

# 橋梁計画箇所における浅層反射法探査を用いた活断層調査事例

基礎地盤コンサルタンツ(株) ○佐藤静流、上保繁幸、田中慎吾

## 1. はじめに

平成28年熊本地震により新たに判明した活断層が、道路拡幅に伴う橋梁計画箇所周辺に河川を横断する形で想定されており、橋梁基礎形式を選定するにあたり、橋梁直下に活断層が分布するか否かが問題となった。本稿では、未固結地盤が厚く分布する市街地という条件の中で、浅層反射法探査とボーリング調査を組み合わせ実施した活断層調査事例とその結果について報告する。

## 2. 背景

熊本県上益城郡益城町には熊本市内と阿蘇郡高森町を結ぶ県道28号熊本高森線が通っている。本線は緊急輸送道路に位置付けられているにもかかわらず、平成28年4月に発生した熊本地震では、倒壊家屋等により通行ができなくなるなど、物資の輸送や救急活動等に大きな支障となっていた。熊本県ではこのことを重く受け止め、本線を益城町の復興計画の中心軸とした上で、新たに「都市計画道路益城中央線」として4車線化にする事業が進められている。

その一方で、益城町では平成28年熊本地震後に国土交通省による活断層の調査及び検討が行われた<sup>1)</sup>。調査の結果、同町内の市街地に新たな活断層の存在が報告されている。益城中央線の道路拡幅事業において、益城町市街地を流れる鉄砂川に架橋予定である馬水橋はこの活断層の近傍に位置し、橋梁設計の基礎資料とするための地質調査を実施するとともに、橋梁計画箇所における活断層の有無についても確認する必要があった。

## 3. 調査における問題点及び調査計画

調査の実施に先立ち、既存の文献<sup>1~3)</sup>から当該地の断層活動の状況・分布を確認し、調査計画の立案を行った。調査地周辺の活断層分布を図-1に示す。



図-1 既存資料に基づく推定活断層位置及び調査位置図<sup>4)</sup>

## (1) 調査における問題点

既存資料の収集整理結果より、当該地域に分布すると推定される活断層は3本(活断層A~C)あり、そのうちの活断層Bおよび活断層C(C')が橋梁計画箇所に近接していることが判明した。しかし、当該地は市街地で露頭がなく、復旧工事により周辺の路面亀裂等の変状が確認できないため、活断層の地表での分布位置は不明であった。また、既往資料より当該地には阿蘇火砕流堆積物の非溶結部等の未固結地盤(表-1)が深部まで厚く堆積しており、岩盤と土砂部の境界のズレを明確に把握することが困難である。

## (2) 調査計画

本調査地の東側にて実施された既存調査では、断層帯を挟んだ2地点間(220m)において、阿蘇火砕流堆積物間の間隙層(表-1 赤枠内)に最大約15mの標高差が認められ、この間隙層の標高差を活断層のズレの指標としていた。そこで、本調査でもこの層を鍵層として、出現標高の差を活断層位置の推定の手掛かりとし、橋梁計画箇所及び活断層直交方向にオールコアボーリングを群列に配置した。

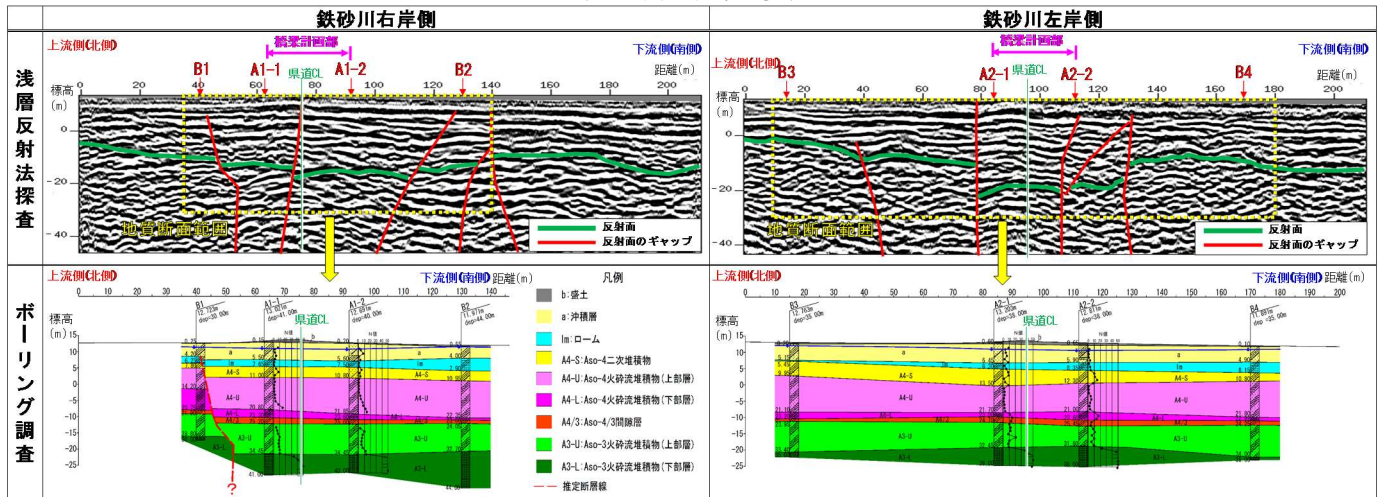
表-1 調査地周辺の地質層序表

時代	地層名	記号	代表的なコア写真	性 状
完新世	盛土	b		道路造成時の盛土。
	沖積層	a		φ10~20mm程度の礫を混入する不均一な砂~砂質粘土からなり、鉄砂川下流側で粒径が小さくなる。N値は1~9回を示す。
	ローム	lm		暗灰色の有機質粘性土からなり、部分的に砂分を混入する。植物片を多く混入し、中位の含水がある。N値は1~5回を示す。
第四紀	Aso-4二次堆積物	A4-S		褐色の不均一な中~粗砂を主体とし、φ5~20mm程度の礫主体部が所々繰り返して分布する。N値は1~15回を示す。
	上部層	A4-U		淡灰色を呈する粘土混じり火山灰質細中砂からなり、白~黄白色の軽石を多量に混入する。下方に向かい、徐々に粗粒化し、軽石の混入量も増加する。N値は1~5回を示す。
	下部層	A4-L		粘土混じり火山灰質砂礫からなり、φ5~30mm程度の異質岩片を主体とし、軽石も混入する。N値は11~17回を示す。
	Aso-4/3間隙層	A4/3		褐色のシルト質砂からなり、半固結状を呈する。N値は4~15回を示す。
更新世	上部層	A3-U		火砕流堆積物の非溶結部。褐~淡褐色を呈する礫混じり火山灰質砂からなり、φ5~20mm程度の異質岩片やスコリア片を混入する。N値は3~21回を示す。
	下部層	A3-L		火砕流堆積物の弱溶結部(非溶結)。φ5~20mm程度の異質岩片やスコリア片を混入する火山角礫状を呈し、溶結している。ハンマーで容易に崩れる程度である。N値は概ね30回以上を示す。

また、二次元的に把握可能な物理探査を活断層Bの延長線及び活断層Cの推定位置を跨いだ箇所でもボーリング調査前に実施することにより、効果的なボーリング配置計画を立案した。

なお、物理探査については本調査地の特徴(市街地で地形に起伏がなく密度差のある地層が堆積していること)を踏まえて、地層のズレを把握しやすい浅層反射法探査を実施した。さらにより精度を高めるため探査測線を鉄砂川両岸に配置し、受振器間隔を通常の2.0mから0.5mピッチに変更し測定を行った。

表-3 調査結果一覧表



#### 4. 調査結果

##### (1) 浅層反射法探査結果

表-3の上段に示す通り、両岸で標高0～20m 付近において反射面が想定された。また、断面中にギャップが認められたため、深度方向に比較的連続するものを赤線で示した。これらは地層の乱れを現し、ギャップの内外で地層のズレが生じていると考えられ、活断層の可能性を示す。

##### (2) ボーリング調査結果

上記のギャップを挟んで実施したボーリング調査結果(表-3下段)より、鉄砂川左岸側では地層は概ね水平に分布し、鍵層である Aso-4/3間隙層の出現標高にも大きな差は生じていなかった。一方、右岸側では、A1-1～B2地点間では鍵層の出現標高に差は生じていなかったが、北側の B1～A1-1地点間にて鍵層に2.25m の標高差が生じていた。同様にその上下位層の Aso-4火砕流堆積物及び Aso-3火砕流堆積物にも出現標高に差が認められた。なお、Aso-4火砕流堆積物下部層については B1地点のみ層厚が厚いのも特異的である。

#### 5. 考察

調査結果より当該地周辺の活断層の有無について評価を行った。活断層位置の推定については国土交通省都市局の報告書<sup>1)</sup>に示される以下の事項に則り考察する。

- ① 明瞭な段差地形の有無
- ② 地表に現れる連続的な亀裂の有無
- ③ 活断層の繰り返しにより柔らかくなった地層(破碎帯等)の有無
- ④ 同一地層の標高差の有無

①及び②については既存文献調査や現地調査でも新たな情報を得ることはできなかった。③についてもボーリングコアの観察にて破碎帯等の地層の乱れは認められなかった。④に関しては調査地全体を通して、水平に地層が分布する中で、探査でギャップが認められた B1～A1-1地点間(23m)にてボーリングでも鍵層に2.25m の標高差

が生じている。この標高差は、縦横比で見ると、既存資料で活断層の根拠としている2地点間(220m)のボーリングでの標高差(15.1m)よりも大きいことから当該箇所に活断層が存在する可能性がある。しかし、左岸北側の B3～A2-1地点間には同様の高低差が認められないため、現段階では両岸を活断層としてつなぐことは難しい。

以上のことから、当該地域の活断層は橋梁計画箇所よりも北側に位置する可能性は完全に否定できないが、橋梁直下に明瞭な活断層の出現は考えにくく、事業者、設計者との協議の結果、活断層変位を見込まない計画通りの架橋が可能と判断された。

#### 6. おわりに

本調査のような周囲に露頭のない市街地でも、浅層反射法探査とボーリングを組み合わせることで活断層が存在する可能性があるエリアを抽出することができた。しかし、今回はあくまでも橋梁の基礎調査が主体であり、橋梁直下には明瞭な活断層の出現は考えにくかったため、活断層そのものの分布性状の把握までには至っていない。今後の課題として、ステップの可能性や横ずれ断層等を考慮して、地層分布の特異性(層厚の変化)等を踏まえた上で、活断層のより詳しい性状を確認するために、浅層反射法探査にて想定された反射面のギャップを跨いだ斜めボーリングの追加実施により、地質情報を増やして活断層評価の精度を引き上げる必要もあると考える。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 国土交通省都市局：熊本地震からの益城町の市街地復興に向けた安全対策のあり方等に関する報告書最終報告，p.8-63，2017.3
- 2) 国土地理院：都市圏活断層図「熊本」改訂版，2017.10
- 3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂)，p12-31，2013.2
- 4) 国土地理院：基盤図データ，<https://www.gsi.go.jp/> (確認日：2019.6.10)