

2.5 断層の活動性評価

2.5.7 重要な安全機能を有する施設の直下にある断層の活動性評価

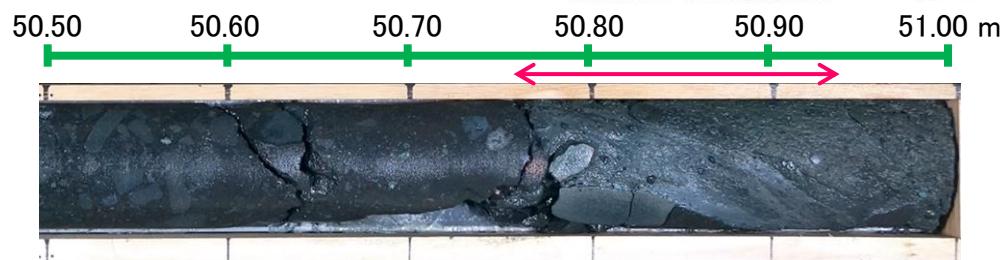
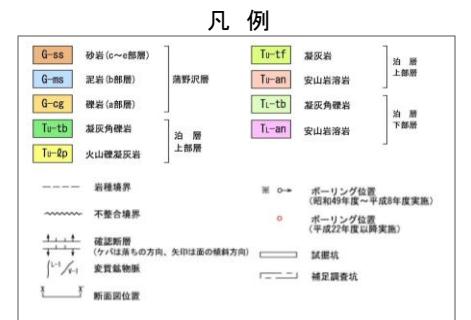
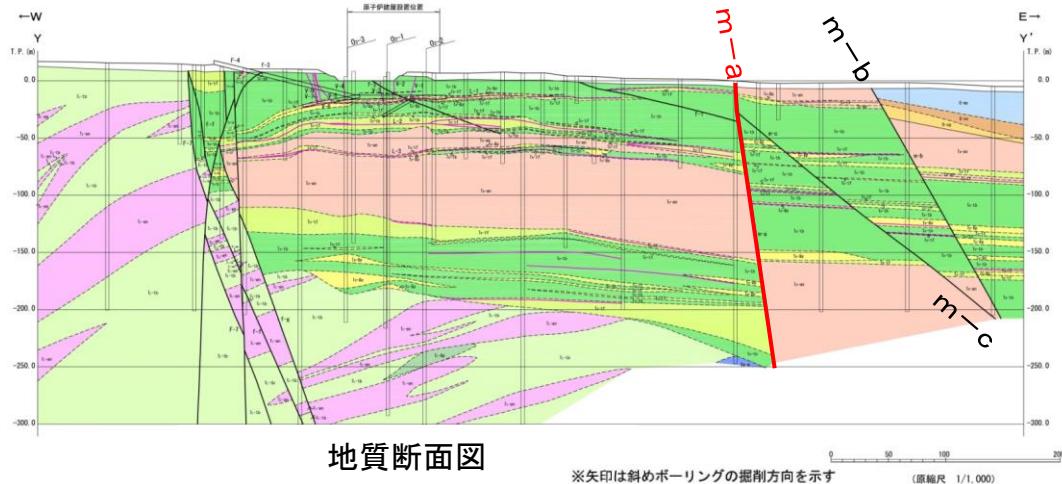
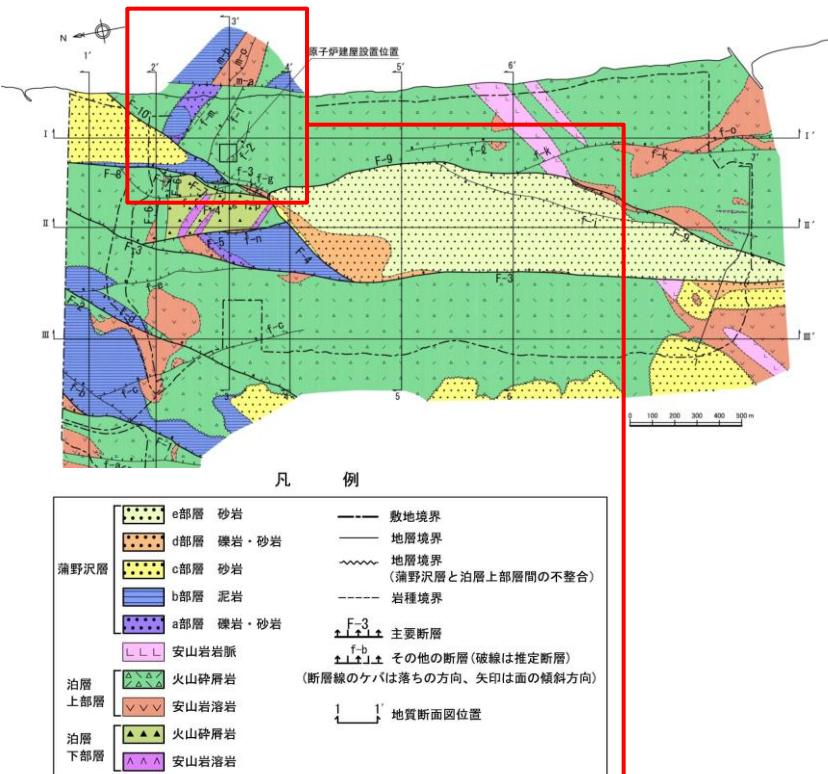
2. 5 断層の活動性評価

2.5.7.1 m-a断層の活動性評価

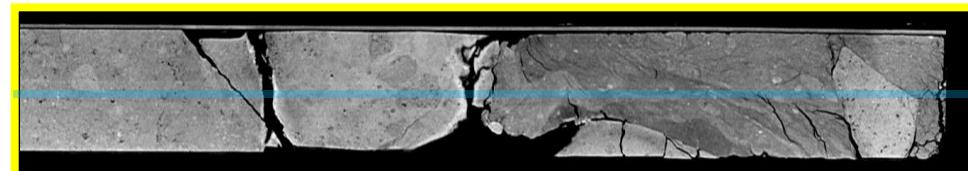
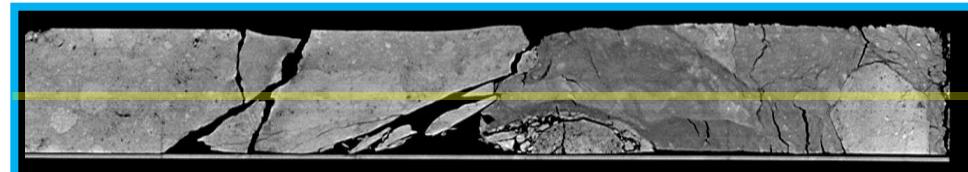
2.5.7.1 m-a断層の活動性評価

詳細な地質構造【m-a断層】

- m-a断層は、NNE-SSW走向を示し、泊層と蒲野沢層の境界をなす東傾斜の高角度の正断層であり、見かけの鉛直変位量は約70mである。
 - m-a断層の破碎部(H25B-ma2孔)には、明瞭なせん断面は認められない。
 - m-a断層は、走向・傾斜、移動のセンス、泊層と蒲野沢層の境界をなす地質構造等の特徴が、近接して並走するF-8断層、F-10断層と類似の性状を示す。
 ⇒ m-a断層は、破碎部の性状、F-8断層等との類似性から、少なくとも後期更新世以降の活動はないものと判断される。
- ※ 詳細な破碎部性状を確認するため、補足調査を実施中である。



↔ m-a 断層破碎部



H25B-ma2孔のm-a断層コア写真・X線CT画像

断層名	走向	傾斜	最大破碎幅 (cm)	見かけ鉛直変位量 (m)	移動のセンス
m-a	[N15°E]	[80°E]	[50]	70	正

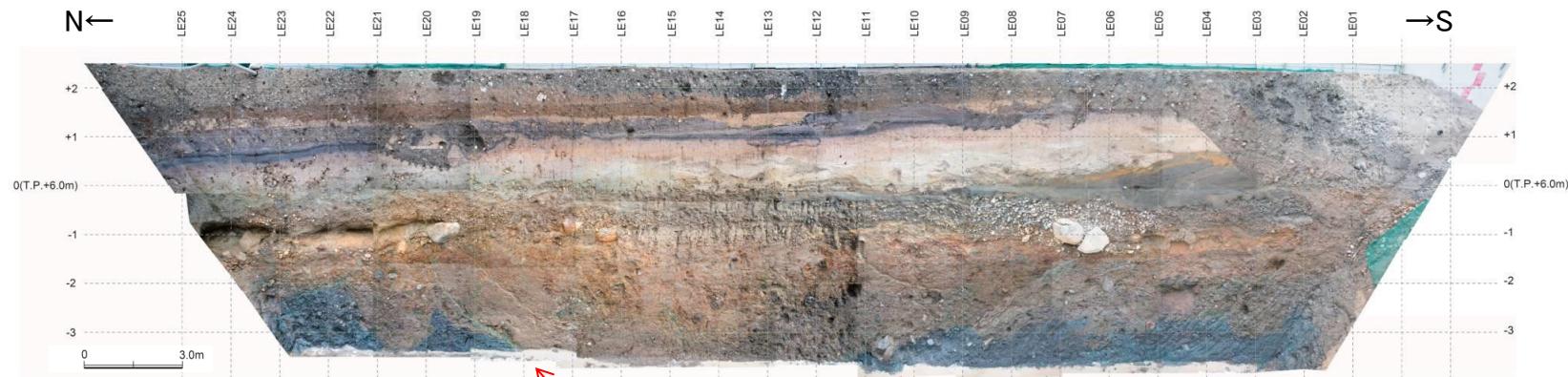
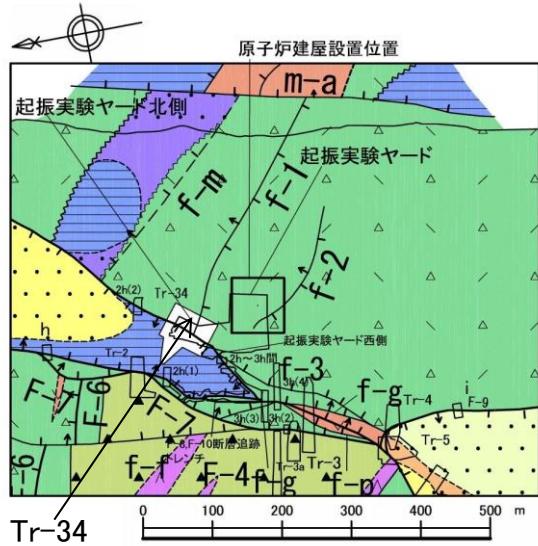
2. 5 断層の活動性評価

2.5.7.2 f-1断層の活動性評価

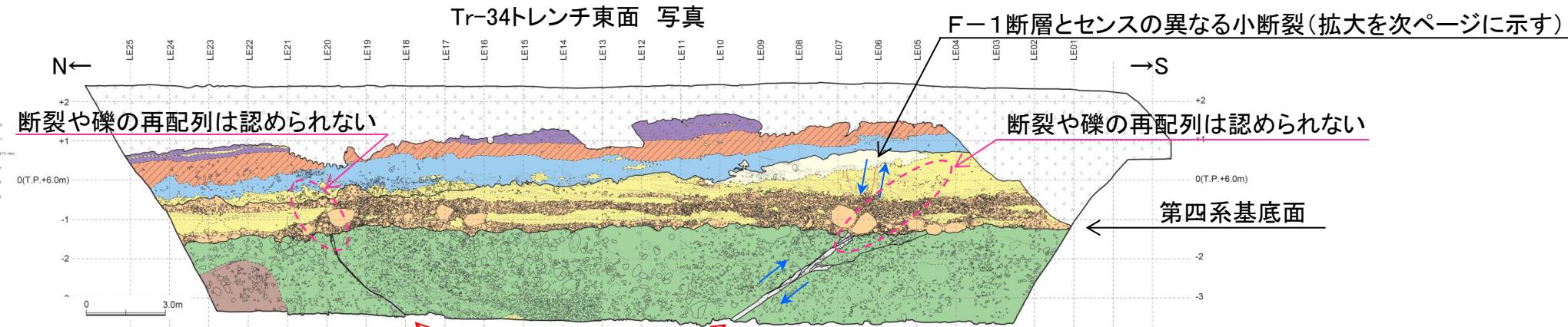
2.5.7.2 f-1断層の活動性評価

後期更新世以降の地形・地層【f-1断層】

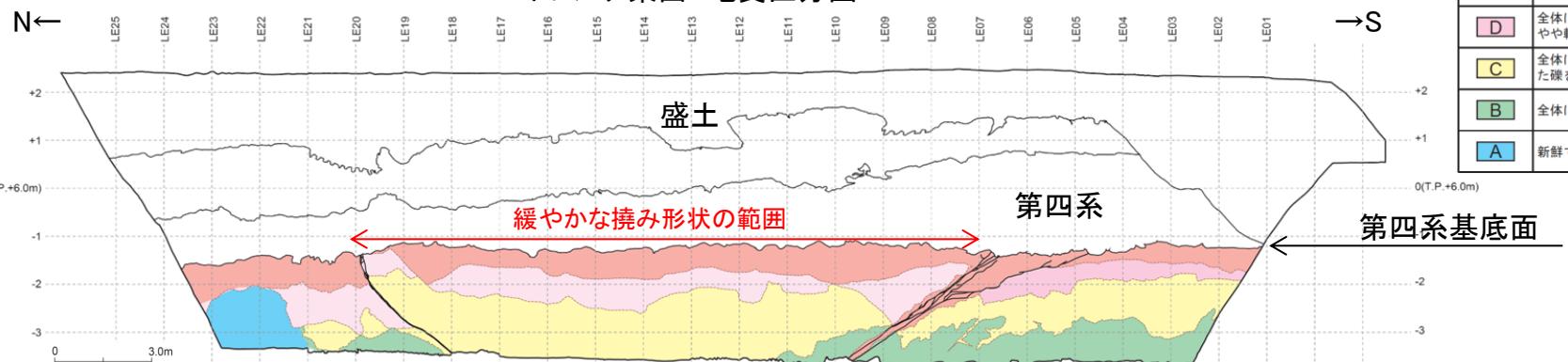
- f-1断層箇所では第四系基底面に段差は認められない。また、f-1断層の斜め延長上には断裂や礫の再配列は認められない。
 - f-1断層の岩盤上面到達部の直上には巨礫が分布し、その上位の砂層中にf-1断層のセンスとは異なる小断裂が見られる。
 - f-1断層北側の小断層箇所の第四系基底面に段差は認められない。また斜め延長上には断裂や礫の再配列は認められない。
 - 岩盤表層部は風化・劣化が進み、特にf-1断層と小断層に概ね囲まれた部分では緩やかな撓みの形状が認められる。この部分の岩盤上面高さは周囲に比較し、20cm~30cm程度高くなっている。
- ⇒ f-1断層は、後期更新世以降の活動はなく、小断層は岩盤劣化部の体積膨張に関係したもので、f-1断層とは関係しない。



Tr-34トレンチ東面 写真

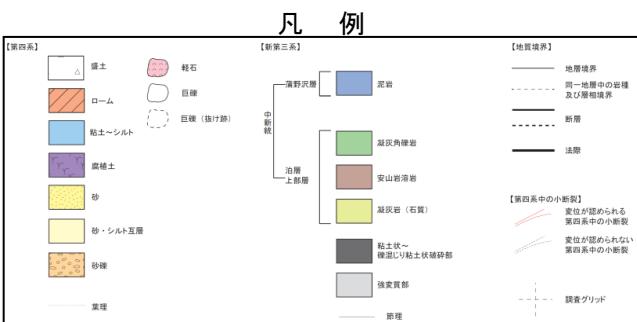


Tr-34トレンチ東面 地質区分図



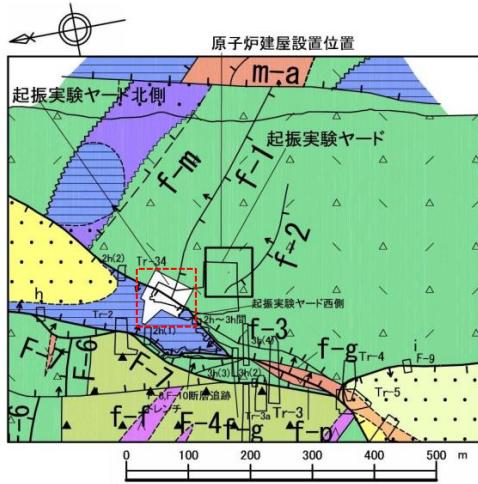
Tr-34トレンチ東面 劣化度区分図

劣化度	風化状況(火山砕屑岩)
E	全体に暗褐~赤褐色を呈する。軟質化するためハンマーで容易に崩せる。割れ目は開口することが多い。
D	全体に褐色を呈し、割れ目全体が赤褐~暗褐色を呈し、やや軟質化する。
C	全体に淡く褐色味を帯びる。火砕岩では一部に軟質化した礫を含む。割れ目は赤褐色を呈する。
B	全体にわずかに褐色味を帯びる。割れ目は褐色化する。
A	新鮮である。

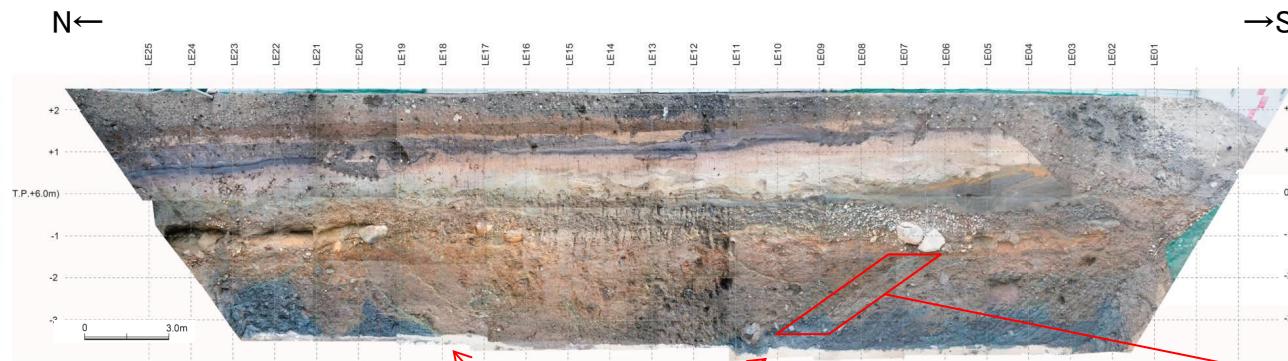


2.5.7.2 f-1断層の活動性評価 断層破碎部の性状

- f-1断層の破碎部は、全体に渡って軟質なガウジは認められず、また、熱水変質による鱗片状のセピオライトで充填されている。
⇒ f-1断層は、破碎部が熱水変質によりセピオライトで充填して以降の活動はない。

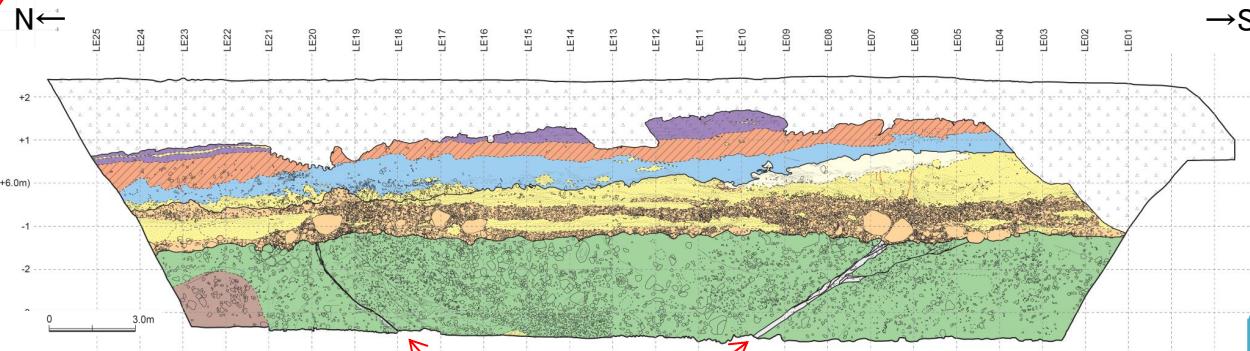
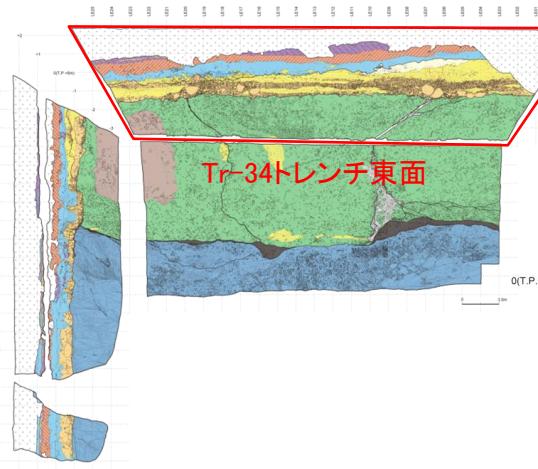
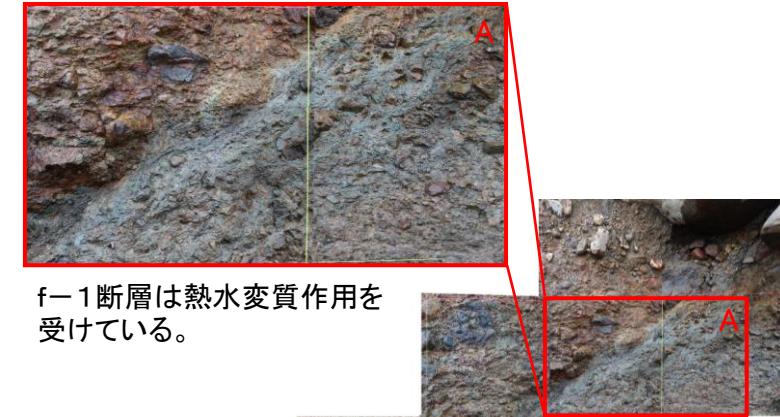


Tr-34トレンチ位置図



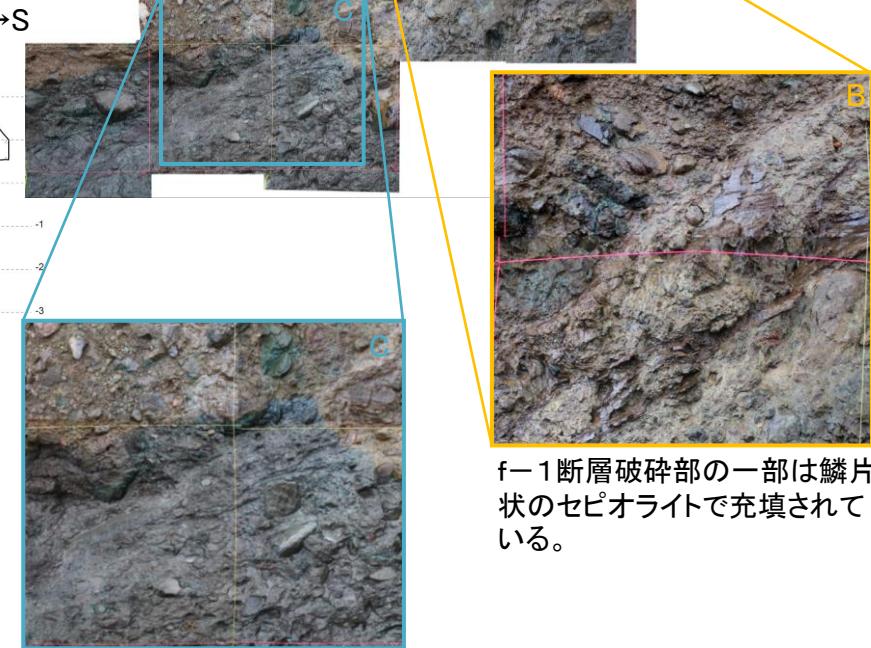
小断層 f-1断層

Tr-34トレンチ東面 写真



小断層(N63°W25°S) f-1断層(N52°W23°N)

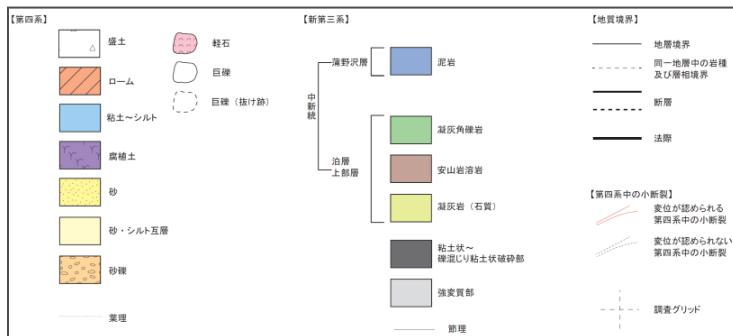
Tr-34トレンチ東面 地質区分図



軟質なガウジは認められない。

Tr-34トレンチ東面 f-1断層の性状

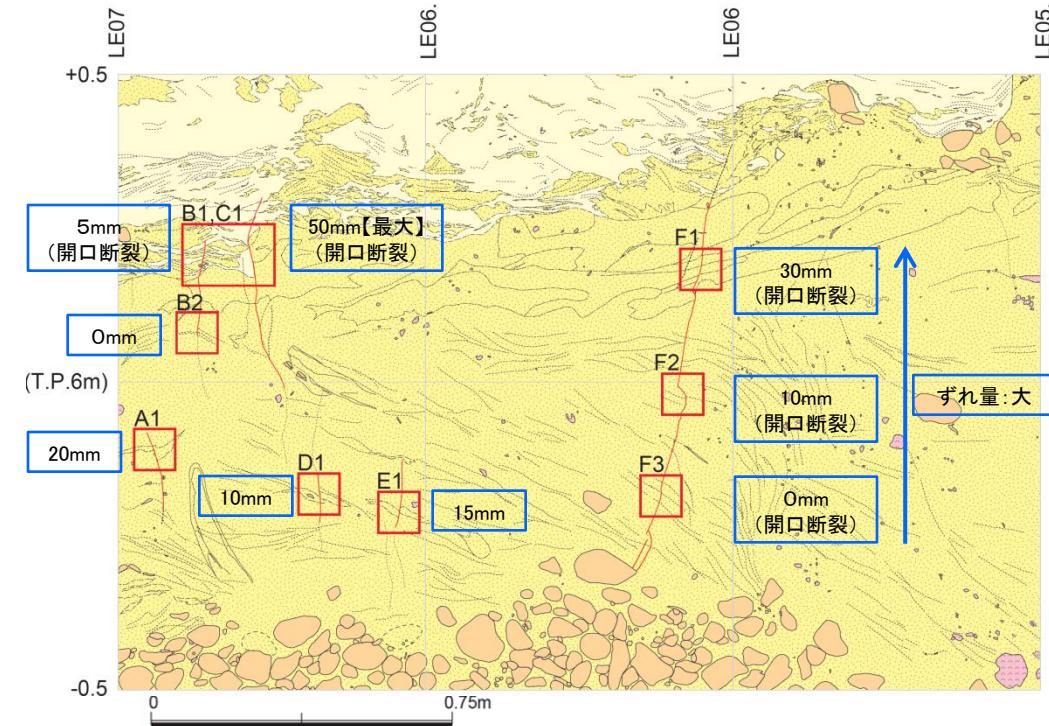
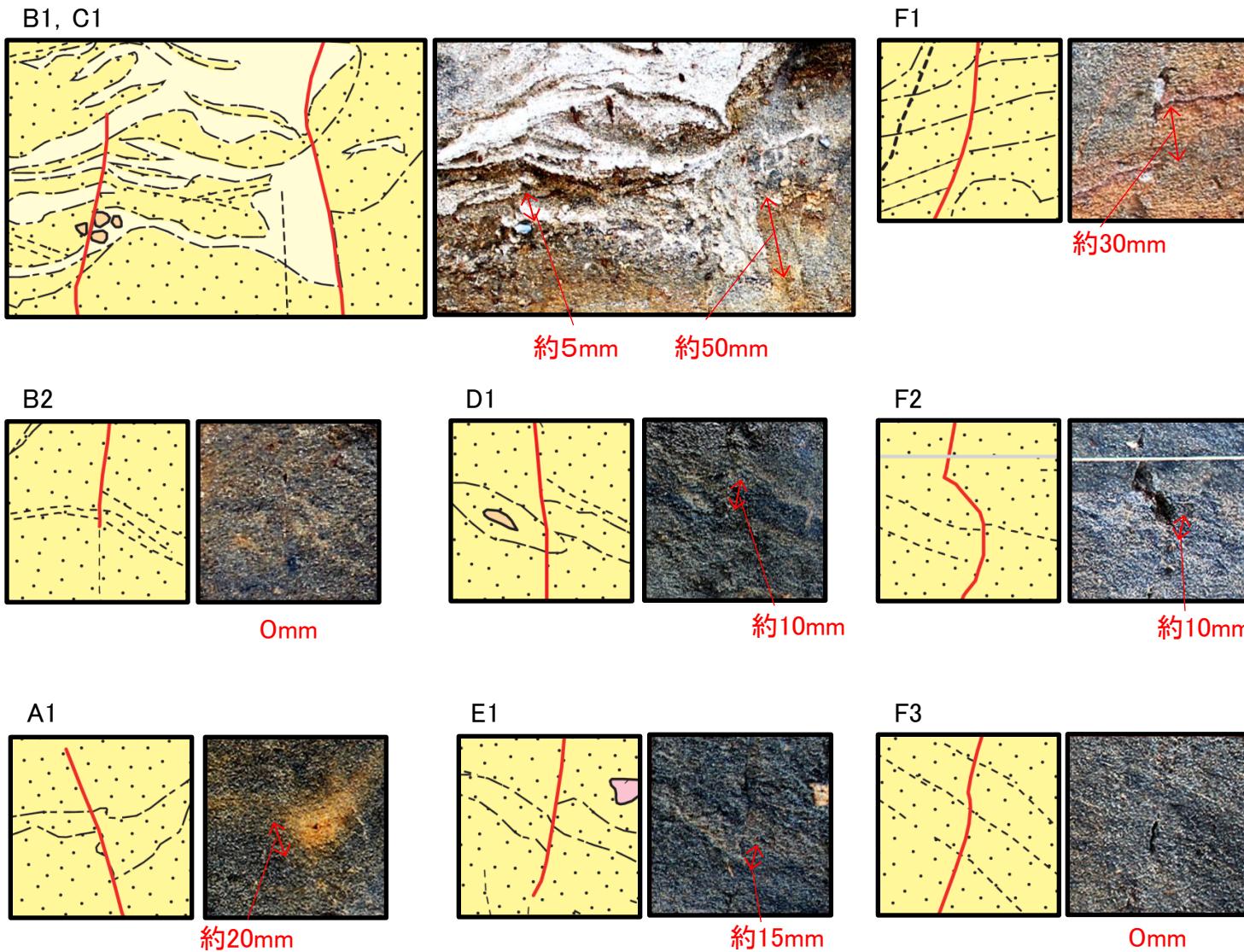
凡 例



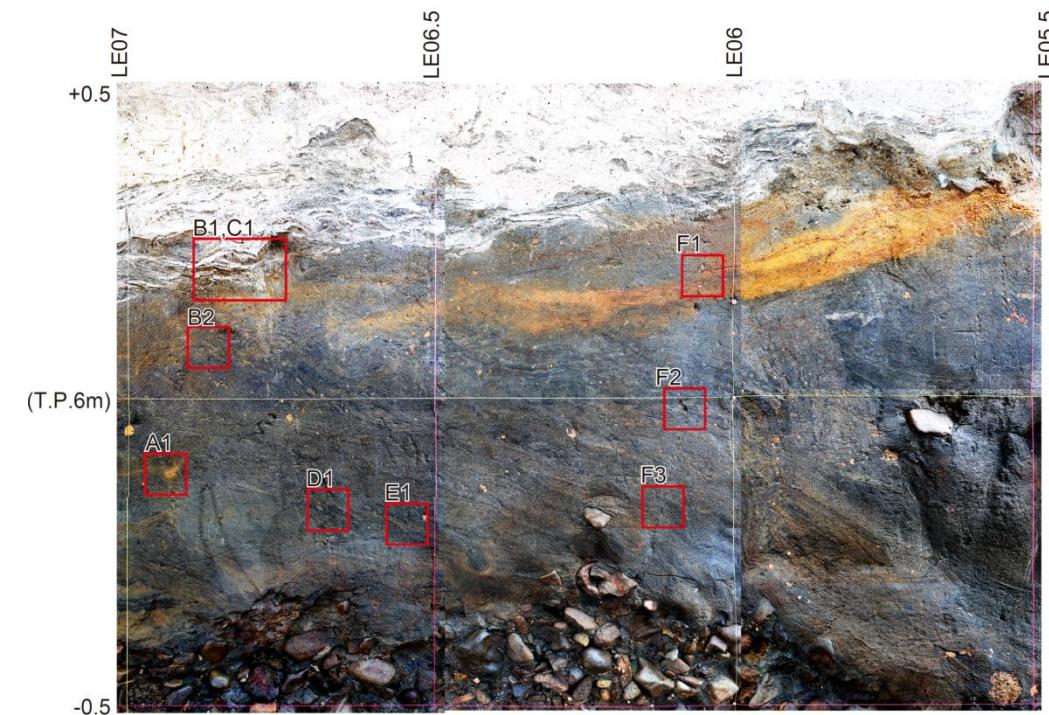
2.5.7.2 f-1断層の活動性評価

後期更新世以降の地形・地層【砂層中の小断裂】

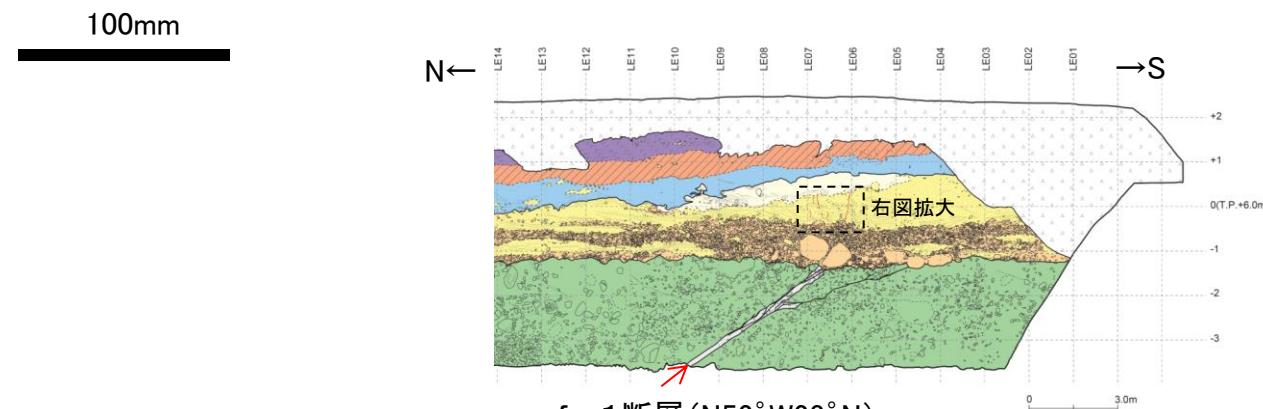
▶ f-1断層上位の砂層中に見られる小断裂は、高角度、正断層センスで最大約50mmのずれを有し、ずれの量は上方ほど大きく、小断裂に沿って開口している箇所がある。ずれは、砂層中の下方で消滅する。



f-1断層上位の砂層中の小断裂 (すべて正断層センス)



f-1断層上方の小断裂(写真)



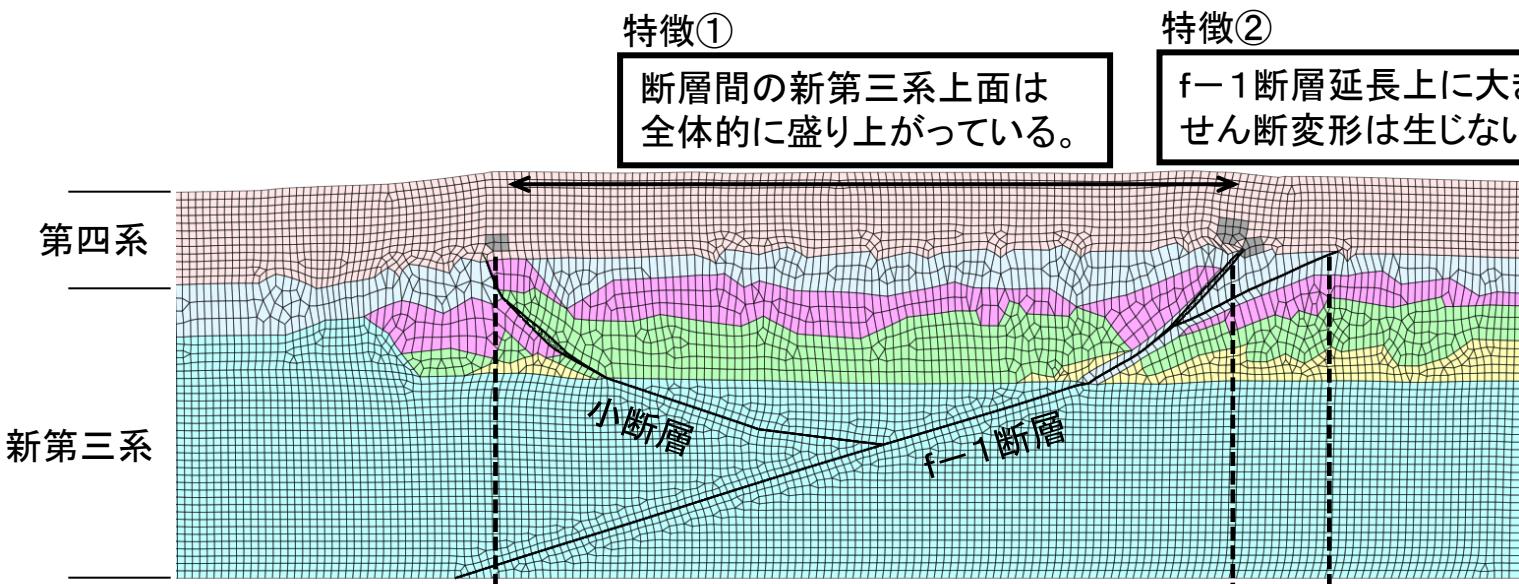
f-1断層(N52°W23°N)
Tr-34トレンチ東面 地質区分図

2.5.7.2 f-1断層の活動性評価

後期更新世以降の地形・地層【膨張解析結果】

▶ Tr-34トレンチにおける膨張解析の結果は、トレンチで観察される以下の特徴とよく整合しており、小断裂は岩盤劣化部の体積膨張に関係したものと判断される。

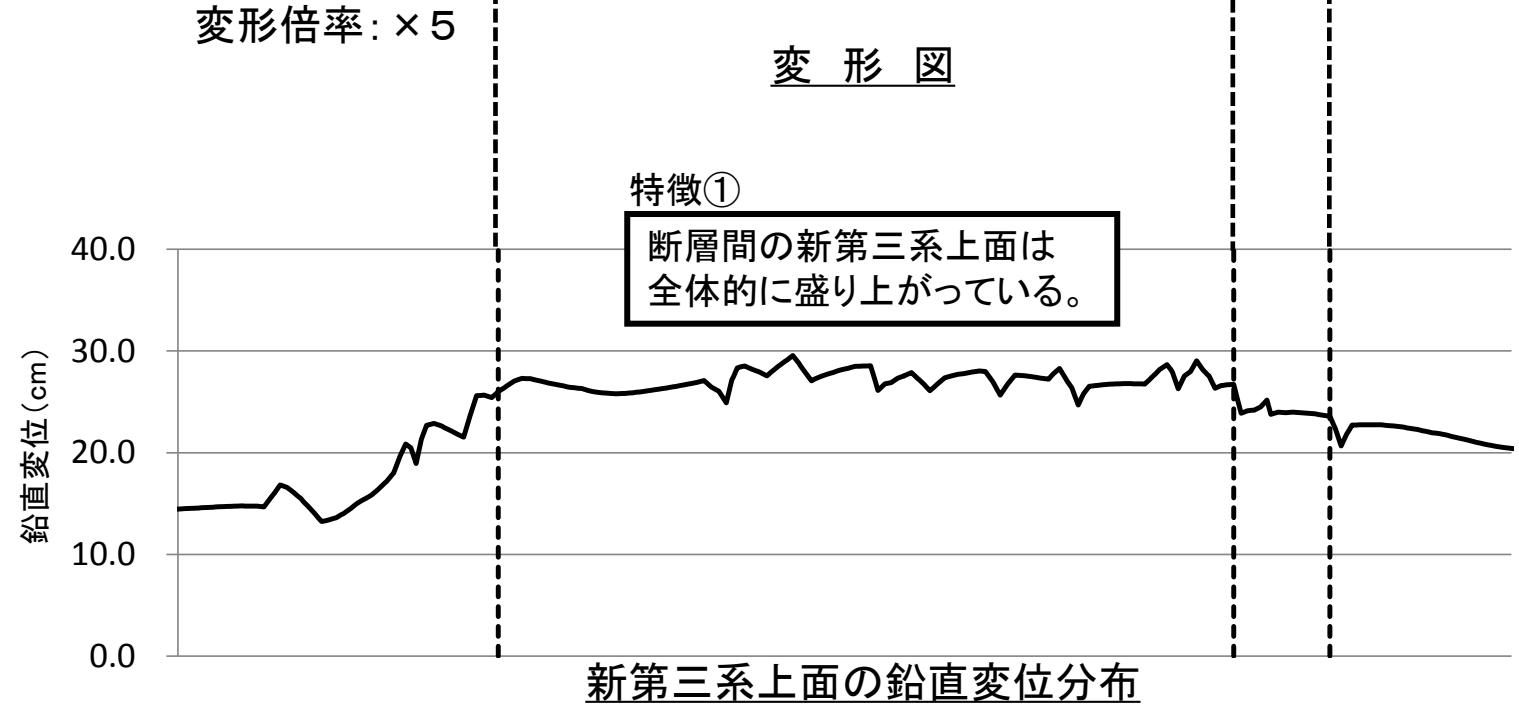
- 特徴① f-1断層と小断層間の新第三系上面が緩やかに全体的に盛り上がっている。
- 特徴② f-1断層延長線上の第四系にせん断変形が生じない。
- 特徴③ 第四系に正断層センスの小断裂(引張りひずみ)がある。



特徴①
断層間の新第三系上面は全体的に盛り上がっている。

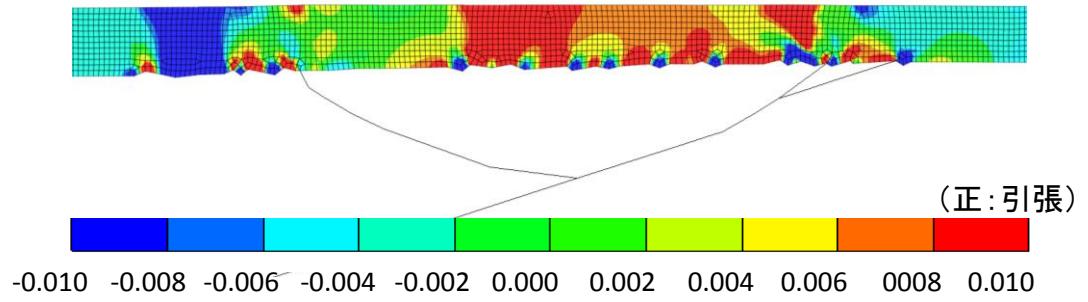
特徴②
f-1断層延長上に大きなせん断変形は生じない。

特徴③
第四系に引張りひずみが発生し、正断層センスの小断裂と調和的。

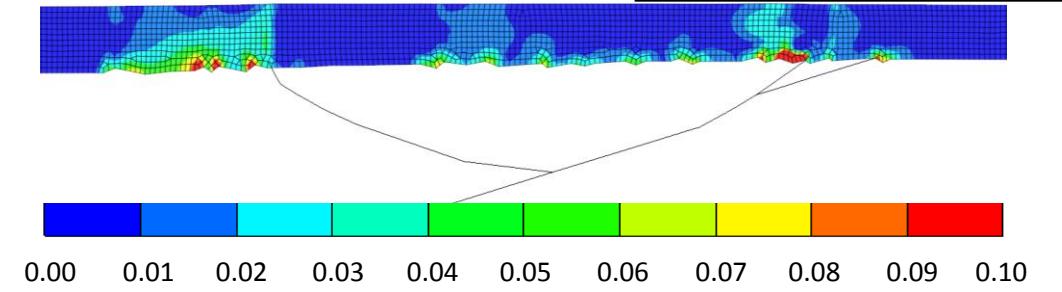


特徴①
断層間の新第三系上面は全体的に盛り上がっている。

特徴②
f-1断層延長上に大きなせん断変形は生じない。



第四系の水平直ひずみ分布図



第四系の最大せん断ひずみ分布図

膨張解析の結果

2.5.7.2 f-1断層の活動性評価

後期更新世以降の地形・地層【構造性の成因との比較】

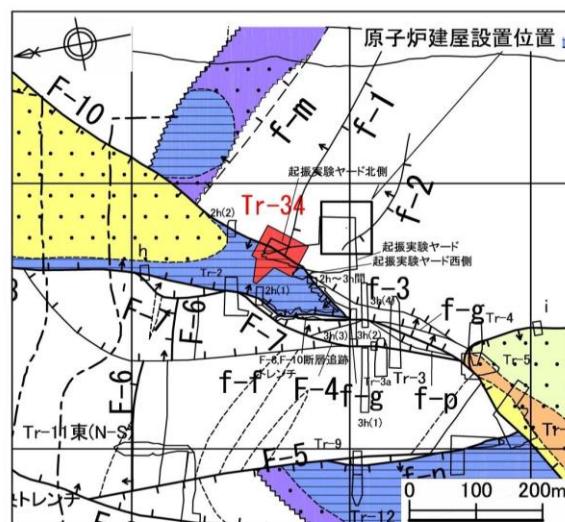
➤ 短縮による「構造性の成因」の場合についても解析を行った結果、「岩盤劣化部の体積膨張」が実際の現象をよく再現しており、小断裂は非構造性のものと判断される。

	岩盤劣化部の体積膨張【伸張】	構造性の成因【短縮】
形態の進展例	<p>・基盤の体積膨張</p> <p>金折教授の見解書より</p>	<p>・逆断層運動</p>
解析結果	<ul style="list-style-type: none"> ・ f-1断層および小断層に概ね囲まれた劣化ブロックを中心とした緩やかな撓み形状 ・ 第四系はほぼ全引張(撓みの中央および断層上部付近で水平ひずみ大) <p>劣化度に応じ体積膨張</p> <p>(変形図) (変形倍率×5)</p> <p>第四系の水平直ひずみ分布(ほぼ全引張)</p> <p>第四系の最大せん断ひずみ分布</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ f-1断層付近に局所的に大きな変形 ・ 第四系はほぼ全圧縮(断層付近の狭い範囲で大きなせん断ひずみ) <p>水平圧縮力を作用</p> <p>(変形図) (変形倍率×5)</p> <p>第四系の水平直ひずみ分布(ほぼ全圧縮)</p> <p>局所的に大きな変形</p> <p>第四系の最大せん断ひずみ分布</p>
考察	<ul style="list-style-type: none"> ・ Tr-34東面で観察された状況と、以下の点で整合的 <ul style="list-style-type: none"> －変形形状(第四系の緩やかな撓み形状) －第四系の正断層系の亀裂(引張力発生に起因) －第四系の構造が乱れていない状況 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Tr-34東面で観察された状況と対応せず、現象を説明できない

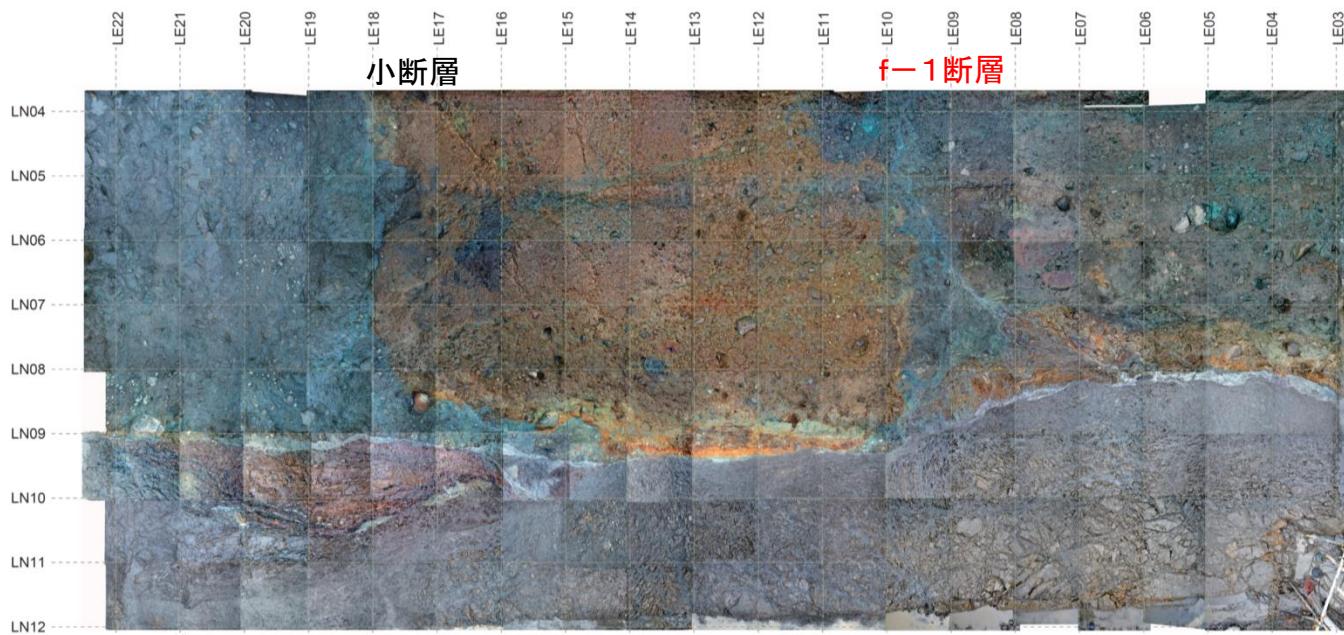
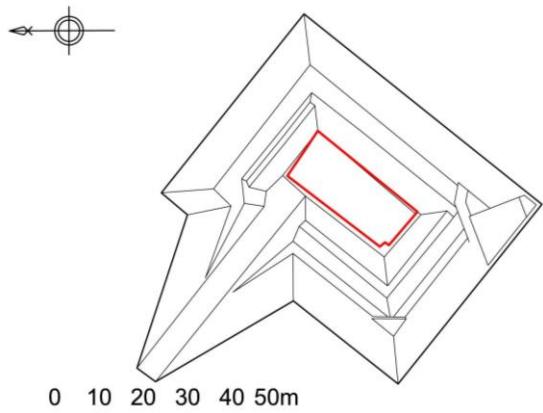
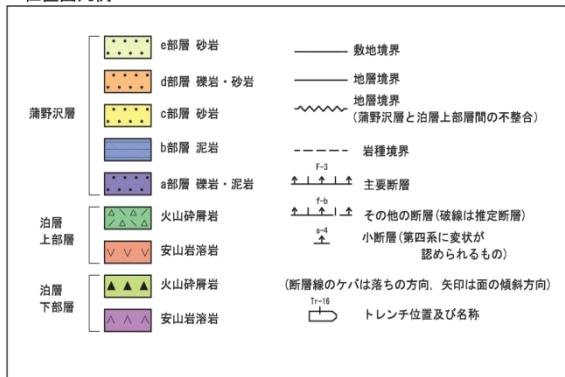
2.5.7.2 f-1断層の活動性評価

詳細な地質構造【f-1断層とF-10断層の関係】

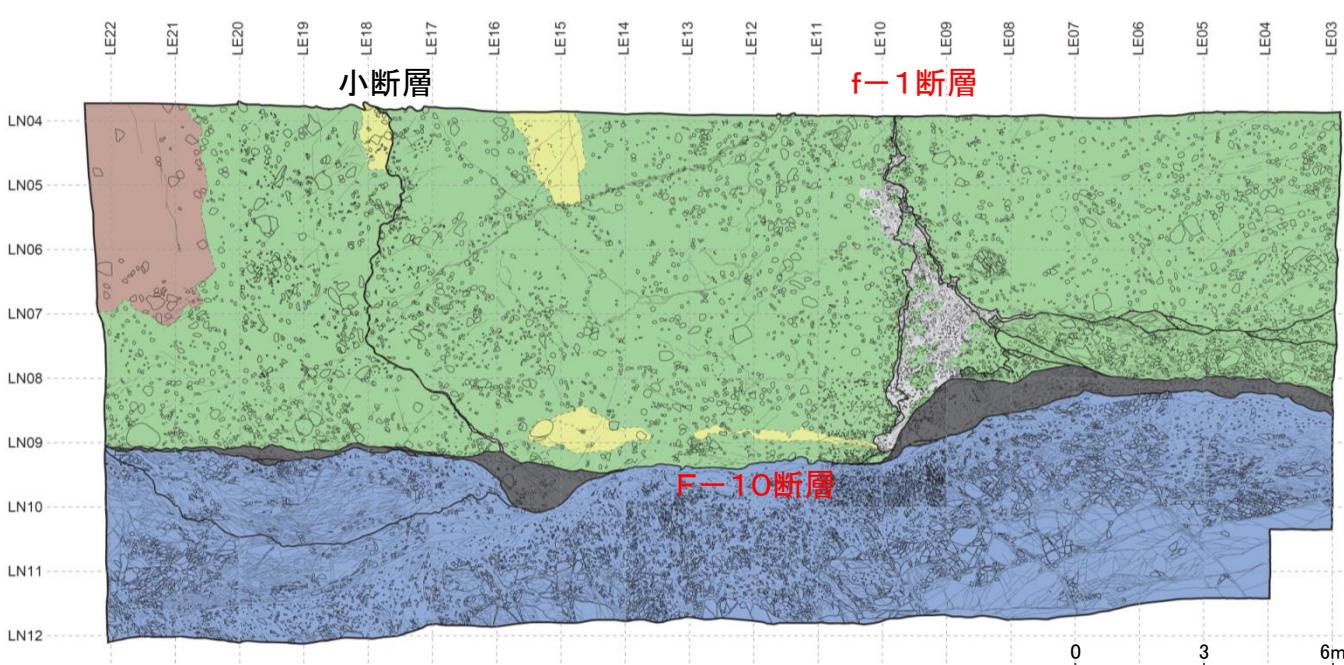
- f-1断層は、北西側でF-10断層に切られ、南東側でm-a断層に切られている。
- F-10断層は、F-8断層に切られることが確認されており、F-8断層は破碎部が中新世の熱水変質により広範囲に固結・岩石化しており、固結・岩石化して以降の活動はない。
⇒ f-1断層は、F-10断層より古い時期に形成された断層であり、少なくとも後期更新世以降の活動はない。



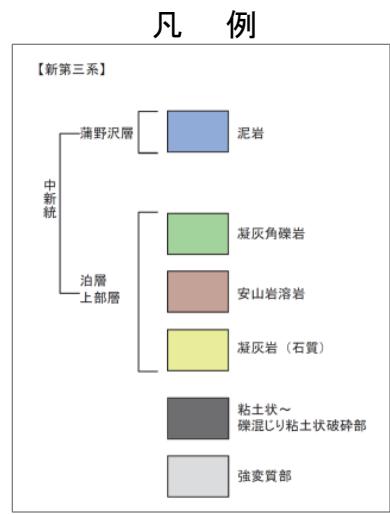
位置図凡例



f-1断層, F-10断層の接合部写真(Tr-34トレンチ底盤)



f-1断層, F-10断層の接合部スケッチ(Tr-34トレンチ底盤)



余 白

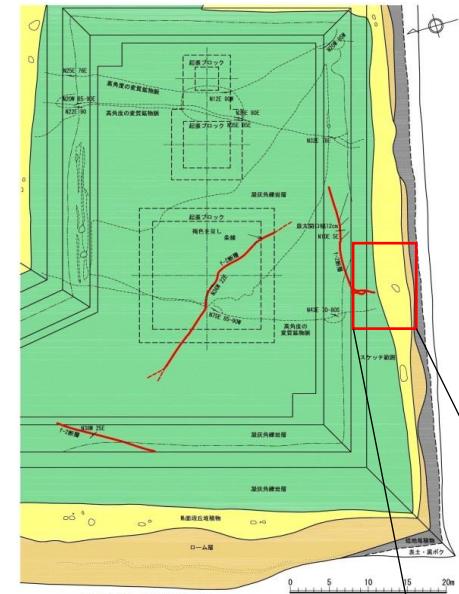
2. 5 断層の活動性評価

2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

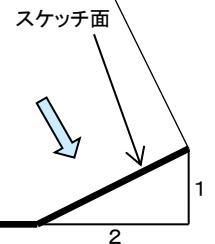
2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

後期更新世以降の地形・地層【起振実験ヤード南側法面】

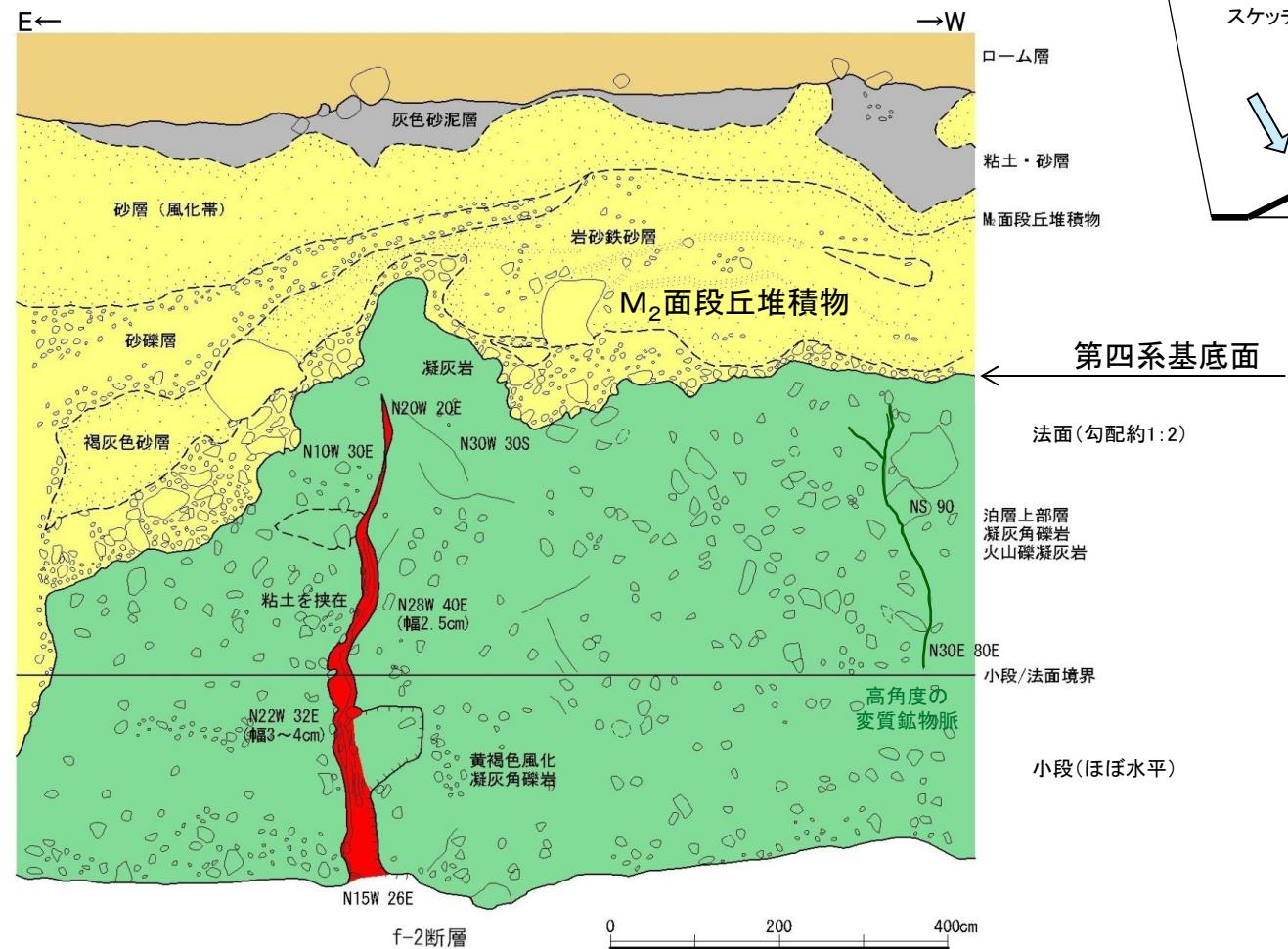
- 起振実験ヤード南側法面に分布するf-2断層は、その上方延長部が、第四系基底面まで達していない。
- f-2断層は、これを被覆するM₂面段丘堆積物及びその基底面に変位・変形を与えていない。
- f-2断層西側の高角度変質鉱物脈は、その下方延長部を起振実験ヤード底盤でも確認されるが、上方延長部は、これを被覆するM₂面段丘堆積物及びその基底面に変位・変形を与えていない。



起振実験ヤード南側法面スケッチ位置図



起振実験ヤード南側法面f-2断層写真



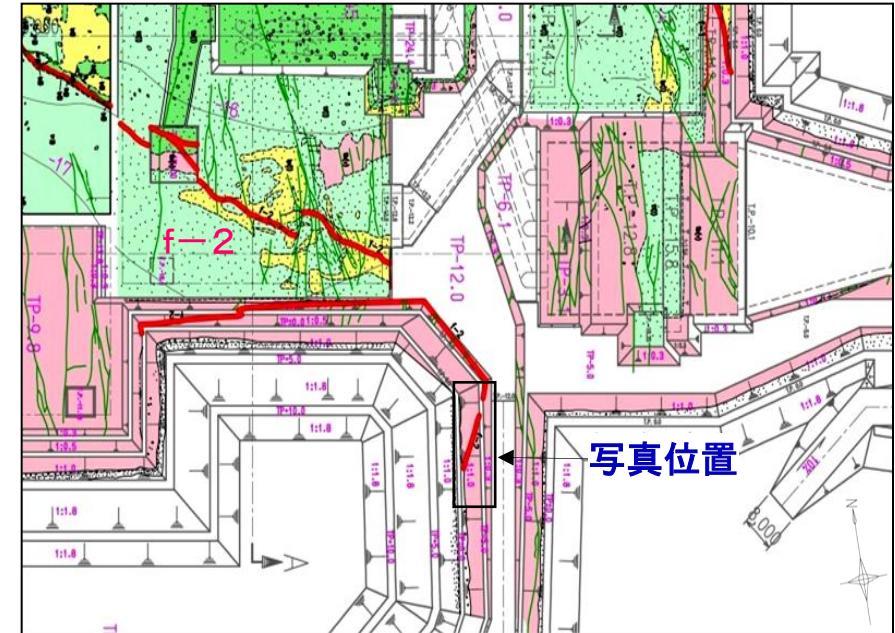
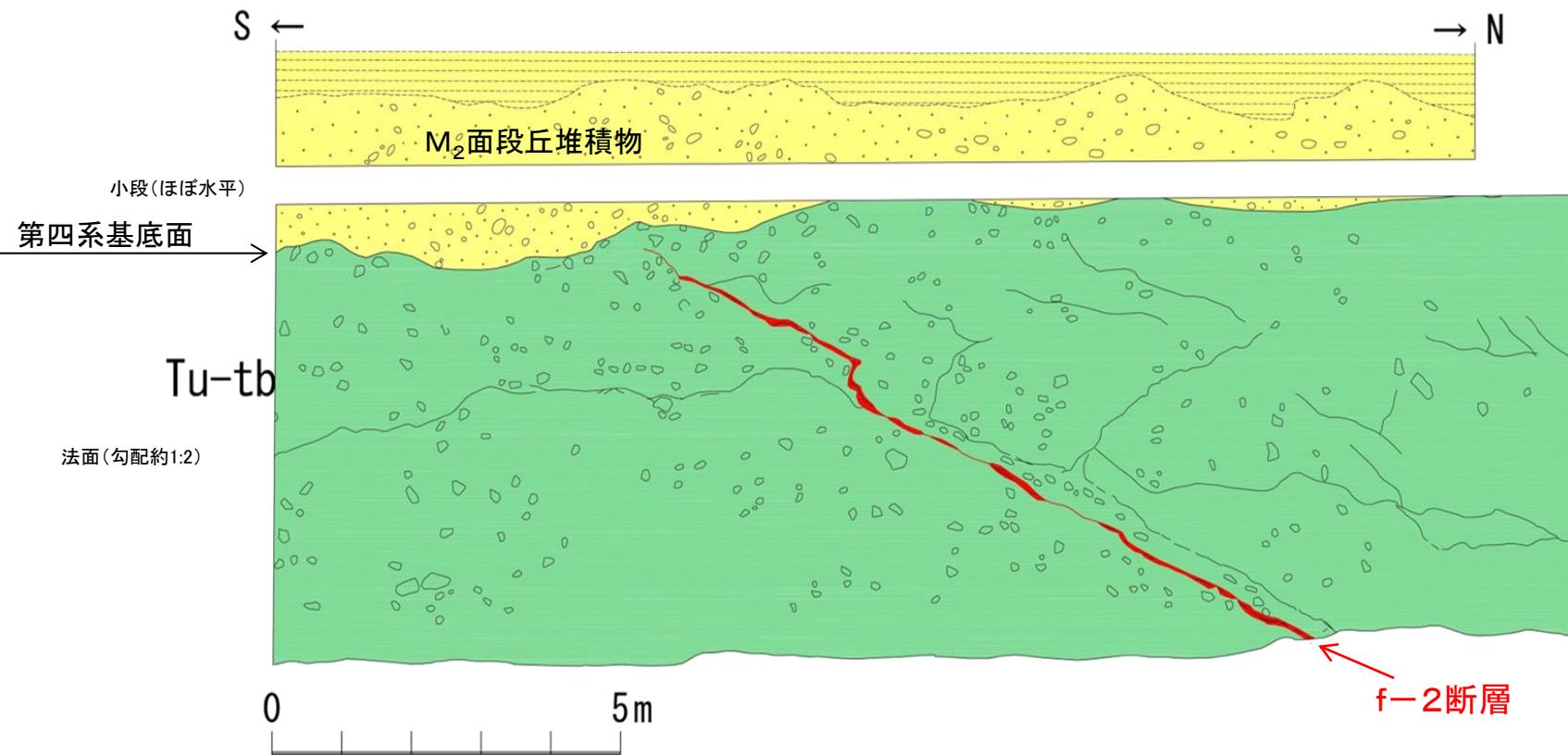
起振実験ヤード南側法面f-2断層スケッチ

スケッチは、小段と傾斜した法面を展開

2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

後期更新世以降の地形・地層【タービン建屋南側】

- タービン建屋南側の工事用進入路法面では西面にf-2断層が確認されている。
- f-2断層は泊層上部層中で消滅しており、これを被覆する第四系に変位・変形を与えていない。



凡例

	表土・黒ボク
	低地堆積物
	ローム層
	M ₂ 面段丘堆積物
	泊層上部層
	節理(断裂)
	層相境界
	地層境界
	f-2 断層
	高角度変質鉱物脈



タービン建屋南側の工事用進入路法面

f-2断層

2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

後期更新世以降の地形・地層【変位のない断裂】

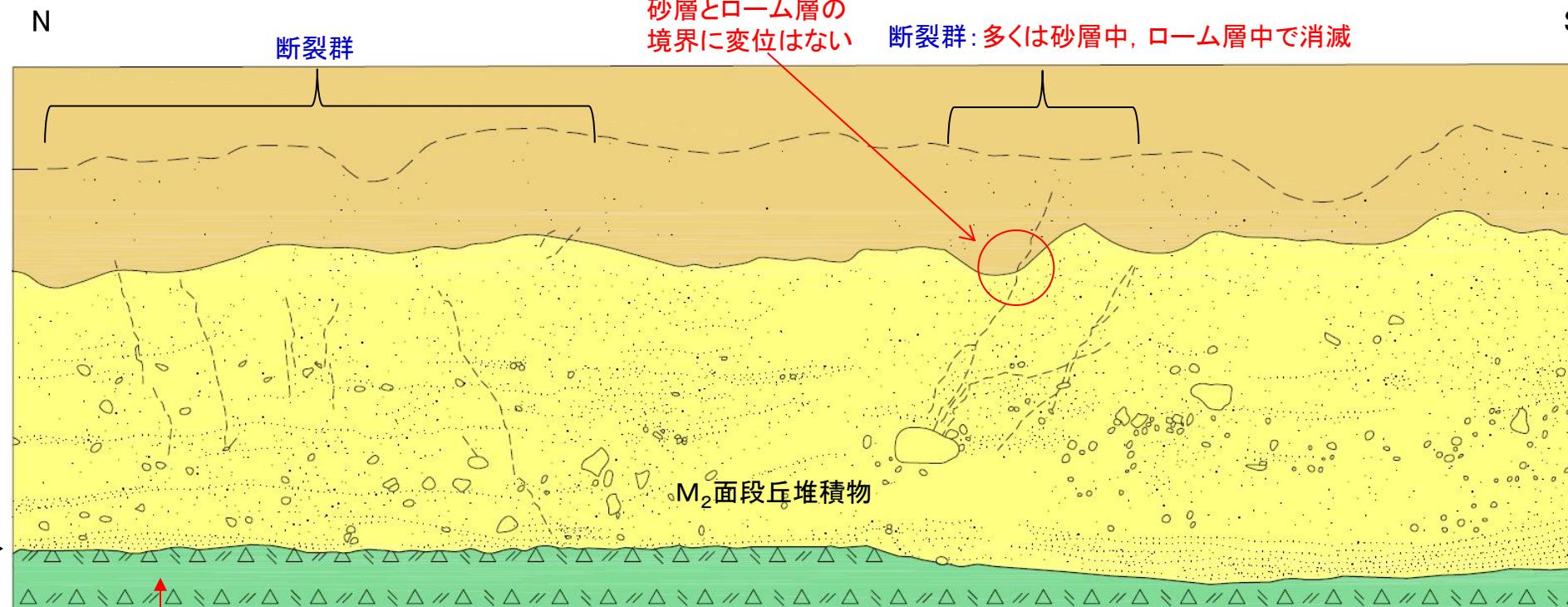
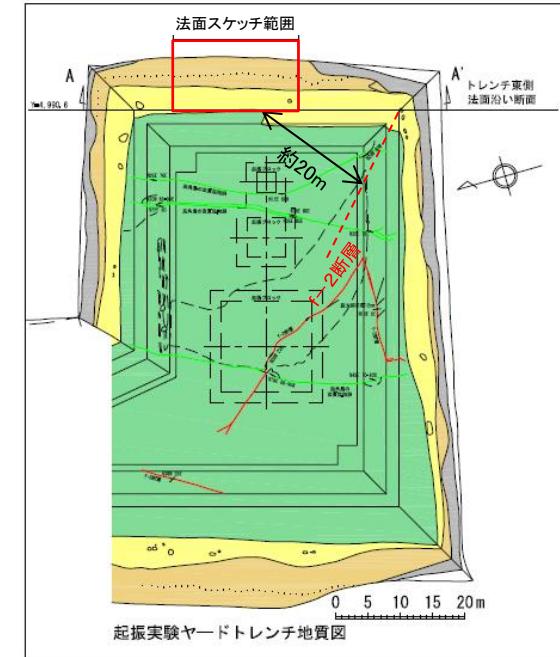
➤ 起振実験ヤード東側法面で、f-2断層上盤に断層から約20m離れた箇所に変位のない断裂群が認められている。



N

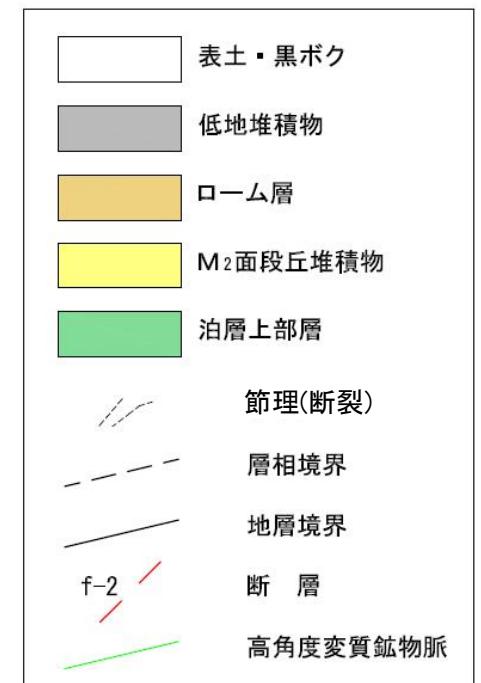
S

東側法面写真



S

凡例



泊層上部層に断層は認められない

東側法面スケッチ

法面(勾配約1:2)

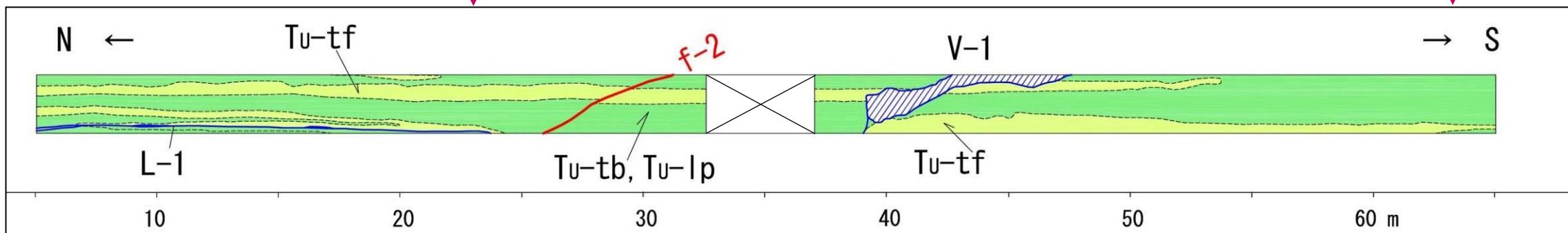
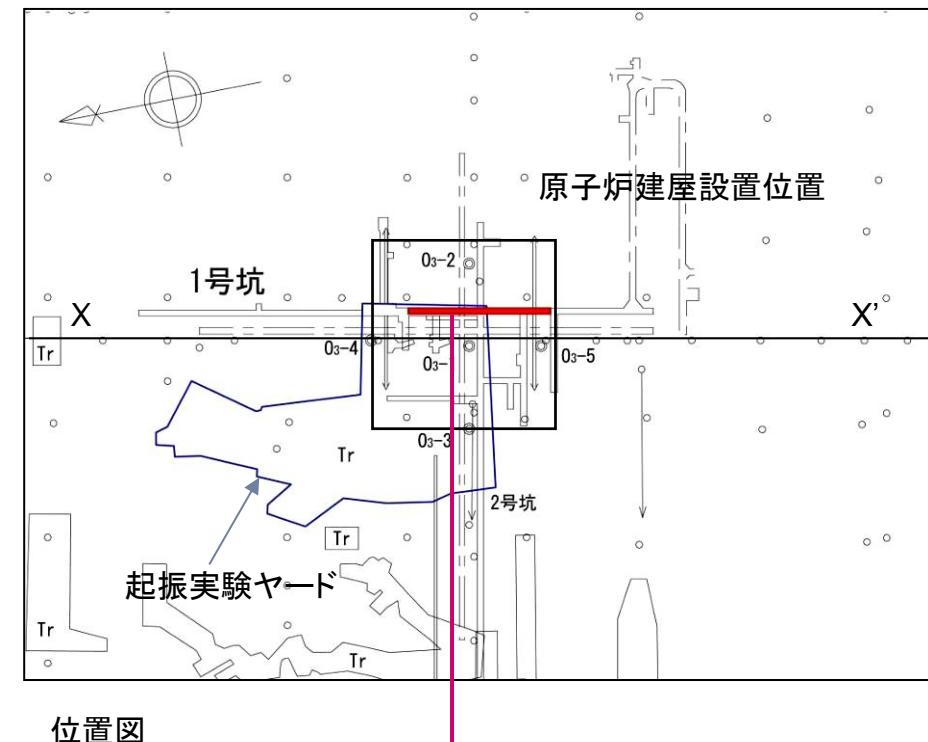
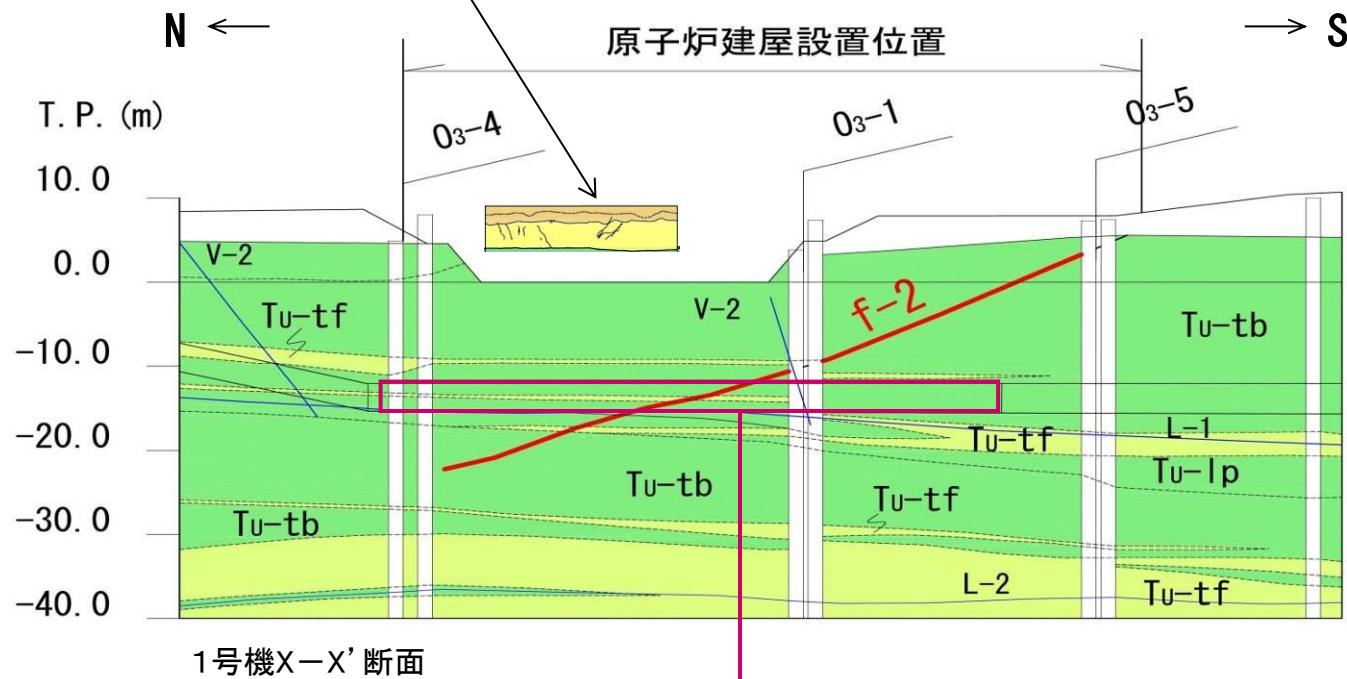


2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

後期更新世以降の地形・地層【変位のない断裂】

- 起振実験ヤード東側法面のほぼ直下に位置する試掘坑では、f-2断層上盤側の泊層上部層はわずかに南に傾斜する同斜構造をなしている。
- 変位のない断裂群の原因となるような撓曲構造は認められない。
→ 変位のない断裂群は、f-2断層と関連性がない。

起振実験ヤード東側法面スケッチ

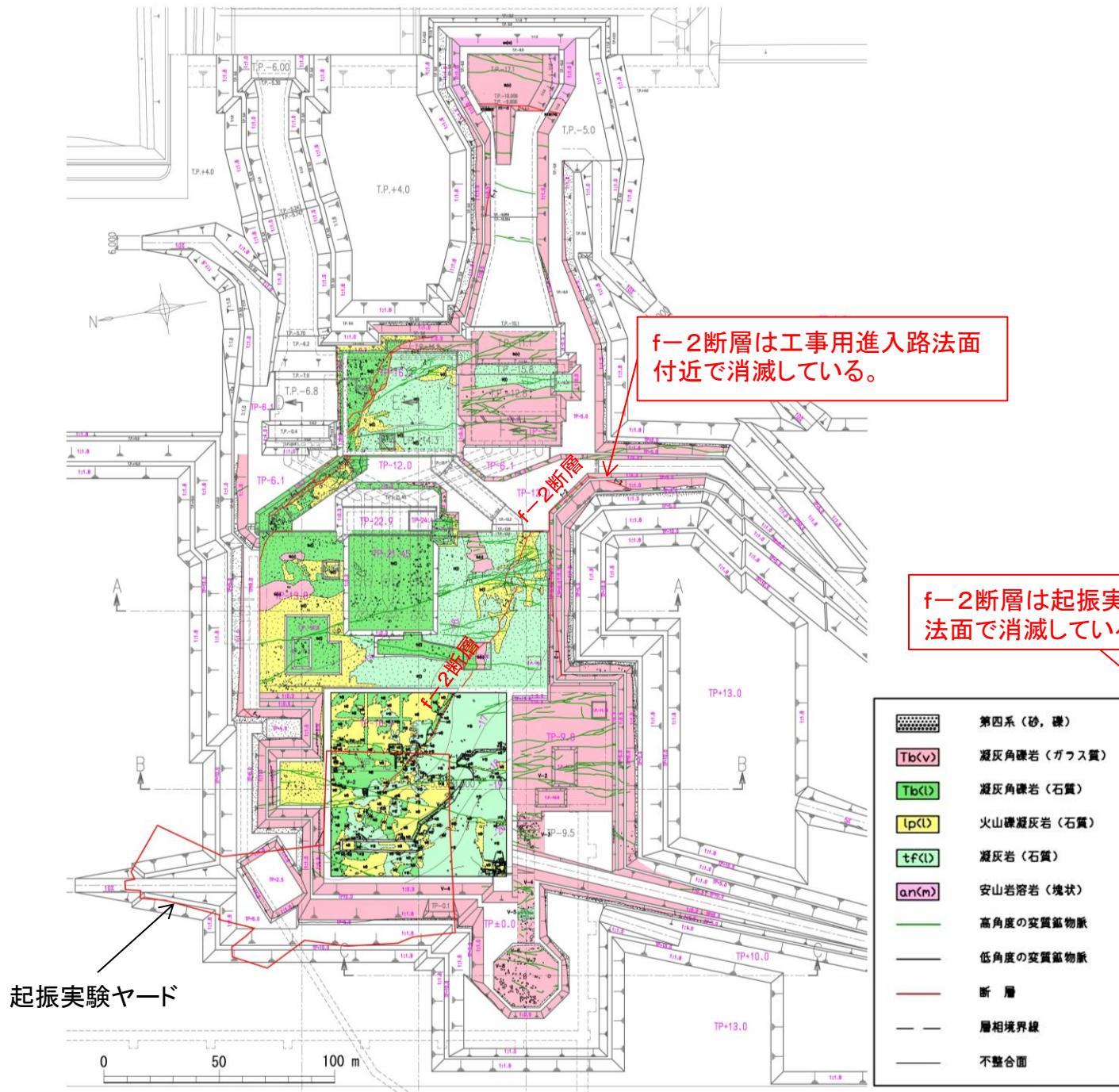


試掘坑1号坑東側壁スケッチ

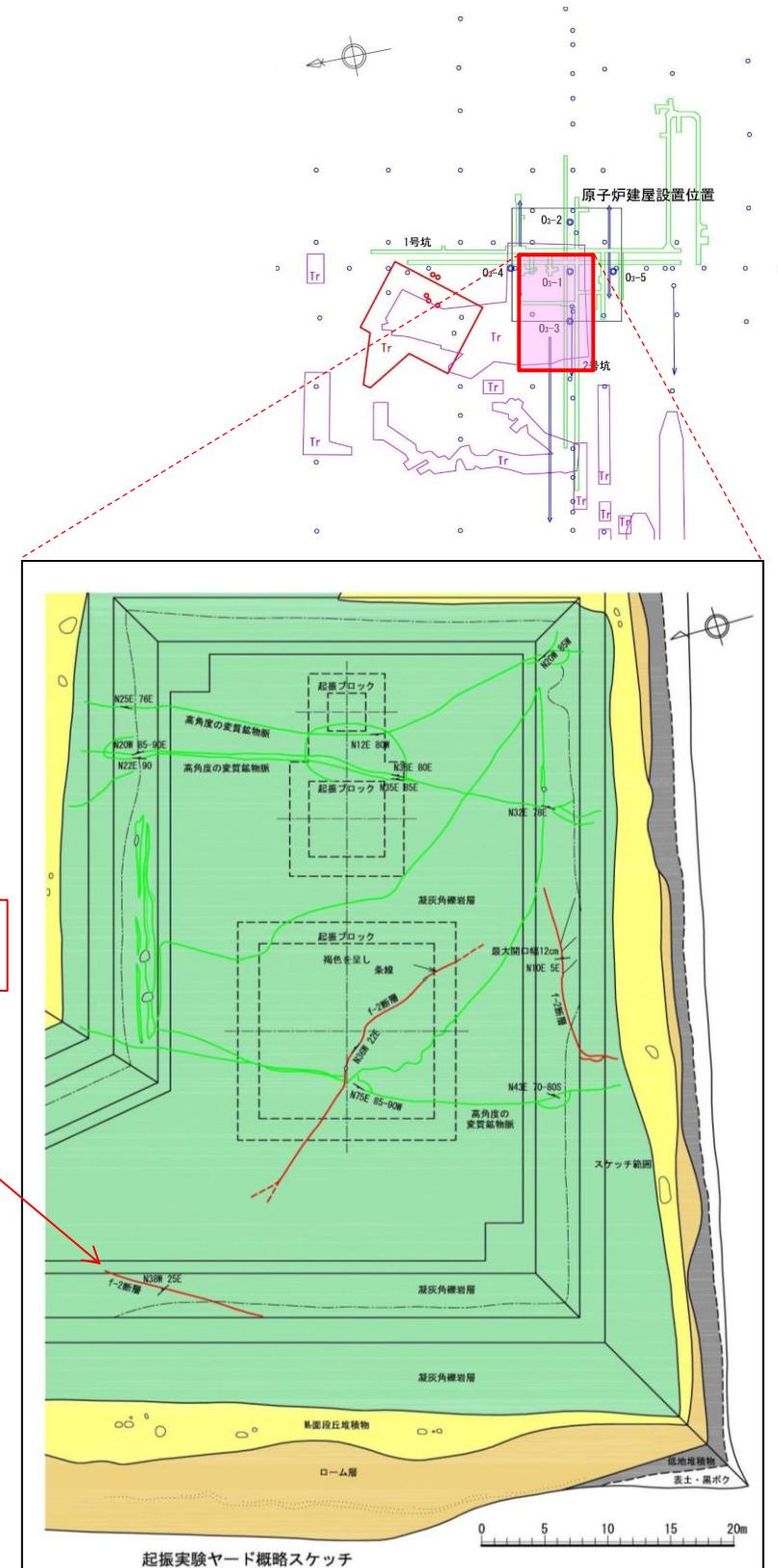
2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【f-2断層の分布状況】

- f-2断層は、タービン建屋南側の工事用進入路法面付近で消滅し、これより南東側には延伸しない。
- f-2断層は、起振実験ヤード西側法面で消滅している。
- ⇒ f-2断層は、走向方向、深度方向ともに連続性がなく、孤立した断層である。



原子炉施設基礎掘削面の断層分布

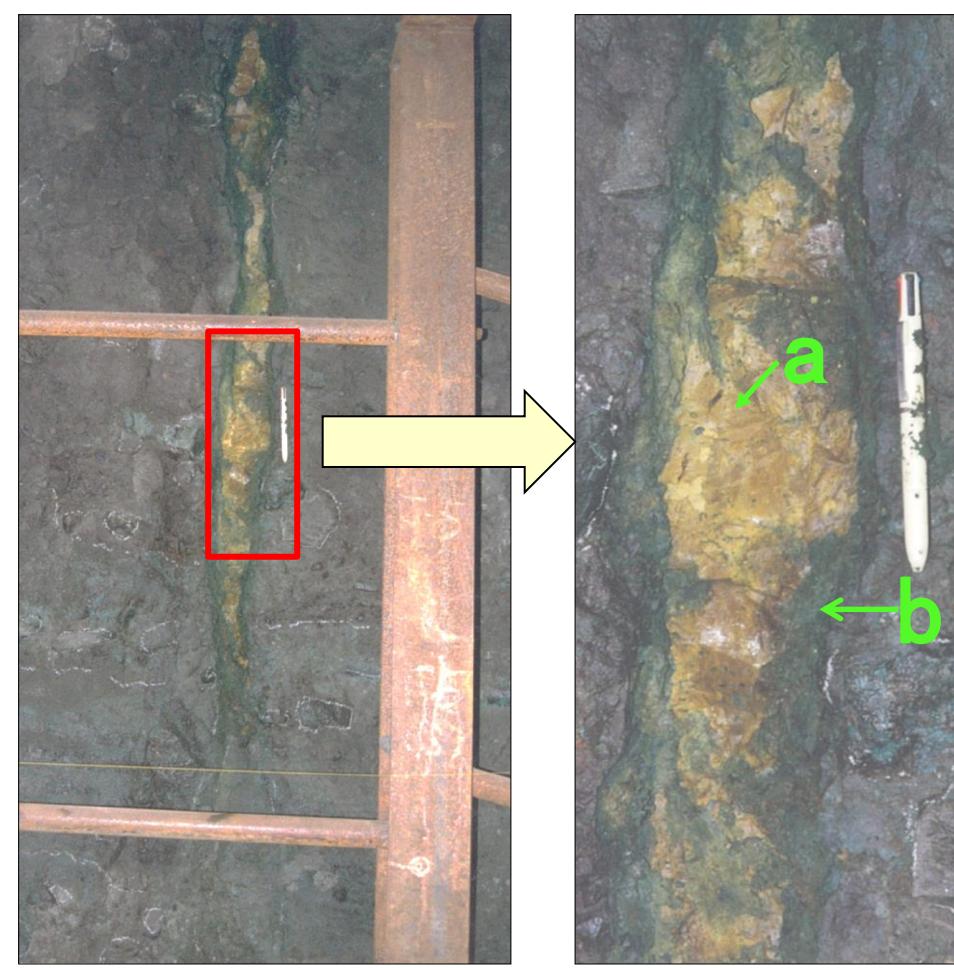
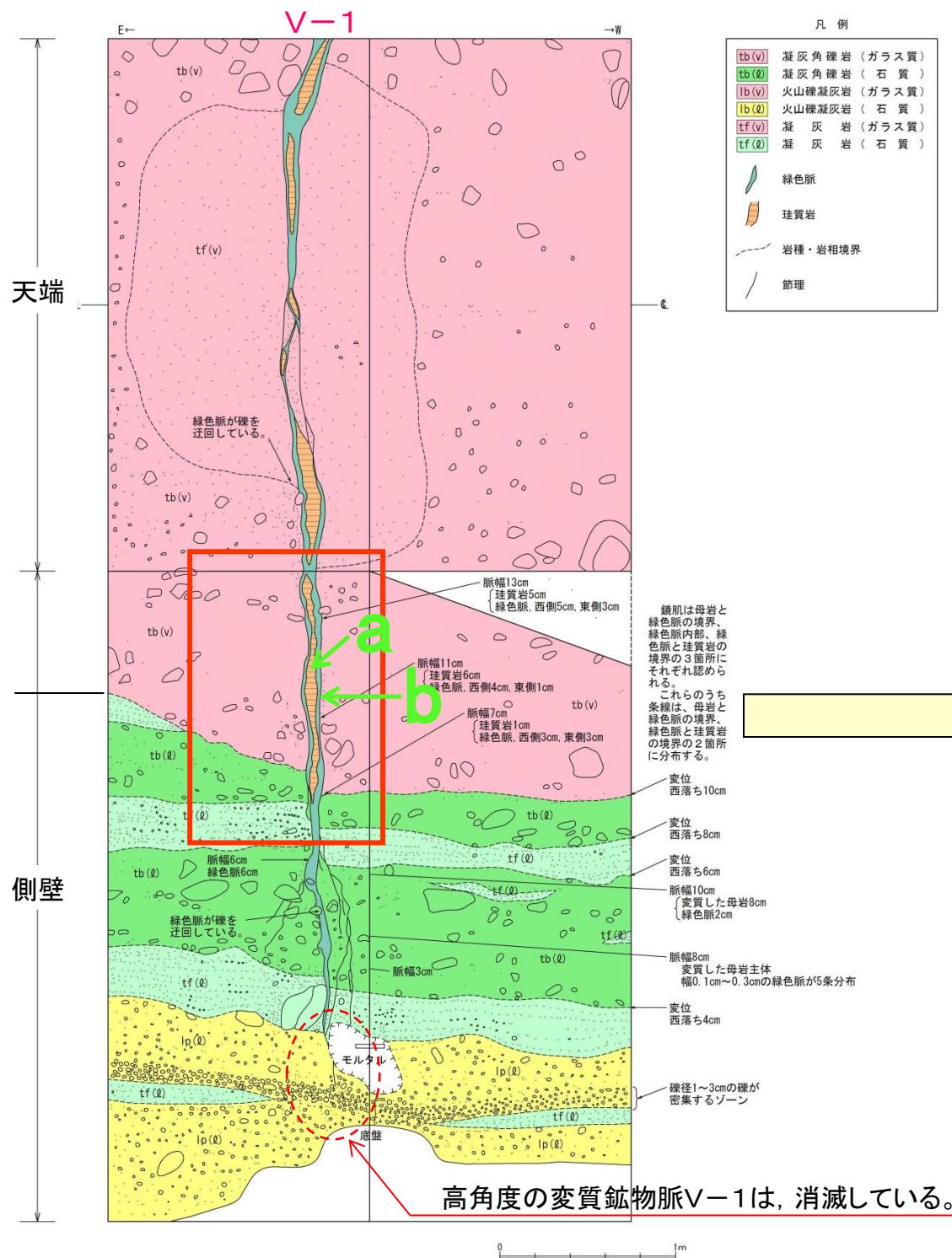
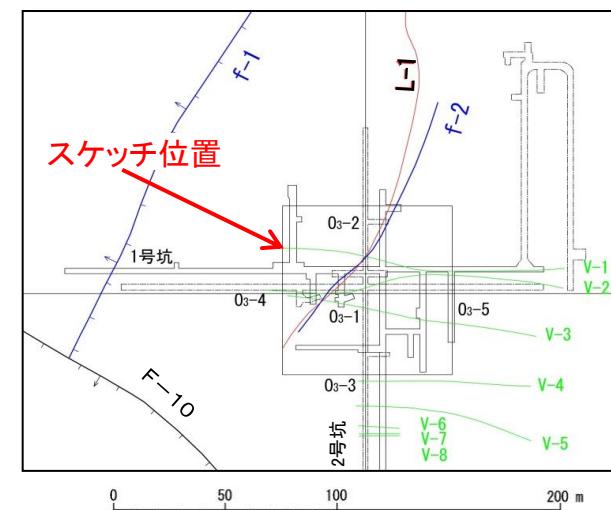


起振実験ヤードの断層分布

2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【変質鉱物脈の分布状況】

➤ 高角度の変質鉱物脈V-1は、脈を境に両側のガラス質基質の火山碎屑岩中に小規模なずれが認められるが、これより下方の石質基質の火山碎屑岩中では変位が認められなくなり、消滅していることを試掘坑で確認している。



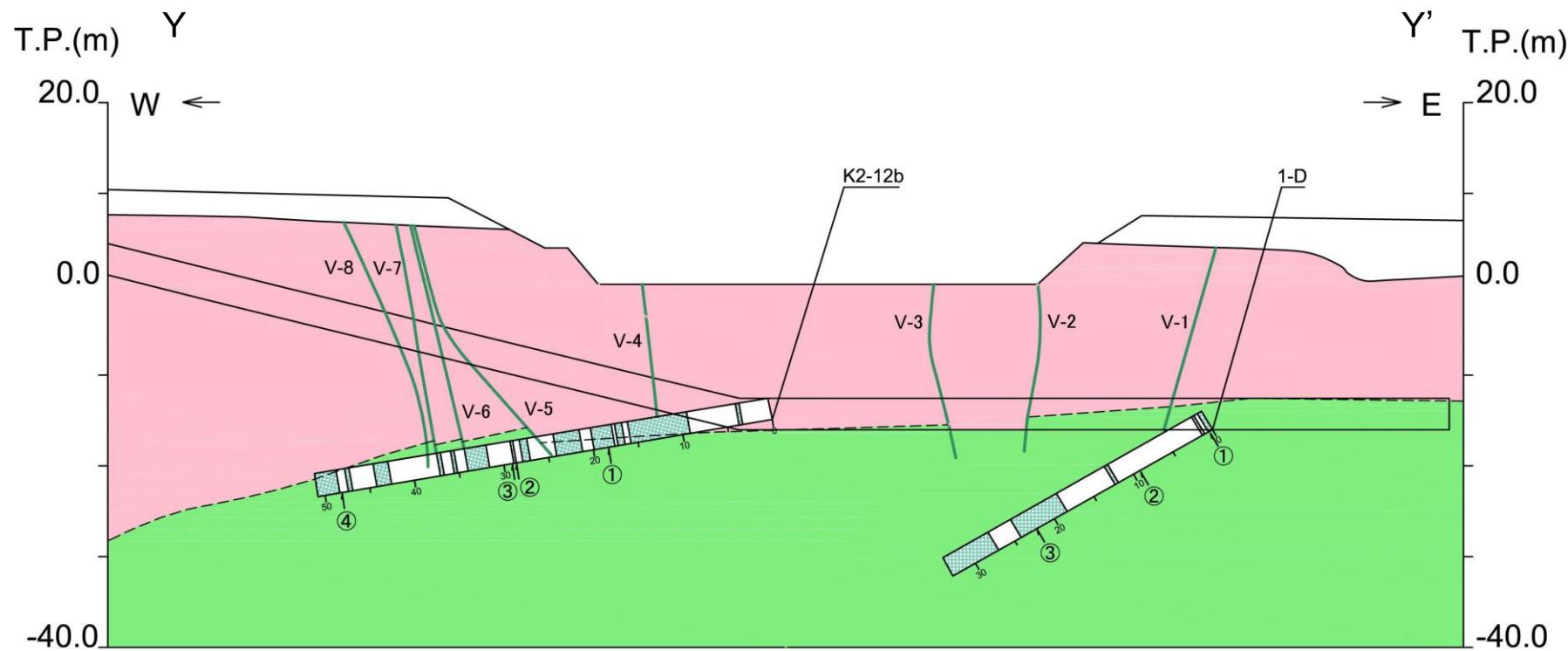
a: 明橙色を呈する硬質な珩化変質部(石英, α -鱗珩石)
b: 暗緑色を呈するセラドナイト化変質部(セラドナイト, モンモリロナイト)

変質鉱物脈V-1の詳細スケッチ(試験坑F)

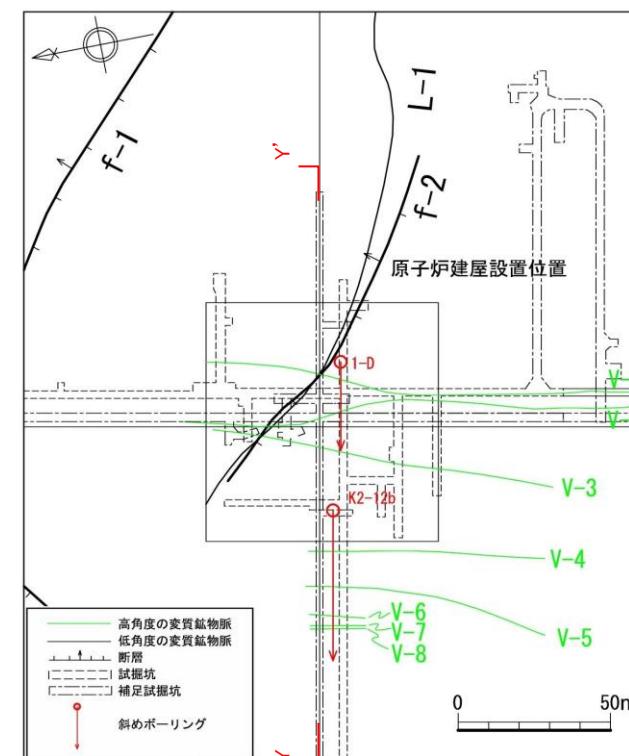
2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【高角度の変質鉱物脈の連続性】

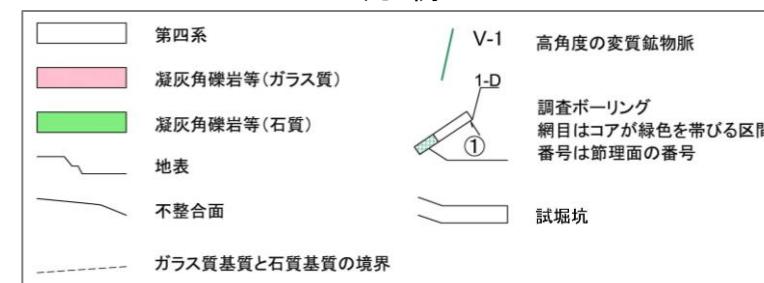
➤ 高角度の変質鉱物脈の深部の連続性を確認するため、試掘坑内から斜めボーリングを行った結果、高角度の変質鉱物脈は、ガラス質基質の火山碎屑岩中では明瞭であるが、これより下方の石質基質の火山碎屑岩中では断裂は不明瞭となり、深度方向に連続していない。



斜めボーリングの結果 (Y-Y' 断面投影)



凡例



K2-12b孔では、以下の分離面が確認されたが、南北方向の高角な断裂は確認されなかったことからV-4～V-8は深度方向に連続していないと判断される。

【確認された分離面】

- ① 18.18m: フィルム状のセピオライトを伴う低角度の変質鉱物脈
- ② 28.12m: フィルム状の粘土を挟む湾曲した割れ目
- ③ 28.22m: 幅0.1cmの砂を挟む割れ目
- ④ 47.24m, 47.40m, 47.46m: フィルム状の粘土を挟むE-W方向の割れ目

1-D孔では、以下の分離面が確認されたが、南北方向の高角な断裂は確認されなかったことからV-1～V-3は深度方向に連続していないと判断される。

【確認された分離面】

- ① 0.30m～0.50m: フィルム状～0.2cmの粘土を挟む割れ目を伴う岩片状部
- ② 9.00m～9.83m: 東西方向の割れ目を伴う岩片状部
- ③ 22.73m: 面が平滑ではない割れ目
22.78m: 礫と基質の分離面

2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【変質鉍物脈の鉍物・化学組成】

	鉍物組成	化学組成
高角度の変質鉍物脈	・セラドナイト, モンモロロナイト等からなる緑色脈と, 石英, α-鱗珪石等からなる珪質岩より構成される。	・変質鉍物脈の緑色脈は, 母岩と比較してTi, Al, Mg, Ca, Naが少なく, Fe, Kが多い傾向にある。
低角度の変質鉍物脈	・セピオライトを主体とし, その他にモンモロロナイト等を含む。	・低角度の変質鉍物脈は, 母岩と比較してTi, Al, Ca, Na, Kが少なく, Fe, Mn, Mgが多い傾向にある。
考察	・高角度の変質鉍物脈と低角度の変質鉍物脈は, 変質鉍物種及び化学組成が異なっていることから, 異なった成分の熱水により形成されたと考えられる。	

変質鉍物脈及び母岩のX線分析結果

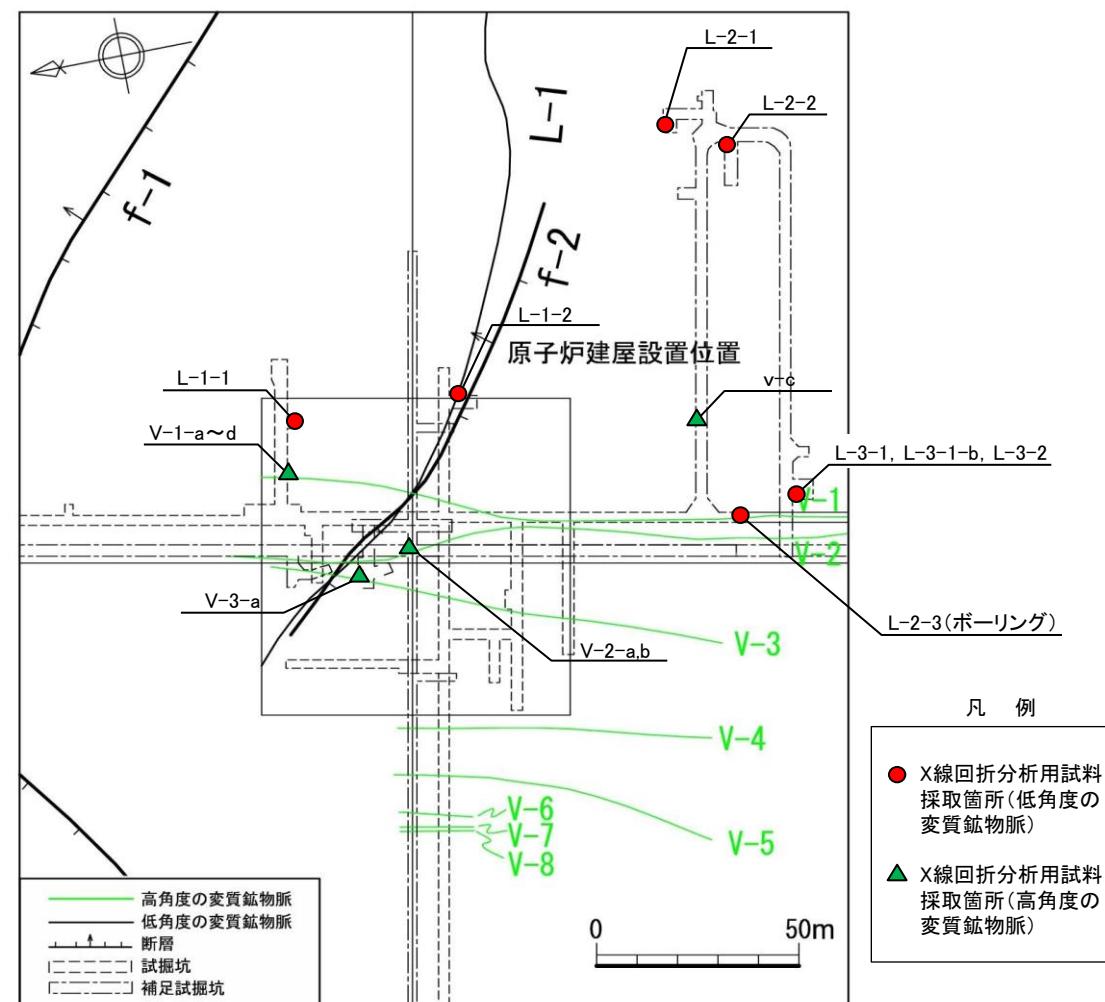
	試料番号	斜長石	セピオライト	セラドナイト	モンモロロナイト	磁鉄鉍	針鉄鉍	石英	α-鱗珪石	方解石	対象
高角度の変質鉍物脈	V-3-a	○		+	○					+	緑色脈 (V-3)
	V-2-a			○	○						緑色脈 (V-2)
	V-1-b						○	○			珪質岩 (V-1)
	V-2-b	○							○		珪質岩 (V-2)
	V-1-c	○		○	○						変質した母岩
	v-c	○		○	○						変質した母岩
低角度の変質鉍物脈	L-1-1	○	○							+	T.P.約-16m (L-1)
	L-1-2	○	○		○						T.P.約-16m (L-1)
	L-2-1	○	○				+				T.P.約-38m (L-2)
	L-2-3	○	○		○						T.P.約-38m (L-2)
	L-3-1	○	○				+				T.P.約-65m (L-3)
	L-3-2	○	○				○				T.P.約-65m (L-3)

○: 存在 +: 微量

変質鉍物脈及び母岩の化学組成

	試料番号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	※FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	対象
高角度の変質鉍物脈	V-1-a	47.25	0.07	2.10	21.63	0.08	3.35	0.98	1.27	2.04	0.01	緑色脈 (V-1)
	V-2-a	53.61	0.14	5.27	23.27	0.06	3.25	1.16	1.47	2.20	0.02	緑色脈 (V-2)
	V-1-b	89.44	0.01	0.06	7.27	0.04	0.08	0.03	0.06	0.04	0.12	珪質岩 (V-1)
	V-2-b	80.13	0.09	2.00	5.34	0.02	1.20	0.80	0.61	0.87	0.05	珪質岩 (V-2)
	V-1-c	50.16	0.19	5.03	18.20	0.05	3.40	2.24	1.58	2.67	0.01	変質した母岩
	v-c	51.27	0.53	13.62	10.13	0.07	4.28	6.46	2.40	1.42	0.01	変質した母岩
	V-1-d	52.18	0.63	18.04	7.93	0.10	5.45	8.41	2.39	0.57	0.05	母岩
低角度の変質鉍物脈	L-1-1	51.79	0.13	3.67	10.12	0.88	12.58	1.33	0.65	0.19	0.03	T.P.約-16m (L-1)
	L-1-2	52.43	0.30	7.40	9.98	0.62	9.44	3.25	1.25	0.47	0.05	T.P.約-16m (L-1)
	L-2-1	49.45	0.16	4.51	7.84	0.57	13.37	1.95	0.86	0.23	0.02	T.P.約-38m (L-2)
	L-2-2	50.67	0.20	5.12	7.95	0.55	13.33	2.02	0.92	0.50	0.01	T.P.約-38m (L-2)
	L-3-1	54.85	0.12	4.35	9.25	0.70	11.06	0.96	0.69	0.86	0.02	T.P.約-65m (L-3)
	L-3-2	53.79	0.27	8.30	9.64	0.50	9.70	2.03	1.11	1.31	0.05	T.P.約-65m (L-3)
	L-3-1-b	50.35	0.53	16.47	7.84	0.08	5.85	5.78	1.40	1.67	0.09	母岩

※FeO* = Fe₂O₃ × 0.9 + FeO (数値は重量百分率:wt%)

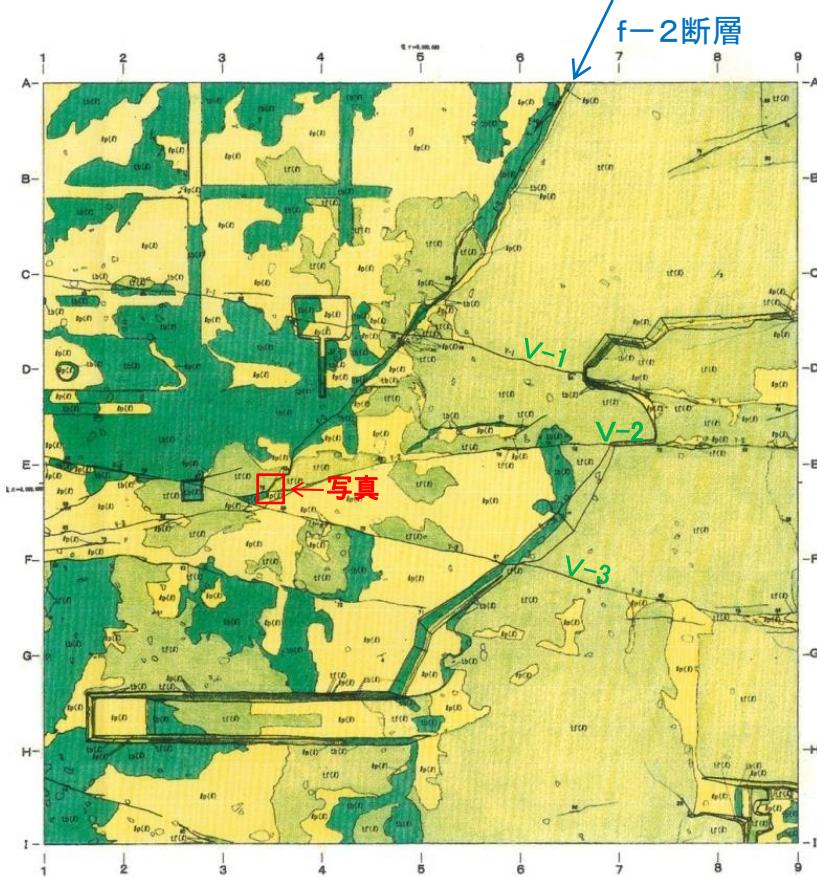


分析試料採取位置図

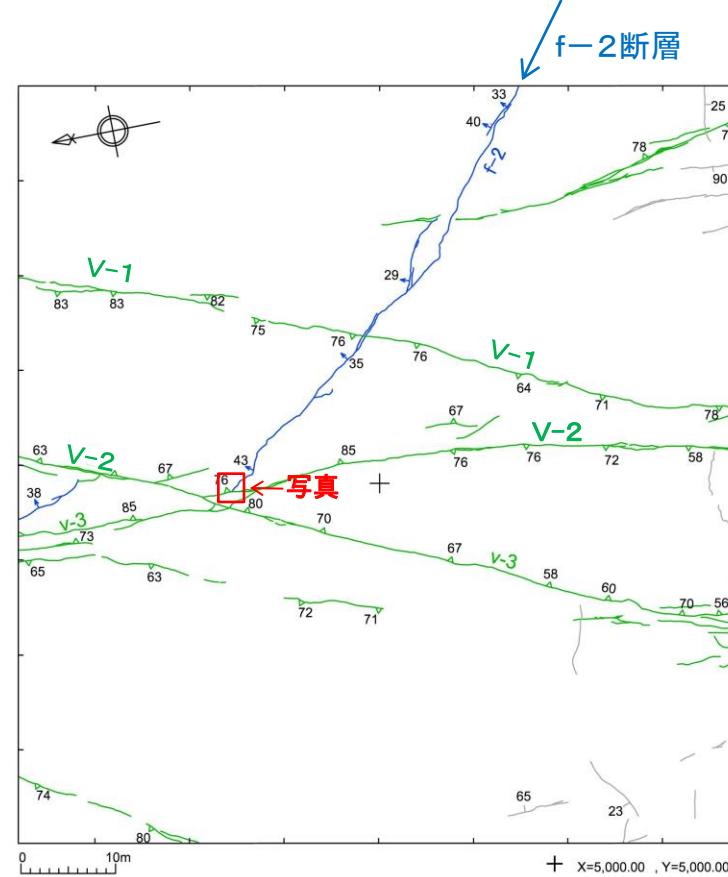
2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【f-2断層と高角度の変質鉱物脈】

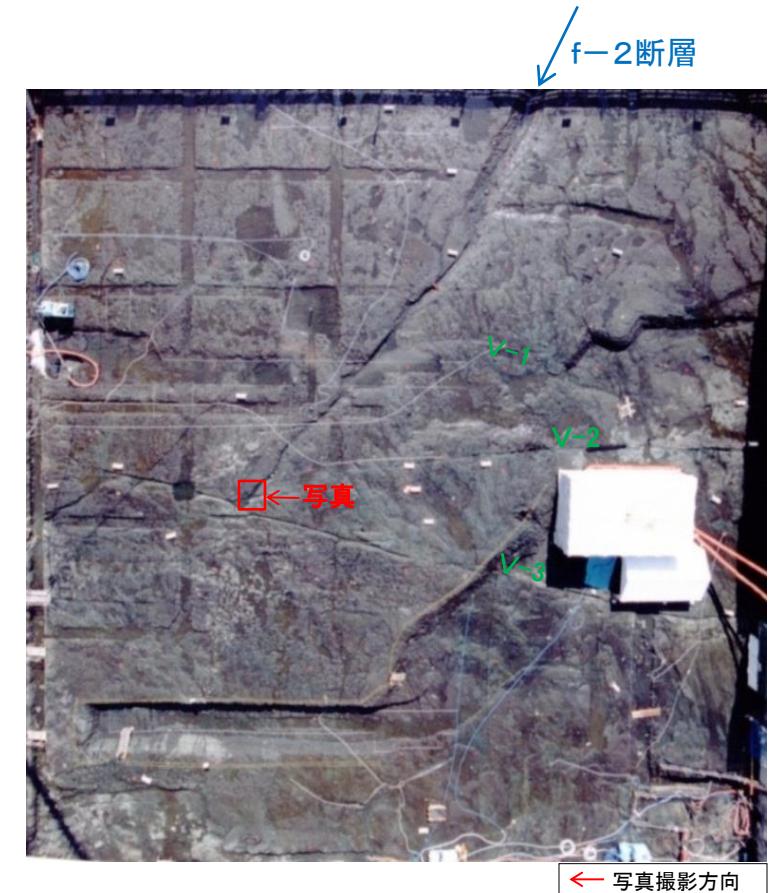
- f-2断層は、原子炉建屋基礎基盤において、高角度の変質鉱物脈V-2に接合し、これより西側には連続しない。
- f-2断層と高角度の変質鉱物脈V-1は、互いに変位を与えていない。
- ⇒ f-2断層は、高角度の変質鉱物脈の形成以降の活動はないものと判断される。



原子炉建屋基礎基盤の地質図

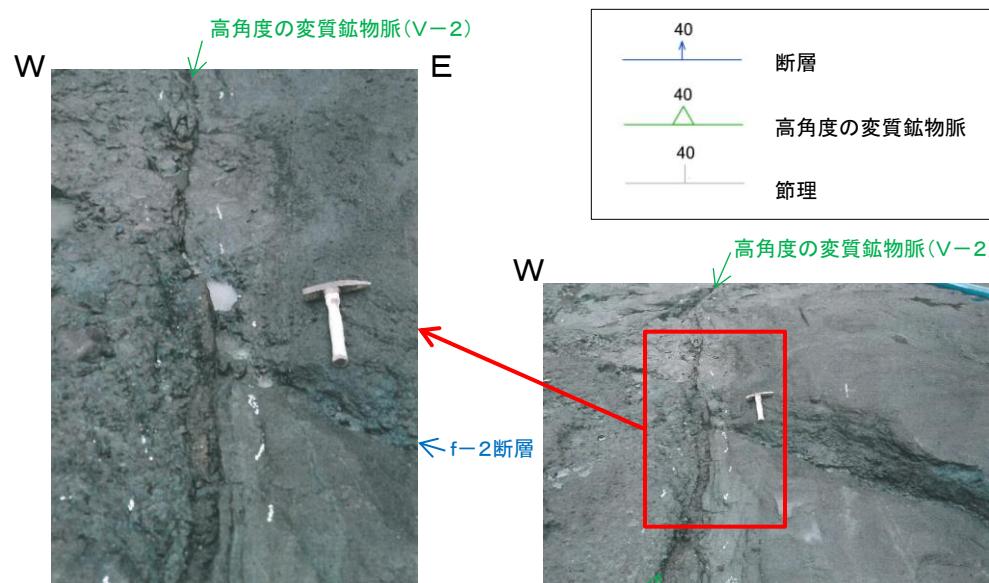


原子炉建屋基礎基盤の断裂分布図



原子炉建屋基礎基盤の写真

	凝灰角礫岩(石質)
	火山礫凝灰岩(石質)
	凝灰岩(石質)



f-2断層と高角度の変質鉱物脈(V-2)の接合状況

【原子炉建屋基礎基盤のf-2断層】
 走向: N2°E~N6°W
 傾斜: 20°~46°NE
 条線: L70°~R80°
 幅: フィルム状~1cm
 灰色~暗灰色粘土を挟在

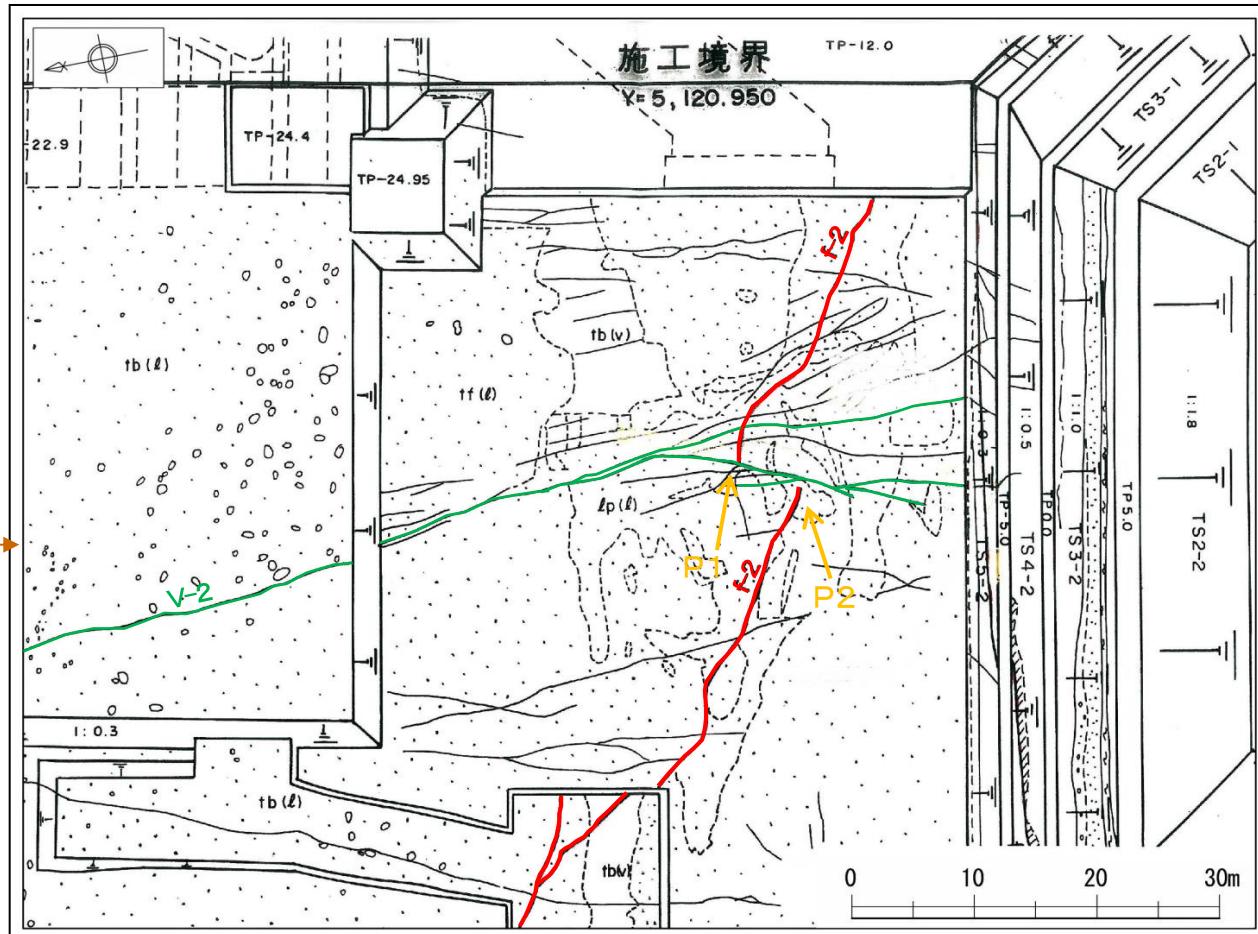
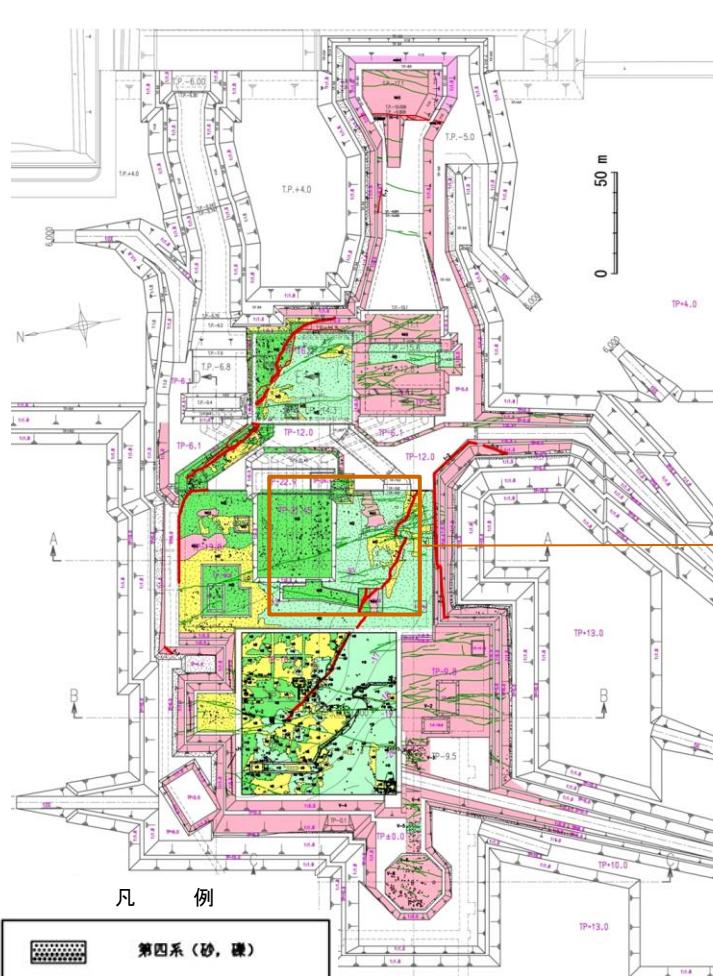
f-2断層: N24°W37°E, 緑灰色粘土0.1cm
 V-2: N8°E76°E, 緑色粘土幅1cm~1.5cm

f-2断層は、高角度の変質鉱物脈V-2に接合し、これより西側には連続しない。

2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【f-2断層と高角度の変質鉱物脈】

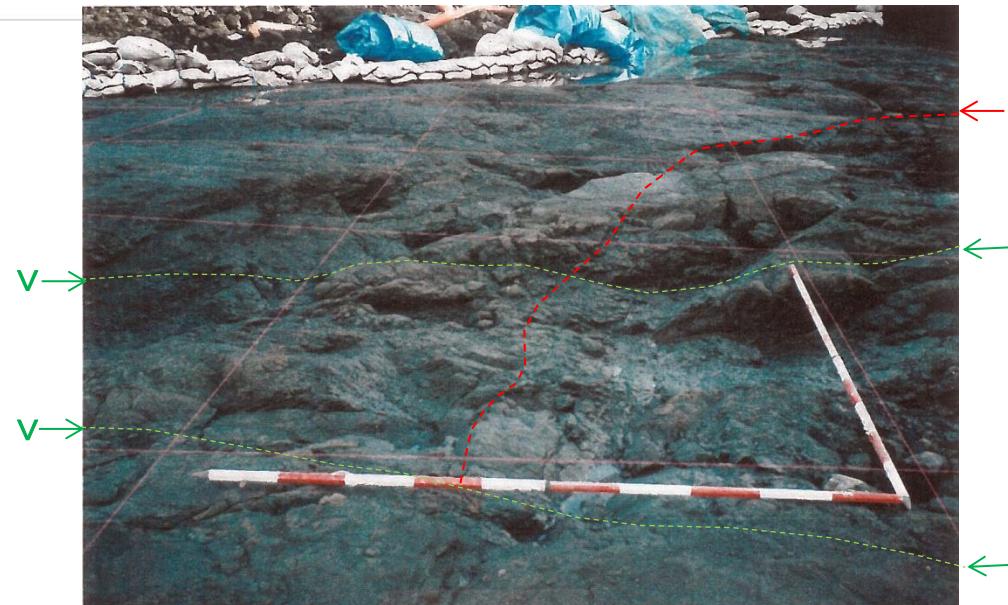
➢ f-2断層は、タービン建屋基礎基盤において、高角度の変質鉱物脈に切られている。
 ⇒ f-2断層は、高角度の変質鉱物脈の形成以降の活動はないものと判断される。



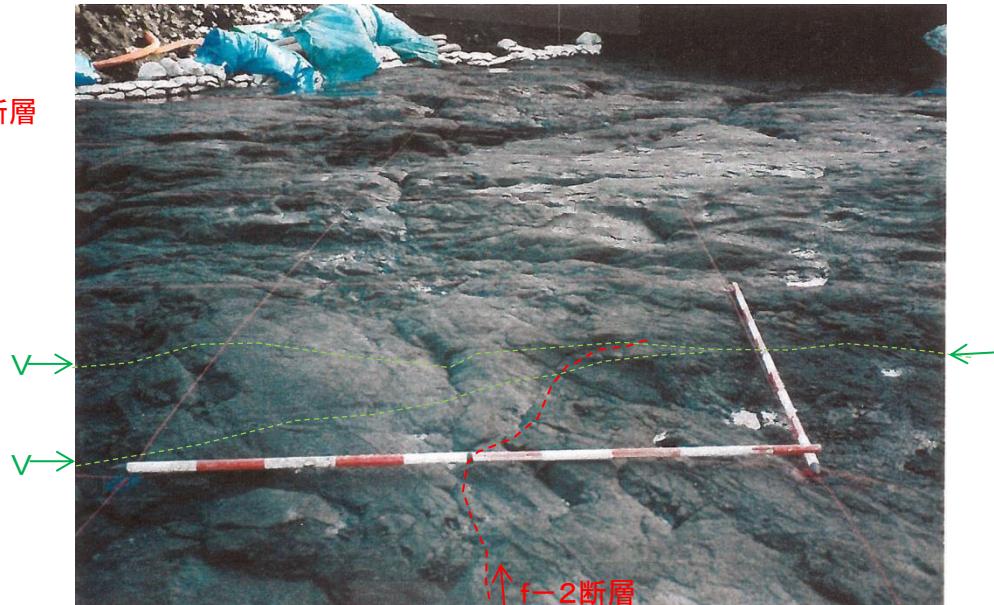
タービン建屋基礎基盤スケッチ

【タービン建屋基礎基盤のf-2断層】
 走向: N40°W~N65°W,
 傾斜: 20°N~46°N
 幅: フィルム状~1cm
 灰色~暗灰色~濃緑色の粘土を挟在

- 凡 例
- 第四系(砂、礫)
 - 凝灰角礫岩(ガス質)
 - 凝灰角礫岩(石質)
 - 火山礫凝灰岩(石質)
 - 凝灰岩(石質)
 - 安山岩溶岩(塊状)
 - 高角度の変質鉱物脈
 - 低角度の変質鉱物脈
 - 断 層
 - 層相境界線
 - 不整合面



P1 f-2断層と高角度の変質鉱物脈

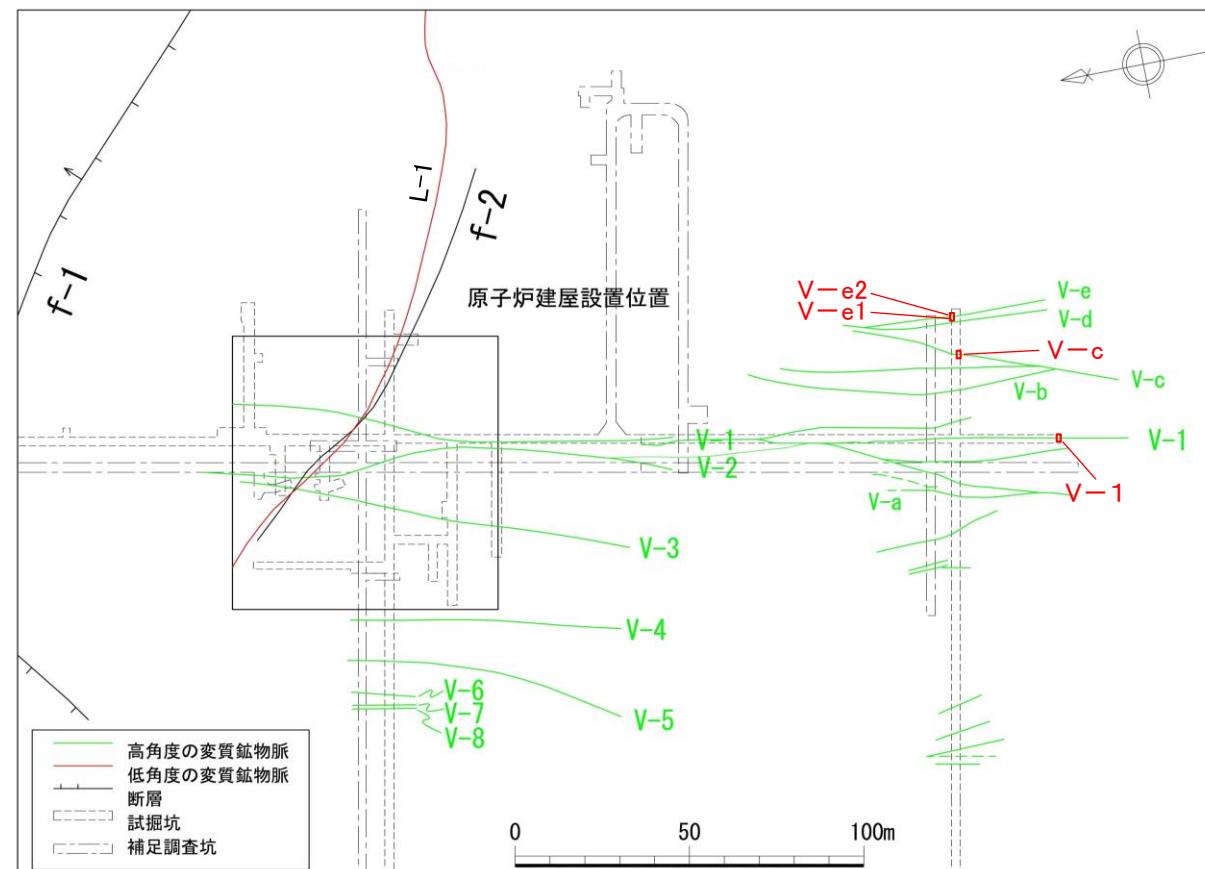
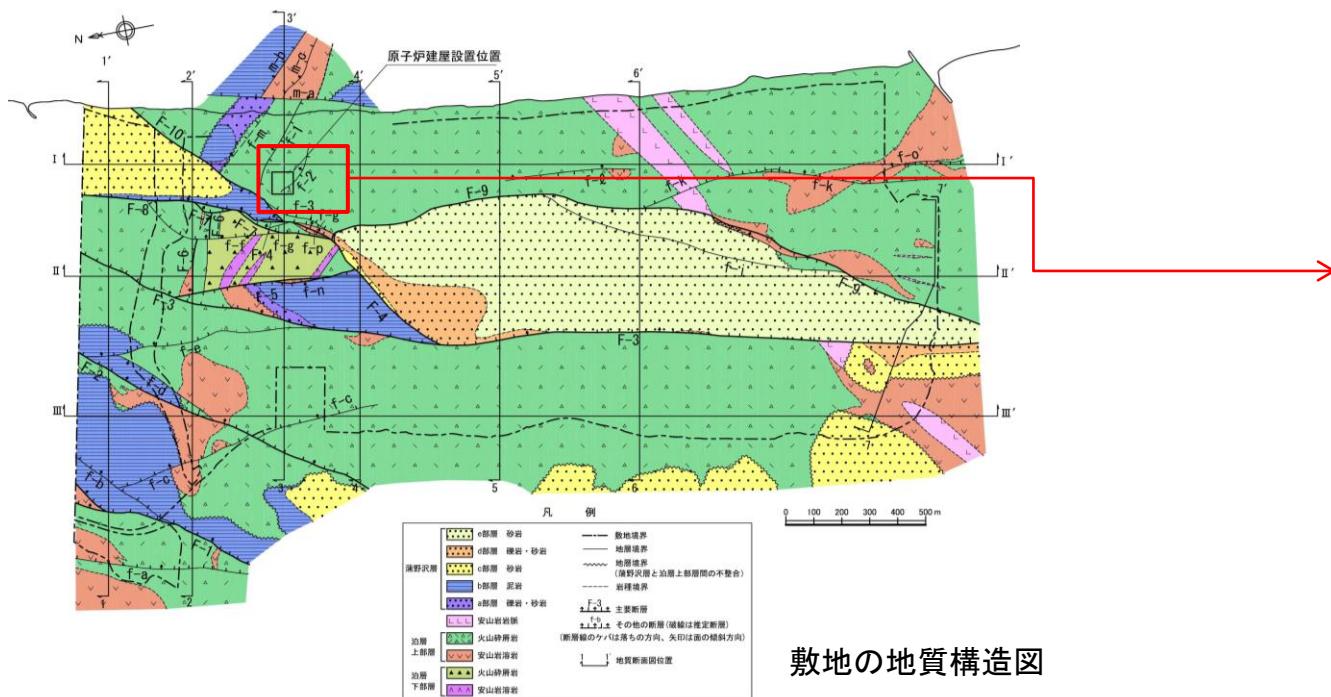


P2 f-2断層と高角度の変質鉱物脈

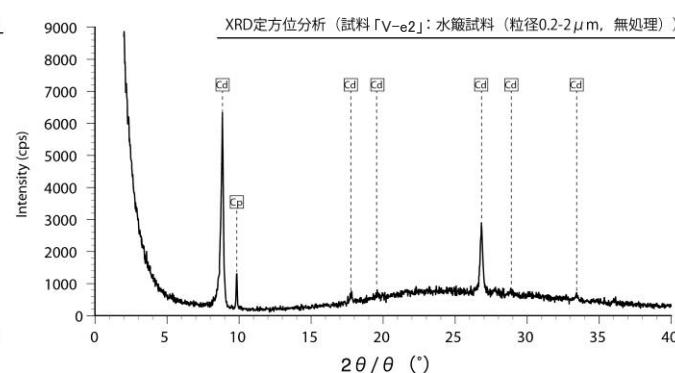
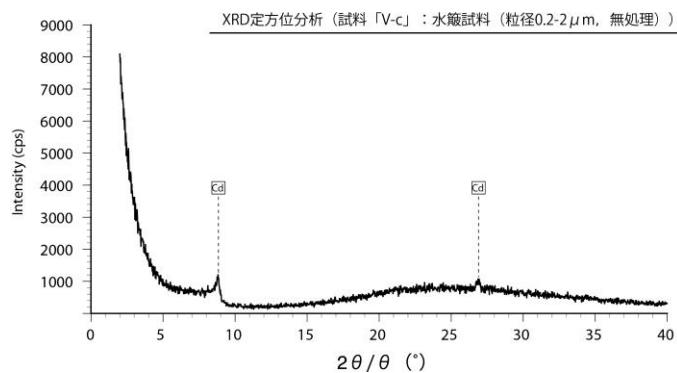
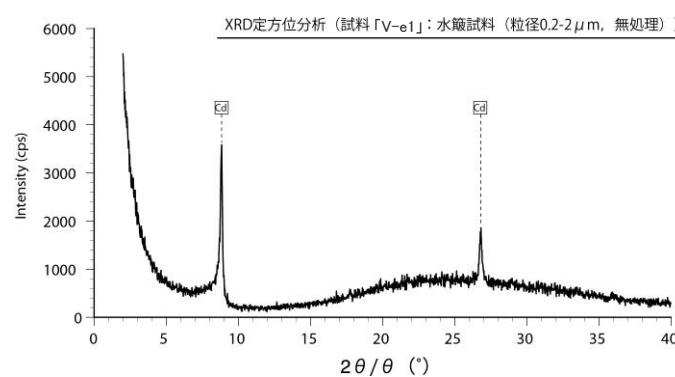
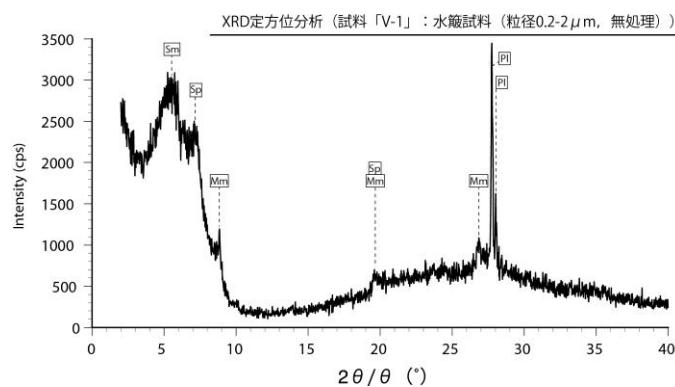
2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【高角度の変質鉱物脈のK-Ar年代】

- f-2断層の形成以降に形成された高角度の変質鉱物脈は、原子炉建屋南側の試掘坑で確認され、これらの変質鉱物脈中の粘土鉱物の年代測定を実施した。
- 年代測定試料のX線回折分析によれば、試料V-1は主にスメクタイトより構成され、試料 V-c, V-e1, V-e2はセラドナイトより構成される。
- 年代測定の対象となった鉱物は、いずれも熱水変質起源である。



分析試料採取位置図(T.P.約-16m)



年代測定試料XRD定方位分析チャート

Pl: 斜長石, Mm: 雲母鉱物, Sm: スメクタイト, Sp: セピオライト, Cd: セラドナイト, Ba: 重晶石, Cp: 斜ブチロル沸石

K-Ar年代測定試料の特徴

試料名	色調	硬さ・性状	含水状態	主要な鉱物
V-1	帯褐緑黒	やや硬質・葉片状	ほぼ乾燥	スメクタイト
V-c	緑黒	やや硬質・葉片状	ほぼ乾燥	セラドナイト
V-e1	緑黒	軟質・粘土～シルト状	湿潤	セラドナイト
V-e2	明緑	軟質・礫混じり粘土状	やや湿潤	セラドナイト

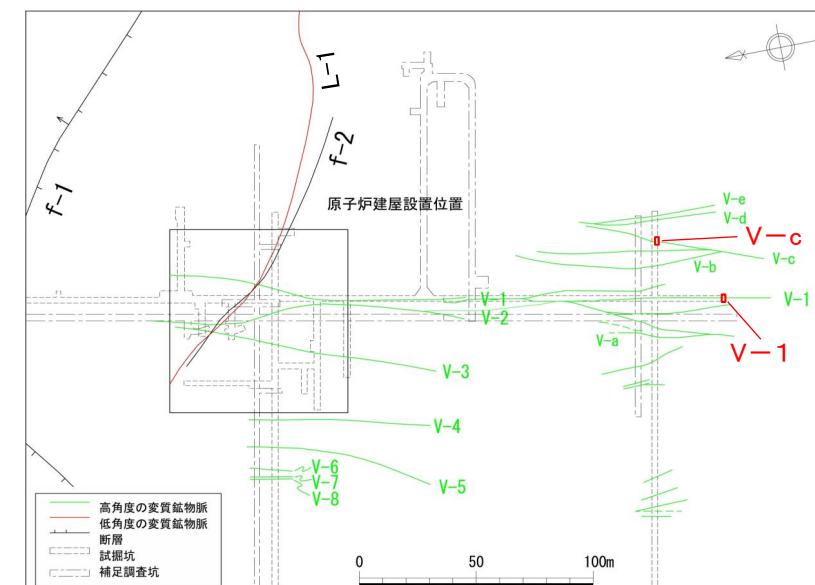
2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代】

➤ 高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代は、V-1が約10.5Ma、V-cが約11.0Maであり、高角度の変質鉍物脈が中新世に形成されたことを示している。

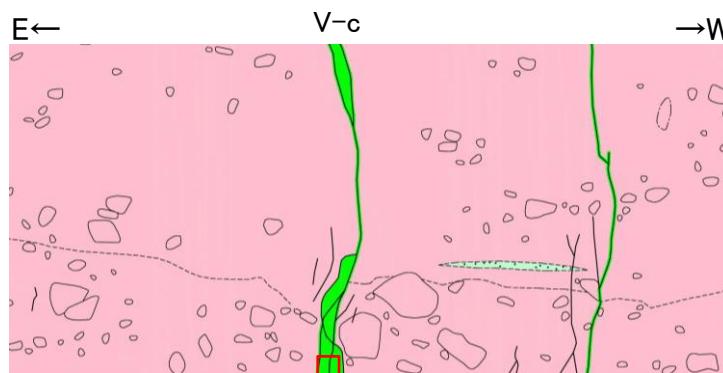
年代測定結果

試料番号	測定鉍物 (粒径)	カリウム含有量 (wt.%)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)
V-1	スメクタイト (0.2-2 μm)	2.220 ± 0.044	91.1 ± 6.7	10.54 ± 0.80	81.2
V-c	セラドナイト (0.2-2 μm)	2.487 ± 0.050	106.1 ± 4.3	10.96 ± 0.49	68.2
V-e1	セラドナイト (0.2-2 μm)	3.386 ± 0.068	134.8 ± 4.5	10.23 ± 0.39	62.7
V-e2	セラドナイト (0.2-2 μm)	4.410 ± 0.088	161.2 ± 4.0	9.40 ± 0.30	52.5



分析試料採取位置図(T.P.約16m)

V-c
走向・傾斜: N26° E80° E
最大幅: 8cm
見かけの鉛直変位量: 0.7m



試料採取箇所

V-cスケッチ(反転)

- 凝灰角礫岩(ガラス質)
- 凝灰岩(石質)
- 高角度の変質鉍物脈



変質鉍物脈V-c

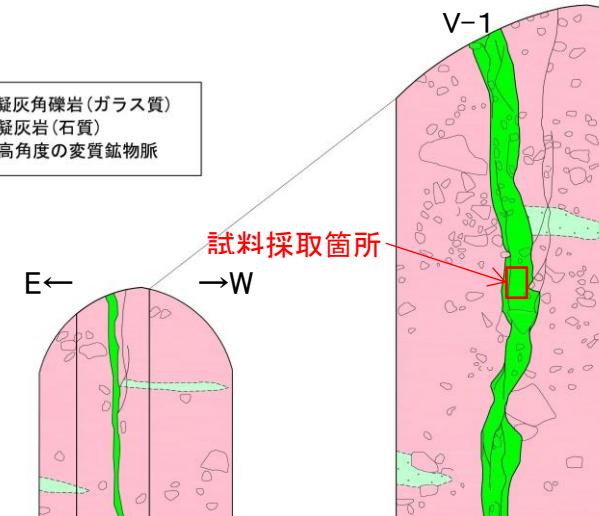


試料採取箇所

試料V-c採取箇所

V-1
走向・傾斜: N8° E88° W
最大幅: 20cm
見かけの鉛直変位量: 1.2m

- 凡例
- 凝灰角礫岩(ガラス質)
 - 凝灰岩(石質)
 - 高角度の変質鉍物脈



試料採取箇所

切羽全景

拡大スケッチ

V-1スケッチ



変質鉍物脈V-1



試料採取箇所

試料V-1採取箇所

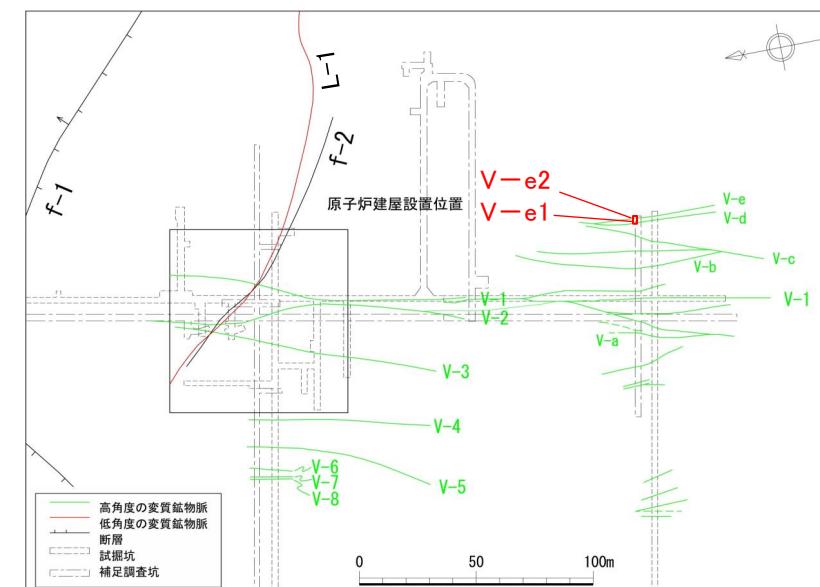
2.5.7.3 f-2断層の活動性評価

詳細な地質構造【高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代】

▶ 高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代は、V-e1が約10.2Ma、V-e2が約9.4Maであり、高角度の変質鉍物脈が中新世に形成されたことを示している。

年代測定結果

試料番号	測定鉍物 (粒径)	カリウム含有量 (wt.%)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar年代 (Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar (%)
V-1	スメクタイト (0.2-2 μm)	2.220 ± 0.044	91.1 ± 6.7	10.54 ± 0.80	81.2
V-c	セラドナイト (0.2-2 μm)	2.487 ± 0.050	106.1 ± 4.3	10.96 ± 0.49	68.2
V-e1	セラドナイト (0.2-2 μm)	3.386 ± 0.068	134.8 ± 4.5	10.23 ± 0.39	62.7
V-e2	セラドナイト (0.2-2 μm)	4.410 ± 0.088	161.2 ± 4.0	9.40 ± 0.30	52.5



分析試料採取位置図(T.P.約-16m)

V-e
走向・傾斜: N12°W90°
最大幅: 2cm
見かけの鉛直変位量: 0.05m

凡例

- 凝灰角礫岩(ガラス質)
- 凝灰岩(石質)
- 高角度の変質鉍物脈

試料採取箇所

変質鉍物脈V-e

試料採取箇所

V-e
走向・傾斜: N12°W90°
最大幅: 2cm
見かけの鉛直変位量: 0.05m

凡例

- 凝灰角礫岩(ガラス質)
- 凝灰岩(石質)
- 高角度の変質鉍物脈

試料採取箇所

変質鉍物脈V-e

試料採取箇所

試料V-e1採取箇所

試料V-e2採取箇所

余 白

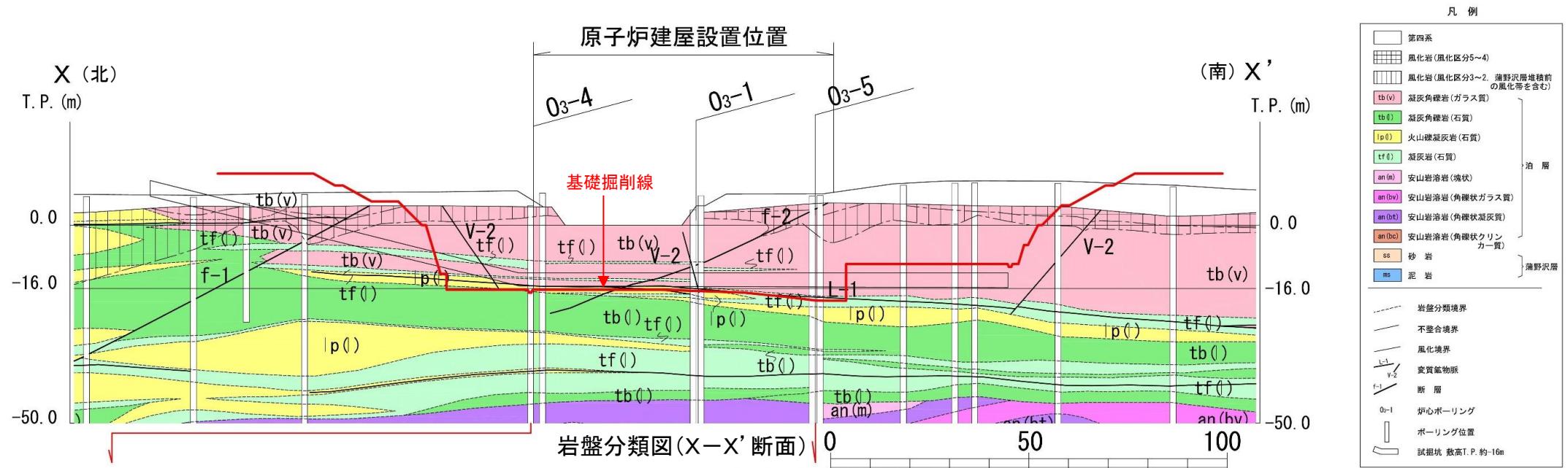
2.5 断層の活動性評価

2.5.7.4 永久変位に関する検討

2.5.7.4 永久変位に関する検討

原子炉建屋設置位置付近の岩盤状況【f-1断層, f-2断層, m-a断層】

▶ 泊層の表層部には風化が認められるものの、原子炉建屋が設置される深さ(T.P. 約-16m)の岩盤には風化の影響は認められない。

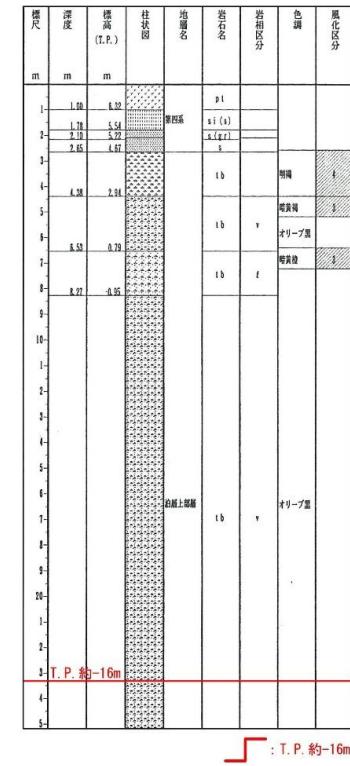


03-4孔・地質柱状図及びコア写真

03-5孔・地質柱状図及びコア写真

地質柱状図凡例

層号	層厚 (m)	層高 (T.P.) (m)	柱状図	地層名	岩種名	岩相区分	色調	風化区分
1	0.50	4.40		砂	砂			
2	1.00	3.40		砂	砂			
3	2.00	1.40		砂	砂			
4	5.00	-1.00		砂	砂			
5	8.00	-3.00		砂	砂			
6	11.00	-6.00		砂	砂			
7	14.00	-9.00		砂	砂			
8	17.00	-12.00		砂	砂			
9	20.00	-15.00		砂	砂			
10	23.00	-18.00		砂	砂			
11	26.00	-21.00		砂	砂			
12	29.00	-24.00		砂	砂			
13	32.00	-27.00		砂	砂			
14	35.00	-30.00		砂	砂			
15	38.00	-33.00		砂	砂			
16	41.00	-36.00		砂	砂			
17	44.00	-39.00		砂	砂			
18	47.00	-42.00		砂	砂			
19	50.00	-45.00		砂	砂			
20	53.00	-48.00		砂	砂			
21	56.00	-51.00		砂	砂			
22	59.00	-54.00		砂	砂			
23	62.00	-57.00		砂	砂			
24	65.00	-60.00		砂	砂			
25	68.00	-63.00		砂	砂			



層号	層厚 (m)	層高 (T.P.) (m)	柱状図	地層名	岩種名	岩相区分	色調	風化区分
1	1.00	6.32		砂	砂			
2	1.75	4.57		砂	砂			
3	2.10	2.47		砂	砂			
4	2.65	-0.17		砂	砂			
5	4.38	-2.55		砂	砂			
6	6.53	-5.07		砂	砂			
7	8.27	-6.80		砂	砂			
8	10.00	-8.53		砂	砂			
9	11.75	-10.28		砂	砂			
10	13.50	-12.02		砂	砂			
11	15.25	-13.77		砂	砂			
12	17.00	-15.51		砂	砂			
13	18.75	-17.26		砂	砂			
14	20.50	-19.00		砂	砂			
15	22.25	-20.75		砂	砂			
16	24.00	-22.50		砂	砂			
17	25.75	-24.25		砂	砂			
18	27.50	-26.00		砂	砂			
19	29.25	-27.75		砂	砂			
20	31.00	-29.50		砂	砂			
21	32.75	-31.25		砂	砂			
22	34.50	-33.00		砂	砂			
23	36.25	-34.75		砂	砂			
24	38.00	-36.50		砂	砂			
25	39.75	-38.25		砂	砂			

第四系	符号	名称
砂	b	砂
砂	pt	砂
シルト	si	シルト
シルト	si(s)	砂質シルト
砂	s(s)	シルト質砂
砂	s	砂
砂	s(gr)	礫混り砂
砂	gr(s)	シルト混り砂
砂	gr	礫
安山岩溶岩(塊状)	n	塊状
安山岩溶岩(角礫状ガラス質)	bn	角礫状ガラス質
安山岩溶岩(角礫状凝灰質)	bn	角礫状凝灰質
安山岩溶岩(角礫状砕片)	bn	角礫状砕片
凝灰角礫岩	tb	凝灰角礫岩
凝灰角礫岩(ガラス質)	tb	凝灰角礫岩
凝灰角礫岩(石英)	tb	凝灰角礫岩
火山礫凝灰岩	tp	火山礫凝灰岩
火山礫凝灰岩(ガラス質)	tp	火山礫凝灰岩
火山礫凝灰岩(石英)	tp	火山礫凝灰岩
凝灰岩	tf	凝灰岩

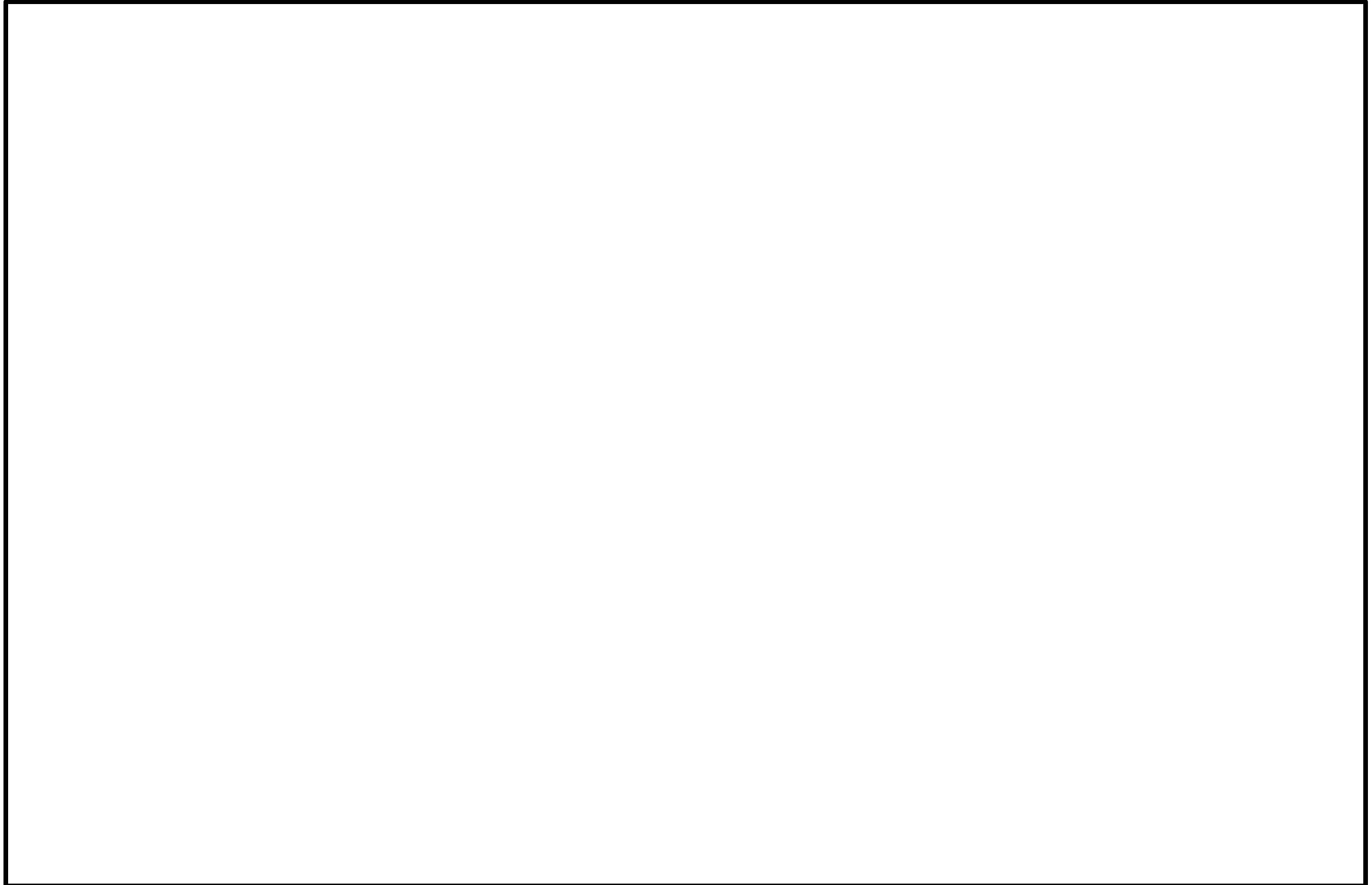
風化区分	岩石の状況	劣化度区分凡例
5	非常に硬く原岩の組織が認められる。原岩の組織が全く認められない。	E 強風化
4	指圧で崩れる。硬も軟質化している。	D
3	岩芯は主に淡褐色を呈するが、指圧で崩れない。硬はやや軟質化している。	C
2	指圧目録に淡褐色を呈し、やや軟質化している。硬は硬質で新鮮である。	B
1		A 新鮮

岩盤分類図(X-X'断面)と地質柱状図及びコア写真

2.5.7.4 永久変位に関する検討

原子炉建屋設置位置付近の岩盤状況【f-1断層, f-2断層, m-a断層】

➤ 泊層の表層部には風化が認められるものの、原子炉建屋が設置される深さ(T. P. 約-16m)の岩盤には風化の影響は認められない。



余 白

2.5.7.4 永久変位に関する検討

原子炉建屋設置位置付近の岩盤状況【f-1断層, f-2断層, m-a断層】

- 原子炉建屋設置位置付近の泊層表層部の劣化部(劣化度B~C)の厚さは約1m~7mである。
- 原子炉建屋が設置される深さ(T.P.約-16m)の岩盤には風化の影響のない劣化度Aの岩盤が分布している。
 - ⇒ 原子炉施設は、十分な強度を有する岩盤に設置しており、常時地下水面下にあり定常状態にあることから、風化・劣化による永久変位は生じることはなく、施設への影響はない。

2.5.7 重要な安全機能を有する施設の直下にある断層の活動性評価 まとめ

重要な安全機能を有する施設の直下にある断層(f-1断層, f-2断層, m-a断層)の活動性

(1) f-1断層

- f-1断層はF-10断層に切られ, F-10断層はF-8断層に切られている。F-8断層は破碎部が中新世の熱水変質作用により広範囲に固結・岩石化しており, 固結・岩石化して以降の活動はない。
- f-1断層の断層箇所では第四系基底面に段差は認められず, 断層の延長上の第四系中にも変位・変形は認められない。
- トレンチでは, f-1断層の破碎部は, 全体に渡って軟質なガウジは認められず, 熱水変質による鱗片状のセピオライトで充填されており, f-1断層は破碎部がセピオライトで充填して以降の活動はない。
- なお, f-1断層の上方の砂層中に正断層センスの小断裂が見られるが, f-1断層とセンスが異なること, 小断裂は開口し, 変位量が上方ほど大きく下方で消滅しf-1断層に連続しないこと, f-1断層と北側の小断裂に概ね囲まれた部分では, 岩盤表層部は風化・劣化が進み, これと調和的に周囲に比較して20cm~30cm程度高い緩やかな撓みの形状が認められること等から, 小断裂は岩盤劣化部の体積膨張に関係したもので, f-1断層とは関係しないものと判断される。

(2) f-2断層

- f-2断層は, 走向方向, 深度方向ともに連続性がなく, 孤立した断層である。
- f-2断層は, 新第三系泊層上部層中で消滅しており, 断層を被覆する第四系及びその基底面に変位・変形を与えていない。
- f-2断層は, 熱水変質作用による高角度の変質鉱物脈に切られており, この高角度の変質鉱物脈はK-Ar年代測定結果から約10Maの値が得られている。f-2断層は, 高角度の変質鉱物脈の形成以降の活動はない。

(3) m-a断層

- m-a断層は, NNE-SSW走向を示し, 泊層と蒲野沢層の境界をなす東傾斜の正断層で, 破碎部には明瞭なせん断面は認められない。
- m-a断層は, 走向・傾斜, 移動のセンス, 泊層と蒲野沢層の境界をなす地質構造等の特徴が, 近接して並走するF-8断層, F-10断層と類似の性状を示す。

(4) 永久変位が生じる断層に対する検討

- 重要な安全機能を有する施設は, 十分な強度を有する岩盤に設置しており, 常時地下水面下にあり, 定常状態にあることから, 風化・劣化による永久変位は生じることはなく, 施設への影響はない。

以上のことから, f-1断層, f-2断層, m-a断層は, 少なくとも後期更新世以降の活動はなく, 将来活動する可能性のある断層等には該当しない。

2.5.7 重要な安全機能を有する施設の直下にある断層の活動性評価 まとめ

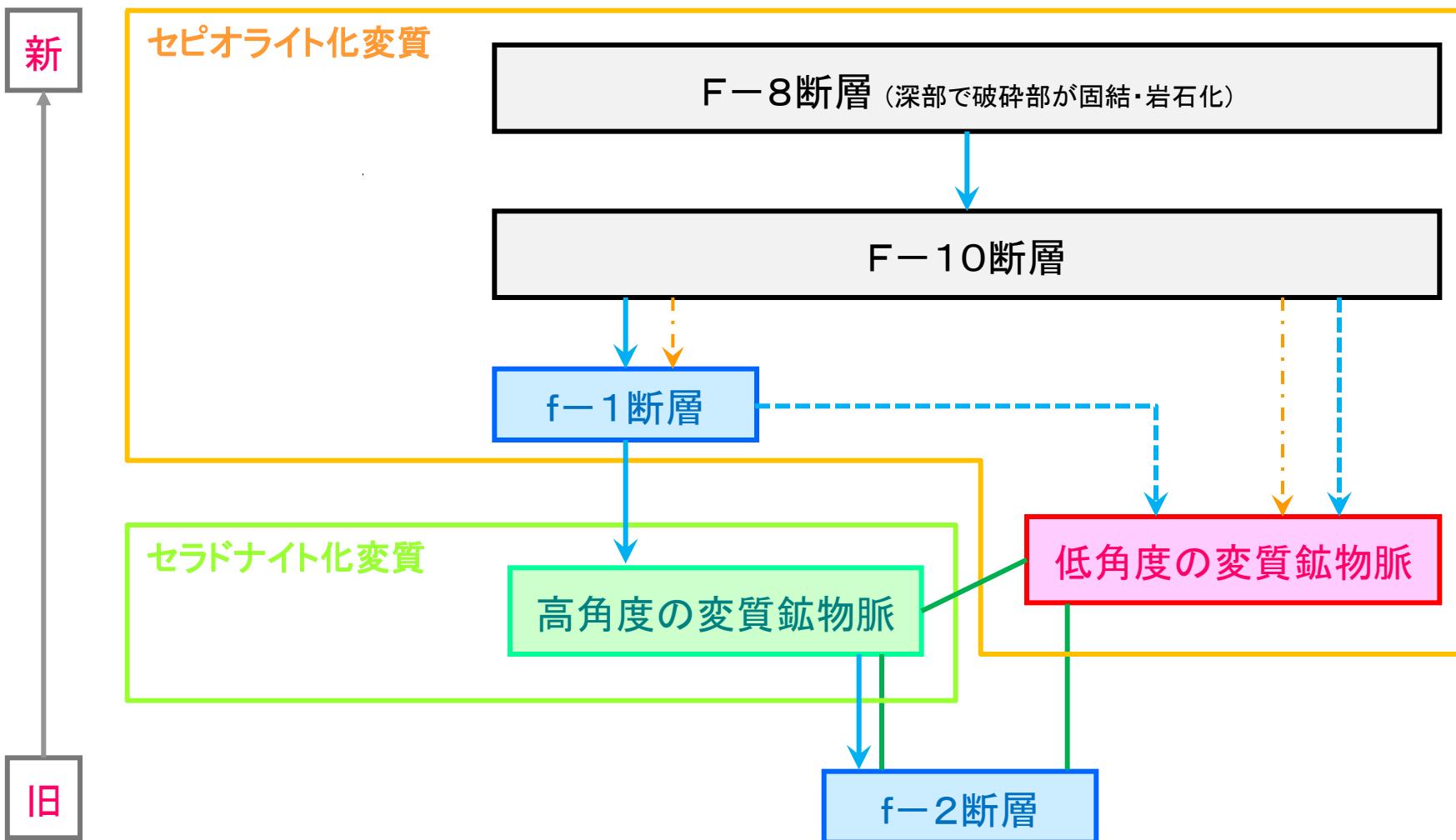
f-1断層

- f-1断層は、北西側でF-10断層に切られ、南東側でm-a断層に切られており、高角度及び低角度の変質鉱物脈の形成以降、F-10断層形成以前に形成された。
- F-10断層は、破碎部が広範囲に固結・岩石化しているF-8断層に切られる。
⇒ f-1断層は、主要な断層(F-8断層、F-10断層)の形成以降の活動はない。

f-2断層

- f-2断層は、走向方向にも深度方向にも連続しない孤立した断層である。
- f-2断層は、高角度の変質鉱物脈に切られており、高角度の変質鉱物脈の形成以前に形成された。
- 高角度の変質鉱物脈のK-Ar年代測定結果として、約10Maの年代値が得られている。
⇒ f-2断層は、高角度の変質鉱物脈の形成(約10Ma)以降の活動はない。

形成時期



凡例

- A → B AがBを変位させる箇所を確認
- A ↔ B AがBを変位させる箇所とBがAを変位させる箇所を確認
- A — B AとBのいずれにも変位が認められない箇所を確認
- > 熱水変質の経路(想定)

実線:トレンチ, 掘削面等で直接確認
破線:ボーリング, トレンチ等より推定

原子炉施設設置位置付近の断層, 変質鉱物脈及び熱水変質作用の形成順序

3. 総合評価

3. 総合評価

総合評価

断層名	分類	将来活動する可能性のある断層等に該当しないことの確認										地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認	評価
		後期更新世以降(12~13万年前以降)の地形面又は地層の変形と断層との関係			震源として考慮する活断層に該当しないことの確認								
		変位・変形がない後期更新世以降の段丘堆積物	第四系の変位の有無・特徴	第四系の変位の成因	リニアメント・変動地形	他の断層等との相互関係	断層破砕部の性状	地下深部への連続性		反射法探査、ボーリング等	海陸統合探査		
F-1※1	敷地西側の東傾斜の断層	M ₁ 面	・敷地内は変位なし ・H-6断層の1ヶ所のみM ₁ 面段丘堆積物に変位があるが、断層位置と対応しない正断層センスの小断層 ・深部で断層破砕部が固結・岩石化	非構造的	断層の活動を示唆するリニアメント、変動地形、第四系基底面に連続性を有する地形的な段差は認められない	北方はH-6~H-8断層に連続し、南方は一切山東方断層となる	露頭で固結・岩石化を確認	地下500m~1000m付近において緩傾斜となり、地下深部には連続しない	地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層、敷地の断層の活動と関連するような構造なし			地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認	震源として考慮する活断層に該当しない
F-2※1		M ₁ 面	・敷地内は変位なし ・H-5断層でM ₁ 面段丘堆積物に変位があるが、岩盤上面に段差なし ・深部で断層破砕部が固結・岩石化	非構造的		北方はH-5断層に連続し、敷地南方で消滅	露頭で固結・岩石化を確認			震源として考慮する活断層に該当しない			
f-a※1		M ₁ 面	・変位なし	—		北方はH-9断層に連続し、南方はF-1断層に会合、一切山東方断層となる	固結を確認(セピオライトで充填)			震源として考慮する活断層に該当しない			
F-3	M ₁ 面	・M ₁ 面段丘堆積物等に変位があるが、変位の有無・形態、変位・変形量が走向方向で変化。また、粘土注入はせん断面を伴っていない ・地表付近で断層破砕部が固結・岩石化(熱水変質、続成作用)	非構造的	・F-4断層と会合 ・F-9断層に切られる		敷地北部・南部で固結・岩石化を確認	震源として考慮する活断層に該当しない						
F-4	M ₁ 面	・M ₁ 面段丘堆積物に変位があるが、断層中央部で撓み、その両側では変位なし	非構造的	・F-3断層、F-8断層と会合 ・F-9断層を切る		広範囲に固結・岩石化を確認	震源として考慮する活断層に該当しない						
F-9	M ₁ 面	・M ₁ 面段丘堆積物等に変位があるが、断層中央部の多くの箇所に変位なし。また、断層北側と南側で変位のセンスが逆 ・地形の高まりに見られる撓みは、岩盤が風化・劣化し、方向・形態・連続性が多様	非構造的	・F-3断層を切る ・F-4断層に切られる		・深部で固結・岩石化を確認 ・トレンチで固結破砕部を確認	震源として考慮する活断層に該当しない						
F-8	M ₁ 面	・M ₂ 面段丘堆積物に変位があるが、変位の有無・形態、変位・変形量が走向方向で変化 ・深部は断層破砕部が広範囲に固結・岩石化	非構造的	・F-10断層を切る		深部で広範囲に固結・岩石化を確認	震源として考慮する活断層に該当しない						
F-10	M ₂ 面	・M ₂ 面段丘堆積物に変位があるが、変位の有無・形態が走向方向で変化	非構造的	・F-8断層に切られる		粘土状、シルト状、鱗片状及び固結状を確認	震源として考慮する活断層に該当しない						
m-a※1		後期更新世の地層が分布しない		— (沿岸部)		・m-b断層、m-c断層を切る	粘土状及びシルト状を確認			風化・劣化に伴う永久変位は生じない	将来活動する可能性のある断層等に該当しない		
f-1	M ₂ 面	・f-1断層上位のM ₂ 面段丘堆積物の砂層中の正断層センスの小断層は、上方ほどずれ量が大きく開口し、下方で消滅。断層位置と対応せず、f-1断層との関係なし	非構造的	断層の活動を示唆するリニアメント、変動地形、第四系基底面に連続性を有する地形的な段差は認められない		・F-10断層、m-a断層に切られる	軟質なガウジがなく、鱗片状を確認(セピオライトで充填)			風化・劣化に伴う永久変位は生じない	将来活動する可能性のある断層等に該当しない		
f-2	M ₂ 面	・変位のない断層はf-2断層との関係なし	—	断層の活動を示唆するリニアメント、変動地形、第四系基底面に連続性を有する地形的な段差は認められない	・延長・深度方向とも連続しない孤立した断層 ・高角度の変質鉱物脈に切られる	粘土状、シルト状及び鱗片状を確認	風化・劣化に伴う永久変位は生じない	将来活動する可能性のある断層等に該当しない					

※1: 有識者会合で議論されなかった断層

4. 有識者会合の指摘に対する対応と見解

4. 有識者会合の指摘に対する対応と見解

敷地内の断層で見られる横ずれ成分について

有識者会合の指摘※	東北電力の対応と見解
<p>敷地内の断層で見られる横ずれ成分について</p> <p>Tr-28トレンチの平面掘削で観察された上部更新統中の小断裂では、個々の断層等の条線はF-3断層に対して系統的な左横ずれ成分を示すこと、破断した礫のずれにも左横ずれ成分が伴われること、伸張性の小断裂の平面での分布形状はF-3断層の一般的な走向と低角度で斜交する左横ずれ断層に特徴的な雁行配列を示すことから、横ずれを主体とする断層でないとしても有意な横ずれ成分を有している。</p> <p>Tr-28で観察されたF-3断層に伴う「第四系の変状」は有意な左横ずれ成分を有しており、この横ずれ成分の主な成因が、岩盤劣化部の体積膨張では説明が難しい。</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="827 385 1204 425">[新たなデータ, 検討]</div> <div data-bbox="1244 385 1344 425">[見解]</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>定方位ボーリング調査により、F-3断層の条線等、横ずれに関する破砕部データを取得</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Tr-28トレンチの水平掘削面におけるF-3断層の条線観察結果では、岩盤表面付近の断層破砕部のレイクは高角度で左右にばらついており、左横ずれが卓越するものではない。 • 定方位ボーリングの結果から、断層破砕部のレイクは深部においても高角度であり、F-3断層は縦ずれ断層であり、横ずれ断層と言えるものではない。 • F-3断層はF-9断層と対となる地溝状構造を形成しており、横ずれ変形は生じ得ない。 • Tr-28トレンチの水平掘削面において、断層破砕部の平面形状が凹凸に波打つ形状となっていること、破砕部直上の礫表面に擦痕、定向配列等はなく、断層面と直交する方向でやや軟質な扁平礫が残存していること、扁平礫のオリエンテーションに定向配列が認められないこと、第四系に注入した粘土はせん断面を伴わず不規則な形状をなし、高速な断層運動で生じたものではないと考えられること等の特徴が確認され、これらはいずれも横ずれの断層運動がないことを示すものである。 • 斜めずれ断層(逆断層+左横ずれ)の模型実験結果では、逆断層変位成分を有する断層群の雁行状配列が認められ、Tr-28トレンチの小断裂群の発達形態と異なっている。この特徴は、鉛直成分に比して左横ずれ成分が小さい実験ケースでも同様であり、F-3断層に見られる小断裂は斜めずれ断層運動で形成されたものではない。 <p>以上のことから、</p> <p>F-3断層は、有意な横ずれ成分を有する断層とはいえず、「有意な左横ずれ成分の主な成分が岩盤劣化部の体積膨張では説明が難しい」との指摘はあたらない。</p>

※ 東北電力株式会社東通原子力発電所の敷地内破砕帯の評価について(有識者会合, 平成27年3月25日)における指摘

4. 有識者会合の指摘に対する対応と見解

敷地に見られる地形の高まりの成因について

有識者会合の指摘※	東北電力の対応と見解
<p>敷地に見られる地形の高まりの成因について</p> <p>トレンチ調査結果から地形の高まりの形成が断層運動とは関係がないことがいくつか示されたが、Tr-20'-2, 3で観察されたF-9断層両側での基盤上面の高度差と段丘面の高度差に差があることなどから、断層変位の累積性を示しており、「第四系の変状」は断層活動によって形成された可能性がある。</p>	<p>[新たなデータ, 検討]</p> <p>[見解]</p> <ol style="list-style-type: none"> F-9断層の活動性 <ul style="list-style-type: none"> 空中写真判読, 2mDEMデータによる詳細地形判読等の結果, F-9断層付近にリニアメント, 変動地形の可能性のある地形は認められない。 F-9断層に認められる第四系の変状は, 断層の北側と南側で変状のセンスが逆であること, 断層中央部の多くの箇所に変状がないこと等, 断層活動とは関係しない非構造性のものと判断される。 F-9断層は, 地表付近や深部で破碎部が固結・岩石化していることが確認されている。 反射法地震探査等の結果から, F-9断層は深部に連続しない。 F-9断層とM₁面段丘堆積物 <ul style="list-style-type: none"> M₁面段丘堆積物は層相等から, M_{1a}~M_{1d'}層に区分される一連の海成堆積物である。F-9断層を挟んで西側の溝状の凹地を充填するようにM_{1a}~M_{1c}層が堆積しているが, 東側には分布しない。断層西側の第四系基底面に断層崖等は認められない。 F-9断層東側では, 洞爺火山灰層の高さを比較すると自然な勾配で海側に下っていること, 一部分が高まっていることが確認される。 F-9断層東側の地形の高まり <ul style="list-style-type: none"> F-9断層東側の高まりの範囲は, トレンチ壁面の観察結果等から, M₁面段丘堆積物堆積前の波蝕台形成期に, 広がりをもって周囲よりやや高かった範囲と考えられる。 F-9断層東側の泊層分布域では, 地中レーダー探査の結果等から, M₁面段丘堆積物基底面及び上面が調和的に波状に撓み, 平面形態としては多数の不規則なドーム状の起伏をなしており, 分布・形態等から新第三系中の断層活動との関連性は認められない。 撓み(起伏)分布域の新第三系は風化により岩盤が劣化しており, 撓み(起伏)の分布は概ね岩盤劣化部が厚い範囲と一致している。 撓みは洞爺火山灰層(約11.5万年前~約11.2万年前)堆積後に発生した第四系の変状であり, その後, ローム層等が撓み(起伏)をなだらかに覆い, 現在の地形の高まりが形成されたと判断される。 F-9断層西側の第四系基底面の低まり <ul style="list-style-type: none"> F-9断層西側に第四系基底面の溝状の凹地が認められるが, この凹地は北側に向かって傾斜する谷状の形態をなし, 全体としてはF-9断層及びF-3断層に規制されていない。 M_{1a}~M_{1c}層が凹地を埋めて堆積し, F-9断層東側には分布しないこと等から, 凹地はM₁面段丘堆積物堆積前に形成されたと考えられる。 <p>以上のことから, F-9断層東側の地形の高まりは, 波蝕台形成期に周囲よりやや高かった地形に, 第四系の変状に伴う撓みが重なって形成されたものと判断され, 撓みの分布・形態等からも, 地形の高まりと断層活動との関連性はなく, F-9断層の後期更新世以降の活動はない。</p>

地中レーダー探査, ボーリング調査等により, 第四系の撓み分布を詳細把握し, 地形の高まりとF-9断層との関連性を検討

※ 東北電力株式会社東通原子力発電所の敷地内破碎帯の評価について(有識者会合, 平成27年3月25日)における指摘

4. 有識者会合の指摘に対する対応と見解

敷地に見られる地形の高まりの成因について

有識者会合の指摘※	東北電力の対応と見解
<p>敷地に見られる地形の高まりの成因について</p> <p>仮に地形の高まりの形成がF-9断層の活動によらないとしても、この断層の東側に分布する基盤上面とそれを覆う上部更新統が、地形面と同様に東上がりに変位していることは事実であり、その近傍に東側隆起の変位をもたらす断層あるいは何らかの構造が地下に存在していることを否定できる十分な情報は得られていない。</p>	<p>[新たなデータ, 検討]</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>海陸統合探査(むつ湾側～下北半島陸域～太平洋側)により、東側隆起の地形に関する断層や何らかの構造、深部地質構造を検討</p> </div> <p>[見解]</p> <ul style="list-style-type: none"> ボーリング調査、反射法地震探査等から、東傾斜の伏在逆断層の存在と表層部での撓曲、傾斜方向が異なる断層がくさび状に配置するような構造、F-9断層ではなく他のテクトニックな原因による可能性等は存在しない。また、このような構造を示唆する地形も認められない。 下北半島海陸統合探査の結果、敷地及び敷地近傍には、地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層、あるいは敷地の断層の活動と関係するような構造は確認されない。 <p>以上のことから、 東側隆起の変位をもたらす断層あるいは何らかの構造は地下に存在しない。</p>

※ 東北電力株式会社東通原子力発電所の敷地内破碎帯の評価について(有識者会合、平成27年3月25日)における指摘

4. 有識者会合の指摘に対する対応と見解

原子炉建屋付近の断層の活動性について

有識者会合の指摘※	東北電力の対応と見解
<p>原子炉建屋付近の断層の活動性について</p> <p>Tr-34トレンチ法面におけるf-1断層の上盤側近傍のM₂面段丘堆積物基底面の膨らみ及びその上方の段丘堆積物中の小断層に関する変形構造の成因について、以下のような複数の見解に分かれた。</p> <ul style="list-style-type: none"> この小断層は、基盤のポップアップ状の隆起で形成されたテクトニックな変形構造である可能性が否定できない。 この小断層は、基盤のポップアップ状の隆起では起こりえず、テクトニックなものではない。 段丘堆積物基底面の膨らみの成因が変形であるかどうか不確かであり、段丘堆積物中の小断層の成因を検討する十分なデータが得られていない。 	<p>[新たなデータ, 検討] [見解]</p> <p>f-1断層に関連して、以下の特徴が認められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> f-1断層箇所では第四系基底面に段差は認められず、また、f-1断層の斜め延長上の第四系中にも断裂や礫の再配列等の変位・変形は認められない。 f-1断層の岩盤上面到達部の直上には巨礫が分布し、その上位の砂層中に、f-1断層のセンスとは異なる正断層センスの小断層が見られる。小断層は開口し、変位量が上方ほど大きく下方で消滅しており、砂層中の引張力の作用により形成されたことを示唆している。 f-1断層の北側の小断層についても、断層箇所の第四系基底面に段差は認められず、斜め延長上の第四系中にも断裂や礫の再配列等の変位・変形は認められない。 f-1断層と小断層に概ね囲まれた部分では、岩盤表層部は風化・劣化が進み、これと調和的に周囲に比較して20cm～30cm程度高い緩やかな撓みの形状が認められる。 膨張解析の結果は、Tr-34トレンチで観察される特徴と整合している。 小断層がポップアップ状の隆起で形成されたテクトニックな変形構造であるとの指摘があるが、圧縮(短縮)変形では、第四系には広範囲に圧縮ひずみが発生し、f-1断層延長上には大きなせん断ひずみが発生する等、Tr-34トレンチで観察される特徴と整合しない。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px 0;"> <p>F-10断層等との新旧関係、破碎部性状を検討</p> </div> <p>▶</p> <ul style="list-style-type: none"> f-1断層は、断層の北西側でF-10断層に切られ、F-10断層はF-8断層に切られている。F-8断層は破碎部が中新世の後期の熱水変質作用により広範囲に固結・岩石化しており、固結・岩石化して以降の活動はない。 <p>以上のことから、</p> <p>f-1断層は、少なくとも後期更新世以降(12～13万年前以降)の活動はなく、将来活動する可能性のある断層等には該当しない。</p> <p>f-1断層の上方に見られる第四系の砂層中の小断層は、断層活動との関係はない。</p>

※ 東北電力株式会社東通原子力発電所の敷地内破碎帯の評価について(有識者会合, 平成27年3月25日)における指摘

4. 有識者会合の指摘に対する対応と見解

原子炉建屋付近の断層の活動性について

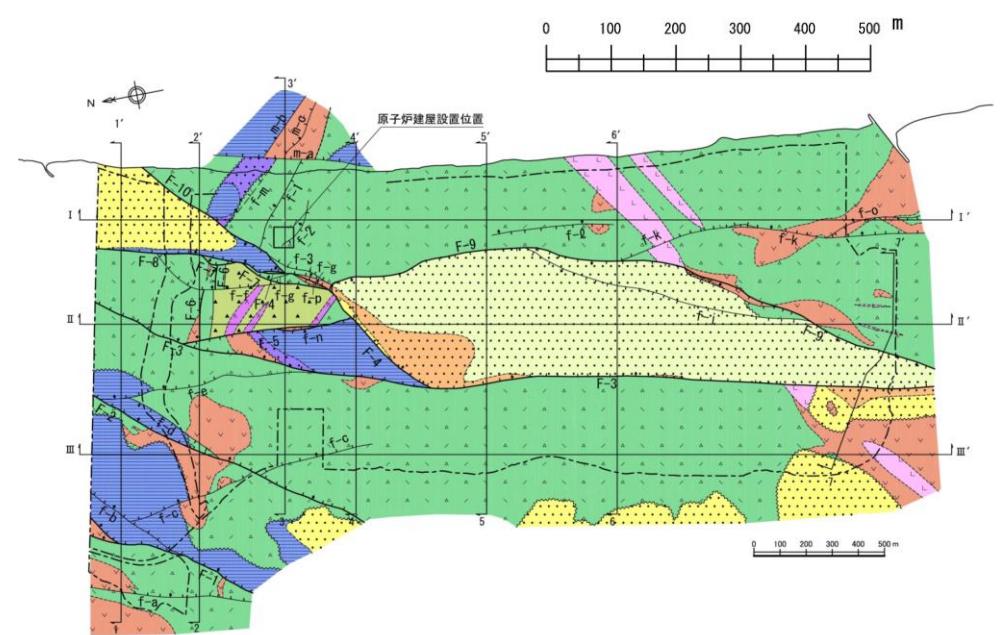
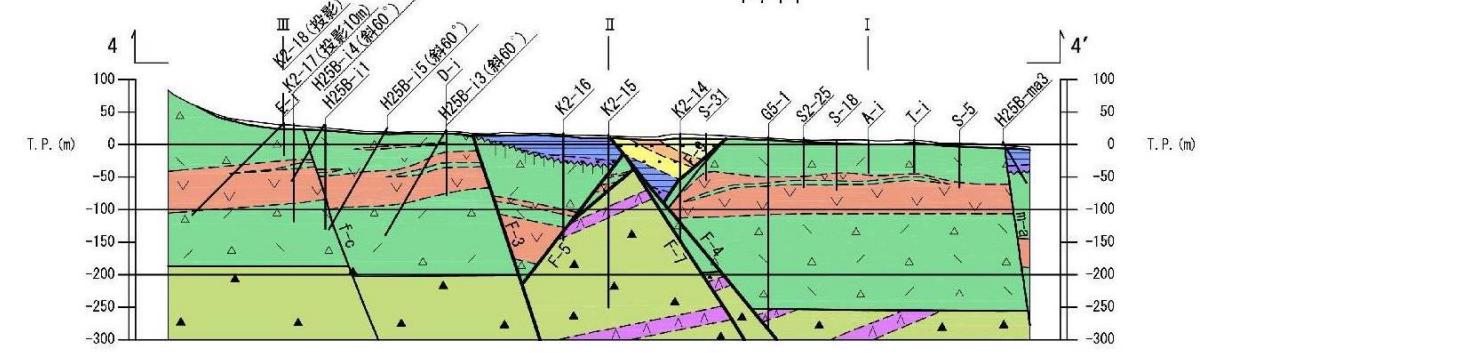
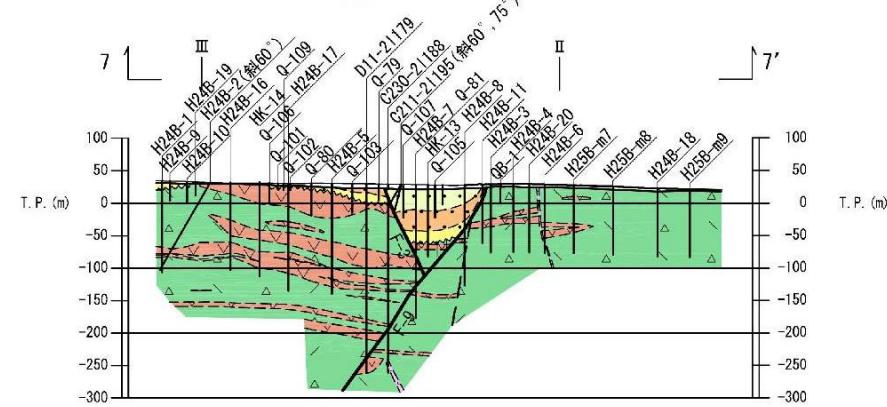
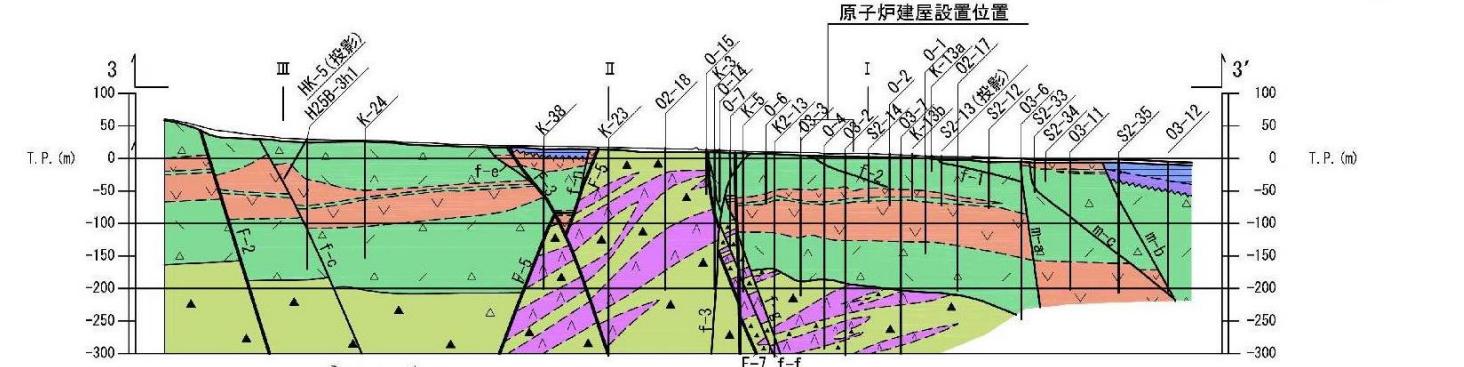
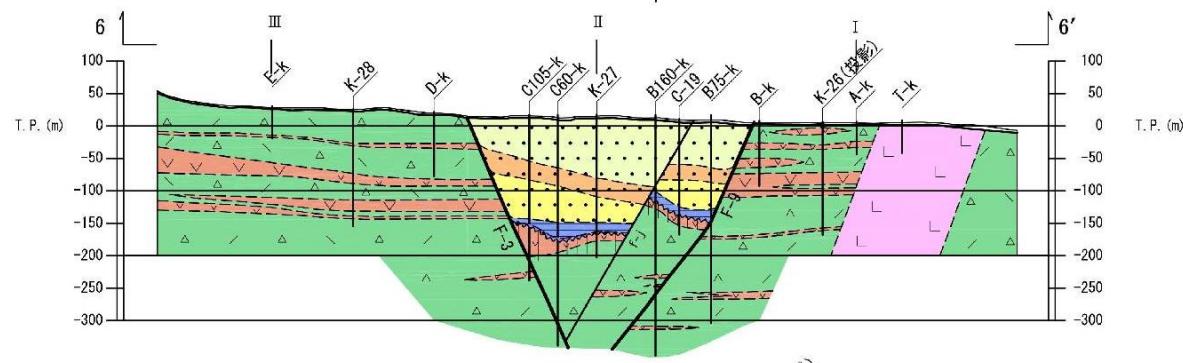
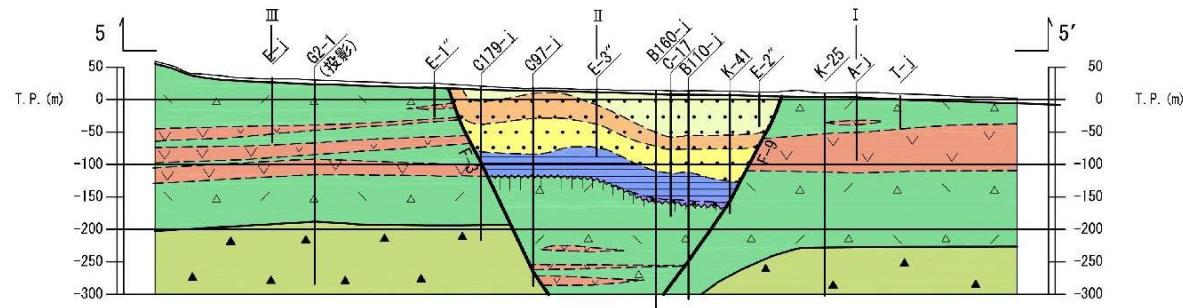
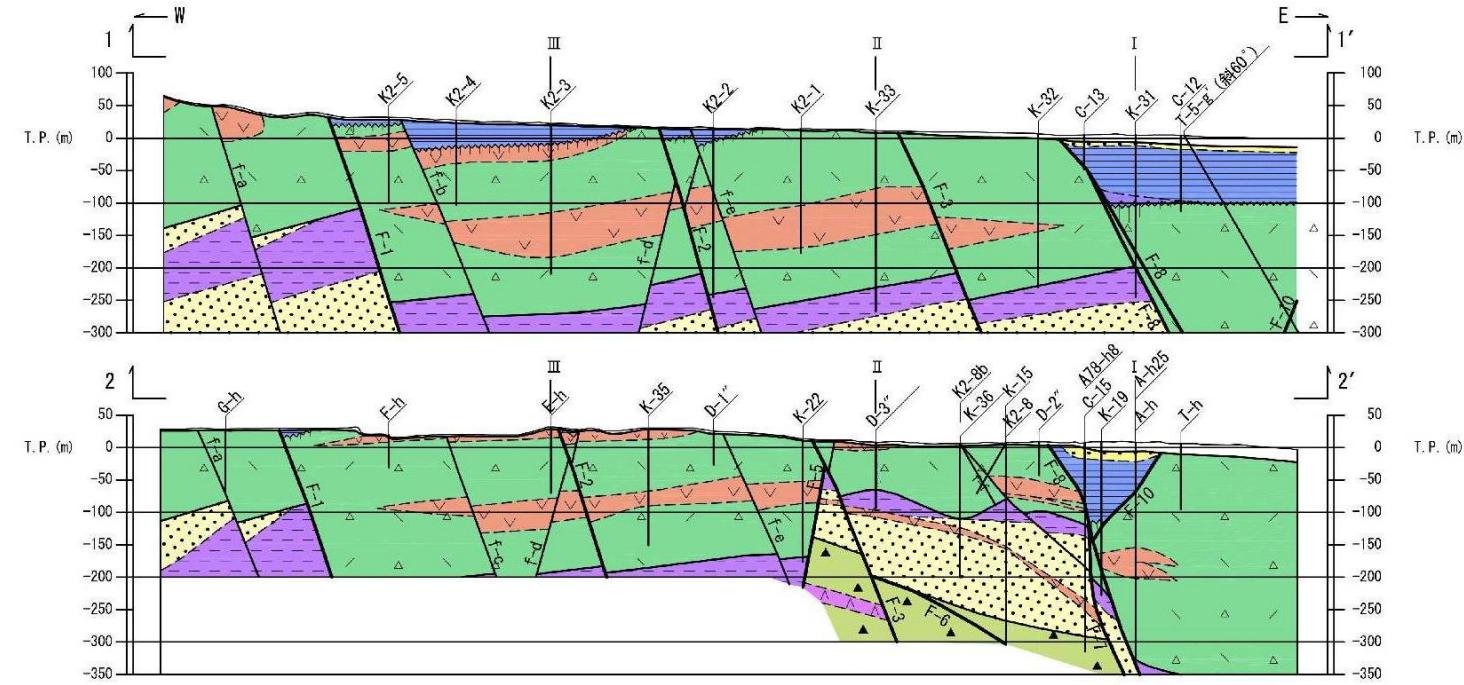
有識者会合の指摘※	東北電力の対応と見解
<p>原子炉建屋付近の断層の活動性について</p> <p>f-2断層は、その上方延長部が、新第三系の泊層中で消滅し、これを被覆する上部更新統のM₂面段丘堆積物及びその基底面に変位、変形が認められていない。ただし原子炉建屋設置位置内の別の掘削法面では、基盤中のf-2断層から離れている上盤側近傍のM₂面段丘堆積物中に、変位のない断裂群が認められている。これらの断裂群については、十分な評価ができるような精度の調査データではないが、その調査結果では変位が認められていない。</p>	<p>[新たなデータ, 検討] [見解]</p> <ul style="list-style-type: none"> f-2断層は、試掘坑調査、ボーリング調査、基礎基盤の掘削結果等から、走向方向、深度方向ともに連続性がなく、孤立した断層であることが確認されている。 f-2断層は、上方延長部が第四系基底面まで達しておらず、泊層上部層中で消滅しており、断層を被覆する第四系及びその基底面に変位・変形を与えていない。 f-2断層は、高角度の変質鉍物脈に切られていることが確認されており、この高角度の変質鉍物脈は第四系及びその基底面に変位・変形を与えておらず、また、深部にも連続しない。 高角度の変質鉍物脈のK-Ar年代測定結果から約10Maの値が得られており、変質鉍物脈は中新世の後期に形成されたものであり、f-2断層は、高角度の変質鉍物脈の形成以降の活動はない。 <p>高角度の変質鉍物脈に関する調査により、f-2断層との新旧関係、変質鉍物脈の形成年代を検討</p> <p>以上のことから、</p> <p>f-2断層は、走向方向、深度方向ともに連続性がなく、上方延長部が第四系基底面まで達しておらず、断層を被覆する第四系及びその基底面に変位・変形を与えていない。また、中新世の後期に形成された高角度の変質鉍物脈に切られている。</p> <p>これらのことから、少なくとも後期更新世以降(12~13万年前以降)の活動はなく、将来活動する可能性のある断層等には該当しない。</p>

※ 東北電力株式会社東通原子力発電所の敷地内破碎帯の評価について(有識者会合, 平成27年3月25日)における指摘

参考文献

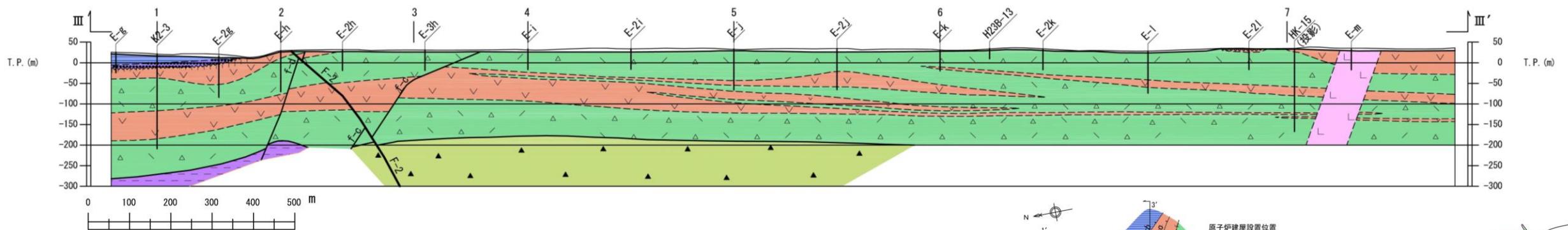
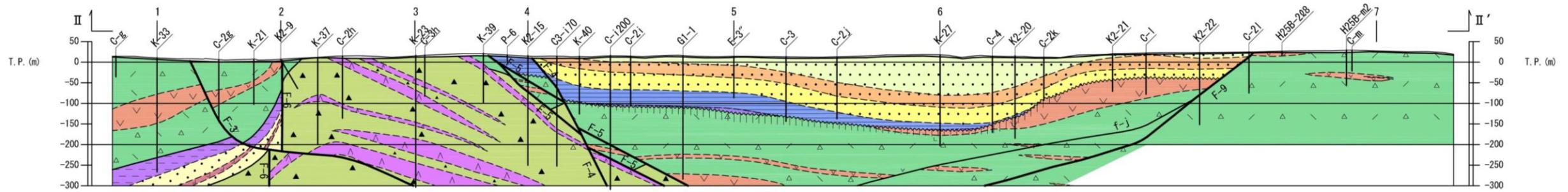
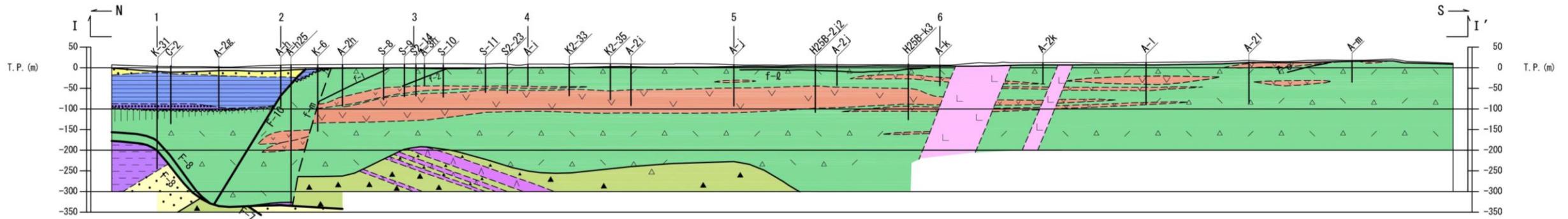
1. 地質調査総合センター編(2013):日本重力データベースDVD版(第2版), 数値地質図P-2
2. 東京電力株式会社(2010):東通原子力発電所原子炉設置許可申請書 平成18年9月(平成22年4月一部補正)
3. 原子力安全・保安院(2010):東京電力(株)東通原子力発電所 敷地の地質・地質構造敷地の断層にみられる変状について, 資料第113C-10-5号, 平成22年11月
4. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層 分布図と資料, 東京大学出版会
5. 上田圭一・谷和夫(1999): 基盤の断層変位に伴う第四紀層及び地表の変形状況の検討(その3)-横ずれ, 斜めずれ断層模型実験-, 電力中央研究所報告U98049.

(参考) 地質断面図(東西)

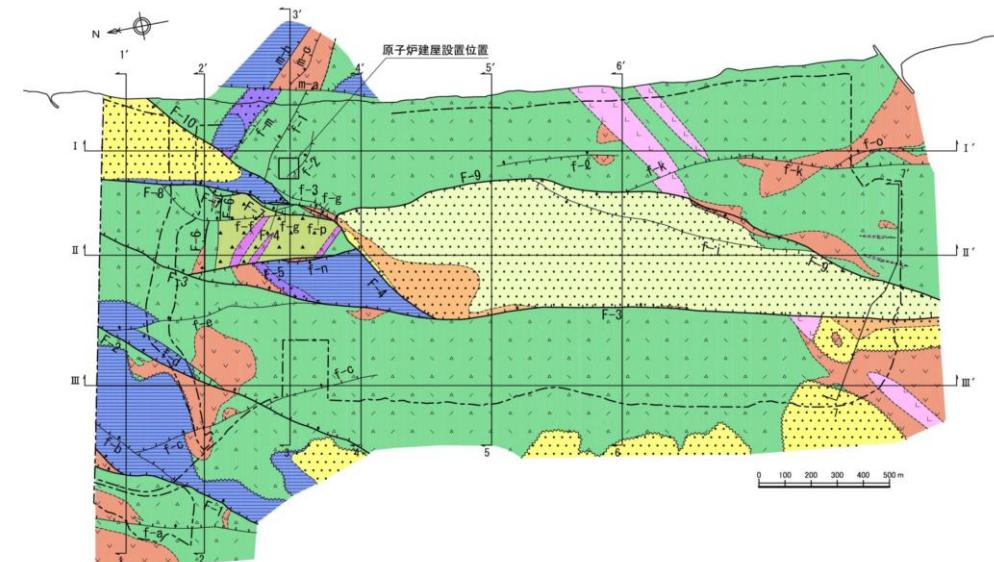


第四系	砂岩 (e部層)	泊層 下部層	火山碎屑岩	地層境界
蒲野沢層	砂岩 (d部層)	泊層 上部層	安山岩溶岩	地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合。ケバの長さは風化帯の厚さを示す。)
	砂岩 (c部層)	猿ヶ森層	泥岩	岩種境界
	泥岩 (b部層)		砂岩・軽石凝灰岩	F-3 主要断層
	礫岩・泥岩 (a部層)		安山岩溶岩	f-b その他の断層 (破線は推定断層)
				2 地質断面交差点

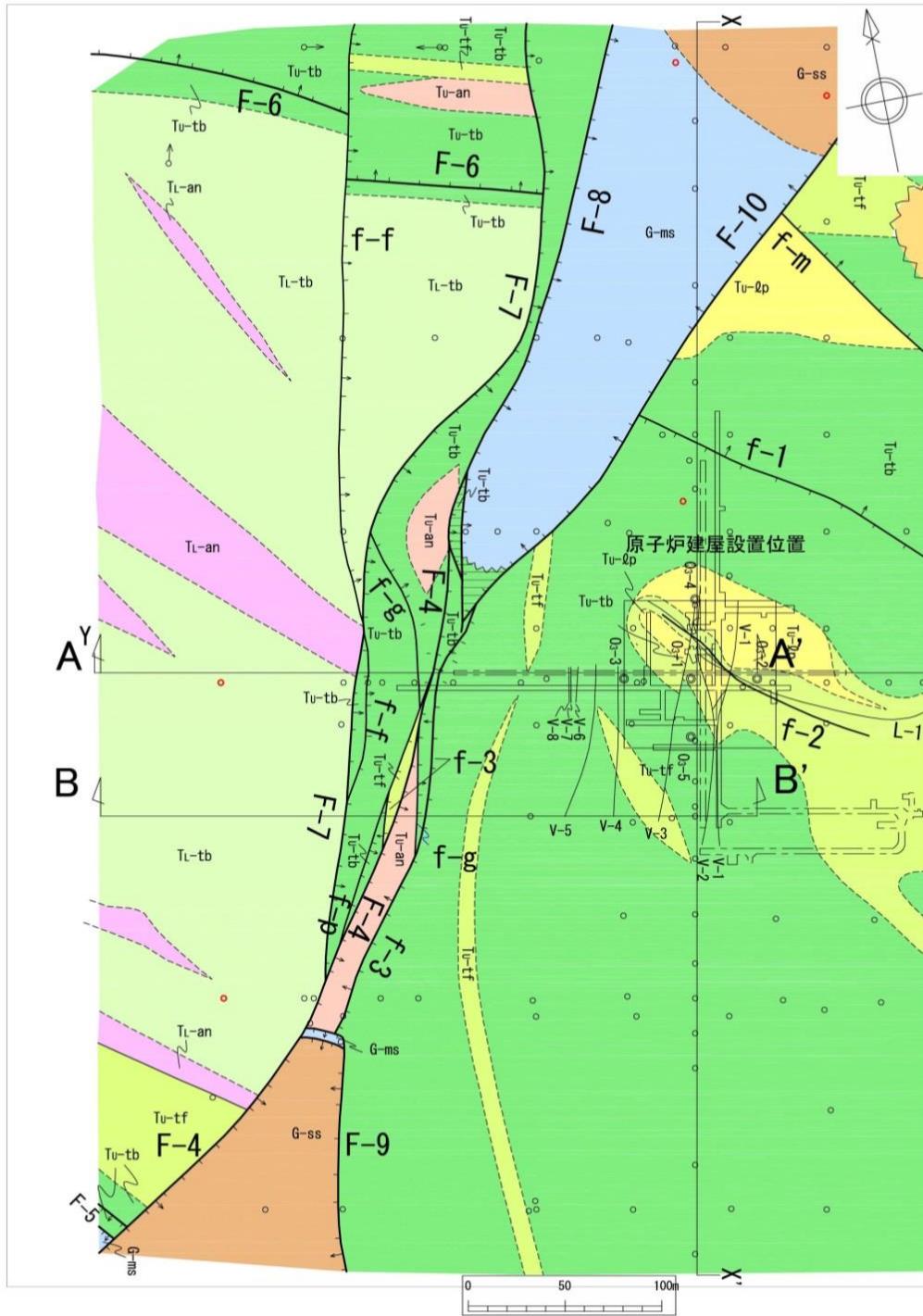
(参考) 地質断面図(南北)



凡 例			
第四系	砂岩 (e部層)	泊層 上部層	安山岩岩脈
蒲野沢層	砂岩 (d部層)	泊層 下部層	安山岩岩岩
	砂岩 (c部層)	猿ヶ森層	安山岩溶岩
	泥岩 (b部層)		泥岩
	礫岩・泥岩 (a部層)		砂岩・軽石凝灰岩
			安山岩溶岩
			火山砕屑岩
			安山岩岩岩
			火山砕屑岩
			地層境界
			地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合)
			ケバの長さは風化帯の厚さを示す。
			岩種境界
			F-3 主要断層
			f-b その他の断層 (破線は推定断層)
			2 地質断面交差点



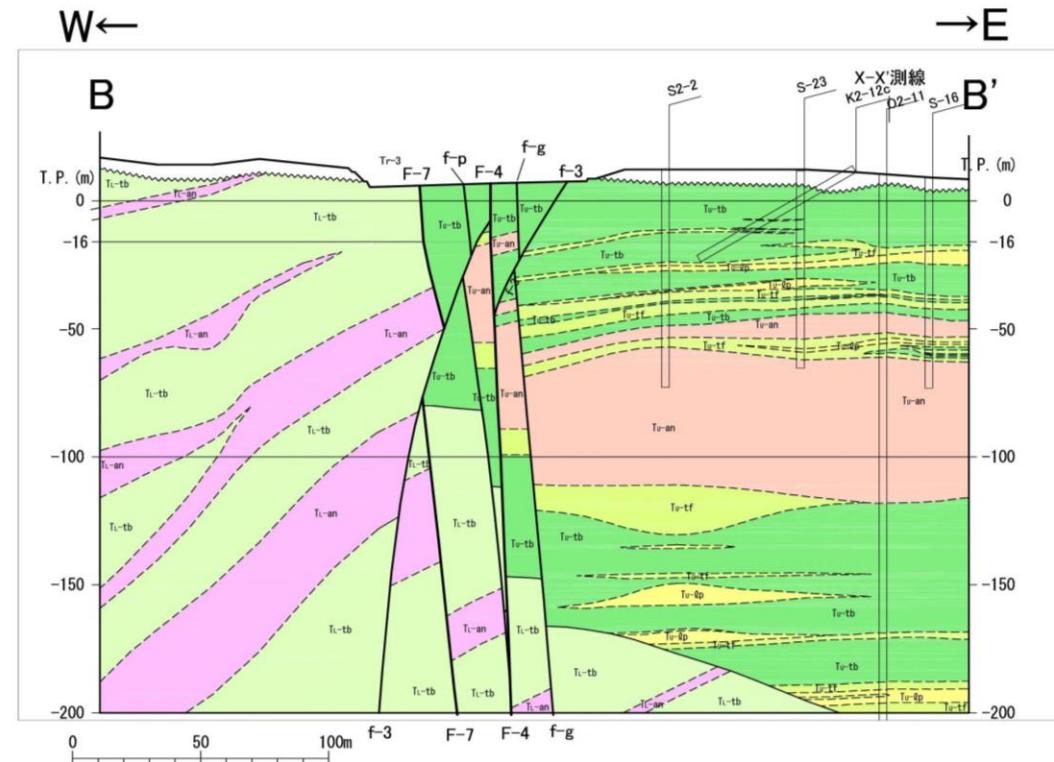
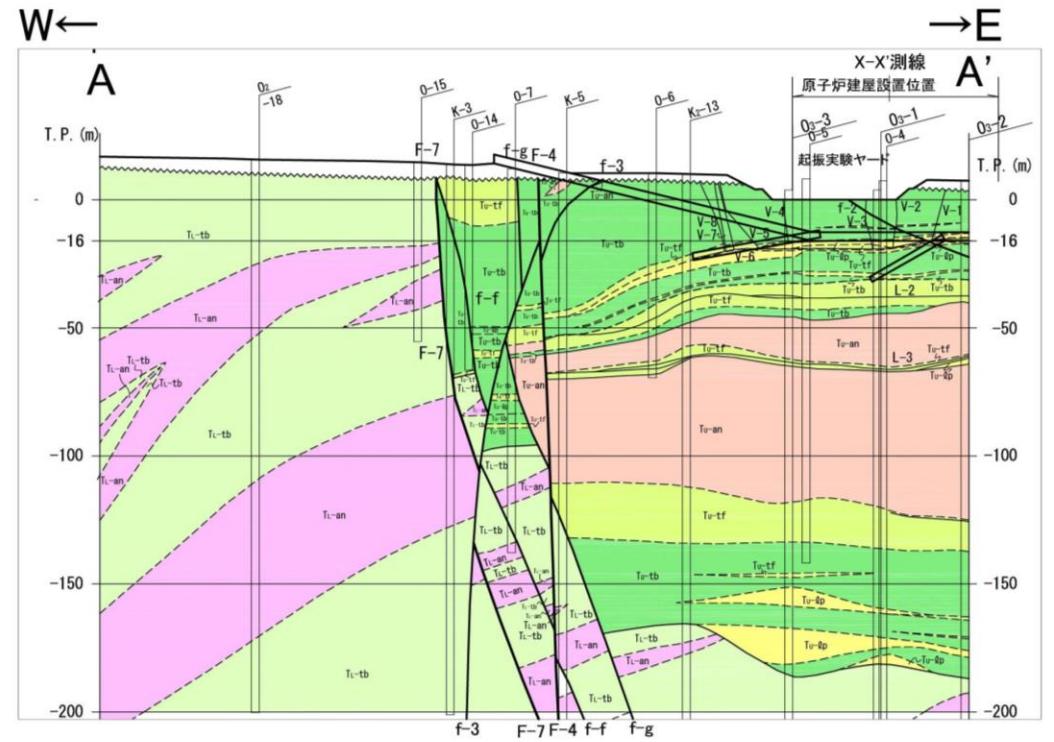
(参考) 地質断面図(原子炉建屋西側)



原子炉建屋西側の地質水平断面図(T.P.約-16m)

凡例

G-ss	砂岩(c~e部層)	蒲野沢層
G-ms	泥岩(b部層)	
G-cg	礫岩(a部層)	
Tu-tb	凝灰角礫岩	泊層上部層
Tu-lp	火山礫凝灰岩	
Tu-tf	凝灰岩	泊層下部層
Tu-an	安山岩溶岩	
Tl-tb	凝灰角礫岩	
Tl-an	安山岩溶岩	



原子炉建屋西側の地質水平断面図