c) データ取得内容(受振器設置作業)

i) 有線テレメトリーG-DAPS4 システム設置作業

広域屈折法及び広角反射法データ取得における全測線(測線長 80km)内で、Phase-1 から Phase-3 までの全期間において有線テレメトリーシステムが設置された区間は足柄測線の 17km である。有線テレメトリーシステムによる受振区間では、主として道路(幹線道、地域道、林道及び農道)の路肩及び河川の河川敷及び堤防道路に沿って設置された。受振器・データ伝送装置(RSU)・バッテリーユニット及び本線ケーブルは、調査測線に沿って 50m 間隔で設置された木杭を目印にして敷設された。各受振点では原則として 9 個の受振器(ジオフォン)がバンチング設置された。受振器からの信号が集約されるデータ伝送装置(RSU)では、6 受振点毎のデータに対して A/D 変換、相互相関、ノイズエディットを伴う垂直重合処理が実施され、観測車に伝送された。

足柄測線の受振器設置作業は平成17年11月11日に開始されたが、屈折法足柄バイブレータ測線と広域屈折法ダイナマイト測線のデータ取得終了まで12日間に及ぶ展開期間を前提として、側溝及び用水路路肩への有線ケーブル埋設作業、受振測線が幹線県道及び国道を横断する際の信号柱等を用いたケーブル敷設及び鉄道横断に関わるケーブル敷設作業が、所轄関係機関の承認を経て実施された。

前述の様に、反射法足柄バイブレータ測線の調査測線基点は小田原市酒匂川河口に位置し、河口から約7.0kmの受振区間は平成13年度神奈川県地下構造調査Line-Bと重複している。また、測線北部のRP.328近傍には(独)防災科学技術研究所の山北観測井"が位置している。本調査では、こうした既存データを参照して、先新第三系基盤面及び箱根古期外輪山溶岩類に付随する境界面を明確にイメージングするために、全受振区間による固定展開によってデータを取得した。

ii) 独立型受振システム設置作業

広域ダイナマイト屈折法及び広角反射法データ取得における全測線(測線長 80km)内で、独立型受振システムの設置区間の測線長は63kmであり約81%を占めている。今回採用された(株)地球科学総合研究所の独立型受振システムMS-2000Dは、A/D変換ユニット、受振器からの信号を入力するアナログケーブル、コンパクトフラッシュメモリーを内蔵したデータ収録ユニット、GPSシステム及びリチウムバッテリーユニットから構成されている。このシステムは従来の有線テレメトリー記録装置と比較して可搬性に優れ、交通量の多い幹線道路、河川、標高差を伴う地形変化、ノイズレベル等の測線状況を考慮して、非常に自由度の高い受振点位置の設定が可能である。従って、丹沢、道志及び三つ峠山周辺の山岳地域における受振測線の設定には、ジオメトリーに対するMS-2000Dの柔軟性が大きく寄与したものと考えられる。

独立型受振システム及び受振器の設置は、以下の手順によって実施された。

- ・受振器設置可能な屈曲測線位置に沿って 50m 間隔で測量木杭が設定される。
- ・直線投影測線上で300m間隔のMS-2000D ユニット設置箇所を決定し、個別のAD ユニットの入力となる6 チャンネル分の受振区間内における測線状況(道路、家屋及び地形変化)に応じて適宜移動する。
- ・MS-2000D ユニットの設置及び各ユニットの入力となる受振器 6 点分の展開を行う。この場合、各ユニットに付随する受振点は局所的に屈曲した測線に沿って 50m 間隔で設定される。従って、局所的には投影測線上の受振点間隔は保証されていない。
- ・各種反射法及び屈折法の測定時間に応じた記録開始及び終了時間が設定され、GPS 受信の確認及び受振器設置状況の確認が実施される。
- ・毎日、GPS 受信状況及び受振器設置状況が確認され、適宜、データ収録ユニットの回収及び交換が行われる。

・回収されたデータ収録ユニットは Phase 単位で起震時間及び記録長を用いて編集され、相互相関、ノイズエディットを伴う垂直重合処理が外部で行われる。

広角反射受振測線では、地形変化の顕著でアクセスできない箇所及び民家密集地において連続測線が設定できない区間が存在する。独立型受振システムの展開に関わるギャップは、神奈川県山北町神尾田(Loc. 1159)、神奈川県山北町世附(Loc. 1372)、山梨県山中湖村平野(Loc. 1401、1419)、山梨県都留市鹿留(Loc. 1617)、山梨県西桂町下暮地(Loc. 1702)、山梨県笛吹市一宮市之蔵(Loc. 2030)、山梨県山梨市万力(Loc. 2179)等に存在するため、独立型システム設置区間 63km を 4 班の区間に分割して、実際の展開及び保守作業に当たった。また、各 MS2000D ユニットには 6 受振点分のデータ収録が可能であるが、受振器からのアナログケーブルの延長について、測線状況及び地形変化によって支障がある場合には、入力受振点数を減じて、複数のユニットに分散させる措置を適宜講じた。各 Phase における独立型受振システムの展開区間及び受振点数は、下記の通りである。

Phase-1…… 反射法足柄バイブレータ測線(神奈川県山北町山北-山梨県都留市鹿留)

MS2000D 展開… Loc. 1001-1574(574 点)、95 ユニット(最大展開)

Phase-2…… 屈折法足柄バイブレータ測線(神奈川県山北町山北-山梨県都留市鹿留)

MS2000D 展開… Loc. 1001-1574(574 点)、95 ユニット

Phase-3…… 広域屈折法及び広角反射法ダイナマイト測線(全区間)

MS2000D 展開… Loc. 1001-2387 (1387 点)、220 ユニット

Phase-4…… 屈折法山梨バイブレータ測線(全区間)

MS2000D 展開… Loc. 1001-2387 (1387 点)、220 ユニット

尚、独立型受振システムの設置測線においては、測線周辺における車両通行の制約を受けた下記の区間があり、関係機関との調整が必要であった。

- ・山北町西丹沢地域……調査期間の11月15日より狩猟が解禁となり、週末及び祭日を中心に数多くの 狩猟者がこの地域に入った。今回は、山北町三保鳥獣保護協会と詳細な事前打ち合わせを行い、作業ス ケジュールの周知徹底と共に保安対策を講じた上で測定作業を実施した。
- ・国道 137 号線(旧鎌倉往還)及び県道 708 号河口湖御坂線…. 帝国石油(株) 静岡パイプラインの建設が進行中であり、歩道部分への鋼管及び光ケーブルの敷設作業が行われていた。測定作業開始時点における敷設作業の状況確認と受振機材設置箇所の詳細な検討を行った。
- ・林道西川新倉線…..帝国石油(株)静岡パイプラインの建設と擁壁工事が部分的に進行中であるため、 工事事務所と協議の上、受振点設置及び測定車両通行に関して調整を行った。

d) データ取得内容(ダイナマイト発震作業)

Phase-3における屈折法及び広角反射法ダイナマイト発震データは以下に示す様に、神奈川県内3点、山梨県内8点の計11点で取得された。

SP-5D ··· 神奈川県足柄上郡山北町川西 山北資源開発(株)採石場

発震薬量… 100kg、 坑底深度… 57. 11m、 薬頭深度…47. 31m 発震時刻…平成 17 年 11 月 22 日午前 01 時 32 分 10. 413 秒 表層地質…足柄層群砂岩泥岩互層

SP-6D … 神奈川県足柄上郡山北町中川 法行沢林道

発震薬量… 200kg、 坑底深度… 55.33m、 薬頭深度…36.28m 発震時刻…平成 17 年 11 月 22 日午前 03 時 02 分 10.367 秒 表層地質…丹沢層群安山岩火砕岩類

SP-7D … 神奈川県足柄上郡山北町世附 水の木林道

SP-8D · · · 山梨県都留市鹿留林道細野鹿留線 曲沢分岐

SP-9D … 山梨県都留市鹿留大沢川林道

SP-10D · · · 山梨県都留市加畑 加畑川源流

SP-11D … 山梨県都留市大幡 赤井沢林道

SP-12D · · · 山梨県笛吹市御坂町藤野木字馬草場

SP-13D … 山梨県笛吹市御坂町上黒駒さくら公園北側林道内

SP-16D ··· 山梨県山梨市水口字立野 3927 番地

SP-17D ··· 山梨県山梨市大字切差字八幡山 带那山登山道

使用したダイナマイトは径 90mm の海底発破用(親ダイ径…80mm)である。ダイナマイト発震点の選点に際しては、SP-5D 以外の 10 点は林道内に設定され、SP-5D については採石場区域内が選択された。作孔作業については、平成 17 年 10 月 12 日から南側の発震点から順に同 11 月 6 日まで順調に掘削が終了し

た。

発破作業では、観測車及び発破点がそれぞれ独立にデータ収録と発破を実施する時刻発破が採用された。ダイナマイト発震作業に関わるダイアグラムを図6に示す。観測車側には高精度のGPS 時計を用いた衛星同期システム(Satellite Synchronizer Communication System(SSCS))が採用され、予定された記録開始時刻(発破開始時刻より15秒前)になるとSSCSからM/Sコントローラに開始信号が送られ、さらにM/Sコントローラから探鉱機に、Clock TB、信号が送られる。一方、発破点側では観測者と同型のSSCSから開始信号が発破同期装置 SSS-202に送られ、ブラスターに発破信号が転送される。観測車及び発破点ともバックアップ用の刻時装置(LS-10K)が接続され、時刻確認を行った。また、発破点にはCAP信号、アップホール信号及び表層速度測定用の地表受振器記録が独立型記録装置MS2000によって、データ収録が行われた。図7にこのラインナップ観測取得データ及び実測された坑井近傍の表層速度を示す。ラインアップ受振器は、井戸元から50m離れた点に第一受振点を、その点から約25m間隔で三受振点が設置された。

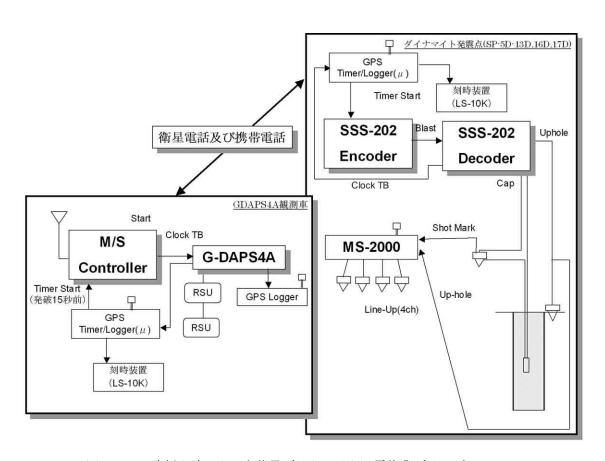


図6 時刻発破による大薬量ダイナマイト発震作業ダイアグラム

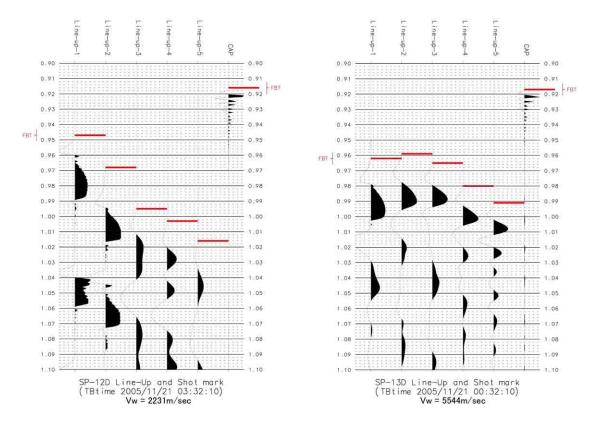


図7 屈折法ダイナマイト発震点ラインナップ記録及び表層速度推定結果

d) データ取得内容 (バイブレータ発震作業)

本調査におけるバイブレータ発震は、探査対象及び測線毎に標準発震仕様が設定された。以下に、各 測線別に発震作業の内容を記述する。

i) 反射法足柄バイブレータ測線

反射法足柄バイブレータ測線(発震点数 97 点)では、バイブロサイス 4 台を震源として、酒匂川左岸沿いでは約 1000m間隔の高エネルギー発震点 9 点を、南足柄市、開成町及び山北町の市街地区間に約 150m間隔の標準発震点を 88 点選点した。高エネルギー発震点及び標準発震点それぞれにおいて、ホールドダウンウェイトに対する制御出力を 90%として 40 回及び 16 回のスイープを行うことを標準仕様としたが、調査測線近傍の建造物、 構築物、 路面強度及び埋設管設置状況についての保安上の配慮から、標準発震エネルギーを確保できた発震点は約 53%に過ぎなかった。バイブレータのアレイパターンについては、100mの範囲内で適宜移動を行った。図 8 に今回の測定作業で採用された発震パターンの模式図を示す。図 9 はスウィープ周波数に関するパラメータテスト結果である。今回の調査においては箱根古期外輪山溶岩類以深の先新第三系基盤構造までを把握する目的から、表層近傍での起震エネルギーの減衰、低周波帯域に発震エネルギーを集中させることによるバイブレータ起震機構への負荷等を総合的に勘案して、End 周波数を 40Hz とすることに決定した。尚、調査測線の状況を勘案して、下記の区間において発震仕様及び工程の調整を実施した。

- ・小田原市曽比地区水田地帯周辺の農道及び山北町岸地区蜜柑畑周辺の町道……大型バイブレータの進入が困難であったため、小型バイブレータによる発震点を計12点確保した。
- ・山北町山北-皆瀬川の県道 725 号玄倉山北線…..この県道では狭隘区間が連続し、昼間の交通規制が困難であるため、計 16 点で深夜作業(22 時以降)による円滑な発震作業を実施した。
- ・(独) 防災科学技術研究所山北観測井周辺….. 観測井近傍にオフセット発震点(3点)を設定した。

ii) 屈折法足柄バイブレータ測線

足柄平野内の屈折法バイブレータ発震点は下記の4点である。この屈折法データ取得時には、有線テレメトリー受振点区間[Loc. 1-342] 17km に加えて、独立型受振システムを神奈川県山北町山北から山梨県都留市鹿留まで26kmの区間に設置し、最大約43kmの展開を確保した。

SP-1V··· 神奈川県小田原市西酒匂 酒匂川河口(Loc. 1)

発震回数…. 200回(発震台数 4台)

発震時刻··· 平成 17 年 11 月 18 日 0 時 41 分~11 月 18 日 3 時 18 分

SP-2V… 神奈川県小田原市中曽根 小田原アリーナ駐車場(Loc. 89)

発震回数…. 100回(発震台数 4台)

発震時刻··· 平成 17 年 11 月 17 日 22 時 21 分~11 月 17 日 23 時 50 分

SP-3V… 神奈川県開成町牛島(Loc. 196)

発震回数…. 100回(発震台数 4台)

発震時刻… 平成 17 年 11 月 17 日 22 時 21 分~11 月 17 日 23 時 50 分

SP-4V··· 神奈川県山北町山北東名高速自動車道北側

発震回数…. 150回(発震台数 4台)

発震時刻… 平成 17 年 11 月 18 日 20 時 02 分~11 月 18 日 22 時 01 分

屈折法発震においては、反射法発震よりもさらに30Hz 以下の低周波数帯域におけるエネルギー確保を目的として、スウィープ周波数..6-30Hz 及びスウィープ長..24 秒が採用された。足柄平野の市街地内における集中発震点SP-2V、SP-3V 及びSP-4Vで20時以降の準夜間に発震作業が実施され、酒匂川河口の集中発震点SP-1Vでは午前0時以降の深夜に発震作業が実施された。図10は、神奈川県小田原市酒匂川河口-同足柄上郡山北町世附間でのバックグラウンドノイズの時間及び空間変化を示したものである。足柄平野内の人口密集地である測線南部の区間では、20時-5時までの夜間の平均ノイズレベルは、9時-17時の昼間と比較して12~20dB平均値が低いことから、準夜間及び深夜の発震作業は有効であったことが示唆される。

iii) 屈折法山梨バイブレータ測線

甲府盆地周辺における屈折法バイブレータ発震点は下記の3点である。この屈折法データ取得時には、独立型受振システムの全区間である63kmの展開(Loc. 1001-2387)においてデータが取得された。尚、SP-14V及びSP-15Vは甲府盆地内における集中発震点であり、SP-12Vは甲府盆地南東端から南東に10kmの地点におけるダイナマイト発震データとの比較用に取得されたバイブレータ8台による超多重発震点である。

SP-12V… 山梨県笛吹市御坂町藤野木(Loc. 1829)

発震回数… 250 回(発震台数...8 台)

発震時刻… 平成 17 年 11 月 25 日 2 時 17 分~11 月 25 日 6 時 03 分

SP-14V… 山梨県笛吹市一宮町竹原田 金川の森公園

発震回数… 100回(発震台数..4台)

発震時刻…平成 17 年 11 月 25 日 0 時 02 分~11 月 25 日 1 時 20 分

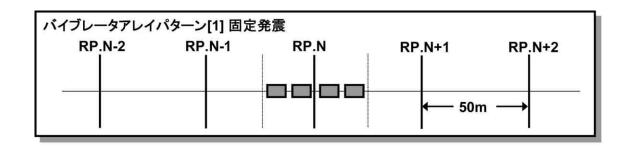
SP-15V… 山梨県山梨市南 環境センター敷地内

発震回数… 100回(発震台数..4台)

発震時刻…平成 17 年 11 月 24 日 21 時 05 分~11 月 24 日 22 時 15 分

これらの屈折法発震においては、足柄測線における Phase-2 の屈折法発震と同様に 30Hz 以下の低周波数帯域におけるエネルギー確保を目的として、スウィープ周波数 6-30Hz 及びスウィープ長 24 秒が採用された。

現地調査の作業状況については、図11、図12に現場写真を示した。



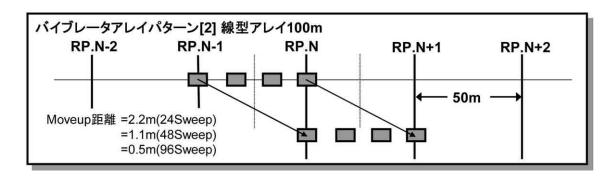


図8 バイブレータ発震アレイパターン

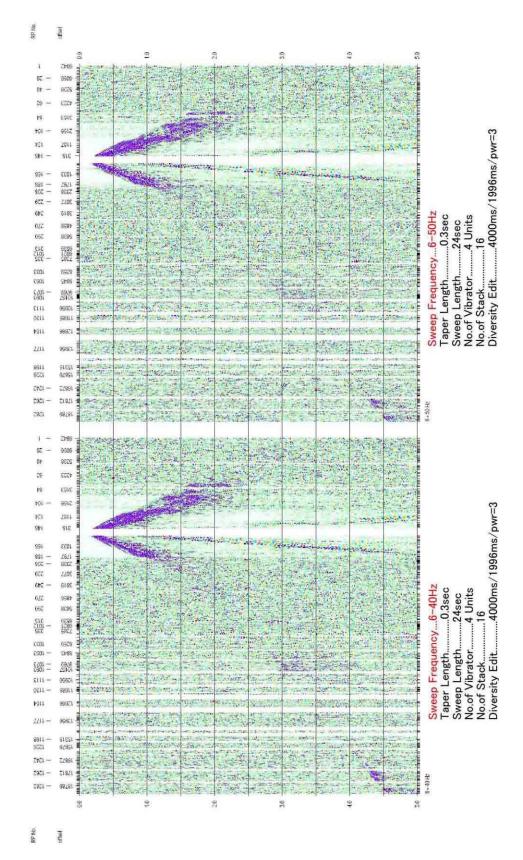


図9 バイブレータ発震 スウィープ周波数帯域テスト結果

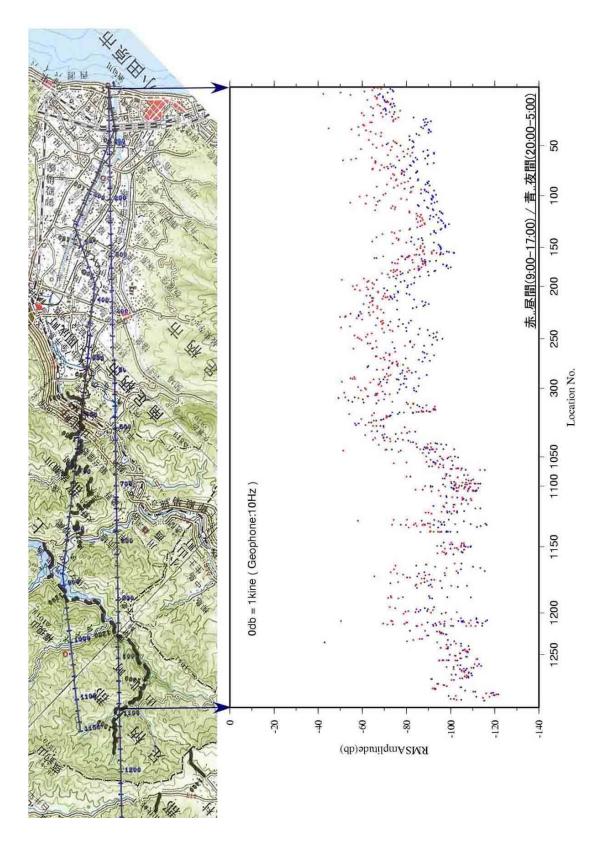


図 10 バックグラウンドノイズの時間及び空間変化

[1] 足柄測線区間 神奈川県小田原市酒匂川河口-同足柄上郡山北町世附



図 11 現場状況写真[発震作業]

VP. 146 酒匂川右岸堤防道路。足柄平野内酒匂川右岸約8.6km 区間では、スウィープ回数40回/VPの高エネルギー発震を約1.0km 間隔で実施。



図 12 現場状況写真[発震作業]

VP. 1016 神奈川県山北町山北地区。神縄・国府津-松田断層帯の浅層部からのイメージングに資するため、御殿場線以北の約3.0kmの狭隘区間に発震

3) 調査仕様

以下に、反射法及び屈折法データ取得作業に関して、調査仕様の一覧を記述する。この調査仕様に関 しては、表1にも一覧を総括した。

表1 データ取得仕様一覧

調査項目測定諸元	反射法地震探査	屈	折法及び広角反射法地震	要探査
調査測線	足柄測線	足柄バイブレータ測線	山梨バイブレータ測線	広域ダイナマイト測線
調査順	Phase-1	Phase-2	Phase-4	Phase-3
受振測線長	29.0km (道路沿い)	42.0km	65.0km	82.0km
調査測線位置概要	調査測線は神奈川県小田原市酒匂川河口を起点として、酒匂川沿いに足柄上郡山北町北部から大野山に至る。大野山からは丹沢湖,丹沢山系西部を越えて、山梨県富士吉田市北部の三ツ峠山北西から旧鎌倉往還道沿いに甲府盆地東南部に達する。さらに、山梨市市街地を北西方向に横断し、県道31号甲府山梨線沿いに帯那山に至る。測線長は道路沿いで約88km、平滑化した投影測線上で約82kmとなる。			
受振測線区間	神奈川県小田原市酒匂川 河口~同山北町世附	神奈川県小田原市酒句川 河口~山梨県都留市鹿留	神奈川県山北町御殿場線 北〜山梨県牧丘町帯那山	全測線区間
発震系パラメータ				
震源	バイブレータ(HEMI)	バイブレータ(HEMI)	バイブレータ(HEMI)	ダイナマイト(海底発破用)
ダイナマイト発震薬量	50	୧୯୬	th.	100kg(SP·5,8,11,糸静1) 200kg(SP·6,9,10,13,16) 300kg(SP·7,12,17)
バイブレータ台数	4台	4台	4.8台	8
標準発震点間隔	100m	25	H H	⊕ .
発震区間	約20km(道路沿い)	*		12点
スイープ長	20-24 sec	24 sec	24 sec	IN THE STATE OF TH
ダイナマイト発震孔深度	2	345	18	55.0m(糸静SP·136m)
標準発震回数/発震点	16-20回(標準発震)/40回 (高ェネルギー発震)	100-200回	100-250回	¥
スイープ周波数	6~40Hz	6~30Hz	6~30Hz	X.
バイブレータアレイ長	B·B	B·B	B·B	
測線長に対する発震点設定割合	65.0%	≥=≤	15	B .
総発震点数	97点	4点	4点	12点
受振系パラメータ	***			
受振点間隔	50m(原則)	50m(原則)	50m(原則)	50m(原則)
受振器種別	SM-7 / SM-24 10Hz			
受振器数/受振点	3-9個組			
展開パターン	固定展開	固定展開	固定展開	固定展開
展開長	最大42.0km	42.0km	65.0km	82.0km
受振測線長(GDAPS-4A)	17.0km	17.0km	*	17.0km
受振点数(GDAPS-4A)	342点	342点	Ø	342点
受振測線長(MS2000D)	最大25.0km	25.0km	65.0km	82.0km
受振点数(MS2000D)	最大574点	574点	1387点	1387点
総受振点数	最大916点	916点	1387点	1729点
展開设定に関わる特記事項	MS2000D展開は足柄測 線での発震点北側移動に 伴い受振点数増加	MS2000D展開は山梨県 都留市鹿留まで延長	糸静観測屈折法バイブ レータ発震デーダも取得	糸静観測屈折法ダイナマイト 発震データも取得
記録系パラメータ	326			
GDAPS-4A(有線テレメトリーシ	・ステム)			
サンプルレート	4msec	4msec	18	4msec
チャンネル数	342(固定)	342(固定)	8	342(固定)
Diversity Edit パラメータ	W=4.0sec, α=3.0	W=4.0sec, α=3.0	S	M
プリアンプゲイン	30dB	30dB	13	30dB
相互相関	CAS	CAS	15	8
記録長	16sec	20sec	ø .	54sec
独立型記録システム				
サンプルレート	4msec	4msec	4msec	4msec
記録長		連続観測(データ取	得後に編集作業を実施)	