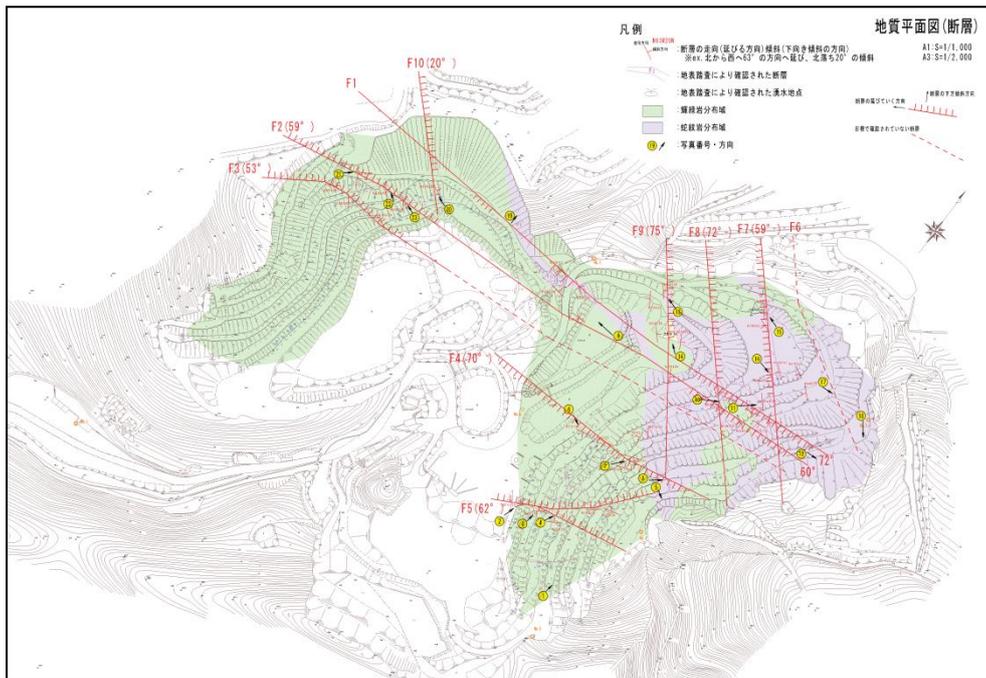


6. 岩盤弱部の対策（強震動等影響評価調査および工学的対策検討業務報告書より抜粋）

1. 岩盤分類

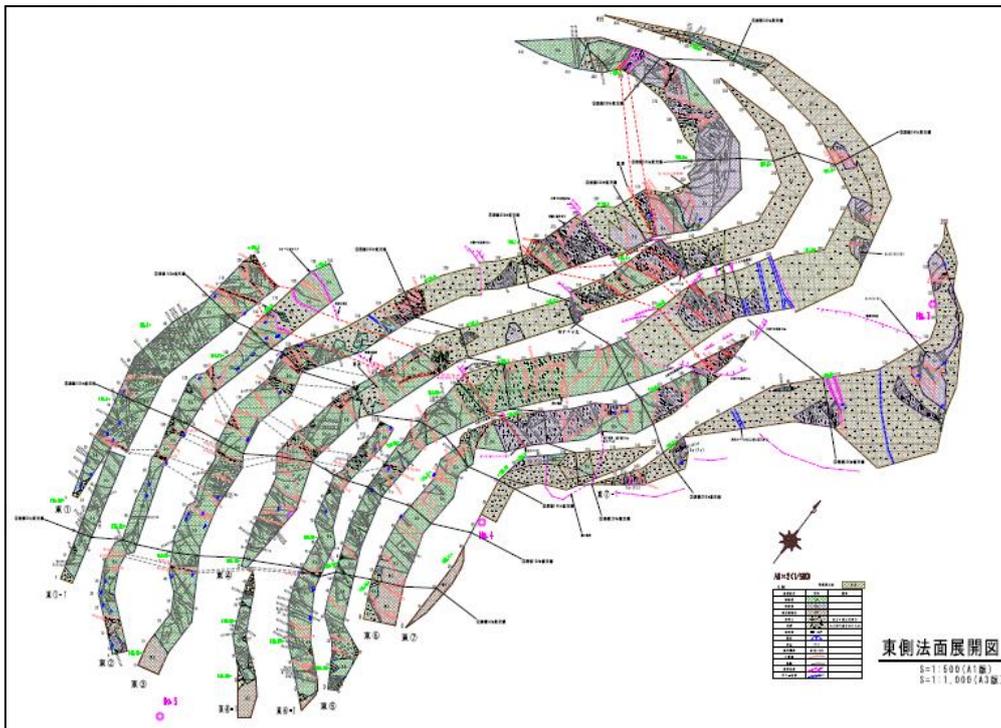
1. 1. 岩盤分類調査

過去の地質調査（「株式会社ミダック三嶽鉱山採石場跡地管理型最終処分場設置事業に係る生活環境影響調査(地質水理構造、ボーリング調査)報告書、平成22年5月」）で、下図のような調査結果を示している。



同報告書を詳細にみると、下図に示すように、のり面観測では、断層は長く伸びていない記載となっている。

そこで、これらのことを含めて、今回、のり面を新たに地質調査し、岩盤分類を行った。その結果の抜粋を示す。



1. 2. 岩盤分類の基準

岩盤分類では、表 1.2.1 に示すような分類基準を設定し、シュミットハンマー及び土壌硬度計を用いて岩級区分毎の 1m×1m 内の強度を求めた（写真 1.2.1 参照）。その結果が、図 1.2.1 である。CH 級が 30～40MN/m² (N/mm²) で、CM 級、CL 級と岩級が下がるにしたがって強度も低下している。ここでは、この分類基準に従って最終処分場の埋立予定地の岩盤分類を行った。

表 1.2.1 岩盤分類における判定基準

岩の硬さ		割れ目間隔		割れ目の状態	
A	硬い	I	30cm 以上	a	新鮮密着
B	中程度	II	10～30cm	b	褐色に酸化又は開口
C	やや軟質	III	10cm 以下	c	粘土等を含む
D	軟弱	IV	小ブロック状～片状	d	粘土等含む、開口大(1cm 以上)
		V	片状～葉片状		

岩の硬さ:A の場合

	a	b	c	d
I		CH	CM	CL
II		CH	CM	CL
III	CH	CH	CM	CL
IV	CM	CM	CL	CL

岩の硬さ:B の場合

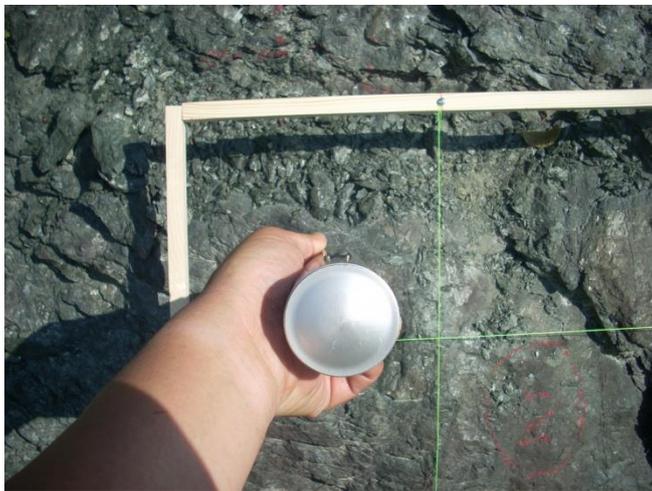
	a	b	c	d
I	CH	CM	CL	D
II	CH	CM	CL	D
III	CH	CM	CL	D
IV	CM	CL	D	D

岩の硬さ:C の場合

	a	b	c	d
I	CM	CL	D	D
II	CM	CL	D	D
III	CM	CL	D	D
IV	CL	CL	D	D
V	D	D	D	D



(a) 1m×1m 格子の設定例



(b) 格子内での計測例



(c) シュミットハンマー試験機



(左) と山中式土壤硬度計 (右)

写真 1.2.1 岩盤分類のための現場強度試験(シュミットハンマー試験機及び山中式土壤硬度計による方法)

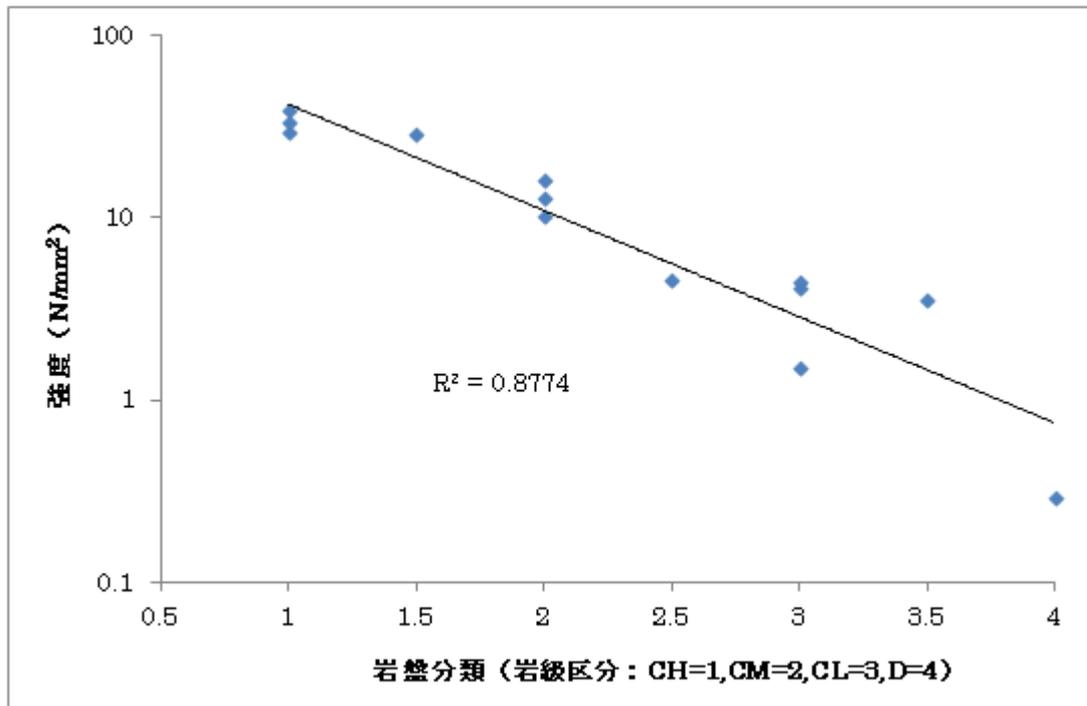


図 1.2.1 岩盤分類における岩級区分と現場強度試験の強度との関係

1. 3. 岩盤分類結果

岩盤分類結果を図 1.3.1 に示す。

当該最終処分場候補地内に地すべり地形は見られないので、岩盤分類結果もそうした地すべりの影響は見られない。しかし、まだ一度も地すべりを起こしたことの無い初生地すべりの見られる東側斜面では、全体的に岩級区分が CL 級や D 級が多く、一部蛇紋岩化し、西側斜面に比較して強度の低い斜面となっていることがわかる。また、連続した、断層や破碎帯、その他の割れ目は存在していないこともわかる。一方、西側斜面は、長さ 100m 未満の短い断層や破碎帯は見られるものの、全体としては CM 級以上の硬い岩盤が分布する。

次に、通称 F-5 断層と呼ばれる破碎部に着目する。図 1.3.2&図 1.3.3 は、通称 F-5 断層の周辺を拡大した図面である。図 1.3.2 にみられるように、通称 F-5 断層の南西側には 2 条の破碎部が見られるが、この 2 条の破碎部と通称 F-5 断層との間を結ぶと考えられる露頭には破碎部はみられない。また、この 2 条の破碎部の方向と通称 F-5 断層の方向とは大きく異なる。したがって、通称 F-5 断層は南西方向に延びない。さらに、図 1.3.3 にみられるように、通称 F-5 断層の北東側への延長は、3 段目の小段付近で通称 F-5 断層の北側の N58E68N 断層と結合し、その後、最上部の小段ではこの結合した断層も見られなくなる。以上のことから、通称 F-5 断層は、南西側及び北東側に連なるような断層や破碎部は見られない、連続性のない短い破碎部である。

また、場内の東側斜面には、蛇紋岩化した緑色岩の分布する部分が存在する(写真 1.3.1 参照)。こうした蛇紋岩化した緑色岩の強度は、写真 1.3.1 左に示すような地点では、比較的強度のある緑色岩となっている部分がある一方、写真 1.3.1 右に示すような地点では、比較的強度の小さな蛇紋岩化した緑色岩となっている。

こうした岩盤状況を、構造物施工のスケールに合わせて大局的に見たものが、図 1.3.1 に示す岩盤分類結果である。



(左：蛇紋岩化した部分の強度 63.7N/mm²)

(右：蛇紋岩化した部分の強度 1.48N/mm²)

写真 1.3.1 蛇紋岩化した緑色岩類の状況

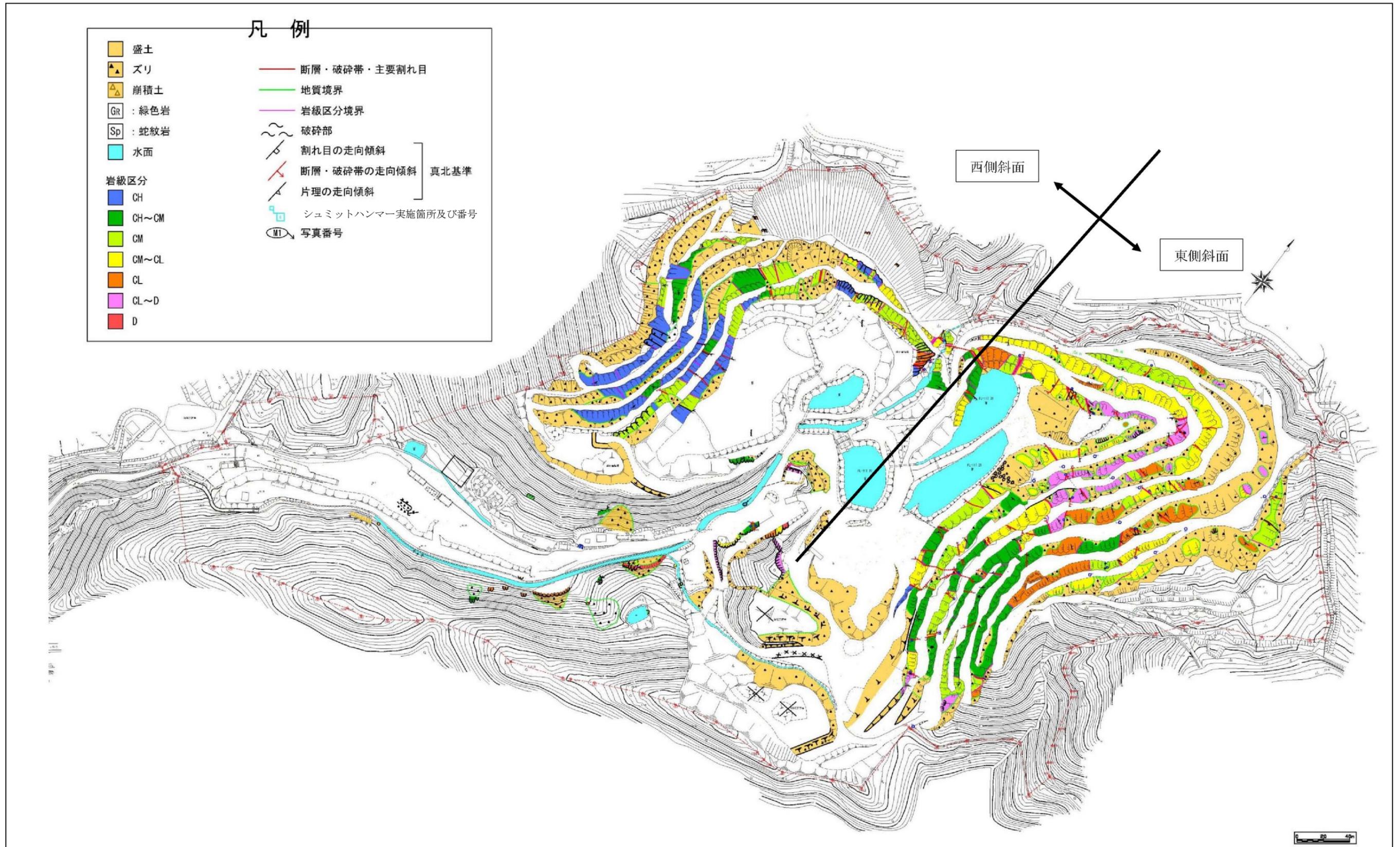


図 1.3.1 岩盤分類結果（全体図）

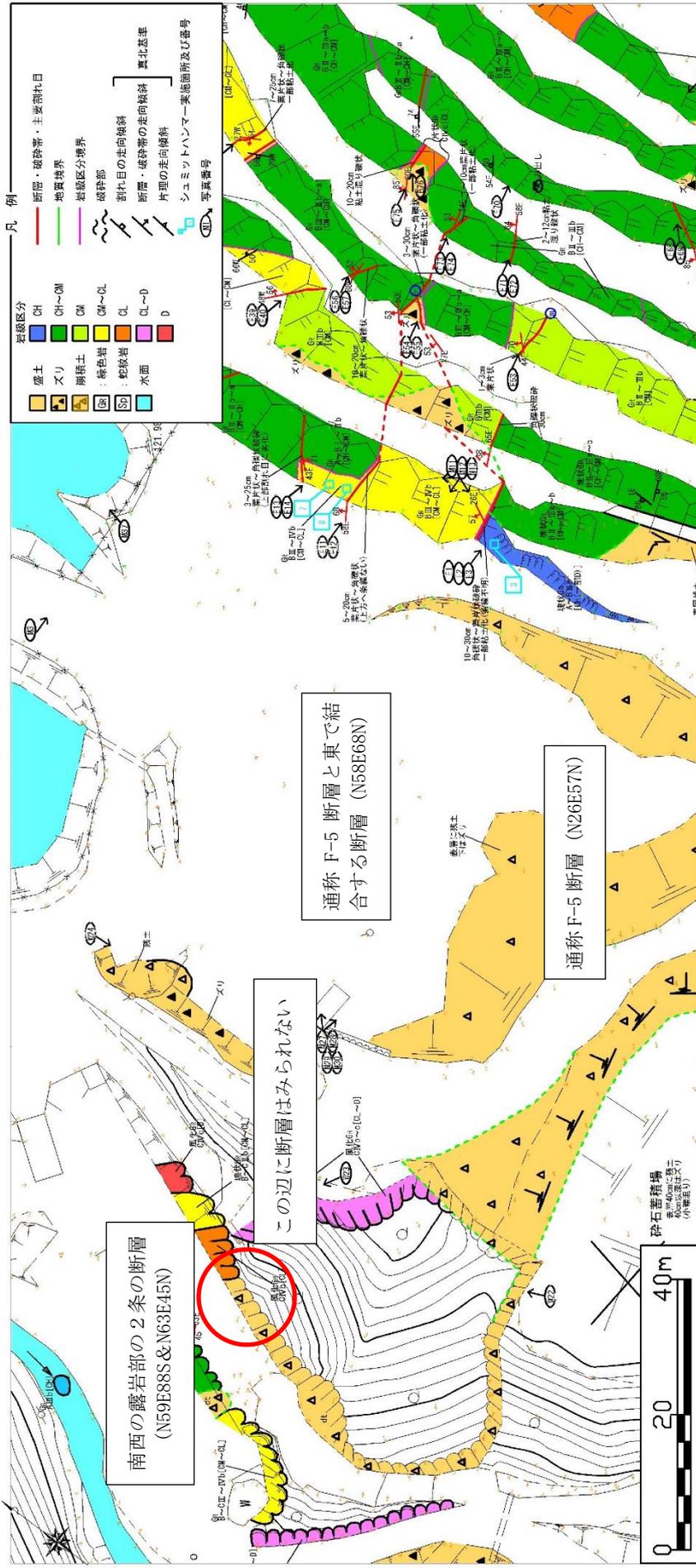


図 1.3.2 場内の通称 F-5 断層とその周辺の破砕部
 通称 F-5 断層は、南西の露岩部の2条の断層につながる方向の断層ではない。

2. 最終処分場の弱部としての断層処理

建設分野のダムにおける基盤の断層処理は、主にコンクリートダムにおいて行われている。この場合、「建設省河川砂防技術基準(案), p181」によれば、「ダムの基礎の断層その他軟弱層を処理する場合は、一般にコンクリートによる置き換えを行うが、小規模な断層の場合は、グラウチングによることもある」とされている。

また、フィルダムにおいても「建設省河川砂防技術基準(案), p183」によれば、「岩盤は、亀裂、節理、シームが発達していることが多く、また岩盤の表層部には風化やゆるみがある。したがって、(基礎地盤の)掘削の目標は、透水ゾーンの基礎とする場合はすべりを生じない範囲までとする」とし、基礎処理を適切に行うべきことが述べられている。

一方、農林分野のダムでは、「土地改良事業計画設計基準—設計「ダム」技術書〔フィルダム編〕, p. II-205～II-208」に断層処理の方法が、以下のように示されている。

- ① 断層部のコンクリートによる置換え
- ② 断層部の遮水性ゾーンの拡幅と、監査廊の迂回
- ③ 断層部の遮水性材料による置換え

以下に、上記①～③の事例について示す。

2. 1. 断層部のコンクリートによる置換え

東北農政局の岩手県の山王海ダム（H=61.5m、ロックフィル）について示す。

このダムの断層性状と規模を図 2.1.1 に示す。F-1断層はダム軸右岸アバットメント下部に分布し、主断層であるF-1断層と派生するF-1'、F-1''の3条の断層からなる。F-1'及びF-1''断層は10cm以上の厚さで粘土化し、F-1''断層は粘土化した部分が厚さ3cm程度であるがD級の破碎帯を伴う。一方、F-1'とF-1''断層に挟まれた部分は概ねCL級岩盤となっている。

断層部の処理方法を図 2.1.2 に示す。監査廊基礎部においては、監査廊スパンより短いコンクリート置換えを行うこととした。また、断層部を中心に両側約50cm、断層幅の1.5倍の深さをコンクリートで置換え、作用荷重を両側の岩盤で支持させる構造とした。置換えコンクリートの下部は応力の発生が不十分となるため、水理的安定性を確保できるように斜め方向にクロスするグラウチングを施工した。

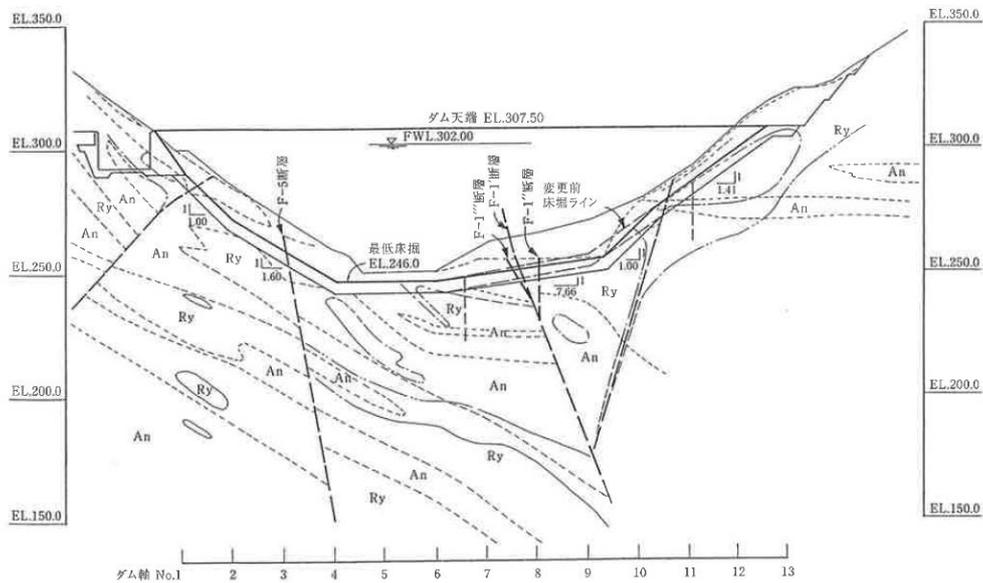


図 2.1.1 山王海ダム 地質縦断面図

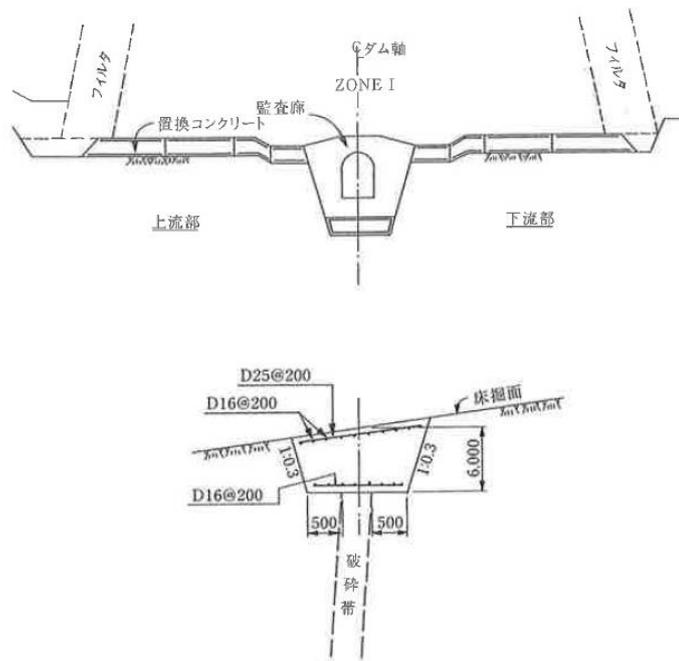


図 2.1.2 山王海ダム F-1 断層置換コンクリート計画図

2. 2. 断層部の遮水性ゾーンの拡幅と監査廊の迂回

近畿農政局の滋賀県の蔵王ダム（H=56.0m、ロックフィル）について示す。

左岸アバットメント部は、主断層により全般的に破碎の影響を受け、概ねCL級以下の岩盤となっている。特に、アバットメント中腹部には変形係数 117.6kN/m² の主断層部が幅約 10m の規模で分布している（図 2.2.1）。また、その他、計 7 条の幅 0.5～1.0m 規模の小断層が分布している。

本ダムでは、掘削面の観測結果から地質モデルを作成し、堤体縦断・横断の有限要素法による応力・変形解析を行い、基礎地盤及び堤体の挙動を検討した結果、監査廊をダム軸上に設置した場合には継目部で 5.5cm のずれが生じ、水理的安定性が確保できないことが懸念された。

このため、主断層部を挟む区間では、図 2.2.2 に示すように監査廊を下流半透水性ゾーン下部に迂回させるとともに、水理的安定性を確保するために上流側に遮水性ゾーンを拡幅し、堤内アースブランケットを設けることとした。また、アースブランケット敷の主断層部にもブランケットグラウチングを 3 列設け浸透路長を確保した。

主断層以外の小断層は遮水性ゾーンと接触する部分は、デンタルワークでコンクリート置換えを行い、応力の発生が不十分となることが懸念されたため、断層処理グラウチングを施工した。

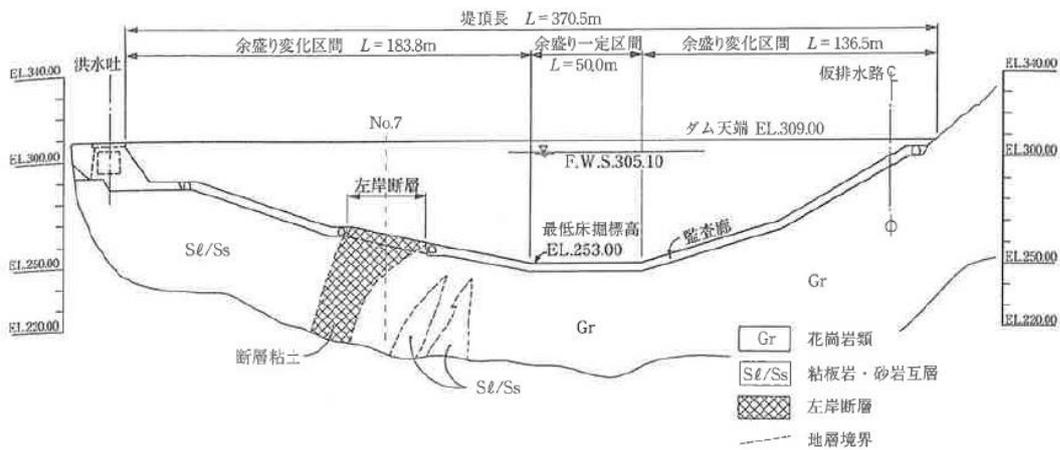


図 2.2.1 蔵王ダム 地質縦断図

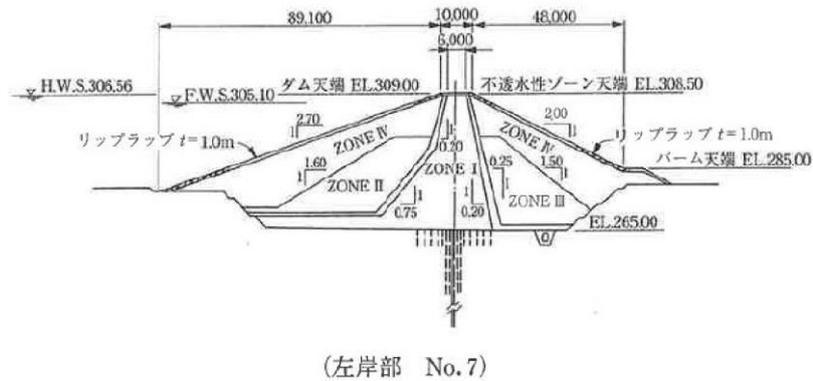


図 2.2.2 監査廊の迂回等の処理を行った部分のダム堤体標準断面図（蔵王ダム）

2. 3. 断層部の遮水性材料による置換え

熊本県の五和東部ダム (H=33.3m、ロックフィル) について示す。

本ダムは、幅数 cm~100cm の 4 条の断層 (粘土化又は礫混り粘土化した断層) がダム軸に斜交して分布する (図 2.3.1)。全体の破碎幅は 8~15m を有し、ダム軸上で約 11m を示す。また、これらの断層に挟まれて CM 級に近い砂岩層が分布している。

本ダムでは、有限要素法による応力・変形解析を基に、断層部の置換え材料を①無処理、②ソイルセメント、③コンクリート、④遮水性材料、⑤遮水性材料+コンクリートとした場合の変形性を推定し、応力状態が無処理の場合と比べて改善され、遮水性ゾーンに悪影響を与えない「④遮水性材料」による深さ 2m の置換えを採用した (図 2.3.2)。

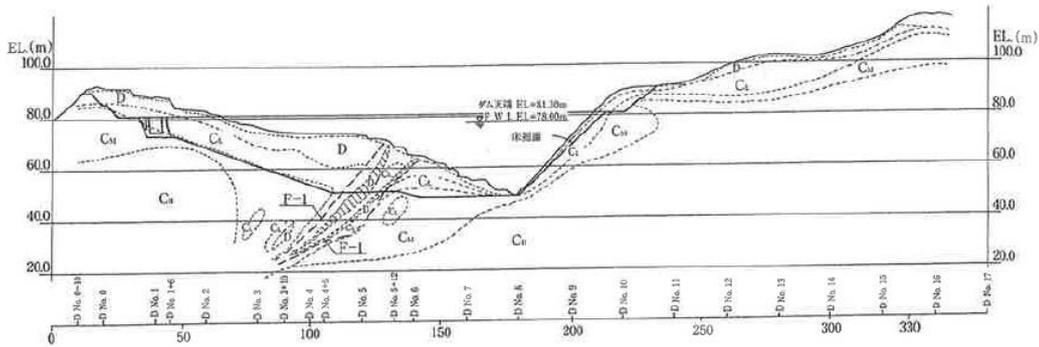


図 2.3.1 五和東部ダム堤体縦断面図

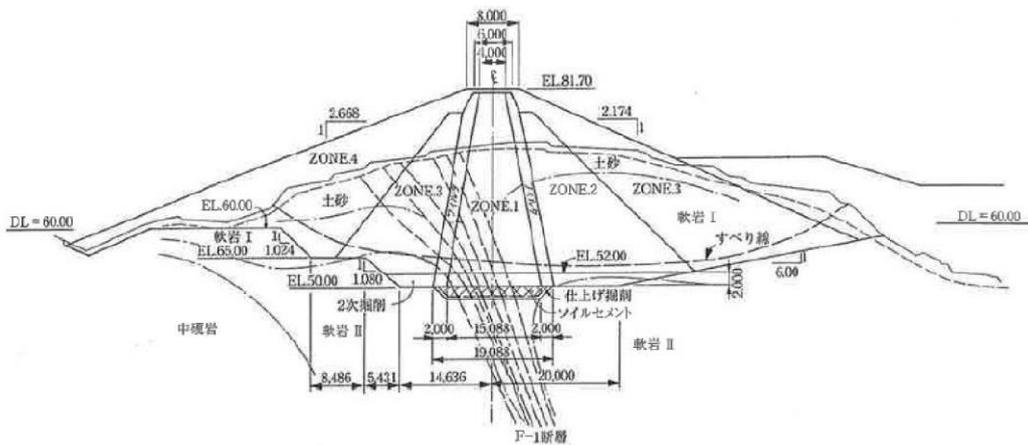


図 2.3.2 五和東部ダム F-1 断層の処理計画図

2. 4. 弱部としての断層処理

これまでのダム の例に見られるように、基盤に断層、顕著なシーム、あるいは破碎帯などの不良部分が介在すると、支持力が不足し、不等沈下を起こしたり、漏水やパイピングなどの危険があるので、これらの弱部については適切な処理が必要となる。これらの処理としては、基本的に「小規模なものはグラウチングにより処理しうが、幅 50cm 以上の粘土分を含有する大規模な断層については、断層処理を行う」(山口・大根(1973)) ことが一般的である。断層処理の最も一般的なものは、①コンクリートによる置換えである。フィルダムの場合は、置換え深さは、経験的に断層幅の 1.5 倍程度を目安としている(山口・大根(1973))。

このように、支持力不足による不等沈下等を考えた場合には、コンクリートによる置換えが一般的であるが、管理型最終処分場ということもあり、遮水性材料による置換えについても検討する必要があると考えられる。なお、遮水性材料としては、アスファルトやベントナイトなどが考えられる。

したがって、本処分場においても、施工時に、掘削後の健全な岩盤を調査し、断層や割れ目系の有無やその規模を把握した上で、コンクリート置換えや遮水性材料による置換えなどの処理を実施することを検討すべきである。

3. 今後の対応

3. 1. 要注意な破砕部と設計・施工への留意点

埋立予定地内においては、いずれの破砕部も短く、破砕部としては比較的硬質なものである。しかし、破砕部の周辺の母岩である硬岩の緑色岩類に比べて、破砕部の強度が極端に小さければ、場合によっては不等沈下等がわずかながら生じる可能性も考えられる。

以上のことから、図 3.1.1 に岩盤分類からみた破砕部と母岩との強度差や破砕部の幅等に着目し、設計・施工上留意しなければならない破砕部を示す。なお、これらの破砕部については、写真 3.1.1 に示すように、デンタルワークと置換コンクリートの実施、あるいは遮水性材料による置換えの実施を検討する必要がある。

なお、岩盤分類で、CL～D 級あるいは D 級に分類された岩盤内に存在する破砕部は、①地すべり対策が検討される区域に存在すること、②周辺の母岩と破砕部との強度がほぼ同一であり、不等沈下等の可能性は低いことから、ここでは取り上げていない。



写真 3.1.1 ダム基礎の断層処理（デンタルワーク(上)と置換コンクリート(下)）

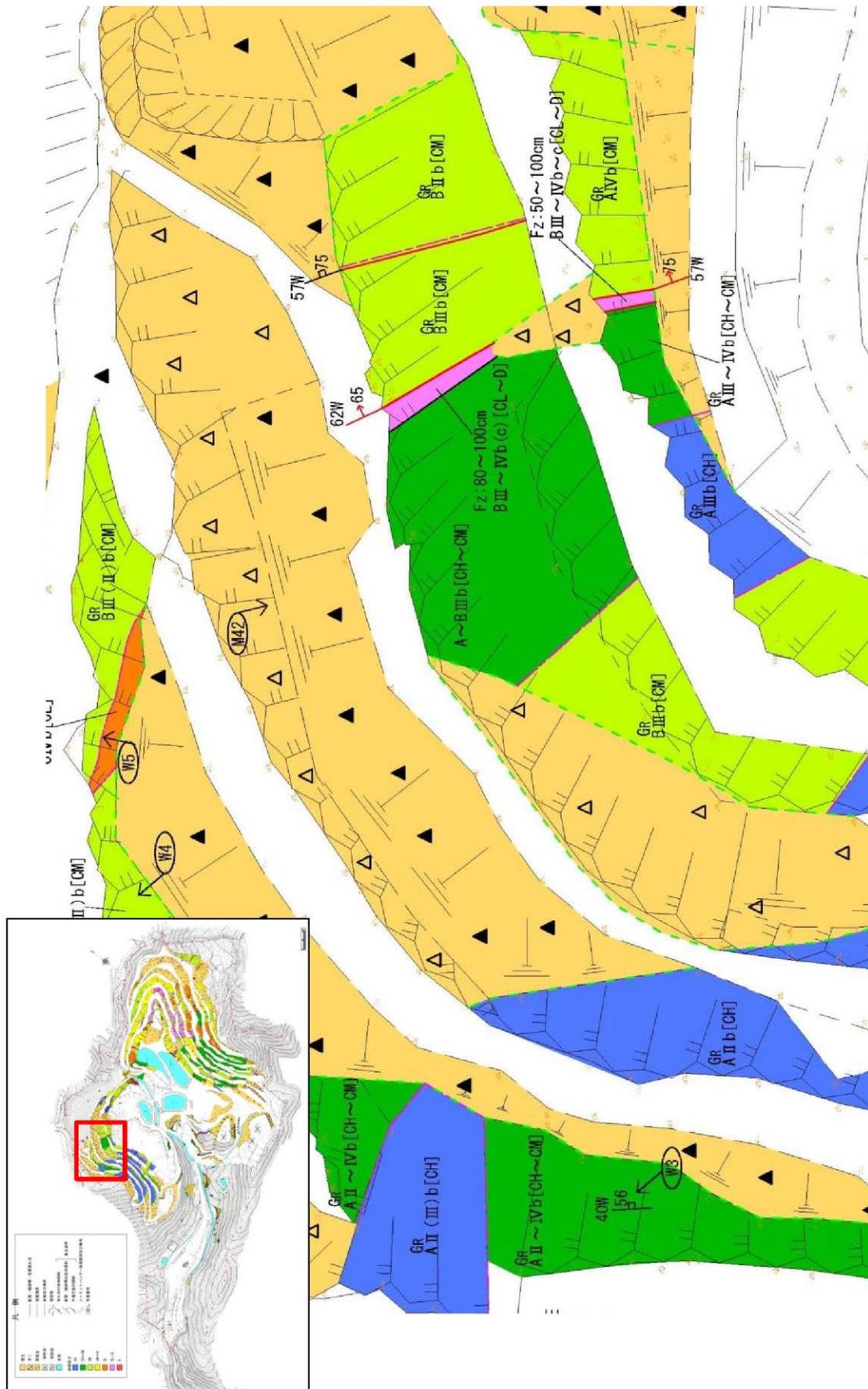


図 3.1.1(a) 西側斜面の破砕部 γ

CL~D級の破砕幅 1 m 程度で長さ 10m 以上の破砕部であり、置換コンクリートや遮水性材料による置換えの検討を要する。

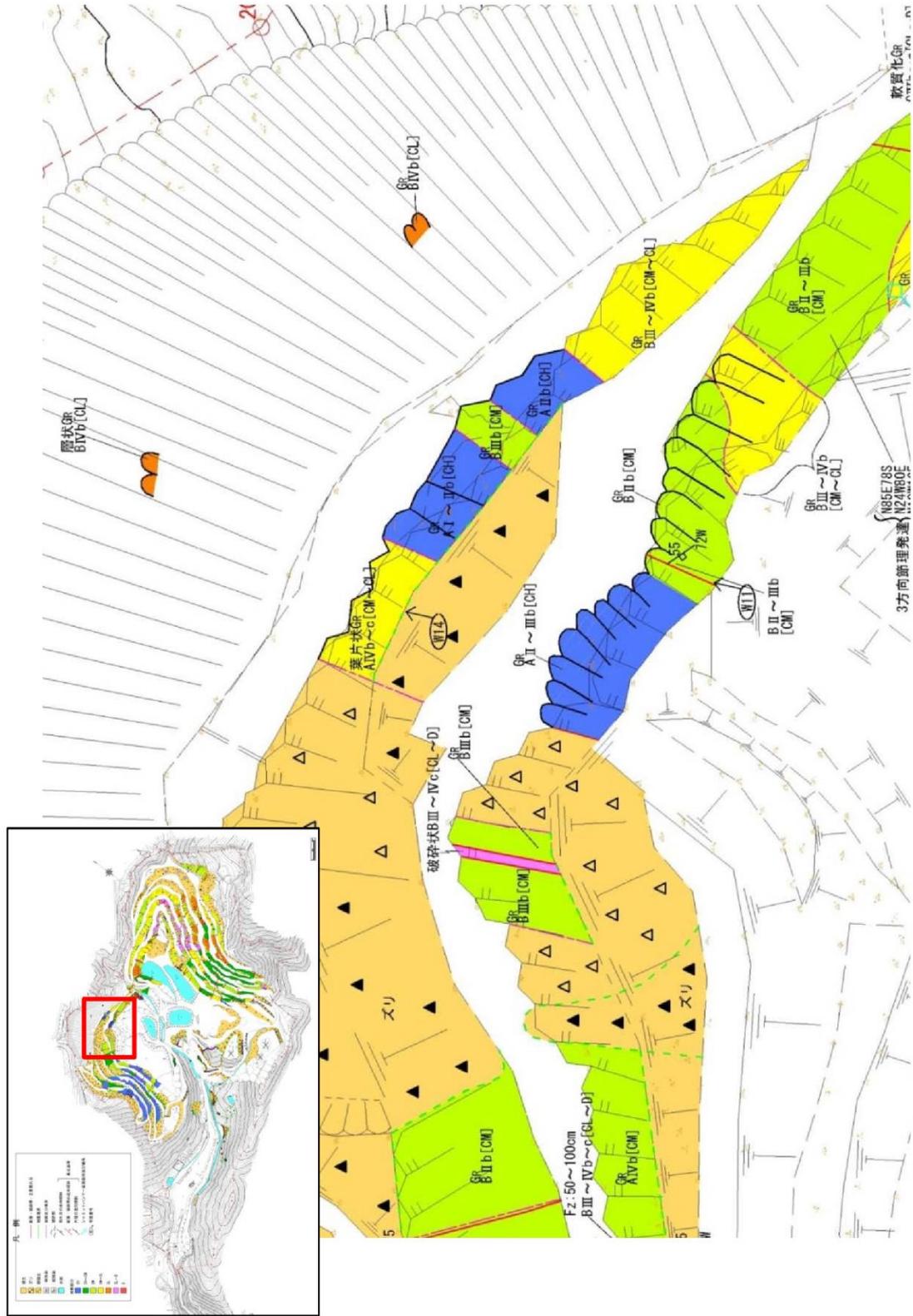


図 3.1.1(b) 西側斜面の破砕部σ

CL~D級の破砕幅 1 m 程度で長さ 10m 以上の破砕部であり、置換コンクリートや遮水性材料による置換えの検討を要する。

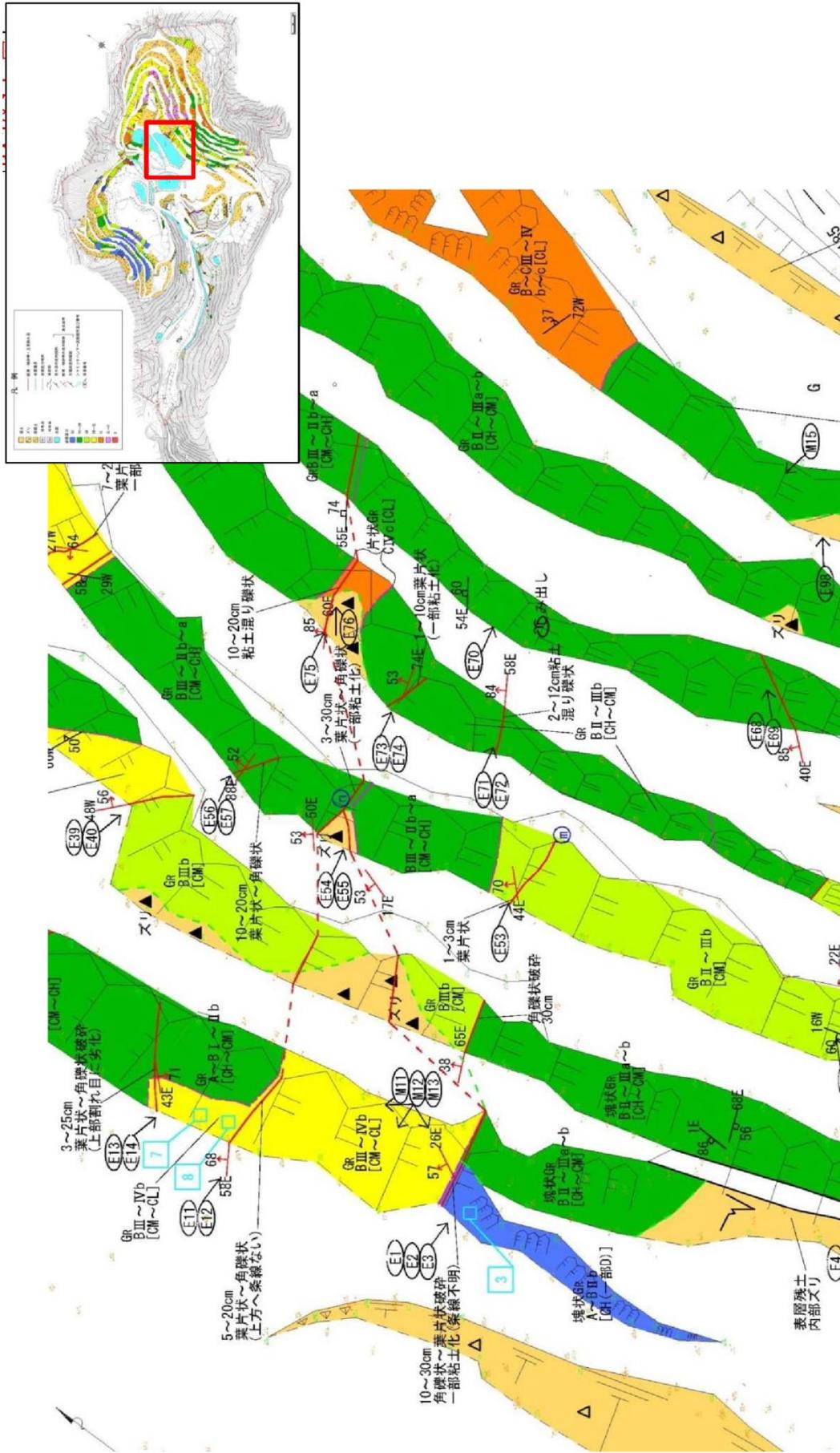


図 3.1.1 (d) 東側斜面の破砕部 F-5 & n

破砕幅数十cm以下であるが、長さ数十m以上の破砕部が連続し、周辺の CM~CH 級以上の母岩との強度差があり、置換コンクリートや遮水材料による置換えの検討を要する

3. 2. 基礎地盤の岩盤評価の必要性

えん堤の基礎及び遮水工の基礎において、短いながらも破碎部が新たに露出する可能性が考えられる。これに対応するため、基礎露出後に、写真 3.2.1 に示すように基礎地盤を洗浄したうえで、基盤観察を行い、岩盤評価を実施する必要がある。

これにより、基礎岩盤の岩盤分類を行い、基礎処理の有無について評価することが肝要である。



写真 3.2.1 ダム基礎岩盤の洗浄状況

<参考文献(5章)>

山口柏樹・大根義男(1973)：フィルダムの設計および施工，技法堂出版，pp.183-187.