

道路工事で中央構造線の活断層を保全 ～国道32号猪ノ鼻道路 保存検討委員会で決定～

田中 亘

四国地方整備局 徳島河川国道事務所 工務第二課 (〒770-8554 徳島市上吉野町3丁目35)

徳島県三好市州津地内の猪ノ鼻道路建設工事に伴い、掘削法面に明瞭な断層露頭が出現した。断層は、中央構造線活断層系の1つである「池田断層」で、基盤岩である砂岩泥岩（白亜紀和泉層群）と新期堆積物の砂礫層（第四紀段丘礫層）との境界として現れた。新旧の地層が接する良好な断層露頭で学術的に極めて貴重な露頭であること、また法面全体に断層露頭が見られる希少なケースであることから、有識者による委員会検討を通じて本露頭を保存することとした。

キーワード 中央構造線活断層系、池田断層、道路法面、断層露頭保存、委員会検討

1. はじめに

広域的な道路ネットワーク整備により、丘陵地や山間地などでの道路建設工事が増えている。工事の中で行われる切土掘削は、地層を広く切開し観察の機会を与える。こうして出現した露頭の中には、しばしば学術的に貴重な地質情報を有するものもあり、地質学的・応用地質学的な調査研究対象となるものも多い。しかし、一般的に切土法面は、掘削後直ちに保護・被覆工が施されることから、露頭を観察できる時間はごく短期間に限られてしまう。

本文は、猪ノ鼻道路建設工事に伴う切土法面に出現した中央構造線断層系「池田断層」について、その学術的重要性から、有識者による検討委員会で調整を図りながら本断層露頭を保存した事例を報告するものである。

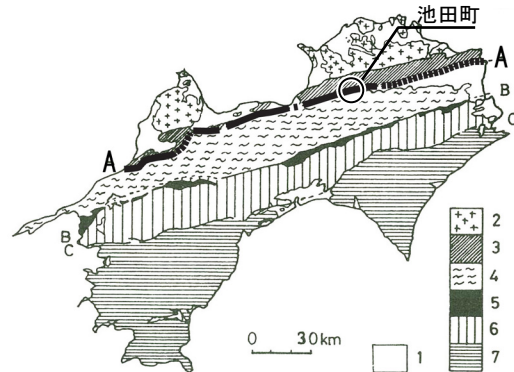
2. 中央構造線活断層系「池田断層」の概要

(1) 中央構造線活断層系の概要

中央構造線は、九州から四国、紀伊半島を経て関東地方まで至る延長約900kmの大断層である(図-1)。地質学的にみた中央構造線は、四国地域では、北側の和泉層群(約8千万年前の海成堆積岩)と南側の三波川変成岩(約1億年前の変成岩)との境界断層とされる。この地質境界に沿って、新旧の断層が並走・雁行する“断層系”が形成されている。これら断層の一部は、活断層であり、河成段丘面の累積的な変位や河谷の系統的な右横ずれなど、鮮明な断層変位地形を残している。さらに、トレンチ調査などの地質調査の結果から、一部の断層では有史以降に活動したことも明らかにされている¹⁾。

(2) 池田断層の概要

池田断層は中央構造線活断層系の1つで、讃岐山脈南麓に沿って、伊予三島から太刀野付近まで至る延長約30kmの活断層である。このうち、池田町市街地では吉野川によって形成された河成段丘面に高さ30m程度の急崖が発達している(図-2)。この崖は池田断層の活動によって形成された“断層崖”と考えられており、崖を境に北側が高くなっている。



A-A: 中央構造線 1: 沖積層・洪積層 (●) 5: 御荷鉾緑色岩類
B-B: 御荷鉾構造線 2: 領家花崗岩類 6: 中生層・古生層 (秋父累帯)
C-C: 仏像構造線 3: 和泉層群 (●) 7: 中生層・古第三紀層 (四万十帯)
4: 三波川変成岩類

※●印は今回保存する露頭に出現する主な地質

図-1 四国地域の中央構造線の分布位置²⁾



図-2 池田町から州津付近の“池田断層”の分布³⁾

(3) 猪ノ鼻道路建設工事で出現した池田断層

今回報告する断層露頭は、三好市州津の猪ノ鼻道路工事に伴う掘削法面に出現した(写真-1)。その出現位置や周辺の地形状況から、本断層は池田断層の主部にあたると考えられる。断層は掘削法面全体に広く露頭し、新しい時代に堆積した砂礫層(段丘礫層:数万年前に吉野川が運搬した砂礫層)と古い時代の地層(和泉層群の砂岩や泥岩からなる基盤岩)が高角度で接し、相対的に古い地層が新しい地層の上にずり上がっている。断層面の傾斜は 60° ~ 80° の北側傾斜である。断層の走向は概ね東西方向で、現在周辺に発達する崖の位置・方向に調和的である。断層面付近では、礫の回転や割れ目への落ち込み、粘土状~礫状に破碎された岩盤(破碎帯)といった地質構造が見られる(写真-2)。これらは、断層活動に伴って形成される特徴的な構造で、礫の回転や落ち込みなどは、断層の垂直方向の運動のみならず、横ずれ運動の痕跡を示すものである。また、岩盤の破碎帯が、断層面から離れるほど(北側に向かって)次第に破碎の程度が弱くなっていく様子が連続的に観察できる。

中央構造線の断層露頭はこれまで、本地区の東を流れる鮎苦谷川の河床や、さらに東の吉野川河床(太刀野地区)などでも露出しているが、多くは基盤岩部分の断層である。今回出現した露頭のように、基盤岩と新期の堆積物が接する断層露頭は稀なケースであり、極めて貴重なものである。

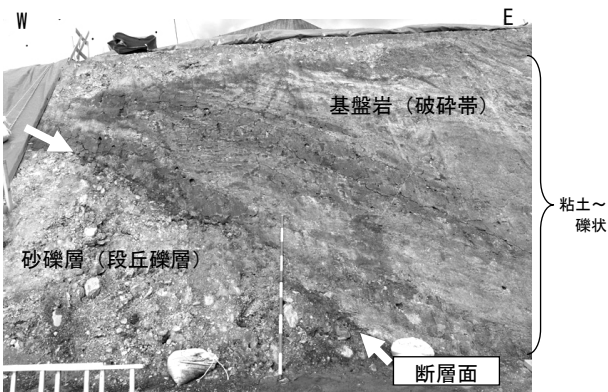


写真-1 切土法面に出現した池田断層の露頭



写真-2 断層面付近の変形構造(水路工掘削溝内)

3. 保存工事

(1) 実施方針

徳島河川国道事務所は、本露頭の学術的貴重性を重視し、これを保存することを決定した。そこで、保存方法や保存範囲など、保存工事に係る検討を、有識者を交えた委員会検討方式で行った(表-1、写真-3)。ここで、保存工事の基本方針は、道路構造物としての機能を著しく損なわないよう、法面对策工として当初計画されていた「法枠工」を応用した方法によるものとした。

表-1 有識者委員一覧

所属	氏名(敬称略/順不同)
愛媛大学 理事・副学長	矢田部 龍一
香川大学 工学部 教授	長谷川 修一
徳島大学 総合科学部 教授	石田 啓介
徳島大学 大学院 准教授	西山 賢一
徳島大学 大学院 准教授	蔣 景彩
京都大学 防災研究所 准教授	末峯 章
三好市教育委員会 次長	馬淵 文彦



写真-3 検討委員会開催状況

(2) 委員会検討結果

a) 保存形式

全国各地の断層露頭の保存事例を参考に、①上屋式(露頭を建物で覆う方式)、②被覆式(断層をアクリル板等で覆う方式)、③固化処理(溶剤で地層を固化する方式)の3タイプから検討した(写真-4)。各タイプの当該法面への適用性を検討すると、①は用地に制限があり上屋設置が困難であること、②は保存箇所直近を車輛が通るため飛石による破損の恐れがあること、また紫外線等によるアクリル板自体の劣化等が予想されたことから不適と判断した。一方、③は風雨による多少の侵食が懸念されるものの、法面内で保存でき、定期的なメンテナンスで済むことなどから適当な方法と評価し、これを採用した。



①上屋式
千屋断層(秋田県)、丹那断層(静岡県)など

②被覆式
木戸山西方断層(山口県)など

③固化処理(◎採用)
野島断層(兵庫県)など

写真-4 断層保存方法の例

b) 固化処理溶剤

地層や石材、遺跡等の固化によく使用されている数種類の溶剤から、本法面の地質状況に最も適していると考えられる2種の溶剤を選定した。1つは、砂や石材の補強用に開発された「TOT」(田中地質コンサルタント, NETIS: KK-980071 登録)で、断層露頭の保存に実績が多い。もう1種は表面の硬度や耐磨耗性を向上させる特性をもつ「SS-105」(日本コロート社)で、TOT 固化後の表面保護を目的に採用した。固化処理は、これら溶剤を保存対象となる法枠内の地層に塗布するものとした。

c) 保存範囲

本断層露頭の特徴は、断層面から離れるに従い、破碎帯の破碎程度が遷移的に変化することである。これらの構造的差異を比較して観察できるように保存範囲(法枠)は、断層面で1箇所、破碎帯で3箇所の計4箇所とした。また、保存位置の法枠の大きさについては、観察面の視界や施工後のメンテナンス性を考慮し、2.5m スパンとした(図-3)。法面で断層が露頭する約40m 区間をこの仕様とし、他区間は当初計画の1.5m スパンの簡易法枠とした。

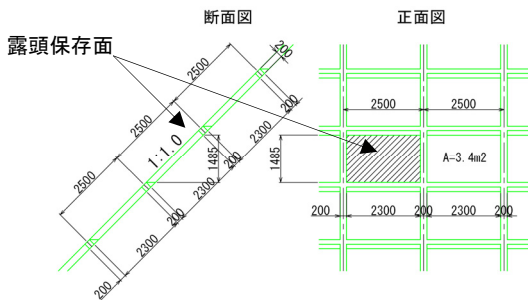


図-3 保存区間の法枠断面・正面図

d) その他検討結果

露頭観察は道路対面に見学用ヤードを設け、ここから行うものとし、併せて説明看板を設置することとした。また、法面の湧水対策として排水ボーリング工を施すこと、保存枠内への植生(根)の侵入を防ぐために法枠外縁に防根壁を設置することとした。

(4) 施工結果

保存工事は委員会で承認された方法で、法面整形・保存面の仮養生、法枠工、防根壁工・コンクリート吹付工、水抜き工、保存面の最終整形、固化溶剤塗布、仕上工の手順で進めた(写真-5)。また、溶剤塗布に先立ち、近隣の露頭へ試験塗布を行い、固化効果や必要塗布量を確認し、本施工へ反映させた。

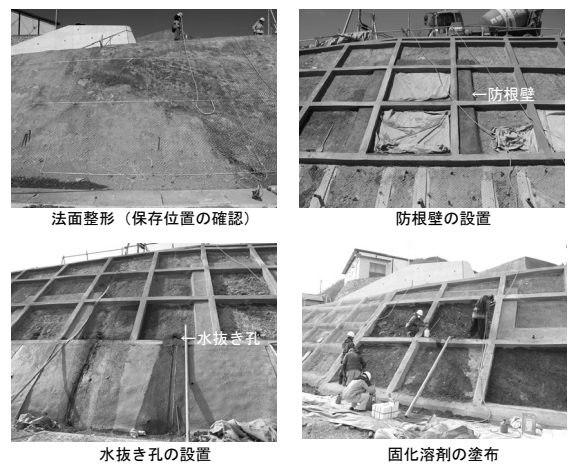


写真-5 保存工事の主な施工状況

以上の施工を経て、池田断層の露頭保存工事を完了した(平成23年2月)。施工前の断層露頭の全景、及び施工後の状況を写真-6に示す。

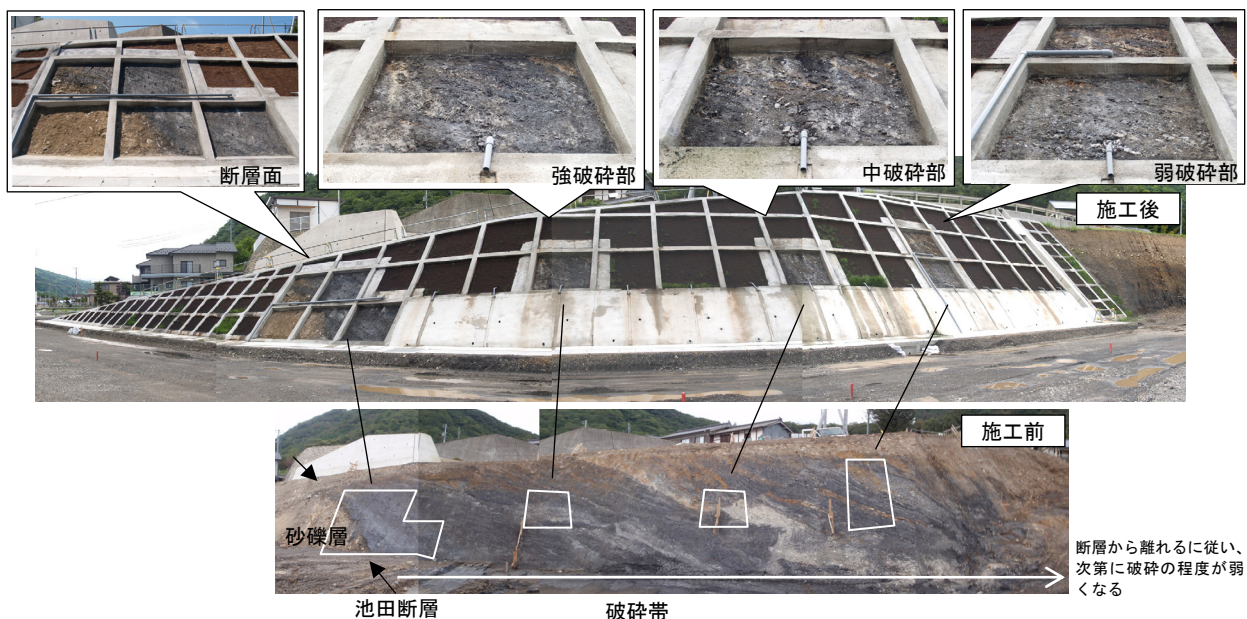


写真-6 池田断層露頭保存工の施工後状況

4. 施工後の経過と今後の課題

保存工事施工後、定期的に保存露頭の状況確認を行っている。2月の湧水期に工事を完了し、現在は今後の豊水期を迎えるにあたり、風雨や地下水（湧水）の保存面への影響を確認中である。施工後約3ヶ月を経た5月末に実施した確認結果の一例を以下に記す（実施日：平成23年5月28日、前日までの雨量：約300mm）

(1) 保存面の状況

いずれの保存面とも、斜面崩壊や雨水による浸食等の大きな変状は認められない。ただし、断層破碎帯のうち、断层面近傍の粘土分が卓越する部分では、亀甲状に分離した表面の浮きや、スレーキング（堆積岩類が湿潤の繰り返しにより細粒化する現象）が発生している（写真-7）。一方、礫層部分はマトリックス（礫間充填物）が比較的良く固結しており、礫の抜け落ちなどの小崩壊は発生していない（写真-8）。



↑スレーキングが顕著な範囲

写真-7 粘土分卓越部分で発生したスレーキング



↑法面下端からの若干の浸み出し

写真-8 砂礫層の固化状況

(2) 地下水の状況

保存面表層部に若干の湿りはあるものの、法面全体にみて、顕著な湧水は認められない。ただし、破碎帯区間では、断层面から離れるに従い、地下水の浸み出しの程度が増加する傾向が認められる（写真-6の中段写真参照）。これは、断层面付近ほど粘土分が卓越し難透水性の地質であるが、断层面から離れるに従って破碎の程度が弱くなり、礫状～岩片状の地質となるために透水性がやや増加することによ

るものと考えられる。

(3) 今後の課題

今回、断層露頭の保存方法として、溶剤による固化処理方法を採用した。本手法では、溶剤の追加塗布など、定期的なメンテナンスによって状態を保つ方針である。しかし、露頭の一部ではスレーキングの発生など、耐久性に問題のある箇所が認められた。

スレーキングは主に粘土の乾湿の繰り返しにより発生する。本露頭では、帯状～レンズ状にスレーキングが発生していることから、粘土分の多寡は破碎前の基盤岩の岩質の違いによると推測される。当該地域の基盤岩は砂岩と泥岩を主体としており、泥岩が破碎した部分で粘土分が卓越すると考えられる。

スレーキングは比較的短期間に進行する風化現象であるため、早急な対処が必要である。今後、特に粘土卓越部分に固化溶剤を追加塗布し、その効果を確認する予定である。そこで、期待される効果が発現しない場合は、粘土部分を風雨から保護するための方法などを改めて検討し（例えば、アクリル板による部分被覆、樹脂系材料による表面コーティングなど）、順応的な管理を行う。本露頭は、粘土、砂、砂礫、岩片が混在しているため、今後の対処にあたっては、それぞれの地質の性状を考慮しながら、より効果的な方法を検討していきたい。

5. まとめ

有識者を交えた委員会を通じ、道路法面に出現した断層露頭を保存した。一部、耐久性から維持管理上の課題を残したものの、このような学術的価値の高い露頭を保存したことは、研究者のみならず、小中学生をはじめとする一般の人々への教材として有用なものになると期待される。また最近では、「ジオパーク構想」に代表されるような、地形地質学的に貴重な場所を観光資源として活用しようとする動きも活発である。

本報告は、断層露頭の保存に重点を置いたものであるが、今後、各種公共施設に様々な観点から付加価値を与えていくことも重要と考える。

参考文献

- 1) 通商産業省工業技術院地質調査所（現独立行政法人産業技術総合研究所）：中央構造線活断層系（四国地域）ストリップマップ及び同説明書，平成5年9月。
- 2) 四国地方土地質図編纂委員会：四国地方土地質図及び同解説書，平成10年3月発行
- 3) 国土交通省：国土画像情報（カラー空中写真）