

法面調査マニュアル

松江工業高等専門学校名誉教授 工学博士 浜野 浩幹 監修



平成 23 年 7 月

斜面対策研究会

(はじめに)

近年既設法面の点検作業が進展し、これにともなう修復工事が増えつつある.その調査手法と して物理探査やボーリング調査が実施されているが、前者は一般に面的調査を特徴とし、変状範 囲を安価に把握できるが、深さ方向での探査精度に劣る.後者は点的調査であり、精度は高いが 表層数メートル以下のすべり(崩壊)を調査するには経費的に割高となりやすい.さらに調査精 度においても、オペレータの技量に左右されやすい等の欠点がある.

一方,地盤調査にはスウェーデン式等のサウンディング試験があるが,これらは砂や粘土を主体とした未固結地盤を対象とする調査手法である.一般に既設法面は風化岩や礫質土で構成され, 従来のサウンディング試験では対応できない.さらに従来のものは鉛直方向の探査であり,急崖 法面等で求められる斜面に直交する方向での調査はできない.あるいは,崩壊等の破断面(すべ り面)は岩盤内の節理面等に規制されるものもあり,そのような地中内部の不連続面(剥離面) をどのようにして検出するかといった根本的課題もある.

全地盤サウンディングドリルはこのような課題を克服するためのものであり、空圧式削岩機を ベースに、調査専用ビットを用いて粘土層から岩盤まで多様な地盤を統一した基準で評価(数値 化)しようとするものである.

法面の修復工事等においては不安定岩塊の滑落による人身事故の危険性が高く、極めて慎重に かつ十分な調査に基づき実施する必要がある.本調査手法がこれらにおいて安全かつ合理的な設 計資料を提供する一助となることを願うものである.

平成23年7月6日

斜面対策研究会

(はじめに)

1.	試	<u>験概要</u>	
	1.1	摘用範囲	1
	1.2	既往法面の崩壊実態と適正調査種	1
	1.3	災害基準面と滑動面について	4
	1.4	変状法面の調査目的	4
	1.5	ボーリング調査とサウンディング試験の比較	4
	1.6	サウンディングドリルによる穿孔の仕組みと基本用語	7
	1.7	穿孔地盤の特徴と穿孔速度およびブロー圧について	7

2. 全地盤サウンディングドリルによる調査手法

2.1	目 的	9
2.2	試験機仕様	9
2.3	测定方法	10
2.4	成果資料	10
2.5	N値および地盤強度の推定	10
2.6	法面調査におけるすべり(崩壊)面の検出方法	11

3. 貫入速度と地盤強度および N値

3.1	模型実験	13
3.2	打撃圧当たり貫入速度	23
3.3	打撃圧当たり貫入速度と試験体強度の関係	24
3.4	打撃圧当たり貫入速度と N値の関係	25

4. 地中の不連続面と貫入速度曲線の特徴

4.1	地層の不連続面における貫入速度曲線	26
4.2	地層の空隙部におけるブロー値曲線	29

5. 現場実測例とその解釈

空洞が多く、帯水する砂~粘土地盤での測定	
砂質粘土地盤での測定例(水平面より下向き 57° 方向)	31
強風化砂質片岩での測定例	
均一と思われる露頭での測定例	35
キレツの多い露頭での測定例	
風化帯と思われる露頭での測定例	37
剥離面が顕著な露頭での測定例	
	空洞が多く、帯水する砂~粘土地盤での測定 砂質粘土地盤での測定例(水平面より下向き 57°方向) 強風化砂質片岩での測定例 均一と思われる露頭での測定例 キレツの多い露頭での測定例 風化帯と思われる露頭での測定例 剥離面が顕著な露頭での測定例

(参考資料)

1.	調査歩掛かり	39
2.	経済性比較	39

1. 試験概要

1.1 適応範囲

本調査は地盤調査における地層の硬軟,不連続面,空隙部等を検出するためのものであり,未固結地盤(帯水層 含む)から岩盤まであらゆる地盤を対象とするが,適正な調査深度は5~6mを限度とする.

1.2 既往法面の崩壊実態と適正調査種

全地盤サウンディング試験による法面調査の可否を判断するため、既設法面の変状実態について文献 1(神奈 川県内での吹付け法面におけるアンケート結果)より引用したものを以下に示す.

1.2.1 変状法面の勾配より

図-1.2.1 のように変状法面の約70%以上が60°以上の 急傾斜地である.このような場所でのボーリング調査は 足場仮設が大掛かりで経費増となりやすい.

一方,電気探査などの物理探査は現地作業が困難であるほか,遠隔探査(赤外線探査等)のものでも,付近の構造物や植生等が障害となり測定できないケースがある.



最急勾配区分

図-1.2.1 変状法面の勾配(50現場)

1.2.2 変状法面の土性・岩級より

図-1.2.2 のように変状法面の約 70%は岩盤(D~CM 級) で構成されている.したがってそこでの崩壊やすべりは風化度の違いや節理面等の不連続面で発生しているものと考えられる.

調査はこのような地中内部の不連続面を検出できるも のでなければならないが、節理面に規制されるすべりを 従来の物理探査やボーリング調査で検出できる可能性は 低い.むしろすべり面(破断面)付近の空隙部検出とい った視点での調査が必要と考えられる.



図-1.2.2 変状法面の土性・岩級区分(69現場)

1.2.3 法面変状の素因より

図-1.2.3 より、法面変状の主な素因として強風化に よるものが約50%, 層理や節理面に規制されるものが 約30%を占める.

そのうち、すべり面等が強風化層底面に形成される 場合は、ボーリング調査等で検出可能である.しかし、 節理面や岩体内の薄い脆弱層に形成される場合は、前 述したように従来のボーリング調査や物理探査では検 出が難しい.

1.2.4 変状法面の崩壊推定層厚より

図-1.2.4 より, 崩壊推定層厚はほぼ 3m 未満であり, サウンディング調査であれば、深度 5m 程度の調査能 力があれば十分である.

物理探査の適用については表-1.2.12 のように示さ れており、 全般にこのような浅い深度を精度良く探査 できるものはない. 例えば実績のある電気探査や弾性 波探査による探査精度は一般にメートル単位である. また比較的精度が良いとされる地中レーダーも、急傾 斜や傾斜の急激な変化が見られる地形では適さないと されている.

ボーリング調査も仮設費が主体となり、このような 浅い深度の調査には適さない.



図-1.2.4 変状法面の崩壊推定層厚(52現場)

基本的 要因	要因の具体的記述	リモートセンシング	屈折法弾性波探査	反射法地震探査	垂直・水平探査	二次元比抵抗探査	電磁探査	重力探査	磁気探査	地中レーダー	放射能探査	微動	表面波探査	熱赤外線探査	打音探査	地温探査
調本する	概略的に把握する程度	0	0	Δ	0	Δ	0	0	0	Δ	0	0	0	0		0
- 明直9つ 	ある程度詳しければよい		0	0		0	0			Δ					0	
相及	できるだけ詳細に把握したい					0				0						
> 고 띠 니네. 는	地形は平坦ないし一様傾斜で、起伏は少ない	0	Δ	0	0	Δ	Δ	0	0		0			0	0	
週用地点	緩やかな起伏がある程度	0	0	0	0	0	0			0					0	
の地形	急傾斜や傾斜の急激な変化が見られ、かなり複雑	0				0										
	◎:最も適用できる、 ○:最も適用できる、 ○ 1 1 6 1	下	する	らが	谪	用「	でき	る								

表-1.2.1 探査手法と選定するための要因と該当探査法²⁾(一部抜粋)

1.2.5 変状法面での調査実績より

図-1.2.5 より、変状法面に対して全体にボーリング 等による積極的な調査は行われていない.これは、吹 付けコンクリート等を主体とした表層部の変状と判断 されたことや、前項の表-1.2.1 に示したように適当な 調査方法がないことによるものと推測される.



図-1.2.5 変状法面の調査内用(69現場)

引用·参考文献

1) 社団法人物理探査学会(2006): 老朽化吹き付け法面の調査・対策の手引き, pp.3~15, 鹿島出版会

- 2) 社団法人物理探査学会(2006): 老朽化吹き付け法面の調査・対策の手引き, p.33, 鹿島出版会
- 3) 瀬崎 茂 (1980): 口之津地すべりについて (内部資料)

1.3 災害基準面と滑動面について

一般に地すべりや崩壊の滑動面は図-1.3.1 に示すような層理面や節理面、あるいは風化度の違いによる層界面 に形成されることが多い.このような地中の不連続面を災害基準面といい、調査の基本はこれを検出することに ある.



図-1.3.1 災害基準面の例

一方災害基準面等に規制されて岩塊等が滑動した場合、その滑動面はせん断による空隙を生じ、地下水等の経路となることが考えられる.したがって、ボーリング調査においては地層の硬軟のみならず、孔内の湧水位置や掘削水の逸水面の把握が重要となる.

同様に、削岩機を利用した全地盤サウンディング試験では滑動面でのエアの逸出や、空隙が大きい場合は穿孔 速度が速まることなどが想定され、このことが実証できれば法面の調査手法として確立できる.

1.4 変状法面の調査目的

崩壊等の対策工を設計するには、その滑動範囲と層厚およびブロック区分を確定する必要がある.しかし、一般に対策が必要と判断されるのは構造物等に変状が確認された時点であり、この段階ではその亀裂等を踏査することで滑動範囲はおよそ把握できる.したがって、調査主体はその滑動面の深さを確認することにある.

1.5 ボーリング調査とサウンディング試験の比較

以下に示すように,既往法面の表層崩壊に対する調査費用,施工性,調査手法の適性といった観点からは,ボ ーリング調査よりサウンディング試験の方が有利と考えられる.

1.5.1 調査費用

例えば、図-1.5.1 のように変状範囲が大きく、あるいは細ブロック化する傾向にある場合は全体の滑動面形態 を把握し、滑動ブロック(形態)を特定する必要がある.そのためには調査地点を格子状に配置し、面的調査を おこなう必要がある.この場合、ボーリング調査では経費的に割高となるため、サウンディング試験のような簡 易な調査手法が望まれる.



図-1.5.1 変状範囲と調査孔配置例

1.5.2 施工性

写真-1.5.1, 1.5.2 は図-1.2.2 に示した岩盤内での滑動例であり,層厚 2~3m 程度と推定される. このような 岩塊に対するボーリング調査等は法面に対して直角に打設する必要がある. 道路に面するような場合であれば片 側交通規制が必要となり,調査はできるだけ短期間で終えることが望まれる.

施工期間を短縮するには仮設規模が小さいほど有利であり、ボーリング調査よりサウンディング試験の方が適している.



写真-1.5.1 節理面等に規制された岩盤滑落

写真-1.5.2 の撮影方向



写真-1.5.2 同上,側面の破断面(末端部は側溝に位置)

1.5.3 調査手法の適性

岩塊等の滑落(破断)面は写真-1.5.2に示したような空隙を生じている可能性が高い.しかし表層部から硬岩 が連続する場合,ボーリングコアでこれを明瞭に確認できるか否かは不明であり,むしろ注水等により逸水面を 確認する方が効果的と思われる.

写真-1.5.3 も規模は小さいが、岩盤内で剥離した法面であり、その層厚は写真-1.5.4 のように 0.5m 程度以下 である. このような変状法面において、その剥離面を地層の硬軟といった観点で検出することは困難であり、む しろ空隙の有無といった視点が有効と思われる.

§3.1 で詳述するように,地中の空隙(逸水面)は削岩機を利用した全地盤サウンディング試験によるブロー値(ビット先端部の給気圧)を測定することで検出可能である.ボーリングでも逸水量などの管理から可能であるが,施工性,経済性からはサウンディング試験の方が有利である.



写真-1.5.3 同上, 側面(末端部は側溝に位置)



写真-1.5.4 同上, 側方の剥離面

1.6 サウンディングドリルによる穿孔の仕組みと基本用語

サウンディングドリルによる穿孔(貫入)の仕組みは図-1.6.1のようであり,油圧操作(バルブスタンド)で 作動するドリフターベッドに登載された削岩機が,コンプレッサーからの給気圧によりロッドを介してビットに 回転打撃力を与え,地山を砕きながら穿孔するものである.



図-1.6.1 サウンディングドリルによる穿孔(貫入)概念図

本マニュアルで用いる用語および記号を以下に示す.

- ・給進圧 P: 削岩機を推進するドリフターベッドに負荷する圧力
- ・給進荷重 F:ビットを貫入物に押しつける力であり、給進圧等による推力とドリフター等の推進部重量(貫入角度αで補正)を加えたもの. YSDD-90WS 型サウンディングドリルでは次式により求められる.

$$F = \left(\left(P/0.098 \right) \cdot q \cdot \eta_t \right) / \left(200\pi \right) / \left(D/2 \right) + W \sin \alpha$$

(1)

- F:給進荷重kg
- P:給進圧
- q:モーター押しのけ容積 (58cc/rev)
- η_t: トルク効率 0.84
- D:出力スプロケット 0.05635
- W:機械推進部重量80kg
- α:貫入角度(水平面を基準)
- ・基本給進荷重 F_B: 鉛直方向(鉛直荷重 65kg)の状態で給進圧 1MPa における給進荷重(93.1kg)
- ・打撃圧 Ps:ドリフターに負荷する圧力
- ・給気圧:コンプレッサーから与えられるエア圧
- ・ブロー圧:ロッドを介してビット先端部から噴出するエア圧
- ・貫入径 d: 穿孔に用いるビット径
- ・打撃圧当たり貫入速度 ISs: 試験毎の給進荷重や貫入径, 打撃圧等の違いを補正した貫入速度

1.7 貫入地盤の特徴と貫入速度およびブロー圧について

サウンディングドリルによる貫入時には栗子(スライム)が発生し、これをスムースに排除できない場合は貫 入能率が大きく低下する.その仕組みは図-1.7.1のように示され、特に孔壁が粘土化しやすい軟質地盤や亀裂が 多くエアが逸出する地層でこれらの障害が顕著に表れる.



図-1.7.1 ブロー圧上昇要因

貫入速度を含めたこれらの一般的関係は表-1.7.1のようである.ただし粘土薄層を介在することで逆に貫入速 度が遅くなるケースもあり、したがって地盤状態を適正に評価するには地質(スライムによる判定)との照合を 含めた総合的判断が必要である.さらに少なくとも統一した調査システム(仕様)に基づき実施する必要がある.





2. 全地盤サウンディングドリルによる.調査手法

2.1 目 的

既設法面の劣化とともに、風化層底面や岩盤内の節理面等において表層土塊や岩塊が剥離、滑落することがある.本試験機はこれらの不連続面を探査するためのものであり、物理探査より精度よく、ボーリング調査より安価となることを狙いとする.

2.2 試験機仕様

試験機としては次のものを使用する.

・試験機: YSDD-90WS 型サウンディングドリル 全重量 110kg(ガイドセル全長 2.131m、機械幅 0.5064m、機械高 0.375m) 定格圧力 6.9MPa,定格トルク 46N・m 打撃数 2250bpm,空気消費量 4.3m³/min
・ロッド:サウンディング用ロッド(内径 20mm)
・ビット:サウンディング用ボタンビット(φ 65mm)
・給進圧 1~5MPa(測定範囲)
・打撃圧 0.1~0.5MPa(測定範囲)
・ブロー圧 0.5MPa(無負荷状態,測定時給気圧 0.8MPa)
・コンプレッサー:空気吐出量 10.5~11m³/min

以下に試験機(写真-2.2.1)と施工の様子(写真-2.2.2~2.2.4)を示す.



写真-2.2.1 YSDD-90WS 型サウンディングドリル



写真-2.2.2 岩盤測定



写真-2.2.3 斜孔測定



写真-2.2.4 鉛直測定(ボーリング孔との対比中)

2.3 測定方法

○試験機の仕様

機械装置重量(65kg:可動推進部),貫入角度(水平面を基準),ビット径(65mm),給進圧(1MPa~5MPa), 打撃圧(0.1~0.5MPa),給気圧(0.8MPa)

○測定方法

測定ピッチは 10cm とし、その都度孔内洗浄を行うことでノイズとなりやすいスライム等の排除に万全を期 す. 地層の貫入速度とブロー圧を測定するとともに、スライムを採取し地層判定資料とする. その他、湧水や 孔詰まりが確認された深度等の孔内情報を収集する. ○資料整理(例)

地 質 崩積土~砂質片岩 貫入径 d= 貫入角度 α= 。(水平面より下向き) 25 65 mm 打擊効率 $\eta_s =$ 0.923 給進圧 P= 4 =60/dMPa 打撃圧 $P_{ES} =$ 推進部重量 W= 65 0.5 MPa kg 給進荷重 F= 有効打撃圧 $IS_s =$ kg $(=28.1P + W \sin \alpha)$ 0.515 103.8 $= P_{ES} \cdot \eta_F \cdot \eta_S$ 給進荷重率 $\eta_F =$ 給気圧 1.115 =F/93.10.8 MPa 打撃圧当たり貫入 貫入時間 貫入速度IS ブロー圧 貫入深度 速度IS/ISs 記事(湧水,目詰まり等) スライム状況 色調 (MPa) (GL-m) (ss)(m/min) (m/min/MPa) 0.0 0.14.25 1.4 2.74 0.55 4.55 1.3 2.56 0.55 0.2 0.3 4.90 1.2 2.38 0.60 0.55 0.4 4.67 1.3 2.49 1.2 0.5 4.97 2.34 0.60 0.6 4.78 1.3 2.44 0.51 0.7 4.48 1.3 2.60 0.54 0.8 5.43 1.1 2.15 0.62

2.4 成果資料

○打撃圧当たり貫入速度曲線およびブロー値曲線

○地層想定断面図

2.5 N値および地盤強度の推定

打撃圧当たり貫入速度曲線より、未固結地盤のN値は図-2.5.1、岩盤の一軸圧縮強度は図-2.5.2を用いてそれ ぞれ推定値を求めることができる(グラフの導出は§3.3、§3.4項で詳述). これらは今後のデータ蓄積により、さらに精度の高いものとすることが必要である.



2.6 法面調査におけるすべり(崩壊)面の検出方法

前述したように法面における地すべりや崩壊等の災害基準面は基本的に地層層界や節理面,あるいは風化度の 差異など,地中の不連続面に形成されることが多い.さらにこれらが大きく滑動すれば,滑動(破断)面に沿っ て空隙が形成され,地下水経路となるのが一般的である.あるいは節理面に沿って粘土層を形成する場合などが あり,したがってすべり面調査におけるサウンディング試験の探査対象は以下のものとなる.

①地層の層界(主にスライム判定)
 ②表層のルーズな層(移動層)と安定した密な層との層界(貫入速度による判定)
 ②岩盤内部に連続する粘土化した層の検出(貫入速度の変化)
 ③岩盤内部に連続する空隙部(貫入速度およびブロー値の変化,地下水の検出)

これらの判定基準を表-2.6.1 に示す.



表-2.6.1 全地盤サウンディング試験による地中の不連続面等の判定基準

一方,貫入曲線からすべり面を判定する目安として図-2.6.1¹⁾が参考となる.同図は島原半島の口之津周辺で発生している第四紀層地すべり地(口之津地すべり)において実施したスウェーデン式サウンディング試験の *N_{sw}*曲線を模式的に示したものである.同地区地すべりの特徴として,すべり層厚はおよそ 5~6m 以下で,その内2.5m以下のものが全体の35%を占め,全体に小規模かつ緩慢な滑動による被害をもたらしている.

そのような地すべり地での N_{SW} 曲線は図-2.6.1のA~Cに区分され、曲線Aではすべり面付近で N_{SW} 値の急激な立ち上がりを、曲線Bではすべり面付近での N_{SW} 値の落ち込みを示すなど、すべり面付近の粘土化/脆弱化を明瞭にとらえるケースが多い、これらは長年月にわたるすべり面付近のせん断等による劣化を示すものであり、逆に不動地では曲線Cのように、深度方向に地層の締まり具合が漸増する形態を示す。

このような観点からすれば、すべり面位置はもとより、地すべりブロック区分(移動地と不動地)も可能である.



図-2.6.1 第四紀層地すべり地における N_{SW}曲線(島原半島口之津)

ースウェーデン式サウンディングにおける半回転数 Nsw と貫入感覚-

 $N_{SW} < 40 : スムースに貫入$ $N_{SW} = 40 \sim 100 : 回転用ハンドルに抵抗を感じ、貫入作業が重くなる.$ $N_{SW} = 100 \sim 300 : 貫入作業が非常に重くなり、回転用ハンドルに反発(戻り)が感じられる.$ $N_{SW} > 300 : 人力(一人)での貫入作業は困難$

引用·参考文献

1) 瀬崎 茂(1980):口之津地すべりについて(内部資料)

3. 貫入速度と地盤強度および N値

3.1 模型実験

3.1.1 実験目的

任意の強度を持つ試験体を作成し、試験体の強度と貫入速度の関係、給進圧や貫入角度の影響および粘土層や 空隙を挟む場合の影響を確認した.

3.1.2 試験体強度

○試験体

ダクト管 (φ 300mm, 長さ 1m) 内にセメントミルクを充填することで疑似岩盤とした. 強度はベントナイト (*B*) および水 (*W*) セメント (*C*) 比で調整した.

沙 殿 佰 日	目標強度	$W \swarrow (C+B)$	k	kg		作成日	養生日数
武	MPa	%	С	В	W		
	0.5	110	35.4	22.1	63.3	5月10日	16日
	1	110	35.4	17.7	58.4	5月11日	15日
	2	110	35.4	13.3	53.5	5日12日	14日
改正则	4	95	39.5	14.8	51.5	<u>ЭЛ12</u> н	14 🖂
强度別	6	90	41.0	15.4	50.8	5日13日	13日
	10	80	44.6	16.7	49.1	5月15日	15日
	16	70	48.8	18.3	47.0	5日14日	12日
	25	60	54.0	20.2	44.5	5月14日	12 🖂
	0.5	110	25.4	22.1	62.2	5日16日	10日
万同別および低	0.3	110	35.4	22.1	05.5	5月10日	
給進圧・低打撃	4	95	39.5	14.8	51.5	5月17日	9日
上用	25	60	54.0	20.2	44.5	5月18日	8日
粘土厚5mm	4	95	39.5	14.8	51.5	5日20日	
粘土厚10mm	4	95	39.5	14.8	51.5	5月20日	0 🗆
粘土厚30mm	4	95	39.5	14.8	51.5	5日22日	2日
粘土厚50mm	4	95	39.5	14.8	51.5	5月25日	31
	4	05	20.5	14.9	51.5		
	4	93	39.5	14.8	51.5		
開口量	4	95	39.5	14.8	51.5		
$0 \sim 10 \text{mm}$	4	95	39.5	14.8	51.5	5月6日	20日
0 - 1011111	4	95	39.5	14.8	51.5		
	4	95	39.5	14.8	51.5		

表-3.1.1 試験体 (セメントミルク) の配合



写真-3.1.1 試験体の作成状況



写真-3.1.2 試験装置全景

試験項目	目標強度MPa		測定值MPa		平均
	0.5	2.2	2.2	1.9	2.1
	1	2.8	2.5	3.0	2.8
	2	3.2	3.4	3.1	3.2
改産加学験	4	5.1	5.2	5.4	5.2
知度別訊練	6	5.2	5.5	5.5	5.4
	10	7.6	7.7	7.2	7.5
	16	8.6	8.6	8.6	8.6
	25	9.8	10.6	11.3	10.6
	方向別				
七百川学殿	0.5	2.5	2.5	2.5	2.5
刀凹別訊練	4	4.9	5.0	5.1	5.0
	25	9.8	9.8	9.1	9.6
粘土挟在試験	4	4.5	4.5	4.6	4.5
開口部挾在試験	4	4.6	4.5	4.9	4.7

表-3.1.2 試験時試験体の強度

3.1.3 実験結果

(1) 強度別貫入速度

地盤強度と貫入速度の関係を把握するため、セメントミルクで造成した任意の強度をもつ疑似岩盤で貫入試験 を行った. 貫入方向は写真-3.1.2 のように水平面より下向き 24°の方向とした.

試験体の強度 2.1~10.6MPa における貫入速度は表-3.1.3 および図-3.1.1~3.1.8 のようであり、強度が低い場合 (σ =2.1~3.2MPa) を除き、全体として試験体の強度と貫入速度は反比例する傾向にある.

 試験仕様	強度(MPa)	貫入速度m/min
	2.1	2.98
	2.8	3.16
 強度別試験	3.2	4.09
 穿孔方向-24°	5.2	2.55
 給進圧4MPa	5.4	2.40
 打擊圧0.5MPa	7.5	1.65
	8.6	1.25
	10.6	0.98

表-3.1.3 強度別貫入速度(貫入方向:下向き24°)



貫入速度 (m/min)



貫入速度 (m/min)





図-3.1.3 貫入速度 (σ=3.2MPa)





0.4

ブロー庄

0.6

0.8

1.0



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0.0 深度 貫入速度 GL-m 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 0.0 0.2 0.4 ブロー圧 (MPa)

図-3.1.5 貫入速度 (σ=5.4MPa)





図-3.1.8 貫入速度 (σ=10.6MPa)

なお、試験時の平均ブロー圧は表-3.1.4 のようであり、一般に硬い地盤ほどブロー圧が安定するが、実験では これに反して試験体の強度が高いほどブロー圧が高くなる傾向を示している.これは表-3.1.1 に示した試験体の 養生期間に関係するものと考えられる.すなわち、全試験体の養生期間 12~16 日に対し、高い強度のものほど養 生期間が 12~13 日と短く、相対的に孔壁が粘土化しやすいかった可能性が考えられる.これを裏付けるものとし て、穿孔後のビット(写真-3.1.3)や孔壁(写真-3.1.4)に粘土状のスライムが付着しており、当スライムがエ アの排出障害をきたし、ブロー圧の上昇を招いたものと考えられる.ちなみに、硬岩~極硬岩類(写真-3.1.5) では孔壁に付着するスライムは粉体状となっている.

試験仕様	強度(MPa)	平均ブロー圧MPa
	2.1	0.52
	2.8	0.51
強度別試験	3.2	0.52
穿孔方向-24°	5.2	0.52
給進圧4MPa	5.4	0.53
打撃圧0.5MPa	7.5	0.56
	8.6	0.57
	10.6	0.56

表-3.1.4 試験体の強度とブロー圧 (打撃圧 0.2MPa, 給進圧 2.5MPa)



写真-3.1.3 ビットに付着した粘土状スライム



写真-3.1.4 試験体(セメントミルク)穿孔後の孔壁状況 (粘土化したスライムが付着する)



写真-3.1.5 硬~極硬岩(輝緑岩)の孔壁状況 (粉体状のスライムが付着する)

(2) 給進圧および打撃圧の影響

給進圧 P および打撃圧 P_S が穿孔速度に与える影響を確認するための実験を行った. 試験体は前項の強度別試験 と同じものを使用した. 圧力条件はそれぞれ前項での給進圧 P=4MPa, 打撃圧 $P_S=0.5$ MPa を P=0.2MPa, $P_S=2.5$ MPa のように低下させておこなった.

試験結果は表-3.1.5, 図-3.1.9~3.1.11 のようであり, 打撃圧や給進圧を低下させた場合, 貫入速度が大幅に低下している.

試験体の強度	貫入速度m/min					
武映体の短度	打擊圧0.5MPa	打擊圧0.2MPa				
IVIPa	給進圧4MPa	給進圧2.5MPa				
2.1	2.98	1.41				
5.2	2.55	0.81				
10.6	0.98	0.36				

表-3.1.5 給進圧および打撃圧の影響(貫入方向:下向き24°)









図-3.1.11 貫入速度 (σ=10.6MPa, P_S=0.2MPa, P_F=2.5)

貫入速度(m/min)



図-3.1.10 貫入速度 (σ=5.2MPa, P_S=0.2MPa, P_F=2.5)

(3) 貫入方向による影響

貫入方向が変われば貫入装置の自重の関係から給進荷重も変わるため、その影響度合いを確認するための実験 を行った. 試験体は前項と同様ものを使用した. 打設方向は前項の下向き 24°方向から鉛直方向に変えて行った. この時の打撃圧 0.2MPa は同様とし、給進圧のみ前項での 2.5MPa から 1MPa に低下させた.

試験結果を表-3.1.5 および図-3.1.12~3.1.14 に示す. これより, 鉛直貫入時の給進荷重は"下向き 24°方向"時の96.7kg から 93.1kg に 4%程度低下したのに対し, 穿孔速度は 10~20% も低下している. すなわちこの程度の 給進荷重の違いが貫入速度に大きく影響することから, 試験時における貫入角度や給進圧の管理は重要といえる.

	(打擊王 0.2MPa, 給進王 2.5MPa)						
	貫入方向		-24°	鉛直			
	給進荷重		96.7kg	93.1kg			
	試験体強度 MPa	2.5	1.41	1.15			
		5.0	0.81	0.73			
		9.6	0.36	0.32			

表-7.4 貫入方向の違いによる影響

貫入速度 (m/min) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 0.0 深度 貫入速度 ブロー圧 GL-m 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 ブロー圧 (MPa) 図-3.1.12 貫入速度 (σ =2.1MPa, P_S =0.2MPa, P_F =1MPa)







(4) 粘土薄層の影響

岩体内部に介在する粘土薄層を検出できるパターンを確認するための実験を行った.粘土層厚は5mm,10mm, 30mm, 50mm とし, 写真-3.1.6~3.1.8 のようにセットした. 貫入角は水平面より下向き24°である.



写真-3.1.6 試験体(セメントミルク)内に挟む 粘土薄層(10mmの場合)



写真-3.1.7 同左,粘土層設置状況



写真-3.1.8 試験体完成状況

試験結果を図-3.1.15~3.1.18 に示す.全体としてデータのばらつきが大きいが、図に一点鎖線で示す平均速度 を基準にすれば、粘土層に達する前の区間(深度 40~50cm 間)において貫入速度が低下する傾向にある.粘土 層厚が 5cm の場合は粘土層を含む区間(深度 50~60cm)において貫入速度が速くなっている.このように粘土 薄層が介在することで貫入速度に多少の影響がでており、このパターンを利用して粘土層の介在を推測すること も可能といえる.なお粘土層とブロー圧の関係は今回の実験においては明瞭な関係を見いだせなかった.



図-3.1.15 粘土層 (5mm) 貫入速度 (σ =5.2MPa, P_s =0.2MPa, P_r =2.5MPa)



図-3.1.16 粘土層 (10mm) と貫入速度 (σ =5.2MPa, P_S =0.2MPa, P_F =2.5MPa)





打撃圧当たり貫入速度(m/min/MPa)



(σ =5.2MPa, P_S =0.2MPa, P_F =2.5MPa)

(5) 空隙部の影響

岩体内部の空隙部を検出するパターンを確認するための実験を行った.空隙厚は0mm, 2mm, 5mm, 10mm, 15mm (写真-3.1.9のようにボルト付きプレートで調整)とし,写真-3.1.10のように試験体中央にセットした.



写真-3.1.9 空隙厚の調整



写真-3.1.10 試験体セット状況

試験結果は図-3.1.19~3.1.23 に示す. 全体にデータのばらつきがあるが,図に示す平均値(一点鎖線)を基準にすれば,空隙厚が2mm以上で貫入速度が上昇している.これは写真-3.1.11のように空隙部上面が破断しやすく,貫入速度を助長したことによるものと考えられる.

一方,同位置でのブロー圧は全体に低下する傾向にあり,後述する現地試験(§4.2, §5.4)とは逆の結果となっている. これは§3.1.3 で示したように模型実験に用いた試験体がベントナイトを混入したものであるため,全般に孔壁が粘土化しやすくブロー圧の上昇基調を招いたこと,および写真-3.1.10 のように,空隙部が地中のものと異なり解放状態にあるためブロー圧の低下につながったものと判断される. いずれにしても開口部でこのような変化が認められることは地中の不連続面検出の目安となる.



打撃圧当たり貫入速度(m/min/MPa)



図-3.1.20 空隙と貫入速度 (σ=5.2MPa, P_S=0.2MPa, P_F=2.5MPa)



図-3.1.21 空隙と貫入速度 (σ=5.2MPa, P_S=0.2MPa, P_F=2.5MPa)



図-3.1.22 空隙貫入速度 (σ=5.2MPa, P_S=0.2MPa, P_F=2.5MPa)





写真-3.1.11 空隙上面の破断状況

22

3.2 打撃圧当たり貫入速度

模型実験より,試験体の貫入速度は試験体の強度はもとより,給進圧や打撃圧の影響を受けることが確認された.したがって貫入速度は給進圧や打撃圧に比例するが,穿孔径には反比例するものとして打撃圧当たりの貫入 速度を求める.

はじめに、写真-3.2.1 は調査専用ボタンビットにより岩盤を穿孔した時の穿孔面であり、ビット跡が同心円状 に連なっている.このように地山はビットの打撃により破壊され、スライム状となってエア等により地上に排出 されることで徐々に穿孔される.そのため削岩機(ドリフター)による地山の穿孔速度は穿孔時に発生するスラ イムがその都度除去されている限り、打撃荷重および穿孔径に支配される.



写真-3.2.1 地質調査専用ボタンビットによる穿孔面(輝緑岩)

打撃荷重に影響する給進荷重(ビットを穿孔物に押しつける力)は給進圧等による推力とドリフター等の推進 部の重量を穿孔角度で補正した自重を加えたものであり, YSDD-90WS 型サウンディングドリルでは次式より 求められる.

 $F = ((P/0.098) \cdot q \cdot \eta_t) / (200\pi) / (D/2) + W \sin \alpha$

F:給進荷重kg
P:給進圧
q:モーター押しのけ容積(58cc/rev)
η_i:トルク効率0.84
D:出力スプロケット0.05635
W:機械推進部重量65kg
α:貫入角度(水平面を基準)

上式のように給進荷重は穿孔角度によって異なることから、鉛直方向(鉛直荷重 65kg)の状態で打撃圧 1MPa (所要最小圧)における給進荷重(93.1kg)を基本給進荷重とすれば、貫入角度の違いによる給進荷重率は

(1)

穿孔径の違いによる打撃効率を、基本貫入径 60mm を基準にして表すと

有効打擊圧 MPa=打擊圧 MPa×給進荷重率×打擊効率

とすれば、打撃圧当たり貫入速度は次式で示される.

このように試験時の穿孔角,給進圧,打撃圧,穿孔径等の違いを補正した指標が妥当なものであれば,より定 量的な地山評価が可能となる.

3.3 打撃圧当たり貫入速度と試験体強度の関係

§3.1 に示した各試験体の貫入速度を上記に示した 打撃圧当たり貫入速度に換算し、試験体強度との 関係を求める.使用するデータは表-3.3.1 のよう であり、粘土薄層や空隙を介した試験体では、当 該付近のデータを除去したものを用いた.

貫入速度と試験体強度の関係は図-3.3.1のようであり、両者は高い相関(寄与率 $R^2=0.816$)を示している.なお試験体の強度が 4.5MPa 以下ではデータのばらつきが大きく、これらは"孔壁の粘土化等によるスライム排出不良"といった影響を受けている可能性が考えられる.

試験仕様	強度(MPa)	貫入速度m/min	m/min/MPa
	2.1	2.98	4.00
	2.8	3.16	4.24
強度別試験	3.2	4.09	5.49
穿孔方向-24°	5.2	2.55	3.42
給進圧4MPa	5.4	2.40	3.22
打擊圧0.5MPa	7.5	1.65	2.21
	8.6	1.25	1.68
	10.6	0.98	1.31
同上, -24°	2.1	1.41	6.79
打擊圧0.2MPa	5.2	0.81	3.90
給進圧2.5MPa	10.6	0.36	1.73
同上,鉛直	2.5	1.15	5.75
打擊圧0.2MPa	5.0	0.73	3.65
給進圧2.5MPa	9.6	0.32	1.60
粘土層試験	4.5	1.10	5.27
-24°方向	4.5	0.96	6.43
打擊圧0.2MPa			
給進圧2.5MPa	4.5	0.90	5.15
	4.6	0.57	3.15
-24°方向	4.6	0.48	3.11
-2+ 万向 打較F0.2MPa	4.6	0.54	3.52
〕〕手/⊥0.2MFa 於准圧2.5MDa	4.6	0.62	3.40
//日八巴/二.2.JIVIFa	4.6	0.56	3.50



図-3.3.1 打撃圧当たり貫入速度と地盤強度(再掲図-2.5.2)

± γ	21	北岛四台中	した酸圧化た	い世に声
$\overline{x} = \mathbf{i}$	1 N I	111/233/9田/島	アイロショナコル	

3.4 打撃圧当たり貫入速度とM値の関係

同様に,打撃圧当たり貫入速度と標準貫入試験によるN値の関係は後述する現場での実証試験値(表-3.4.1)より図-3.4.1のように示される.

全体に相関度は低いが、"N値=10"付近を境に貫入速度が大き く変化している. §2.6 で示したロ之津地すべり(第四紀層)は層 厚が 3~5m以下であり、大半が"N<15層"を移動層としている. したがってこのような崩積土層を主体とした浅いすべりの基盤面 調査には十分適応できる.

なお相関度が低いのは固結した試験体に比ベスライムの影響を 受けやすいことによるものと考えられる. さらに,貫入速度が 7m/min/MPa 以下では固結した試験体(図-3.3.1)との使い分け が問題となるが,これについては貫入時のスライム判定(未固結 か否か)等により補う必要がある.





表-3.4.1 打撃圧当たり貫入速度とN値

工質	m/min/MPa	SPT
	4.47	3
	7.45	6
	4.47	1.5
	4.47	3
	7.45	3
砂質土~粘性土	7.45	3
(具庭)	4.47	3
	7.45	3
	4.47	2
	8.94	3
	14.90	2
	8.94	2
	4.04	6
	1.73	9
	2.02	12
	1.52	18
砂質十~粘性+	2.42	27
(東城)	3.03	33
	1.52	30
	1.73	33
	1.73	36
	1.01	69
	0.87	81
	8.96	6
	10.17	9
	10.07	9
	8.36	9
	10.83	3
	11.77	3
	10.17	3
	9.29	9
	7.67	6
	10.95	9
	10.79	3
	11.49	3
	13.22	2
	8.93	3
	8.70	3
动。动母士	8.36	3
(千代田)	11.24	1.5
	12.15	3
	3.70	6
	4.82	6
	4.61	6
	4.46	3
	5.44	3
	8.50	6
	6.14	6
	8.82	6
	7.11	6
	7.11	3
	10.95	6
	10.10	6
	6.25	6
	3.76	6
	12.15	9

4. 地中の不連続面と貫入速度曲線の特徴

4.1 地層の不連続面における貫入速度曲線

全地盤サウンディング試験においては、穿孔時のスライム採取によりおよその土質(地質)判定が可能である. 一方で地層の硬軟は貫入速度による判定が必要であり、例えば崩積土と岩盤(硬~極硬)の層界は図-4.1.1のように貫入速度曲線の急激な変化といった形で明瞭に確認できる.





写真-4.1.1 同上, 隣接地点のコア写真(着岩震度 1.9m) (輝緑岩. 真庭 No.1)



図-4.1.2 試験断面図



写真-4.1.2 試験状況

未固結地盤(砂質土〜粘性土)においても図-4.1.3, 4.1.4 のように全地盤サウンディングドリルによる貫入速 度曲線と標準貫入試験によるN値曲線は類似した形態を示し、両者の不連続面はほぼ一致している.したがって 全地盤サウンディングドリルによる地層判定は標準貫入試験と同様に可能である.

なお, N 値曲線の測定区間率 60% (50cm 毎に 30cm 間の測定) に対し,貫入速度曲線は連続測定であり,後者の方が地層変化を細かくとらえることができる.



図-4.1.3 貫入速度曲線とN値曲線の対比 (砂質土〜粘性土地盤,真庭)



写真-4.1.3 標準貫入試料 (GL-5m付近の粘性土)



写真-4.1.4 試験場所全景 (採石場ズリ置き場)



写真-4.1.5 試験状況 (標準貫入試験との対比)







写真-4.1.6 GL-0.5~1m (N值=9, 砂)

写真-4.1.7 GL-3~3.5m (N値=1.5~2,砂質粘土)

写真-4.1.8 GL-5.5~6m (N值=6~9,砂質粘土)



写真-4.1.9 全貫入試料 (GL-0~6m:50cm ピッチ測定)

4.2 地層の空隙部等におけるブロー値曲線

図-4.2.1 は写真 4.2.1 のような節理面の開口が顕著な露頭での測定例である. 貫入位置より 35cm と 75cm 付近 に 1~2cm の開口部があり, 測定中には写真-4.2.2 のようなスライム(粉体)の噴出がみられた.

図-4.2.1 において、地表から 0.8m 付近までは相対的に貫入速度が速く、ブロー値も地表より 1m 付近まで相対的に高くなっている. したがって"地表より 0.8m 付近まではキレツの多い脆弱層である"と判定され、露頭状況と一致する.



なお、キレツの多い区間でブロー値が上昇する現象は §1.7 の図-1.7.1 に示したとおりである. すなわち、ビ ット先端から噴出するエアは孔壁を伝ってスライムを地 上に排出するが、空洞がある場合はこれに逸出する. そ の場合地上に排出されるスライムも孔底に沈降するため、 ビット先端部でこれにともなう目詰まりをきたし、ブロ

一方未固結地盤では、粘性の大きいスライムほど孔壁 に付着しやすく、地上への排出が悪くなる. そのため、

エアの循環も悪くなり、ブロー圧上昇につながりやすい.

一圧の上昇となる.



写真-4.2.1 節理が開口する露頭での試験 (輝緑岩,千代田)



写真-4.2.2 同上, スライム (粉体)の噴出状況

なお、本試験機での無負荷状態でのブロー圧は 0.5MPa であり、これを基準に空洞や孔壁の粘土化を推定する ことができる.



図-1.7.1 ブロー圧上昇要因(再掲図)

5. 現場実測例とその解釈

5.1 空洞が多く、帯水する砂~粘土地盤での測定例

写真-5.1.1の標準貫入試料より,当該地盤は砂および粘土の互層状をなしている.サウンディング試験結果(図-5.1.1)より, GL-3.5付近に地層の不連続面(下位層が硬い)があり,GL-3m付近に水位が確認されている. したがってGL-3.5m付近以深が地下水制限床をなし、これ以浅に自由地下水帯を形成することが推定される.

全地盤サウンディング試験ではGL-0.8m, 2.4m, 3.5~4m 付近で隣接するボーリング調査孔からエアが噴出し, 上記自由地下水帯が良透水層をなすことが確認されている. なおエアが噴出した際にブロー圧の上昇が確認され ており,前項の図-4.2.3 に示した孔内の目詰まりによるものと判断される.

一方,図-5.1.1において,下位層内のブロー圧は無負荷圧時の0.5MPaに対して0.65MPaと高く,全体に粘性 土主体の地層を反映するものと考えられる.





写真-5.1.1 標準貫入試験試料 (GL-0~6m:50cm ピッチ)

5.2 砂質粘土地盤での測定例(水平面より下向き57°方向)

前項の調査地点で斜孔 (水平面より下向き 57°方向, 写真-5.2.1) による全地盤サウンディング試験 (図-5.2.1) およびコアボーリング (図-5.2.2, 写真-5.2.1) を行った.



写真-5.6.1 砂質土地盤での測定(千代田)

その結果 Gl-5m (斜孔) まで砂質粘土が連続し,その内 GL-0.8m までは細混じりとなっている. また GL-4.5m 以深は含水比が高く,鉛直孔で確認された水位 (GL-3.m) 層準とも一致する (図-5.2.3).

さらに全地盤サウンディング試験のブロー圧は無負荷圧時の0.5MPaに対し全般に0.6~0.68MPaと高く、図ー4.2.3 に示した粘性土地盤におけるスライム排出障害の特徴を示している.



写真-5.2.1 試験孔隣接地点のコア写真(砂質粘土.千代田)



図-5.2.3 鉛直方向でのサウンディング試験結果と斜孔でのボーリング および全地盤サウンディング試験結果との対比

5.3 強風化砂質片岩での測定例

強風化砂質片岩の露頭地で水平面より下向き 20°方向に全地盤サウンディング試験およびボーリング調査を 行った.

地質状況(図-5.3.2,写真-5.3.1)はGL-1m付近まで粘土化が進むが、これ以深は全般に半固結状(指圧で 容易に砕ける程度)の安定した層をなしている.

これに対して全地盤サウンディング試験の貫入速度(図-5.3.1)はGL-1m付近まで1~2m/minであり、これ 以深の半固結状区間の 2~2.4m/min より相対的に遅い. このように全地盤サウンディング試験の貫入速度は単に 地層の硬軟に比例するのでなく、地層の粘土化の影響を受けることに留意する必要があり、したがって常に貫入 時に排出されるスライムとの照合対比が重要となる.



写真-5.3.1 強風化砂質片岩露頭での測定(東城)



図-5.3.2 試験孔隣接地点の地質柱状図



写真-5.3.2 試験孔隣接地点のコア写真(砂質片岩. 東城)

一方,同地点で標準貫入試験との対比を行うため,鉛直方向に行った試験(写真-5.3.3)では図-5.3.3のよう な結果を得ており,貫入速度とN値曲線による地層層界はほぼ一致している.

GL-1.6m 付近以深では N 値=70~80 に対し,貫入速度 1m/min となっており,ボーリングコアでは,斜孔の 先端部で写真-5.3.3 のようなやや固結した試料を確認している.したがって上記 N 値および貫入速度は当層を反 映するものと判断され,全体として図-5.3.4 のような地層断面が推定される.



写真-5.3.3 標準貫入試験との対比(東城)



図-5.3.3 標準貫入試験との対比(東城)



写真-5.3.3 GL-2.9m付近のボーリングコア(写真-5.3.2)



図-5.3.4 調査結果に基づく地層想定断面図

5.4 均一と思われる露頭での測定例

写真-5.4.1 のように均一と思われる露頭で測定した結果,写真-5.4.2 のように地表より 0.65~1.0m 間で亀裂の 多い脆弱な層があり,図-5.4.1 の貫入速度曲線もこの付近に不連続面を検出している.ブロー値曲線もこの付近 で上昇しており,表層より 1m 区間は相対的に脆弱と判断される.ちなみに写真-5.4.2 のボーリングコアのみで はこのような判定はできない.



写真-5.4.1 均一と思われる露頭での測定(真庭 No.2)



(輝緑岩, 真庭 No.2)



図-5.4.2 試験孔隣接地点の地質柱状図



写真-5.4.2 試験孔隣接地点のコア写真(輝緑岩.真庭 No.2)

5.5 キレツの多い露頭での測定例

写真-5.5.1 のようなキレツの発達した露頭で測定した結果,写真-5.5.2 のように全体に硬質な岩が連続するものの, 亀裂が多く図-5.5.1 のようにブロー圧が上昇する区間が多い. 貫入速度は地表より 0.6m 以深で低下しており,この付近までは相対的に風化が進んでいるものと推定される.当孔においてもボーリングコア(写真-5.5.2) のみでは地表からの不連続面を特定することはできない.



写真-5.5.1 亀裂の多い露頭での測定(真庭 No.3)





写真-5.5.2 試験孔隣接地点のコア写真(輝緑岩. 真庭 No.3)

5.6 風化帯と思われる露頭での測定例

写真-5.6.1 のような風化岩が 1.5m 程度連続すると思われる露頭で測定した結果,図-5.6.1 のように貫入速度 もこの付近で不連続面を検出している.

ブロー圧は 0.6~1.3m 間および 1.6m 以深で上昇し、この付近で亀裂が発達するものと推定される.特に図-5.6.2 の亀裂の発達状況を示す RQD は相対的に下位層で低く、ブロー値曲線はこれらとも整合する.当孔も全地盤サウンディング試験の方が、ボーリングコア(写真-5.6.2)より露頭状況を的確に反映している.



写真-5.6.1 風化岩露頭位置での測定(真庭 No.4)





図-5.6.2 試験孔隣接地点の地質柱状図



写真-5.6.2 試験孔隣接地点のコア写真(輝緑岩.真庭 No.4)

5.7 剥離面が顕著な露頭での測定例

写真-5.7.1 のような節理の発達した露頭で測定した結果,図-5.71 のように貫入速度曲線では地表より 30cm 付近で硬質な層に着岩しており,露頭状況(写真-5.7.2)と一致する.

一方 1.6m 付近以深でさらに貫入速度が低下しており、しかもこの付近までブロー圧の上昇がみられる.よって 1.6m 付近まで亀裂の発達した層が連続するものと推定される.



図-5.7.1 剥離面の確認できる露頭での測定



写真-5.7.1 測定位置の亀裂の発達状況 (輝緑岩, 真庭 No.5)



写真-5.7.2 同左, 剥離面(穿孔面より 30cm)

(参考資料)

1. 調査歩掛かり

						(5m当たり)
種別	細 另川	単位	数量	単価	金額	備考
	地質調査技師	人	0.17			掘進長10m/日
口件書	主任地質調査員	人	0.50			
人件貨	地質調査員	人	0.50			
	普通作業員	人	0.50			
	トルネード型ビットφ66mm	個	0.10			
	サウンディングロッド (1m)	本	0.50			
材料費	同上,カップリング	個	0.05			
	試料箱(5m/個)	個	1.00			
	維品	%	3.00			
新七串	軽油	リツ トル	57.28			
動刀貨	油脂	%	20.00			
松井大江	サウンディングドリル	日	0.50			
焼 (城 守 リ ー ス	コンプレッサー (10.5~11m ³ /min)	日	0.50			
計						

2. 経済性比較

調査種	測定区間	測定深度 5m	測定費		備考
全地盤サウンデ ィング試験 (機械装置重量 110kg)	全深度 (100%)	礫混り土3m	 ・測定費 14.9 千円/m×5m=74.5 千円 ・足場仮設 2.2 千円/空 m³×31 空 m³=68.2 千円/孔 	計143千円	機械搬
標準貫入試験 (小型機械重量 250~300kg)	30cm/50cm (60%)	砂質土 2m	 ・測定費 確混じり土11千円/回×6回=66千円 砂質土 7.5千円/回×4回=30千円 ・足場仮設2.2千円/空m³×69空m³=152千円 	計248千円	大、移政費等除く



(執 筆 者)

瀬崎 茂 株式会社斜面対策研究所(技術士:森林部門,総合技術監理部門)

(共同研究)

城田 陽文 株式会社ダイカ 広島営業所

(技術支援)

今岡 渉 ヤマモトロックマシン株式会社 東城営業所所長

―全地盤サウンディングドリル仕様―

法面調査マニュアル

2011年7月 初版発行

編集・発行 斜面対策研究会 事務局 大阪市西区京町堀1丁目17番8号(京ビル) 株式会社 ダイカ内 TEL. (06) 6447-7401 FAX. (06) 6447-7403