

全国標準積算資料（土質調査・地質調査）

積算基準（案）

（2次元・3次元微動探査）

（1次元微動アレイ探査）

令和3年3月

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

積算委員会

第1章 物理探査

物理探査は、地盤の物性を測定・解析して地下の地質構成や地質構造を物性の分布としてとらえる地質調査法であり、土木構造物の建設・地盤環境・地盤防災に係わる地質調査方法の一つとして、また原位置における地盤物性の評価手法として広く利用されている。近年では、計画をはじめ、データ取得及びデータ処理・解析の全てにコンピュータを用いる様になり、測定計画の際のシミュレーションを含めた計画検討、測定データのデータチェックによる品質向上及びデータ処理・解析の際の検証が容易に実施可能となり、より適切な地質解釈データを効率的に提供できるようになってきた。

物理探査手法は、次図に示したように物性と調査方法の組み合わせが多様であり、調査目的に見合った物性と調査方法の選択、原理に沿った測定・解析および解釈が必要である。さらに解釈に際しては、物性と地質との関係について他の地質調査データと併せて検討した上で総合的な地質解釈を実施する必要がある。積算の参考として次表に各手法の概要・原理、使用機器、測定解析から求められるもの、探査深度、解析方法、適用上の留意点および本誌記載項目を示す。適用の基準や手引きの詳細は、「新版物理探査適用の手引き：物理探査学会，2008年10月」等を参考されたい。特に、火薬類の使用または放射線源の使用にあたっては、法令に基づき、有資格者が行わなくてはならない作業が定められているため留意されたい。

物理探査手法と本誌掲載項目

主な適用区分	手法	調査方法	細別	掲載項目
(地 表)	弾性波探査 (地震探査)	屈折法	発破法	1-1-1
			重合法	1-1-2
			高密度法	1-1-3
		反射法	浅層反射法	1-2
			音波探査(海域)	
	電気探査	比抵抗法 (比抵抗探査)	垂直探査法	1-3-1
			水平探査法	1-3-2
			2次元探査法	1-3-3
	電磁探査		C S A M T 法	
			T E M 法 (T D E M 法)	
			空中電磁波	
			強制分極法 (I P 法)	
	地中レーダ探査			1-4
	表面波探査		表面波探査	1-5-1
			高密度表面波探査	1-5-2
重力探査				
放射能探査				
地温探査			1 m 深地温探査	1-6
微動探査			2次元・3次元微動探査	1-X-1
			1次元微動アレイ探査	1-X-2
磁気探査				
(地表・試錐孔)	微動測定		常時微動測定	1-7
	ジオトモグラフィ	弾性波トモグラフィ	弾性波トモグラフィ	1-8-1
			比抵抗トモグラフィ	1-8-2
			電磁トモグラフィ(レーダトモグラフィ)	
	V S P 探査		ゼロオフセット V S P	1-9
オフセット V S P				
(坑 内)	切羽前方地山探査法			

1-X-1 2次元・3次元微動探査

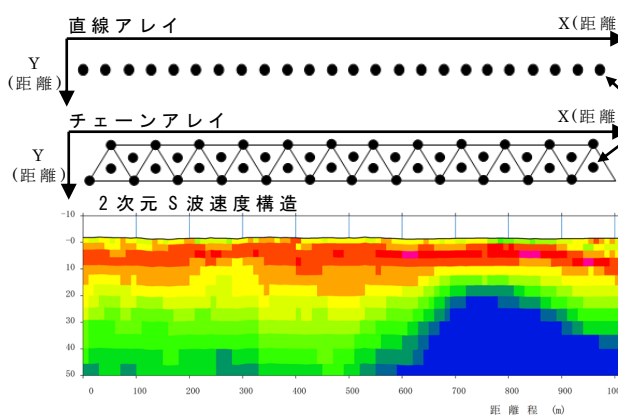
(1) 調査方法の概要

2次元・3次元微動探査は、人工振源を用いることなく、固有振動数 2Hz 程度以下の周波数の受振器を用いて、市街地・住宅地の道路上などで地盤の暗振動（常時微動）の上下動成分に着目し、多チャンネルで測定・解析することにより、深度 50m 程度までの S 波速度構造を求める技術であり、調査目的や現地の状況に応じて 2次元微動探査、3次元微動探査が適用され、それぞれ、2次元、3次元の地盤の S 波速度構造を推定することに用いられている。

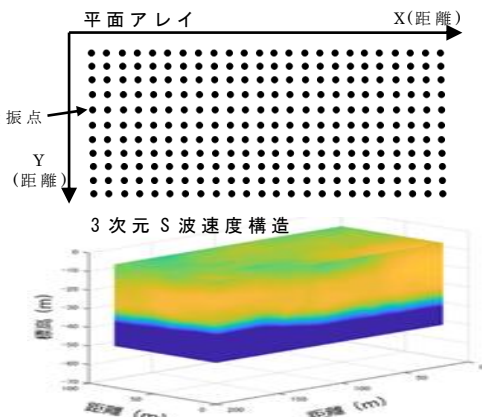
2次元微動探査、3次元微動探査を行うには、それぞれに適した受振器（地震計）配置によって地盤の暗振動を測定する必要がある。2次元探査では、受振点間隔 2~5m 程度を標準とし、道路に沿って受振器を設置して 1 展開当たり 30 分~1 時間程度の測定を行う。3次元探査では、多数の受振器を平面的に規則的に設置することが望ましいが、不規則な受振器配置でも構わない。市街地・住宅地での測定では、道路に沿って受振器を設置するため、道路に沿った測定点（縦）の受振器間隔は 5m 程度とし、並行する道路間隔（横）は、10~20m 程度となることを標準としている。設置した受振器の位置を再現できるよう十分な精度をもつ機材で位置測量を行う。

微動を測定するために、車や人の往来による雑振動が顕著な場合には夜間測定を行う。また、遠方に国道や鉄道などの線状の避け難い振動源が存在する場合には、振動源と直交する方向に波動が伝搬することを想定した受振器配置を計画するなどの工夫が必要である。また、測定では受振器と記録装置が 1 組となった微動探査装置 50 個程度を使用することを標準としており、2次元および 3次元探査では、設置した受振器の半数程度の重複測定によって測定範囲を拡張して行くため、重複測定の作業効率についても本歩掛に含んでいる。

解析は、測定された微動の上下動成分の記録から空間自己相関等によりレイリー波の周波数毎の位相速度を求め、周波数と位相の関係を示す分散曲線を作成し、分散曲線から逆解析によって S 波速度構造を求める。測定された微動記録から位相速度を求める際には、中間点の等しい受振器の組み合わせを抽出する方法が用いられることが多い。逆解析によって求められた S 波速度構造を 2次元または 3次元表示することによって、速度構造図として表示する。



1) 2次元微動探査



2) 3次元微動探査

2次元、3次元微動探査における受振器配置例と求められる速度構造の概念図

(2) 成果品

- ① 調査位置図（縮尺 1/25,000~50,000）および測線（測点）配置図（縮尺 1/100~500）
- ② 位相速度曲線（分散曲線）および 2次元、3次元 S 波速度構造図
- ③ 調査報告書（調査方法および解析・解釈結果）

1-X-1-1 標準積算内訳表

費用	工種	種別	細別	規格	単位	標準歩掛明細					
2次元・3次元微動探査費	コンサルティング 業務費 調査業務費	直接原価	直接人件費	打合せ協議 計画・準備費 現地踏査資料検討費 データ処理・解析費 報告書作成費	式 業務 箇所 〃 業務	Ⅱ002表 IV01表 IV02表 IV03表 IV04表					
							直接経費	電算費 解析消耗品費 旅費日当宿泊費	時間 式 〃	IV03表 〃 第I編6-3項	
											間接原価 一般管理費等
		直接費	観測費	直接人件費 材料費 機械等損料	箇所 〃 〃	IV05表 〃 〃					
							間接費	受振点測量費	直接人件費 材料費 機械等損料	箇所 〃 〃	
											準備費 補償費 調査管理費 安全対策費
		運搬費 自動車借上料 旅費日当宿泊費	労務費 材料費	箇所 箇所	IV08表 〃						
						諸経費	〃	回 日 式 〃	第I編6-4項 〃 第I編6-3項 第I編5-2項		

(注) 1. 能率向上補正:

データ処理・解析費、観測費、受振点測量費および安全対策費は、受振点数に応じ、下表の補正係数を乗じて積算のこと。受振点数1,000点以上については、1,000点の補正係数を受振点数で案分した係数を用いること。安全対策費については、補正係数の小数点以下を切り上げて積算のこと。

受振点数(P)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	補正係数式
補正係数(K)	1.0	1.8	2.6	3.4	4.2	5.0	5.8	6.6	7.4	8.2	$K=1+(P/100-1)0.8$

2. 夜間作業の場合の観測費および受振点測量費は、人件費に対し、夜間割り増し25%、深夜割増50%を適用のこと。

1-X-1-2 計画・準備費（1業務当たり）

実施計画書の作成，事前協議・中間報告などの計画策定及び資料作成

(IV 01 表)

種 別	細 別	単 位	数 量
直接人件費	主任技師	人	3.0
	技師 A	〃	4.0
	技師 C	〃	3.0
直接経費	旅費日当宿泊費	式	1

(注) 1. 上記歩掛は，1業務につき一定とした。

1-X-1-3 現地踏査資料検討費（1箇所当たり）

測定エリア・測線あたりの測定計画のための現地踏査と資料検討

(IV 02 表)

種 別	細 別	単 位	数 量
直接人件費	主任技師	人	2.0
	技師 A	〃	3.0
直接経費	自動車借上料	日	2.0
	旅費日当宿泊費	式	1

1-X-1-4 データ処理・解析費（1箇所，100受振点当たり）

(IV 03 表)

種 別	細 別	単 位	解析区分別標準歩掛		摘 要
			2次元探査	3次元探査	
直接人件費	主任技師	人	1.0	1.0	
	技師 A	〃	2.0	3.0	
	技師 B	〃	2.0	6.0	
	技師 C	〃	2.0	3.0	
直接経費	電算費	式	1	1	直接人件費計の5%
	解析消耗品費	式	1	1	直接人件費計の2%

(注) 1. 受振点数による能率向上補正は，1-X-1-1(標準積算内訳表)(注)1により修正のこと。

1-X-1-5 報告書作成費（1業務当たり）

調査結果の評価・考察・検討および報文執筆

(IV 04 表)

種 別	細 別	単 位	数 量
直接人件費	技師長	人	1.0
	主任技師	〃	2.0
	技師 A	〃	4.0

1-X-1-6 観測費（1箇所、100受振点当たり）

（IV05表）

種別	細別	単位	測定区分別標準歩掛		摘要
			2次元探査	3次元探査	
直接人件費	地質調査技師	人	1.0	2.0	1人作業
	主任地質調査員	〃	2.0	4.0	2人作業
	地質調査員	〃	2.0	4.0	2人作業
材料費	消耗品	式	1	1	直接人件費の10%
機械等損料	微動探査装置	式	1	1	直接人件費の66%

（注）1. 受振点数による能率向上補正は、1-X-1-1(標準積算内訳表)(注)1により修正のこと。

1-X-1-7 受振点測量費（1箇所、100受振点当たり）

（IV06表）

種別	細別	単位	標準歩掛	摘要
直接人件費	地質調査技師	人	0.5	1人作業
	主任地質調査員	〃	0.5	1人作業
	地質調査員	〃	0.5	1人作業
材料費	消耗品	式	1	直接人件費の5%
機械等損料	G N S S	式	1	RTK-GNSS、直接人件費の16%

（注）1. 受振点数による能率向上補正は、1-X-1-1(標準積算内訳表)(注)1により修正のこと。

1-X-1-8 渉外費（1箇所当たり）

（IV07表）

種別	細別	単位	標準歩掛	摘要
直接人件費	地質調査技師	人	1.0	
	地質調査員	〃	1.0	
直接経費	自動車借上料	日	1.0	必要に応じて計上
	旅費日当宿泊費	式	1	必要に応じて計上

（注）1. 上記歩掛は、道路使用許可、用地交渉および住民説明資料作成を必要とする際に適用のこと。

1-X-1-9 安全対策費（1箇所、100受振点当たり）

（IV08表）

種別	細別	単位	標準歩掛	摘要
労務費	交通誘導員(A)	人	1.0	
	交通誘導員(B)	〃	2.0	
材料費	安全対策費	式	1	カラーコーン、夜間照明等

（注）1. 上記歩掛は、道路使用許可を伴う道路上の作業を行う際に適用のこと。
 2. 受振点数による能率向上補正は、1-X-1-1(標準積算内訳表)(注)1により修正のこと。
 3. 夜間作業を行う場合は、労務費に夜間割り増、深夜割り増を適用のこと。

1-X-2 1次元微動アレイ探査

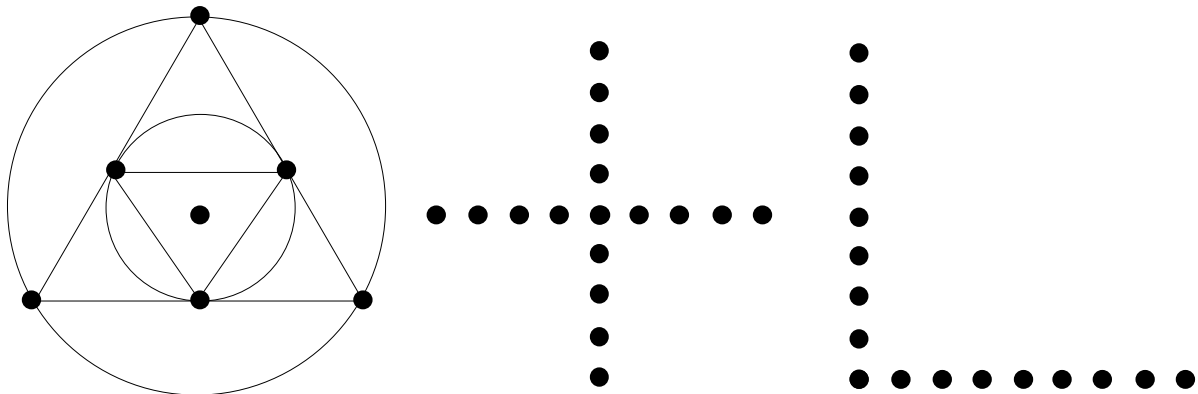
(1) 調査方法の概要

1次元微動アレイ探査（微動アレイ探査）は、探査箇所を中心にアレイ配置として正三角形、十字形、L字形に配置した受振器（地震計）によって、多チャンネルで地盤の微弱な振動（常時微動）を測定・解析することにより、1点-深度方向の1次元S波速度構造を求める技術である。

探査深度は、測定されるレイリー波の波長によって異なり、目的の探査深度を満たす波長のレイリー波が測定できるよう、アレイの大きさ（アレイサイズ）と使用する受振器（地震計）を選択する。経験的には、深さ100m以浅を対象とする場合は地震計の測定可能な周期が0.5秒（2Hz）程度以上の受振器（地震計）を用い、深さ150m～200m程度までを

対象とする場合は地震計の測定可能な周期が1秒以上の地震計が用いられる。1次元微動アレイ探査の測定は、自然の微動を30分～1時間程度を目安として記録する。

解析は、測定された微動の上下動成分の記録から空間自己相関等によりレイリー波の周波数毎の位相速度を求め、周波数と位相の関係を示す分散曲線を作成し、分散曲線から逆解析によってS波速度構造を求める。逆解析によって求められたS波速度構造を1次元の速度構造図として、深度-S波速度グラフによって表示する。



1) 正三角形配置

2) 十字配置

3) L字配置

微動アレイ探査における受振器配置例の概念図

(2) 成果品

- ①調査位置図（縮尺 1/25,000～50,000）および測線（測点）配置図（縮尺 1/100～500）
- ②位相速度曲線（分散曲線）および1次元S波速度構造図
- ③調査報告書（調査方法および解析・解釈結果）

1-X-2-1 標準積算内訳表

費用	工種	種別	細別	規格	単位	標準歩掛明細	
1次元微動探査費	コンサルティング 業務費	直接原価	直接人件費	打合せ協議 計画・準備費 現地踏査資料検討費 データ処理・解析費 報告書作成費	式 業務 業務 箇所 業務	Ⅱ002表	
						IV09表	
						IV10表	
						IV11表	
						IV12表	
		間接原価 一般管 理費等	直接経費	電算費 解析消耗品費 旅費日当宿泊費	時間 式 " " 式	IV11表	
						"	
						第I編6-3項	
						第I編5-1項	
						第I編5-1項	
	調査業務費	直接費	観測費	直接人件費 材料費 機械等損料	箇所 " "	IV13表	
						"	
						"	
			間接費	探査箇所測量費	直接人件費 材料費 機械等損料	箇所 " "	IV14表
							"
							"
							第I編6-1項
諸経費	成果品作成費	渉外費	件 式 "	IV15表			
				第VIII編3章 第I編6-2項			
諸経費	準備費 補償費 調査管理費 安全対策費	労務費 材料費	箇所 箇所	IV16表			
				"			
諸経費	運搬費 自動車借上料 旅費日当宿泊費		回 日 式 "	第I編6-4項			
				第I編6-3項 第I編5-2項			

(注) 1. 能率向上補正:

データ処理・解析費、探査箇所測量費、観測費および安全対策費は、箇所数に応じ、下表の補正係数を乗じて積算のこと。探査箇所数10点以上については、10点の補正係数を測定点数で案分した係数を用いること。安全対策費については、補正係数の小数点以下を切り上げて積算のこと。

探査箇所数(P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	補正係数式
補正係数(K)	0.6	1.0	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.2	$K=1+(P/2-1)0.8$

2. 夜間作業の場合の観測費および探査箇所測量費は、人件費に対し、夜間割り増し25%、深夜割増50%を適用のこと。

1-X-2-2 計画・準備費（1業務当たり）

実施計画書の作成，事前協議・中間報告などの計画策定及び資料作成

(IV 09 表)

種別	細別	単位	数量
直接人件費	主任技師	人	3.0
	技師 A	〃	4.0
	技師 C	〃	3.0
直接経費	旅費日当宿泊費	式	1

(注) 1. 上記歩掛は，1業務につき一定とした。

1-X-2-3 現地踏査資料検討費（1業務当たり）

探査箇所を選定および測定計画のための現地踏査と資料検討

(IV 10 表)

種別	細別	単位	数量
直接人件費	主任技師	人	2.0
	技師 A	〃	2.0
直接経費	自動車借上料	日	2.0
	旅費日当宿泊費	式	1

1-X-2-4 データ処理・解析費（2箇所当たり）

(IV 11 表)

種別	細別	単位	探査深度別数量		摘要
			0-100m 以下	0-200m 以下	
直接人件費	主任技師	人	0.5	1.0	
	技師 A	〃	1.5	3.0	
	技師 B	〃	3.0	6.0	
	技師 C	〃	1.5	3.0	
直接経費	電算費	式	1	1	直接人件費計の5%
	解析消耗品費	式	1	1	直接人件費計の2%

(注) 1. 探査箇所数による能率向上補正は，1-X-2-1(標準積算内訳表)(注)1により修正のこと。

1-X-2-5 報告書作成費（1業務当たり）

調査結果の評価・考察・検討および報文執筆

(IV 12 表)

種別	細別	単位	数量
直接人件費	技師長	人	1.0
	主任技師	〃	2.0
	技師 A	〃	4.0

1-X-2-6 観測費（2箇所当たり）

（IV13表）

種別	細別	単位	探査深度別数量		摘要
			0-100m以下	0-200m以下	
直接人件費	地質調査技師	人	0.5	1.0	1人作業
	主任地質調査員	〃	1.0	2.0	2人作業
	地質調査員	〃	1.0	2.0	2人作業
材料費	消耗品	式	1	1	直接人件費の10%
機械等損料	微動探査装置	台	49	7	0-100m以下は、直接人件費の66% 0-200m以下は、直接人件費の36%

（注）1. 探査箇所数による能率向上補正は、1-X-2-1(標準積算内訳表)(注)1により修正のこと。

1-X-2-7 探査箇所測量費（2箇所当たり）

（IV14表）

種別	細別	単位	探査深度別数量		摘要
			0-100m以下	0-200m以下	
直接人件費	地質調査技師	人	0.5	0.5	1人作業
	主任地質調査員	〃	0.5	0.5	1人作業
	地質調査員	〃	0.5	0.5	1人作業
材料費	消耗品	式	1	1	直接人件費の5%
機械等損料	G N S S	式	1	1	RTK-GNSS、直接人件費の16%

（注）1. 探査箇所数による能率向上補正は、1-X-2-1(標準積算内訳表)(注)2により修正のこと。

1-X-2-8 渉外費（1業務当たり）

（IV15表）

種別	細別	単位	数量	摘要
直接人件費	地質調査技師	人	1.0	
	地質調査員	〃	1.0	
直接経費	自動車借上料	日	1.0	必要に応じて計上
	旅費日当宿泊費	式	1	必要に応じて計上

（注）1. 上記歩掛は、道路使用許可、用地交渉および住民説明資料作成を必要とする際に適用のこと。

1-X-2-9 安全対策費（1箇所、100受振点当たり）

（IV16表）

種別	細別	単位	数量	摘要
労務費	交通誘導員(A)	人	1.0	
	交通誘導員(B)	〃	1.0	
材料費	安全対策費	式	1	カラーコーン、夜間照明等

（注）1. 上記歩掛は、道路使用許可を伴う道路上の作業を行う際に適用のこと。

2. 受振点数による能率向上補正は、1-X-2-1(標準積算内訳表)(注)1により修正のこと。

3. 夜間作業を行う場合は、労務費に夜間割り増、深夜割り増を適用のこと。