

神戸大学都市安全研究センター 正会員 沖村 孝
神戸大学都市安全研究センター 正会員 鳥居 宣之
神戸大学自然科学研究科 学生員 中村 勉
神戸大学自然科学研究科 ○学生員 沖川 良太

1.はじめに

現在、盛土の長期的な維持管理の指標とされているのは、主に盛土の沈下量などの盛土の変形に起因するものである。一方、盛土主に法面の安定を計る上では、沈下量とともに盛土の水分状況を把握することが非常に重要である。しかし一般に水分状況の把握に関しては、降雨後の外観検査や地下水位観測などの局所的な評価に止まり、盛土内の全般的な把握は困難である。

こうした中で、近年の土木分野では、地盤の構造を調べる物理探査の一手法として地盤の比抵抗分布を二次断面的に観測し、地下構造を推定する比抵抗高密度電気探査が、その解析技術や測定装置の発達とともに大きな発展を遂げている。高密度電気探査で求められる比抵抗値は地盤間隙や含水比などにより変化することから、今後地盤工学の分野で新しい地盤性状の調査手法として新たなニーズが期待されている¹⁾。

そこで、本報では施工後の宅地造成地の盛土において、高密度電気探査を用いて降雨の前後でモニタリングを実施し、得られた比抵抗分布から盛土内の含水状況をどの程度把握することができるかを検証した。

2.比抵抗値と土の物性値の相関性について

一般に、地盤の比抵抗値は Archie の式²⁾ を用いて式(1)のように表現される。

$$R=an^{-x}Sr^yR_w$$
 (1)

ここで地盤の比抵抗値 $R(\Omega m)$ 、間隙率 $n(\%)$ 、飽和度 $Sr(\%)$ 、間隙水の比抵抗値 $R_w(\Omega m)$ 、 a,x,y は地層に応じて定まる定数である。今、地盤に降雨が浸透した場合について考える。地盤内のある地点では、降雨の前後で間隙率 n は一定であると仮定することができる。したがって、比抵抗値を変化させる要因は、飽和度と間隙水の比抵抗値の2つであると考えられる。また、盛土層内の異なる地点間でも、地層に応じて定まる定数 a,x,y や間隙率 n は、自然地盤に比してほぼ均一であることが予想され、盛土において高密度電気探査法を用いることの有利性を考慮することができる。

3.調査地及び探査概要

本報で対象とした盛土は、神戸市内の宅地造成区内の一角に位置している³⁾。探査は、平成12年9月10～12日の秋雨前線による降雨を対象として行い、盛土法面に対して、横断方向に設置したP測線と縦断方向に設置したV測線の2測線を用いた。また探査は2極法で行い、得られたデータは、GIS(樹)の比抵抗映像法解析プログラム⁴⁾を用いて解析した。表-1には降雨と探査時期の関係を示す。また表-2には、各測線の概要を示す。V1・P1探査は一連の降雨前に盛土内に水の影響のない状態で行った。P2・V2探査は3日間で187mmを記録した翌日に実施し、P3・V3探査はその翌日に実施した。なお9月11日の降雨量99.5mmは、平成12年における対象地の最大日雨量であった。

表-1 高密度電気探査実施日と日雨量

平成12年9月	8	9	10	11	12	13	14	15
降雨量(mm)	2.0		22.5	99.5	65.0		1.0	5.0
探査時期	V1探査		P1探査			P2・V2探査	P3・V3探査	

表-2 各測線の概要

測線名	水平距離	測点数	電極間隔	探査深度
P測線	88.5m	59	1.5m	22.5m
V測線	87.0m	29	3.0m	45.0m

4. 探査結果と考察

本報では、各探査で得られた比抵抗断面の変化をより詳しく検証するために、P1・V1に対するP2・V2及びP3・V3の変化率を求めた。以下にその式を示す。また図-1、図-2に得られた変化率断面を示す。

$$X'_{i-1} = (X_i - X_1) \times 100 / X_1$$

ここで、 X'_{i-1} : X測線のi番目の探査結果の

X_1 に対する比抵抗値の変化率(%)

図-1をみるとV測線で、地表面下5m程まで、比抵抗値が0~-21%低下していることがわかる。また図-2のP測線でも地表面下2~3m程まで、-10%~-30%の比抵抗値の低下が見られる。また盛土内部でも、V測線では、大きく比抵抗値の低下している箇所が確認できる。V測線下には、法肩に標高74.5mまで地下水位観測孔が設置されている。既存調査の結果³⁾から、この地下水位は、降雨量の多い雨に対しては2~3mの幅で一時的に水位が現れることが分かっている。またその結果から、本探査における水位は、標高76m程であることが予想された。これは、V測線盛土内部で大きく比抵抗値の低下する標高とほぼ一致している。したがって、これらの比抵抗値の低下から、降雨の直接の地表面浸透とは異なり、盛土内部で広い範囲で一時的に帯水した箇所が現れることが考えられた。

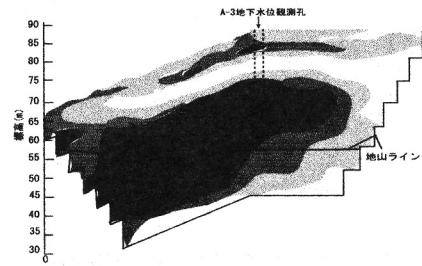
またP測線盛土内部では、標高65m以下で局所的に比抵抗値の低下した箇所が確認された。また全体としては右岸及び中央側で比抵抗値の低下がみられた。P測線断面下では、右岸側に地山との切り盛り境界が存在していて、盛土施工時には、右岸奥行き方向に湧水の発生したことが報告されている。以上のことから、P測線盛土内部では、左岸に比して、右岸側で水の浸透が多いことが考えられた。

5. まとめ

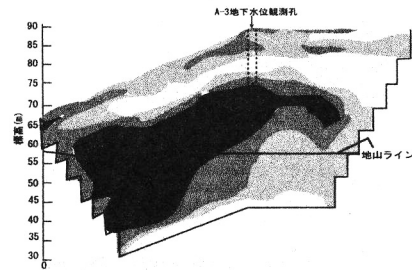
本探査では、探査期間及び回数の不十分さは否めず、比抵抗値の低下から水の移動や排水状況にまでは、言及することは出来なかった。しかし、高密度電気探査を既存調査や地下水観測と併用することで、盛土内の含水状況を広範囲で把握することができる可能性を指摘できるものであった。

【参考文献】

- 1) 桑原徹・北郷俊明・カキマダ・山崎淳: アークにみる物理探査の現状・ニーズと有効利用, 土と基礎, 地盤工学会, 第45巻, 第9号, pp.3-6, 1997
- 2) Archie, G.E (1942): The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics, Trans. A.I.H.E., 146, 54-67
- 3) 応用地質株式会社: 西神住宅第2団地 試験盛土地区動態観測中間報告, 9, p, 2000
- 4) GIS(株) OYO ソフトウェア ELEC シーズ ElecPROF

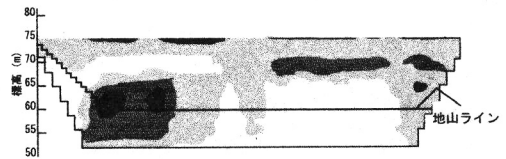


a) V1'

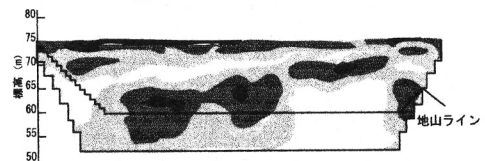


b) V2'

図-1



a) P1'



b) P2'

図-2

