

## 道路橋の構造計画に必要な活断層調査の事例

細矢 卓志<sup>1</sup>・山口 弘志<sup>1</sup>・城崎 陽平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>非会員 中央開発株式会社 ソリューションセンター（〒160-0004埼玉県川口市西青木3-4-2）

<sup>1</sup>非会員 中央開発株式会社 技術センター（〒169-8612東京都新宿区西早稲田3-13-5）

<sup>2</sup>非会員 西日本高速道路（株） 中国支社 広島工事事務所（〒731-0103広島市安佐南区緑井2-26-1）

### 1. はじめに

平成29年に改定された道路橋示方書IV下部構造編では、「既存資料調査の結果から活断層の存在が想定される場合には、予備調査の段階で行われる地形判読や現地踏査において活断層にも留意して調査を行う」ことが解説されている。しかし、道路橋の構造計画を行う上で活断層調査をどのように実施すべきかについては、詳細が示されていない。一般に、活断層調査には様々な手法があり、調査結果の評価にも一定の不確実性が伴うため、調査の目的に応じた適切な調査手法の選定が必要となる。したがって、道路橋の構造計画に資することを目的とした活断層調査における手法の選定や調査結果の評価事例を示すことは、今後の道路橋の活断層対策を検討していく上で有用であると考えられる。

本報告は、東九州自動車道において活断層を跨ぐ橋梁地盤調査の一環として、橋桁位置の検討並びに地震に伴う断層変位の予測を行って、橋梁設計の基礎資料としたものである。

### 2. 経緯と追加調査

当該地は、計画道路方向において、長さ約320m、高さ約40mの谷であり、構造物第1次土質調査後に実施された橋梁計画業務により6径間の橋梁で横断することになっていた（図-1）。構造物第2次土質調査が終了した時点においては、断層破碎帯が橋脚基礎1基（P4）に出現することは判明していたが、確実度Ⅲのリアメントとしての認識はあったものの、課題解決のための調査は行われていなかった。そこで、表-1に示す項目の第3次調査（断層調査のための空中写真判読、地形・地質踏査、弾性波探査）を追加して、断層が活動した場合の検討に必要なパラメータの設定を行った。

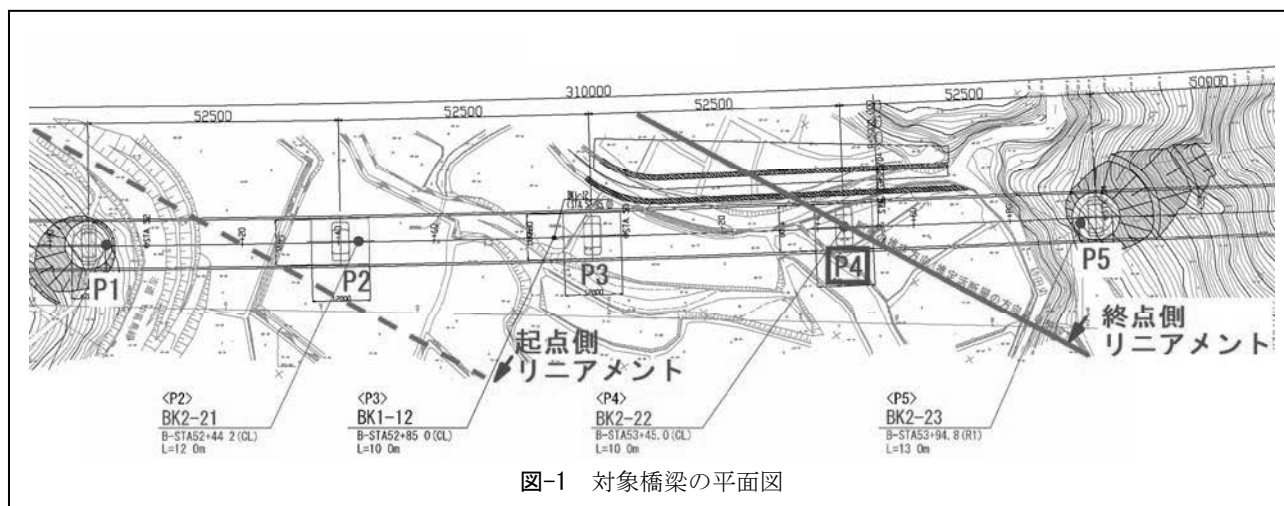


図-1 対象橋梁の平面図

表-1 第3次調査の目的と着目点

| 調査項目  | 地表地質踏査<br>地形図・空中写真判読         | 弾性波探査        |
|-------|------------------------------|--------------|
| 目的    | リニアメントの位置、長さ、方向、変位形態、確実度等の評価 | 破碎帯の分布の把握    |
| 着目点   | 断層変位地形、断層露头                  | 低速度帯の性状、分布   |
| 成果の活用 | 断層変位に対する対応の要否                | 下部構造の設置位置の検討 |

### 3. 断層の特性

#### (1) 確実度・活動度・変位

地表踏査や地形判読の結果、当該地周辺には、直線的な谷・分離小丘・三角末端面・谷中分水界のような断層を示唆する地形の他、河川の系統的な右横れのような変位地形も確認された（図-2）。

地形判読からは、橋の起点側及び終点側には2本のリニアメントの存在が確認された。特に終点側のリニアメントについては、複数の谷や沖積面の屈曲から、系統的な断層の右ずれ変位が示唆された。さ

らに現地調査により、リニアメントの走向と整合する幅30cm南向きに70°の傾斜を有する破碎帯の存在（写真-1）、河床の破碎帯露头が確認された（写真-2）。一方、起点側のリニアメントは、破碎帯が認められず、断層変位を示唆する地形は不明であった。

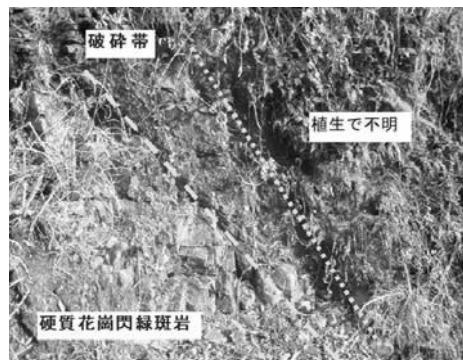


写真-1 破碎帯露头 (1)



写真-2 破碎帯露头 (2)

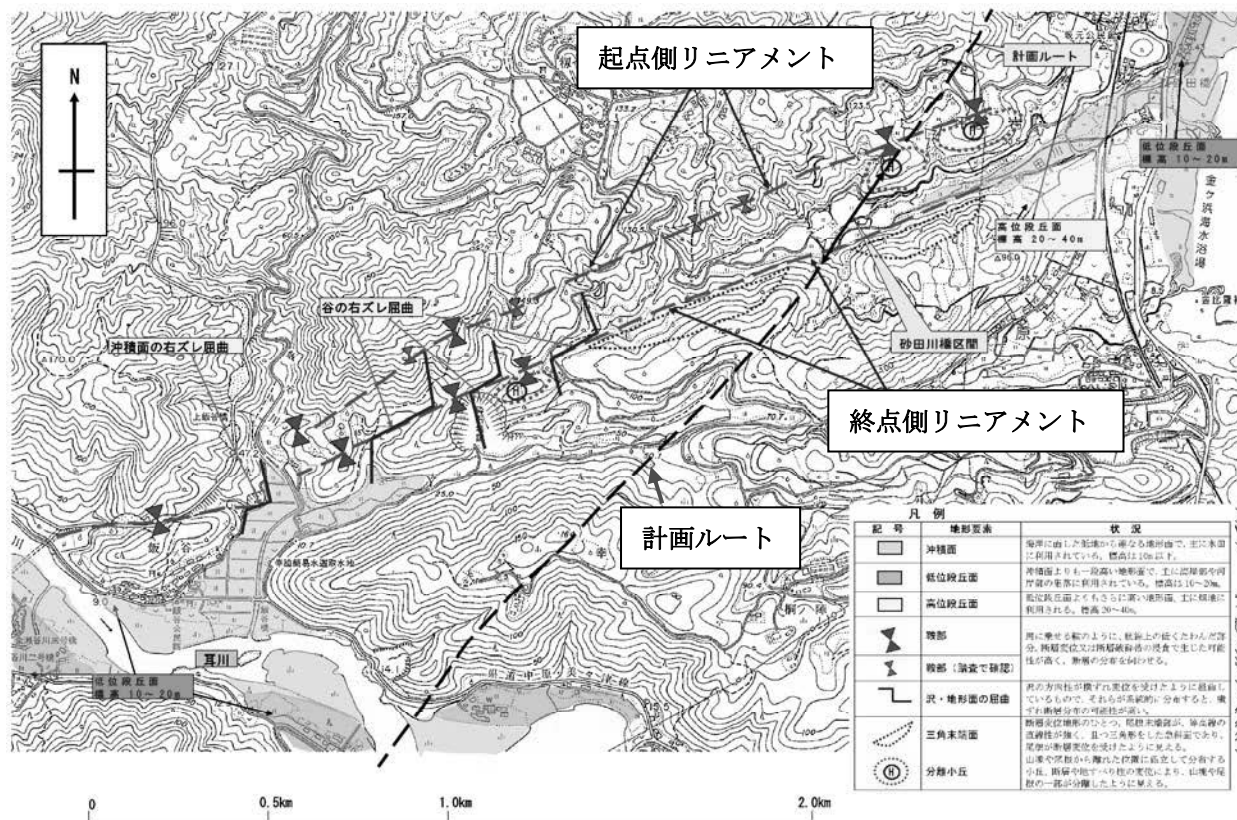


図-2 地形判読結果と地表地質踏査結果図

表-2 対象リニアメントと確実度評価

| 確実度  | 特徴                                                                                               | 終点側リニアメント                                                | 起点側リニアメント          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|
| 確実度Ⅰ | 活断層であることが確実                                                                                      |                                                          |                    |
| 確実度Ⅱ | 活断層であることが推定されるもの（以下①～③）<br>①2～3本程度以下の尾根や谷が横ずれを示す。<br>②断層崖と思われる地形の両側の変位基準面が時代を異にする<br>③明瞭な変位基準が無い | ・3本の尾根が右横ずれを示す。<br>⇒②に該当<br>・横ずれを示す地形面に変位基準が無い。<br>⇒③に該当 |                    |
| 確実度Ⅲ | 活断層の可能性があるが変位の向きが不明、他の原因で形成された可能性があるリニアメント                                                       |                                                          | 鞍部は連続するものの変位の向きが不明 |
| 評価   |                                                                                                  | Ⅱ                                                        | Ⅲ                  |

\* 確実度については新編日本の活断層より引用

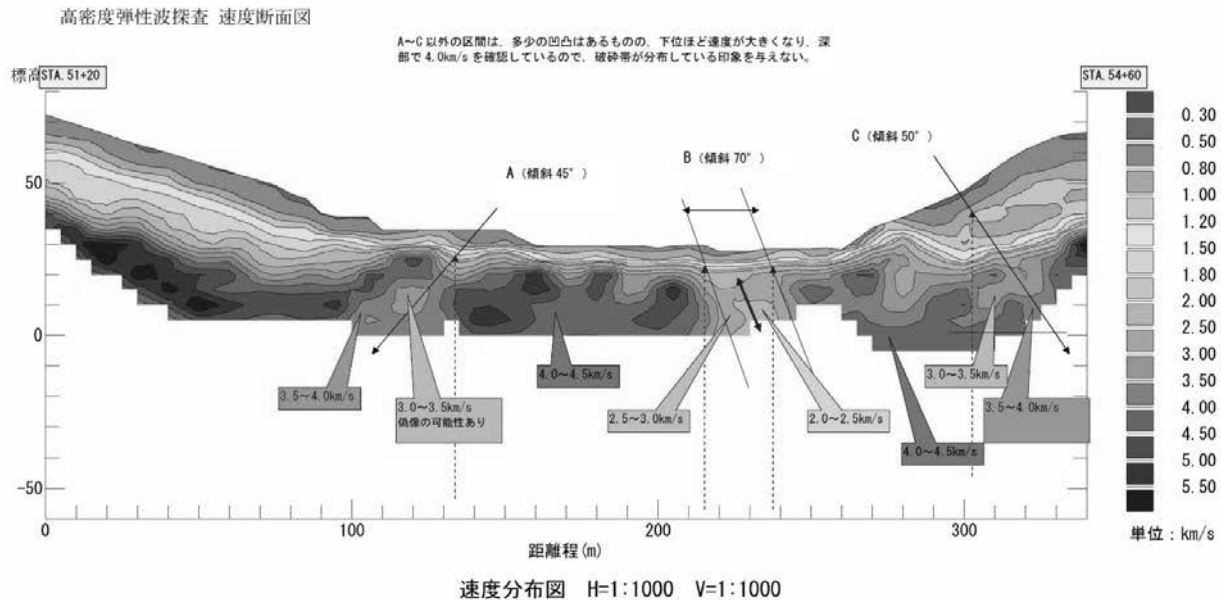


図-3 高密度弾性波探査の結果

以上より終点側のリニアメントは下記のように評価した。確実度の評価は表-2に示す。

長さ：3km,  
方向：北東-南西系  
変位形態：右横ずれ  
変位速度：不明  
確実度：ⅢからⅡに変更

## (2) 破碎帯の分布と位置

構造物第1次土質および構造物第2次土質調査で行われた橋台橋脚部のボーリング結果からP4基礎に破

碎帯が分布することは判明していた。橋脚基礎を、変位を生じる可能性のある破碎帯に支持させるのは不適当であり、破碎帯の分布密度によっては径間の見直しをする必要がある。そこで、当該調査においては橋梁区間における破碎帯の分布状況（交差箇所数）・位置・幅等を把握するために、橋梁区間全体に渡る弾性波探査を実施した（図-3）。その結果、破碎帯に相当すると考えられる「低速度帯」は、P4基礎の1箇所幅約25mだけと判明した。そこで、橋梁設計で、当該破碎帯を橋桁で跨ぐように6径間から5径間への見直しを行うこととなった。次なる課題は、当該破碎帯が1回の地震でどの方向にどの程

度の変位を生じるかということであった。これは地震により変位を生じて、橋桁を落橋させないための措置を検討するためである。

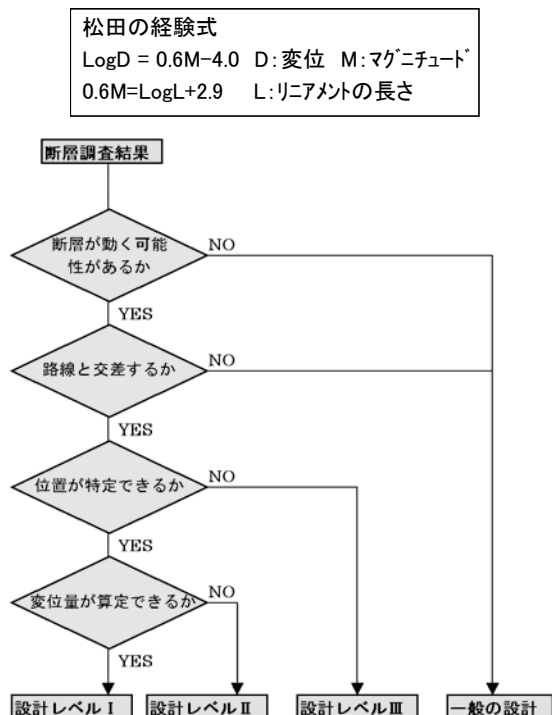


図-4 活断層変位の設計レベル判定のフロー  
(斜面防災・環境対策技術総覧に加筆)

#### 4. 断層変位と方向の検討

変位の方向は地形判読から右横ずれと判断できる。これは当該地周辺における「北東-南西系活断層が右横ズレを示すこと」<sup>1)</sup>と整合している。変位量の判は松田の経験式<sup>2)</sup>で確認すると $D=0.23\text{m}$ という値を得た(図-4)。 $D=0.23\text{m}$ という結果を踏まえて、落橋しないような橋脚構造や落橋防止装置を検討するなど、断層変位の影響を受けにくい支承形式を採用することによる対応を行った。

なお、 $L=3\text{km}$ (リニアメントの長さ)の場合のマグニチュードは $M5.6$ と算出される。

#### 5. 熊本地震との対比と照査

当該調査に携わって10年後の平成28年4月に、当該地近傍の熊本県で $M=7.3$ の熊本地震が発生している。政府・地震調査研究推進本部は、その際の布田川断層(全長64km)の布田川区間(阿蘇から益城まで19km)の活動が原因であったとし、地表での変位は右横ズレ1.5~2.0mであった。同推進本部は、これを機会にこれまでの布田川断層の性状を見直して

いる。

筆者らが調査した橋梁は、その後完成供用しているが、幸いにも地震の影響はなかった。

#### 6. おわりに

現行の「道路橋示方書V<sup>3)</sup>」においては、断層変位に対して、その影響を受けない架橋位置又は橋の形式の選定を行うことを基準とすることが規定されている。したがって、これらの選定検討において必要となる、架橋位置周辺における活断層の存在の可能性に関する文献調査や地形・地質調査は非常に重要である。

熊本地震を受けて橋梁の活断層対応が変わった現在において、本事例が参考になれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 活断層研究会編：新編日本の活断層，東京大学出版会，1991
- 2) 松田時彦：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震2,28,269-283.000.，1975.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，2012.