



地下建設工事においてトラブルが発生しやすい 地盤の特性と対応技術

7. トラブルの発生しやすい地盤の特徴と特性について

三村 衛 (みむら まもる)
京大大学 教授 大学院工学研究科

北田 奈緒子 (きただ なおこ)
(一財)地域地盤環境研究所 主席研究員

7.1 はじめに

大都市圏で進む地下利用の頻度は増し、それと比例するように工事の難易度も高くなっている。地下工事中のトラブルとしては、軟弱地盤や均等係数の小さい砂層におけるパイピングやボイリング現象に起因する出水、土砂の吸い出し、陥没、盤ぶくれなどが挙げられるが、こうしたトラブルと地盤条件との関係、施工時の留意点などは十分に解明されているとはいえない。また、山岳部のトンネル工事の際にも、破碎帯などの通過時に落盤などの事故が発生している。これらのトラブルには、人為的なものを除けば、地山を構成する地質や土質特性が影響している場合が多く、これらの情報を事前にかつ的確に把握することが、トラブルの発生を防ぐための基本である。

地盤工学会関西支部では、平成22年度に「地下建設工事においてトラブルが発生しやすい地盤の特徴とその対応技術に関する研究委員会（トラブルサム地盤研究委員会）」を設置し、トラブルが発生しやすい地盤の中でも特に均等係数の小さい細砂や大礫に着目して、工法ごとにトラブル事例を収集した。本報告では、これらの事例を基に、低平地デルタに堆積する均等係数の小さい砂地盤、変形性に富んだ軟弱粘土地盤など、問題となる地盤条件とその生成要因から留意すべき堆積環境の抽出を試みた。また、同様に山地のトラブルに対してもトラブル事例から問題点を抽出し取りまとめを行った。表—7.1にトラブル土質と主なトラブル事象についてまとめた。この他にも、非常に特殊な地盤、例えば有機質土、火山灰質土などもトラブルを発生させる地盤に分類される。一般的に、事前の想定と異なる地盤が現れた場合や粒度特性や強度特性が急激に変化する部分において、ト

ラブルが発生することが多い。

NATM 工事においては、硬軟の差が顕著な岩盤と堆積層や風化岩などの境界、断層破碎部、地層が直立した領域、地盤特性の変化が激しい部分において工事が難航し、時にトラブルが発生することが明らかになった。また、そのほかのシールド工事や推進工事、開削工事においても同様の傾向に加え、被圧地下水の管理、制御の問題から発生する出水問題や玉石による工事の難航や鋭敏粘土、微細砂による工事の難航が挙げられた。

これらの問題は都市化が進む平野部での地盤問題である。より大深度での開発が進む昨今、被圧地下水の制御も含めて、工事の難易度を上げていることも事実であり、トラブルを起こしやすい地盤がどの地域にどのような成因で分布しているかを事前に把握することができれば、十分にトラブルを回避することが可能である。

関西地域では地盤情報データベースが最も先進的、かつ広域的に整備されており、これを有効に活用することにより、堆積環境の変遷や特徴が理解されつつある。問題となる地盤や地層がどのように分布しているのかを事前に知ることができれば、工事計画や施工に役立つはずである。そこで本章では、まずはトラブルの発生要因となる地盤の特徴などについて説明し、大阪平野を事例として、工事を難航させる要因となる地盤がどのような要因で、どのような地域に堆積、分布しているかについて検討する。

7.2 トラブルを発生しやすい地盤の特徴

トラブルサム地盤研究委員会において収集された事例は、関西圏特に大阪平野を中心として、主に玉石(大礫)、微細砂(細砂)、鋭敏粘土、破碎帯で発生している。しかしながら、他地域も含めたトラブル事例に関する情報や研究を含めると、表—7.1に示すようなトラブル土質が考えられることから、ここでは、これらのトラブル土質から成る地盤の生成要因や特徴について取りまとめる。

7.2.1 細砂(又は、微細砂)

細砂は、細粒で粒径が揃っており、粒径加積曲線でみると非常に立った、均等係数が小さい砂である。こうした土質で構成される地盤では、施工時に薬液注入してもほとんど効果が認められず、推進工法で掘削する際に、飽和した状態で外乱を受けると容易に流動化することが特徴である。関西地方において、施工時に問題の多い土

表—7.1 主なトラブル土質と発生するトラブル事象

トラブル土質	トラブル事象
細砂	パイピング, マシンの胴締め, 崩壊, 浸透注入困難, 流出
大礫	カッターの破損, 湧水, 改良不良, 切羽崩壊
クラッキー粘土	崩壊, 切羽閉塞, 背面地盤の滑り
鋭敏粘土	大変形, 後続沈下, 制御困難, 地盤攪乱
異物混入地盤	止水不良, 閉塞, 改良不足
Mixed face	根入不足, 切羽崩壊, 摩耗, 改良不足
破碎帯	崩壊, 湧水

質の中に「コス」と呼ばれてきた微細砂（細砂の中でも特に細かく粒径がそろったもの）がある。大林組土木本部において昭和45年に作成された「工事現場用語集」¹⁾には「こす（小砂）」という用語が掲載されており、「粉状の砂に腐食土が混入した軟弱土、大阪の地盤に多く見られる」と説明されている。おそらく、細粒砂→細かく小さい砂→小さい砂→小砂（こす）と変化したと思われる。ここで定義された「コス」には粘性土や有機物も含むと示されており、やや粘土などの細粒分を含む細砂と定義できると思われる。

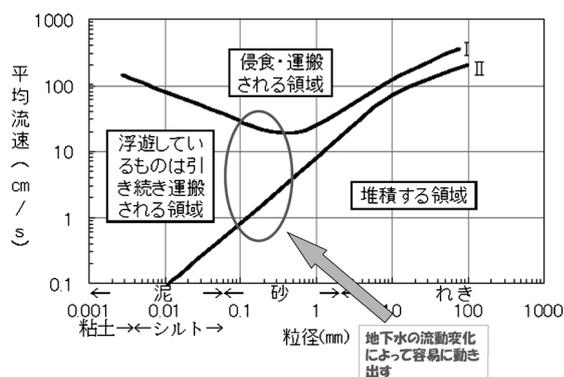
粒度区分については、理学と工学で区分方法や名称が異なるが、理学的区分で言えば、細粒砂～極細粒砂に対応する領域のものであると考えられる。工学的な区分ではこれを細砂として区分している。いずれにおいても、粒径は0.25～0.075 mmの細砂領域の中でもより細粒の砂層を「コス」と呼んでいるようである。

土粒子の運搬と堆積の関係として、図—7.1に示されるような流速を含めた関係図が示されている。これは、ユルストローム図²⁾とよばれ、ユルストロームが1939年に作成した流速と侵食運搬堆積の関係図である。古典的な図であるが、粒径の異なるものが運搬される時の特徴をよく示している。同図より、図の上部のエリア（侵食・運搬される領域）が砂粒子のところで最も流速が小さくなる。これは、流速が少しでも大きくなれば、砂粒子が一番移動しやすい土質であることを示している。研究では、砂層の中でも粒径（0.25～0.0625 mm）の中粒砂～細粒砂が最も再流動しやすいことが研究されている³⁾。

7.2.2 大礫（玉石：たまいし）

分野によって定義が大きく異なるが、基本的に、工事の際に使用される建設機械の正常な稼働を阻害するような礫を大礫と呼んでいる。大礫は平野部においては、河川流によって運搬されるので、角が取れて丸みを帯びるため、玉石（たまいし）と呼ばれている。概ね粗石（75 mm）以上あるいは大礫（64 mm）以上のものを定義しているが、粒径というよりも、工事を難航させる厄介な礫という意味で「大礫（玉石）」と呼ぶ傾向がある。

ボーリング調査時には10 cm以下の礫がサンプリング時にビットを摩耗させたり、地盤が攪乱するなどの原因



図—7.1 ユルストローム図²⁾
（流速と侵食運搬堆積の関係を示す）

となり、シールド掘進の際には、15 cm以上の粒径になると排泥管に詰まったり、30 cmでスリットに目詰まりを起こしたり、刃先を摩耗させたりして工事を難航させる。大阪平野部では、従来の淀川河川（古大阪川とも呼ぶ）流域の天満砂礫中にこぶしサイズの玉石が、伊丹丘陵付近に分布する伊丹礫中には人頭サイズの礫が混入することが知られている。また、神戸地域や滋賀湖東地域では、山地末端部付近にて河床を起源とする礫層が分布し、工事の妨げとなる。「玉石」という言葉が粒径区分に定義されていないことから、トンネル標準示方書（2006）⁴⁾では、粗石と記載している。

7.2.3 クラッキー粘土

内部クラックが発達した硬質粘土のことをいう。壊れやすく、パラパラと崩れ細片化するものや、数十 cm 間隔にクラックが発達した粘土層が存在する。更新統の粘性土に一部特徴的に見られる場合や第三期の軟岩の粘土層に見られることが多い。そのほかにも断層破碎帯近くの粘土層にも見られる。

7.2.4 鋭敏粘土（えいびんねんど）

高含水比で、液性指数及び鋭敏比の高い粘土のことであり、大阪平野では上町台地より東側の河内平野で多く見られる。N値が0の沖積粘土層が分布する地域がこれに該当すると考えられている。攪乱を受けると構造劣化を引き起こす性質があり、開削時に大変形が生じたり、シールドなどの工事では、掘削時に生じる粘土構造の乱れによる後続沈下などが問題となる。

7.2.5 異物混入地盤

木材などが混入した地層をいう。通常の堆積層には見られないが、山地斜面部における崩壊土などにはこれに該当する生木が多数含まれる地層が見られることがある。また、低湿地帯に見られる埋もれ木を含む地層も同様に異物混入層である。埋もれ木を多く含む地層は局所的な低平地に多く、特に日本海側や東北地方の海岸よりも少し内陸にはいった付近の小さな盆地状の地形に分布する低平地に見られることが多い。

7.2.6 Mixed face 地盤

切羽に硬い地盤と軟らかい地盤が混在する場合をいう。硬軟差が大きく、工事の時に問題になる。自然堆積物がMixed faceの場合は堆積物が非常に不淘汰な状態の地層がこれに該当すると考えられる。河川などの水流によって、分級しない状態での堆積物と考えられるため、崩壊土や土石流などによる堆積物と考えられる。また、岩盤の風化程度の差が大きく、新鮮な岩と強風化岩が切羽にあらわれる場合や岩盤の上部に軟弱層が堆積した地盤も典型的なMixed face地盤である。

7.2.7 破碎帯

堆積作用によって形成されるのではなく、構造運動（地殻変動）によって形成されるものである。断層と呼ばれる地質構造的な境界部や岩盤中に分布する破断面、近年の構造運動と関連の強い活断層まで、すべての地層や岩盤の破断面が断層であり、この破断面の周辺に破碎帯が形成される。一般に破断作用が繰り返されたり、大

きなものは幅の広い破碎帯を形成することが多い。破断後に地下水の流入によって粘土化が進んだ場合も破碎帯が幅広く成長する場合がある。また、地すべり時のすべり面も同様である。

破碎帯の特徴は、周辺の地質や岩石と異なり、破碎を受けて、粘土化、脆弱化していることであり、著しく強度の下がるゾーンとして、施工時には注意が必要である。

7.2.8 その他の特殊土

基本的に一般的な粘土や砂とは異なる物質から構成されるもので、物理特性や強度・変形特性が一般的な土とは著しく異なるものを総称して特殊土と呼ぶ。自然堆積物の中で見られるものは一般的に局所的な分布となるが、分布する地域によっては非常に厄介な地盤となる。高有機質土や火山灰質土がこれに該当する。高有機質土は現在の海岸線からやや内陸側に分布する盆地状の低地や湖沼及びその周辺に見られることが多い。火山灰質土は火山地域の周辺に見られ、特に軽石状（パミス状）やスコリア状の堆積物は、多孔質で透水性に富み、風化変質が早く進行し、粘土化しやすい傾向がある。

本節で紹介した問題の多い地盤がどのような堆積環境で分布しているかを次に大阪平野の事例で検討する。

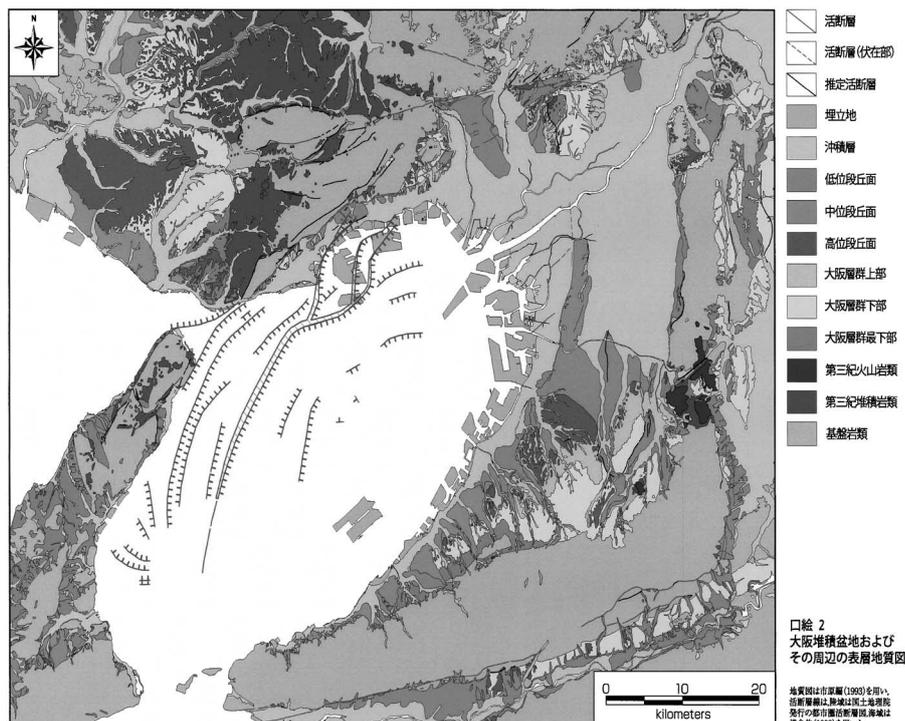
7.3 大阪平野の地盤の特徴と堆積物の特徴

大阪平野は、周囲を六甲山地、生駒山地、金剛山地、和泉山脈など標高500～1000 m程度の山地に、西側を淡路島によって区切られた盆地形状の中にある低平地である。その環境は盆地形状の一部が海に没した大阪湾を含んでおり、全体の環境としては太平洋の外海よりも一つ内側になる瀬戸内海の一部に属し、大きな波浪などから遮られ、穏やかな環境下にある。この盆地に流れ込み

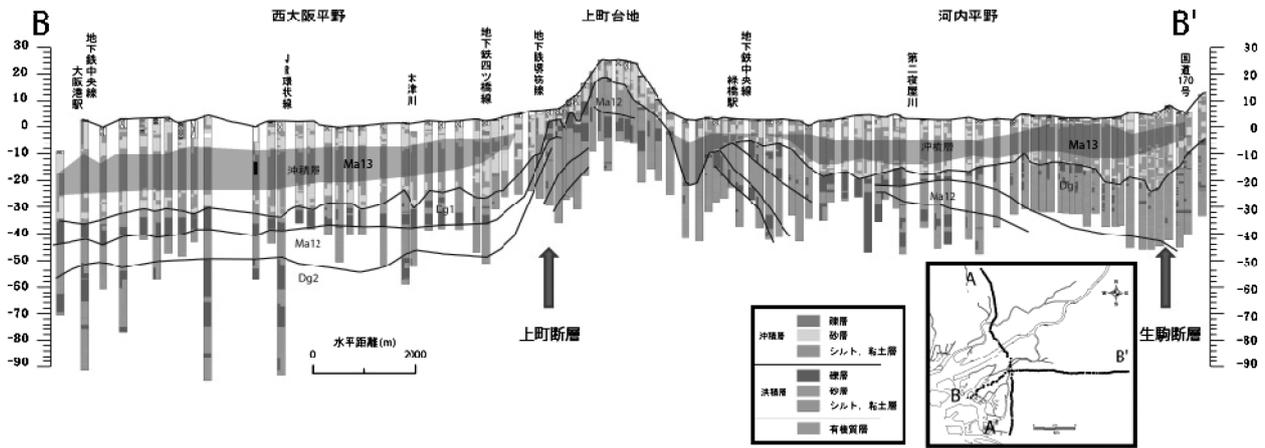
堆積する土粒子のほとんどは、現在は淀川と呼ばれる河川（大阪川）から供給されている。この河川には江戸時代以前、河内平野を北に流れる大和川も合流していた。河川には広く京都盆地や奈良盆地周辺の山地の土砂などが河川に流れ込み大阪平野に堆積している。そのため、この地域に分布する古生代の泥岩・砂岩やチャート、中生代の花崗岩類が主成分である。河川起源の粗粒物に対して、静穏な内湾起源の堆積物は海成粘土である。これは新生代に入って気候変動が顕著になり、氷期と間氷期が交互に繰り返されるようになった約150万年前以降にみられる堆積物である。温暖期に海水面が上昇し、海域になった地域を中心に海成の粘土層が形成された。大阪平野内にはこの粘土堆積物が少なくとも15枚確認されている。その最上部が沖積粘土であり、その一つ下の海成粘土が上部更新統粘土と呼ばれるものである。大阪平野部では、大部分の地域において沖積粘土が堆積し、その堆積環境は海成の時期を含んでいる。図—7.2に大阪平野部の表層地質図を示す。低平地の地域は基本的に沖積層分布域であり、その大部分の地下に海成粘土が分布する。平野部の東西断面を図—7.3に示す。低平地の地下には沖積粘土層（Ma13層とよぶ）があり、さらに下部には、上部更新統粘土層（Ma12層とよぶ）が分布する。これらの粘土層の間に分布する層が砂層あるいは砂礫層であり、Dg層と呼ばれるものである。図中では、暗色で示している。上町台地には沖積粘土層（Ma13層）は分布せず、平野部の低平地に広く分布する。

このような粘土の形成と海水準変動を合わせて検討すると図—7.4のような堆積様式が考えられる。

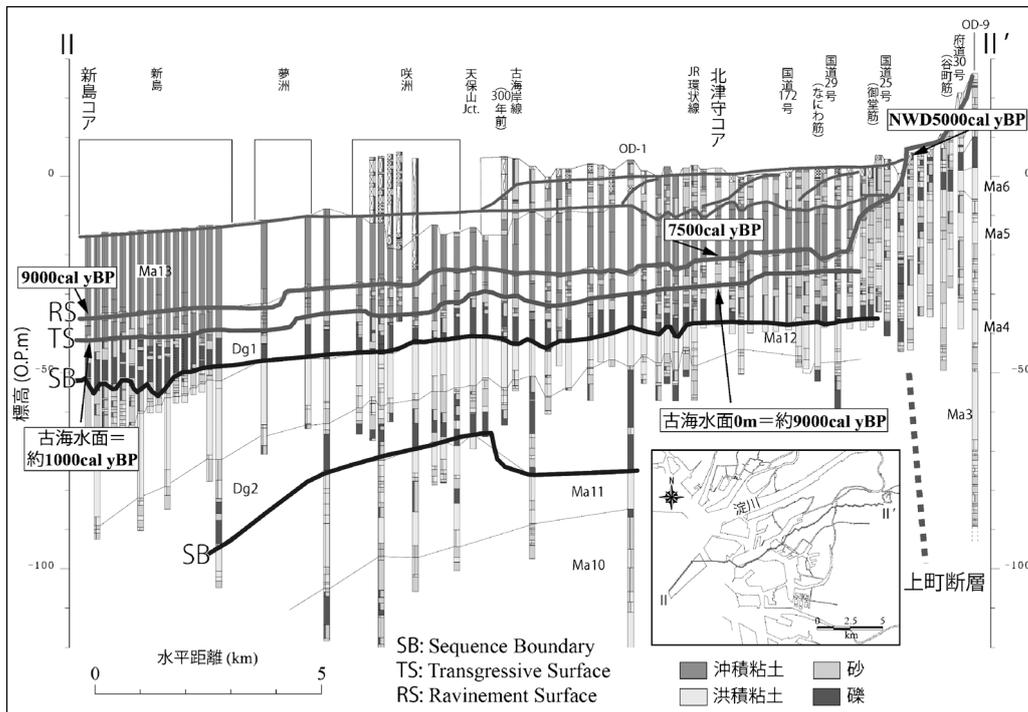
沖積粘土に注目すると、海成粘土（Ma13）の下面に分布する赤い線は海水面の線を示し、海水準が上昇する



図—7.2 大阪平野部の表層地質図⁵⁾



図—7.3 大阪平野部の東西断面（咲洲～中央大通りに沿って）⁵⁾



図—7.4 海水準変動を考慮した検討結果⁵⁾

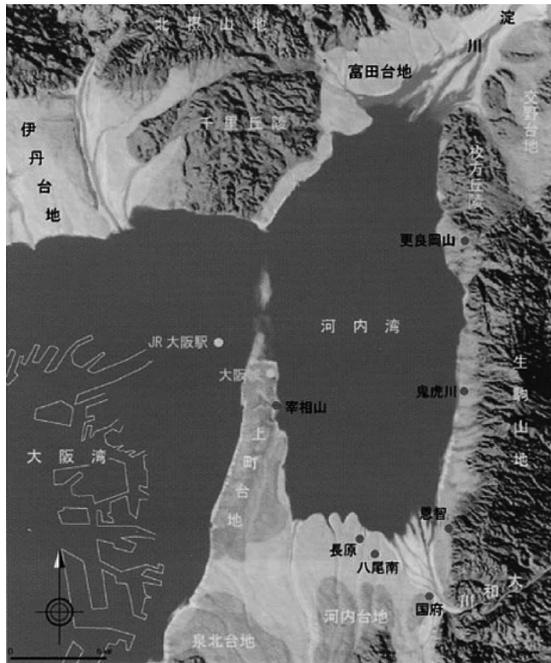
と少しずつ海岸線が内陸へと移動する。海岸線が到達した時期は、新島では約1万年前、これに対して北津守コアでは約9000年前である。これは、緩やかに海水面が上昇し、これにより海が拡大したことを示している。海の端部（海岸線付近）はRS-TS間にみられるような干潟の堆積物が分布している。もっとも海水面が高かった時期（約5000年前）には海岸線は上町台地まで達し、その西側では粘土よりも砂層が卓越する（図中最上部の砂層）。この部分は海岸砂州（砂浜）が形成されていた時期の堆積物とその後海水準が現在の海岸線まで後退する期間に河川から供給された砂質堆積物（河川堆積物）が分布する。海水準の変化の途中で、水深が浅い場合は、粘土層が堆積するよりもシルト～極細粒砂（微細砂）が分布しがちになる。図—7.3で沖積粘土の上下に見られる砂の部分がこれに該当する。特に潮間変化時の潮流の変化に敏感に反応するのは微細砂となるため、水深が深く安定した粘土が堆積する西大阪よりも東大阪は微細砂

が混入しやすい環境となる。一般的な層序特性として、このような海水準変動によって堆積する海成粘土層の上下層にはシルト～極細粒砂が分布する。海水準の変動が緩やかでその後、大きな河川による碎屑物の流入がある大阪平野の中央部（淀川河川などの分布する地域）では、この傾向が特に顕著に見られる。このようなシルト～極細粒砂層の分布する部分は海成粘土層の上下に分布すると認識すれば、発見の目安になると考えられる。場所によっては、緩やかな河川の流れ近傍では、粒径の揃った細砂層であると考えられるし、池や沼状になった地域の周辺であれば、少し流れが停滞し、粘土あるいは有機物を含む細砂層になると予想される。このような堆積物は、ちょうど図—7.5に示すように、縄文海進の末期の地形復元図に示される湖沼や河川の周辺に分布すると考えられる。

このようなシルト～細粒砂層の特徴は、あまり明確な地層境界を持たず、粘土層から連続して漸移する場合が



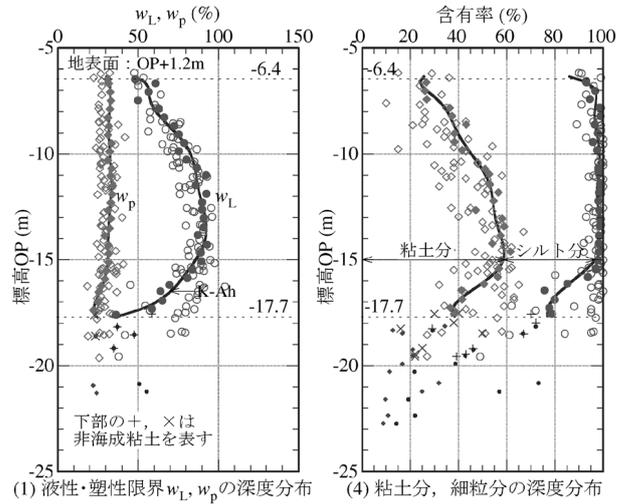
図一7.5-1 縄文時期の最大海進時期以降、海退期の復元図⁶⁾
 河口付近や湖沼部のみでなく、図中丸枠で示した、浅瀬の海底でも粒径の揃った砂が堆積しやすい。淀川水系では、流速が早く、粗粒なものが多くなる。



図一7.5-2 縄文時期の最大海進時期の復元図⁶⁾
 大阪平野の東側、河内平野はほぼ海となり、内湾環境を呈していたと考えられる。この時期に大阪湾と河内湾の間に砂州が形成され始める。

多い。図一7.6に示すように連続して液・塑性限界や細粒分含有量分布を見れば、沖積の海成粘土層の上下層がシルト質に変化していることが分かる。

また、粘土層の分布は図一7.7（カラーの図は口絵写真一1 https://www.jiban.or.jp/index.php?option=com_



図一7.6 大阪福島地域の沖積粘土層の土質特性と深度分布⁵⁾
 左：液性限界及び塑性限界の深度分布
 右：粘土分、細粒分の深度分布



図一7.7 海成粘土（Ma13）層の層厚分布⁵⁾

content&view = article&id = 1555 % 3A2009-01-07-08-26-28&catid=101 % 3A2008-09-18-06-24-51&Itemid=72) に示すように、平野の低地部に一樣に分布していることが分かるが、特に鋭敏粘土が分布する地域を N 値 0 の粘土層の分布地域として検討すると、図一7.8（カラーの図は口絵写真一2）に示すように上町台地よりも東側を中心に分布していることが分かる。以上のように、粘性土や細粒砂層の分布は、堆積環境や堆積当時の地形に大きく影響を受けていることが分かる。堆積学的に考えれば、一般の平野堆積物の中でみられる砂質堆積物は、前述の河川堆積物が一般的である。いわゆる洪水堆積物である。静穏な時期においては河川の蛇行部などでは、一定の流速に対して粒径の揃った堆積物が砂洲状に堆積するが、それは、かなり局所的な堆積物になる。洪水時に堆積する砂礫層は、流速の変化も激しく、いわゆる淘汰の悪い（均等係数が大きい）堆積物から構成されるため、その分布範囲や特徴は場所によって異なる場合が多い。そのほか、堆積学的には淘汰が良く、細粒な砂質堆積物が分布する地域の一つとして、海岸砂州がこれに該当

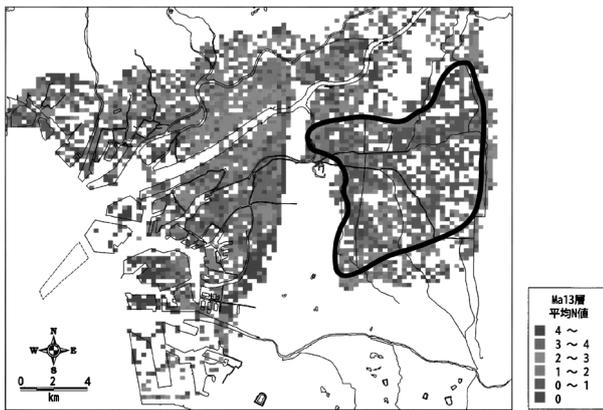


図-7.8 沖積粘土層の各孔内における平均 N 値分布⁵⁾
 黒枠で示した地域が N 値 0 あるいは 0 に近い値を示しており、鋭敏粘土が分布する地域である。

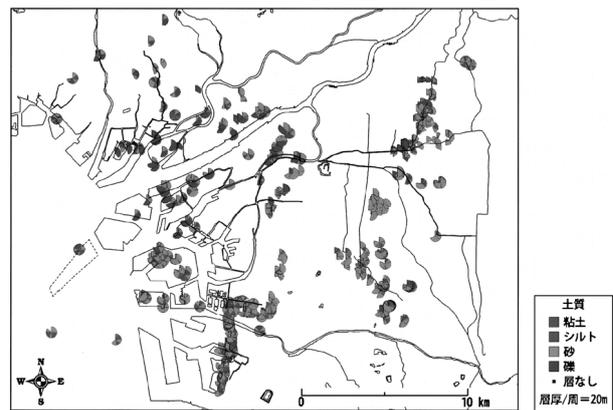


図-7.10 第2 洪積砂礫層の土質分布図⁵⁾

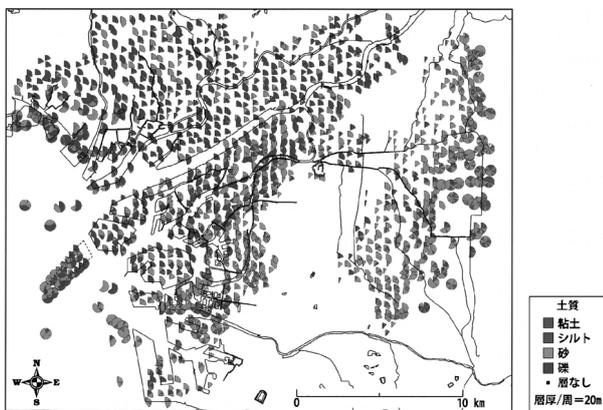


図-7.9 第1 洪積砂礫層の土質分布図⁵⁾

すると考えられる。特に沖積層中にみられる海岸砂州は上町台地西側地域に分布している。しかしながら、比較的粗粒な砂が多いため、「コス」のようなものは構成されにくいと考えられる。

一方、玉石の分布については、河川に沿って概ねその分布域を検討することが可能である。前述にもあるとおり、旧淀川河川沿いにはコブシ大の玉石が、伊丹丘陵においては、人頭大の玉石が分布するということがわかっている。ボーリング柱状図では、礫層として入力されており、玉石という情報は存在しないため、玉石の分布する地域をデータベースから抽出することは難しい。図-7.9 (カラーの図は口絵写真-3) には第1 洪積砂礫層の層厚と構成粒子を円グラフで示した。礫の割合の多い地域は基本的に大阪市内から北の部分である。これは、淀川水系及び伊丹丘陵を主体とする北摂山地から流出した礫であると考えられる。河川の上流から供給されたと考えると、これらの玉石の多くは生駒山系や六甲山系からの花崗岩、花崗閃緑岩に由来するものか、北摂山系からのチャート、頁岩、砂岩に由来するものと考えられる。データ数は少ないが、図-7.10 (カラーの図は口絵写真-4) には第2 洪積砂礫層の分布も示す。いずれにおいても、大阪平野北部の淀川流域から北側に多く分布することが分かる。

クラッキー粘土は大阪層群下部層に相当する海成粘土

(Ma3~Ma-1) 中のいわゆる層状破碎粘土がこれに相当する。大阪層群が分布する丘陵 (千里丘陵, 泉北丘陵, 泉南丘陵) では、この層状破碎粘土が分布する。

破碎帯は図-7.2に示す活断層の付近を中心に分布する。平野地下では、堆積物が1000 m以上に達するので直接破碎帯はみられないが、生駒山地西側の生駒断層や六甲山地南部の六甲断層には破碎帯が分布する。図中にはこのような破碎帯は、断層の分布のみでなく、断層の周辺に細かな小断層 (派生断層など) が分布することが多いため、施工時には慎重に調査を行うことが望ましい。

7.4 トラブル事例と分布 大阪平野を例に

トラブル発生についてのデータを収集するにあたり、大阪平野を中心にデータ提供を主に公共公益事業の発注機関にお願いして収集を行った。

収集した情報では、トラブル発生箇所を平面図にプロットすることができたが、発生した深度とその地層を正確に把握することは難しく、事例数も少ないので、3次元的に特にトラブルの発生しやすい地層を特定することはできなかった。しかし、それらのうち、前述で可能性を検討した沖積砂層や Dg1 層に関係のありそうな事例をピックアップし、ボーリングデータから推測したトラブルが多く発生しそうな地域と実際に収集したトラブル事例との関係について検討すると、やはりトラブルの発生しやすい地層において事例が発生していることが判明した。以下に、対象地層ごとに報告する。

収集したデータのうち砂層におけるトラブルで比較的発生深度が浅いと考えられるものは沖積層中の砂や礫に関係があると考えられる事例やこれまでの講座 (2章~5章) に示された事例をもとに検討した。

細砂が原因とされる事例は講座第2章に示されるシールドマシンのノーズダウンや第4章に示される片福線工事時の出水 (沖積下部砂層)、大阪駅前第2棟の出水 (沖積下部砂層) がこれに該当する。また、工事が難航したとの情報がある地域については、ボーリングデータベースでその地域の地質情報を検討した。この砂層は「コス」に該当するような細砂であり、工事中に流動化して空洞化を起こすなど、推進工事のマシン制御に苦勞したとのことである。工事場所は図-7.11 (カラー

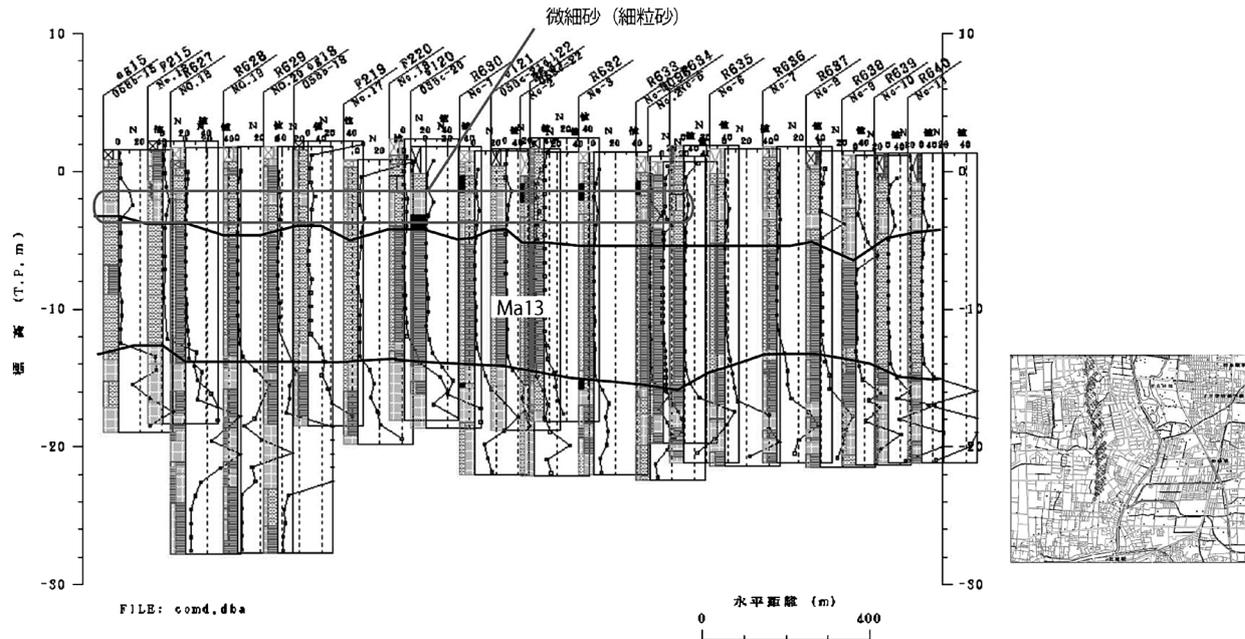


図-7.11 微細砂情報のあった地域のボーリング断面図

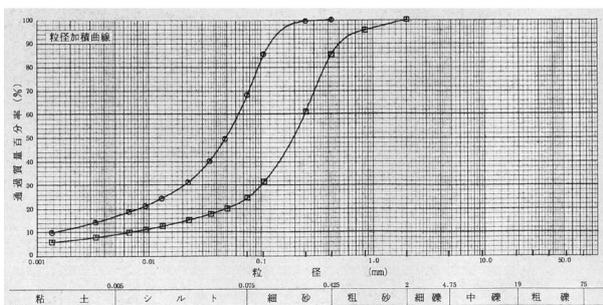
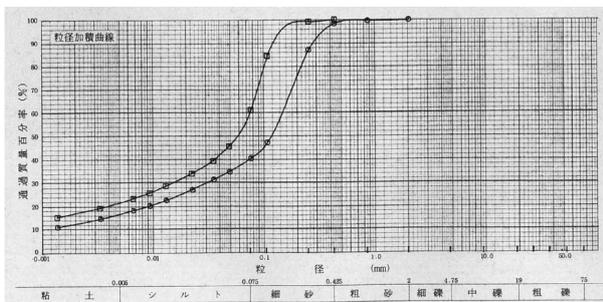


図-7.12 調査地にて微細砂に該当する砂層の粒径加積曲線⁷⁾

の図は口絵写真-5)に示すように、河内平野の北側、大東市～四条畷市に至る地域であり、この部分の断面と工事深度を合わせて検討した。図中のMa13と示す粘土層が沖積粘土層(海成粘土Ma13)に相当する。工事の難航した箇所はGL-4m程度の部分であり、図-7.11では砂層に該当する(四角で示す)。この領域は沖積粘土層の上部に分布する海退時の砂層部に該当する。この部分の粒径加積曲線を図-7.12に示した。粒径0.1mm前後で細粒分が多い場合には90%程度含有する特徴は、細粒部分の砂を主とする砂層であることを示し、微細砂と呼ばれる砂層に該当するものであることが分かる。ボーリング断面図では、この付近には有機質層も含

まれていることを示し、これらの堆積環境は、7.2.1に示した微細砂(コス)にまさしく該当するものである。同様なような工事が難航した事例は、大阪府松原付近などにおいても発生したと聞いており、図-7.5で示す、海退の始まった時期に粘土層上面に堆積を始めた上部砂層に該当し、湾奥部の入り江、特に東大阪の大和川水系に多くみられると考えられる堆積環境に整合的である。よって、このような微細砂によるトラブルは、大阪平野では河内平野で多数報告されている。同様の事象は西大阪の淀川においても、本流から少し離れた地域の場合、流速が低下して細粒分が堆積してトラブルが発生する可能性もあるので留意が必要である。

土留め掘削時の出水等のトラブルはDg1層やDg2層、さらに下部の礫層においても、地下水位が高い大阪平野においては、工事の難易度が高く、トラブルを起こす可能性が高い。特に講座第2章に示される事例には砂礫層(Dg1, Dg2)に含まれる玉石(大礫)による出水やフィッシュテールの異常摩耗や道路の陥没、シールドの胴締めなどが事例として紹介されている。シールドのビット、シールドマシンのカッターのフィッシュテール、スクリーコンベアの異常摩耗が見られた地域は基本的に淀川流域の地域に多くみられ、図-7.9や図-7.10の分布に整合的である。

鋭敏粘土については、各章で示される事例のうち、脆弱な粘土が原因となっている箇所などは、これに該当すると考えられるものも含まれる。近年では、大阪平野東部に限らず、関東平野やその他の地域においても鋭敏性の高い粘土が存在することが報告されている。よって、鋭敏粘土についての留意は、大阪平野のみにとどまる問題ではない。

異物の混入層は、講座第2章の事例にも示唆されているが、直接的な要因かどうかは特定されていない。

Mixed face地盤は、講座第2章や第3章、第4章、

第6章に示されるように、2層の異なる地層を掘削するために発生したトラブルの事例が示されており、第3章の事例1などがこれに該当する。また、第5章に示された、直立した地層についても、工事中においては次々と粒度や強度の異なる地層が出現するため、Mixed face地盤として捉えられる。

破砕帯において発生したトラブルは講座第5章に示される事例が該当する。岩盤中の破砕帯は頑健な岩石中に亀裂状に破砕帯が分布することから、水みちになりやすくより風化変質を促進させる可能性も高い。そのため、地盤強度が極端に変化するだけではなく、地下水の流路として出水のトラブルも伴うことが多い。

特殊土において発生したトラブルは講座第5章に示される事例のほとんどがこれに該当する。火山灰質土(シラス)や溶岩、火砕岩、膨潤性粘土や2種の花崗岩が接触する境界部など特殊な地質境界部によって発生したトラブルである。いずれにおいても、これらの地質境界を事前調査において十分に把握しておくことが必要である。

7.5 まとめ

トラブルの多い地盤の特徴は非常に脆弱であったり、流動性が高かったりなど、いくつかの性質が見受けられる。それらの特異性から“特殊”とされがちではあるが、このような地盤の特徴は、堆積時あるいは構成時に起因するものであり、生成環境(堆積環境)を知ることによって留意すべき点が明確になる。

トラブルを発生しやすい土質を列挙すると以下の地層や地質構造が該当する。

- 微細砂
- 大礫(玉石)
- クラッキー粘土
- 鋭敏粘土
- 異物混入地盤
- Mixed face
- 破砕帯

- その他の特殊土(高有機質土、火山灰質土など)

これらの地層は、地域ごとに特徴的に分布するが、場合によっては局所的な分布を示す場合もあり、工事を計画する場合は、まず最初にその地域の地質学的な変遷を検討し、これらの要素が隠れていないかについて事前検討をすることがトラブルの回避にもつながると考えられる。さらに、事前調査や施工時の確認ボーリングなどについては、十分な地質調査を実施し、適切な判断を行えばトラブル土質かどうかの判断は可能であると考えられる。そのためには、得られた地質情報から的確に地層を判断し、側方の類似地層への対比、断面図の作成に問題点がないこと、トラブル発生の要因となるような地質がそこに存在しないかを判断することが重要である。そして、リスクの高い地層が発見された場合、どのように対処すべきかについて判断できるレベルの高い技術者を育成しておく必要がある。

近年は事前調査経費が削減される傾向にあるが、工事中に発生するトラブルなどのリスクを回避するためにも、計画時にはこのような要因となる地層について十分に留意し、事前調査によって対象とする地盤条件を的確に把握することが必要である。

参考文献

- 1) 大林組土木本部技術部：工事現場用語集(土木篇)，1970.
- 2) 碎屑性堆積物研究会：堆積物の研究法，地学団体研究会，377p，1983.
- 3) 大嶋和雄：海峡形成史Ⅱ 海底堆積物からの検証，地質ニュース，pp. 30～39，1976.
- 4) 土木学会：トンネル標準示方書シールド工法・同解説，2006.
- 5) KG-NET・関西圏地盤研究会：新関西地盤—大阪平野から大阪湾—，pp. 296+66，2007.
- 6) 趙 哲済・松田順一郎：「河内平野の古地理図」『日本第四紀学会「大阪100万年の自然とくらし」普及講演会資料集』口絵，2003.
- 7) 大阪府東部流域下水道事務所：寝屋川流域下水道大東(二)増補幹線土質調査委託報告書，2000.