

播州赤穂市管理型最終処分場予定地調査報告書

国土問題研究会

赤穂市管理型最終処分場問題調査団

2014年 8月 30日

目次

事業計画の問題点

1. ルートマップ資料から明らかになった事実
2. 場内の地質調査でわかった事実
3. 断層の分布と広がり
4. 地質の地質分離面の特徴
5. バイオマットの存在と背景
6. 水質の特徴と地質構造
7. 場内断層と海域・地下深部との繋がり
8. 熱水変質の存在
 8. 1 熱水変質粘土に関する一般論
 8. 2 X線分析からわかった熱水変質粘土の特徴
 8. 2. 1. X線回折分析結果
 8. 2. 2. X線蛍光分析結果
 8. 2. 3. 一般的な水変質粘土と等該地の関係
9. 海域の地形と底質
10. 調査のまとめ：廃棄物最終処分場計画地の問題

事業計画書の問題点

2014年8月30日

国土問題研究会

赤穂市管理型最終処分場問題調査団

赤穂市福浦地区に計画されている管理型産業廃棄物最終処分場について、事業者である奥栄建設株式会社から提出された「設置計画書」が、平成25年10月10日～11月8日の1ヶ月の短期間で地域住民に縦覧し、11月24日迄に意見書の提出期限を設定されていた為に国土問題研究会（略称：国土研）は、急遽、11月16日の現地調査と11月24日に意見書を提出した。意見書の中で、基礎的な調査不足、当該地の基礎的な地質のルートマップの不明確さなどいずれについても問題のある事について指摘するとともに、場内調査と更に詳細な判断出来る資料について要求してきた。

場内の入場については再三再四要求して、漸く、2014年3月8日に事業者より許可があり、地元から要請により採石場内の地質踏査を実施した。

更に、3月12日付けで兵庫県西播磨県民局より、日本共産党杉本県会議員へ予めから開示請求していた資料が漸く送付された。以下の内容である。原書はカラーコピーであるが、何れも白黒であり分かりにくかった事は事実である。

付帯資料（1）ルートマップ（地質区分）

付帯資料（2）ルートマップ（岩級区分）

付帯資料（3）地質区分平面図

付帯資料（4）岩級区分平面図

付帯資料（5）想定断面図（地質区分）

付帯資料（6）想定断面図（岩級区分）

これらの資料の精査と現地調査の結果から、当計画地の問題点を検討した。

1. ルートマップ資料から明らかになった事実

ルートマップは、地質踏査の基本的な資料であるとともに、場内全体の地質の分布と地質構造の広がり を考察する極めて重要なデータでもある。今回公開された資料の内容から、地質踏査技術者は、概ね、真摯に露頭観察して居た事が窺われる。

このデータから分かった点は、次の内容である。

- ①.CL級～D級岩盤の分布する場所で、断層破碎帯の特徴と幅そして走向・傾斜が記載されており、この脆弱な岩盤は断層破碎帯そのものである事が分かった。
- ②.特に大きな幅を有するD級岩盤の場所で、トレンチ掘削がされている。このトレンチ掘削は、一般に活断層の調査にも採用されている方法で、地層のズレや破碎程度そして動いた地質時代の特定する為の極めて重要な調査である。
- ③.最下段北側斜面において、熱水変質が2～3箇所確認されている。熱水変質帯は深部から断層を通して、周辺の岩盤に特有な変質を与える作用である。
- ④.データの中には、節理面、セン断面、地質の貫入方向、断層破碎帯、熱水変質などの地質的分離面の走向・傾斜が測定されており、それらの方向から南側に傾斜する最も危険な「II型流れ盤」が存在する事が明らかになった。
- ⑤.岩級区分に依存しない随所で湧水が確認された。

熱水変質帯が分布する場所には、処分場建設は種々の問題を惹起する事から避けられている。

D級岩盤
 花崗質岩

事業者側のセン断面～破碎帯(■)の確認箇所

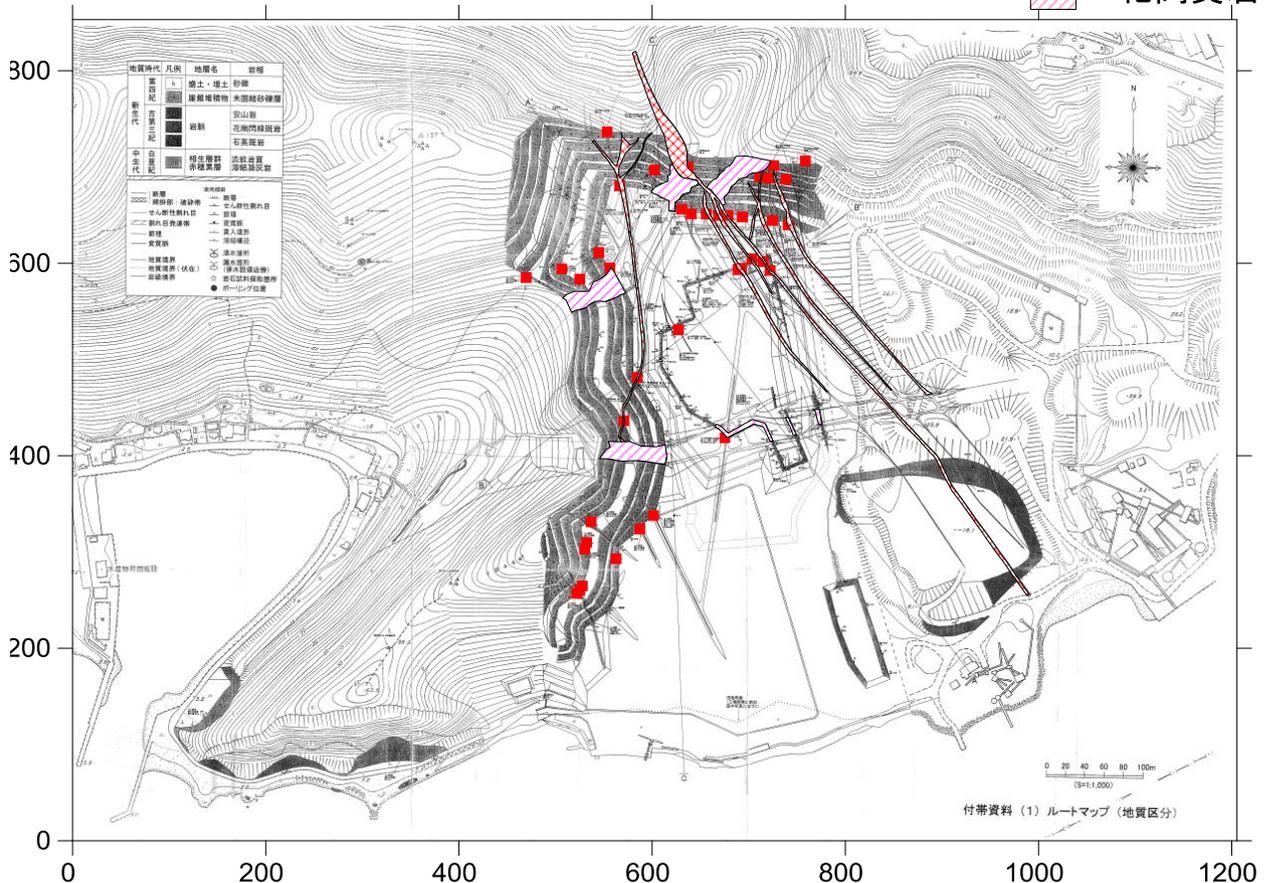


図 1.1 事業者側の確認したセン断面と断層破碎帯

業者側の確認した熱水変質の箇所 ★1m:熱水変質～変質箇所と層厚

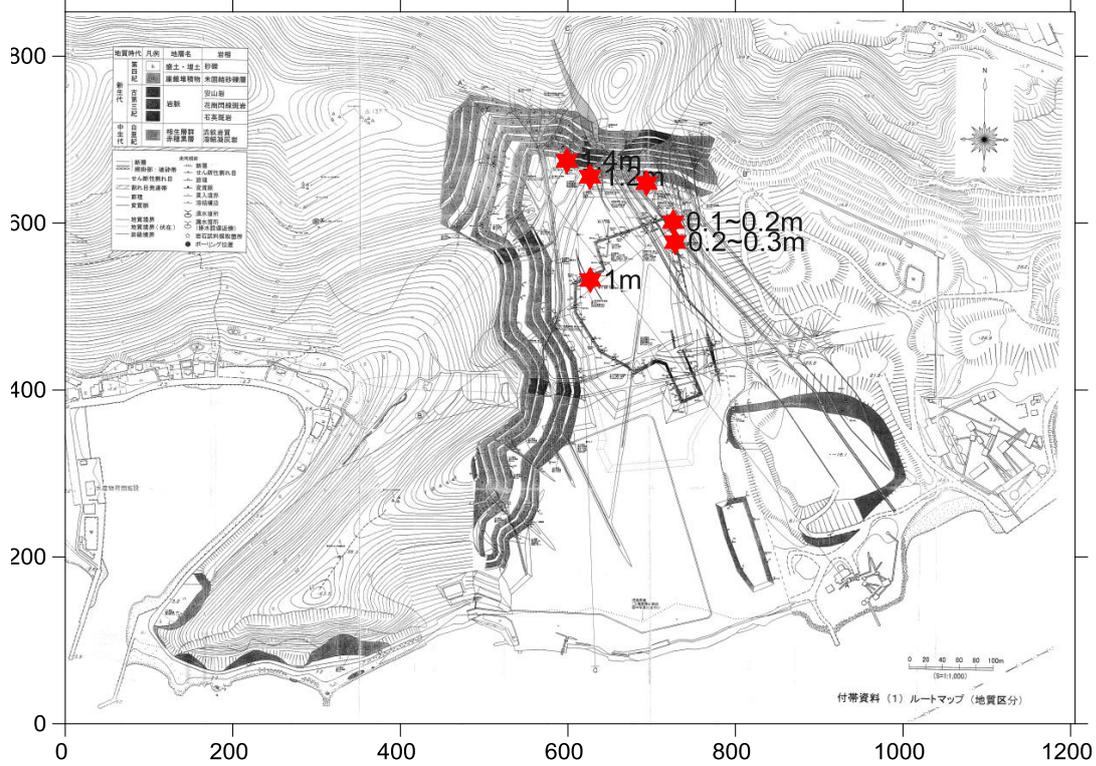


図 1.2 業者側の確認した熱水変質の箇所

業者側の湧水の確認箇所 ▲:湧水の箇所

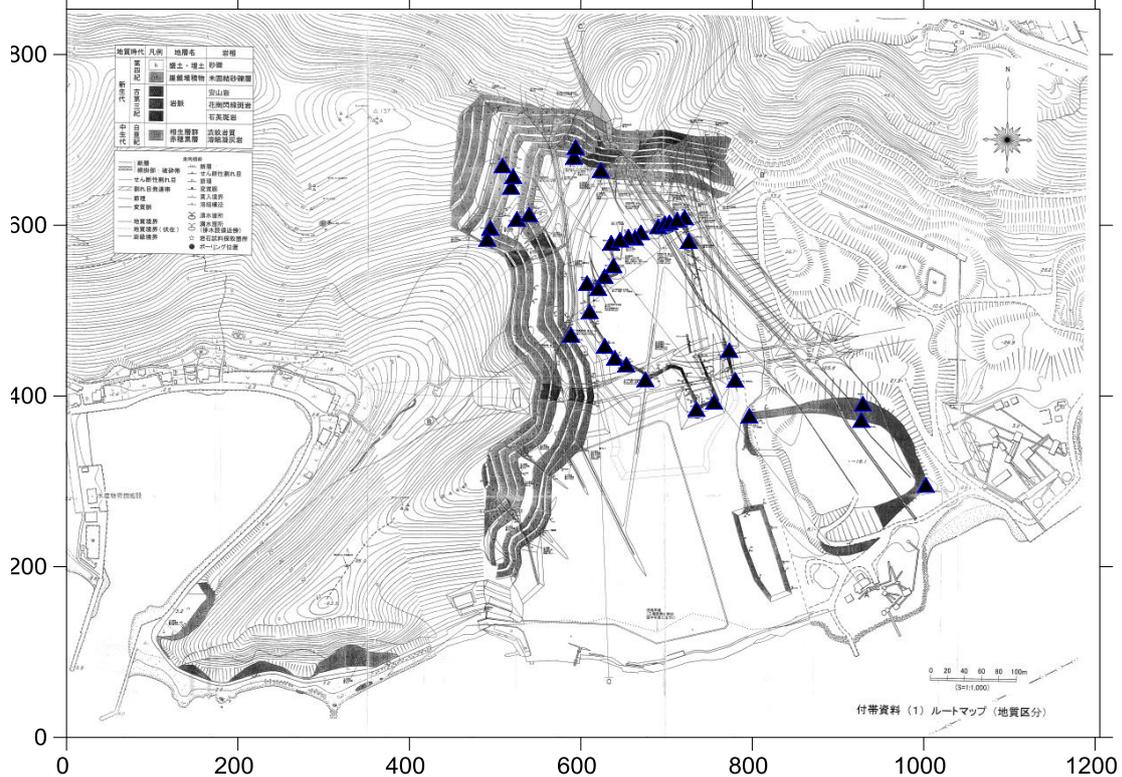


図 1.3 業者側の確認した湧水箇所

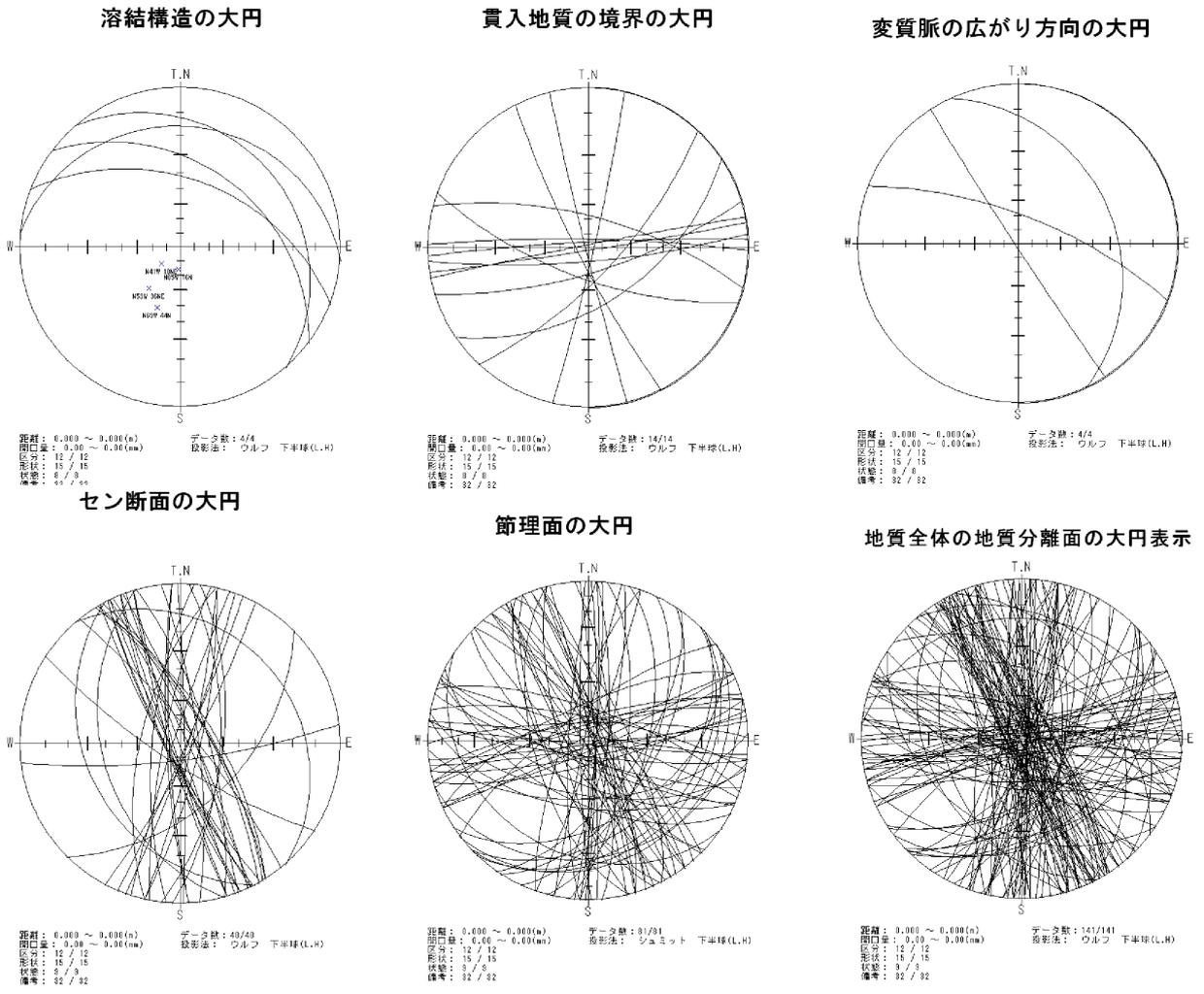


図 地質分離面大円

図 1.4 業者側の測定した地質分離面の大円表示 (国土研が作成)

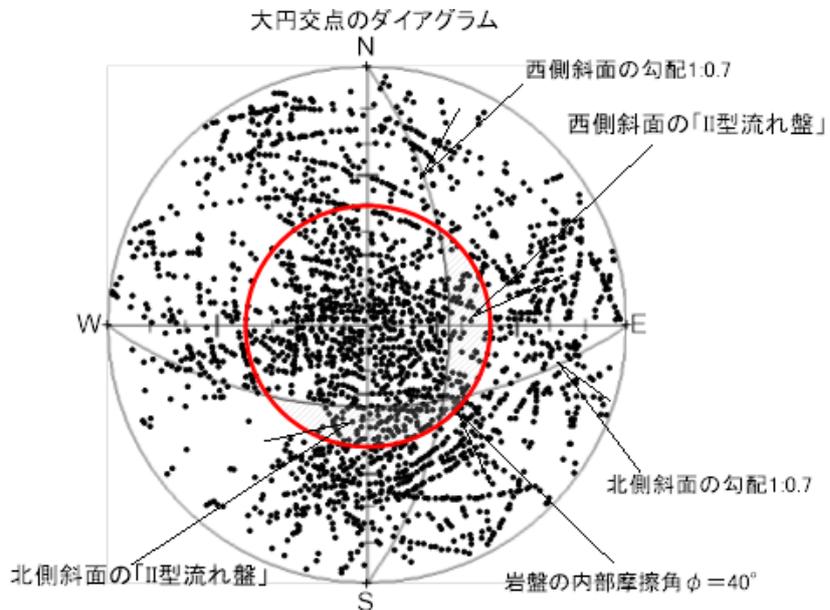


図 1.5 業者側の測定した地質分離面の大円交点表示による「II型流れ盤」 (国土研が作成)

2. 場内の地質踏査で分かった事実

これまで採石場内の踏査については、事業計画者からの調査許可が下りなかった為に場外で確認された地質・地質構造の広がり不確かであった。

今回の調査で次の点が明らかになった。

- ①.北側尾根の斜面で確認された破碎帯を伴う断層が場内でも確認され、場内外に広がりを持って分布する事が分かった。Ph2.1,2.2
- ②.最下段北斜面の湧水の箇所に温泉地の湧出口で見られる「バイオマット」の繁殖が確認された。この確認箇所の湧水は、周辺の河川水の電気伝導度よりもかなり高い点も明らかになった。
.....Ph2.4
- ③.最下段西側の斜面には、畳を立てたように断層の大規模な擦痕が明瞭に確認された。
.....Ph2.3
- ④.南側最下段の溜まり水の水質の中に海水の基本的な構成イオンである「Na+」と「CL-」が異常な濃度で確認された。
- ⑤.場内湧水の電気伝導度が、周辺の河川水の値と比較して非常に高い事が分かった。



Ph2.1 北東斜面最下段の断層

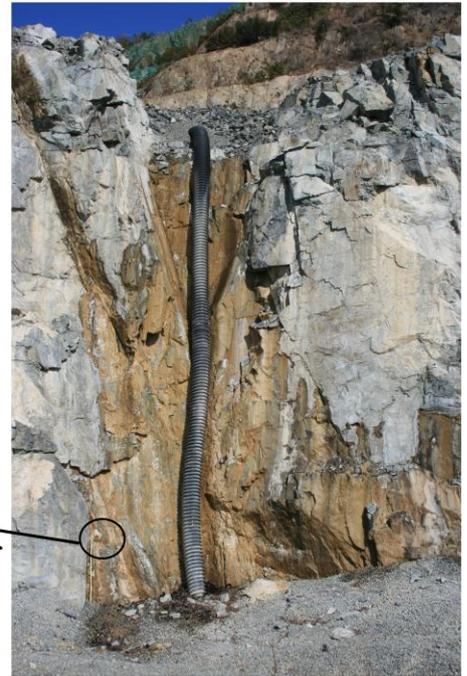


Ph2.2 北斜面中段の断層



Ph2.3 西側斜面最下段の断層の擦痕

湧水付近に生殖したバイオマット



Ph2.4 北側斜面最下段の湧水箇所に見られるバイオマット

この中で Ph2.3 の大規模な「断層擦痕」は業者側の調査報告ではなかったものであり、Ph2.4 の「バイオマット」の存在も同様である。

3.断層の存在と広がり

当初公開していた資料の中では断層の存在を「ごく限られた分布を示す」と限定的に記述しているが、地形に見られるケルンコル（尾根の括れ、急激な高低差など脆弱な地質の存在により差別侵食された鞍部地形（俗称では“盗人みち”））が随所に存在し、ルートマップの特徴と場内踏査の結果から、断層そのものである事が明らかになった。

公開資料4-10は、採掘跡の岩盤の岩級区分を示しており、碎石に使用されたと考えられる岩盤は「CH級」であり、その中に帯状に碎石場全体に分布する「CM～CL～D級」の岩盤が分布して記載されている。この帯状の岩盤はCH級に比較して相対的に亀裂頻度が高く、中にはCL～D級のように土砂状の岩盤まで含まれている。

断層には「破碎帯を伴う断層」と「破碎帯を伴わない断層」があるが、当該地に分布する前者のものが優勢で、その岩相は場内外の確認から「砂礫状～粘土混じり砂礫状～粘土状」である。

北側の上段から最下段の斜面に分布する断層は、湧水を伴っている事から「水みち」にもなっている。採石場敷地の境界付近で国土研が確認した写真 Ph3.1 と 3.2 に断層の岩相を示す。岩級区分では土砂状のD級の断層であり、ルートマップの公開資料においても同様な評価がされているが、断層との記載が無く調査報告書自体が「断層の存在を隠した恣意的な内容」と指摘されても仕方がない。



Ph3.1 北側斜面に見られる断層破碎帯



Ph3.2 北側斜面に見られる断層破碎帯を構成する粘土化帯

Ph3.3 は西側斜面の尾根付近に見られる西側傾斜の断層で幅は 1m 以内であり、公開資料 (図 4-9) では CL 級の岩盤区分がされている。



Ph3.3 西側斜面に見られる断層破碎帯

Ph3.4 は南西側斜面で見られる高角傾斜の断層であり、反対側が谷部にあたり、公開資料 (図 4-9) では CL 級の岩盤区分がされている。



Ph3.4 南西側斜面に見られる断層

この岩級の低い帯状の岩盤の分布は北側尾根から谷筋に延びており、公開資料で示されている岩級の低い岩盤の分布は、明らかに断層そのものと判断される。

断層の形成は、溶結凝灰岩の堆積後あるいは内外の花崗岩の貫入後のいずれかと推察され、敷地内の貫入岩の分布を切っており、その脈岩のズレはルートマップ資料から約 40mと判断される。

過去に何回となく動いた履歴があった事を示しており、CH～CM 岩盤の節理面の開口やセン断面の存在の営力になっていたものであり、この断層運動は場内だけに収まるような狭い運動ではなく場外へも波及した運動ととらえる事が自然である。

断層が処分場予定地内外の広範囲に分布しており、CH級の岩盤と比較してCL～D級の断層の工学的性・特に変形性が大きく、産廃を埋め立てた場合に不同沈下が予想され、結果的には不同沈下により遮水シートの破損が懸念される。

断層破碎帯が「水みち」になっていると同時にCH～CM 岩盤の節理面やセン断面も開口している事から汚染水が場外へ漏出する可能性は非常に高いものと推察される。

4.地質の地質分離面の特徴

各地質の初生構造として持っている節理面、溶結構造、断層運動によって形成されたセン断面、断層破碎面、貫入地質の貫入方向そして熱水変質の広がりなどの面など何れも地質の弱線・弱面すなわち地質分離面を構成する。

地質分離面は地下水の通路にもなり、熱水の通路にもなると同時に粘土、変質粘土の生成する環境にもなる。

今回、公開された付帯資料の中でルートマップに記載された地質分離面のデータを読み取り、以下のようにまとめたものである。

地質分離面をステレオネットの大円で表示した一覧を図に示す。大円の見方は以下の通りである。

- ①.大円の走向は、円弧と基準円の交点を結んだ線・弦であり、分離面が垂直の場合は直線になり円弧は無い。
- ②.大円の傾斜方向は、弦に垂直な方向すなわち円弧の方向である。円弧が基準円に近い程、傾斜が緩くなり、水平の場合は基準円と同じになる。
- ③.円弧が基準円の中心に近い程、急になり垂直の場合は線になる。

各地質分離面の特徴を以下に示す。

- ①.採石場内で最も面積的、体積的にも占める溶結凝灰岩 (Rt) の溶結構造は北東側傾斜になっており、40～15 度位の傾斜角を有している。
- ②.溶結凝灰岩に貫入した花崗閃緑斑岩(Gdp)、石英斑岩(Qp)の溶結凝灰岩との境界の走向は、概ね東西方向であり現在の平面的分布に整合している。これに直交する南北方向も見られる。傾斜方向は、垂直に近いものが優勢であるが、ハ型の傾斜のものも見られ、貫入岩体の中心部と縁辺部の反映と考えられる。
- ③.熱水系の変質脈の平面的・深度的な広がりの方は、北西～南西方向が主であり、傾斜は垂直あるいは北東傾斜を示している。

この事は、熱水系の移動が下から垂直に上昇あるいは北東側から上昇して来た事を示している。

- ④.断層運動又は貫入地質の影響によって、周辺の岩体あるいは貫入地質本体に発生したと考えられるセン断面の走向は、「北北西～南南東」と「北北東～南南西」が優勢であり、所謂、共役関係のセン断面である。傾斜は、70～80 度の高角度である。

又、これを切る南西側傾斜、南東側傾斜の緩い面も分布する。

- ⑤.初生構造で各地質に初生構造として見られる節理面は、「北西～南東」と「東北東～西南西」が優勢で傾斜は 70～90 度と急で北東～南西側に見られる。

これらの構造を高角で切り、南東側や南西側傾斜のものもかなり多く、北側斜面に対して「流れ目」になっている。

- ⑥.全体をまとめた大円は、高角の X 構造の共役面とこれを高角で切る面そして X 構造を鋭角で切る面に分類される。

地質分離面全体の大円を図 4.1 に示す。

地質全体の地質分離面の大円表示

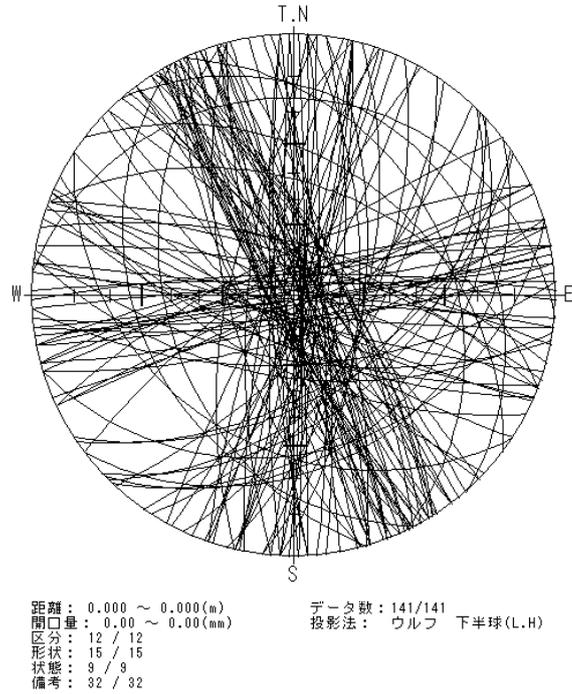


図 4.1 全体の地質分離面の大円

全体の大円から大円の交点を求め、ダイアグラムとした。

大円交点のダイアグラム

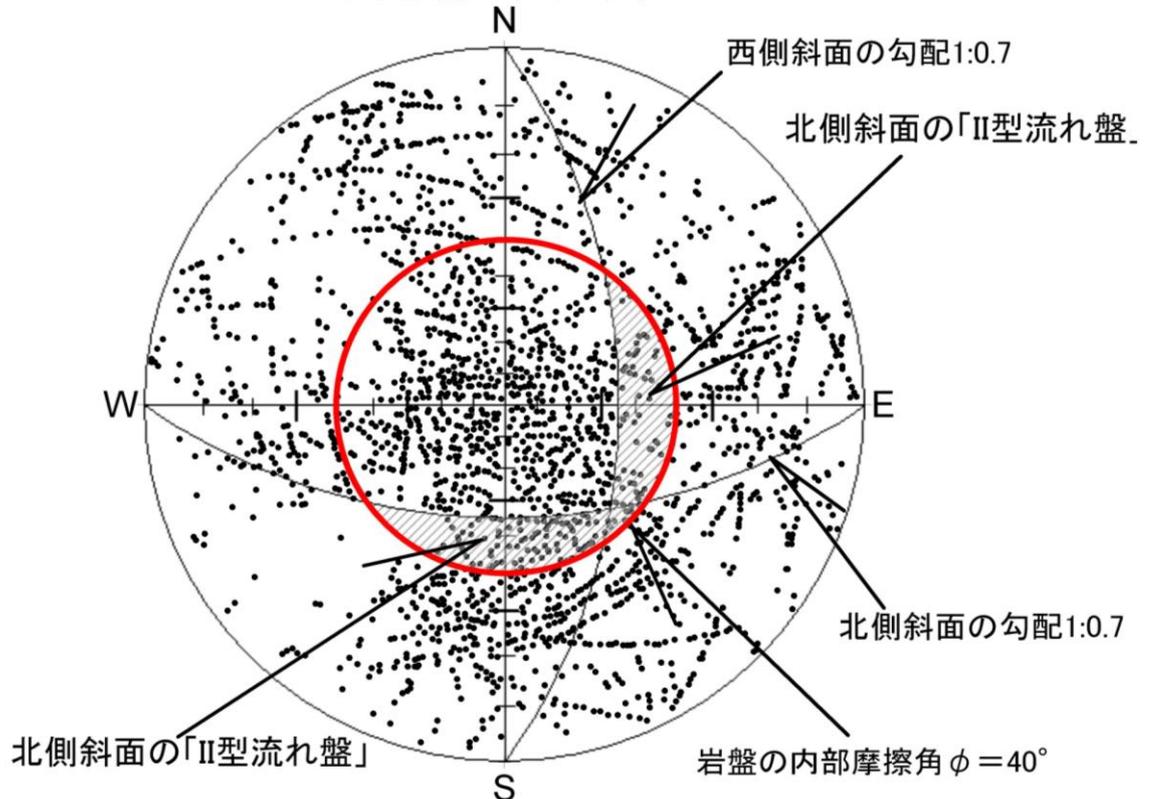


図 4.2 全体の地質分離面の大円の交点ダイアグラム

大円の交点は、各面の走向と傾斜に規制されたクサビブロックが滑る方向を示すものであり、その安定性の目安は岩盤の持つ内部摩擦角と斜面の傾斜角そして地質分離面の傾斜角の比較によりきまる。

ダイアグラムでは、斜面角と内部摩擦角によって囲まれた範囲すなわち「II 型流れ盤」が最も危険な範囲になる。

西側斜面と北側斜面と比較した場合、北側斜面のデータが4象限とりわけ南南東側に集中している。

地質分離面は粘着力 C と内部摩擦角 ϕ によって面の滑り抵抗が維持されており、この中で粘着力が消失した場合に内部摩擦角 ϕ の大きさと斜面の傾斜と地質分離面の傾斜の関係で安定性が左右される。

場内における事業者側の地質踏査の結果と国土研の調査から、地質分離面の開口性が高く、将来的には粘着力の消失する可能性が高い事が分かる。



Ph4.1 北側の岩盤斜面

公開資料の中では CL~D 級の岩盤になっているが、幅 4~5m 位の断層破碎帯そのものである。



Ph4.2 碎石場への道路切割り露頭に見られる楔崩壊箇所

当該地の地質分離面は南西側と南東側傾斜のものが優勢的に内在している上に殆どの面が酸化して開口しやすい状態にある事から、両優勢面が規制となって写真 Ph4.2 に示すような楔崩壊が発生しやすい。

この崩壊が懸念される範囲は、北側斜面と西側斜面のいずれも危険の要因を孕んでいる。

長年の碎石稼行の条件下で、掘削除荷によるリバウンドによって新たな地質分離面の形成そして硬質岩盤の起砕発破による地質分離面の弛緩・開口が予想され、自然の素因に更に人為的な要因の付加によって増々の不安定化の助長要因の形成が進行しているものと予想される。

当該地の岩盤の地質分離面の測定データについて、ステレオ投影の大円表示の図から面と面との交点を求める事によって、面と面に規制された岩盤ブロックが交点方向(円の中心と交点を結んだ方位)に滑る方向が求まり、岩盤の滑る可能性は岩盤面間に働く内部摩擦角 (ϕ) と斜面の傾斜角 (α) と地質分離面の傾斜角 (β) の3要素の比較によって決まる。

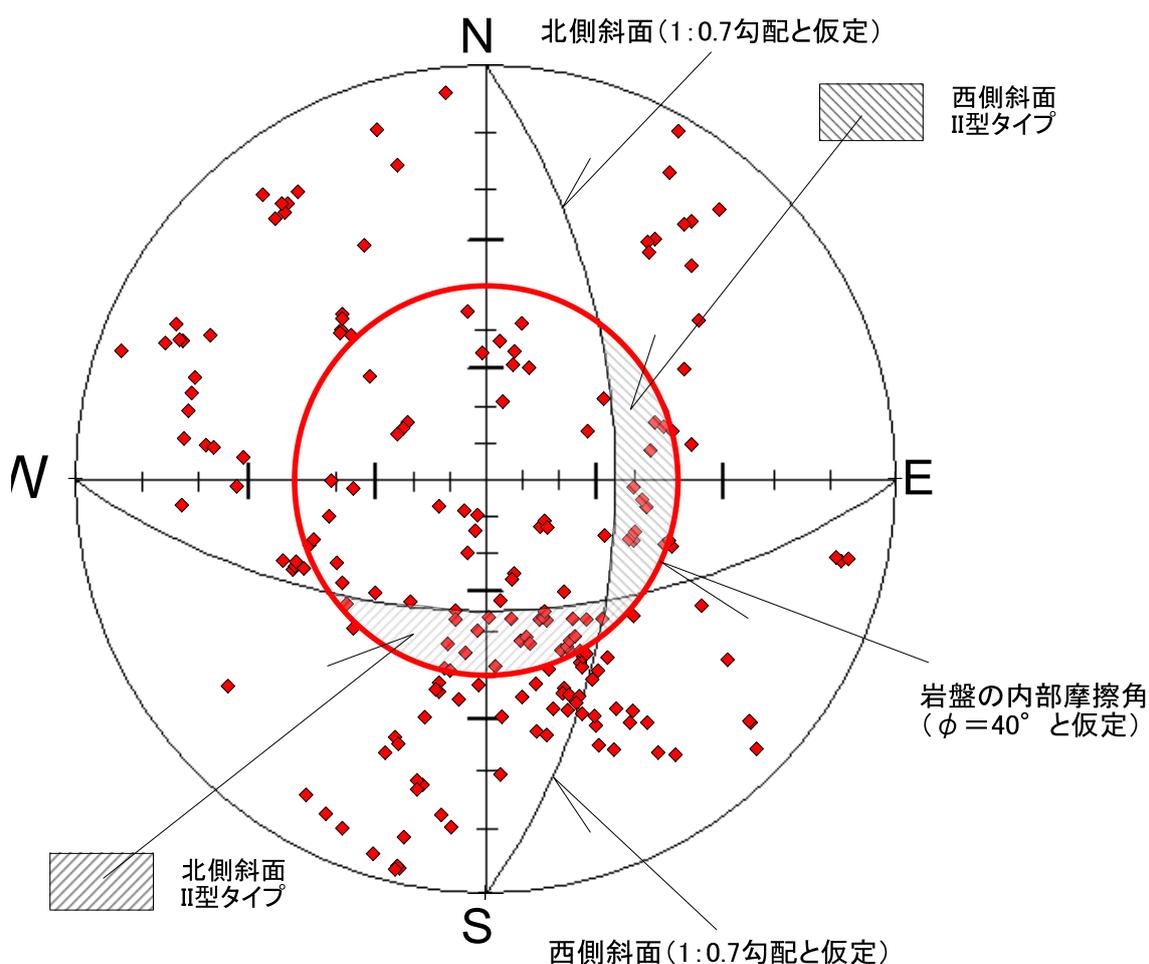


図 4.3 亀裂面の交点と斜面角と岩盤の内部摩擦角との比較

3要素の比較による流れ盤タイプ概念図を図 4.4 に示す。

最も危険なタイプは、「斜面角 $\alpha >$ 地質分離面角 $\beta >$ 岩盤の内部摩擦角 ϕ 」の関係にある「II型流れ盤タイプ」であり、埋め立て側に抑える岩塊が存在しない条件の斜面である。

図 6.1 に示すように北側斜面においては、西側斜面以上にこのタイプの存在する条件があり、写真 Ph6.2 に示すような大規模なブロック崩壊が懸念される。

事業計画では、現況の切土急斜面に対する安定化の対策工が示されておらず、崩壊が発生した場合に遮水工や浸出水集排水施設・集水ピットなどの機能が破壊され、浸出水処理設備まで浸出水の導きが困難となり、汚染水が地下浸透・海域まで漏出する可能性が非常に高いことが予想される。

4.1.地質分離面の評価方法

岩盤の強度(内部摩擦角、粘着力)、地質分離面(節理面、せん断面、層理面)、斜面角の関係から斜面の安定性を評価する方法は、地質分離面を素因とした実際の崩壊斜面の前記の条件の比較検討から帰納的に取り纏めて導き出されたものである。(文献 3-1、3-2)

図 6.2.の模式図に示すように、同一斜面において地質分離面のすべり抵抗力和すべり力の比較から斜面の安定性を評価するものであり、この解析の前提として、地質分離面の持つ強度すなわち粘着力(C)と内部摩擦角(ϕ)のうち、粘着力が各種要因によって消失した場合を考えるものである。又、地震時以外の常時の条件において比較する方法であるが、地震時の場合は地震の規模に応じて水平方向の慣性力が働く事から、定性的には、低角の流れ盤であっても、流れ盤である事が不安定要因になっ

て崩壊する事も考えられる。

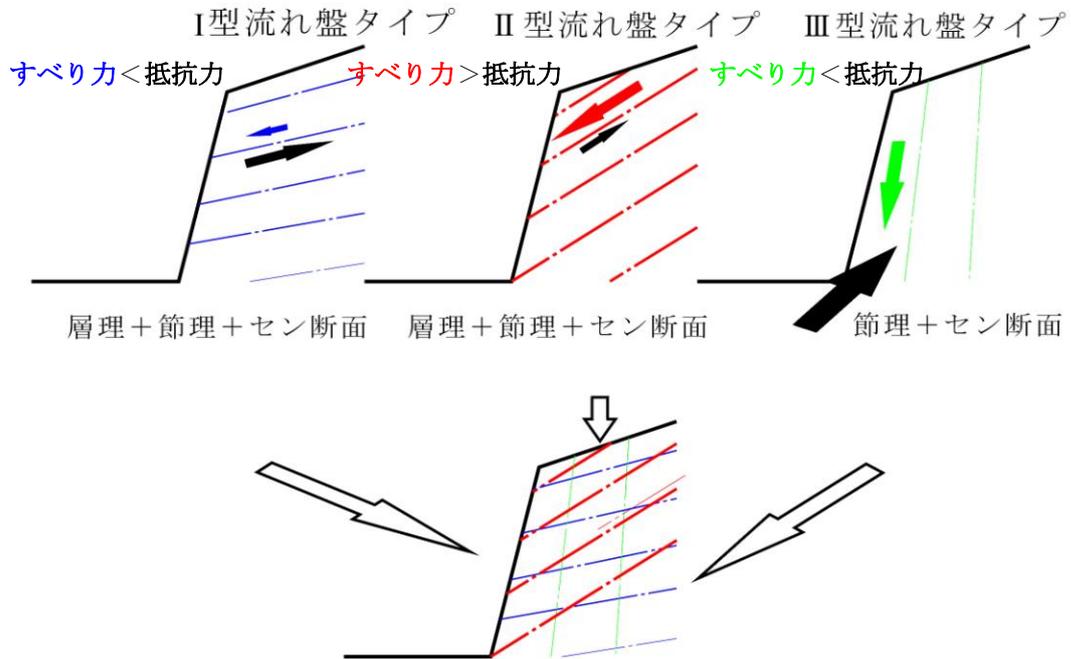


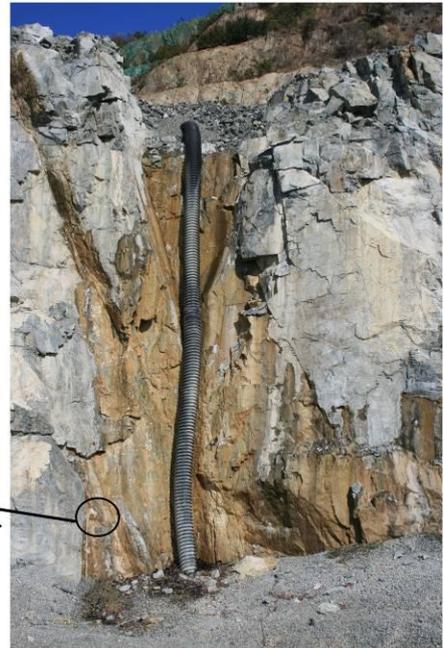
図 4.4. 地質分離面の条件と各類型パターン

岩盤の地質分離面（岩目）の内部摩擦角(ϕ)は、図 6.3 の模式図に示すように岩盤が新鮮な程「ギザギザ岩目」に対応して大きな角度を示し、風化の進行につれてギザギザ部分の強度が消失し、「ツルツル岩目」になって角度が小さい値になる。同時に粘着力も減少する。

5 バイオマットの存在と背景

採石場内 最下段の北側斜面で確認されたバイオマットの写真を示す。
マットは、淡茶色を呈し含水状態が高く、ヌルヌル感があり綿状である。

湧水付近に生殖したバイオマット



pH5.1 採石場内 最下段の北側斜面で確認されたバイオマット



Ph5.2 バイオマットの接写

バイオマットは微生物がつくる皮膜で、基物を覆っており、温泉地または鉱山の廃水付近で見られる。

高温の温泉環境では、生息できる微生物が少なく、硫黄芝やクロロフレクサス、シアノバクテリア

からなるバイオマットが観察されている。

鉱山の排水、廃坑の湧水などにおいても水質の条件に応じてバイオマットが確認されている。

当該地において確認されたバイオマットは、断層破碎帯周辺の湧水付近、CH～CM 級クラスの岩盤の割れ目、開口節理面から染み出す付近に分布している。

形成された場所は、破碎部あるいは非破碎部の何れの場所でもあり、その生成条件は水質によって左右されている事が考えられる。

湧水の経路については、次の三通りが考えられる。

表 5.1 バイオマット生成の湧水の経路



湧水の箇所は、図に示すように斜面の中段 (EL=50~60m) ~最下段 (EL=-10m) の範囲で分布し、バイオマットの確認は業者側の詳細な報告書が開示されて無い為に明らかではないが、国土研が3時間位の短時間で踏査可能な範囲内においては、最下段の北側斜面にて確認したものである。

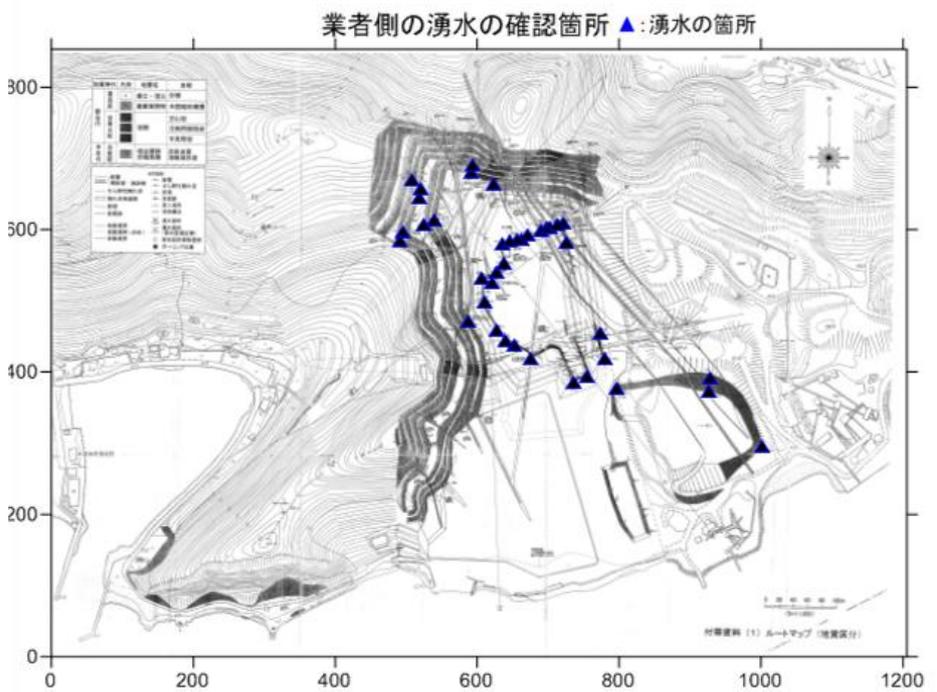


図 5.1.湧水地点

確認箇所付近には、業者側が確認した熱水変質帯の存在する箇所でもあり、水質の電気伝導率も EC= (mS/m)の高い値を示し、前記の3通りの経路の中では②の経路が最も条件が揃っている。

湧水の水質については検査の有無すら分からず、熱水変質粘土は一般的に有毒な重金属などが含まれている事が多く、今後、処分場の計画にある遮水シートの耐候性にも影響する事は明らかである。

6.水質の特徴と地質構造

採石場内外における水質の電気伝導度 EC を図 6.1、表 6.1,6.2 に示す。

赤穂市福浦地区砕石場内外の水質の電気伝導度EC(mS/m)

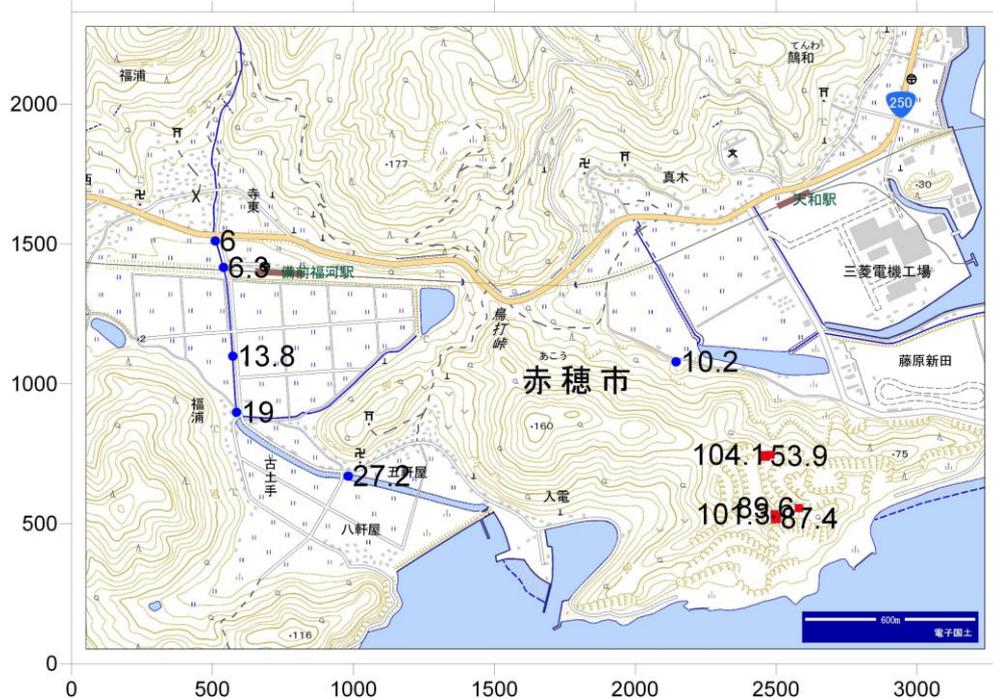


図 6.1 国土研が測定した採石場内外の水質の電気伝導率（2014年3月8日測定）

表 6.1 場内の湧水・集水の電気伝導度

検査場所	電気伝導度 EC(mS/m)	湧水部の特徴
最下段北面湧水パイプ横	104.1	
最下段北面湧水	53.9	バイオマット発生
最下段南側溜まり池	101.3	
最下段南側溜まり池パイプからの水	87.4	
南東側仮調整池	89.6	

砕石場の西側の南北に流路を取る船隠川～鳴瀬川の河川水の電気伝導度を表に示す。

表 6.2 船隠川～鳴瀬川の水、井戸水の電気伝導度

検査場所	電気伝導度 EC(mS/m)
船隠川福浦橋下流	6.0
船隠川 J R 線上流	6.3
船隠川寛永橋上流	13.8
鳴瀬川合流点から下流 400m	27.2
採石場外北側の井戸水	10.2

表 6.1 に示す場内の電気伝導度は $EC=53.9\sim 101.3(mS/m)$ の範囲、表 6.2 に示す場外の河川水、井戸水の電気伝導度は $EC=6.0\sim 27.2(mS/m)$ の範囲を示し、相対的に採石場内の水質がかなり高く清水状態の存在を示すが導電性の高い成分が溶けている事が分かる。

河川水は海岸線に近い程 EC が高く、満潮の影響で河川水が溯上した結果と判断される。

採石場内の湧水、溜まり水の EC 値は、河川水の EC 値の特徴とは異なり、海岸線からの離間に関係なく高い値を示している。

この特徴から、採石場内に特有の地下水を涵養する地質構造の存在を示唆している。

切土斜面の植生への施肥がされたどうかは不確かではあるが、あった場合、碎石場外の北側斜面尻にも地表水に溶出しその影響が考えられるが、分布する井戸の EC 値 $10.2 (mS/m)$ と低い事から施肥の要因は考えにくい。

前述した特殊な地質構造として、採石場内外を縦横に走行する断層そのものと考えられ、その断層を介して深部からの涵養と海岸側からの涵養による結果が EC 値に反映しているものと判断される。

7.場内断層と海域・地下深部との繋がり

採石場内の地下水・溜まり水と海域の海水との繋がりを検討する為に、場内の南側のため池の水質について、Na イオンと CL⁻イオンの分析そして電気伝導率の測定を実施した。結果を表 7.1 に示す。計量値を重量と当量で表し、それぞれの比は Na/CL の重量比=0.87 そして Na/CL の当量比=1.34 で表される。

計量値の各関係は以下の大小を示す。

重 量：海水>赤穂温泉>計量値>河川

当 量：海水>赤穂温泉>計量値>河川

重量比：海水>赤穂温泉>計量値>河川

当量比：計量値>河川水>海水

計量値はいずれも河川水よりは高く、電気伝導率は採石場西側の船隠川～鳴瀬川で測定した値（6～27）よりもかなり高く、海水の浸透あるいは地下深部からの浸透が考えられる。

事業者側の踏査資料において採石場内外に広がりのある断層が存在し、国土研の踏査によっても断層破碎帯の確認がされている事から、断層破碎帯を浸出経路とする海水・地下深部の温泉水の入り込みによる水質特性と判断できる。

表 7.1 採石場内溜まり水の水質分析結果

		塩化物イオン CL ⁻		ナトリウムイオン Na ⁺		電気伝導率 (mS/m)	備考	
		重量 (mg/l)	当量 (me/l)	重量 (mg/l)	当量 (me/l)			
調 査	計量値	70	1.974	61	2.652	100	1/25 採取検体	
	重量比	Na/CL=0.87				-	-	
	当量比	Na/CL=1.34				-	-	
一 般 値	海 水	値	18980	548	10560	470	4800～5300 (20～25℃時)	水質調査法 ：中谷高久 著、 P184 より
		重量比	Na/CL=0.85					
		当量比	Na/CL=0.55					
	河 川 水	値	8.5	0.24	6.6	0.29	6～13～19～27 (上流→河口) (当該地の船隠 川～鳴瀬川)	同上
		重量比	Na/CL=0.78					
		当量比	Na/CL=0.87					
赤 穂 温 泉	温 泉 水	値	10300	290.46	1880	81.7	-	赤穂温泉 (赤穂市御崎)
		重量比	0.182					
		当量比	0.281					

8.熱水変質の存在

業者側が調査した資料のルートマップの中で、砕石場内において図に示すように熱水変質の存在を処分場の北側で6か所確認されている事が明らかになった。

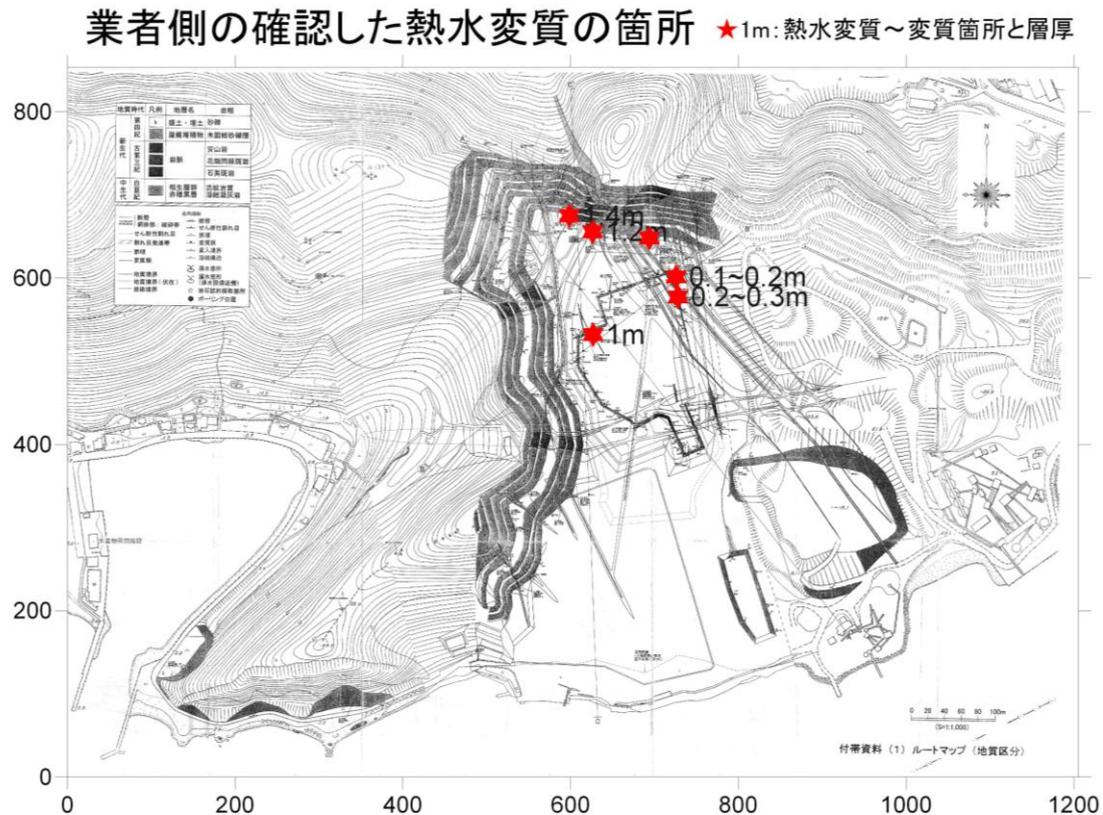


図 8.1 熱水変質の確認箇所

事業者側の資料によって熱水変質の存在が明らかになったが、その判断の根拠資料と報告については何ら明らかにされていない。

最終処分場の計画地には「熱水変質の存在する場所は不適」である点は、産廃の指針の中でも不適格条件とされている筈なのにこの事実を無視するかのようにならんと計画がされ、その問題も指摘されることなく行政側が指導要領に沿って指導されている事は非常に問題である。

一般的には、熱水変質は文献資料（地学辞典：地団研地学辞典編集委員会編集）によれば、以下のように説明されている。

「熱水変質とは、後マグマ期の熱水液による母岩の変質。熱水液は多くの場合鉱床の構成物質のほか種々の塩類を含む溶液で、マグマから分離した最初は酸性であるが、母岩との交代作用が進むにつれてアルカリ性になる。しかし、地表に近いところでは遊離酸を多く含み強酸性を示すこともある。

生成する鉱物により次のような作用がある。緑泥石化作用、プロピライト化作用、絹雲母化作用、珪化作用、炭酸塩化作用、パイロフィライト化作用、粘土化作用、硫酸塩化作用、曹長石化作用、氷長石化作用、沸石化作用など。→変質作用」

このように熱水変質は環境的に過酷な地盤・地下水環境を形成し、地形の人口改変によって斜面の不安定化、地下水の現出による工作物への影響が懸念される。

熱水変質によって生成される粘土の一般的な特徴、現地の採石場内外に分布する断層破碎帯の粘土について分析した結果を紹介する。

8.1 熱水変質粘土に関する一般論

(1) 熱水変質粘土とは何か

ア 「粘土」は、粒子の大きさの面からは $2\mu\text{m}$ 以下の土粒子をさし、物性の点からは可塑性があり、加熱・乾燥すると固結する性状を示す。

岩石や堆積物が溶液と反応して、それらを形成する鉱物組成を変化させる事を「変質作用」といい、その要素として、温度、溶液の性質（溶存成分、pH等）、反応に関する溶液の量（溶液／岩石量比）が挙げられる。

イ 変質作用を及ぼす要因と場所とによって、粘土が出来る過程は、一般的に、以下の三通りが考えられている（文献 1-1）。

① 風化による生成(常温条件と外因的な天水)

② 続成(固結の過程)による生成(埋没深度と増温率以上の温度と地層水)

③ ①と②よりも温度の高い熱水による既成地層の変質と熱水源の溶解物からの生成
まず、①の風化は、地表の常温・常圧の下で大気・地表水・温度・太陽光の作用による機械的風化～化学的風化を意味する。

②の続成変質は、堆積物が岩石化の過程で地下深部に埋没することによって温度・圧力によって生成される。

③の作用は、低温～高温の溶液の熱水と岩石の反応によって生じる変質作用である。

ウ 熱水変質作用は、岩石に比較して熱水溶液の関与が大きく、熱水のpHや溶存成分そして温度によって生成する鉱物組成が規定される。

熱水変質作用のタイプとその累帯(同心円状で幅のある状態)構造の模式図を、次の図 8.1 に示す。

タイプは、次の二通りに分類されている。

a 広域的に広がる熱水変質作用 ・・・ 水／岩の量比が低い条件

b 構造的に規制される熱水変質作用 ・・・ 水／岩の量比が高い条件

bの構造的に規制された熱水変質作用は、平面的には、最も温度が高い熱水系の中心から、外側に向かって温度が低下する低温熱水帯を形成し、同心円状の帯状構造を呈する。

本件処分場予定地の浅熱水系は、変質帯が分岐するような分布をなしている事から、明らかにbの構造的に規制される熱水変質作用であり、即ち、断層系に規制された熱水変質帯である。

エ 次に、熱水変質粘土の発生メカニズムについて、九州八丁原の地熱貯留構造解析モデルを、図 8.2 に示す。

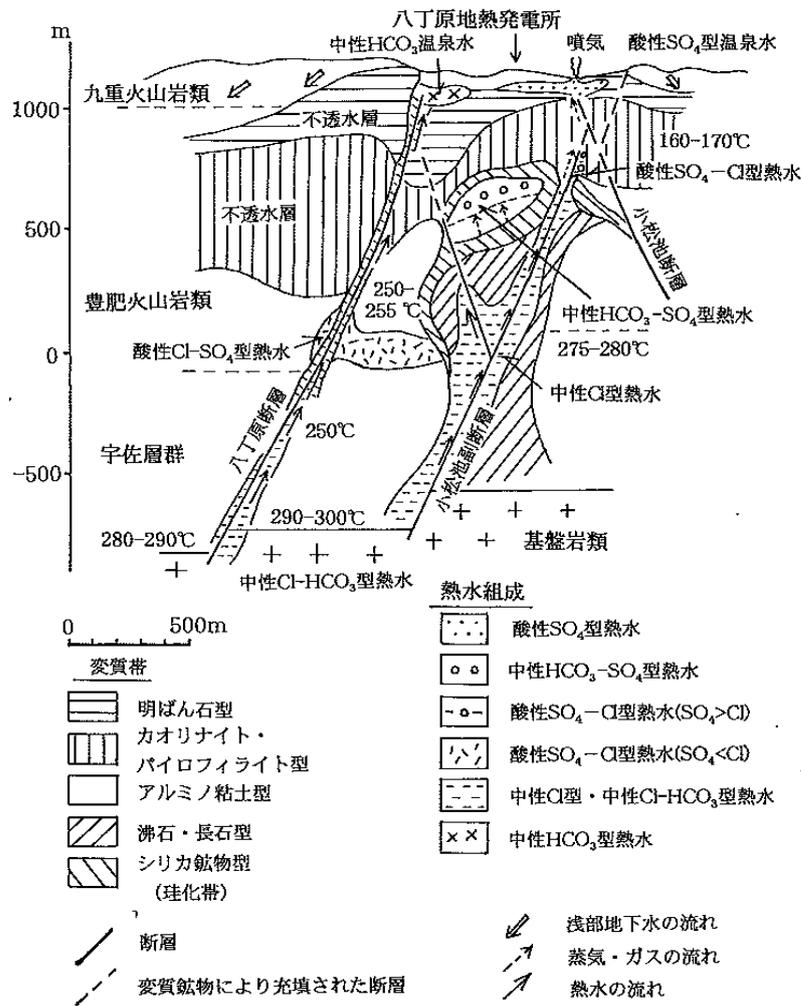


図 8.2. 熱水組成と変質帯の例（九州八丁原地熱地帯）文献 1-1(P231)より

この図を見れば、熱水の上昇過程の中で、断層に規制されながら、温度、溶液成分の変化にともなって、周辺岩盤との反応、熱水液からの沈殿などを経て、熱水組成と変質帯の組み合わせも複雑に変化していることが分かる。

オ 熱水変質の広がり的大小と構成を示す語句を用いて、①熱水変質帯、②熱水変質体、③熱水変質粘土のように区分されている。

①の熱水変質帯は、広域的な地質区分と同様に熱水変質の広がりを表現しており、②の熱水変質体は、それを構成する部位にあたる。

③の熱水変質粘土は、熱水変質体を構成する変質部の指標粘土鉱物を示すものである。

事業者側の報告書が開示されていないが、一般的な熱水変質の特徴から踏査技術者が場内に分布する岩質・粘土について「熱水変質の存在を示す地質事象」と判断したものと予想される。

その熱水変質の事象が縦横に走行する断層のそのものにおいて確認されていることから、熱水変質と断層が有機的な関係にあると考える方が自然であり、採石場内に存在する熱水変質の事象は「断層系に規制された熱水変質帯」と判断する方が合理的である。

8.2. X線分析から分かった熱水変質粘土の特徴

試験に供した試料は採石場北壁 2 段に分布する「溶結凝灰岩」中の断層破碎帯の分布する場所に

において採取したものである。

試料は淡青灰色を呈しスコップで容易に剥ぎ取れる位の軟質な試料である。

組成鉱物を求める為に「X線回折分析」そして構成元素を求める事を目的として「X線蛍光分析」を実施したものである。検出された結果を以下に示す。

8.2.1.X 線回折分析結果

分析の結果、以下の鉱物が検出された。

表.8.1 X線回折分析結果

試料 No	試料 20140307 RtFault
試料採取日	2014 年
試料採取場所	碎石場北壁 2 段 断層破碎粘土
色調	淡青灰色
含水状態	大
主なる検出鉱物	緑泥石
	石英
	長石
	α -石英

検出された 4 鉱物の中で緑泥鉱物は粘土鉱物であり、 α 石英は SiO_2 成分（ガラス成分）の多い鉱物である。

検出された鉱物の中でモンモリロナイト確認されていないが、この鉱物は流紋岩・流紋岩質凝灰岩が熱水変質作用・続成作用・海底風化作用・陸上風化作用を受けて生成される粘土鉱物であり、吸水して著しい膨潤性を示す事が特徴的であり、地すべり地帯の滑り面の役割も果たす、問題を引き起こすことの多い粘土鉱物でもある。岩盤の割れ目に熱水系によって析出されるもので、詳細な現場露頭やボーリング調査において存在を確認できる事も十分予想される。

緑泥石は、火成岩を構成する有色鉱物などの熱水変質鉱物として挙げられる。

表 8.2 の熱水変質帯の分類では、低～高温側の II～IV 帯に対比される。

表 8.2 熱水変質帯の分帯 (Izawa1990、茨城・鈴木 1990 文献より表にまとめる)

分 帯	I 帯	II 帯	III 帯	IV 帯
熱水系温度範囲	<100°C	100~150°C	150~220°C	220°C以上
指標鉱物	スメクタイト (=モンモリロナイト) カオリン系鉱物	スメクタイト	混合層鉱物	緑泥石 イライト
初生残存鉱物	クリストバル石 トリディマイト	石英		

8.2.2.X 線蛍光分析結果

分析結果を表 8.3 に示す。

表 8.3. X 線蛍光分析結果

試料 No		試料 20140307 Rt Fault
採取年月日		2014 年 3 月 7 日
採取場所		砕石場北壁下から 2 段
色調		淡黄褐色
含水状態		大
土質・地質		粘性土
成分名		重量比率(%)
SiO ₂	珪素	72.966
Al ₂ O ₃	アルミニウム	15.4715
K ₂ O	カリウム	3.8991
Na ₂ O	ナトリウム	2.8747
Fe ₂ O ₃	鉄	2.1762
CaO	カルシウム	1.7526
MgO	マグネシウム	0.5642
TiO ₂	チタン	0.1950
MnO	マンガン	0.0598
SrO	ストロンチウム	0.0149
ZrO ₂	ジルコニウム	0.0145
Rb ₂ O	ルビジウム	0.0132

分析結果の中ではケイ酸とアルミナが他の元素と比較して多いのが特徴的であり、この特徴は、熱水系の環境下にあった事も示唆している。

X 回折分析による「緑泥石」等の熱水鉱物の検出、そして X 線蛍光分析による「ケイ酸とアルミナ量の量比関係」の把握は、次の点において極めて重要である。

- ①. 当該地の岩盤が熱水変質体を賦存する地盤である事が明らかになった。
- ②. 熱水変質体に含まれる粘土鉱物は、採石場で調査されたボーリングのコア中の亀裂に存在しているかどうか明らかにされていないが、地表の切土改変部において確認された事から浅い～深い範囲のいずれにおいても予想される。
- ③. 検出された火成岩の変質から析出した緑泥石、大部分が溶結凝灰岩からなる事から共存も予想される特に「モンモリロナイト」の粘土鉱物は、地下水・降水に接した場合、吸水し膨潤する性状を持っており、地すべり地帯における岩盤滑りの素因にもなっている。
- ④. 岩盤の地質分離面（層理面、節理面、セン断面）に挟在されている各種の粘土鉱物の溶出に伴って、各種排水層（法面排水、施設底部排水）の目詰まり発生の原因物質になる可能性がある。

8.2.3.一般的な水変質粘土と当該地の関係

当該地の分析結果について、全国の火山岩、火成岩そして熱水変質鉱物の分析結果を比較するために、ケイ酸(SiO_2)とアルミナ(Al_2O_3)の散布図を図 1.3.1 に示す。

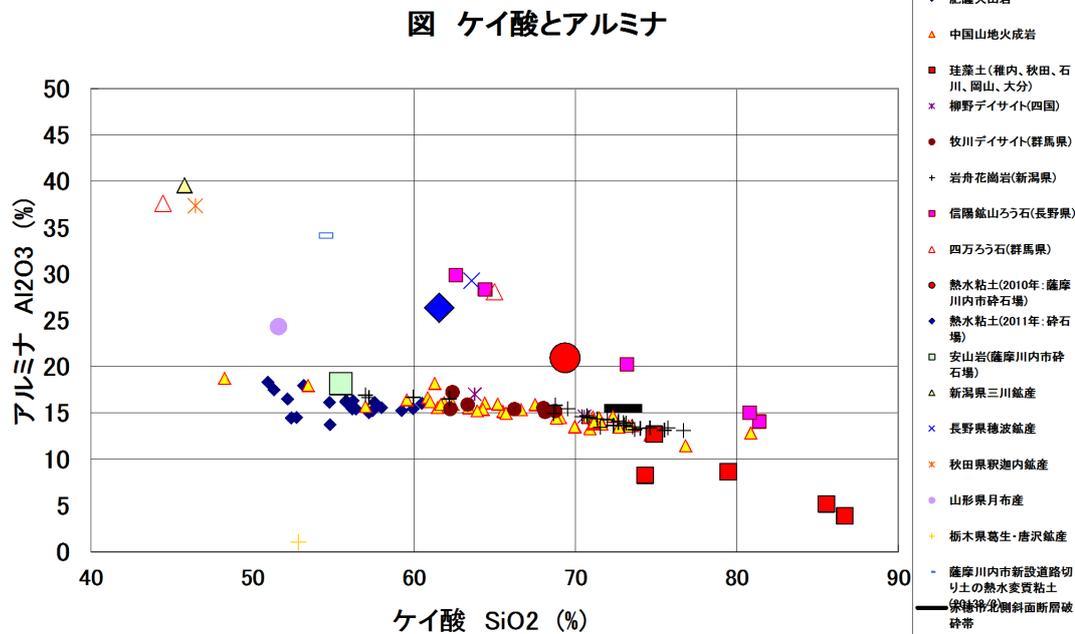


図 8.1 一般的なケイ酸とアルミナの相関図

散布図から以下のような特徴が挙げられる。

- ①. ケイ酸が多くなるにつれアルミナ成分が少なくなり、当該地の熱水変質粘土もこの傾向に調和的である。
- ②. 生成後熱変質の影響が顕著でない火成岩と熱変質が顕著な鉱物では、ケイ酸とアルミナ量の相関傾向が異なり、後者の熱変質を受けた鉱物の方がアルミナ量が多く、ケイ酸量の多寡に応じてアルミナ量の変化率が高い傾向を示す。

砕石場の試料は、明らかに後者の熱変質を受けたグループに属する事が読み取れる。

X 線の分析結果からも、明らかに当該地に分布する変質粘土が断層系を示唆する熱水変質粘土である事は事実と判断される。

この処分場計画は断層系の岩盤に設置される点で、非常に問題が多いと言わざるを得ない。

9.海域の地形と底質

事業計画地の海域の地形を資料データから、コンター図として作成した。

約 4km 沖合までは EL-18~-30m の標高で、4~8km の範囲は EL-30~-36 の標高を示し、全体に緩傾斜をなしている。沖合 2km 付近には、EL-25~-26m の標高で平坦部が見られる。最終処分場から汚染水が漏水した場合、海底地形に沿って流下しこの平坦部に集積する事も考えられる。この平坦部の西側には岡山県の日生漁場があり、潮流の程度によっては汚染水の流入も充分予想される。

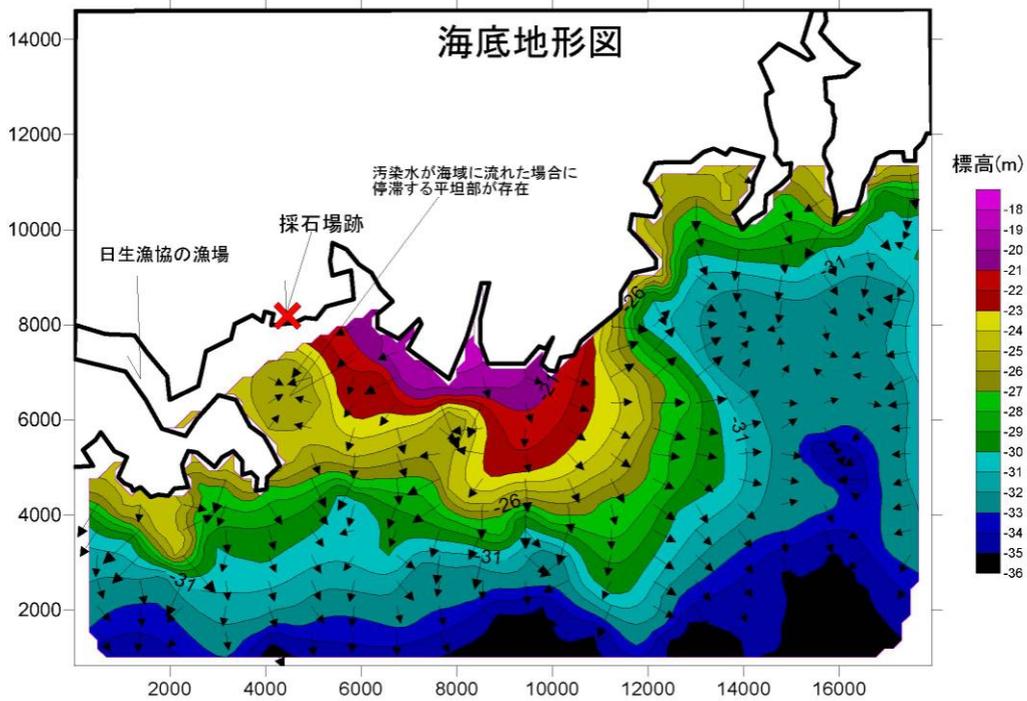


図 9.1 海底地形のコンタ-

事業者が実施した底質の調査場所の位置図を示す。



図 9.2 底質の調査位置

沖合 100m、200m、300m で採取した底質の調査結果を表...に、粒径加積曲線を図に示す。

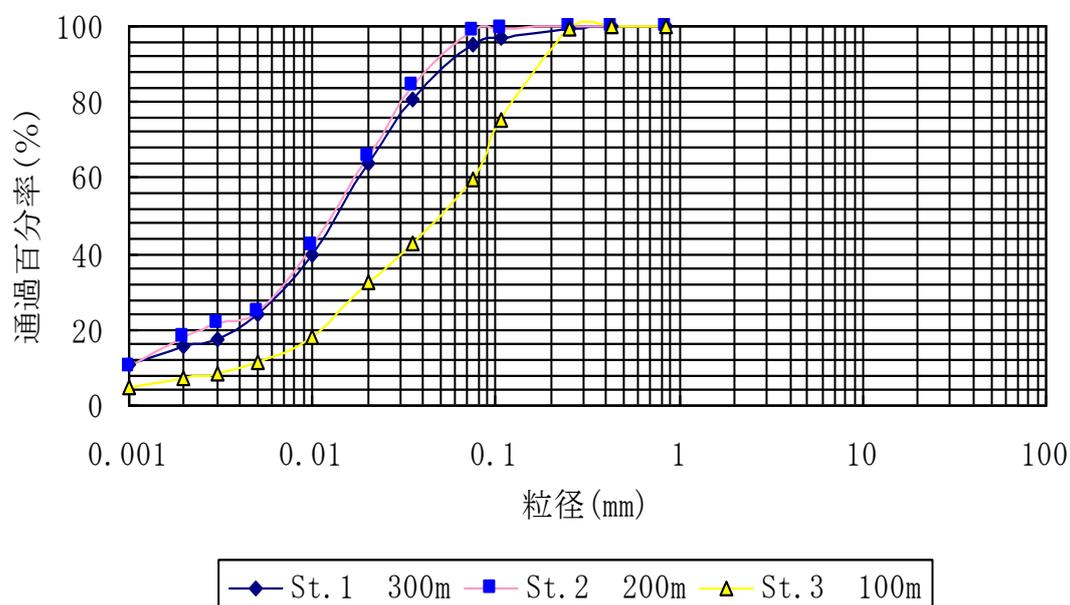


図 9.3 底質の粒径加積曲線

表 9.1 底質の調査結果

項目	単位	調査結果		
		St.1 300m	St.2 200	St.3 100m
含水率	%	45.0	45.2	32.2
pH	—	7.8	7.4	7.8
強熱減量	%	8.4	8.8	5.0
COD(sed)	mg/gDM	16.6	17.0	8.2
硫化物	mg/gDM	0.4	0.4	0.2
全窒素	mg/kgDM	1600	1900	720
全リン	mg/kgDM	510	520	720
礫分	%	0.0	0.0	0.0
砂分	%	5.0	1.4	40.3
シルト分	%	71.2	73.8	48.5
粘土分	%	23.8	24.8	11.2

底質の粘性土分は 59.7~98.6(%)の範囲にあつて、3 試料とも粘性土分が主体である。

200m~300m の底質は 95.0~98.6(%)で粒度組成に差が無く、相対的には 100m の底質がやや粗粒分が多い傾向にある。粘性土分が多い事は、有機物などの汚染物質が蓄積され安い事を示し、又、海底直上の潮流の流速が低い事を意味し、汚染水が発生した場合に取り込みやすい事を示唆している。

有機物の多い事を示す高い COD は、図に示すように粘性土分の多寡に比例している。

汚染水の漏水によって底質環境が変わった場合、生態系への影響は十分考えられる。

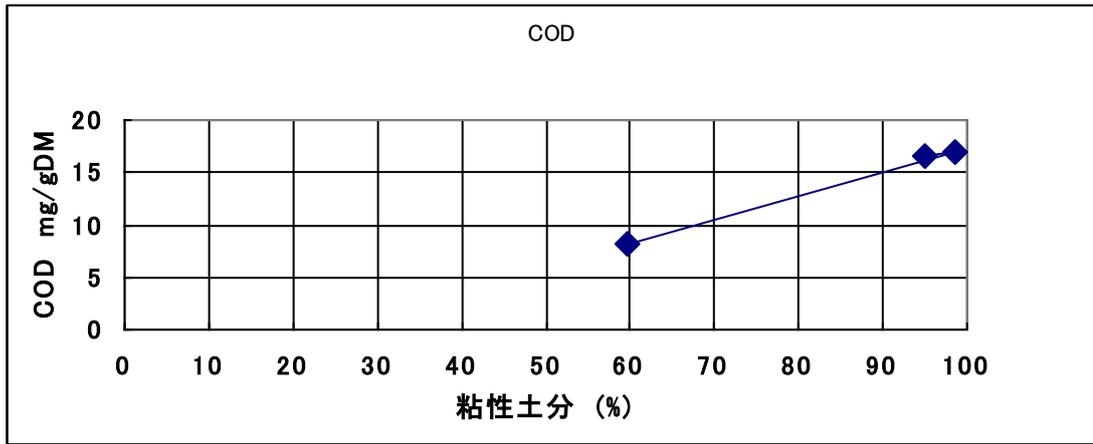


図 9.4 底質の粘性土分と COD

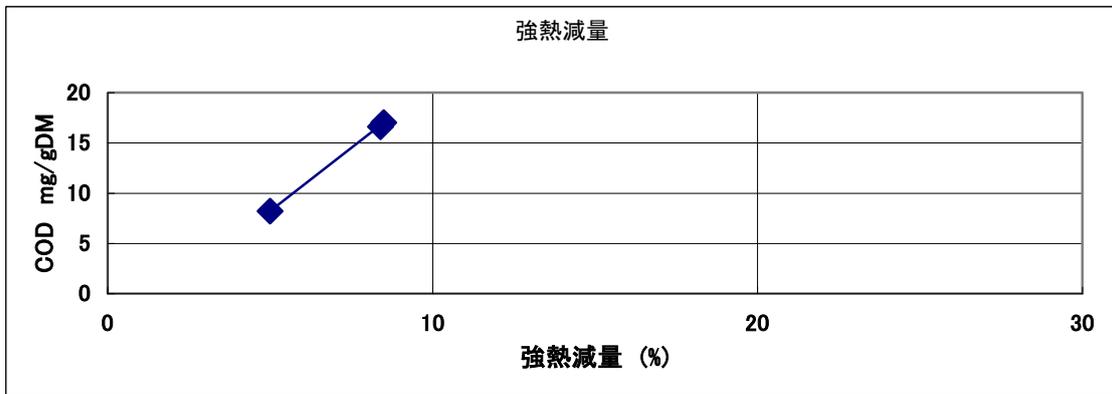


図 9.5 底質の強熱減量と COD

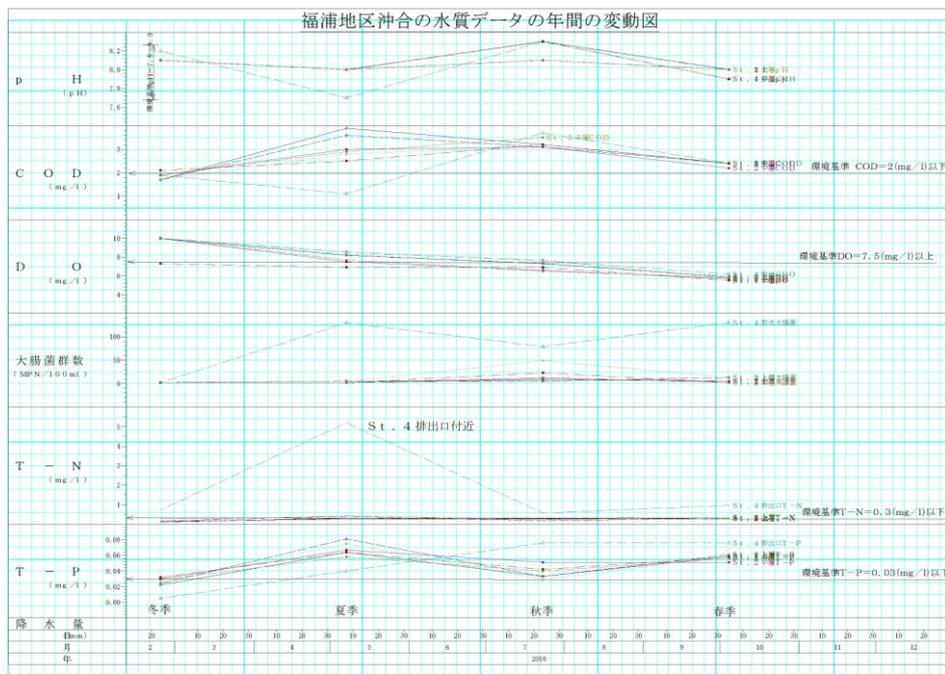


図 9.6 年間の水質変動図（事業者のデータを図化）

10. 調査のまとめ：廃棄物最終処分場計画地の問題

廃棄物最終処分場の計画においては、質と量の両面から廃棄物の適正な処理を実施する為の処分場の確保、取り分け立地計画が図 10.1 産業廃棄物最終処分場建設フローシートに示すように、重要な課題であり、その後のリスク管理にも影響する。

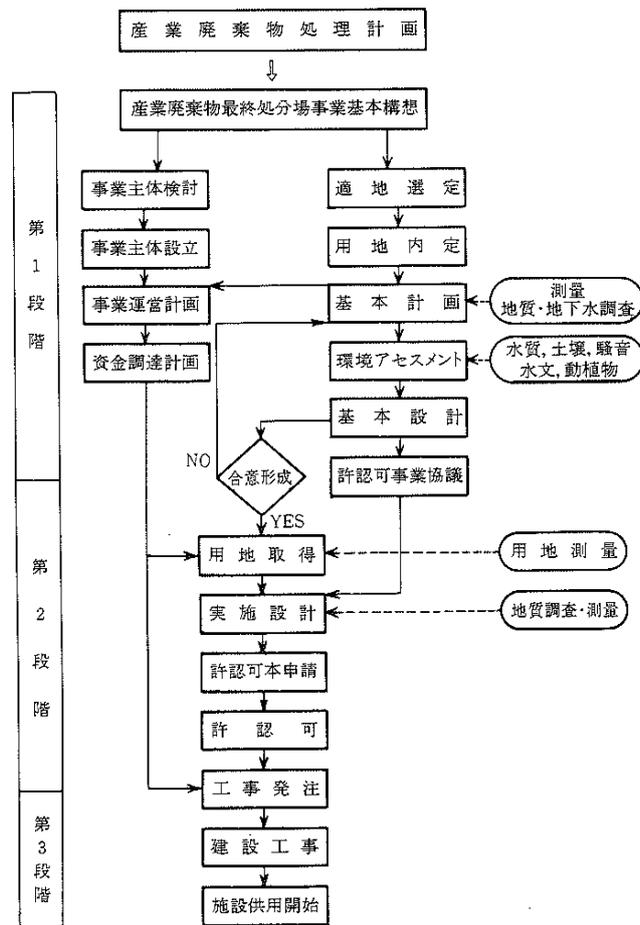


図-4.3 産業廃棄物最終処分場建設フローシート⁵⁾

図 10.1 産業廃棄物最終処分場建設フローシート

(廃棄物と建設発生土の地盤工学的有効利用、P142、；平成 10 年、地盤工学会)

処分場の立地選定については、指針と位置づけられるものとして「公益社団法人全国都市清掃会議」発行の「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領」が挙げられる。

その中で特に処分場の地盤条件と周辺環境影響の条件が示され、各種分野の項目について精査・検討し、問題の無い場所に設置される事を推奨している。

「公益社団法人全国都市清掃会議、略称：**全都清**」は、その目的を次のように謳っている。

「廃棄物処理事業を実施している市区町村等が共同して、その事業の効率的な運営及びその技術の改善のために必要な調査、研究等を行うことにより、清掃事業の円滑な推進を図り、もって住民の生活環境の保全及び公衆衛生の向上に役立てる。」

当法人は、1947 年 7 月に設立され、会員は市区町村・組合・連合など現在以下の構成になっており、赤穂市も姫路市と同様に現在会員になっている。

表 10.1 公益社団法人全国都市清掃会議の会員構成

正 会 員	586	(市区町村 439、組合・連合 147)
特別会員	72	(団体 5、法人 10、個人 57)
賛助会員	60	

全都清の指針によって、安全で地域の住民が安心できる処分場施設を建設するために、各作業段階において留意すべき要領が示されている。特に立地選定に当たっては、考慮すべき基本的な地質などの条件として、以下の5点の項目を挙げている。

- ①活断層
- ②地質断層
- ③地下水の賦存状況
- ④地質的な弱線—特に「水みち」となる弱線
- ⑤地すべり、崩壊地、軟弱地盤

事業者側から詳細な調査報告書が出て無いために、全項目についての評価が明らかになっていないが、学術資料や地元の地下水利用状況から、概査の段階においても⑤以外の②～④の条件との対比から問題が多いことが分かる。周辺においては採石場と同類の地質で崩落対策地も存在する事から、⑤のような事象の危険性も内在している。

赤穂市は全都清の会員でもあり、リスクマネジメントを積極的に推進する立場にもあるが、計画の段階で回避させる指導が出来なかった点は、猛省に値する。

処分場計画地内では、以下の事象が確認されている。

- イ 計画地内を通る縦横に走行する地質断層が存在し、その広がり北の新田地区～西側の集落そして南側の海域に広がっている。
 -②の条件に合わない
- ロ 断層内外から湧水が常時見られ、水質の電気伝導率が周辺の河川水および井戸水よりも高い。
 -③と④の条件に合わない
- ハ 砕石場に近接する場外において岩盤の崩落地が存在し、場内岩盤の地質分離面が最も危険な「I I型の流れ盤」が優勢である。
 -⑤の条件を内在している。
- ニ 場内の確認されている断層周辺で、熱水変質が認められる。
 -⑤の条件の素因が存在し、地下深部とつながる特異な断層である。
- ホ 場内の確認されている断層周辺で、バイオマットが存在する。
 -②の地質断層であって、地下深部に広域に広がっている。

以上の地質事象からも②、③、④、⑤の条件に適していない事は明確である。

計画地周辺の近接した新田地区では田畑に河川水として利用しており、場内で湧出している地下水も電気伝導度が高く農業用水には問題があり、種々の物質を含む汚染水とともに河川に漏出した場合、河川水・地下水が汚染される事は明白であり、④の条件に対しても基本的にそぐわない計画地である事は常識的に考えても判断出来る。

なお、管理型処分場に敷設される遮水シートに関して言及する。電気伝導度の高い湧水が存在し、

それらが更に熱水変質部を通過する。そしてバイオマットが存在することも考慮すれば、遮水シートは一部であったにしても、地下で化学的・生物学的作用に常時さらされることになる。その状態で遮水シートがどこまで安定性を保つ事ができるか、疑わざるを得ない。

事業者の地質調査報告書の中では、活断層、地質断層、地質の特徴について概述されているが、地質断層の存在とその広がりについてはトレンチ掘削（報告書無し）されているが過小評価され、ルートマップで記載がある「熱水変質の存在」すなわち当該地が特異環境に在る点は、殆ど記載がない。

又、地下水については「地下水の流れは北西から南東方向」と判断されているが、その水みちの存在と周辺への影響についてのコメントが無いことは問題である。

以上、種々の特異な条件を考えた場合、最終処分場の計画地として、「当該地は不適格」である事は明白である。

参考までに「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領」の中の立地調査の地質的な条件を示す。

I.3 最終処分場の整備計画 3.2 立地調査

3) 考慮すべき基本的な地質などの条件

(1) 山間最終処分場の場合

最終処分場を地質面から評価・検討する際に、基本的に考慮すべき地質条件として、以下の5項目があげられる。

- ① 活断層(第四紀断層)
- ② 地質断層
- ③ 地下水の賦存状況(被圧水を含む)
- ④ 地質的な弱線—特に「水みち」となる弱線
- ⑤ 地すべり、崩壊地、軟弱地盤

これらの5項目について以下に説明する。

a. 活断層

活断層は地震の関連で注目されるもので、地震により地表の変位が生じ、また地震動により、構造物が損傷を受けたりあるいは埋立盛土が崩壊を生じたりする可能性がある。この点から、活断層の存在、最終処分場との位置関係を考慮する必要がある。

活断層は確実度、活動性によりそれぞれⅠ～Ⅲ、A～Cのランクづけがなされている。なお、活断層に関連して生じる地震の大きさや周期については、大まかではあるが推測する方法が提案されているが、個々の活断層について、そのような性質が詳細に解明されていない。

活断層として指摘されている断層は、「地質断層」と重なることが多い。そのような場合、活動が新生代第四紀と新しいことから、断層に生じた傷が生々しく断層破砕による岩盤劣化の程度も著しいことが多い。すなわち、活断層が存在するという事は、「地質断層」が存在する場合と同様の問題がその地域やか所に内在していることを示している。机上の立地調査の段階では、活断層を避けることが望ましい。

b. 地質断層

ここで地質断層とは、活断層を含まず、破砕、変位を伴う地層や岩体の境界を称す(ただし、以下では「断層」と略す)。断層は以下の視点から考慮しなければならない。

① 埋立地を横断する断層

断層の性状あるいは周辺の岩盤状況によっては、浸出水の漏出経路となる可能性がある。表面遮水工を採用した場合でも、遮水工からの漏出に伴う地下水汚染リスクの観点から断層の影響を評価する必要がある。

② 主要構造物にかかる断層

ここでいう主要構造物とは、貯留構造物、防災調整池、浸出水調整設備、浸出水処理設備などをさす。断層が幅広い粘土・角礫化帯を伴う場合は、構造物基礎の支持力、せん断強度が問題となる。また、断層に隣接する岩盤に、破砕作用の影響で割れ目が密に発達する場合には透水性が問題となる場合が大きく、場合によっては支持力、剪断強度も問題となる。

広域地質図に示されるような断層は、比較的規模が大きいことが予想される。断層の規模・性状によっては、強度あるいは透水性・遮水性改良の面から、構造物の構築自体が困難になることもあり、あるいはそれほど問題にならないまでも、断層置換などの特殊な基礎処理が必要となる可能性もある。

c. 地下水の賦存状況

最終処分場では浸出水が場外に漏出することがないように遮水シートによる表面遮水工が用いられるケースが多い。一方、山間の最終処分場では斜面が急峻でかつ山体は岩盤からなる場合が多く、表面遮水工に限らず、鉛直遮水工を採用するケースがみられる。この場合、浸出水に対するバリアとして周辺地山

における難透水性岩盤の連続した高まり、あるいは地下水の高まりが重要となる。

地下水の高まりは、浸出水の漏出に対するバリアとして有効である。このバリアを把握するための調査として、①湧水地点の高さ、表流水の状況を確認し、②ボーリング孔による地下水位の計測を行う。机上調査の段階では、山体の大きさ、山体をなす岩盤の種類(地層、岩石の種類)から、ごく定性的に地下水位が高い可能性のある山か否かを判断する。

d. 「水みち」となるような地質的弱線

下記のような地質条件(地質的弱線)は、浸出水の漏出経路(「水みち」)となる可能性があり、そのような地質条件が存在する場合には十分な調査が必要となる。

① 断層

断層そのものが必ず透水的であるとは限らない。しかし、広域地質図に示されるような断層は、比較的規模が大きい可能性があるため、断層が存在する場合には、それに沿う「水みち」が存在する可能性が高いと考えるのが適切である。

② 不整合面

不整合面とは、形成された時代の異なる地層、岩体が相接する境界をいう。この境界はその時間的ギャップに応じた風化帯が形成されていたり、地下水の流動による風化・変質を受けやすい条件下にあるので、「水みち」が形成されている可能性が考えられる。

③ 異種岩体の境界

形成過程・機構の異なる岩体、地層が接する境界、例えば堆積岩とそれに貫入する火成岩との境界では、堆積岩類が破碎や変質を被り劣化していたり、火成岩においては急冷周縁相が形成されクラッキーな状況にあるのが一般的である。また、そのような状況から、境界沿いに風化が深部まで及んでいたりする場合がある。以上から、異種岩体の境界には、「水みち」が形成されている可能性が高いと考えるのが適切である。

④ 地すべり、崩壊地、軟弱地盤

最終処分場の建設、稼働、維持管理のために工事用道路、管理用道路、雨水集排水施設、貯留構造物、防災調整池などの施設建設に伴い、様々な土工事が発生する。最終処分場建設地の山体斜面が不安定化し易い地質的要素を内在している場合には、設計・施工に際して十分な検討と対応が必要となる。規模の大きな地すべり地や崩壊地が存在したり、小規模ではあってもそれらが最終処分場事業区域の中に多く点在することは、最終処分場の建設、稼働、維持管理の段階を問わず問題を生じる可能性が大きい。谷床の平坦地には、未固結の堆積土砂が飽和状態で分布し、軟弱地盤を形成している。このような軟弱地盤が厚い場合には、最終処分場の建設に際して、不等沈下、遮水シートの破損などを生じる可能性があり、計画・設計時点からの的確な検討と対策が必要となる。

(2) 平地最終処分場の場合

前項の山間最終処分場であげた基本的に考慮すべき地質条件を平地最終処分場に置き換えて考えてみると以下ようになる。

① 深部地層の活断層

② 大規模掘削工事のための設計諸元、すなわち、土層構成およびそれぞれの力学的性質

③ 周辺地下水の水位、透水性およびその流況(帯水層の把握)

④ 「水みち」と見なしうるような高透水性ゾーンの位置

これらの事項は地質的な弱点を把握し、周辺の地下水の状況をより詳細に把握する必要があるという意味では、山間最終処分場建設で考慮すべき条件と基本的には変わらない。以下に、特に平地最終処分場建設地

に特有な考慮すべき事項についてまとめる。

a. 活断層、断層などの基盤層の地質学的条件

阪神・淡路大震災を契機に平地部においても深部の基盤層の地質学的条件が論議されるようになってきており、リスクポテンシャルの高い構造物は活断層上には構築しないような措置がとられる場合もある。しかし、一方で平地部の地震の被害は、表層部地盤の堅さの影響が支配的であるとの見方になりつつあり、活断層位置と構造物の被害度は必ずしも対応するとは限らない。最終処分場の立地評価の際は、こうした基盤層の地質学的条件を整理し、活断層などの位置を確認して、できるだけ地震発生の可能性が少なく、かつ被害の出にくい堅固な地盤を選定することが望ましい。

b. 土層構成

平地部の地盤は、過去の履歴に応じて砂礫、砂、粘土、軟岩などの土層がそれぞれ層状に堆積して構成される場合が多い。最終処分場の建設にあたっては、図3.2-1に示す候補地選定から実施設計のそれぞれの段階に応じて、建設候補地点の土層構成とそれぞれの土層の性質を表3.2-1に示す様々な調査方法により把握していく必要がある。

平地部は地下水位が高いため、最終処分場建設においては、施工時、施工後の遮水性などの必要機能を満たすための建設コストが、土層構成とその力学的性質に応じて決定される施工法によって特に大きく異なってくる。また、周辺環境への影響を考慮すれば、透水性の低い地盤における最終処分場建設が望まれるが、平地部において低透水性土だけで構成される地盤はまれであるといえる。したがって、候補地選定にあたっては、既存資料調査や地盤調査を通じてそれぞれの地盤における地下掘削工事の施工性を考慮した評価が特に重要となる。

基本設計や実施設計の段階においては、建設地点のそれぞれの土層に対して、表3.2-1に示す各種の基本的な土質調査を行ってその力学的な性質を明らかにしていく必要がある。

c. 地下水流況

地下水の調査は、基本的には表3.2-1に示す各種の手法を用いて行われる。平地部における地下水流は山間部に比べれば、一般に帯水層とよばれる比較的均質な砂層を流れる場合が多く、平均流としては評価しやすい。しかし、一方で平地部では井戸利用が多く、また帯水層の透水性が高いことを考えると、仮に汚染物質が流れ出した時の拡散性、また地下構造物構築時の地下水流況(周辺地下水位の変動)の変化を予測評価することが望ましい。その意味で表3.2-1に示した調査手法以外の手段も用いて地下水流況(地下水位分布、地下水流向、流速および水みちの位置)およびそれらを基にした汚染物質の拡散性の調査なども行っていくことが望ましい。

4) 必要な調査数量

最終処分場の地質・地下水調査の流れと調査項目は図3.2-1に示す通りであるが、個々の最終処分場は地形的地質状況が異なるため、必要十分な調査項目と数量は一概に規定できない。山間最終処分場では、地質構成が複雑である場合が多く、より多くの調査が必要であるが、平地最終処分場では地形が平坦で地質状況は堆積層が層状に分布する場合が多く、比較的単純な地質構造である場合が多い。

まず、最終処分場全体の地質状況を地表地質調査により把握し、これをもとに具体的に施設の配置計画を行い、ボーリング調査(オールコア、地下水位調査、透水試験、標準貫入試験など)、弾性波探査などの物理探査を立案する。

基本設計段階のボーリング調査数量は、最終処分場全体の地質状況の把握を目的に5本/ha程度、主要構造物の基礎調査を目的に、数本/か所程度を目安に調査計画を立案する。山間最終処分場で地質構造の複雑な場合は調査数量を増し、平地で単純な地質構造の場合は逆に数量を減じることも可能である。また、対象面積が大き