

ジオフォーラム

2007 in 静岡

「地質リスクに対する事例と提案」
〔発表プログラム〕

●10:00~10:05 開会の挨拶 (静岡県地質調査業協会会長)

午前の部

●10:10~10:35 「軟弱地盤における鋼管ソイルセメント杭基礎について」
静岡市建設局道路部道路整備第1課 前田 浩二

●10:35~11:00 「地質リスク～断面図を例として～」
(株)富士和 小柳津 篤

●11:00~11:10 休憩

●11:10~11:35 「舗装補修時のCBR調査における既設改良層の取り扱いについて」
(株)シーベック 川口 剛弘

●11:35~12:00 「切土法面ボーリング調査の一手法について」
(株)中日本コンサルタント 大畑 文昭

●昼休み

午後の部

●13:10~13:35 「地すべり発生時のリスク回避体制の構築例」
静岡県志太機原森林事務所 池谷 元

●13:35~14:00 「法面対策における地質調査の関わりについて」
(株)建設コンサルタントセンター 渡邊 訓行

●14:00~14:15 休憩

●14:15~15:50 特別講演 京都大学防災研究所 釜井俊孝教授

●15:50~16:00 (社)斜面防災対策技術協会 挨拶

特別講演 14時14分~15時50分
京都大学防災研究所 釜井俊孝教授

●開催日:平成19年9/21(金) ●開催時間/10:00~16:00 ●参加費/無料

●場所:しずぎんユーフォニア 静岡市葵区追手町1番13号 アゴラ8階

●問合せ:静岡県地質調査業協会 Tel:054-247-3316 Fax:054-246-8011 担当:柴田

●主催:静岡県地質調査業協会 / (社)斜面防災対策技術協会中部・静岡県支部

●協賛:静岡県道路協会 / 全国治水砂防協会静岡支部

●(社)建設コンサルタント協会(建設系CPD協議会) 認定プログラム ※当日は登録カードまたはCPD登録番号を持参ください。

ジオフォーラムin静岡の歩みと今年サブテーマ「地質リスク」

静岡県地質調査業協会技術員会

ジオフォーラムは、皆様のご支援に助けられ、平成13年の第1回から今年で第7回を迎えるに至りました。これまで、我々地質業者の発表と官公庁技術職員様の発表とコラボレーションを重ね、また各方面より数多くの方々が参加聴講され、活発な質疑応答が行われる中で、当初の目的であった「若手技術者の交流」は一定の成果をもたらしたものと自負しております。

ここで、これまでのジオフォーラムの歩みをご紹介しますと共に今年サブテーマである「地質リスク」について補足したいと思います。

ジオフォーラムの歩み

- **第1回 2001年(平成13年)** 県土木部の挨拶から始まった。…
質問：RQD評価の仕方が大きく地山評価すなわち設計工事費に反映するが…
回答：定義としては、亀裂面中央部間のコア長である。RQDは本来、塊状岩盤の亀裂評価を目的として考案されたものであり、層状岩盤への適用は必ずしも妥当ではなく、地山評価においては、RQDのみに依存しないよう留意する必要がある。
- **第2回 2002** ワーキンググループを発足して、新たな活動が開始された。
質問：玉石の大きさをボーリングで判断するが、コア径の3倍でよいか？
回答：3倍を基本とするが、様々でもあり5倍程度のものもある。供給河川の堆積礫径に留意する
- **第3回 2003** 「実務技術者のための地盤調査とその評価」副題を設け、パンフレットも充実…
特別講演は、のり面の大家、奥園先生(現九州産業大、元高速道路技術センター顧問)を迎える
- **第4回 2004** 「事例に学ぶ」発表原稿のCD配布
質問：都市型災害の熱海錦ヶ浦地すべりでは地山変位を用いた規制・非難等レベルをどう設定したのか？
回答：一般的な「2.0mm/hr、連続2時間継続」で道路規制・避難体制とした
- **第5回 2005** 「地質調査の役割」
静岡大学土屋教授を技術顧問に迎え、技術委員会は一段と充実
この年、業界技術者20名が中越地震被災地を訪れ、その調査結果ダイジェストを報告
- **第6回 2006** 「施工に伴う地質現象」ジオフォーラムの新たなあり方を模索
県砂防室よりSH式簡易貫入試験の紹介がありました。我々地質調査の関わりが大きくなる方向の発表であり、今後の調査技術の進展開発に期待がもてました。

地質(に関わる)リスク

- 地質リスクとは、コスト構造改革において、地質問題が「事業コスト損失」の要因となるが、地質調査結果が、「不確実性を有する」ことに対し、「地質リスク」が存在するという考え方
- 地質リスクの問題と現状
 - ①地質は、「予見しがたい条件」とみなされている
 - ②地質技術者の技量の不足による失敗と本来の避けがたい地質素因との区別が不明確
 - ③事件(事故)の発生がリスク対応の始まりとなっているが、コスト影響度が大きい
 - ④コスト影響度に関する情報不足が原因で地質リスクへの対応の仕方が体系化できていない
 - ⑤地質技術者の関与が断片的である
- 地質リスクマネジメントの課題
 - ①概念・体系が不明確
 - ②地質リスクに係わるデータが不足
 - ③リスク計量化手段が未確立
 - ④地質リスクを扱う地質技術者の位置づけが不明確である

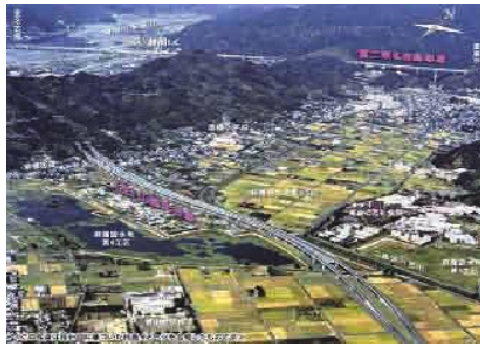
～(社)全国地質調査業協会連合会「コスト構造改革における地質リスクのマネジメントの提案～より引用・修正

軟弱地盤における鋼管ソイルセメント杭基礎について

静岡市建設局道路部道路整備第1課 前田浩二

1 概要

静岡市では現在、第二東名自動車道へのアクセス道路として、第二東名自動車道(仮)静岡ICを起点とし、賤機山をトンネルで貫き、葵区加藤島に至る延長3.6kmの自動車専用道路を整備している。本路線はトンネル部を除きほとんどが高架であり、下部工基礎は礫質土層である賤機山以北(下地区)は場所打ち杭、軟弱地盤である賤機山以南(麻機地区)は鋼管ソイルセメント杭を採用している。以下に鋼管ソイルセメント杭基礎についてまとめる。



写-1 第二東名アクセス 完成イメージ 麻機地区 ▶

2 経緯

当路線の下部工基礎は、施工条件や経済比較などから全て場所打ち杭を採用していた。ところが、平成14年3月道路橋示方書・同解説の改訂において、杭基礎の新工法として「鋼管ソイルセメント杭(鋼管ソイルセメント杭含む)基礎」の規定が加えられ、又、軟弱地盤における橋脚の鋼管杭(鋼管ソイルセメント杭含む)基礎に限り、水平変位の制限の緩和が可能となった。従来は杭径の1%または15mmに代わり、杭径の4%程度までの緩和規定が適用され始めていた。この改訂に伴い、基礎杭を再検討したところ、軟弱地盤である麻機地区において鋼管ソイルセメント杭は、水平変位の制限の緩和により杭本数が減じられ、経済比較で場所打ち杭より優位となった。この結果、麻機地区の下部工基礎は鋼管ソイルセメント杭を採用している。

鋼管ソイルセメント杭は原位置土とセメントミルクを攪拌し造成したセメントソイル柱にリブ付鋼管を建て込む工法であり、ソイルセメント柱を造成した後に鋼管を建て込む後沈設工法と、ソイルセメント柱造成と同時に鋼管を建て込む同時沈設工法がある。原位置土攪拌によるソイルセメントと鋼管を鋼管の外面に設けられたリブにより一体化し、鋼管の支持力を生かそうとするものであり、鋼管径や鋼管厚は、杭体応力や水平変位、モーメント、負の周面摩擦などによって決定する。麻機地区の支持層は深く、杭長は約50mとなる箇所もある。

杭体積の約60%の原位置土がセメントソイル柱となり、約40%の原位置土は泥となって排出される。排出された泥土は排泥ピットに一時貯留し、ある程度硬化させた後ダンプトラックで運搬処分する。この排泥ピットを始め、鋼管の資材置場、セメントミルクを製造するプラント、施工機械の分解・組立をおこなうためのヤードなど、十分な作業ヤードの確保が必要な工法である。

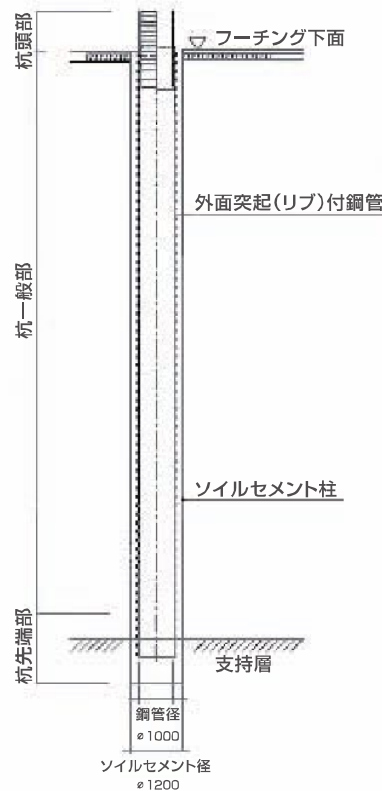


図-1 鋼管ソイルセメント杭構造図

3 おわりに

現在、鋼管ソイルセメント杭を基礎とした麻機地区の下部工は全31基中26基が完成している。残る5基の杭も支持層が深く困難な施工が予想されるが、早期完成を目指していきたい。

地質リスク～断面図を例として～

(株)富士和 小柳津篤

1 地質調査に起因するリスクとは？ 調査・設計・施工段階のうち、調査段階に起因するものを挙げてみる。

(1)危険側(楽観的)の評価によるリスク

例)地すべり機構(土塊やすべり面)の見落とし、地盤沈下、盤膨れ、ボイリング、ヒーピング、液状化、水資源・地下資源埋蔵量の過大評価など

(2)安全側(悲観的)の評価によるリスク

例)礫や玉石による施工障害、掘削量・杭長の増大、岩盤の掘削障害、排水障害など

全ての調査は、設計・施工時の数量の算出を主な目的とする(ボーリングや現位置試験、室内試験、物理探査等)。これらのうち、地質推定断面に基づいて算出・設計される数量が根拠となることが少なくない。これは、発注機関(官庁・民間)を問わない。

業務中に、絶対的な地質情報量の不足に関わらず、断面図の作成を求められることが一般的になりつつある。

例)ボーリング本数に見合わない多数の断面図作成や、ボーリング箇所以外での断面図作成など。

地質断面図は解析として実施される。しかし、作成に当たっての精度や、個人差は当然生じる。同じ調査を実施した場合でも、設計や施工に相違をもたらすものは、地質リスクと位置づけることができる。

2 情報量による断面図の相違

本発表では、いくつかの作成環境を設定し、各環境での断面図作成例を整理する。

(1)柱状図(土質記号・N値のみ)……………図-1の断面図上

(2)補足調査、露頭状況、地形情報の付与……………図-1の断面図下

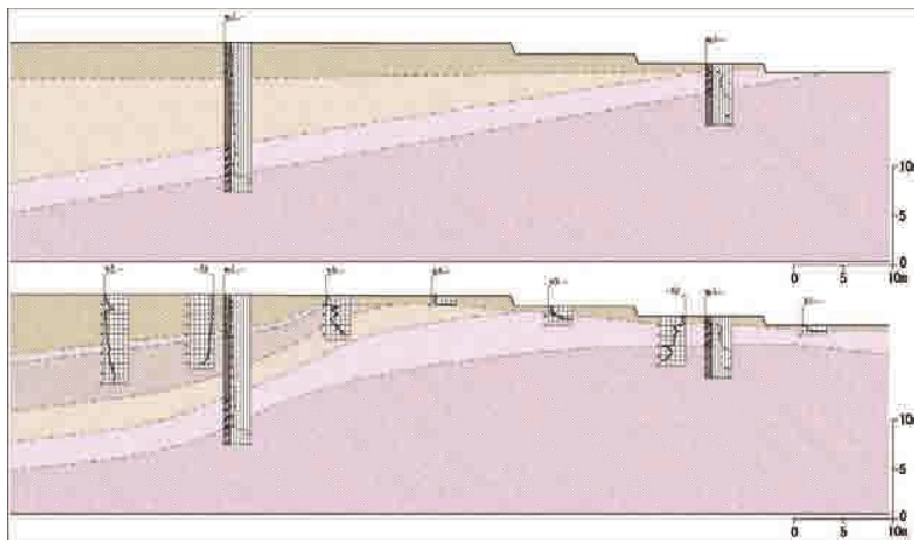


図-1 情報により異なる断面図作成例(上:土質記号+N値のみで作成、下:ボーリング調査+補足調査+地形情報)

3 地質調査の役割

地形や露頭状況、湧水、地下水状況などの基本的な情報に加えて、補足調査等の付与で、個人差は縮小する。目的に見合った調査内容を適切に判断するノウハウが、成果品の品質保持や向上に結びつくと考えられる。

切土法面ボーリング調査の一手法について

(株)中日本コンサルタント 大畑文昭

1 概要

切土法面におけるボーリング調査は、斜面上で垂直方向に行われることが多いが、法面全体の地質構造を把握する場合は、法面下部にてほぼ水平方向に行われることがある(図-1)。この方法は、法面が急勾配で吹付コンクリートや落石防護網が設置されている場合、調査位置や掘削角度が制限されることがある。また、道路上からの水平ボーリングは重大な交通障害となることがある。本調査事例は、このような状況を回避して、法面頭部より垂直、並びに法面勾配に沿った斜め下方ボーリングを実施することにより崩壊形態を推定した事例である。

事例1.熱海市内県道 第四紀更新世火山砕屑岩層

調査目的:現況法面の安定性評価と保護工選定

調査区間の道路線形はヘアピカーブとなっており、路線バスが道路全幅を利用して曲がることから、法面下部でのボーリング調査は困難であった。調査方法は、当初、法面頭部での垂直ボーリングと横断測線に沿った弾性波探査が考えられたが、落石防護網とコンクリート吹付工が設置されていた為、探査精度に影響を及ぼすと考え、弾性波探査は困難であると判断した。実施調査は、法面頭部からの垂直ボーリングと法面勾配に沿った斜め下方ボーリングを行いPS検層も併用した。その結果、斜面頭部には火山灰質粘性土が堆積し、のり面表層部(層厚1m程度)では風化が進行しているものの、以深では、比較的安定した状態であることから、表層崩壊を想定したコンクリート吹付工とロックボルト工法を提案した。



図-1 垂直・水平ボーリング(一般例)

事例2.静岡市内市道 古第三紀瀬戸川層群 砂岩頁岩互層

調査目的:道路拡幅に伴う切土法面対策工法選定

既存法面は急勾配で、斜面下部の市道は幅員5mでバス路線及び小学校に隣接する通学路である。また、落石防護網が設置されていることから、事例1と同様に弾性波探査は困難であると判断した。地表踏査等の結果、地質構造は斜面勾配に等しい流盤構造であり、頁岩部が選択的に風化脆弱化していることが想定された。実施調査は、のり面上部からの垂直ボーリングと、計画切土勾配に沿った斜め下方ボーリングを行った。その結果、頁岩部の脆弱化が深部まで進行していることが明らかとなった。対策工法は切土による応力解放により斜面が不安定化して、流盤構造に沿った比較的大きな岩盤崩壊が懸念されることから、グラウンドアンカー工法の採用を提案した。

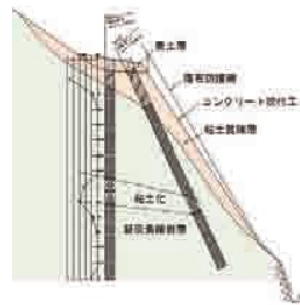


図-2 垂直・斜め下方ボーリング(事例1)

2 課題

本調査事例における法面頭部から法面勾配に沿った斜め下方ボーリングは、比較的浅い深度に発生する斜面崩壊を対象とした調査手法である。調査手法の選定において、事前の地表踏査や空中写真判読・地形図判読により想定される崩壊形態を把握する必要があり、特に、地すべり地形やその兆候が認められないことを確認することが重要である。

3 おわりに

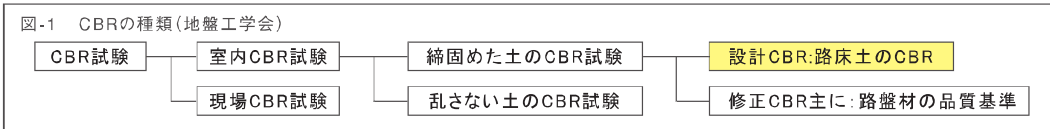
静岡県は、西部では古生代～中生代の地層や変成を強く受けた地層、中部ではそれよりも新しい古第三紀～新第三紀の堆積岩、東部では第四紀更新世に活動した火山からの噴出物が堆積している。変化に富んだ地層を対象とした法面対策工法の選定にあたっては、地質調査の精度によって、その経済性や施工性等に大きく左右される(地質リスクが大きい)ことから、現地状況や地質状況を考慮した、効果的な法面調査の方法を提案することが必要である。

舗装補修時のCBR調査における既設改良層の取り扱いについて

(株)ジーベック 川口 剛弘

1 はじめに


舗装設計における基盤条件(路床土)の調査方法として、一般にCBR調査・設計CBRが行われている。



通常、CBR調査は主に地山(自然地盤)を対象としており、既設の改良層では実施していない。これは、設計に利用する図書(舗装設計便覧・旧アスファルト舗装要綱)に「改良した層のCBRの上限は20とする。自然地盤の層については、CBRの上限は設けない。」とされていることから、既設改良層のCBRは20に設定することが一般的となっているためだと思われる。しかし、現場で観察される改良層(切り込み砕石・クラッシャーラン等)は多くの場合、CBR値50~100%以上が推定できる。「昔の路床改良層だからCBRは20%で計算しました。」でいいのでしょうか？舗装補修は施工からある程度の期間において実施されるため、改良した層としてとらえるのではなく通常の路床土(自然地盤)として試験を実施しそのCBR値を用いるのが適正ではないかと考える。

2 既設改良層の評価と利用

表-1 掘削・試料観察結果の例

	路盤	アスファルト	5cm
		砕石 (G-30等)	30cm
	路床	既設改良層 (切込砕石)	60cm
		自然地盤 (粘性土) 変状土 CBR値=1.0%	40cm
路体			

切込砕石のCBR値 60.4~81.2% 平均70.8% (平成18年度静岡土木管内盛土材データより)

$$\text{CBR}_{\text{上限20\%}} = \text{CBR}_m = \left(\frac{60 \times 20.0^{1.5} + 40 \times 1.0^{1.5}}{100} \right) = 8.3\% \dots \text{設計CBR}=8$$

$$\text{CBR}_{70.8\%} = \text{CBR}_m = \left(\frac{60 \times 70.8^{1.5} + 40 \times 1.0^{1.5}}{100} \right) = 23.9\% \dots \text{設計CBR}=20$$

以上のように、切込砕石のCBRを20として計算した場合、設計CBRは8止まりとなるが、70.8%として評価した場合に設計CBR20を満足する結果となる。

表-2 施工コスト比較 (㎡当たり)

設計CBR	表層・基層		上層路盤		下層路盤		計	経済性
	加熱As	単価	粒調砕石	単価	再生下層路盤材	単価		
8	10cm	2408円	15cm	885円	15cm	708円	4001円	
20			10cm	639円	10cm	521円	3568円	◎

3 おわりに

CBR調査では1箇所1層で調査数量を計上されていることがよくあるが、舗装補修に伴う調査の場合、地盤が悪いと予想される路線ではすでに路床改良が施工されていることがある。この場合、自然地盤だけでなく既設改良層も試験を行い、そのCBR値で評価をすることにより施工コストが抑えられるケースは多いと予想される。特に、路床改良が必要となる場合には、既設の改良層も残土として処分になるため、施工コストは増大する。また、試験結果から路床改良が不要となれば低コストの他工法(切削オーバーレイ工法や路上再生路盤工法等)も検討できるようになり、コスト差も拡大する。したがって、試験費用は1試料分増加してしまいが、補修工事全体のコストダウンに寄与するため、今後のCBR調査計画時には考慮して頂きたい。

すべり発生時のリスク回避体制の構築事例

静岡県志太榛原農林事務所 池谷 元

1 概要

志太榛原農林事務所管内には、農林水産省農村振興局所管の農地地すべり指定区域が14地区あり、このうち「東川根地区」と「吹木(ふこうぎ)地区」(写真-1,2)では、地すべり挙動による変状が発生しており、地すべり活動が活発化した場合には、人的・物的被害の発生が危惧されている(表-1)。このため当事務所では、風水害や地震動に起因する地すべり活動から人的被害を未然に防止するための配備体制を定め、特に危険な地すべりブロックについては、伸縮計に地すべり警報器を連動させ、地すべり発生時の避難連絡体制を構築し、平成18年度から運用している。

表-1 各ブロックの概要

地区名	東川根地区	吹木地区
場所	島田市伊太	島田市湯日
地区面積	19.9ha	178.6ha
地すべり指定	S59.3.12	S46.3.27
対策工期間	1期 S59~H5・2期 H19~H23	1期 S46~H12・2期 H18~H22
警報器設置箇所	B - 1 ブロック	A - 9 ブロック
ブロックの規模	長 90m × 幅 50m × 深 10m	長 180m × 幅 80m × 深 10m
被害想定	人家・市道・河川・鉄塔	人家・農地・市道・河川
地質	瀬戸川層群	瀬戸川層群
対策工事	杭工・水抜きボーリング工	杭工・アンカー工・水路工・集水井工・水抜きボーリング工

2 地すべり発生時の体制

地すべりが発生する地質リスクに対し、関係機関と連携した配備体制をとることにより、地すべりの挙動が顕著になった場合に、迅速な対応が可能となる。このため以下のような体制を確立し運用している。

警報器の作動基準

ブロック内に設置した伸縮計が2.0mm/hrの移動量を観測すると警報器が作動する。

発報時の対応

- (1) 警報器設置宅等は、迅速な避難行動をとるとともに、関係機関等へ通報する。
- (2) 通報を受けた各機関は、緊急連絡網により情報伝達し、情報収集・連絡体制を確保する。
- (3) 県・市等は、周辺住民への注意喚起を行うとともに現地調査・点検・監視を実施する。



写真-1 東川根地区B-1ブロックの全景



写真-2 吹木地区A-9ブロックの全景

3 おわりに

今後、対象ブロックの地すべり対策工事が進み安全度が向上することとなるが、近年は異常気象により局地的な集中豪雨が多くなってきているため、地すべりブロック毎の移動量の把握が重要となる。特に降雨による移動量が大きく、人家に隣接する地すべりブロックでは、今回の事例のような体制の構築が必要であると考えられる。

法面对策における地質調査の係わりについて

(株)建設コンサルタントセンター 渡邊 訓行

1 概要

本件は、山梨県南部町福土地先の井戸沢川土石流対策事業(砂防ダム)に伴う工事用道路改築工事の施工中に、山側斜面崩壊が起こり法面对策検討資料として地質調査を実施した。(ボーリング調査2箇所、簡易貫入試験5箇所)



写真1-1 崩壊状況



写真1-2 完成状況

2 問題点

・法面崩壊で地質調査の主たる目的は、地層構成の把握及び基盤岩の確認である。対策工(アンカー設定部分)における地層断面図作成要望があった。主測線においてはボーリング調査を実施して地層構成を確認できるが、他の測線では不均一な地層構成を成していると想定されるため、基盤岩位置を精度よく作成することは非常に難しい。

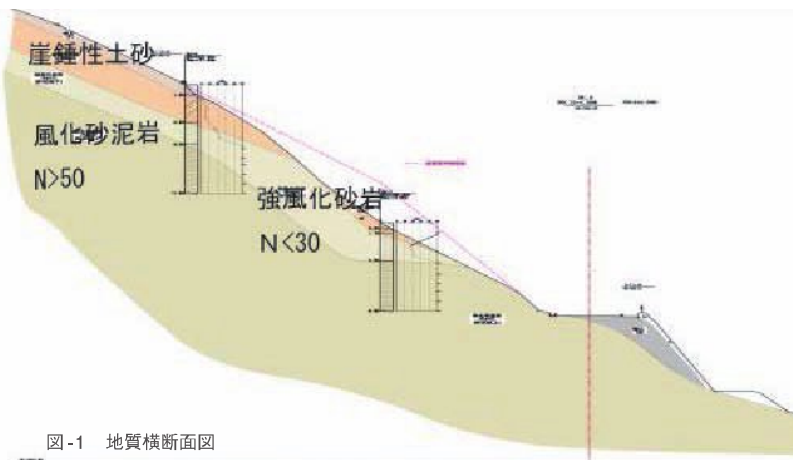


図-1 地質横断面図

3 地質調査の留意点

- ① 凸型斜面のアンカー定着部の設定については、一般的に主断面でボーリング調査を実施して地層推定図を作成するが、工法によっては他の測線にも地層推定図を作成することが望ましい。
- ② 凸型直線斜面での崩壊であれば、施工範囲内における地層構成も主測線上で想定した地質断面と大差ないが、尾根型であれば主測線以外は定着部の後退がある。よって、ボーリング調査や弾性波探査などを実施して地質精度を高めることが設計・施工への基礎資料となる。
- ③ 露出している砂岩・泥岩の風化度、岩級区分に留意する。岩級区分D、CL下は必要アンカー力が得られないケースがある。周面摩擦抵抗の選定の一部として、岩石のスレーキング試験の結果、1サイクルで土砂状化したことで、泥岩はアンカー削孔方法にもよるが、水を使用すると泥濘状に成り易いので注意すべきである。

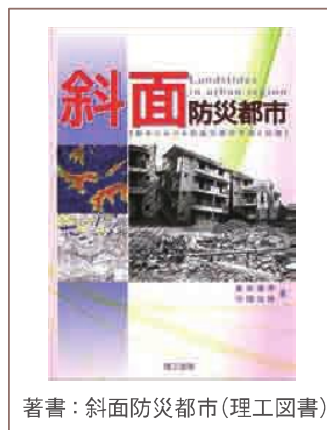
以上

特別講演「都市域の斜面災害」

京都大学防災研究所 釜井俊孝教授



京都大学防災研究所 釜井俊孝教授



著書：斜面防災都市(理工図書)

■ プロフィール

- 1957年 東京都にて生まれる
- 1979年 筑波大学自然学類卒業
- 1995年 工学博士(日本大学)

■ 現在

- ・ 京都大学防災研究所教授(都市地盤防災論)
 - ・ 地盤研究グループ 斜面災害研究センター長
- 通産省工業技術院地質調査所、日本大学理工学部を経て現在にいたる。

■ 委員会活動

- ・ 国土交通省 総合的な宅地防災対策に関する検討会委員
- ・ 土木学会 斜面工学研究小委員会委員
- ・ 応用地質学会 技術者教育小委員会委員
- ・ その他多数の委員会活動に尽力

■ 研究テーマ

地質学～地盤工学の広い範囲で研究を重ねられ、阪神大震災以降は通常の地すべりのみならず都市域の斜面災害、地震による斜面災害等の分野にて多数の業績を残されている。学術面からのアプローチもさることながら、災害弱者の視点に立った研究も数多くなされ、一般市民の安全意識向上、市民のための安全な都市域形成という観点でも多大な貢献をされている。

中越地震被災地Before and After

代表技術員 渡邊政紀、猿田茂秀、柴田達哉

平成17年5月に協会の技術者20名で視察した中越地震の被災地を、平成18年11月に再び訪れました。被災した斜面の様相は変わり、崩落した斜面に配置された法枠工の多さに目を奪われました。現地では、復興工事期間が2年間に限定され、24時間体制で施工を行った箇所も多かったと聞きました。

対策工は、抑制工としての「地表水、地下水排除工及び排土工、盛土工」や斜面を抑止する「アンカー工又は地山補強土工併設の法枠工」が多く採用されていました。その他、杭工や堰堤工などもあちらこちらで目にしました。

対策工立案の参考になれば幸いです、紙面を借り中越地震被災地のその後を紹介いたします。



妙見地すべり



アンカー工施工 末端に未処理地塊を残す(06.11.4)



仮復旧状態で車両通行可(05.5.22)



末端の湧水群にふとん籠工と土工により(06.11.4)