

Q

リニアメントなどの地形的根拠が見出されない場所に、大規模な断層破碎帯が出現しました。なぜ事前に予見できなかったのですか？

A

断層の中でも、傾斜角度がゆるい低角度断層（衝上断層）は地形に現われず、その出現が想定しにくいことがあります。この衝上断層は上盤側で大規模な破碎帯を作ることがあります。

地形だけではこうした破碎帯を予見できない場合があるため、トンネルや長大切土、ダムサイトなどの建設時には①地表地質踏査、②弾性波探査、③ボーリング調査等により地下性状の調査を行います。

（1）リニアメントとは

リニアメントは、地形、土壌の色調、植生、水系模様の急変などから判読される線状模様を指し¹⁾、空中写真等を用いて把握されます。断層もリニアメントとして判読される場合がありますが（図-1）、そのすべてが断層に対応しているわけではないため、地質踏査などにより断層特有の地形や露頭などを確認し、断層の有無を判断する必要があります。

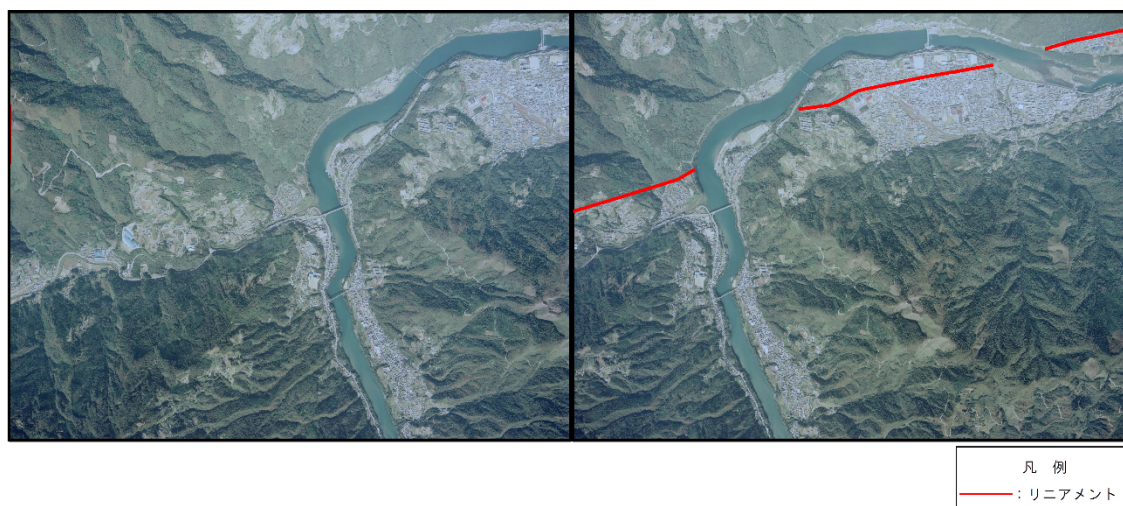


図-1 リニアメントの判読例

（左）国土地理院撮影「CSI921X-C13-13」1992年を使用

（右）国土地理院撮影「CSI921X-C13-14」1992年にリニアメント判読結果を加筆

(2) 低角度断層は検出しにくい

低角度断層（衝上断層）は断層面の傾斜が 45° 以下の低角逆断層を指します。この断層は、相対的な最大圧縮応力が水平、最大伸長の方向が垂直という応力配置のもとに形成されると考えられています。断層面が低角度である場合、その地表トレースは地形に沿って湾曲して現われるため(図-2)、直線的な構造として表現されるリニアメントとは一致せず、土木地質上問題となることがあります。

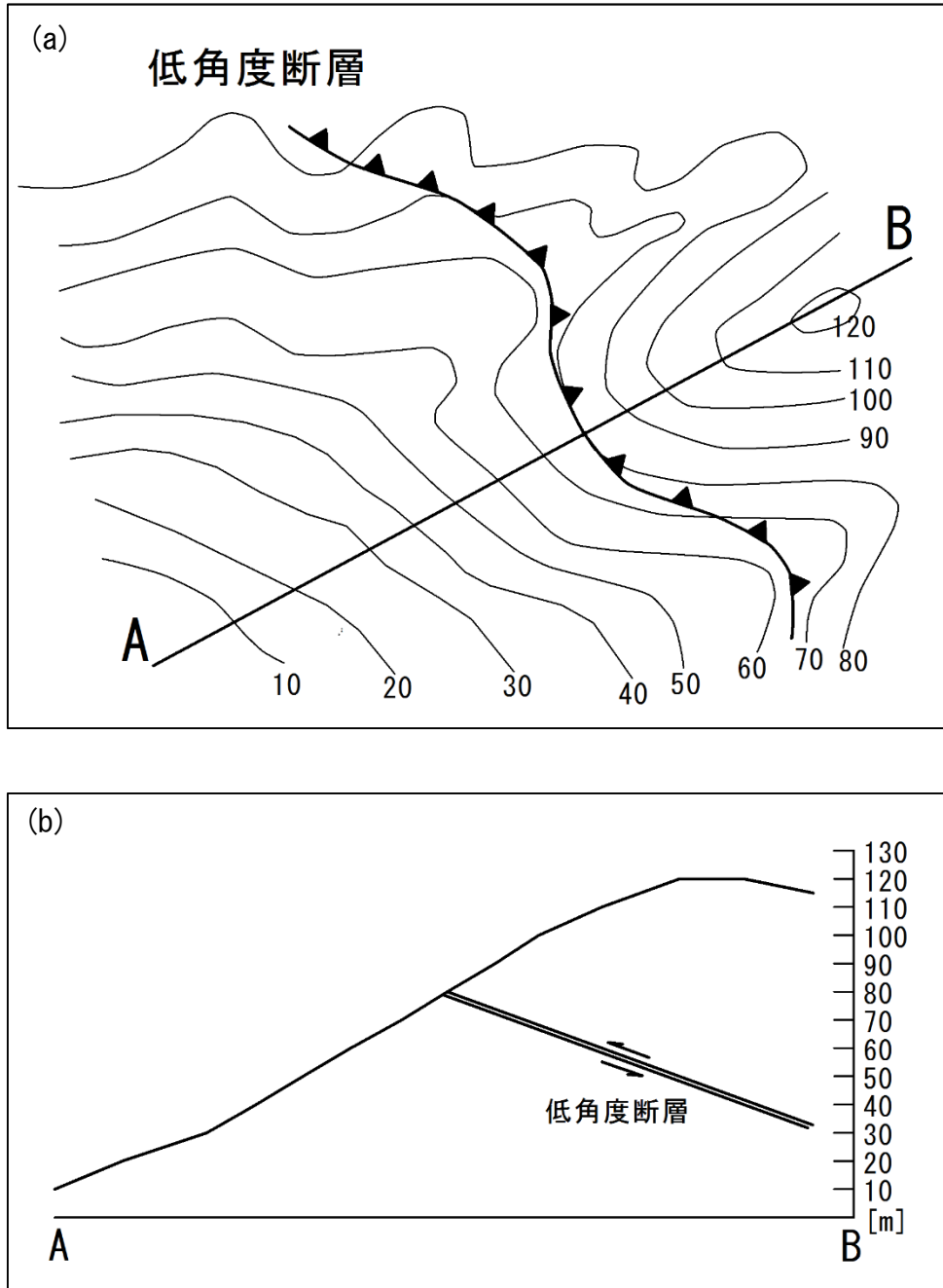


図-2 低角度断層（衝上断層）の(a)模式平面図および(b)断面図

(3) 低角度断層抽出のための調査方法

地形に根拠が表れにくい地下の断層破碎帯を調べる場合には、地表地質踏査、弾性波探査、ボーリング調査などの手法があります。

① 地表地質踏査

地表地質踏査は、地質調査の基本となるものです。地表地質踏査において断層の存在を示す手がかりとなるものには、断層露頭（写真-1）、破碎帯に伴う湧水、低崖などがあります。これらを可能な限り追跡することにより、断層の位置や規模を推定します。また露頭において断層面が確認できる場合には、※クリノメーターを用いて断層面の走向・傾斜を測定することで、断層がどの方向に伸び、水平面よりどの程度傾斜しているかを推定することができます。なお、得られた踏査結果は、後続調査（物理探査やボーリング調査など）の情報と合わせ、再度解釈を見直すことも重要となります。

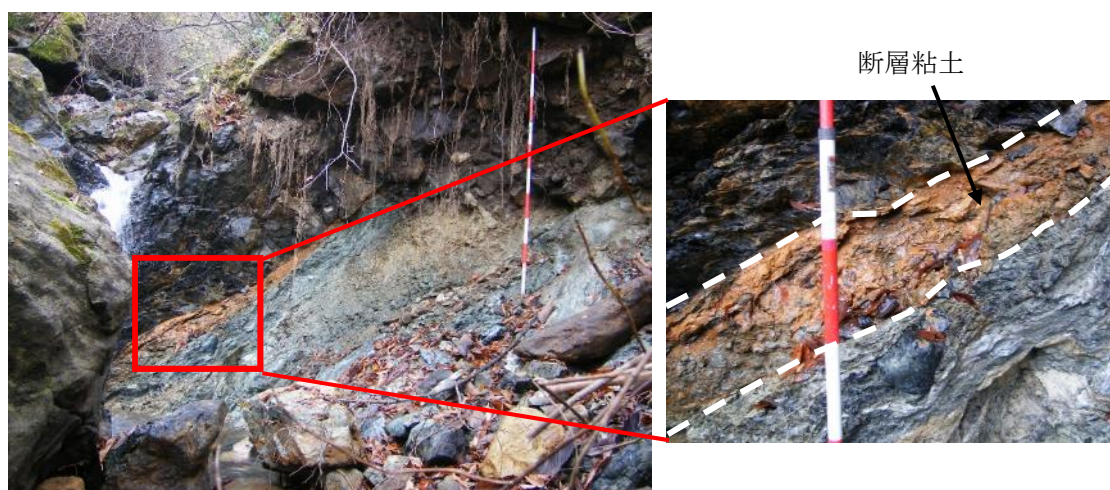


写真-1 断層露頭（広島県庄原市）

② 弾性波探査

弾性波探査は、P波、S波、表面波などの弾性波速度を観測することで地下性状を調べる手法です。計画測線に沿って弾性波探査を実施することにより、地山状態に関する縦断的なデータを得ることができます。断層破碎帯は地質的弱部に相当するため、弾性波探査においては低速度帯として現われることがあります。ただし、低角度断層（衝上断層）のように破碎帯が緩く傾斜している場合は、解析上はつきりと検出されないことがあります。図-3では、検出しがたい低角度の破碎帯を、地表地質踏査やボーリング孔の孔底に起振点を追加することで検出した結果を示しています。

このように弾性波探査は、その結果のみで地山に関する評価をせず、地表地質踏査・ボーリング結果も踏まえ、場合によってはボーリング孔を利用して実施することが必要となります。

※クリノメーター：地層面や断層面などの「走向」（面や線が延びる方向）や「傾斜」（走向と直行する方向における水平面からの角度と向き）を測定する器具

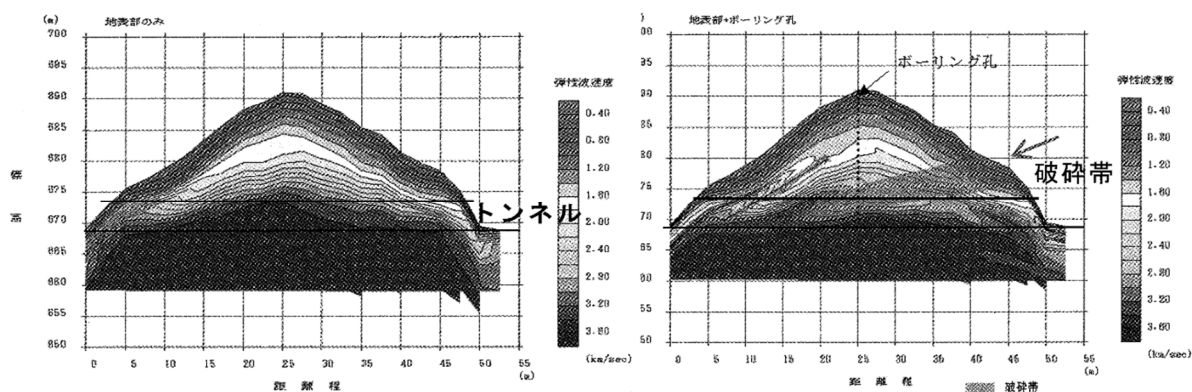


図-3 ボーリング孔底に起振点がない場合とある場合の弾性波探査結果の差異²⁾
 (左) 地表起振・受振のみの場合のトモグラフィ的解析結果
 (右) 地表とボーリング孔底で起振・受振した場合のトモグラフィ的解析結果

③ボーリング調査

弾性波探査により低速度帯が確認された場合、その箇所により詳細な地質状況を把握するためにボーリング調査が有効となります。採取したボーリングコア（写真-2）の観察やコア試料を用いた岩石試験等により、破碎帯の可能性のある箇所の状況を直接確認することができます。



写真-2 ボーリングにより採取された断層破碎帯（横幅 1m）

【引用文献】

- 1) 大島洋志（2000）：わかりやすい土木地質，土木工学社，pp. 103.
- 2) 石井秀明・松井周洋（2007）：地表地質踏査結果を反映した弾性波探査事例，日本応用地質学会中国四国支部平成 19 年度研究発表会発表論文集，pp. 51-52.

（回答者 岸本 剛・加藤 弘徳）