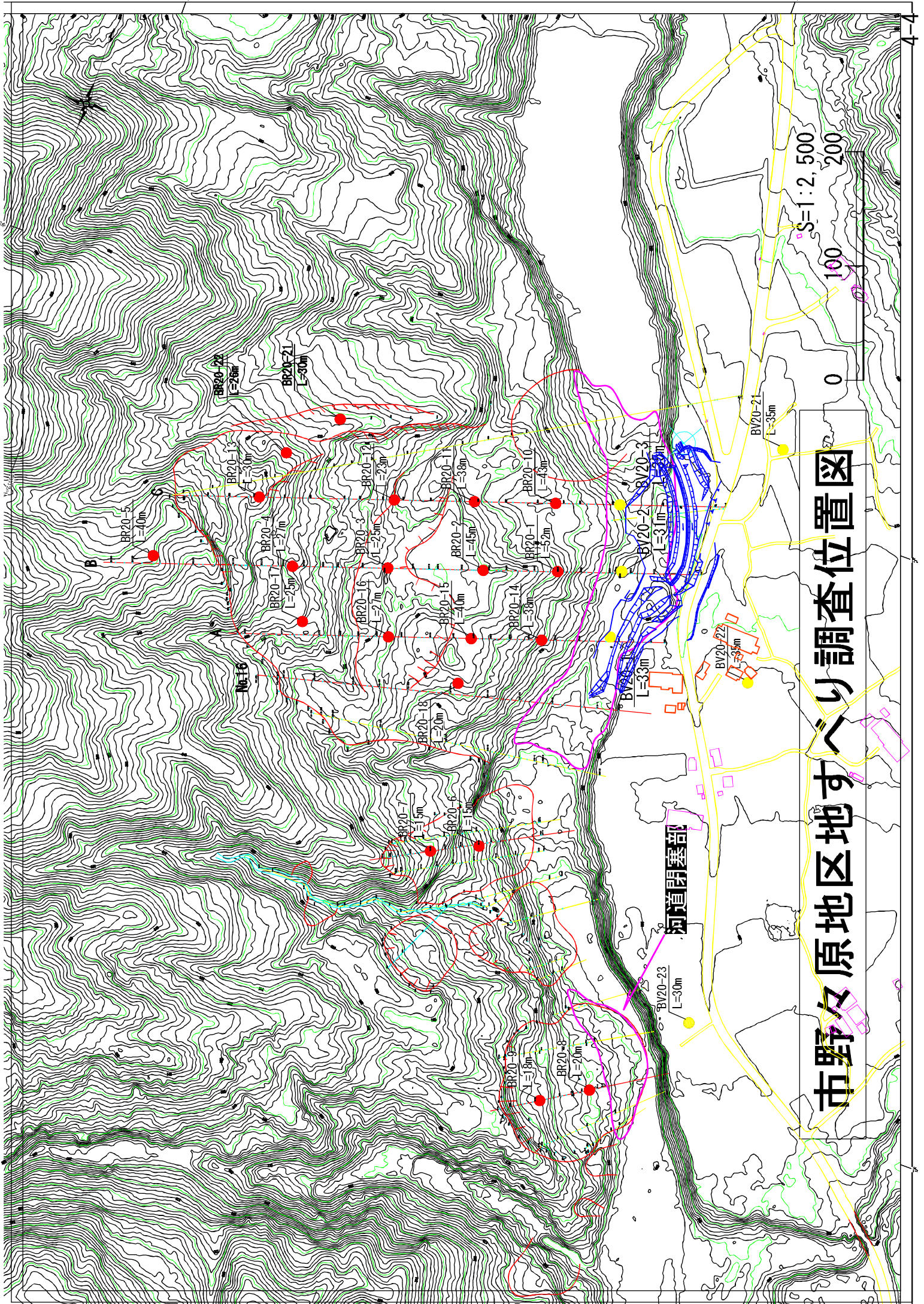


資料 4 市野々原地区すべりの対策について

● 岩手・宮城内陸地震に係る山地災害対策の課題と方針(4)

地区名		市野々原地区
荒廃現況	山腹荒廃	3箇所の地すべりブロックが認められる(上流側からAブロック、Bブロック、Cブロック) 地震動により山腹斜面は、著しく破碎され、岩塊状に分離して滑落している。 横断方向に連続する滑落崖が数段に渡って発生している。
	溪流荒廃 (河道閉塞)	Aブロック末端の上流側に河道閉塞が形成されたが、国土交通省の緊急対策として河道掘削が実施され、決壊の恐れがなくなっている。
	地すべり	①Aブロック:斜面長430m、幅250m、推定すべり面深度30m、移動土砂量360万m³、移動土砂量237万m³、河道閉塞土量123万m³ ・地すべりは地震動を誘因として発生したもので、過去の地すべり活動で形成されたすべり面(風化岩下面)に沿って滑落し、末端部は磐井川河床部に抜け出し基岩の露出した対岸谷壁に衝突して停止した。これに伴い、磐井川を約150mに渡って完全に閉塞し、上流に湛水深さはおよそ20mに及ぶ土砂ダムを形成した。 ・ブロック中央には15～20m程度の陥没帯が形成され、それより下部斜面は元の地形(尾根)を保ったまま滑落しているが、上部斜面にはブロックを横断する2次滑落崖が数段発生し乱れた斜面状況を呈している。主滑落崖の高さは最大で20m程度である。 ・移動方向は概ね磐井川に直交し、移動量は100m以上と推定される。 ・地すべり地の地質は、下位より新第三紀中新世の下嵐江層に相当する海成の凝灰岩類・砂岩・凝灰質砂岩が分布し、その上位に安山岩・転石を混じる粘性土がやや厚く分布する。地層構造は磐井川に向かう流れ盤であり、すべり面は凝灰岩類上面付近に形成され、地層傾斜とほぼ一致する$\approx 15 \sim 20^\circ$前後を示している。 ・ブロック左側壁外側に発生した新たな亀裂は、その後段差の拡大や一部陥没を伴うなど明瞭化した。調査ボーリングの結果、地質構成は主ブロックと同様に風化岩下面には軟質な粘土層が確認され、主ブロックに連続するすべり面を形成ものと判断される。ただし、移動方向は主ブロックに直交またはやや斜交すると考えられる。 ・地下水は全体に乏しく、すべり面付近またはそれより深に形成される。ただし、湛水面に近い末端部(BR20-1孔)ではやや水位が高く顕著な地下水流動を確認している。また、豪雨や融雪期に水位が上昇する可能性が考えられる。 ・すべり面粘土の分析結果ではスメクタイトをやや多量に含有し、完全軟化強度$C_s = 23.7 \text{ kN/m}^2$、$\phi' s = 168^\circ$、残留強度$C' r = 0.0 \text{ kN/m}^2$、$\phi' r = 11.6^\circ$を得ている。 ・主測線での2次元解析において、現状安全率を$F_s = 1.000$(わずかに歪変動あり)とし$C' r = 0.0 \text{ kN/m}^2$としてせん断抵抗角を逆算すると$\phi' r = 13.0^\circ$となり、土質試験結果とほぼ近似する強度が得られたことから、すべり面強度はほぼ残留強度相当まで低下していると考えられる。 ・歪み計等の観測からは新たな地すべり活動の兆候はにらめず、ほぼ安定した状態にあると判断される。 ②Bブロック:斜面長160m、幅70m、推定すべり面深度10m、移動土砂量10万m³、地すべり残積土量6.4万m³、河道閉塞土量3.6万m³ ・崩壊は斜面上部に発生しており、すべり面(崩壊面)は斜面中央付近の基岩露出部に抜け出す椅子型のすべり面を形成している。 ・すべり面は風化岩下面に形成され、風化岩と下位の凝灰岩類とはN値やコア状況において明らかな違いを有する。 ・降雨に伴う表層部の土砂流出や表層崩壊が進んでいるが、すべり面付近の歪変動は降雨後に一時的に変動したものの、その後は変動が見られず全体的な動きは概ね小康状態にあると推定される。 ・地下水は比較的少なく基岩上面に沿った浸み出しがみられる程度であるが、豪雨や融雪期に水量が増加する可能性が考えられる。 ③Cブロック:斜面長120m、幅110m、推定すべり面深度15m、移動土砂量14万m³、移動土砂量11万m³、河道閉塞土量4.2万m³ ・すべり面(崩壊面)は基岩風化層と新鮮岩盤の境界に形成され、磐井川に向かって約14°程度の流れ盤をなし谷壁に抜け出し、その一部は地表に露出している。 ・本ブロック周辺には安山岩の角礫～転石を多く混じる粘性土と段丘堆積物が15～20m以上分布しており、滑落崖に基岩の露出はみられない。 ・降雨に伴う表層部の土砂流出や表層崩壊が進んでいるが、Bブロック同様に全体的な動きは概ね小康状態にあると推定される。 ・地下水は比較的少なく基岩上面に沿った浸み出しがみられる程度であるが、豪雨や融雪期に水量が増加する可能性が考えられる。

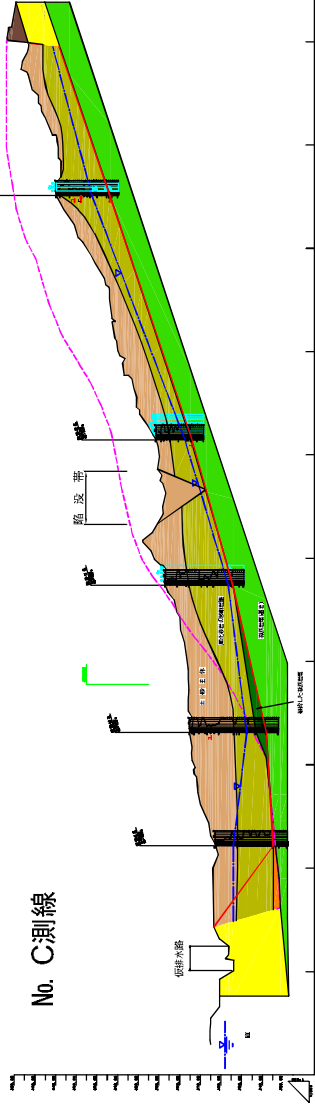
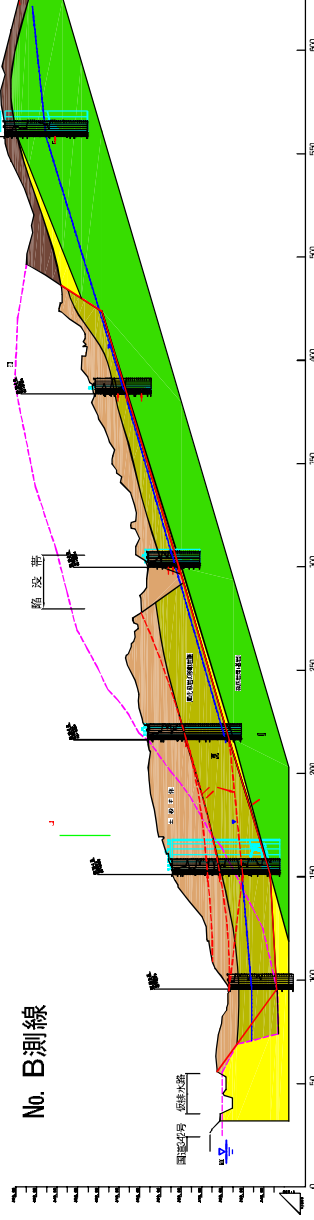
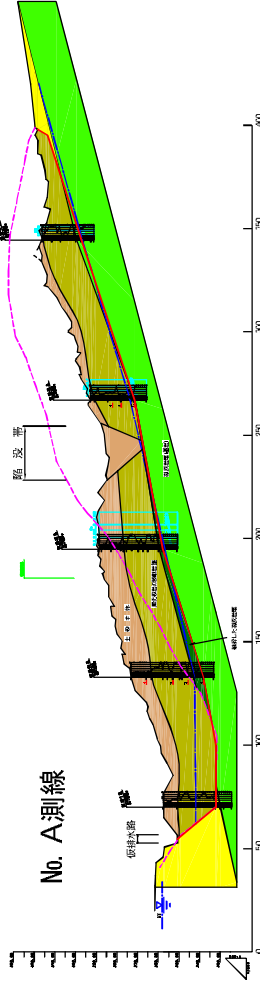
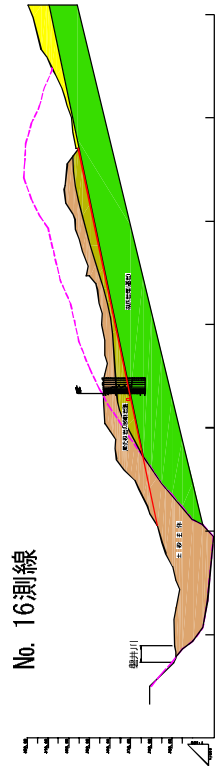
課題	①現在地すべり機構を解明中であるが、Aブロック末端部の河道閉塞箇所の埋立計画によって安定度が大きく変わることから関係機関との調整を密にし、埋立土砂の安定性についても検討する必要があるのではないか。 ②Aブロックのすべり面付近で若干の歪み変動が確認されており、現状安全率としては$F_s=1.000$程度と検討を行うべきではないか。 ③すべり面上位の土塊にも歪み変動が確認され、新たなすべりの兆候が推定されることから、今後も継続した活動状況の監視が必要ではないか。 ④左側壁背後の斜面に確認された亀裂部分についても、地すべり本体と一体して検討すべきではないか。 ⑤磐井川河道は新たに付け替えることになったが、それを踏まえた効率的な恒久対策とすべきではないか。 ⑥各ブロックともに地下水は乏しくすべり面付近またはそれより深に形成されているが、降雨・融雪水の浸透による地下水上昇を考慮し、地下水排除工の必要性も検討すべきではないか。また、地表水・地下水の浸透を抑制する工法を検討してはどうか。 ⑦現在すべりの兆候はないものの、頭部排土に伴い後背斜面に後退性地すべりが発生しないか、監視体制を取りながら施工を進めるべきではないか。 ⑧すべり面での土質試験結果を踏まえた機構解析を実施するとともに、必要に応じて3次元的な安定解析を実施し効率的な対策を検討すべきではないか。 ⑨地すべり末端における河川への流入土砂の排土は、地すべりの再活動に影響を与えるおそれがあるため、上部斜面の対策を実施するまでできないが、傾倒木の除去は流木対策上必要であるため、実施すべきではないか。 ⑩引き続き、応急対策や工事の進捗状況を踏まえ、関係機関と連携した警戒避難システムを検討することが必要ではないか。 ⑪施工に必要な工事用道路などの整備を先行して進める必要があるのではないか。
対策方針 (基本的な考え方)	<Aブロック> ①河道埋立計画の規模や高さにより地すべり対策の規模が異なってくるので、関係機関との調整を十分図り効率的な押え盛土計画とする。 ②応急対策として頭部滑落崖の不安定土塊の排土により地すべり推力の軽減を図るとともに、切土のり面や後背斜面の返上を監視しながら施工を進める。 ③恒久対策とし、陥没帯より上部斜面については土工・土留工を中心として計画し、下部斜面については再活動による河道閉塞防止に万全を期すため、杭打ち工・アンカー工、地下水排除工等の地すべり対策工を主体に計画する。 ④周囲からの地下水等の流入や浸透防止対策、融雪期等による地下水上昇を勘案し、水路工・暗渠工・ボーリング暗渠工などの抑制工による対応を実施する。 ⑤地すべり地内の傾倒木は流木対策として処理するとともに、緑化基材などへの活用についての検討する。 ⑦関係機関と連携して警戒避難システムを整備し、下流域及び工事実施時の安全対策を講じる。 ⑧施工範囲については景観を考慮して実働工・植生工等を導入し、積極的に緑化を図る。 <B, Cブロック> ①基本的には排土工・土留工などを主体に計画し、頭部滑落崖については法切工と法面保護工によりすべり範囲の拡大防止を図る。 ②機構解析により①の計画で目標安全率を満たさない場合には、抑止工の導入も検討する。 ③施工範囲については景観を考慮して実働工等を導入し、積極的に緑化を図る。 <その他> ①対策実施に伴う工事用道路・仮橋などの整備が不可欠であり、関係機関と十分な調整を図る。 ②排土工による発生土量が膨大となる可能性があることから、土捨て場の確保を早急に行う。
当面の対策 (1～2年以内)	①Aブロックでは応急対策として頭部滑落崖対策を実施し、工事用道路の整備を行った後に、地すべり対策工による復旧を図る。 ②B, Cブロックは工事用道路の整備を先行した後に頭部滑落崖対策を実施し、地すべり対策工による復旧を図る。
3年目以降 の対策	直轄地すべり防止災害関連緊急事業に引き続き、直轄地すべり防止事業を実施する。



市野々原地区すべり調査位置図

河道閉塞部

S=1:2,500
0 100 200

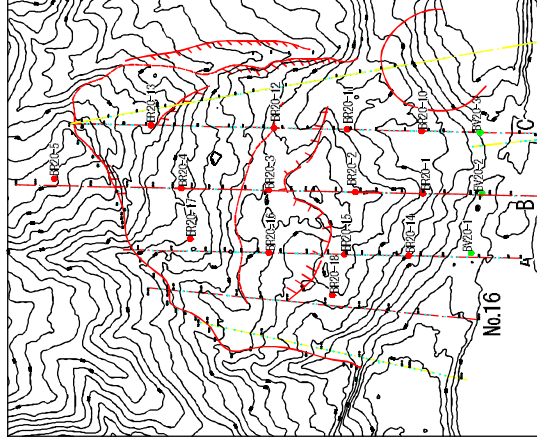


No. 16測線

No. A測線

No. B測線

No. C測線



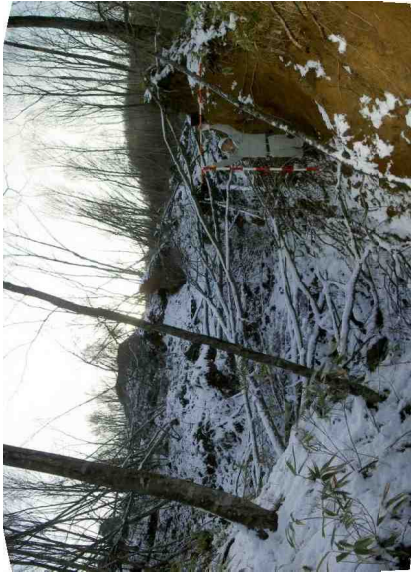
調査位置略図

地層層序表

地層時代	地層名	岩相	特徴
新第三紀	沖田川堆積物	砂礫	赤井川河床に分布 BR20.2孔25m付近に確認
	地すべり崩壊土 ～粘土	礫混り粘土 ～粘土	断壊斜面に広く分布 旧湖の崩壊土もある
第四紀	砂丘堆積物	砂礫～粘土	B～Cブロック上部の断壊面に分布 断面は3～5m程度?
	新湖火山岩類	礫混り土砂	安山岩質の角礫～礫石を混じる 地すべり山腹の上部に広く分布
中新世	下流江層	凝灰質砂岩	細粒均質な凝灰質砂岩で特微的に 緑灰色を呈する
		粗粒砂岩	スコリアや石炭層を含む
		凝灰岩～ 火山凝灰岩	上位層に比べ著しく硬質 10～20°前後の濡れ壁

すべり面深度一覧

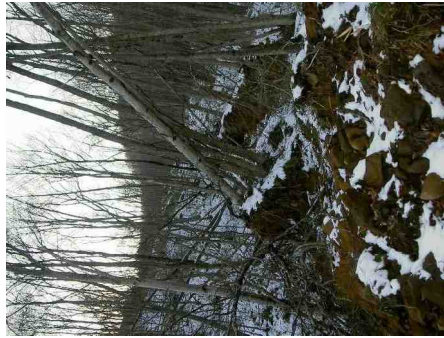
孔番	すべり面深度	地質状況	水位
BR-20-1孔	46.4～47.5m	風化凝灰質砂岩の下面、緑灰色の粗粒粘土	33.7m
BR-20-2孔	39.3～39.55m	風化凝灰質砂岩の下面、礫混り粘土	37.4m
BR-20-3孔	14.6～14.9m	風化凝灰質砂岩の下面、礫混り粘土状の礫砕部	13.2m
BR-20-4孔	15.25m	風化凝灰質砂岩の下面、砂質は非常に粗い土塊	14.4m
BR-20-5孔	24.35m	24.3mまでは風化岩で地質やや不良	20.6m
BR-20-10孔	37.0～37.2m	火山凝灰質砂岩(礫砕部)、礫砕混り粘土	28.2m
BR-20-11孔	32.55～32.85m	粗粒砂岩の下面、礫混り粘土	30.6m
BR-20-12孔	15.85～16.85m	風化凝灰質砂岩の下面、礫混り粘土	13.9m
BR-20-13孔	25.5～25.9m	風化砂岩の下面、礫混り粘土	17.2m
BR-20-14孔	24.8～34.95m	風化砂岩の下面、礫混り粘土	30.7m
BR-20-15孔	30.9～31.0m	火山凝灰質砂岩(礫砕部)、礫混り粘土	32.0m
BR-20-16孔	20.8～21.2m	火山凝灰質砂岩の上面、礫砕粘土	18.9m
BR-20-17孔	18.9～19.0m	風化凝灰質砂岩の上面、礫砕粘土	19.4m
BR-20-18孔	12.6～12.95m	風化凝灰質砂岩の下面、礫砕粘土	12.9m



①陥没を伴う段差地形



②100m以上の連続した亀裂(最大比高1.0m、深さ1.4m)



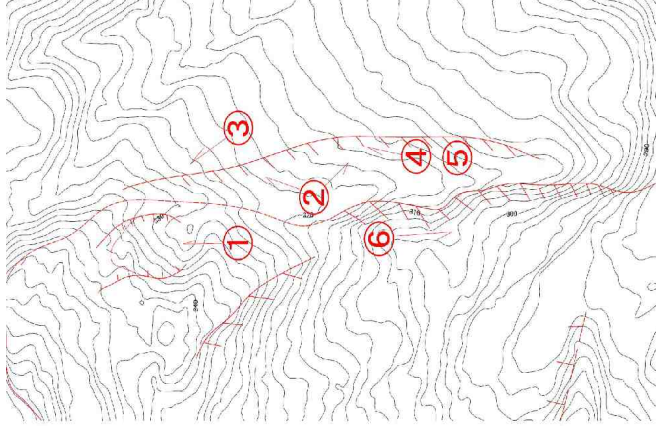
③斜面上部の亀裂状況



④主ブロック側に段差を伴い流んだ亀裂



⑤開口した亀裂



写真撮影位置

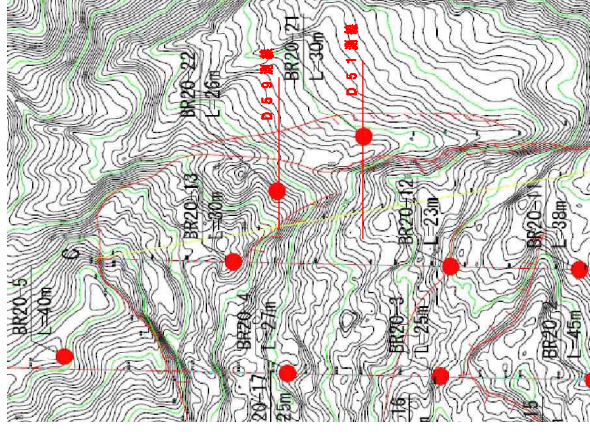
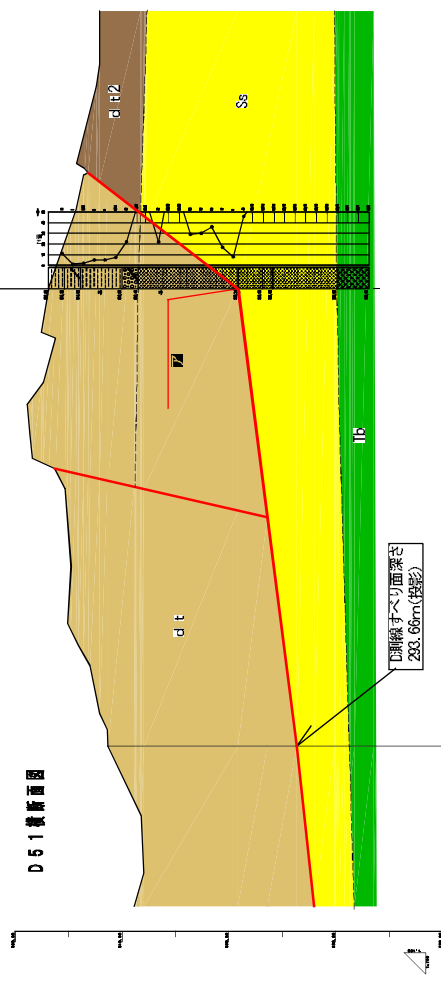
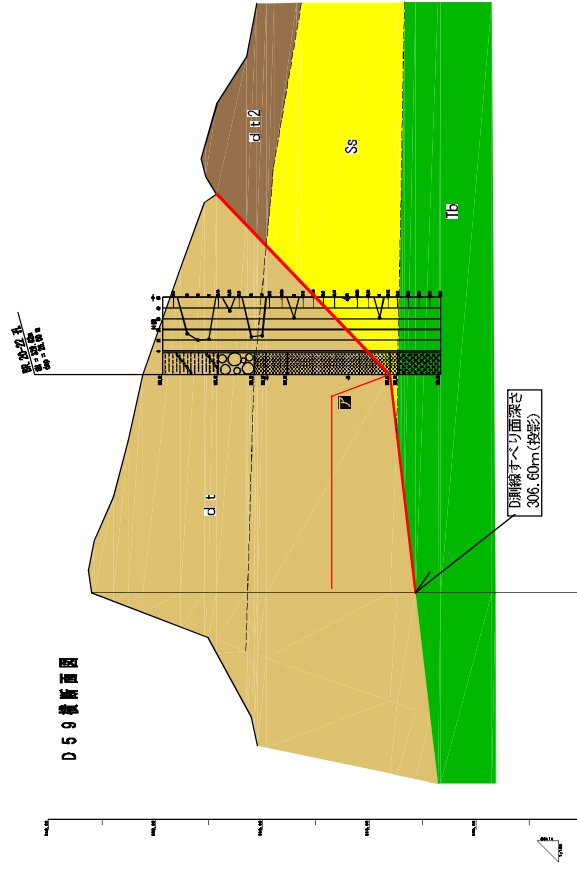


⑥主ブロック側の側壁(地質は安山岩転石を混じる土砂)

[illegible]

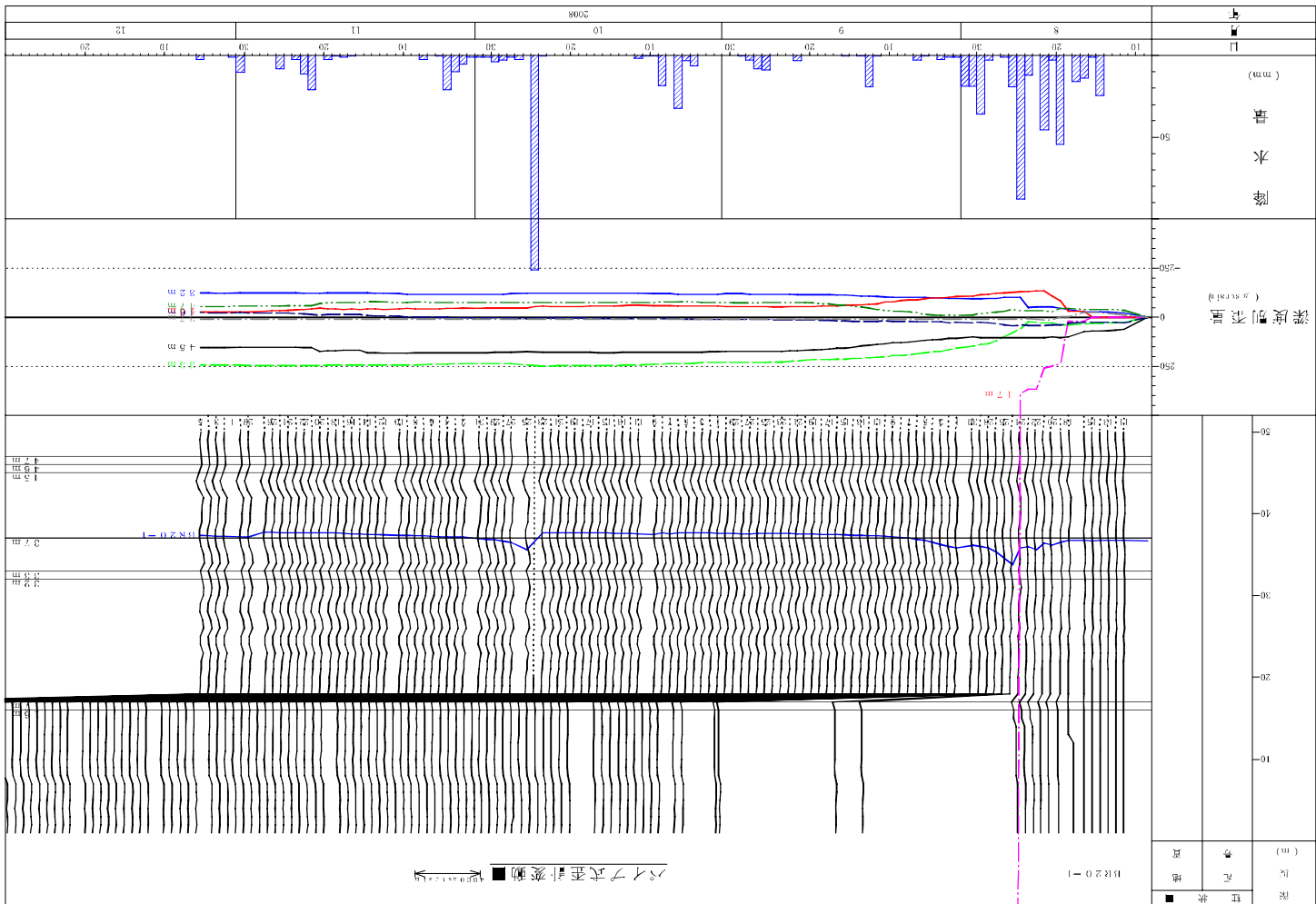
Topographic map of the study area showing sampling locations. The map includes contour lines, a river network, and a road. Sampling locations are marked with red dots and labeled with their respective coordinates and elevations:

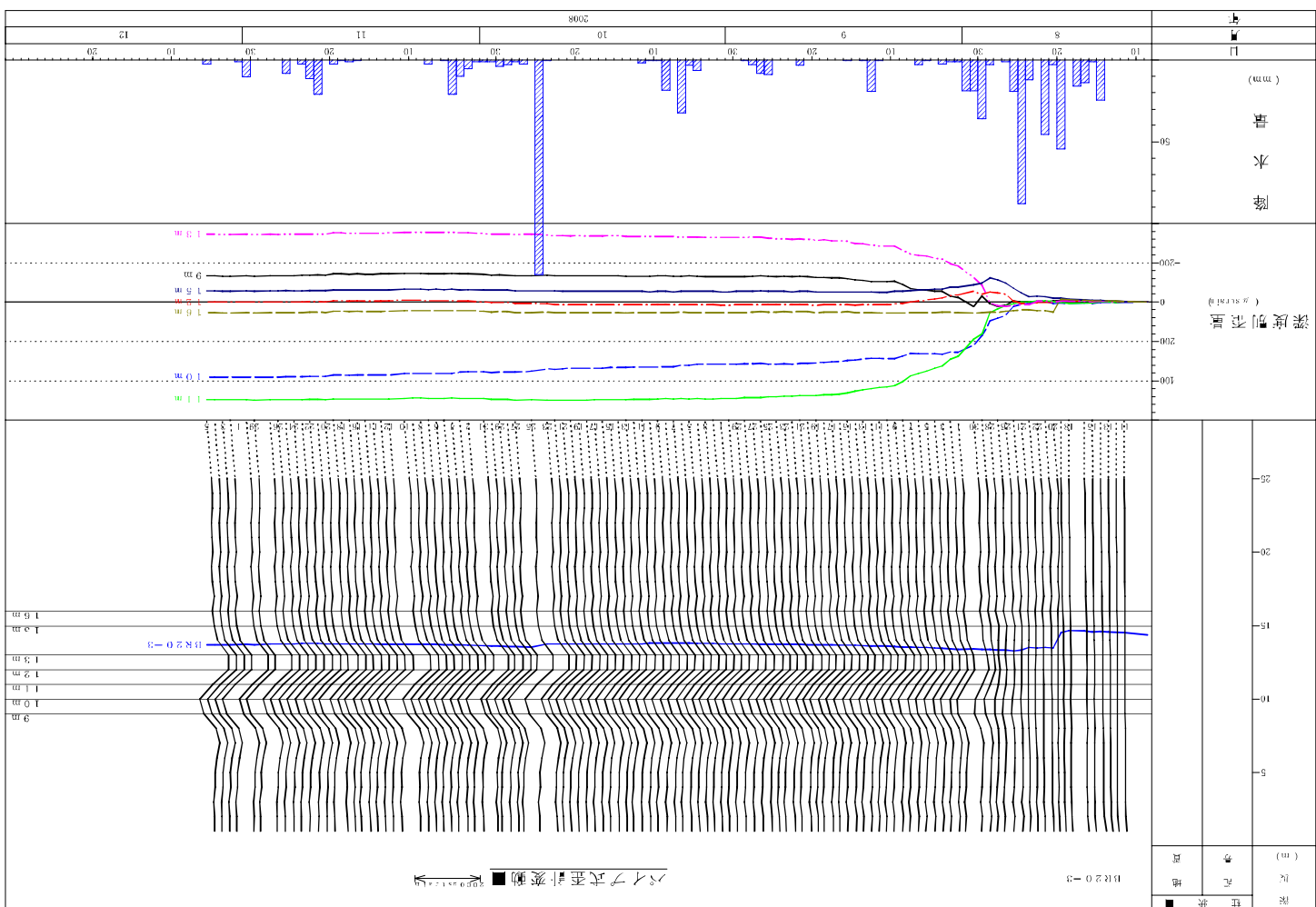
- BR20-5: L=40m
- BR20-13: L=30m
- BR20-21: L=30m
- BR20-22: L=26m
- BR20-3: L=25m
- BR20-4: L=27m
- BR20-11: L=38m
- BR20-12: L=23m
- BR20-2: L=45m

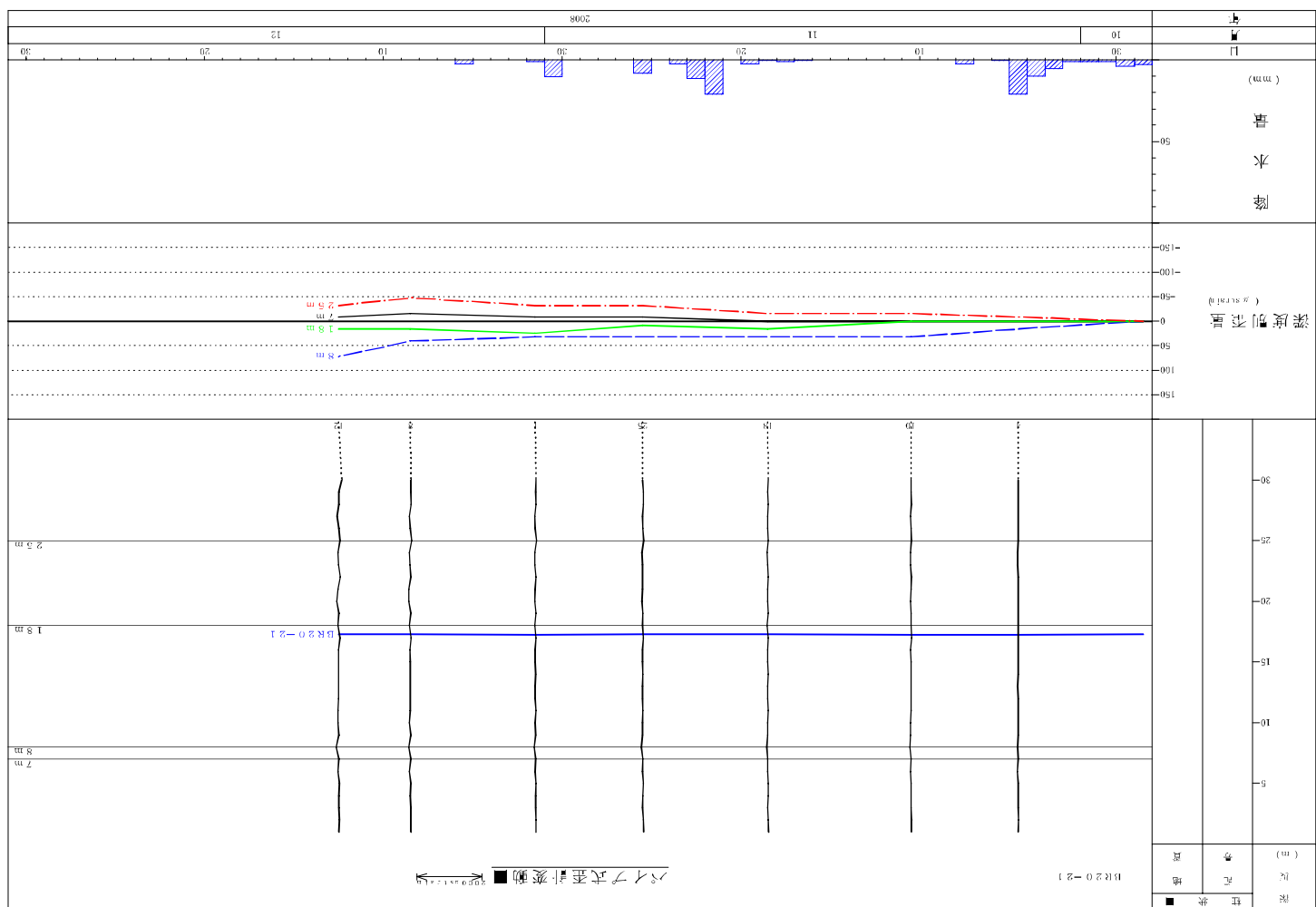
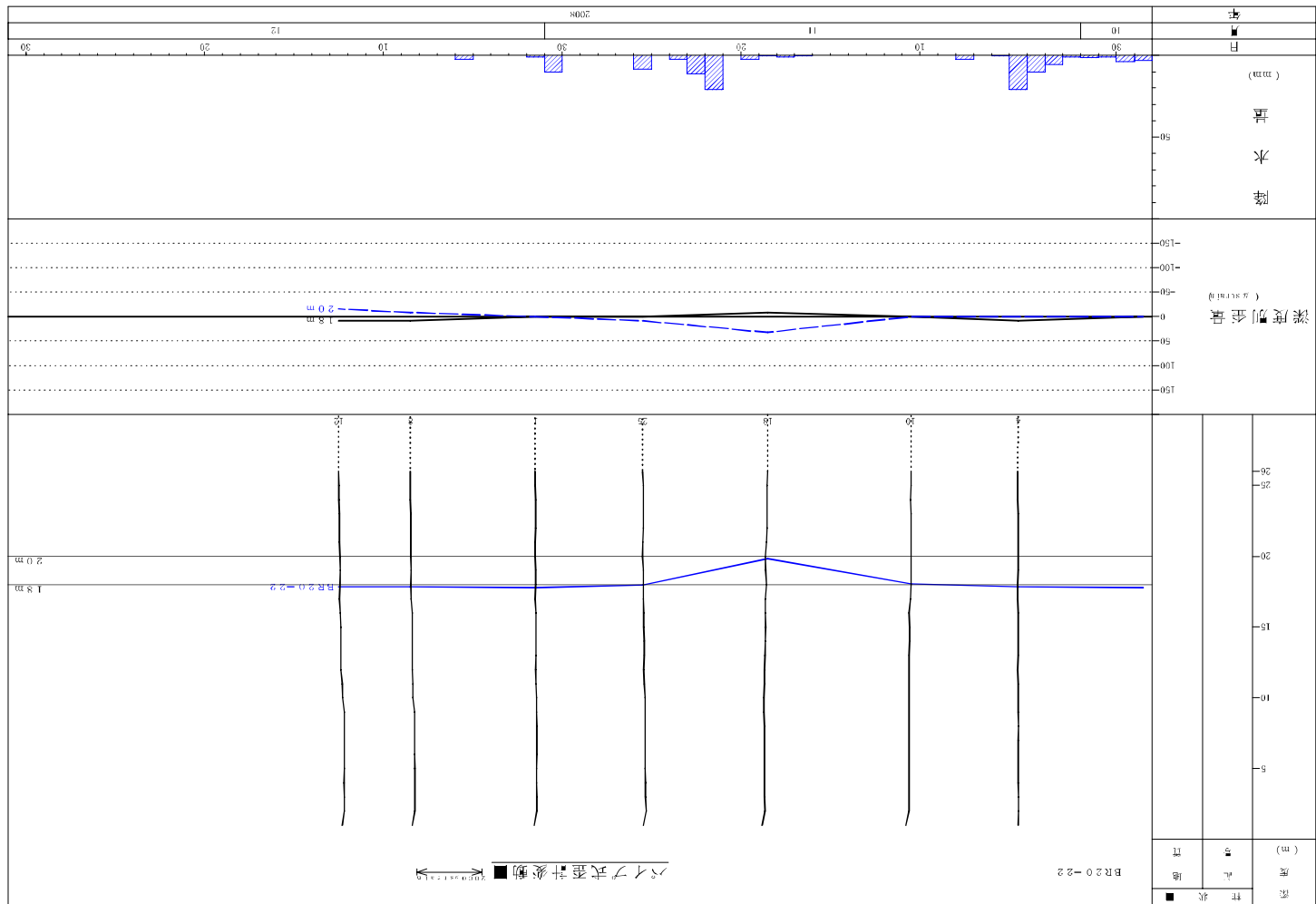


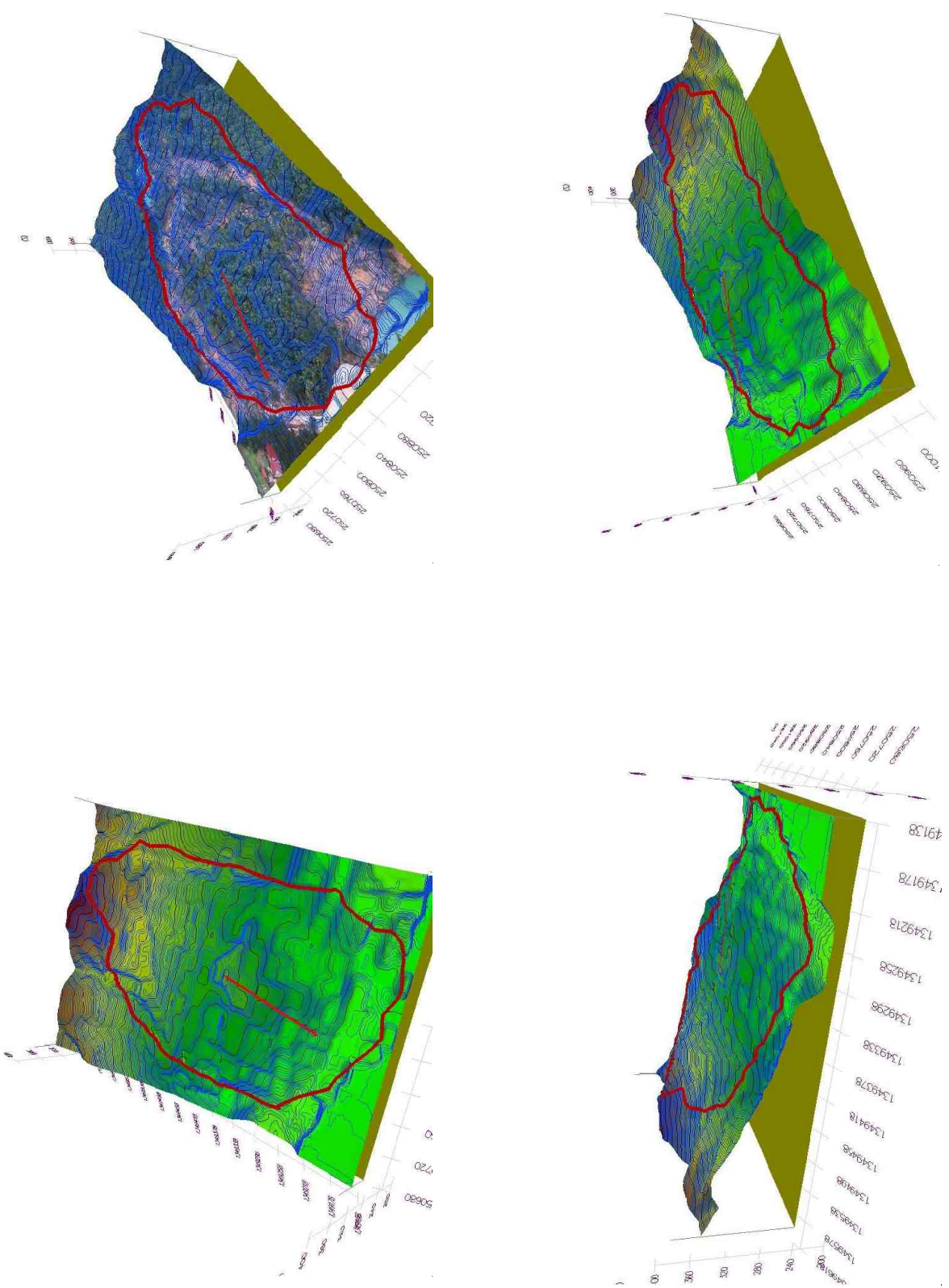
Aブロック左側壁部地質断面図

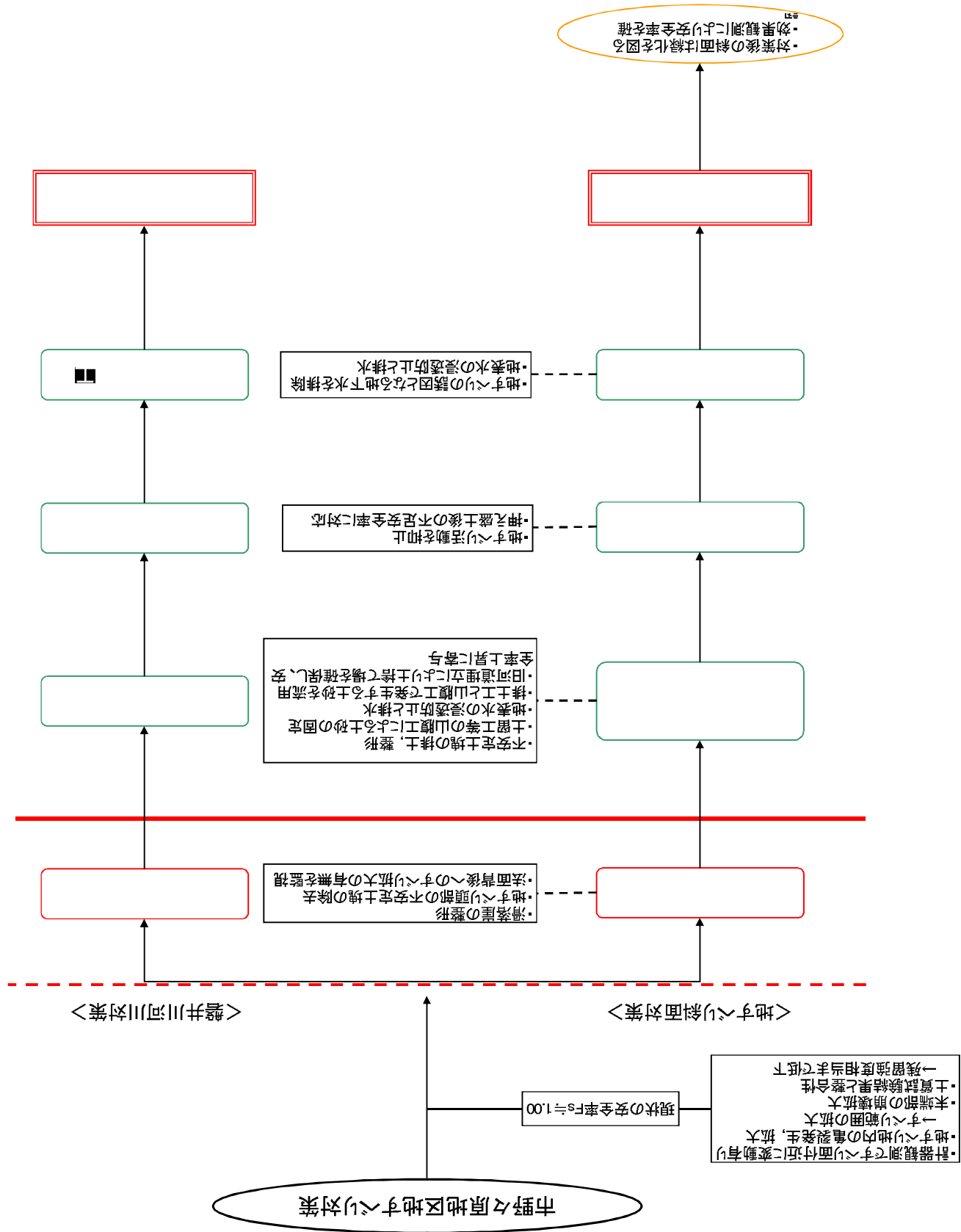
拡大した亀裂部分で確認された地質不良部は、主ブロック内と同様の地質状況にあり、すべり面深度との関係から考えて、連続するものと推定される。
ただし、歪み計観測では有意な地中歪みの累積は見られない。



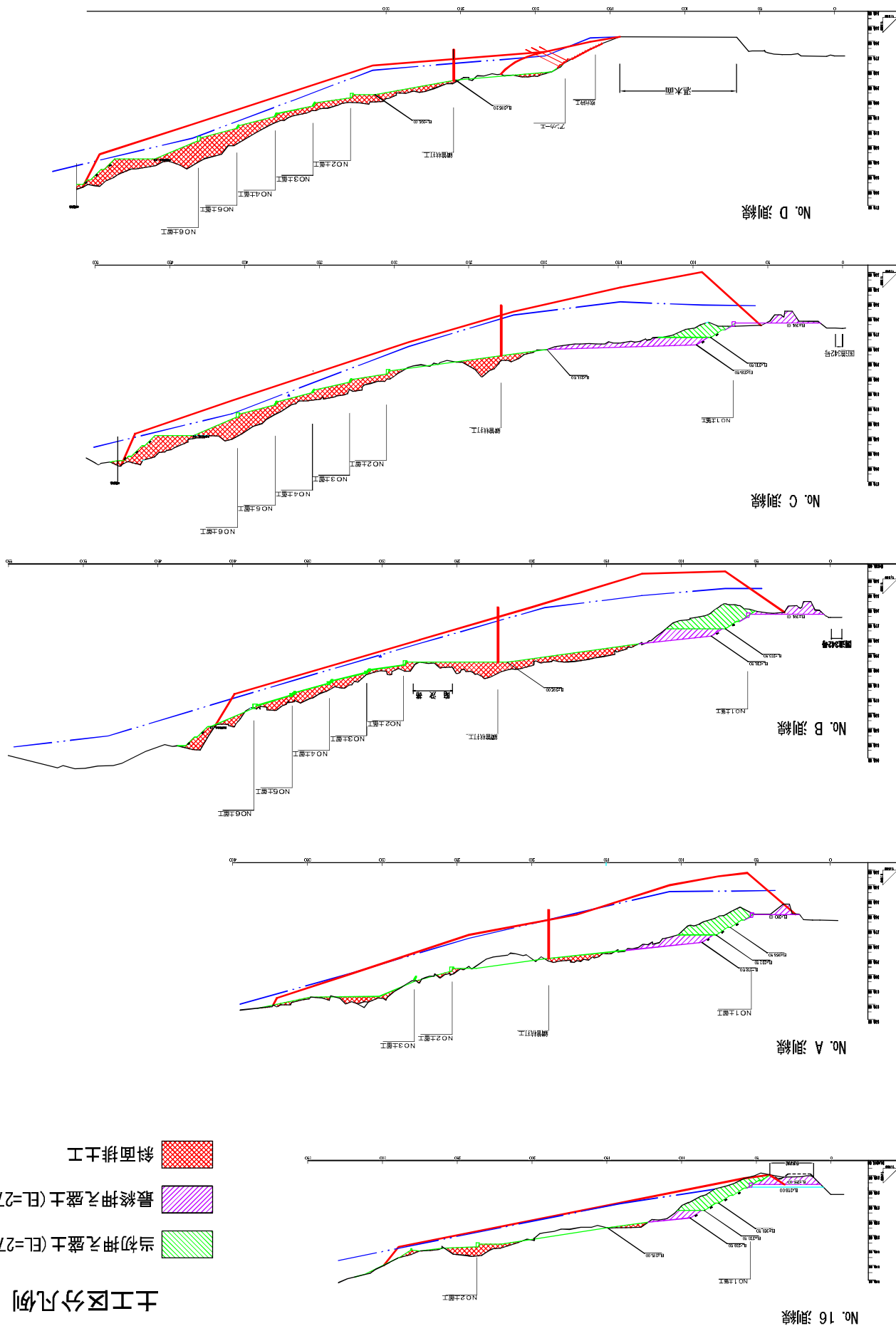


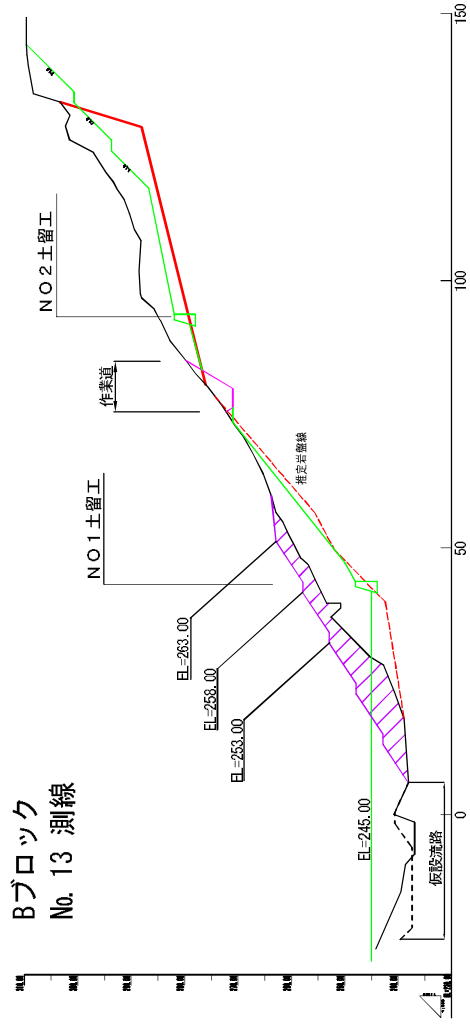




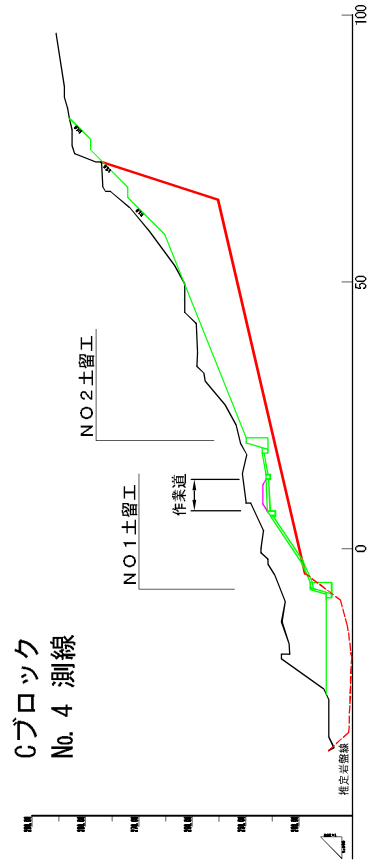


Aブロック 対策工計画断面図

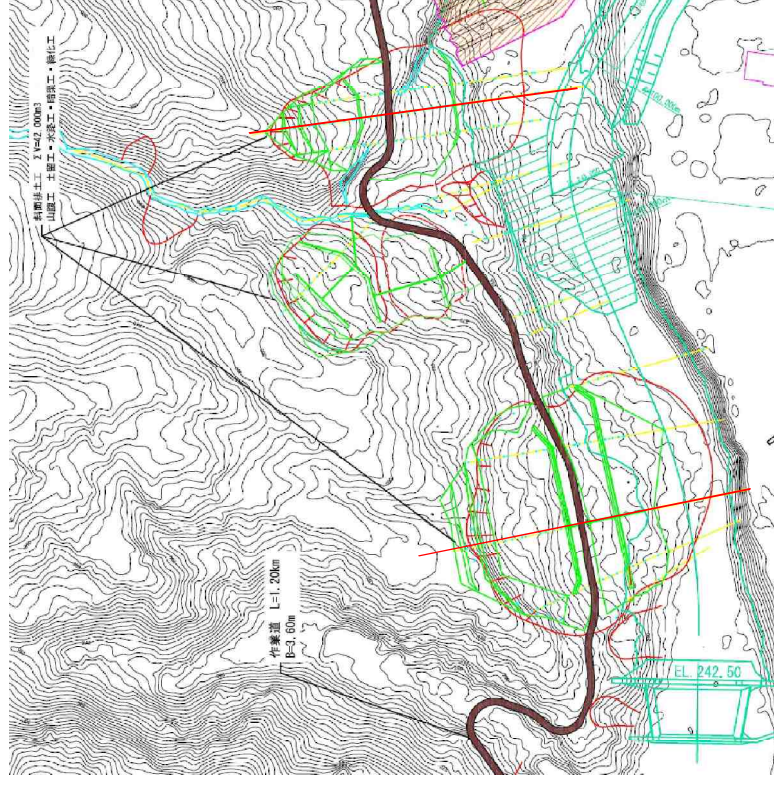




Bブロック対策工計画断面図

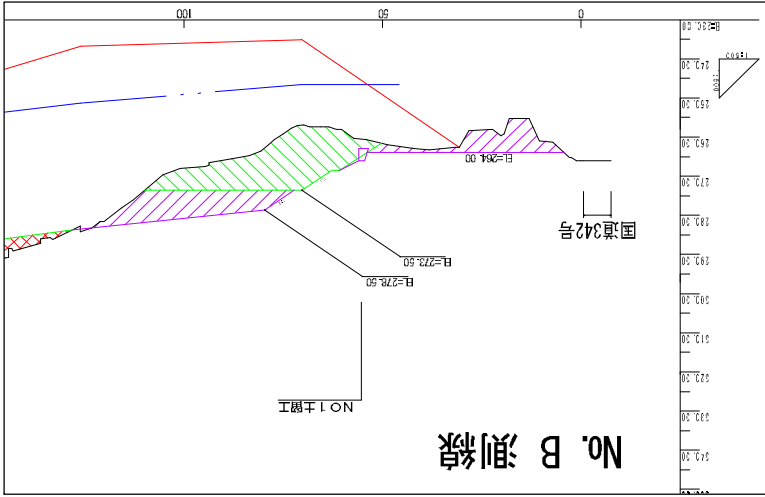
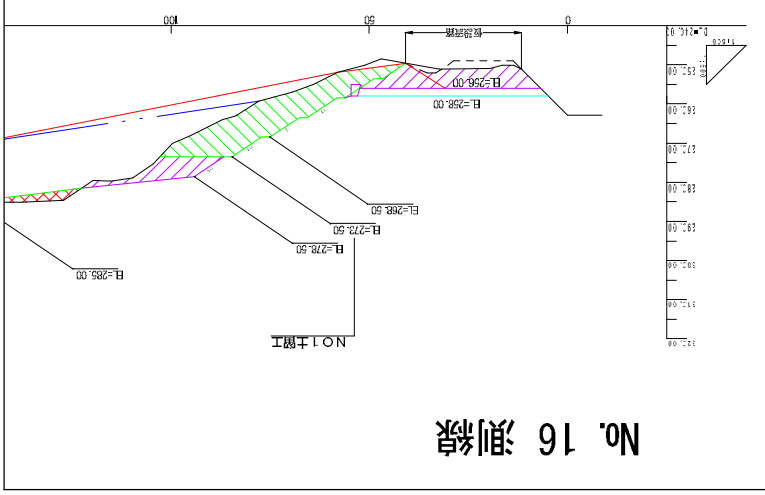


Cブロック対策工計画断面図



B・Cブロック対策工計画平面図

レーヌ	測線	盛土天端標高 EL(m)	末端盛土標高 EL(m)	安全率 F_{2D}	断面積 A(m ²)	3D安全率 F_{3D}	杭打工 計画安全率 F_p	アツツ率k	目標安全率 F_{3D}	必要抑止力 Pr(kN/m)	残土量(m ³)
I	現状地形	現状地形	現状地形	1.032	264.187	1.130	1.180	1.044	1.035	1.152	140,000
					1.015					1.067	
					1.038					1.131	
					7740.58					1369.90	
II	現状地形	現状地形	現状地形	1.171	2904.52	1.130	1.180	1.044	1.035	1.223	88,000
					1.022					1.216	
					9161.69					1560.70	
					7977.72					1369.90	
III	現状地形	現状地形	現状地形	1.174	9471.91	1.141	1.180	1.035	1.035	1.215	111,000
					1.195					1.236	
					8196.96					1085.30	
					3005.89					393.30	
IV	273.50m	273.50m	273.50m	1.179	1.204	1.179	1.200	1.025	1.018	1.225	102,000
					3021.05					1.200	
					9101.28					1.217	
					8046.27					798.20	
V	273.50m	273.50m	273.50m	1.179	1.169	1.179	1.200	1.018	1.016	1.192	54,000
					8046.27					622.50	
					9192.78					1.141	
					3073.12					197.60	
VI	278.50m	278.50m	278.50m	1.181	1.166	1.181	1.200	1.016	1.009	1.185	45,000
					8265.51					1.231	
					9484.72					311.50	
					3122.39					320.20	
VII	278.50m	278.50m	278.50m	1.189	1.200	1.189	1.200	1.009	1.009	1.185	45,000
					8265.51					1.231	
					9484.72					311.50	
					3122.39					320.20	



押え盛土天端標高と安全率及び
残土量の関係について

三次元安全率(F_{3D})の算出は、Lambe-Whitman法による近似解によって求めた。また、アツツ率を考慮した各測線における目標安全率は、杭打工計画安全率と F_{3D} の比($k=F_p/F_{3D}$)を二次元安全率 F_{2D} に乗じて求め、その時の各測線での必要抑止力を示した。これを見ると、三次元安全率はNo.16測線の盛土標高がその値を支配しているものと判断され、三次元安全率を上昇させるためにはAフロツク下流側の盛土標高を高くすることが有効といえる。

斜面排土工による発生残土量との関係から、 $EL=278.50m$ まで押え盛土を立ち上げるとともに、埋立盛土標高を高くすることで、安全率の上昇と残土量の減少を図ることができる。B・Cフロツクからも斜面排土による発生土が出るが、河道埋立後に盛土全体を前面にシフトすること収容可能と考える。