,前面の杭との間に支えばりを設けることもある。大断面の掘削水路の斜面のすべり破壊に対しては,掘削斜面の勾配をできるだけ緩にするか,それでも安定しないときは控え式矢板工法を併用する⁶⁾以外は現在までのところ適切な工法は行われていない。基礎構造物の水平移動対策には,主として斜杭と直杭または斜杭と斜杭の組杭工法が採用されている。

2. 火山灰土

2.1 分布

北海道は東北日本列島弧と千島列島弧の接合点にあたっているため,新第三紀から第四紀にかけて激しい火山活動が行われた。特に,渡島大島,恵山,駒ヶ岳,有珠岳,羊蹄山,樽前山,恵庭岳,利尻岳,旭岳,十勝岳,雄阿寒岳,雌阿寒岳,アトサヌプリ,摩周などの諸火山は沖積世を通して爆発的噴火を繰り返し,火山灰,軽石,スコリアなどの火山碎屑物を噴出した⁷⁾。これらのうち,カルデラ形成時に熱雲状となって山の斜面を流下して堆積した火山灰を流下火山灰土,噴火時に空中に噴出されたものが降下して堆積したものを降下火山灰土といっている。これらの火山灰土は上層気流の影響を受け噴出源の東側に広がって北海道の南東部に広く分布している。北海道農業試験場の調査によれば,地表に厚さ15cm以上の火山碎屑物の堆積している地域の面積は167万haとしている。北海道における火山灰土の分布は図—2にも示すように広い地域にわたっているが,洪積世のものに比べ層厚の小さい沖積世のもの



図—2 火山灰土分布図

が分布面積は大きい。

建設工事においては、これらの火山灰土を、地盤として扱う場合と土工材料として利用する場合とは、対象とする特性が異なる。地盤として扱う場合は、自然に堆積した状態における支持力、沈下特性、透水性などが問題となる。土工材料として利用する場合は、掘削してほぐした状態およびこれを再び締め固めた状態における特性がその対象となる。

2.2 地盤特性

火山灰土の自然地盤は、火山礫が卓越して礫間の間隙が大きく、乱さない試料の採取が不可能なものの、細粒分が卓越して緻密で乱さない試料の採取が容易なものの、風化して粘土化の進んだものなどさまざまである。 N 値は地表から5 mくらいまでの深さの範囲では一般に3~10くらいの間にあり、5前後が最も多い⁹⁾。図-3は支笏流下火山灰土の自然地盤における N 値の深さ分布を例示したものである。また、この地盤の透水係数は $(1\sim5)\times 10^{-8}$ m/s程度である。

北海道における火山灰地盤の自然状態における力学的性質については、あまり多くは発表されていないが、この例に見る限りでは支持地盤として格別の問題はないと思われる。しかし、透水係数が比較的大きいので、火山灰層の深い地点にダムを築造する場合などは漏水対策を考慮しなければならない。北海道恵庭町の千歳川支流漁川の支笏流下火山灰地盤上に設けられた漁川ダムは高さ5.5 mのロックフィルタイプであるが、左右岸は湛水後の漏水を重視してグラウトトンネルによる遮水グラウトを施し、基盤は浸透流が層流状態を保つようにすることに主眼を置いたカーテンおよびブランケットグラウチングが行われた。

札幌周辺の支笏流下火山灰土の地盤は垂直に掘削しても安定している。この火山灰土は地山における乱さない状態では、単なる粒子の集合体ではなく、組織構造がガラス質物質の連続体となっているためである⁹⁾。北海道の火山灰

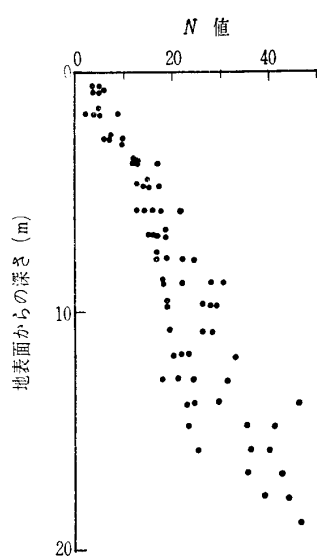


図-3 火山灰地盤の N 値の深さ分布 (若松)

地盤の切土斜面は、裸地のまま放置しても、九州のしらすに見られるように雨による大きな被害はほとんどない。これは、雨量の少ないこともあるが、自然地盤の組織構造にもその1因があるように思われる。しかし、切土斜面を裸地のまま放置すると、春先の凍結融解の繰返しなどによって早晚浸食を受けるので適当な面保護工を施す必要がある。一般には芝草による植生工が行われるが、その際は腐食土を5~15 cm厚

さに客土しては種することが多い。

2.3 土工材料としての特性

北海道においては、土工材料としての火山灰土は盛土材料のほか凍上抑制層材料にも用いられる。火山灰土の工学的性質は供給源、堆積年代、堆積場所、堆積環境などによって異なるが、土工材料としては風化の徴候のないものが良いとされている。しかし、風化と未風化については、定量的な定義はなく、盛土材料の場合は締固めに際して、こね返しにより強度の低下しないもの、凍上抑制層材料に対しては有害な凍上性を示さないものというように目的によって尺度が異なっている。つまり、土工材料としての火山灰土の風化・未風化は、不良・良質もしくは不適・適と同義語の感覚で用いられているようである。概念的には、堆積年代の古いものほど風化が進んでおり、洪積世に堆積したものに風化火山灰土が多いとされている。

土工材料としての火山灰土は、一般の土とは異なった性質をもっているため、土質試験や材料の選択あるいは設計・施工に際しては、種々の検討が必要である。

土工材料としての火山灰土の工学的性質に関する試験を行う場合は、火山灰土は多孔質で、閉鎖間隙を有するものもあり、鉱物組成も多種多様であることを考慮して、試料の調整方法をはじめ試験方法に検討を加えなければならない。試料の調整では土粒子を破損させずに土のかたまりをときほぐす工夫が必要である。粒度試験では風化火山灰土は、その鉱物組成によって化学的性質が異なるので使用する分散剤を吟味しなければならない。また、突固め試験やせん断試験に際しては、粒子破碎の影響について検討する必要がある。さらに、火山灰土の工学的特性とその孔隙形態や保水能力などとの関連にも着目しなければならない。これらについては、北海道内の各研究者によって多くの研究成果が報告されている^{10)~13)}。

火山灰土を使用する土工事では、まず材料としての良否を判定するのが普通である。凍上抑制層材料の場合は、その結果不良土と分かれば用いられることはない。盛土材料の場合は、捨土にされることは少ないが、良否の判定によって使用する建設機械が選定され、施工方法が決定される。

凍上抑制層材料としての火山灰は、74 μ mふるいの通過量が20%以下で強熱減量が4%以下のものが使用されている。また、この規格にはずれるものであっても凍上試験によって凍上を起こしにくい材料と判定されたものは使用して差し支えないことになっている。

盛土材料としての良否の簡単な判定方法は今のところないが、火山灰土の物理的性質、例えば自然含水比と土質分類との双方から判定しようとする研究が行われている。表-2は、北海道内各地の道路工事現場から採取した火山灰土の土質試験結果である¹⁴⁾。これらの火山灰土の色調は白色、灰色、黄色、茶色、赤褐色、黒色などさまざまである。感触は指先で触れるとざらざらするものもあれば粘土のよ

総説(Ⅱ)

表一2 土質試験

試 料 名				No. 1 千歳 A	No. 2 呼 人	No. 3 二ノ沢	No. 4 尾白内	No. 5 島松 A	No. 6 双葉 A	No. 7 千歳 B	No. 8 双葉 B
試 験 名											
物理試験	自然含水比	w_n	%	15.94	19.76	23.10	25.51	32.89	43.23	48.62	54.05
	比 重	G_s	—	2.652	2.572	2.423	2.558	2.390	2.458	2.442	2.657
	液性限界 塑性指数	w_L	%	—	—	—	—	—	38.58	—	44.66
		I_p	—	—	—	—	—	—	12.76	—	14.25
	粒 度	2000 μm 以上	—	%	8.50	9.92	18.22	0.39	18.35	0	23.20
		2000~420 μm	—	%	74.83	31.44	25.51	1.47	20.93	5.21	19.31
		420~74 μm	—	%	12.45	36.74	30.55	36.09	31.41	14.85	28.75
		74 μm 以下	—	%	4.20	21.74	25.74	62.05	25.31	79.94	28.70
		均 等 係 数	U_c	—	2.53	14.23	1.92	5.58	29.23	16.52	34.78
	pF 4.0 含水比	—	%	12.00	7.12	7.00	19.32	8.31	12.62	22.00	17.69
	日本統一分類	—	—	SV	SV	SV	VH ₁	SV	VH ₁	SV	VH ₁
力学試験	地山コーン支持力	q_c	kgf/cm ²	—	貫入不可	貫入不可	3.5	貫入不可	1.3	—	0.3
	現場密度	湿 潤 密 度	ρ_t	g/cm ³	1.558	1.245	1.379	1.169	1.136	1.527	1.096
		乾 燥 密 度	ρ_d	g/cm ³	1.333	1.040	1.120	0.931	0.855	1.066	0.740
	透 水 係 数	k	cm/s	—	1.28×10^{-5}	3.05×10^{-5}	3.17×10^{-4}	2.05×10^{-5}	1.04×10^{-6}	—	1.02×10^{-5}
	試験固め	最大乾燥密度	$\rho_{d\max}$	g/cm ³	1.322	1.325	1.182	0.972	1.244	0.928	1.376
		最適含水比	w_{opt}	%	13.50	15.04	32.64	41.00	48.91	25.67	28.00

うなものもある。また、土質分類ではGV, SV, VH₁のグループに分けられる。しかし、これらのうちには粗砂あるいは礫状を呈し、かつ、地山状態におけるコーン支持力も比較的大きなもののでも、指圧で容易につぶれ、こね返しによって流動化するような、盛土材料として好ましくないものもある。したがって、色調や感触あるいは土質分類だけで盛土材料から見た風化・未風化の判別をすることは困難である。北海道開発局土木試験所では表一2に示した火山灰土について室内トラフィカビリティ試験を行い次のような結果を得ている。SVに属する火山灰土は自然含水比が50%以下なら転圧容易な良質のものであり、60%を超えるとこね返しによる強度低下の傾向を示すので不良土である。また、VH₁は自然含水比が25%以下ではこね返しによる強度低下は認められないので良質土に入るが、40%を超えると強度が低下するので不良土に区分される。

盛土工事において風化火山灰土といわれる不良土の転圧には湿地ブルドーザーが用いられるが、盛土高さが高くなるにつれて、盛土材料のこね返しが進み、転圧不能となることがある¹⁵⁾。このような風化火山灰土のときは、盛土作業と並行しながら盛土内に適当な間隔で盲暗きよを設け、転圧作業中の盛土内の排水をはかるとよい。

未風化の良質火山灰土を用いるときは、砂に似た土質特性を持っているので、盛土施工の締固め管理には通常の方法は用いられない。このため、北海道では球体落下試験による締固め管理が行われている。また、火山灰土は地山にあるとき、これを掘削して再び締め固めた後とでは、土量の変化が一般の土に比べて大きいので注意する必要がある。新千歳空港の土工事では、土の変化率を0.05変えるだ

けで約2億円の差が生ずることから、設計に先立って試験土工を行って土の変化率を決めている¹⁶⁾。

なお、火山灰土は密度が一般の土に比べて小さいので、北海道では泥炭地盤における軽量盛土工法の材料としてよく利用される。

3. 蛇紋岩および蛇紋岩粘土

3.1 分布と特性

蛇紋岩は蛇紋石を主成分鉱物とする岩石である。蛇紋石はかんらん石が水の存在のもとで変質作用を受けたものであり、蛇紋石を500℃以上に加熱するとかんらん石になる。また、蛇紋石が炭酸ガスの存在のもとで変質作用を受けると滑石となる。したがって、自然の産状では岩質は極めて多様で、蛇紋岩といわれるものには蛇紋石と磁鉄鉱だけからなる典型的なもの、かんらん石や滑石を含むもの、全岩が滑石だけになったものなど複雑である。形状も岩塊、礫、砂、粘土、葉片状と多岐にわたっている。さらに膨張性の緑泥石を混在させていることもある。したがって、その性質も、コンクリート用骨材になり得る良質のものから、地すべりなど建設工事に重大な障害となるものまでさまざまである。

北海道における蛇紋岩の分布面積は、我が国では最も大きく、図一4に示すように、ほぼ宗谷岬と襟裳岬を結んで本道の中部に南北に縦断する形で分布している。その主なものは、神居古潭を通る大きな断層に沿って、点在する神居古潭帯とその周辺の堆積岩中に分布する蛇紋岩類で、総面積は5万haといわれている。蛇紋岩地帯は、本道をほぼその中央で東西に両断しているため、東西を結ぶ交通

結果(土試)

No. 9 双葉 C	No. 10 遠古武峠	No. 11 シラルトロ	No. 12 中音別	No. 13 支笏	No. 14 千歳 C	No. 15 島松 B	No. 16 恵茶人	No. 17 清陵	No. 18 中標津	No. 19 茶志骨	No. 20 千歳D
51.14	47.32	56.60	61.17	68.57	85.26	89.37	89.98	96.18	13.61	146.62	158.43
2.522	2.690	2.535	2.694	2.643	2.770	2.539	2.650	2.713	2.548	2.682	2.747
—	61.80	59.50	58.05	62.50	89.20	73.40	107.80	84.60	—	89.00	206.35
—	37.71	—	27.22	—	37.53	—	50.80	38.18	—	15.42	87.09
0.98	0	2.28	1.46	0.58	18.10	0.20	0.55	7.82	49.14	36.74	51.70
4.55	0.95	4.51	7.67	9.07	17.01	17.92	9.08	14.54	31.51	39.01	15.69
19.72	41.40	59.41	19.95	56.47	22.68	35.37	44.03	33.14	7.10	5.20	14.10
74.75	57.65	43.80	70.92	33.88	42.20	46.51	46.34	44.50	12.25	19.05	18.50
—	31.25	26.40	7.00	51.61	8.71	48.61	28.33	130.77	53.85	181.82	755.32
19.78	22.31	18.99	30.78	30.11	57.00	39.68	44.20	49.79	38.89	49.99	135.00
VH ₁	VH ₁	SV	VH ₁	SV	SV	SV	SV	SV	GV	SV	GV
1.1	5.2	1.4	5.2	3.8	—	—	3.8	6.5	0.2	5.2	—
1.815	1.339	1.200	1.418	1.204	1.302	1.265	1.357	1.467	0.839	0.990	0.866
1.201	1.037	0.766	0.997	0.714	0.711	0.668	0.714	0.748	0.364	0.401	0.383
1.88×10^{-6}	2.20×10^{-6}	2.61×10^{-4}	2.21×10^{-6}	1.27×10^{-4}	—	1.92×10^{-5}	4.88×10^{-6}	3.11×10^{-6}	1.64×10^{-2}	1.62×10^{-3}	—
1.339	1.178	1.045	1.078	1.065	0.895	0.819	0.935	0.947	0.603	0.623	0.612
28.00	40.87	44.00	45.96	39.00	47.50	55.73	32.32	46.11	95.00	87.14	70.00



図-4 蛇紋岩分布図

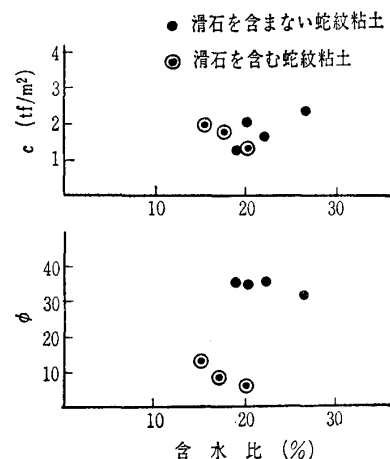


図-5 一面せん断試験による蛇紋岩粘土の強度(土試)

路の整備に際し、特に大きなあい路となってきた。建設工事に際し蛇紋岩が問題となるのは、トンネル工事の際に発生する著しい土圧と切土工事に伴う地すべりや斜面の崩壊である。その原因の大きな一つは蛇紋岩に挟在する滑石である¹⁸⁾。図-5はいわゆる蛇紋岩粘土のうち、滑石を含むものと含まないものとの強度を対比したものであるが、滑石の存在によって、内部摩擦角が著しく小さくなることが分かる。また、低い含水比で飽和する疎水性のため水の供給によって膨張しやすいこともトンネル工事における強大な土圧の原因となっている。

蛇紋岩粘土といわれるものは、土質工学的には粗粒土と細粒土の境界付近にある土で、通常の物理試験や力学試験の結果からは、地すべりや斜面崩壊の問題を引き起こすような土質であるとの結論には至らない¹⁹⁾。しかし、現実には水の供給により、地すべりや斜面崩壊を生じている理由

は、さきのべた疎水性に起因するものと考えられる。したがって、蛇紋岩粘土は盛土材料に用いられていない。

3.2 災害と対策

北海道における蛇紋岩地帯のトンネル工事で、はじめて強大な土圧や掘削途中の岩塊のすべり出しに直面したのは、国鉄函館本線の旧神居古潭ずい道で、想像を絶する難工事であったと伝えられている。当時はコンクリートの巻厚でこれに対応したようで、岩塊のすべり出しを受けた箇所では巻厚2mにも及んだところもあるということである。戦後に新設された函館本線神居ずい道、紅葉山線鬼峠ずい道、新登川ずい道などでも蛇紋岩掘削に際して強大な土圧に遭遇している。なかでも鬼峠ずい道で発生した土圧は、新登川ずい道で、140 tf/m²の土圧を支えた実績をもつモルタル合成鋼管支保工を破壊し尽くしたほどである。新登川ずい道では延長5828mのほぼ中央部の約1300mが蛇紋岩で

総説(II)

あり、ここでは試験工事を実施して、蛇紋岩の土圧特性と支保工応力を調査し、多くの貴重な資料を得ている²⁰⁾。蛇紋岩の強大な土圧に対しては、まだ多くの問題を残しているが、現在のところ円形支保工の使用とコンクリート吹付け工法で対処している。特にコンクリート吹付け工法は、掘削後ただちに地山にコンクリートを吹き付けることによって支保工を拘束し、その耐荷力を著しく増大させるとともに、地山の風化、し(弛)緩を防ぐ効果があり、この種のトンネルの仮巻きとして有効であると考えられている。

神居古潭帯は我が国最大の蛇紋岩地帯で、その20～30%が地すべり崩壊地形となっており¹⁸⁾、工事中に地すべりや崩壊を起こした例は多い。山部町の野沢石綿鉱山では開設後10余年を経た1953年ころからずり山ののり尻が徐々に滑動をはじめ、1962年ころは危険な状態になった。ずり堆積厚さは約30m、斜面の傾斜角は約23°であったがすべりは基盤の輝緑凝灰岩層の下に蛇紋岩層で起こったものと推定された。また、同町の山部石綿鉱山では大規模な露天掘りを行っていたが、1956年と1958年に地すべり崩壊を起こした。掘削深さ78.8m、平均傾斜角37°であったが、調査の結果、地すべりは蛇紋岩内で発生していることが分かった²¹⁾。

道路の例では、一般国道12号神居古潭付近で1958年から1960年にかけて道路改良工事が行われていたが、融雪期に蛇紋岩地すべりによってコンクリート擁壁が延長約20mにわたり倒壊した。これは斜面をさらに緩にし、地下排水を施し、擁壁断面を大きくして復旧した。それから約10年ほど後に、これより少し離れた地点で地すべりが発生し、折から走行中のトラックがこれに巻き込まれ、運転手が死亡している。また、一般国道40号の音威子府村から約2km西寄りにある茨内でも道路改良工事中の1966年に蛇紋岩地すべりが発生している。ここでは、山腹集水溝、水平ボーリングによる地下排水を主とした対策が講じられた²²⁾。

従来、蛇紋岩地帯の地すべりは工事中に不測の災害として起こることが多く、これが工事の進ちょくに大きな障害をもたらす一因となっていた。しかし、現在北海道においては蛇紋岩地すべりの発生しやすい位置や形態が地質学的に明らかにされつつあるので、今後はこのような地域では工事に先立って地すべりの対応等を検討しておくこともある程度可能になる。蛇紋岩地すべりの対策工法は、原理的には一般に行われている方法と変わりはないが、特に地下排水工を基本にするのが有効である。

なお、蛇紋岩でも岩質の良好な地点ではダム築造も可能である。その例として堤高35mのコンクリート重力式の鷹泊ダムあるいはフィルタイプの雨煙内ダムや温根別ダムがある。

4. 重 粘 土

北海道における重粘土の研究は「オホーツク海沿岸地域

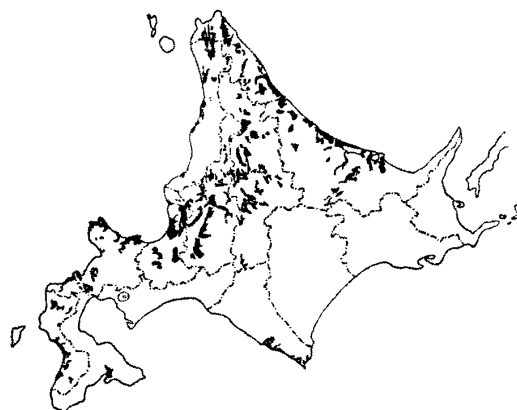


図-6 重粘土分布図

大規模開拓基本調査」の一環として1957年から北海道開発局によってはじめられた²³⁾。重粘土は地山の状態では、一般に強く粘性が強いため耕作が困難であることから「重い粘性土」という感じを強調して「重粘土」と名づけ、国営土地改良事業の予算要求をしたのがその名称の由来と聞いている。前記の調査名も翌年度から、「開拓基礎調査重粘土地開発試験」に改められている。なお、heavy clayは土壌学でいう重腐食土のことで、ここでの重粘土とは別のものである。

重粘土は図-6に示すように北海道の東北部に主として分布する土で、その典型的なものは、雄武、北見枝幸付近のオホーツク海岸寄りに見られる。成因は頁岩、シルト岩などの堆積岩が地下水の影響によって風化が促進され粘土化したもので、自然の堆積状態では堅密で透水性が小さく、通気性に乏しい。したがって、掘削作業は一般に困難であり、これを敷きならして転圧するときは土塊が砕け難く、仕上げ面に多くの空隙が残る。また、こね返しにより著しく強度が低下して、湿地用ブルドーザーでも走行困難になるものもある。切土のり面は施工時は安定しているが、融雪期に水で飽和されると、へどろ状になって崩落する。

重粘土についての研究は土壌学の分野では盛んに行われているが²⁴⁾、土質工学の分野ではほとんど行われていない。なお、重粘土は土質分類から見るとシルトを主体とする土である。

あとがき

北海道に開拓使が設置されたのは、1869年であるが、それから今日まで、北海道の開発はローカルソイルとの闘いであったともいえる。食糧を生産するための平野は泥炭地であり、台地はやせた火山灰地であった。住居は一冬越すたびに凍上で土台が持ちあげられ傾いた。にしんでにぎわう日本海沿岸の陸路は、新第三紀層の地すべりに悩まされた。鉄道工事は泥炭地や蛇紋岩地帯に遭遇すると難工事を強いられ、その保守では凍上で苦しめられた。主要河川の下流域にひろがる泥炭地は、堤防の築造を困難にし、洪水

に味方した。先人たちは、これらの土の問題にひとつひとつ立ち向かい、次第に生活の場をひろげていった。

戦後、我が国の急増する人口と食料難を解決するため、北海道の早急な開発が政府の方針として取り上げられたとき、先人たちのそれまでの経験と努力の積み重ねが北海道開発の鍵をにぎるローカルソイルの土質工学的問題の究明に大いに貢献することとなった。本文をとおして、背景にあるこれらの先人たちの業績をくみとっていただければ幸いである。

なお、本文の執筆にあたっては、北海道開発局土木試験所の荻野土質研究室長、能登同副室長、斉藤土壌保全研究室長、野地地質研究室長らの協力をいただいた。記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 北海道開発庁：北海道未開発泥炭地調査報告，1963.
- 2) 土質工学会編：日本の特殊土，pp. 141-202，1974.
- 3) 土木学会編：日本の土木地理，pp. 99-109，1974.
- 4) 北海道農業試験場：泥炭地の農業，1969.
- 5) 北海道開発局土木試験所：泥炭に関する調査研究報告書，1976.
- 6) 河野文弘・持永龍一郎・佐々木晴美・鎌田英男：泥炭性地盤の地盤改良効果，土木学会誌 Annual' 81，1982.
- 7) 北海道火山灰命名委員会：北海道の火山灰分布図，1972.
- 8) 藤村成夫・吉村敬一：道内における火山灰の支持力に関する資料，土質工学会北海道支部技術報告資料第14号，pp. 19-26，1974.
- 9) 若松幹男：支笏流下火山灰の2,3の性質，土質工学会北海道支部技術報告資料第14号，pp. 27-32，1974.
- 10) 岸 洋一・神谷光彦・長沢徹明：有珠火山灰土の土質工学的特性，土質工学会北海道支部技術報告資料第18号，pp. 55-58，1978.
- 11) 坂上孝幸：札幌近郊清田火山灰の土質工学的特性，第7回土質工学研究発表会講演集，pp. 57-60，1972.
- 12) 北郷 繁・神谷光彦：札幌周辺の火山灰土の土質工学的性質，第28回年次学術講演会講演概要集第3部，pp. 276-277，1973.
- 13) 前田 隆・相馬尅之：火山レキ（軽石）の理工学性，土質工学会北海道支部技術報告集，第20号，pp. 1-8，1980.
- 14) 佐々木晴美・能登繁幸ほか：土工との関連における火山灰質土の分類，第15回土質工学研究発表会講演集，pp. 141-144，1980.
- 15) 北海道開発局土木試験所：盛土土工に関する調査研究報告集，1979.
- 16) 谷口秀男：火山灰土工における2・3の考察，土質工学会北海道支部技術報告資料第18号，pp. 66-75，1978.
- 17) 北條紘次：漁川ダムの基礎処理について，大ダム，No. 98，pp. 1-15，1981.
- 18) 野地正保：蛇紋岩と土木工事，北海道開発局土木試験所月報，No. 303，No. 342，1978，1981.
- 19) 北郷 繁：蛇紋岩の土質工学的性質，第8回土質工学研究発表会講演集，pp. 65-68，1973.
- 20) 藤森房司：紅葉山線新登川ずい道蛇紋岩地帯試験工事について，土質工学会北海道支部技術報告資料第7号，pp. 100-129，1967.
- 21) 真井耕象・四方哲雄・若松幹男：蛇紋岩風化地帯の地すべりについて，土質工学会北海道支部技術パンフレット第3号，第4号，合併号，pp. 52-60，1964.
- 22) 吉田真三・石川卓己・上坂 勉：茨内地すべりの調査および対策，土質工学会北海道支部技術報告資料第8号，pp. 45-54，1968.
- 23) 北海道開発局：北海道の特殊土壌，pp. 207-299.
- 24) 斉藤万之助：北海道の重粘土，ペドロジスト，Vol. 16，No. 2，pp. 111-119，1972.

(原稿受理 1982.10.26)

<講習会テキスト在庫一覧>

○N 値 および c と ϕ の 考 え 方
 ○設 計 に お け る 土 質 定 数 の 考 え 方
 ○シ ー ル ド 工 法 と 土 質
 ○杭 施 工 の 問 題 点 と そ の 対 策
 ○土質・基礎工学における有限要素法の適用
 ○土と基礎の設計計算演習(第3回改訂版)
 ○構 造 物 基 礎 の 設 計 計 算 演 習
 ○土 質 工 学 に お け る SI の 使 い 方

B 5 判	110頁	定価 ¥2,000	会員特価 ¥1,500	〒 ¥300
B 5 判	62頁	定価 ¥1,000	会員特価 ¥ 800	〒 ¥300
B 5 判	123頁	定価 ¥2,000	会員特価 ¥1,600	〒 ¥300
B 5 判	72頁	定価 ¥1,000	会員特価 ¥ 800	〒 ¥300
B 5 判	203頁	定価 ¥3,900	会員特価 ¥3,000	〒 ¥300
B 5 判	418頁	定価 ¥6,100	会員特価 ¥4,700	〒 ¥350
B 5 判	368頁	定価 ¥6,200	会員特価 ¥4,800	〒 ¥350
B 5 判	117頁	定価 ¥2,000	会員特価 ¥1,500	〒 ¥300

注文先：(社)土質工学会販売係 電話 03-251-7661