

物理探査による宅地盛土地盤の評価

(財)建設工学研究所 正会員 沖村 孝 神戸市 柳沢英雄
 神戸市 正会員 前田英輝 応用地質(株) 正会員 ○南部光広
 応用地質(株) 横山昇平

1 はじめに

物理探査は大規模盛土造成地の地盤状態を把握する上で有力な調査手法である。神戸市内で抽出された大規模盛土造成地において、表面波探査ならびに電気探査を実施した。その結果、物理探査は盛土地盤を評価する上で有効な手法であることが確認され、盛土地盤の物性値評価、地層境界把握に用いることが可能であることが確認できた。2つの手法の特徴も判明し、宅地耐震化推進事業の2次スクリーニングに用いるべき物理探査の手法ならびに適用性、大規模盛土造成地における物性値の概要などを把握することができた。本論文では、これら物理探査の特徴と適用性について述べる。

2 調査箇所を選定

物理探査は兵庫県南部地震で被災した箇所と被災しなかった箇所とのデータに基づいて作られた評価基準に基づき、2次スクリーニングの優先度が高いと判断された盛土を中心に行うこととした。調査実施箇所は表-1に示したが、大阪層群分布域で4箇所、段丘層分布域で1箇所、神戸層群分布域で

5箇所の合計10箇所であった。

3 調査結果

表面波探査の結果から、盛土については地下水の有無による明瞭な違いは表れなかった。S波速度は大阪層群、段丘層の盛土で140~200m/s、神戸層群の盛土で120~240m/sであった。一方、神戸層群(以下大阪層群、段丘層もあわせて「地山」と称す)は240m/s以上(特に300m/s以上が多い)を示す傾向が見られる。大阪層群・段丘層の地山では、深い深度まで200~240m/sとなっている箇所が多かった。

電気探査については、盛土と大阪層群、段丘層、神戸層群とで同じような比抵抗値分布が見られるものがある。地表面に高比抵抗値が分布しているものは、地下埋設物の影響が出ている可能性もある。神戸層群地域で探査箇所付近のオートマチックラムサウンディングで地下水が深度1.5mにあることが確認された箇所では、地下水以深で10Ω・m以下の低比抵抗値を示す箇所があった。ラム結果で地下水の無かった箇所では、比抵抗値が10Ω・m以下となる箇所はなかった。

表-1 物理探査実施箇所ならびに調査結果一覧

番号	地質	地下水(ラム結果)	地下水(踏査結果)	地下水	旧土地	探査結果とDEM(ラム)の比較	表面波探査(m/s)		電気探査(Ω・m)	
							盛土	地山	盛土	地山
1	大阪層群	(未実施)	有(0.2以上)	(有)	山林	表面波探査は概ね地形判読した盛土厚と一致した。電気探査結果は地下水の影響が現れている可能性有。	170~200	200以上	30以上	18~30
2	神戸層群	なし	不明	無	田	表面波・電気探査ともラムの結果から得られた盛土厚とほぼ一致した。	120~240	200以上	12~30	8以下
3	神戸層群	深度1.5m	有(0.2以上)	有	田	盛土厚に関して、表面波探査結果は、ラムの結果と同じ傾向を示しているが、電気探査からは、地下水分布範囲と思われる箇所が判読できる。地形判読で抽出した盛土範囲外もS波速度が低い範囲がある。	120~200	240以上	4~16	10以下
4							160~200	240以上	6~28	6以下
5	段丘層	(未実施)	無	無	山林	DEMの盛土境界と表面波探査結果による盛土境界は概ね相関が見られた。電気探査は、盛土分布に関係なく比抵抗の増減が見られ、盛土境界との相関が必ずしも現れていない。	180~240	240以上	14~40	14以下
6	大阪層群	なし	有(0.2以上)	無	田	DEMの盛土境界と表面波探査結果による盛土境界は概ね相関が見られた。電気探査結果は、地下埋設物の影響か地下水の影響か判断ができない。	140~200	200以上	20~42	20以下
7							140~200	200以上	18~44	24以下
8	神戸層群	なし	有(0.2未満)	無	田	表面波探査は概ねDEMの盛土境界との相関を得られた。ラム結果は地下水無であったが、電気探査は盛土と神戸層群との境界は明瞭に捉えられていない。地下埋設物の影響が出ている可能性もある。	150~240	240以上	4~48	24以下
9							なし	不明	無	田
10	大阪層群	(未実施)	不明	(有)	山林	表面波探査では盛土と大阪層群とでS波速度に差が見られるところと見えないところがある。電気探査では盛土と大阪層群との境界で非抵抗値に差が認められないところが多い。の境界を得られなかった。DEMの盛土境界を正と考えた場合、盛土の比抵抗値が低い箇所に水がある可能性がある。	140~200	200以上	6~50	6以下

宅地、盛土、物理探査、地層境界、地盤特性、耐震対策
 大阪市淀川区田川北2-4-66, TEL 06-6885-6358, FAX 06-6885-6379

ただ、比抵抗値の値からでは、盛土と神戸層群との境界や地下水の性状の違いによる比抵抗値の分布が明瞭に分かれていない箇所も見られた。道路下に埋設されているガス管など金属性の埋設物が存在するところでは、比抵抗値がその影響を受けるので、地層境界や地下水位上下で明瞭となっていない可能性もある。

4 表面波探査、電気探査の適用性

机上調査、現地踏査、オートマチックラムサウンディングによる盛土厚と表面波探査・電気探査結果から判読される盛土厚を比較した場合、表面波探査については、表-2 および図-1,2に示すように、各地層とも両者がほぼ一致する傾向が見られた。S波速度も盛土の地表面の近いところで120~160m/sと小さいところが見られ、全体に大阪層群、段丘層分布域で盛土のS波速度の小さいところが厚く分布することも判明した。これらのことより、表面波探査については、2次スクリーニングを実施する上で有効な手法であることが分かり、深度20m程度までの盛土・地山の性状把握には効果のある探査方法であることが分かった。

一方、電気探査については、今回の探査が道路上で行ったことより、測定結果に地下埋設物の影響が含まれている可能性があり、得られた比抵抗値を絶対値として評価する場合、誤差の含まれる可能性がある。しかしながら、個々の地盤で相対値として比抵抗値を評価した場合、地下埋設物の影響が薄れ、地下水が無いと思われる箇所については、概ね地山と盛土との境界が表面波探査の示す境界と一致している。さらに、地下水のある盛土において、地下水以深で低い比抵抗値を示し、地下水位を捉えているところもある。ただ、比抵抗値からだけでは明瞭な地層境界や地下水位が捉えきれない箇所もあり、神戸地域の宅地地盤においては、表面波探査やオートマチックラムサウンディングと組み合わせて用いることが有効であることが判明した(表-2)。

図-1, 2に代表箇所における物理探査の結果を示す。図-1は大阪層群分布域の結果であり、図-2は神戸層群分布域の結果である。両図にはDEMもしくは新旧地形図より読み込んだ盛土と地山との境界も示している。また、図-2にはオートマチックラムサウンディングで確認した地層境界も示している。両者は比較的良く一致している。

図-1によると表面波探査ならびに電気探査とも地層境界

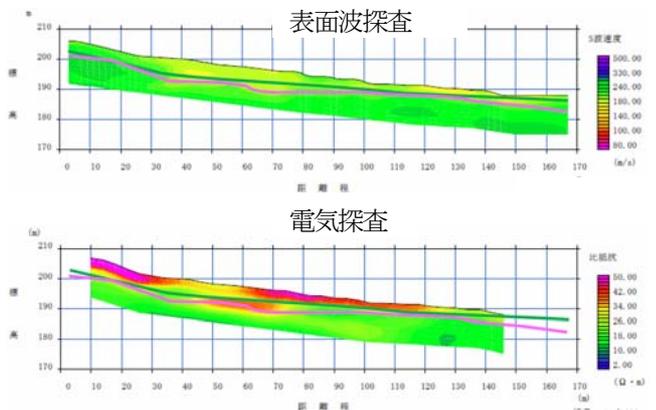


図-1 物理探査結果(大阪層群分布域)

表-2 表面波探査の適用性

	表面波探査	
	地層境界との一致度	適用性
大阪層群・段丘層	ほぼ一致	◎
神戸層群	ほぼ一致	◎

表-3 電気探査の適用性

	電気探査		
	地層境界との一致度	地下水分布との一致度	適用性
大阪層群・段丘層	一部、不一致の箇所あり	一致したものもある	○
神戸層群	不明瞭の箇所あり	一致したものもある	○

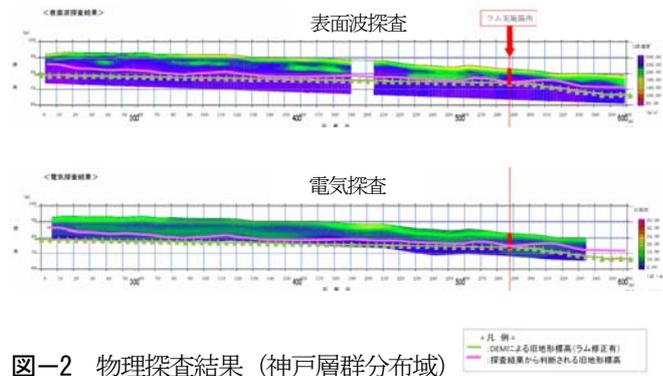


図-2 物理探査結果(神戸層群分布域)

は一致している。表面波探査結果から、概ね180m/sが盛土と大阪層群の境界であると推察される。

一方、電気探査結果も盛土と地山の境界を捉えている。地下埋設物の影響も入っていると思われるが、相対的に比抵抗値を評価した場合、距離30~40m、距離70~100m付近において、盛土深部まで低い比抵抗値を示すところがあり、地下水の存在することも考えられる。

次に、図-2についても表面波探査ならびに電気探査とも地層境界は捉えている。この箇所ではオートマチックラムサウンディングを行っており、その結果を用いてDEMより得られた盛土と神戸層群との境界補正をしている。表面波探査結果から200m/sあたりを境界とみなすと、概ねDEMから導いた盛土と神戸層群との境界と一致している。ただ、一部盛土で大きなS波速度を示しているところもある。

電気探査結果は8Ω・mあたりを境界とみなすと、概ねDEMから導いた盛土と地山との境界と一致している。盛土中の10Ω・m以下の箇所には地下水が存在する可能性があるが、表面波探査結果から盛土中もS波速度が300m/s近い箇所があることが分かっており、现阶段では地下水の影響が盛土材の影響かが不明である。

5 むすび

大規模盛土造成地に対して、表面波探査と電気探査を実施して適用性を検討した。その結果、神戸地域の宅地においては表面波探査の適用性の高いことが判明した。一方、電気探査では地下埋設物等の影響で地層境界や地下水位の位置について明瞭に判別できないところもあり、他の手法との併用が有効であることが判明した。神戸市においては簡易な調査手法を活用して、2次スクリーニング優先度判定の精度向上を図っているが、最終的な2次スクリーニングを行う上では、物理探査は有効な手法と判定される。