

## 地質技術者をめざす若人に送る 野外調査のエトセトラ

井上 善夫<sup>1)</sup>

キーワード：地表踏査，地質図，流れ盤，受け盤，のり面，勾配，落石，落石エネルギー

### 1. はじめに

地質・建設コンサルタント業界に就職したばかりの諸氏は、大学では学ばなかった土木に係わる専門用語や知識に戸惑うことがあるかと思う。例えば道路の横断面などといった設計図面を初めて見る場合、その名称や数値の理解に時間がかかるなど苦労するのではないだろうか。筆者の経験でいうと、学生時代に運よく大手建設コンサルタント会社から転職された先生が在籍していたこともあって、地質技術者の実務的な内容に多少なりとも触れる機会があった。しかしながら、就職して地質技術者としての第一歩を踏み出した際には、学生時代に学んだことは基礎となりえる一方で、覚えることが多岐にわたることを痛感したものである。そのような筆者の実体験も踏まえて、ここでは大学生ないし大学院生から地質技術者をめざす若人にとって、野外調査で役立つであろう基本的な知識等をいくつか紹介したい。具体的には地表踏査で取得する地盤情報やのり面に

ついでのほか、最近筆者が関わることの多い落石についても記載する。

### 2. 地表踏査で取得する地盤情報

#### 2.1. 「地質図」の違い

筆者が学生時代、特別研究のため地表踏査を行って作成した地質図は、対象地域の地層分布や地質構造を明らかにすることを目的としていた。実際に作成したものとは異なるが、作成した地質図は図1 (a) のようなイメージのものであった。これは学術的かつ研究に必要な地質情報を得たものであり、当時としては十分なものであった。これから地質技術者をめざす諸氏も、面積の違いはあれど、同様な地質図の作成を経験したかと思う。一方で、地質・建設コンサルタントの業務で求められる地質図は、図1 (b) に示したような地質分布や地質構造に加えて崩壊地の分布など、たいていは事業を進める上でリスク要因となる情報の抽出ないし収集が求められる。例えば、図1 (b) の南部 (図の下部) で東西に延びる道路の計画があれば、斜面に分布する浮石が懸念される。また、南東部には崩壊地があり、仮にそこでトンネルを作った場合には、坑口となる斜面の安定性を評価する必要が生じる。

学生時代は対象地域に分布する、新鮮な露岩・露頭を選択するなど良い条件を選んで調査すればよかった。一方、地質・建設コンサルタント業界の場合は、対象地域の露岩・露頭に乏しかったりあるいは風化岩しか分布していなかったりなど、必ずしも条件が良いとは限らない。事業を進める上ではそのような条件下であっても、地質図を作成する責務があるのがつらいところでもある。実際の作業としては、風化した露岩から岩相を判断して地質情報を取得しつつ、加えて変動地形の有無なども収集している。すなわち

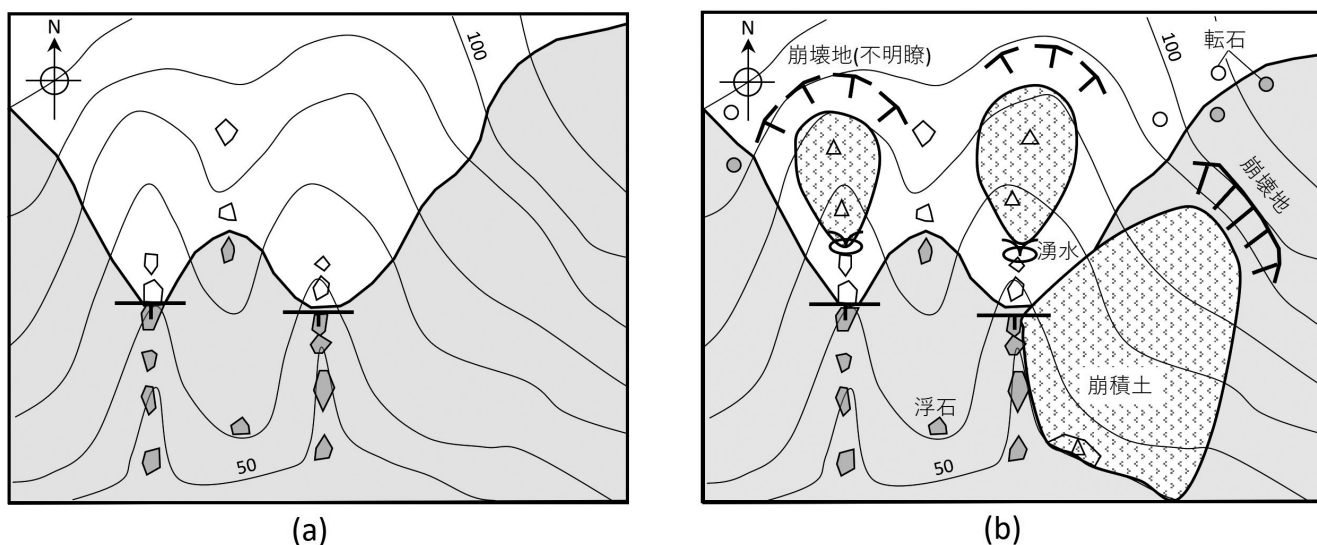


図1 同一地域で作成したルートマップおよび地質図の違い。(a) 地質分布・構造を明らかにすることを目的としたもの。(b) 地質分布・構造の精度向上に加え、リスク要因となる情報を収集したもの。

<sup>1)</sup> 株式会社蒜山地質年代学研究所 〒703-8252 岡山市中区中島2番地5 (inoue@geohiruzen.co.jp)



### 3.3. 勾配の表記と読み方

図4の、のり面スロープ沿いに比率を記載しているが、これはのり面の勾配を縦横比—水平距離と高さの比—で示したものである。自然斜面の場合は勾配を角度で表記するが、のり面の場合は通常このような比率で表現する。その読み方は例えば1:0.6は「6分(ろくぶ)」、1:1.0は「1割(いちわり)」と呼称し、1:1.2は「1割2分(いちわりにぶ)」と呼称する。口頭では「1割(いちわり)のり面」、「6分(ろくぶ)のり面」などと言う場合もある。また、のり面勾配は現地調査時に赤白ポールを使うことで容易に把握することができる(図5)。

のり面の勾配は対象とする地山の強度(風化の程度)や地質構造などで決められるが、用地的な制約がある場合はのり面対策工を追加して急勾配のり面とする。地盤条件にもよるが切土の場合は1:1.0ないしそれよりも急勾配なことが多い。一方で、盛土の場合は1:1.2~1:1.5で施工されている場合が多い。これは土砂を使って人工的に構築するものであり、自然地山よりも強度が低いことを考慮したものである。なお、地質学を学んだ諸氏—いわゆる「地質屋」—は、慣れ親しみもあってか角度のことを「傾斜」と呼称する場合が多い。しかし一般の人には、この呼称はなじみが薄いため、「勾配」と呼称した方が理解されやすい。

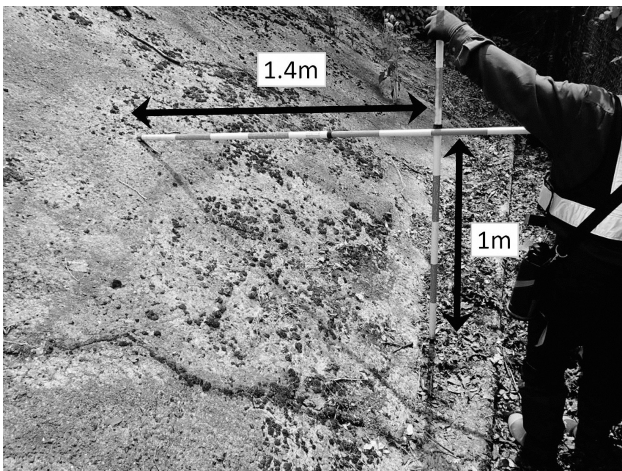


図5 赤白ポールを用いたのり面勾配の把握。いわゆる「ポール横断測量」であり、写真では縦1mに対して横1.4mであることから、のり面勾配1:1.4とわかる。

## 4. 落石

### 4.1. 落石防護柵と落石エネルギー

道路沿いで斜面から落石が懸念される箇所では、落石防護柵(図6)など何等かの対策がなされている場合がほとんどである。

また、斜面で発生する落石は落石エネルギーで評価され、落石エネルギーは以下の式から算出される(日本道路協会, 2017)。

$$E = (1 + \beta) (1 - \mu / \tan \theta) m \cdot g \cdot H$$

$\beta$  : 回転エネルギー係数(通常は0.1)

$\mu$  : 等価摩擦係数(落石および斜面の特性により0.05~0.35, 0.1刻み)

$\theta$  : 斜面勾配

$m$  : 落石の質量

$g$  : 重力加速度

$H$  : 落下高さ

上記式をもとに落石径および落石高さ毎に算出した落石エネルギーを表1に示す。なお、計算にあたって補足すると変数の1つである等価摩擦係数は落石および斜面の特性で変わる値であり、例えば落石が硬岩で丸状かつ斜面の凹凸に乏しく立木もない場合は0.05を用い、落石が角状で斜面の凹凸が多く立木がある場合は0.35を用いる。また、表中に落石高さの数値が40 mまでしかないのは、高さ40 m以上では落下速度がほぼ一定となる(落石エネルギーが増加しなくなる)ということが実験・統計的にわかっているからである。

ここでまず覚えておいてほしいのは、図6のような通常の落石防護柵で抑止できる落石エネルギーは50 kJ程度ということである。この落石防護柵で抑止できる落石をその大きさで言い表すと、落石の高さにもよるが径(1片)30 cm程度—おおむね人頭大—であれば通常の落石防護柵で対応可能であるものの、径50 cm以上になると通常の落石防護では対応できない。またこの落石の大きさについて別の例えをするならば、一般家庭にある「炊飯器」程度の大きさ



図6 道路沿いなどでよくみかける通常の落石防護柵。ここでは高さ2 mの擁壁上部に設置して、高さおよび裏側のポケット容量を確保している。なお、防護柵の支柱間距離は通常3 mであるため、区間長など距離測定に応用できる。

表1 落石(角形)の規模と落石エネルギー 単位:kJ

落石径(m)	体積(m <sup>3</sup> )	質量(ton)	落下高さ(m)			
			10	20	30	40
0.3	0.027	0.070	5.3	10.7	16.0	21.4
0.4	0.064	0.166	12.7	25.3	38.0	50.7
0.5	0.125	0.325	24.7	49.5	74.2	99.0
0.6	0.216	0.562	42.8	85.5	128.3	171.0
0.7	0.343	0.892	67.9	135.8	203.7	271.6
0.8	0.512	1.331	101.4	202.7	304.1	405.4

質量は岩石比重2.6を体積にかけて算出

$\mu$  (等価摩擦係数) = 0.35

$\theta$  (斜面勾配) = 50°

■: 落石エネルギー50kJ以上

きさであれば十分対応可能であるものの、ビジネスホテルの朝食コーナーにあるような「業務用炊飯器」の大きさになると対応できないとも言える。なお、この表で示した落石エネルギーは角形（立方体）で計算したものであり、仮に落石が同径（直径）の完全な球体であった場合は、体積・質量も半分強となり落石エネルギーも半分強になる。

#### 4. 2. 落石の跳躍高さとおがり

落石は斜面を転動しながら落下する。その際、落石は跳躍しながら落下するが、その際の跳躍高さは斜面から2 m程度におさまるのが80~85%であることが実験結果からわかっている（日本道路協会, 2017）。近年の落石防護柵の設計・施工にあたっては跳躍高さに対して余裕をもたせてあるが、古い時期に設置されたものは跳躍高さ2 mを満たさないものもある（図7）。この跳躍高さ2 mという値は、実務においてもよく使う指標なのでぜひ覚えておいてほしい。

また、落石源から落石が落下する場合、障害物等がなければ落水線方向に落下するのが通常であるが、落石の形状は不定形であることや、樹木への衝突なども生じるため、ある程度の広がりをもって落下することが実験からわかっている（図8；日本道路協会, 2017）。その広がりの角度

は発生位置から45°程度である。例えば斜面下方に道路があって落石対策のため落石源調査を行う場合、調査範囲は落石の広がりを考慮する必要がでてくる。

#### 5. おわりに

今回で全てをお伝えできるわけもなく、また記した内容もいささか偏ったものであったかと思うが、地質技術者を目指す若人諸氏のお役に少しでも立てば幸いである。また、筆者が社会人になった頃とは違って、今はネットで検索すれば大抵のことが調べられるという便利な世の中である。加えて、研究機関の文献や公的機関発行の要領等の多くはネット上で公開されており入手も容易である。業務の中でわからないことがあれば、所属先の先輩方に伺えば教えてくれるかとは思いますが、まずは「自身で調べる」を実践していただきたく願うものである。

#### 謝辞

合同会社藤江計測の藤江氏には現場での写真撮影にご協力いただいた。ここに記して厚く御礼申し上げます。

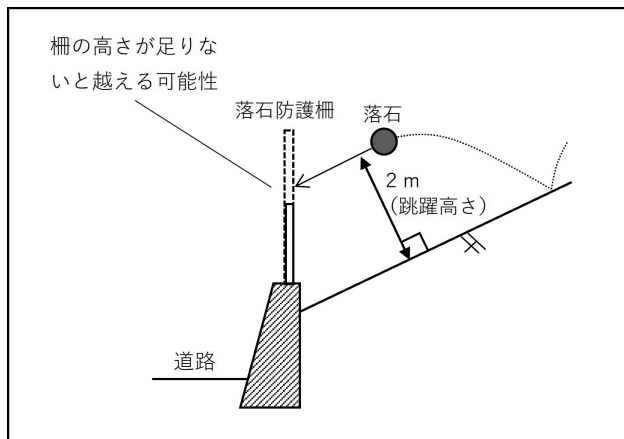


図7 落石の跳躍高さ。日本道路協会（2009）道路土工 切土工・斜面安定工指針の図を基に加筆・修正。

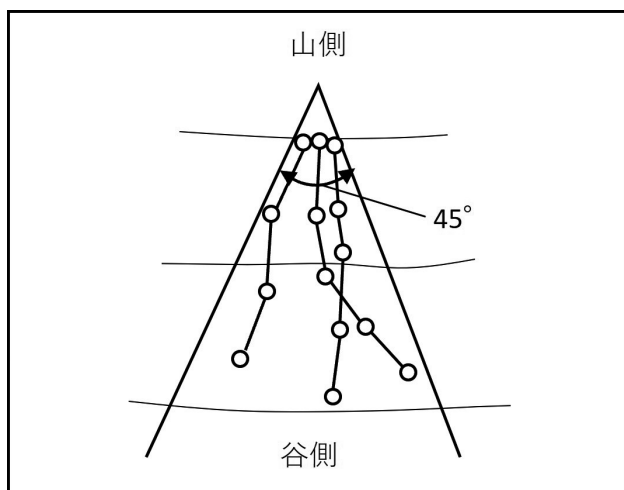


図8 落石のおがり。日本道路協会（2017）落石対策便覧の図を基に加筆・修正。

#### 引用文献

- 地学団体研究会編（1996）新版地学辞典，1468p.
- 国土交通省近畿地方整備局（2021）地質リスク低減のための調査・設計マニュアル（案）改訂版．44p. <https://www.kkr.mlit.go.jp/kingi/kensetsu/road/bcu0ke0000002p9d-att/ol9a8v000000l4em.pdf>, 2025/8/29.
- 三梨 昂・山内靖喜（1987）地質調査法．地学団体研究会，303p.
- 日本道路協会（2009）道路土工要綱．416p.
- 日本道路協会（2009）道路土工 切土工・斜面安定工指針．521p.
- 日本道路協会（2017）落石対策便覧．413p.
- 西日本高速道路株式会社（2025）工事記録作成要領（補足説明書）【暫定版】第3編 盛土，1-41. <https://corp.w-nexco.co.jp/procurement/guideline/pdfs/23-03a.pdf>, 2025/8/29.
- 西日本高速道路株式会社（2025）工事記録作成要領（補足説明書）【暫定版】第4編 切土のり面，1-40. <https://corp.w-nexco.co.jp/procurement/guideline/pdfs/23-04a.pdf>, 2025/8/29.
- 多田元彦（1990）岩盤斜面の崩壊危険度のステレオネットを用いた簡易判別法について．応用地質，31，19-28. [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjseg1960/31/1/31\\_1\\_19/\\_pdf/-char/ja.2025](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjseg1960/31/1/31_1_19/_pdf/-char/ja.2025), 2025/8/29.
- 横山俊治（2007）地表地質踏査技術の伝承．地質と調査，113，19-22. [https://www.zenchiren.or.jp/jgca\\_geo-se/pdf/jgca113.pdf](https://www.zenchiren.or.jp/jgca_geo-se/pdf/jgca113.pdf), 2025/8/29.

2025年9月1日受付，2025年9月12日受理．

---

Engineering Geology of Japan, No. 15, 'The special issue of 30<sup>th</sup> anniversary of Hiruzen Institute for Geology and Chronology', 93–97 (2025)

**Useful tips for field surveys for young people aspiring to become geological engineers.**

**Yoshio Inoue**<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Hiruzen Institute for Geology and Chronology, Co., Ltd., 2-5 Nakashima, Naka-ku, Okayama 703-8252, Japan  
© 2025 Hiruzen Institute for Geology and Chronology. All rights reserved.