

中間土の性質を示す粘性土層の圧密沈下による 新設橋台変状原因の調査事例

明治コンサルタント株式会社 ○藤林真, 高橋宏文, 宮田浩志郎

1. はじめに

施工中の新設橋台付近で盛土を行ったところ、橋台下部工が35mm 側方へ移動していることが確認され、その原因として粘性土層の圧密沈下が想定された。

本報告は、新設橋台付近の堤防盛土に伴う地盤状況を詳細に把握することを目的とした地質調査である。

2. 調査地の地形・地質

(1) 地形

当該橋台は平野部に計画されており、調査地西側を流れる河川には他河川からの流入があり、これら河川は洪水のたびに流路を移動して土砂を堆積し氾濫原を形成している(図-1)。



図-1 調査地周辺の治水地形分類図¹⁾

(2) 地質

調査地周辺の平野部でみられる地質は、広範囲にわたって発達した沖積層であり、表層部は砂・シルト質砂又は粘土よりなる自然堤防・氾濫原及び三角州性堆積物より形成されている。これらの沖積層の下位には洪積層の未固結堆積物が分布している。

3. 調査方針

(1) 調査位置

本業務では既設橋台・橋脚周辺の5箇所で行ったボーリング調査を実施した。そのうち、橋台下部工の側方移動が確認されたA1橋台付近のボーリング位置4箇所を図-2に示す。

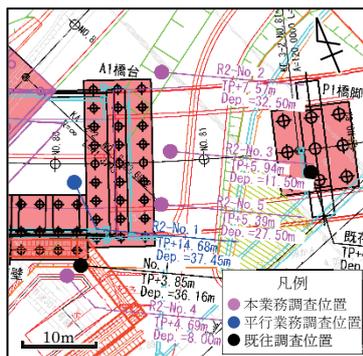


図-2 調査位置

(2) 既往調査と調査深度

既往調査では Ac2層の N 値は0~4と低く、やや均等な粘性土層であるが、下部に向かってN値が高くなり、下位の As3層との境界付近で砂分を多く含有し、N 値がやや高くなる傾向が認められた。これより、Ac2層の土質性状の詳細な検討を行うことを目的として、Ac2層下部を「中間土としての性質をもつ Ac2' 層」として土層を区分するか否かの議論がなされている。

本業務は、より詳細な Ac2層までの地盤状況を把握することを条件として、Ac2層の下位層である As2層までの調査を実施した。

具体的な掘り止め基準を以下に示す。

表-1 ボーリングの掘り止め基準

ボーリング孔名	掘り止め条件
R2-No. 2、R2-No. 5、R2-No. 6	Ac2層下位のAs3層を確認
R2-No. 3、R2-No. 4	孔内水平載荷試験実施深度まで

(3) 調査内容

①原位置試験

標準貫入試験、孔内水平載荷試験、現場密度試験

②室内土質試験

土粒子の密度試験、土の含水比試験、土の粒度試験(フルイ)、土の液性・塑性限界試験、土の湿潤密度試験、圧密試験、土の三軸圧縮試験(CUB、CD)

4. 結果

(1) ボーリング調査

調査地では地表から、盛土部(B層)、第1粘性土層(Ac1層)、第2砂質土層(As2層)、第2粘性土層(Ac2層)、第3砂質土層(As3層)が確認された。

Ac2層の下部は、砂分を多く混入し、下位の As3層へ漸变的に変化していることから、別層として区別し、中間土層(Ac2'層)とした(表-2、図-3)。

表-2 地質層序表

地層時代	地質名	記号	N値	土相	
新生代 第四紀	完新世 沖積層	盛土層	B	10.80	砂礫、粘土混り砂礫、礫混りシルト(粘土)、砂混りシルト、シルト
		第1粘性土層	Ac1	4.00	シルト
		第2砂質土層	As2	17.38	砂、シルト混り砂
		第2粘性土層	Ac2	1.67	シルト、シルト質粘土
		中間土層	Ac2'	5.00	砂混りシルト、砂質シルト、シルト質砂
		第3砂質土層	As3	11.67	シルト混り砂

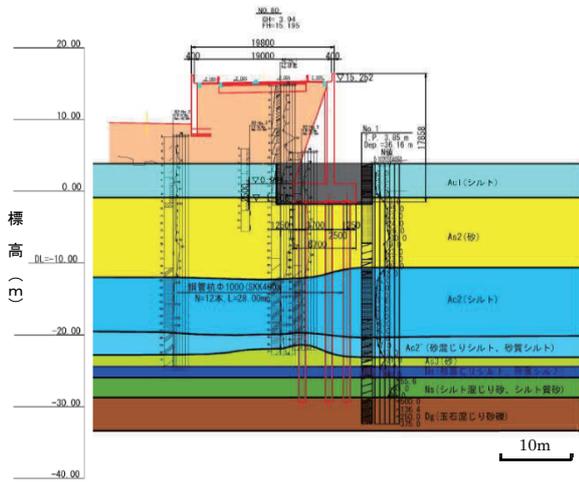


図-3 地層想定横断面図

① 標準貫入試験

調査地全体を見ると、砂質土層で N 値が高く、粘性土層で N 値が低い傾向が認められた。

Ac2層は、全体に N 値が非常に低く、N=0~3を示す。Ac2'層も低いN値を示すが、N=4~6であり、Ac2層と比較するとやや高いN値を示した。

② 孔内水平載荷試験

Ac2'層の試験値は概ね一般値(N値と変形係数の相関関係)の範囲内にあるが、Ac2層では一般値を上回り、Ac2'層では下回る試験値が得られた。

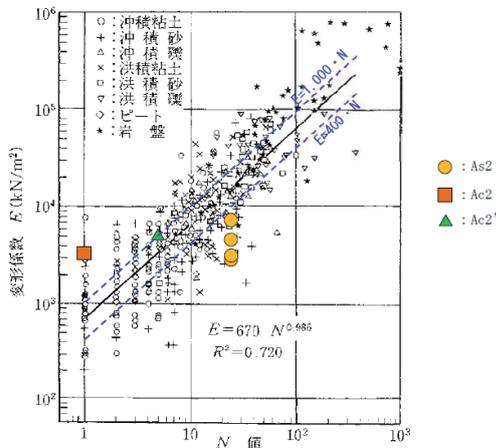


図-4 孔内水平載荷試験より得られた変形係数と N 値との関係²⁾

③ 現場密度試験

今回の現場密度試験結果と一般的な道路盛土の単位体積重量を比較すると、試験により得られた単位体積重量は一般的な盛土の値よりもやや低い値を示した。

(2) 室内土質試験

含水比試験では、Ac2層は一般的な沖積砂質土の含水比より少し高い値であった。Ac2'層は砂分を多く含むが、一般的な沖積粘性土の含水比を有しており、沖積砂質土としてはやや高い値であった。

液性限界試験・塑性限界試験では、Ac2層及び Ac2'層は乱れに対して安定していると判定されるが、Ac1層では一部乱れに対して不安定と判定された。

圧密試験では、各層において過圧密比 OCR>1.0を示し圧密降伏応力が有効応力より大きい値を示したことから、過圧密状態にあり著しい沈下は発生しにくいと判断される。しかし、Ac2層及び Ac2'層はAc1層と比較して過圧密比の値は低く、1.0に近い値を示したことから、やや沈下が発生しやすい層であると想定された。

R2-No.2孔では、橋台の施工に際し Ac1層の掘削及び、掘削箇所への埋め土・盛土が行われていることから、有効応力が大きくなっており、過圧密比が低下していると想定された。

5. 考察・まとめ

ボーリング調査や標準貫入試験結果より、当初想定されていた Ac2層を2層に区分することとし、上部を Ac2層、下部を Ac2'層として取り扱うこととした。

Ac2層及び Ac2'層の調査結果を比較すると(表-3)、多くの調査結果において Ac2層と Ac2'層で異なる値を示すという結果が得られた。これより、Ac2層と Ac2'層を別の土層として区分することは妥当だと判断した。

表-3 Ac2層及び Ac2'層の調査結果一覧

	Ac2層	Ac2'層
土質	シルト	砂質シルト~シルト質砂
N 値(回)	0~3	4~6
変形係数 (kN/m²)	3,133	5,145
単位体積重量 (kN/m³)	17.41	18.73
含水比(%)	38.7	30.0
粒度分布 (%)	細分	0.0
	砂分	4.0~8.0
	細粒分	92.0~96.0
塑性指数(Ip)	19.7~23.6	NP~13.3
圧密降伏応力 (kN/m²)	324	510
過圧密比	1.844	2.240

また、地盤材料試験の方法と解説³⁾によると、「細粒分含有率40~60%、砂分混入率50~80%、Ip=NP~30を示すものは中間土として取り扱い、砂質土や粘性土にはっきりと区別することが困難であり、砂質土と粘性土両方の性質を持つもの、分類上は砂質土だが工学的には粘性土としての性質が問題となる(またはその逆)場合がある」とされている。

これより、今回の粒度試験や液塑性限界試験の結果から、Ac2'層は中間土の性質をもつと判断された。

以上から、設計上 Ac2'層は中間土として取り扱うことが望ましいと判断し、分類上は砂質土であっても、粘性土としての特性も有するという事に留意する必要があるとして提案を行った。

《引用・参考文献》

- 1) 埼玉大学教育学部:今昔マップ <https://ktgis.net/kjmapw/> (2020.8.12)
- 2) 地盤工学会:地盤調査の方法と解説, p.687,2011.3.
- 3) 地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説, p.63,2009.11.

栃木県日光東照宮・輪王寺周辺の調査結果に基づく地史に関する知見

中央開発株式会社 ○神田淳, 五月女寛, 神崎裕, 西村修一

1. はじめに

栃木県日光市周辺では、稲荷川と大谷川沿いには河岸段丘がいくつも形成されている(図-1)。この2つの河川は、斜面崩壊が顕著な女峰・赤薙火山と男体山を源流とし、土石の供給が頻繁に行われていることが知られている。

今回、稲荷川と大谷川流域に挟まれた日光市山内地区の高位段丘面及びその周辺山地部等でボーリング調査を実施した。その結果、これまで明らかにされていなかった以下の項目について、地質に関する新たな知見を得たので報告する。

- ① この地区で不明であった地質分布が明らかとなった。殊に段丘堆積物の地質構成及び層厚が判明した。
- ② 調査地の背後の尾根部には安山岩溶岩が広く分布する。従来の地質図¹⁾では後期白亜紀の酸性火山岩類とその火砕流が分布することとなっており、岩相は調査地の地質状況とは異なっていた。

この安山岩溶岩を貫通して確認した下位層は、きわめて新鮮な安山岩礫を多く含む未固結な河川性堆積物の分布が確認された。このことにより、この安山岩溶岩の形成期はボーリングにより高位段丘堆積物の下位にあることがわかっているため、従来の地質図である後期白亜紀とは考えにくく更新世相当と考えられる。

以上、2つの項目について、日光市山内地区の地質調査結果を報告し、地史に関して考察する。

2. 調査地周辺の河岸段丘史

稲荷川と大谷川沿いでは、河岸段丘の地形発達史の研究が行われている。この文献²⁾によると周辺火山の影響により噴出される降下火砕堆積物と土壌層の有無により、高位面(H面)、中位面(M面)、低位面(L面)と分類されている。

今回、調査を行った三内地区は、約1.5万年前の降下軽石堆積物に覆われており、高位面(H面)の段丘堆積物とされている。

3. 調査結果に基づく今回の知見

(1) 段丘堆積物の地質構成と層厚

調査地は、既存文献によると何度も男体山から土砂が供給されたとされる。稲荷川によって形成された河岸段丘の層厚はある程度、把握されているが、大谷川の層厚は不明瞭であった。

今回、深掘りを行ったボーリング調査にて、段丘堆積物の層厚と地質構成が判明した。

コア観察によると、段丘堆積物の地質は、粘性土混じりの玉石混じり砂礫からなり、最大で60mの層厚が確認された(図-2)。玉石は人頭大以下の安山岩からなり、角礫～亜角礫主体である。基質部には、不規則に粘性土分を含むものとあまり含まない部分がある。粘性土分を含むものは上流部での斜面崩壊等に起因する様々な粒度の土砂が混濁した堆積物であり、あまり含まない部分は一時期に河川流路であった可能性がある。

また、土石流堆積物の上面には、約1.5万年前の降下軽石堆積物(Np)も1~2m程度確認された。

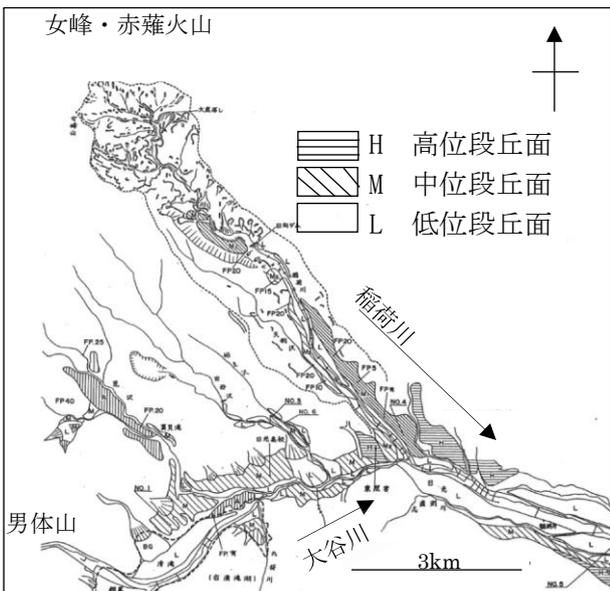


図-1 三内地区の河岸段丘¹⁾

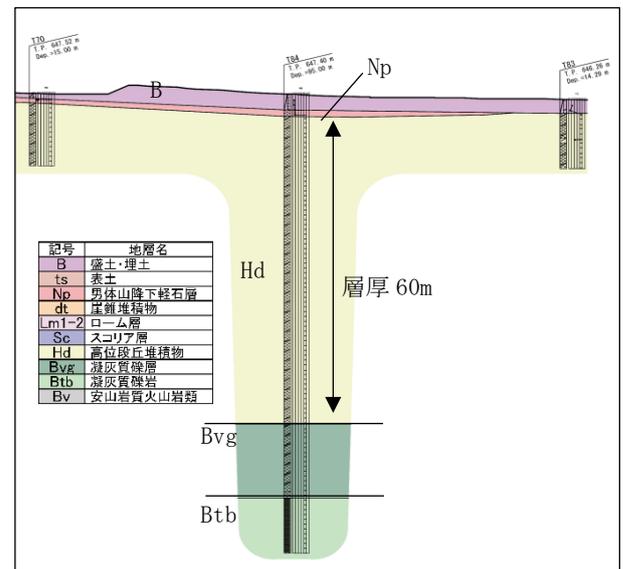


図-2 地質断面図

(2) 従来とは異なる年代の地質

地表踏査および山間部のボーリングにより、調査地の背後には、新鮮な安山岩溶岩が分布する。

地質図では、白亜紀後期の酸性火山岩類とその火砕流堆積物が分布することになっており、調査地の岩層は異なっていた。

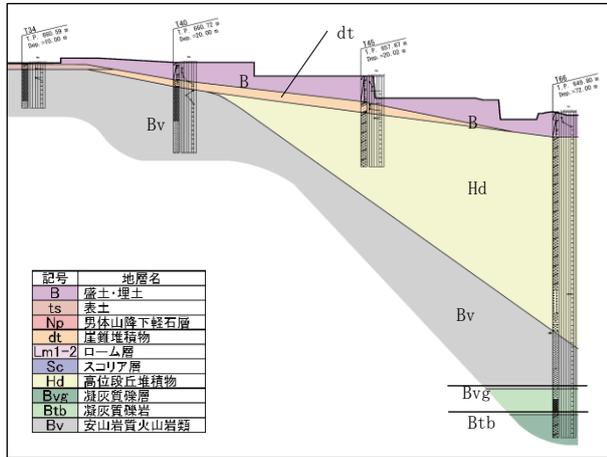


図-3 地質断面図

図-3によると、段丘堆積物 (Hd) の下位で確認された安山岩溶岩 (Bv) は、極めて新鮮で緻密な岩相であり、山間部で確認された地質と同等の可能性が高い(写真-1)。



写真-1 安山岩溶岩

この溶岩は、コア観察の結果から山間部付近より 60 度で傾斜しており、旧地形面を現している可能性がある。

溶岩の末端部は、大谷川を挟んで南側では、古第三紀の地質が分布していることから、大谷川で堰き止められていると想定される。

この溶岩を貫通して確認した下位層 (Bvg) は、極めて新鮮な安山岩礫を多く含む未固結の河川性堆積物の分布が確認された。この地質は高位段丘堆積物 (Hd) とは異なり、基質が火山灰や軽石、スコリアといった火山性の物質で占められ、褐色系の酸化色を呈している(写真-2)。



写真-2 凝灰質火山礫層

ボーリングにより確認された凝灰質礫層 (Bvg) は、未固結かつ新鮮な安山岩の砂礫層で構成されている。このことから従来の地質図で描かれている白亜紀後期とは考えにくく、更新世相当の可能性が高い。

今回の地質調査で確認された地層年代を表-1 に整理する。

表-1 今回の調査で確認された層序

地質時代	山間部	河岸段丘面
現世	盛土・埋土 (B)	盛土・埋土 (B)
完新世～現世	表土 (ts)	表土 (ts)
約 1.5 万年前	男体山軽石層 (No)	男体山軽石層 (No)
中期～後期 更新世	土石流堆積物 (Hd)	土石流堆積物 (Hd)
前期更新世?	安山岩溶岩流 (Bv)	火砕流堆積物 (Bvg・Btb)
	不詳	安山岩溶岩流 (Bv)
		河床 (Bvgの一部)
		火砕流堆積物 (Bvg・Btb)

なお、正確な形成年代を特定するためには放射性同位元素などを用いた分析が必要である。

4. おわりに

本報告は、稲荷川と大谷川流域に挟まれた日光市山内地区の高位段丘面及びその周辺山地部等でボーリング調査結果に基づいて、地史について考察を行ったものである。

- ① 今回の調査結果により、山内地区における地質分布が明らかとなった。段丘堆積物は、土石流堆積物と河川堆積物の両方からなり、時間的間隔が短いため、複数回土石が多量に供給されたため層厚が 60m と厚く分布した。
- ② 従来の地質図とは異なる年代の地質が確認された。今回、確認された安山岩溶岩は、下位層に更新世相当の河川性堆積物が分布している。このことから従来の地質図である白亜紀後期とは考えにくく、更新世相当の可能性が高い。なお、詳しい年代測定については、今後の研究成果を待つ必要がある。

《引用・参考文献》

- 1) 井上公夫ほか：地形発達史からみた大谷川流域の土砂移動特性，昭和 59 年度砂防学会研究発表会講演集，p. 140～143 (1984)
- 2) 日本シームレス地質図
<https://gbank.gsj.jp/seamless/seamless2015/2d/>
 (2021 年 3 月確認現在)

蛇紋岩の化学・力学特性の測定例

日本地研（株） 眞邊 一郎

1. はじめに

調査地の地質は、三郡-蓮華変成岩に区分され古生代石炭紀末期に地下深部で形成された変成岩が分布し、蛇紋岩や花崗閃緑岩を挟む（図-2）。

本報告は、構造物基礎の安定検討に関わる蛇紋岩の化学・力学特性や、地質リスクについて調査結果をもとに考察するものである。

2. 蛇紋岩の成因と特徴

海洋プレート運動に伴い大陸プレートの下に沈み込んだ堆積物や玄武岩は高圧変成岩になり、更に沈み込むとマンテルウェッジの下に達する。マンテルウェッジを構成するかんらん岩がプレート運動で運ばれた水と反応して蛇紋岩化し、体積が膨張することで相対的に密度が低下し浮力が生じる。形成された蛇紋岩と高圧変成岩は、引き伸ばされながら地殻上部に押し上げられ、地殻を突き抜けて上昇しやがて地表に達する。また、蛇紋岩は地表近くの割れ目に貫入、あるいは地表の岩盤を押し上げ割れ目を作りながら貫入してくる（図-1）。

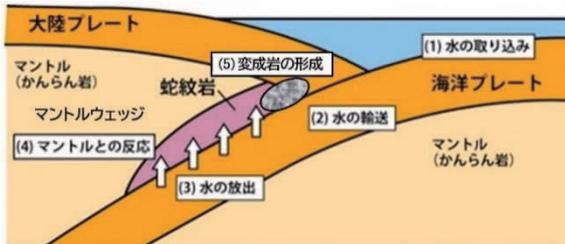


図-1 蛇紋岩と変成岩の由来を示す模式図(一部加筆)¹⁾

蛇紋岩は、新鮮部では優黒質で塊状であるが、風化が進むと白石綿（クリソタイル）、滑石（タルク）、緑泥石（クロライト）に変質し葉片状を呈す脆弱な岩石に変化する。なお、蛇紋岩中には緑色片岩や閃緑岩の岩塊が挟まれている状況も観察できる。

3. 室内試験

土木工事において蛇紋岩にはさまざまな問題が指摘されており、調査地の蛇紋岩が一部粘土化した白色鉱物を伴い葉片状に細礫化した岩相を示すことから（図-3）、事前に室内試験を行って支持層としての適性を評価した。

室内試験は、①蛇紋岩の構成鉱物種、特に膨潤性粘土鉱物のスメクタイト、緑泥石/スメクタイト混合層鉱物の同定、②膨圧発生の目安となる陽イオン置換容量 CEC \geq 20 (meq/100g) の確認、③地盤抵抗力（圧縮強さ σ_c ）の測定を行った。なお、化学分析と力学試験は目的に応じて試料を選定しており、試験箇所はそれぞれ異なる。

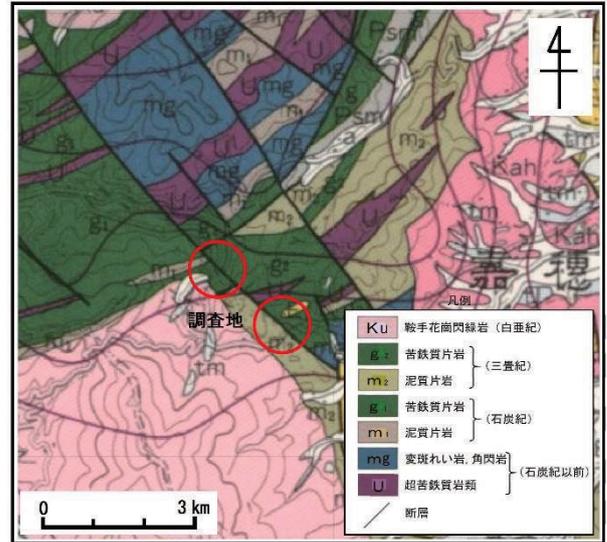


図-2 調査地周辺の地質図²⁾



図-3 蛇紋岩のボーリングコア

4. 室内試験結果

室内試験は、調査ボーリングで採取したコアから試験片を選定し、以下の化学分析と力学試験を実施した。

表-1 室内試験項目

試験区分	規格	室内試験	求められる値
化学	NEXCO 724-1997	陽イオン置換容量	CEC (meq/100g)
	NEXCO 725-1997	X線回折試験	鉱物種、石英指数
力学	JGS 2132-2009	岩石の密度試験	単位体積重量 (kN/m ³)
	JIS M 0302	岩石の圧縮強さ試験	圧縮強度 (MN/m ²)

(1) 化学分析結果

蛇紋岩の膨張性の判定に陽イオン置換容量試験を、主要構成鉱物と粘土鉱物の同定に X線回折試験（全岩分析、定方位分析）を行った。

①陽イオン置換容量試験

分析結果から、CEC=19.6~27.0 (meq/100g) が確認された。いずれの試料も CEC が20meq/100g 前後またはそれよりも高い値を示しており、膨圧（膨張）の可能性があると判定される。

表-2 陽イオン置換容量試験結果³⁾

番号	Bor. No.	試料名	CEC 塩基置換容量 (meq/100g/dry)	判定基準 (日本鉄道建設公団、1977)
1	No.4	4-1(R1-10)	27.0	(1)膨圧発生の可能性が非常に大きいもの ①主要構成粘土鉱物がスメクタイト ②CEC \geq 35meq/100g ③ボーリングサンプル中破砕部多い
2	No.4	4-2(R1-10)	19.6	
3	No.7	7-1(R1-11)	20.5	
4	No.14	14-1(R1-5)	19.6	(2)膨圧発生の可能性があるもの ①主要構成粘土鉱物がスメクタイト ②CEC \geq 20meq/100g

②X線回折試験

全岩分析は、主要構成鉱物種の同定を行う目的で実施した。また、鉱物量を半定量的に把握するため、石英指数⁴⁾を用いた解析を行った(表-3)。

表-3 全岩分析結果

番号	Bor. No.	試料名	全岩分析(石英指数)												
			石英	長石	雲母	角閃石	緑泥石	緑泥石/ス멕タイト混合層鉱物	沸石	蛇紋石	滑石(タルク)	ジムソンナイト	方解石		
1	No.4	4-1(R1-10)	15.0	3.3	0.4	5.0	10.9		0.3						1.5
2	No.4	4-2(R1-10)	1.5	2.9	1.8	2.8		0.6	2.3						1.4
3	No.7	7-1(R1-11)								17.8	27.0	6.3			
4	No.14	14-1(R1-5)					5.1			8.7	1.0				

定方位分析は、全岩分析で得られた構成鉱物のうち、粘土鉱物を詳細に同定するため実施した(表-4)。

表-4 定方位分析結果⁵⁾

番号	Bor. No.	試料名	定方位分析											
			角閃石	カオリナイト	緑泥石	緑泥石(2八面体型)	緑泥石/ス멕タイト混合層鉱物	ス멕タイト	沸石	蛇紋石	滑石(タルク)			
1	No.4	4-1(R1-10)	○		○	○	○	○						
2	No.4	4-2(R1-10)	○	x			○			○				
3	No.7	7-1(R1-11)			○	○			○					○
4	No.14	14-1(R1-5)		x	○								○	

x:塩酸処理で検出限界以下であることを確認

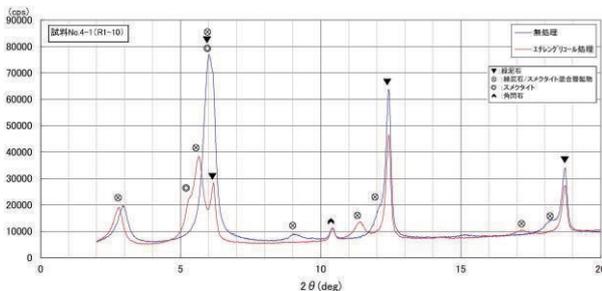


図-4 回折チャート(無処理、エチレングリコール処理)

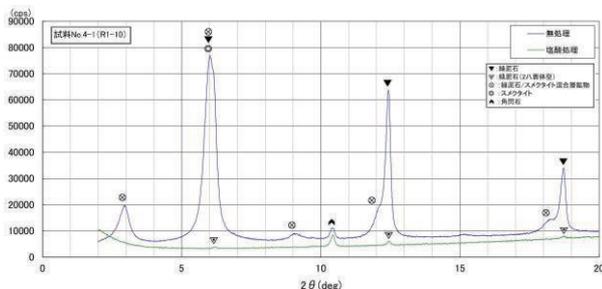


図-5 回折チャート(無処理、塩酸処理)

分析番号1~3の定方位分析において、膨潤性粘土鉱物である緑泥石/ス멕タイト混合層鉱物およびス멕タイトが確認されたが(表-4)、全岩分析では検出限界以下~少量の検出にとどまっている(表-3)。膨潤性粘土鉱物が各試料の鉱物全体に占める割合は少ないと考えられる。

なお、分析番号4では蛇紋岩特有の含有鉱物である蛇紋石や滑石は検出されるが、全岩分析、定方位分析ともに膨潤性粘土鉱物は検出されなかった。

(2) 力学試験結果

圧縮強度 $\sigma_c = 20.0 \sim 100.0$ (MN/m²) が確認された。試験は棒状コアで採取された供試体を使用した。採取コアは全体に亀裂が多く、表-6の鉛直地盤反力制限値は硬岩(変位照査時1,000kN/m²、耐荷照査時1,500kN/m²)に該当する。

表-5 力学試験結果

No. ボーリングNo. (深さ)	No.5 R1-9 (7.20~7.40m)	No.6 R1-12 (4.80~5.00m)	No.10 R1-1 (7.80~8.00m)
	直 径 D cm	4.825	4.841
高 さ H cm	9.902	10.070	10.016
質 量 g	511.7	493.9	488.3
断 面 積 A cm ²	18.28	18.41	17.64
密 度 ρ g/cm ³	2.826	2.665	2.764
単 位 体 積 重 量 γ_t kN/m ³	27.72	26.14	27.11
破 壊 荷 重 P kN	184.0	106.0	35.3
圧 縮 強 度 σ_c MN/m ²	100.0	57.5	20.0

表-6 基礎底面の鉛直地盤反力制限値⁶⁾

岩盤の種類	基礎底面の鉛直地盤反力度の制限値(kN/m ²)		目安とする値	
	9.5.1の変位の制限の照査	9.5.2の耐荷性能の照査	一軸圧縮強度(MN/m ²)	孔内水平載荷試験による変形係数(MN/m ²)
硬岩	亀裂が少ない	2,500	3,750	500以上
	亀裂が多い	1,000	1,500	10以上
軟岩	600	900	1以上	500未満

5. まとめ

化学分析の結果から、CECでは膨圧の可能性ありと判断されたが、膨潤性粘土鉱物(ス멕タイト、緑泥石/ス멕タイト混合層鉱物)は全体に少ない結果となった。他の粘土鉱物として蛇紋石、滑石や緑泥石が検出されており、特に蛇紋岩中にス멕タイト、滑石、緑泥石が混在すると周囲の岩盤との境界でせん断強度とせん断抵抗角が低下することが知られている(図-6)。

したがって、蛇紋岩を支持層とする直接基礎部では圧縮強度が硬岩に判定される場合でも、施工時の岩掘削に伴う応力開放や浸水で急激な強度低下が生じ支持力不足となるリスクがあり、浸水防止対策を含む基礎面養生や、平板載荷試験で支持力を確認すべきである。

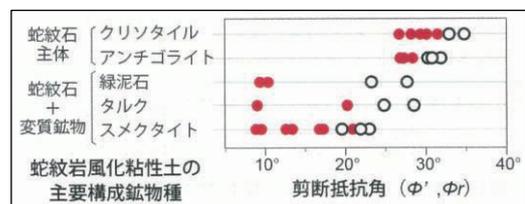


図-6 蛇紋岩の主要構成鉱物とせん断抵抗角の関係⁷⁾

また、蛇紋岩にはアスベストの主原料である白石綿が脈状に分布することが知られており、掘削に伴う粉塵の発生・人体への悪影響が懸念される。よって、アスベストの分布が疑われる場合は、コア鑑定や室内試験で事前に含有量を確認し、施工時の飛散防止対策や管理方法、掘削残土の処理方法を入念に検討する必要がある。

《引用・参考文献》

- 1) 広島大学:プレート境界で発生するゆっくりに地震は岩石中の浸透率の違いにより発生することを証明, 2012.
- 2) 産業技術総合研究所:20万分の1「福岡」, 1993.
- 3) 土木学会:トンネル標準示方書, 2016.
- 4) 林正雄:地熱井コア・スライムの定量記載、地熱学会誌, 1979.
- 5) 吉村尚久:粘土鉱物と変質作用, 2001.
- 6) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説, 2017.
- 7) 防災地質チーム:寒地土木研究所月報, 2020.

湖西平野での湧水事例について

株式会社東建ジオテック 高橋 晋也

1.はじめに

滋賀県は琵琶湖を中心に周囲を伊吹山地、比良山地、鈴鹿山脈などの山地に囲まれ、中央部は琵琶湖を擁する近江盆地となっている。

琵琶湖の東側は湖東平野と呼ばれる低地が広く発達し、琵琶湖に流入する野洲川や愛知川などの河川の下流域では自噴するような被圧地下水が分布することが知られている。それに対し、琵琶湖の西側では北部の安曇川や石田川の下流域で分布する程度とされている。(図-1)

ここでは琵琶湖西南部の丘陵地～狭い低地で自噴する被圧地下水が認められたので、その調査事例を報告する。

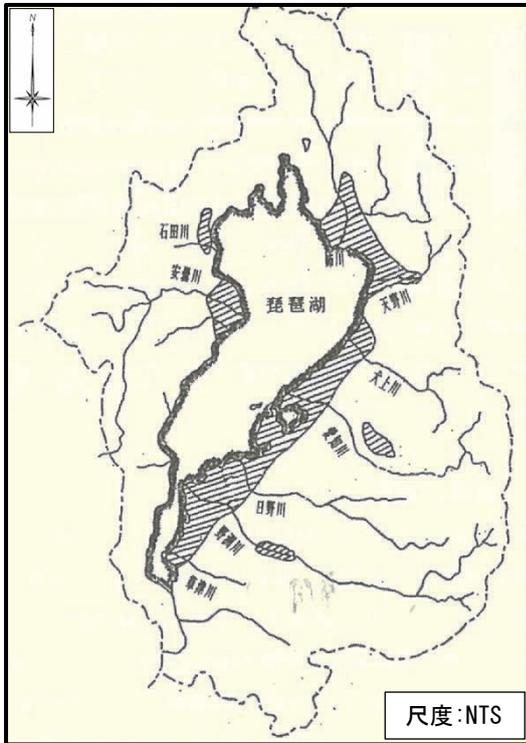


図-1 琵琶湖周辺の被圧地下水分布図¹⁾

2.近江盆地の地形地質概要

琵琶湖を囲む山地は花折断層・琵琶湖西岸断層帯・鈴鹿西縁断層などの断層活動により隆起した地形である。これに対し琵琶湖を含めた盆地部は相対的に沈降しており、周辺の山地から供給された土砂が堆積する。(図-2)

近江盆地は琵琶湖西側の湖西部、琵琶湖東側の湖東部では地形や地質的な特徴が大きく異なる。

湖東部は野洲川や日野川などの河川営力により形成された沖積平野が発達する。一方、湖西部は安曇川下流域を除き大きな低地はなく、山麓は台地や扇状地が発達し、湖岸に狭い沖積低地が分布する。



図-2 近江盆地の地質図¹⁾

3.湧水地-1の地盤状況

湧水地-1は琵琶湖岸から西側約200mの沖積低地に位置する。同敷地の地層は表層の沖積層が層厚10m未滿で、以深の洪積層は砂質土層(Ds)を主体とし、所々に粘性土層(Dc)を薄層状に挟む地盤となる。(図-3)

この中で湧水はGL-38mまで掘進後に確認した。(表-1)

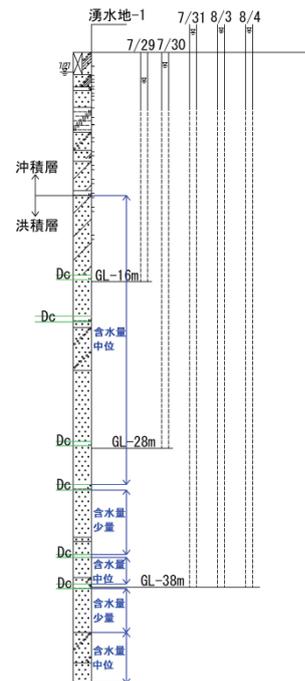


図-3 湧水地-1の地盤構成

表-1 湧水状況一覧(湧水地-1)

日付	掘進深度	湧水状況	地下水水位上昇深度	ケーシング深度
7月30日	GL-38m	なし	-	GL-4.00m
7月31日	GL-38m	あり	GL+1.41m(作業後測定)	GL-4.00m
8月3日	GL-38m	あり	GL+1.51m(作業前測定)	GL-4.00m
8月4日	GL-45m	あり	GL+1.52m(作業前測定)	GL-4.00m

洪積層は砂質土層(Ds)が主体であり層厚が薄いものの、粘性土層(Dc)を多く介在する。なお、同敷地内他の2地点では粘性土層の介在がほとんど認められず、湧水は発生しなかった。

4.湧水地-2の地盤状況

湧水池-2は琵琶湖岸から南側約1kmの丘陵地～台地である。盛土直下から丘陵地を構成する古琵琶湖層群となり、以深は丹波帯に相当する岩盤となる。(図-4)

湧水地点の丹波帯は細礫状に破碎され、GL-8mまで掘進後に湧水(GL+2.66m:湧水量4~5L/min)が発生した。

表-2 湧水状況一覧(湧水地-2)

日付	掘進深度	湧水状況	地下水水位上昇深度	ケーシング深度
12月18日	GL-7m	なし	-	GL-3.75m
12月19日	GL-8m	あり	GL+2.66m(作業後測定)	GL-3.75m
12月20日	GL-8m	あり	GL+2.66m(作業前測定)	GL-3.75m

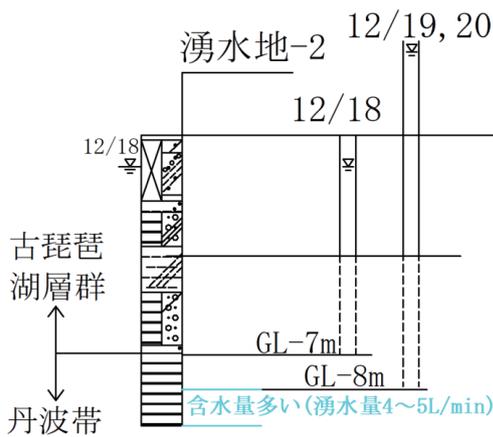


図-4 湧水地-2の地盤構成

5.湖西南部地域の地形的な特徴

湖西南部地域は琵琶湖西岸断層帯に相当する断層が南北に延びており、湧水地-2付近には北西～南東に伸びた派生断層や背斜褶曲軸がある。(図-5)

また、湖東部の低地の地形勾配および地下水の動水勾配が平均で1/500程度であるのに対し、湖西部では1/150～1/80程度で湖東部に比べ圧力水頭が付きやすい地形と言える。(図-6)

以上より湧水の発生について下記の状況が推察される。

- ・ 付近を通過する断層の断層活動によって破碎された岩石が地下水を遮断して、被圧水が生じた。(破碎帯を掘削したことによる湧水)
- ・ 圧力水頭が付きやすい地形で砂質土層中に介在する多くの粘性土により見かけ上被圧水となったため、湧水が発生した。

・ 同一敷地内で数か所のボーリング調査のうち1箇所だけの湧水であり、わずかな地質条件の違いにより湧水が生じた。

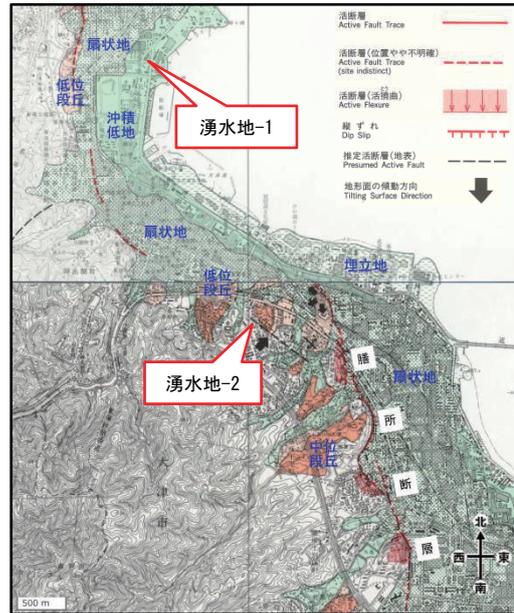


図-5 湖西南部地域の活断層図²⁾

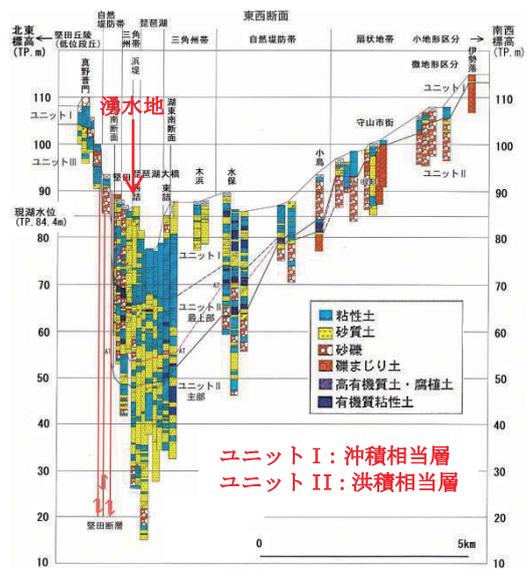


図-6 湖西南部地域の東西地質断面図³⁾

6.おわりに

湖西南部は湖東部地域に比べ、広域的な被圧水の分布は知られていない。その中で本事例は、地形地質条件のわずかな違いにより湖西南部の低地～丘陵地で高い被圧水の発生を確認した。自噴を伴う高い被圧水は地下掘削や杭基礎施工時の地盤リスクになり、地質調査において重要な情報の1つである。そのため、今後の情報の蓄積が重要と考える。

《引用・参考文献》

- 1) KG-NET・関西圏地盤研究会:新関西地盤近江盆地 2014
- 2) 都市圏活断層図:国土地理院
- 3) 関西地質調査業協会:奈良盆地地盤図・滋賀県地盤図(平成20年度版) 2009年6月