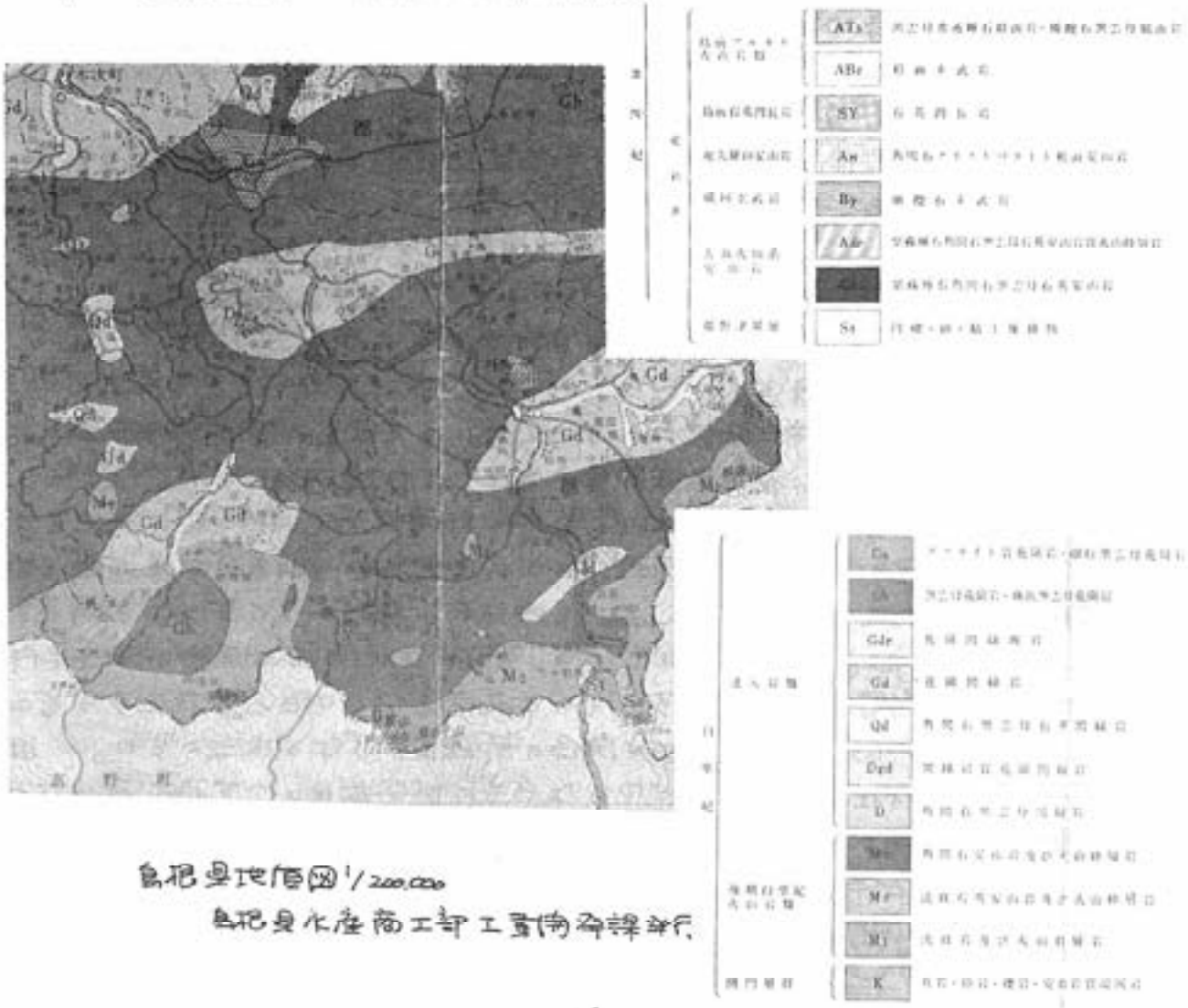
花崗岩地帯の土工の諸問題

桶井三千勇

1．まえがき

本文は仁多・横田を中心とする花崗岩地帯について、開発行為又は道路・林道等の建設工事を計画実施する上で問題となる事項について整理したものです。　一口に花崗岩地帯といってもそこに出てくるものは花崗岩のみでなく、黒ボク・スカミソ等の火山灰質土があったり、谷には湿地帯があり以外に深い軟弱地盤が形成されている場合もあります。　又花崗岩の中にも別の岩石が貫入している場合とか、断層により花崗岩にズレを生じ弱化している部分もあります。　これらの地盤条件が、開発行為により新たな条件に置きかえられる時に力学的な弱線を作り出し思わぬ事故災害につながる場合がまいのがあります。　ここではまず仁多横田地方の花崗岩地帯の地質を土木応用地質的な観点から整理し、次にこれらの地帯で今までに発生した事故・災害等問題点につき考察を加え今後の参考の資料になればと考える次第です。

2．仁多横田地方の地質の土木的特徴



島根県地質図 1/200,000
島根県企画商工部工業開発課発行

地質図でわかる様にこの地帯は白亜紀の並入岩類である黒雲母花崗岩及び花崗内緑岩がその大部分をしめる。広島県境附近の烏帽子山から三井野原三国山へかけての山体では後期白亜紀火山岩類である流紋石英安山岩が分布する。横田町北側の山頂には第四紀更新世横田玄武岩が熔岩台地を形成している。これらの山体をぬって斐伊川が侵蝕・堆積を行い三成・横田を中心として谷底平野を形成している。この谷底平野には部分的に河岸段丘をともなっている。

黒雲母花崗岩と花崗内緑岩

一般に花崗岩と総称されているものであるが、黒雲母花崗岩は石英、斜長石、カリ長石、黒雲母を主成分鉱物とし、花崗内緑岩は上記鉱物の外に角内石を含んでいる。両者の主な違いは図-1、図-2で示した様に花崗内緑岩の方が斜長石を多く含んでいる点である。斜長石は風化作用を受けて粘土鉱物のカスリン鉱物になり易い。地質図をみると横田町から日南町へかけての丘陵地及び亀嵩から西比田、東比田へかけての丘陵地はいづれも花崗内緑岩でありこれらのゾーンにかこまれる玉峰山～猿隠山、及び亀嵩北側の鍋坂山～三郡山の山地は黒雲母花崗岩で風化に対する抵抗性を明確に表わしている。

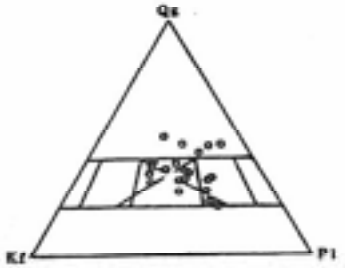


図-1 花崗岩質岩石(N)の石英(Qz)
－カリ長石(Kf)－斜長石(Pl)関係図

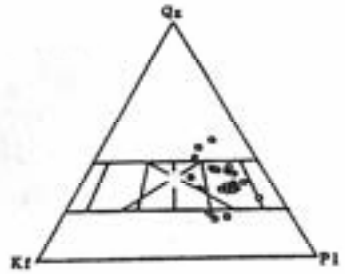


図-2 花崗岩質岩石(N)の石英(Qz)
－カリ長石(Kf)－斜長石(Pl)関係図

貫入岩、断層、節理

これらは花崗岩体の内部の強度に影響を持つ地質的要素と云うことが出来る。

貫入岩とは、花崗岩中に脈状に入り込んでいる火成岩で巾5cmから数mにおよぶものまである。花崗岩体の貫入岩としては煌斑岩が多い。これらの貫入によりその境界部では熱水による変質作用をうけ、花崗岩の劣化を来していることが多い。断層と節理はいづれも岩石中の割れ目でその面に沿って移動が起ったものが断層fault と呼ばれ、移動がなく単に口を開いているものが節理joint と云われている。節理は花崗岩生成時の温度条件又は断層作用の影響により発生するもので花崗岩体には殆んど存在するものと見なされる。一般に三組の共やく関係の節理系よりなる場合が多い。断層も以外に多く存在し、ほとんど巾のないものから数mの巾を持ち角礫状の断層礫を持つものまで規模は色々である。

これらが花崗岩体に複雑に入り込み切取作用又は構造物の載荷作用等の荷重変化に対して非常に危険な弱線となることがある。

火山灰質土

火山灰質土としては、一般に"黒ボク"・"ヌカミソ"等と呼ばれているものである。第四紀三瓶山の噴火により火山灰が偏西風によりその東側に堆積したものである。一般に谷部分に厚く堆積している。又谷部分の田部地下に堆積している場合には軟弱地盤を形成している場合がある。

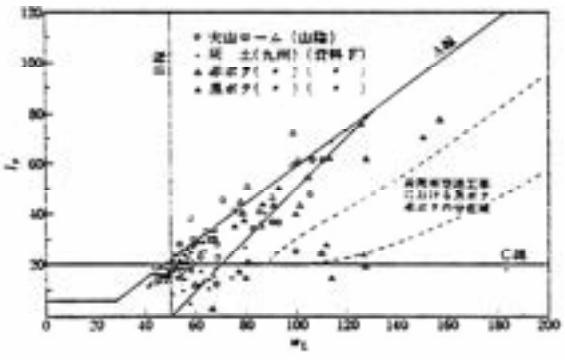
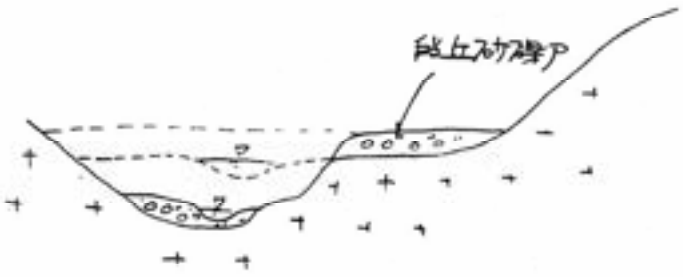


図-2-5 火山灰質粘性土の塑性図上の位置（その2）

段丘砂礫層・崖錐（崩積土）

今から1万年～200万年前の時代を洪積世と呼ばれているが、この時期は海水面が、現在より100m高く、従って河川も現在の高さより高い位置にあった。海水面の低下に伴って当時の河川礫層は侵蝕されるが、河川の屈曲部などでは、侵蝕されずとり残されたところも見受けられる。これらの洪積世の礫層を段丘礫層と云われている。



又谷部分では、くずれて円錐状に堆積したものもよく見かける。これを崖錐又は崩積土と呼んでいる。角礫を主体としたものを崖錐、土を主体としたものを崩積土と区別している。

沖積世の新しいものは、谷地形に発達することと地山と斜面勾配が変化していることで容易に識別することは可能であるが、洪積世の崖錐は規模が大きいこと、現在の地形と無関係に発達していることなどから判別することが困難な場合が多い。

軟弱地盤

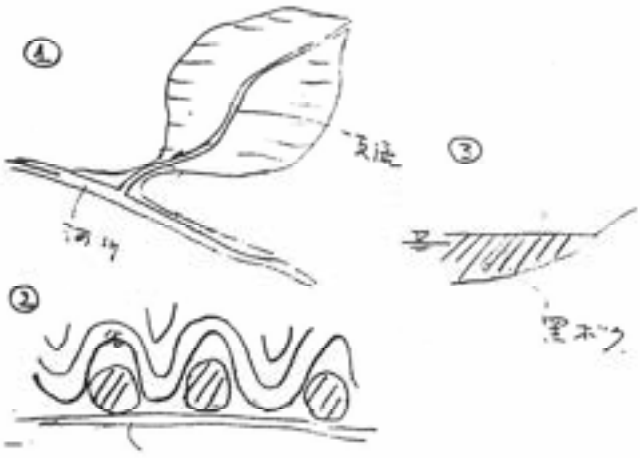
一般に軟弱地盤と云えば、松江・出雲等沖積平野に発達したものを云っているが、山間部でも規模は小さいが発達している場合があり工事に重大な支障を及ぼすことがある。

図に示す様に3ケースに分けることが出来る。

① 河川の支流で洪水時 河口を閉塞されて細粒粘土が堆積した平坦地

② 河川が山裾に接近しているところで草が茂った様なところ

③ 黒ボクが堆積し地下水が高いところ



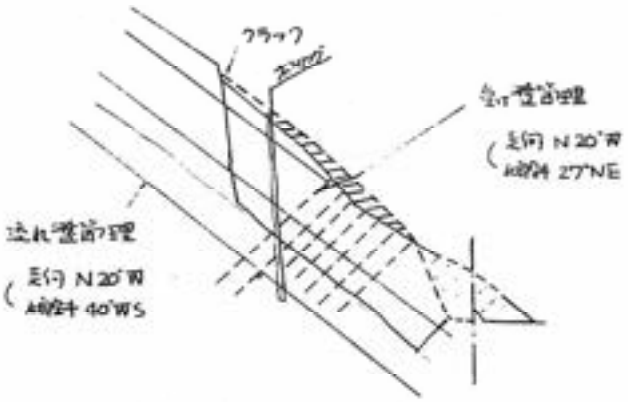
3．計画設計にあたっての留意点

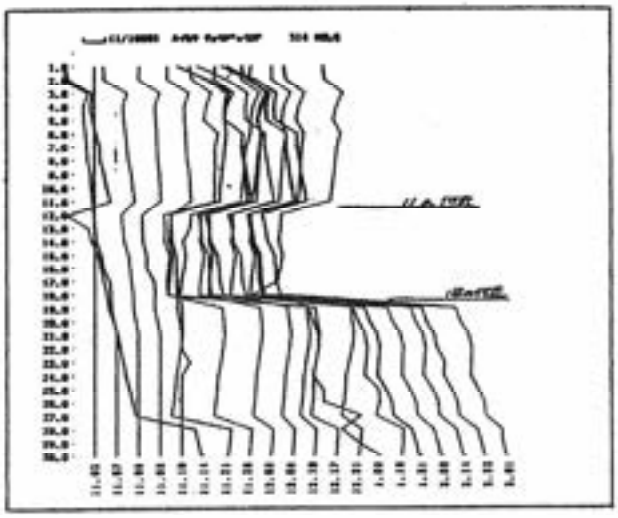
切取により発生する地すべり・崩壊・落石

切取行為により岩盤は除荷応力により岩盤内の弱線にそい破壊を起す。その規模の大小により地すべり・崩壊・落石と分けて取扱っている。

花崗岩ではこのいづれも節理に支配された場合が多い。

1) 国道314号線（西日登地内）岩盤すべりの例



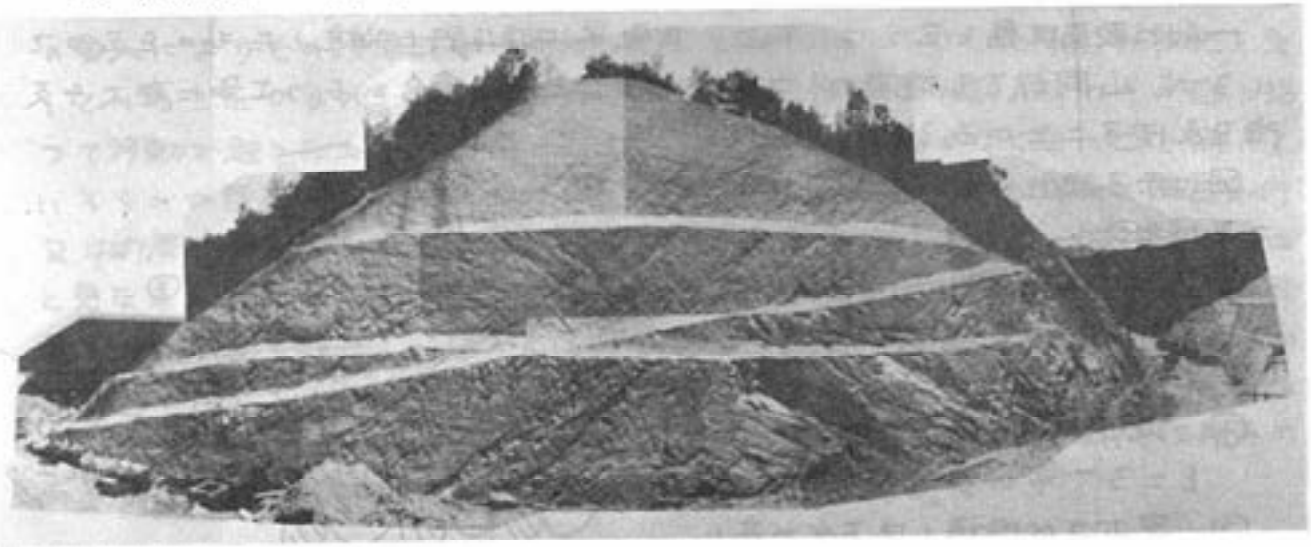


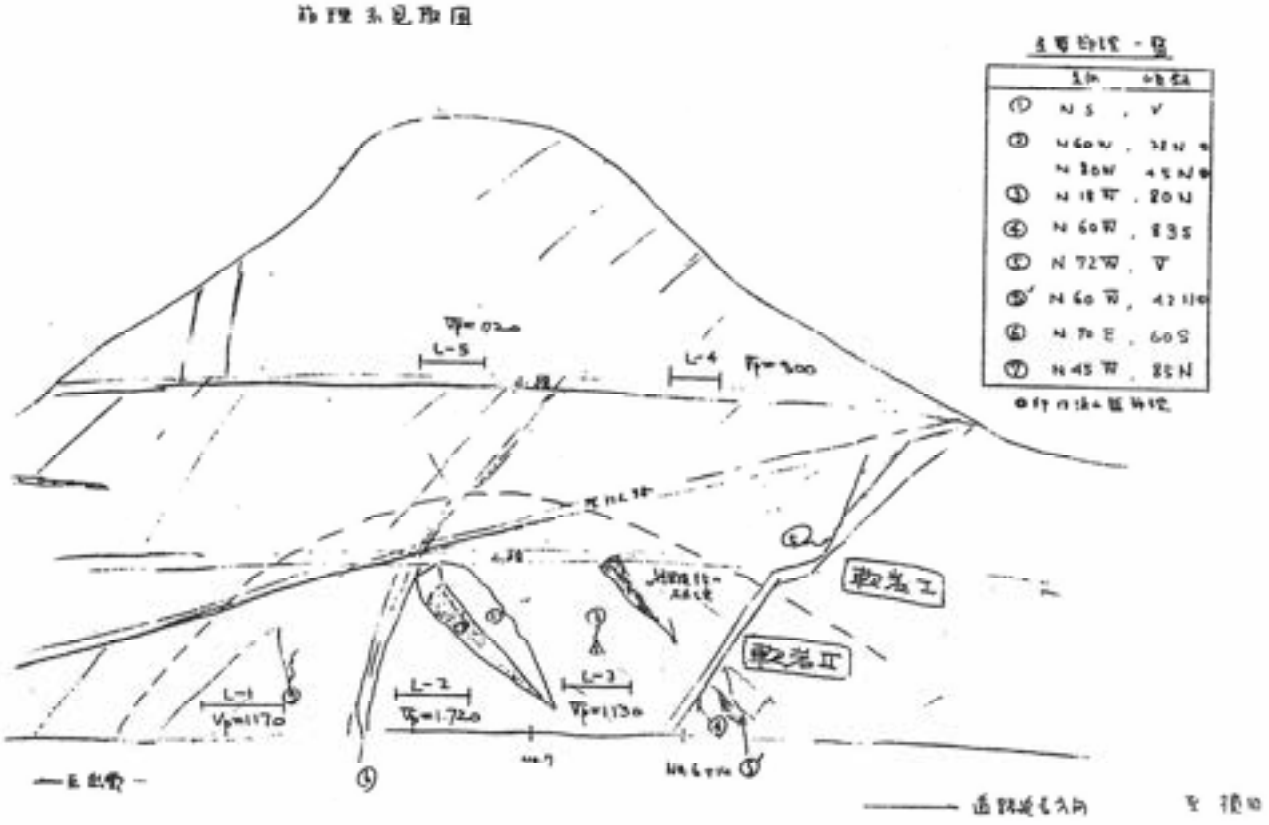
昭和55年7月災害箇所で道路への災害としては崩土のみであったが背面斜面に滑落崖が連続して危険な状態であった。

すべり面は斜面に並行する節理面でこれが道路面より低い位置にあるために一見に落ちなかったものと思われる。この様に切取りによる除荷，降雨による間隙水圧の上昇が最も不安定な節理面をすべり面としてすべりを発生させる。すべりの状況はボーリング孔に設置されたヒズミ計により計測されるが図の様にすべり面でシャープに切れそれ以上の岩塊は一様に移動していることを示している。

岩盤の切取を行う場合、節理系を調べ流れ盤となるかどうか調査しておく必要がある。特に切取高が20m以上となる場合にはわずかな弱線が崩壊につながる場合が多い。

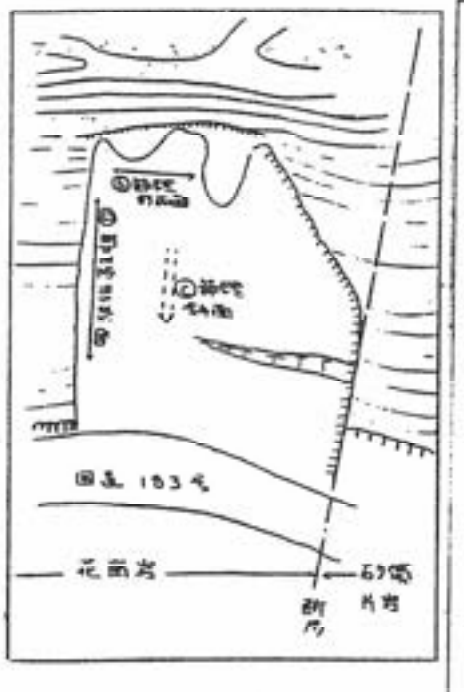
2) 破砕岩の小崩壊例（国道314号福田町大曲地内）





花崗岩系岩の典型的な風化状態を示す法面で弾性波測定結果から切取面の中心部が軟岩II、外周部が軟岩Iとなっている。軟岩IIに当る部分で法面内での小崩壊が発生している。軟岩Iの部分では節理面は風化により目立たなくなりかえって安定している。

3) 国道183号(祖母辺内)落石の例



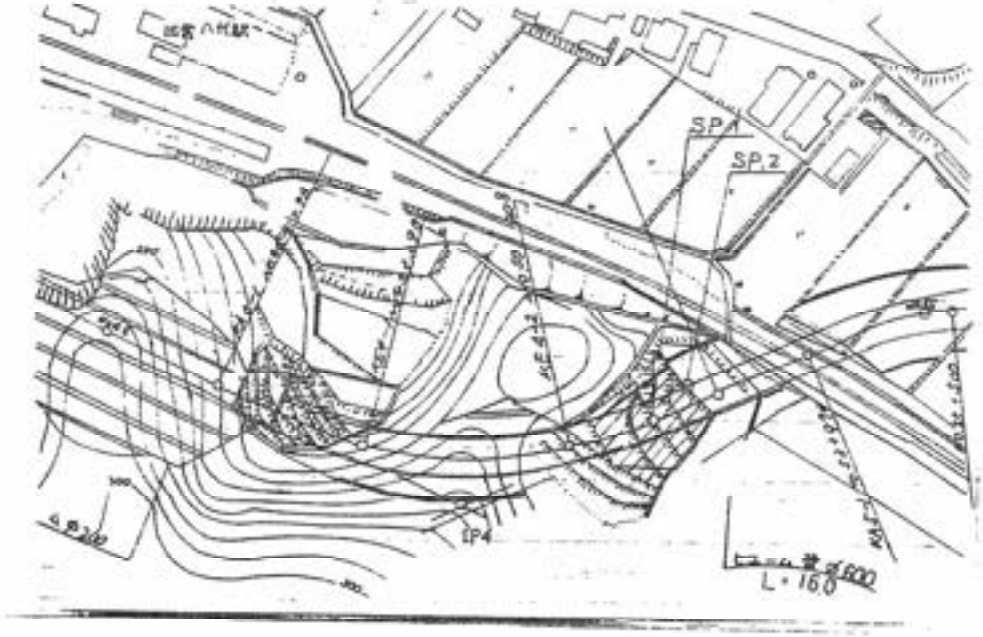
鳥取県根雨町で昭和50年3月に発生した落石現場である。車用車が大破し問題となった。過去に大崩壊を起した斜面上部に残留していた岩塊が流れ盤の節理面に沿って落下したものである。冬期に節理面に入った水が凍結し節理面を押し広げ融解時に落石となったものである。

節理の多い岩盤の切取は節理にのる落石を取除くことが重要である。

軟弱地盤への盛土と構造物の基礎

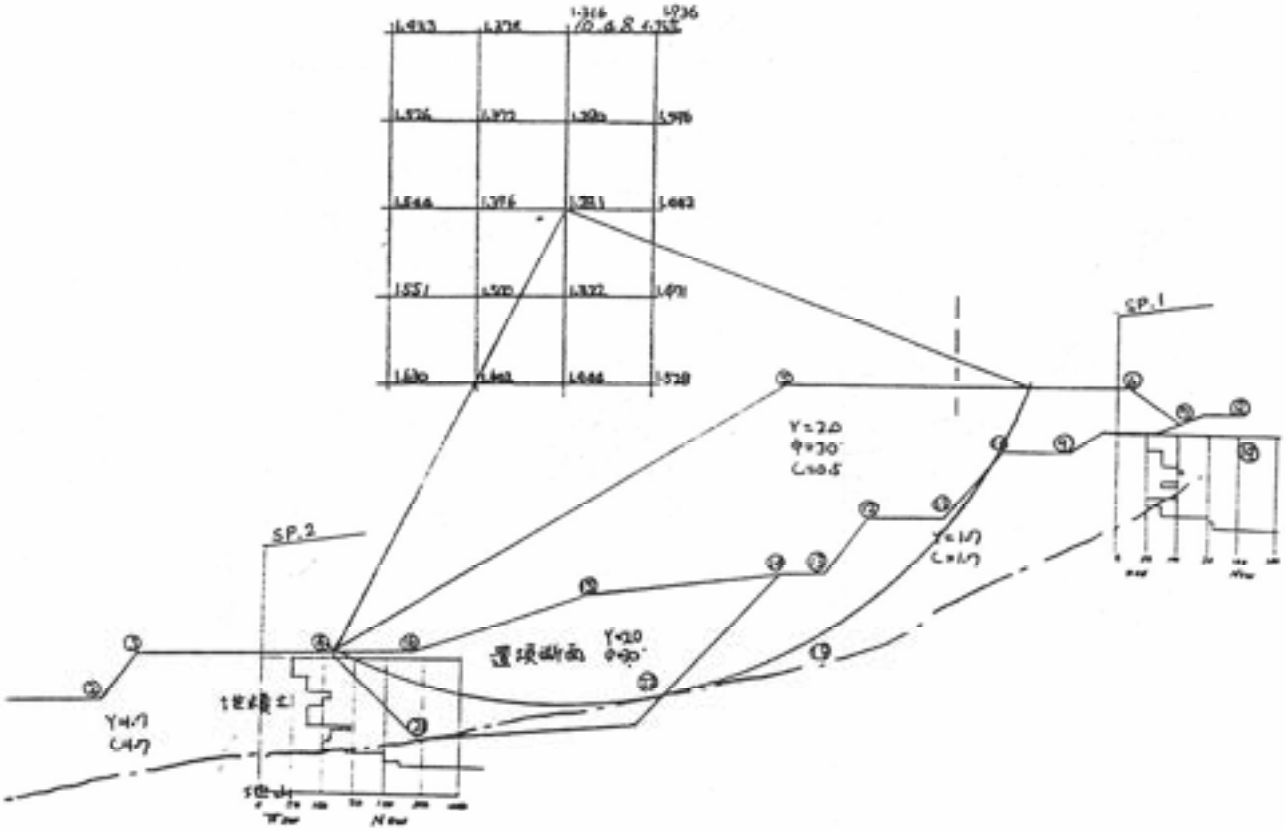
軟弱地盤へ盛土をする場合でも構造物を設置する場合でも，一番重要なことは軟弱地盤であることを設計段階でより早くキャッチしておくことである。大抵の場合 盛土を行ってすべりを起したとき 又は施工が優いたときに見がつくと云うことが多い。早期発見が重要である。

1). 軟弱地盤への盛土例（大東仁多線八代地内）

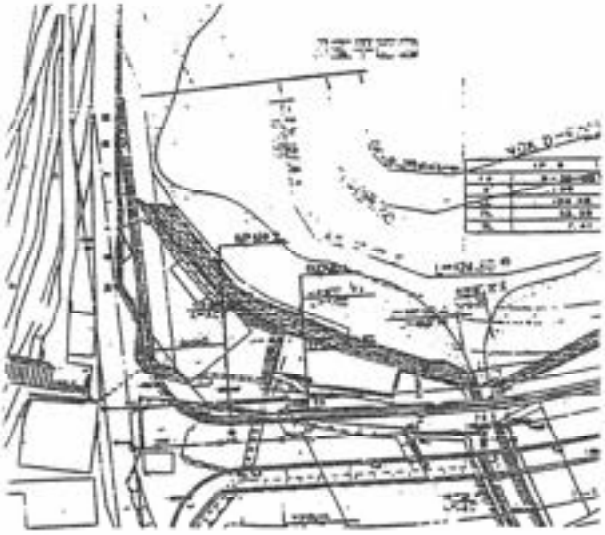


平面図に示す様にわずかの谷地形に軟弱地盤があるものである。サウンディング調査により容易に発見出来る。又対策もサウンディングの結果で十分適用的である。

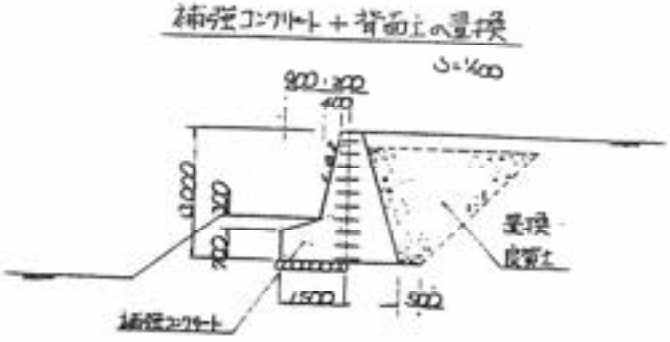
盛土之動面の検討



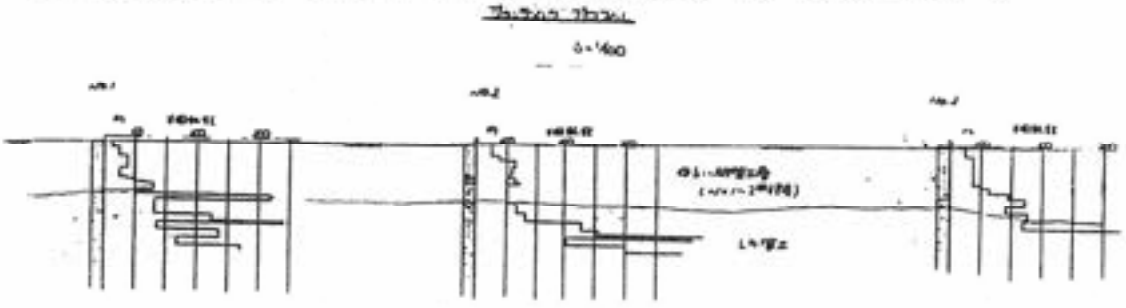
2) 擁壁基礎の支持力不足の例（本町上三成線）

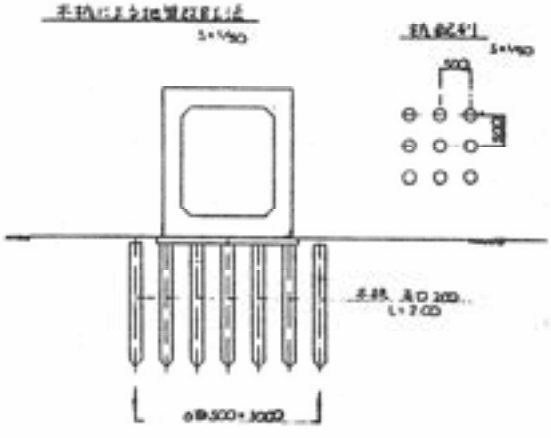


妻伊川が屈曲する堆積層で一般に砂礫層が予想されるところであるが N＝4～6 回のルーズな砂層が堆積していた。小規模構造であるが支持力不足のために前側に傾斜し図に示す補強工法を行った。



3). 軟弱砂層上に設けるボックスの基礎（牛ヶ首線吾田町）



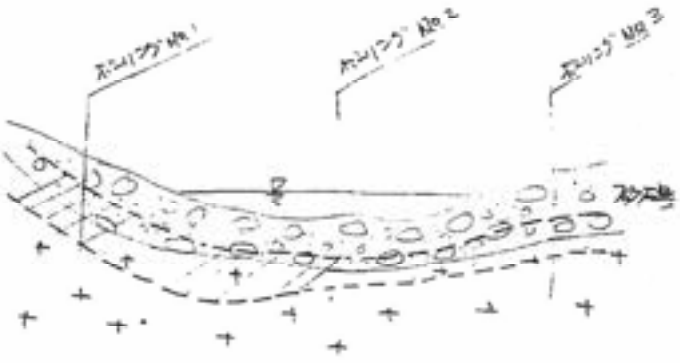


吾田町から民谷へ通ずる道路で標高450mの狭い谷であるがルーズな砂層が堆積している。木杭を打ち込み地盤を締固めて N＝10 回程度に改良した。

橋梁基礎の岩盤の性状

橋梁を計画する場合、一般に橋台・橋脚の位置にボーリングを1本行うのが普通である。その結果から橋台・橋脚を設計するわけであるが、調査結果を見る上で山間部の場合特に次の点に留意する必要がある。

1). 岩盤に起伏があることを念頭におくこと。



一般にボーリング結果は断面図に表わし、岩盤線は調査結果から岩盤上面を適当に結んでいる。しかし実際には岩盤には起伏があり中があるはずである。

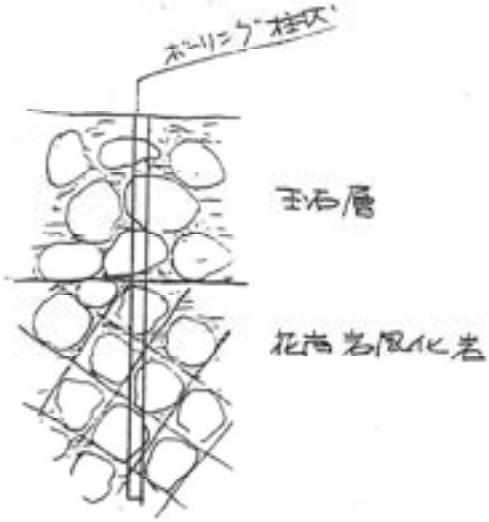
この起伏の中は周りの地形からある程度読むことが出来る。

2). 礫・玉石と基盤と間違っていないか疑ってみる。

図に示す様に花崗岩地帯では玉石も花崗岩のみであり玉石層も風化岩も柱状図だけでは全く判別がつかない場合が多い。

玉石層とするか、基盤とするかで対策も大きく変る場合があるため十分注意する必要がある。留意点は次の通り

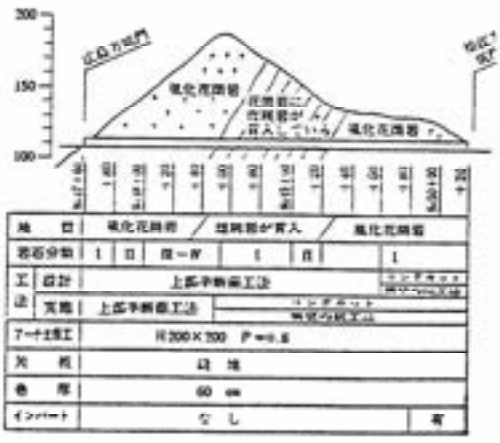
- 現地踏査を行う。玉石層がある地形か大局的に状況を把握する。
- コアー中に異質の岩石がないか。
- マトリックスに粘土・木の根等がないか



貫入岩及び断層と土工

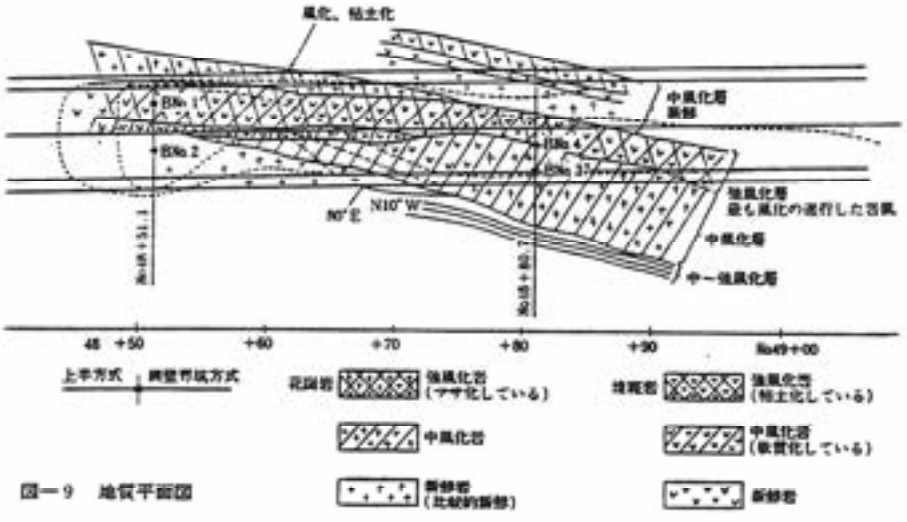
貫入岩も断層も切取又はトンネル等の応力解放にともない大きな弱点となる。次に花崗岩中の貫入岩及び断層が、土工に問題を起した例を挙げる。

1). 貫入岩（煌斑岩）による トンネルの盤ぶくれ（口道54号粟原トンネル）

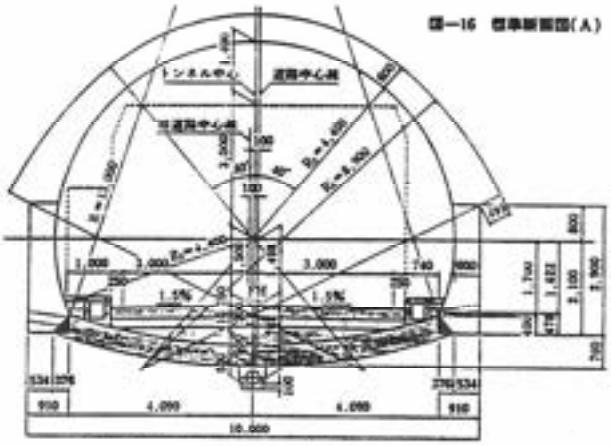


粟原トンネルは三刀屋町にあり昭和43年～44年にかけて施工されたものであるが昭和53年頃から舗装版の上昇現象がみられ昭和55年補強工事が行われた。

施工時に中央部分を中心に煌斑岩の貫入が多く見られた。トンネル内からの調査結果から盤ぶくれを起している部分は、煌斑岩の部分であった。



図ー9 地質平面図



図ー16 標準断面図(A)

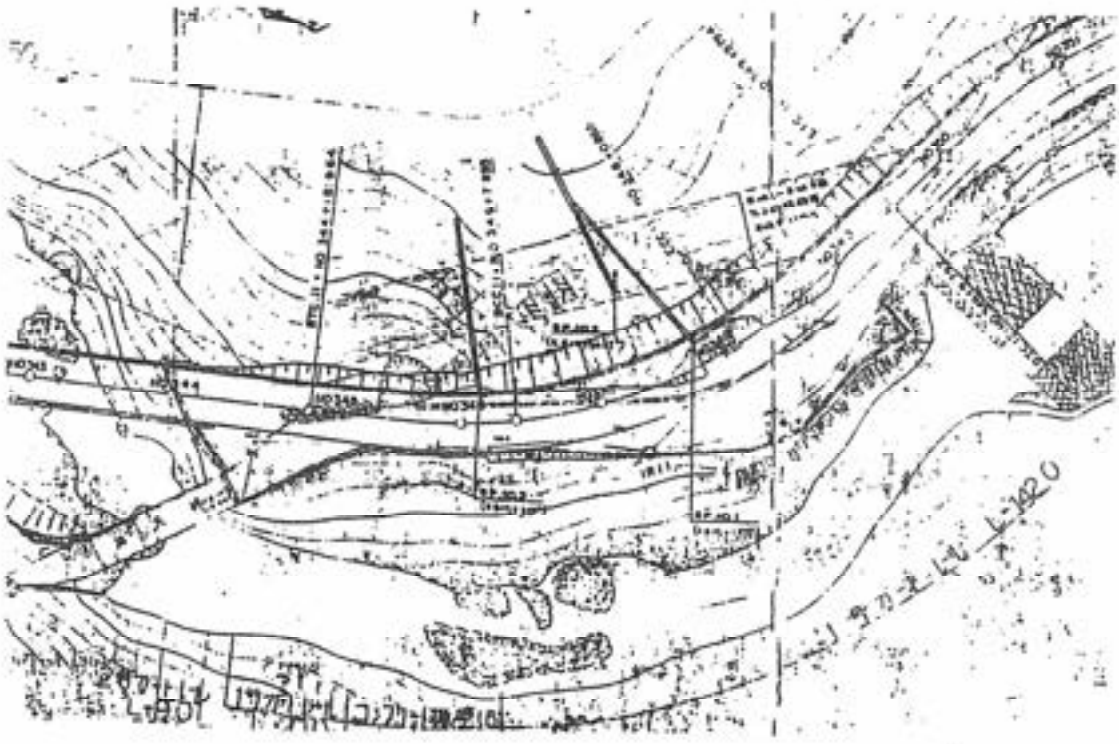
煌斑岩は粘土化し含水比22～30%と高くモンモリロナイトの含有量が多く、吸水による膨張が著しい岩である。

周辺の花崗岩も貫入時の熱水化作用を受け変質劣化している。

これらの盤ぶくれ現象は、□鉄木次線下久野トンネル(ヘイヤー下久野間)でも見られ側壁が30cm押し出されたとされている。

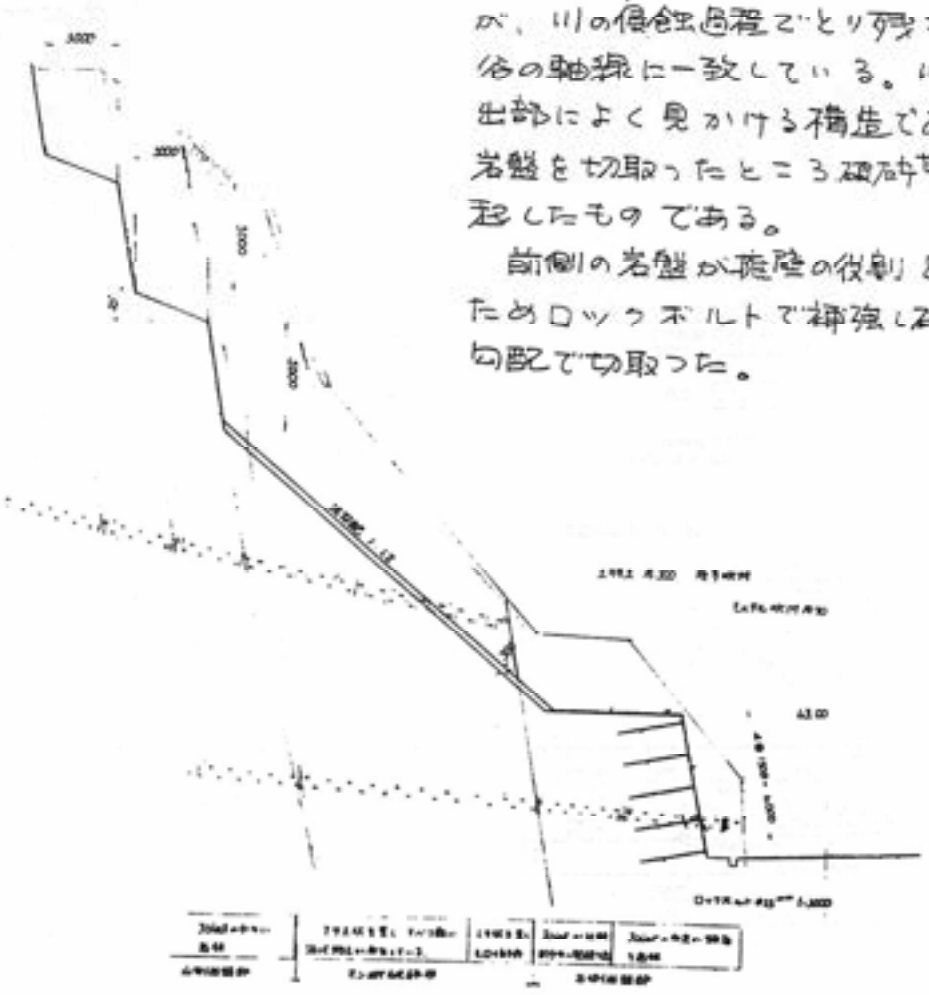
栗原トンネルの補修工法としては図に示す様にインバートの新設がなされている。

2) 断層破砕帯の崩壊(県道米子石見新見線生山地内)



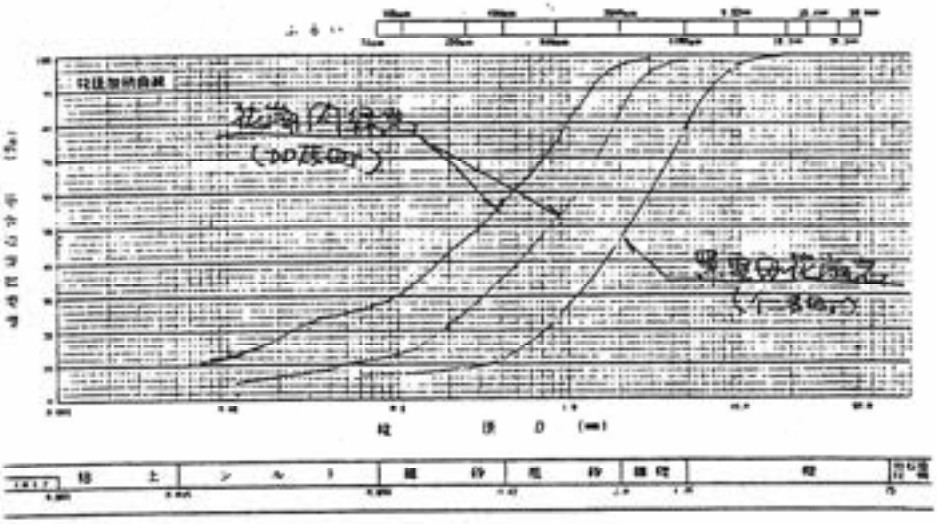
白野川の谷を形成している断層破砕帯が、川の侵食過程でとり残された部分で谷の軸線に一致している。川に沿った突出部によく見かける構造である。前側の岩盤を切取ったところ破砕帯内で崩壊を起したものである。

前側の岩盤が施壁の役割となっているためロックボルトで補強し破砕帯は安息勾配で切取った。



マサ土の土工上の注意点

マサ土と云えば、まず盛土材として良質土とされている。しかし黒雲母花崗岩と花崗内緑岩という岩質上の相異、風化の程度等により土工上同一と見なすことには危険な場合が多い。図は二つの土取場の最も良質な材料と本次造工団地造成時、地山から採取した花崗内緑岩の粗粒なものと細粒なものの代表的資料である。



基準的に0.074mm以下が10%以内であれば良質土、20%を越せば不良土と云える。

4. あとがき

仁賀・稲田町を中心とした花崗岩地帯について、今まで私がとり扱った事例を中心にエエの問題点、留意点をまとめてみました。何しろ浅学な身故、不十分ではありますが、現場技術者の立場でこれをベースとして、更かし問題点を提起して行きたいと考えております。