

敦賀発電所敷地内破砕帯に関する当社の考え方について

昨年 4 月 24 日に行われた旧原子力安全・保安院による現地調査において、2 号機原子炉建屋の直下に分布する D-1 破砕帯について、その「活動性」及び「浦底断層との連動性（同時活動性）」につき更に調査する必要があるとの指摘がなされた。それを受けて当社は、5 月 14 日の意見聴取会において当該調査に係る計画を提示し、意見聴取会の了承を得、以来調査を行ってきた。

以下にその調査結果に基づく科学的評価を示すとともに、昨年 12 月 10 日の評価会合でなされた指摘に対する考え方を示すこととする。

また、当社は現在継続中の調査を、2 月末を目途に終了する予定であり、それらの調査データを取り揃えた上で敷地内破砕帯に関する科学的観点からの総合評価を取り纏め、原子力規制委員会に提出、公表したいと考えている。

なお、昨年 12 月 10 日の評価会合での主な指摘に対する当社の考え方は次のとおり。

◆ 評価会合での主な指摘

- ・ D-1 トレンチで確認されたせん断面は、後期更新世頃に活動したものであって、D-1 破砕帯に近接していることから、せん断面は D-1 破砕帯に関連している可能性がある。
- ・ 従って、2 号機原子炉建屋直下の D-1 破砕帯は、耐震設計上考慮すべき断層の可能性がある。

◆ 指摘に対する当社の見解

- ・ せん断面と D-1 破砕帯とでは、ずれの方向（変位センス）が明らかに異なっていることを現地調査で確認しており、せん断面は D-1 破砕帯と関連するものではない。
- ・ D-1 破砕帯は、トレンチ調査により、少なくとも約 9.5 万年前以降の地層に変位、変形を与えていないことを確認したことから、2 号機原子炉建屋直下の D-1 破砕帯は耐震設計上考慮すべき断層ではないと判断している。
- ・ なお、せん断面は、浦底断層の活動に伴い副次的に形成されたものであって局所的に分布するものではないかと考えており、現在継続中の調査の中で明らかにしていく。

I. D-1 破砕帯の「活動性」及び「浦底断層との連動性（同時活動性）」について

D-1 破砕帯について、その「活動性」につき先の意見聴取会でご指示を頂いた「上載地層法」による評価を行った。その結果、D-1 破砕帯は耐震設計上考慮すべき「活断層」ではなく、また浦底断層と「連動して活動した」ことがあるものではないことが明らかになった。

I-A. D-1 破砕帯の「活動性」について

1. D-1 破砕帯の広がり（連続性）

(1) 「連続性」の評価

D-1 破砕帯は、以下のような地質的特徴を持った正断層センス及び右横ずれセンスを有する、連続したものであることを確認した。

①地質的特徴

(イ) 方向は概ね南北、西側の高角度に傾斜するものであって、(資料1)

(ロ) 破砕帯は固結したもの(カタクレサイト)及び未固結のもの(断層ガウジ)からなるものである。

②連続性の評価

確認した破砕帯の走向・傾斜に基づき延長し、延長した位置に走向・傾斜が類似する破砕帯があるなどの場合には、連続するものとして評価するとの考え方に立って、南北方向に数ヶ所に点在するトレンチ、ボーリングコア、露頭の薄片観察結果から、D-1 破砕帯の断層ガウジの最新活動面の変位センスは一貫して正断層センス及び右横ずれセンスを有していることから、D-1 破砕帯が一連のものであることの「連続性」を確認した。(資料1)

(2) 評価会合での指摘について

「断層ガウジの中に顕著な白色粘土を伴わず、固結度も高いものが混じっていることから、一連のものではない」との指摘について

一般に、同一の破砕帯であっても、断層ガウジが形成される環境によって断層ガウジの色調が異なる場合があることから、断層ガウジの色調のみを以って連続しているか否かを評価することは適切でない。

2. D-1 破砕帯の「上載地層法」による「活動性」の評価

(1) 上載地層法による評価

D-1 破砕帯は、D-1 トレンチ北側ピット及び既往露頭において少なくとも約 9.5 万年前以降の地層に変位・変形を与えていない(活動の痕跡がない)ことが確実に見てとれることから、耐震設計上考慮すべき「活断層」ではないことが明らかになった。

(2) 評価会合での指摘について

- ① 「D-1 既往露頭では、D-1 破砕帯の東側の岩盤の一部（H層）が仮に堆積物であった場合、D-1 破砕帯は新しい時代に活動した可能性がある」との指摘について（資料2）

指摘の当該箇所（H層）については、

(i) 既往露頭を奥側に掘削した結果、D-1 破砕帯の東側は岩盤であることを確認していること。

(ii) 花崗岩には火山灰は含まれないが、当該箇所での火山灰分析では、H層からは火山起源のものは一切確認されていないこと。

から、H層は堆積物ではなく、岩盤であることは明らかである。

従って、この指摘は当たらない。

- ② 「D-1 4 破砕帯やH-3 a 破砕帯については、軟質な断層ガウジがあることから活断層の可能性はある」との指摘について

断層ガウジの硬軟については、例えばD-1 破砕帯についても場所により硬軟のばらつきがあり、また含水状態によっても大きく変化するものと考えられることから、断層ガウジの硬軟のみを以って活動性を評価することは適切でない。

- ③ 「累積した見かけの変位方向（最初は正断層で活動していたが、その後逆断層で活動（インバージョン）した結果として、現在は見かけ上は正断層的に見える状況）に基づき破砕帯の活動性の評価をすることは適切ではない」との指摘について

当社の行った破砕帯の活動性の評価は、破砕帯の変位センスについて、断層ガウジの薄片観察結果による最新活動面の運動方向に基づき判断したものであって、見かけの変位方向に基づき判断したものではないので、指摘は当たらない。

I-B. D-1 破砕帯の「浦底断層との連動性（同時活動性）」について

D-1 破砕帯について、「浦底断層との連動性（同時活動性）」につき、それぞれ「活動履歴」による評価及び「数値解析」による評価を行った。

1. 過去の「活動履歴」による連動性（同時活動性）の評価（資料3）

浦底断層については、これまでに実施したトレンチ調査などから、後期更新世以降に複数回活動し、最新活動時期は約 4,000 年前以降であることが確認されている。

一方、D-1 破砕帯については、上記2.（1）で明らかにしたとおり、少なくとも

約 9.5 万年前以降に活動した痕跡はない。

このように、両者は活動時期が全く異なっており、D-1 破砕帯と浦底断層は少なくとも約 9.5 万年前以降に同時に活動していないことは明らかである。

2. 「数値解析」による連動性（同時活動性）の評価

「発電用原子炉施設の耐震安全性に関する安全審査の手引き（平成 22 年 12 月 20 日、原子力安全委員会了承）」においては、地震発生に伴う断層変位に対する評価に当たっては、建物・構築物が設置される地盤に生じる変位・変形を数値計算等によって評価する必要があるとしている。

この指針に従って、浦底断層の活動に伴い D-1 破砕帯を含めた周辺の破砕帯にずれが生ずるか否かを数値解析により検討した。（資料 4）

その結果、ずれの発生する可能性のある範囲は浦底断層の極く近傍であり、その範囲は極めて限定的であることが明らかになった。

これにより、2 号機原子炉建屋近傍では、破砕帯にずれが生じることはなく、原子炉建屋に影響を与える可能性がないことが確認された。

II. D-1 トレンチに見られるせん断面について

「D-1 トレンチに見られるせん断面について、それが D-1 破砕帯あるいはそれに類似した近傍の破砕帯と関連している」との評価会合での指摘については、

以下のとおり、変位センスの関係から判断して両者の間に「関連性がある」とは考えられない。

なお、せん断面の形成原因については、浦底断層の活動に伴い副次的に生じた局所的なものではないかと考えている（資料 5）が、現在継続中の調査（資料 6）の中で明らかにしていく考えである。

1. 変位センスの関係から見た関連性の評価

せん断面は、D-1 トレンチでの観察結果によれば、鉛直方向の変位センスは逆断層センスを示している。

一方、D-1 破砕帯は、D-1 トレンチ、ボーリング及び既往露頭における薄片観察結果等によれば、鉛直方向の変位センスは正断層センスを示している。このように両者の間には変位センスに全く整合性がないので、関連性があるとは考えられない。（資料 7）

また、敷地内においてこれまで確認した破砕帯（D-1 破砕帯、H-3 a 破砕帯、D-1 4 破砕帯など）の薄片観察結果によれば、鉛直方向の変位センスはいずれも正断層センスを示していることから、逆断層センスを示すせん断面が敷地内の何らかの破砕帯と関連性があるということはおよそ考えられない。

2. 評価会合での指摘について

①「せん断面について、後期更新世頃に活動した可能性があり、それがせん断面西方に指摘されている“変動地形の可能性のある地形”と関連している可能性がある」との指摘について

(i) せん断面はD-1 トレンチ内でせん滅しており、地形（地表）に現れていないこと。

(ii) せん断面と“変動地形の可能性のある地形”とは、水平距離で20m程度離れていること。（資料8）

(iii) そもそも“変動地形の可能性のある地形”が破碎帯あるいは活断層であるとの根拠は全く示されていないこと。

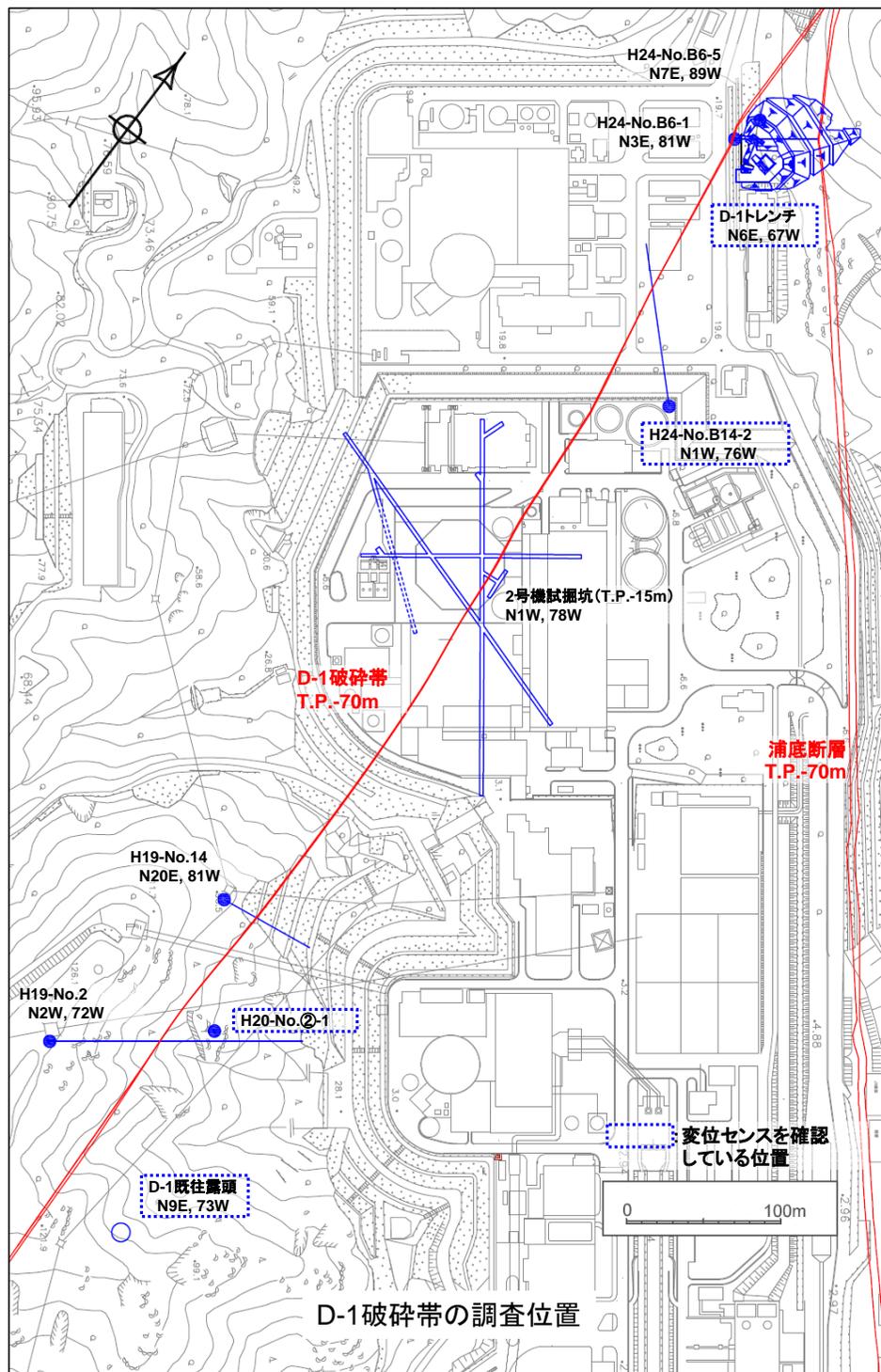
から、両者に**関連性がある**とは考えられない。

②「せん断面について、せん断面下方の斜めボーリングのコアに見られる岩盤中の割れ目と関連している可能性があることから、地下深部に連続する」との指摘について

せん断面は西側に傾斜しているが、せん断面と当該割れ目を連続するものと仮定した場合、全体の傾斜方向は東側傾斜となることから、両者は関連していないものと考えられる。（資料9）

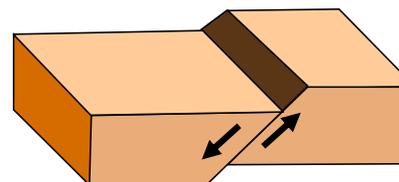
以 上

D-1破碎帯の調査位置および特徴

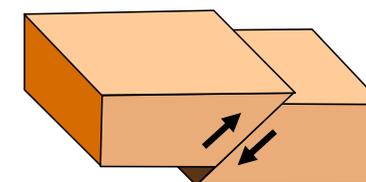


D-1破碎帯の特徴

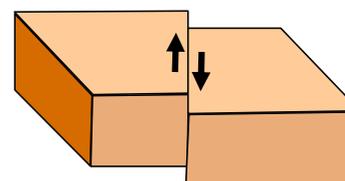
走向	概ねN-S
傾斜	高角度西傾斜
性状	カタクレーサイトと断層ガウジからなる。
変位センス	正断層、右横ずれ



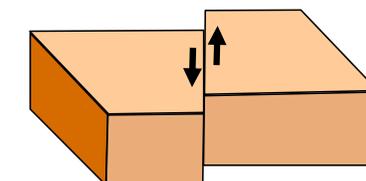
正断層



逆断層



右ずれ

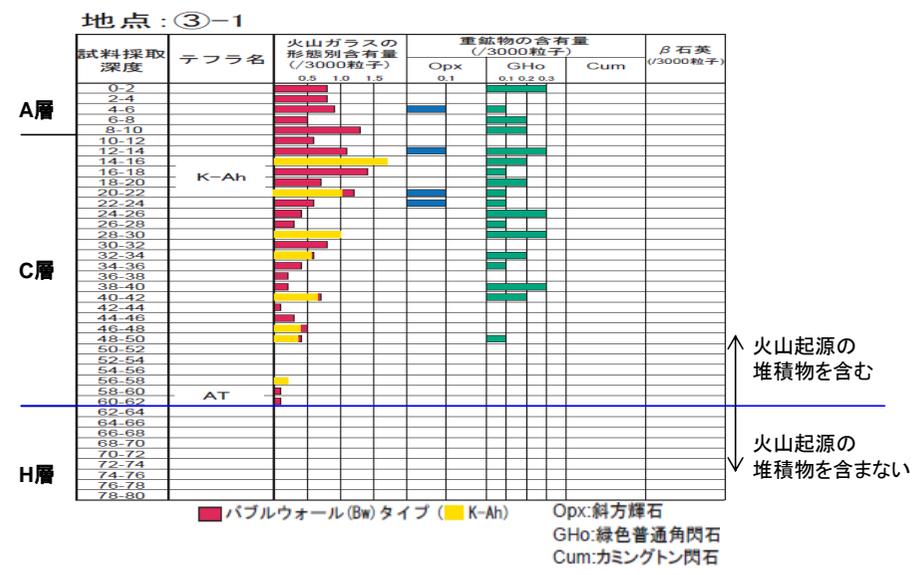
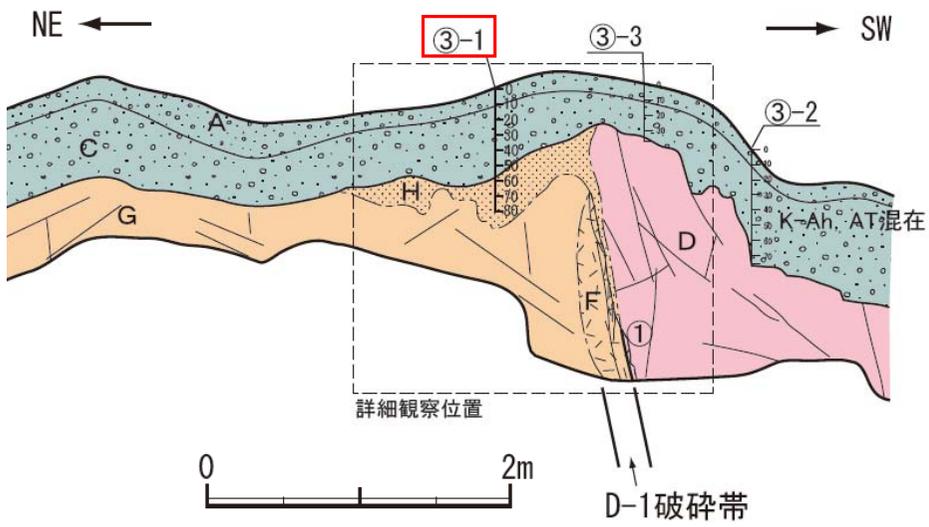


左ずれ

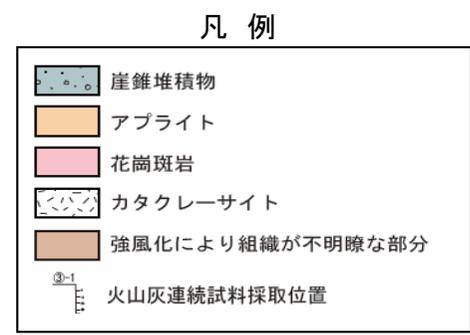
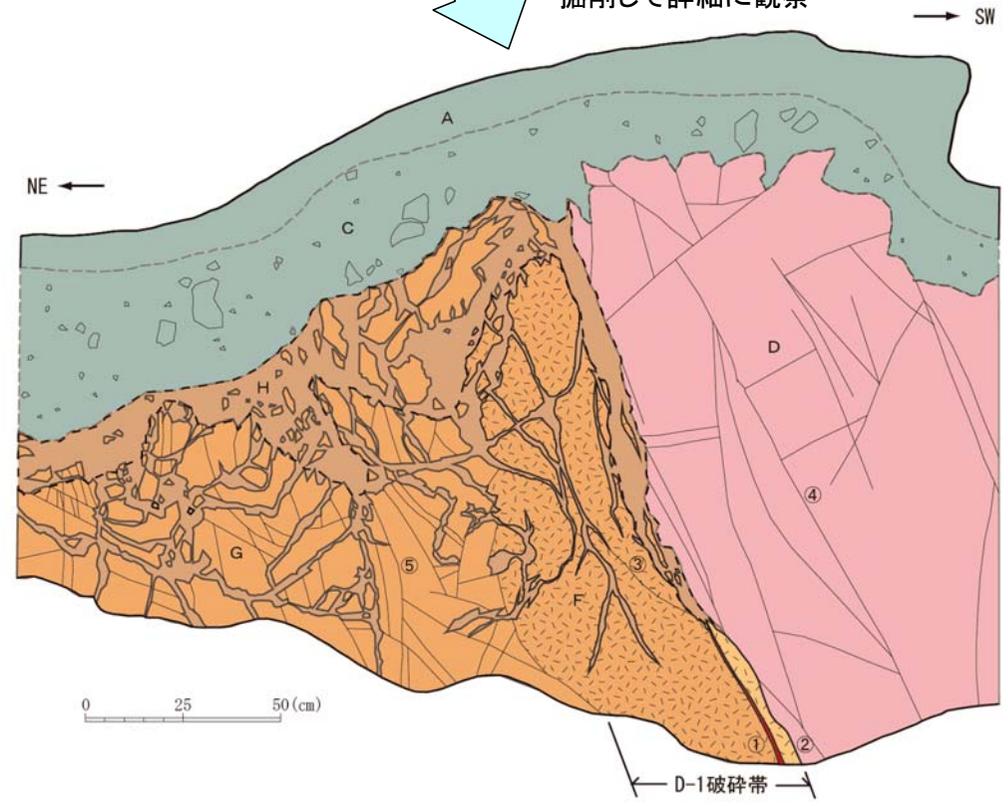
◆走向・傾斜の表現の仕方◆
NOE, OW

断層面が北から東方向に何
度ずれているかを示す

断層面が水平面から西側に
何度傾斜しているかを示す



D-1 既往露頭を奥側に掘削して詳細に観察



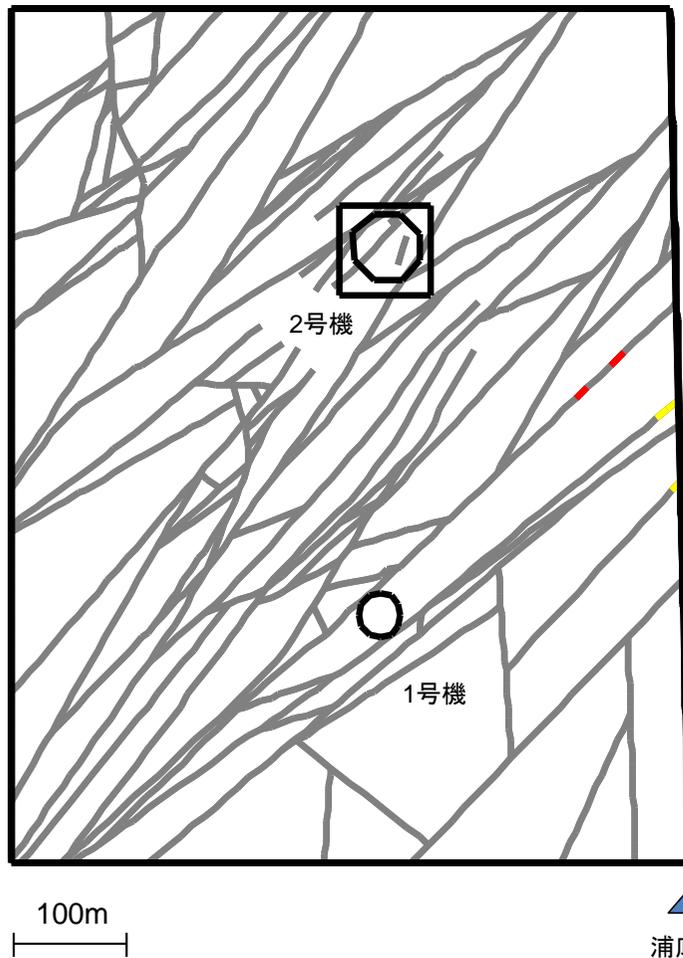
項目	浦底断層※1	D-1破砕帯
最新活動時期	約4,000年前以降※2	少なくとも約9.5万年前以前 D-1トレンチ北側ピット
平均活動間隔	5,000年±2,000年※3	—
約9.5万年前より 新しい時代の 活動回数	14回～32回 9.5万年÷平均活動間隔 〔 B地点トレンチでは、 約6万年前（DKP降灰）以降に 複数回活動した痕跡あり 〕	0回

※1 現在調査中

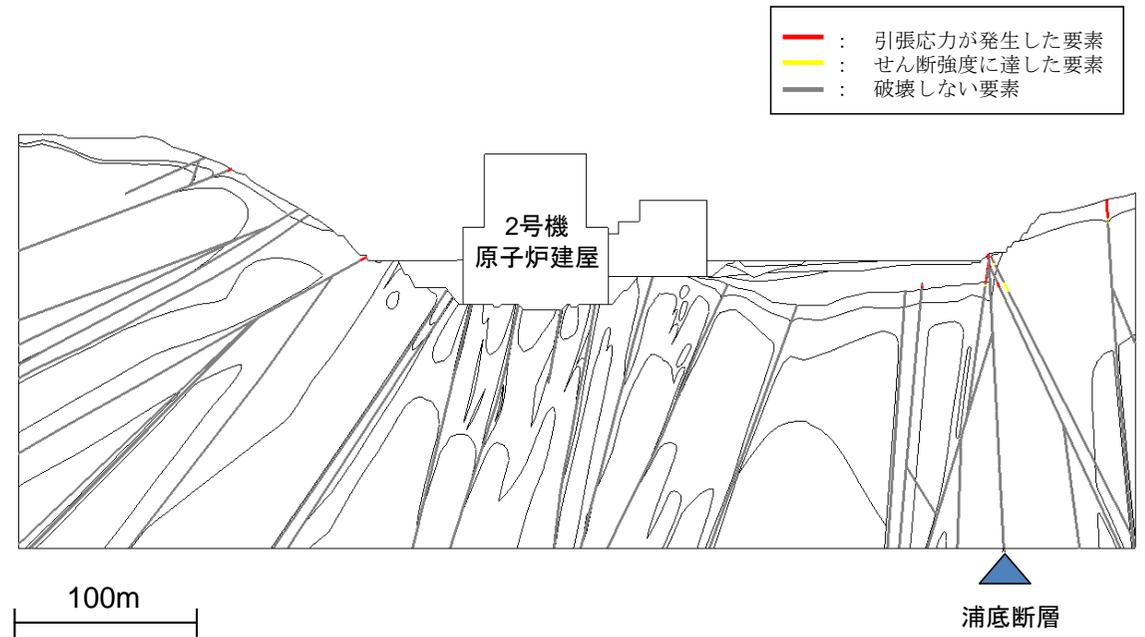
※2 「敦賀・現調2-2 敦賀発電所 敷地の地質・地質構造に関する調査、平成24年12月10日、日本原子力発電株式会社」、p.31～32に詳述

※3 沿岸海域における活断層調査 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯 浦底-柳ヶ瀬山断層帯 成果報告書、平成24年5月、産業技術総合研究所・東海大学、p33

- ・浦底断層の活動に伴いD-1破砕帯を含めた周辺の破砕帯にずれが生ずるか否かを数値解析により検討。
- ・ずれの発生する可能性のある範囲は浦底断層の極く近傍であり、その範囲は極めて限定的。
- ・2号機原子炉建屋近傍では破砕帯にずれが生じることはなく、原子炉建屋に影響を与える可能性がないことを確認。



— : 引張応力が発生した要素
 — : せん断強度に達した要素
 — : 破壊していない要素



— : 引張応力が発生した要素
 — : せん断強度に達した要素
 — : 破壊しない要素

破砕帯の安定性（水平断面）

破砕帯の安定性（2号機の鉛直断面の例）

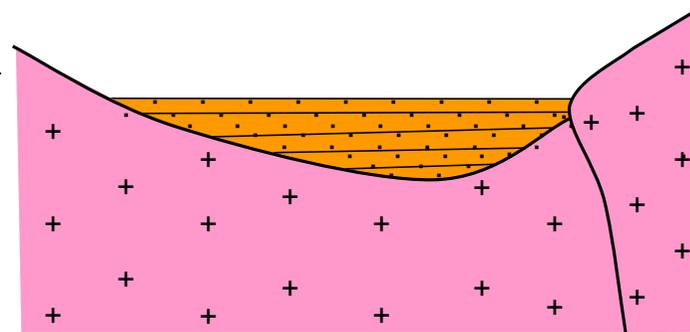
(例1)

図のように断層トレースが屈曲している場合、周辺地盤には圧縮力が作用する。

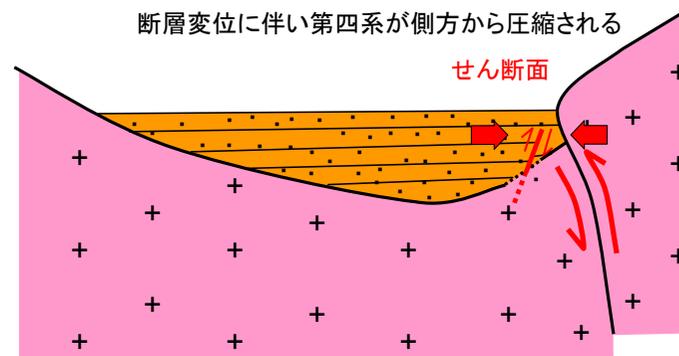


左横ずれ断層のトレースとずれの方向
(平面図)

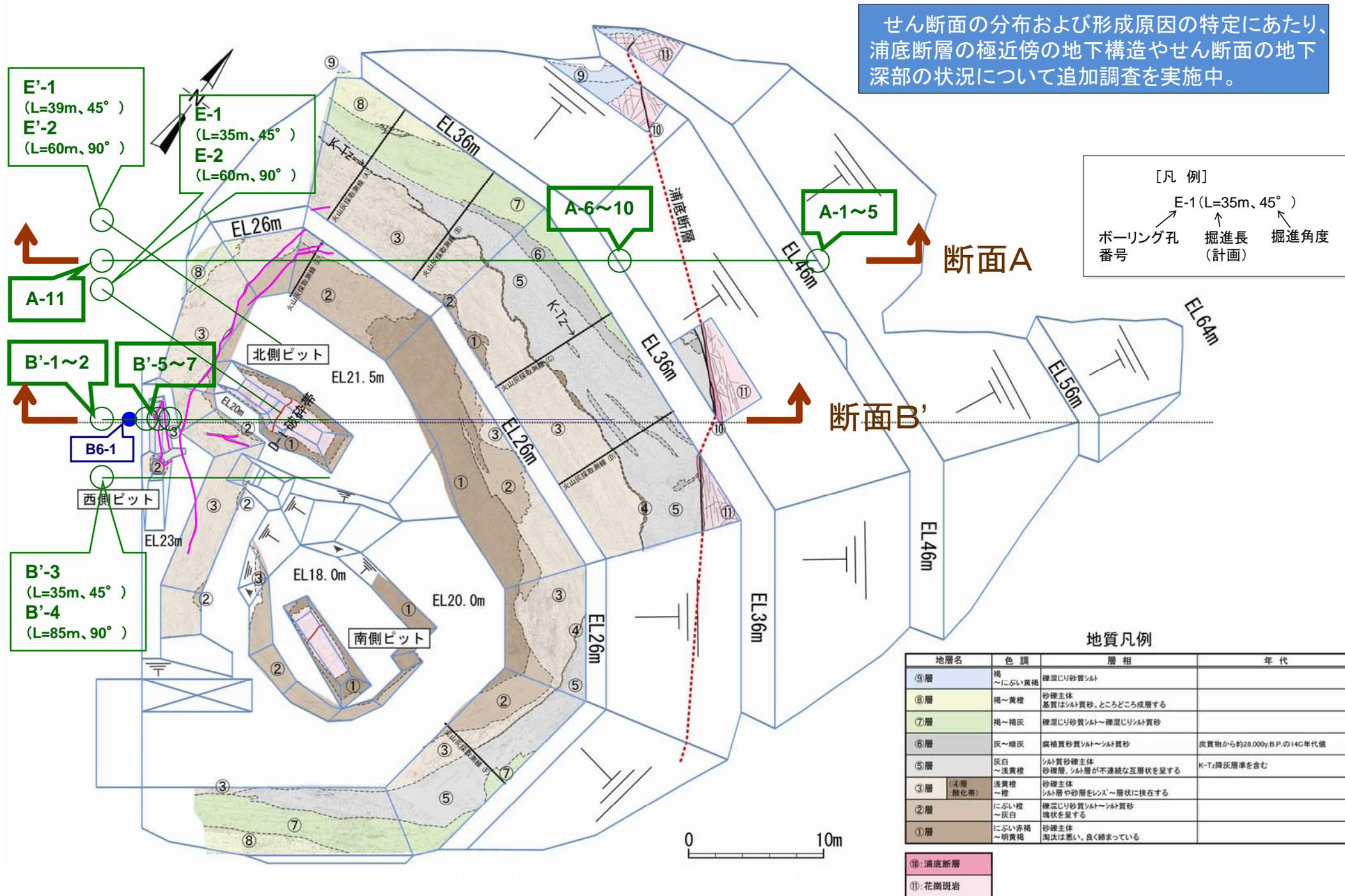
(例2)



断層変位に伴い第四系が側方から圧縮される



浦底断層の極近傍の模式図
(断面図)



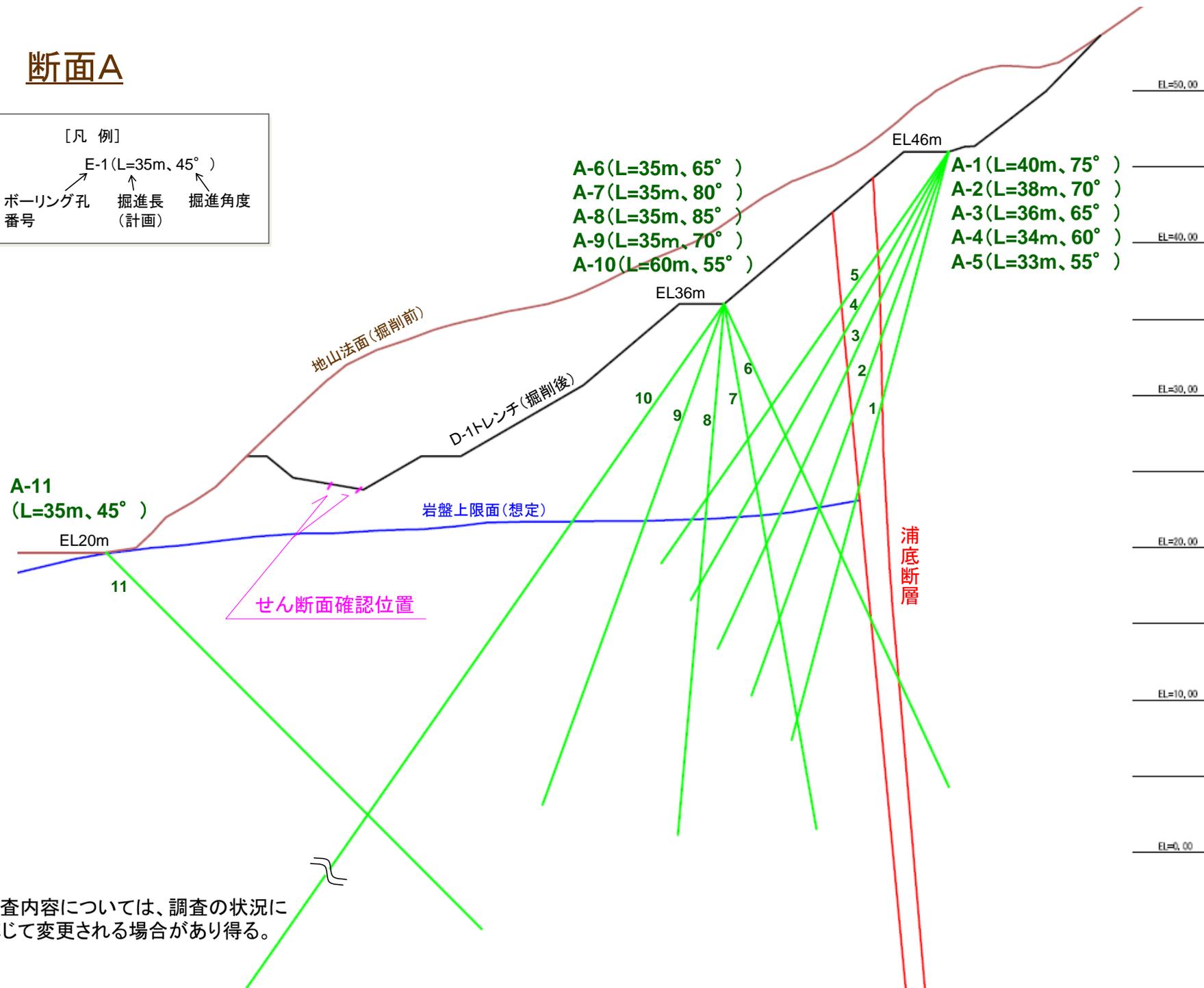
* 調査内容については、調査の状況に応じて変更される場合があります。

断面A

[凡例]

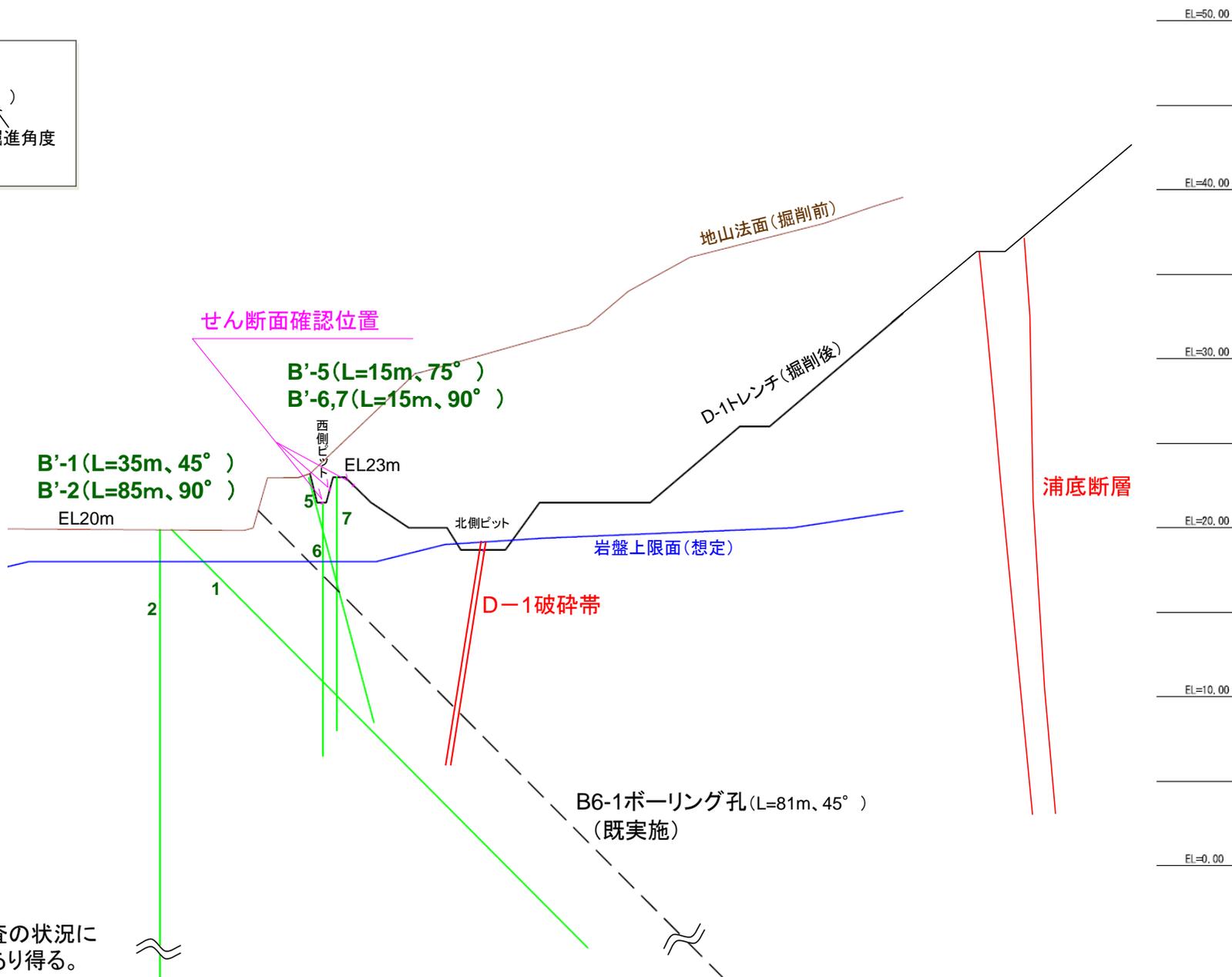
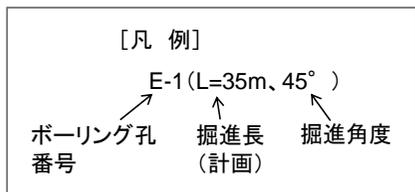
E-1 (L=35m, 45°)

ボーリング孔番号 掘進長(計画) 掘進角度



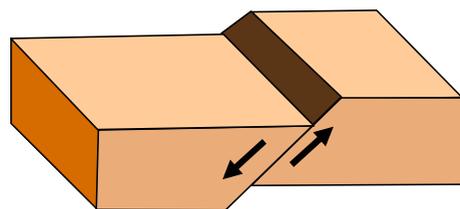
* 調査内容については、調査の状況に応じて変更される場合があります。

断面B'

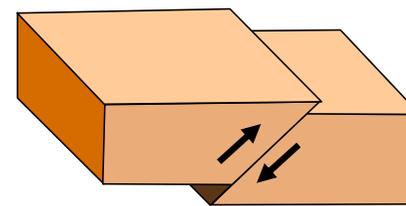


* 調査内容については、調査の状況に応じて変更される場合があり得る。

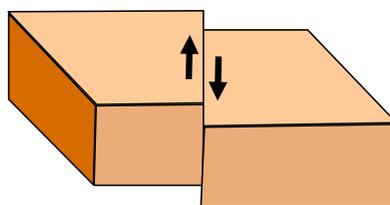
最新活動面の 変位センス	D-1破砕帯	調査団がせん断面西側の地形と 関連しているせん断面
鉛直方向	<u>正断層センス</u> D-1トレンチ北側ピット D-1既往露頭 H24-No. B14-2孔	<u>逆断層センス</u> D-1トレンチ
水平方向	<u>右横ずれセンス</u> D-1トレンチ北側ピット D-1既往露頭 H24-No. B14-2孔	<u>(左横ずれセンス)</u> せん断面の走向と広域応力場から推定 (D-1トレンチ西側ピット付近で調査中)



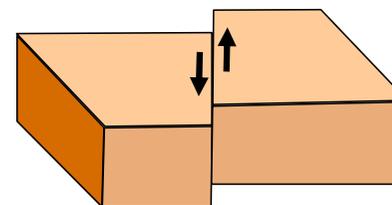
正断層



逆断層



右ずれ



左ずれ

