

空洞を含む建築基礎岩盤の支持層確認における削孔検層の適用事例

安藤ハザマ 土木技術統括部 正会員○寶谷 周 正会員 井ノ口拓郎 正会員 山本浩之
安藤ハザマ 建築技術統括部 阿部勇治

1. はじめに

第四紀の玄武岩などの溶岩には、空洞や脆弱部が含まれることが多い。このような岩盤上に独立基礎の建築物を建設する場合、各々の柱の基礎直下にそれらの弱部が分布しないことを確認する必要がある。しかし、レーダー探査などの物理探査は精度に限界があり、ボーリング調査は直接確認できる点で確実であるが、柱の数が 200 を超えるような大規模建築物の場合、すべての柱位置で実施するのはコストや工期の面で大きな負担となる。

そこで、ボーリング調査による地質状況の把握と、削孔検層による支持層確認を組み合わせることで、比較的 low コストかつ短期間に全柱位置の支持層深度を確実に決定することができたため、事例として紹介する。

2. 建物および地形・地質の概要

計画する建築物は、180m×140m 程度の建築面積に、概ね 10m 間隔で 250 本余りの独立基礎形式の柱を有する大型民間施設である。建築予定地は、富士山麓の緩い傾斜地に位置し、現在は造成により平坦地となっている。柱位置を中心に 20～40m 間隔で実施した 45 孔のボーリング調査結果によれば、基礎地盤には、第四紀の富士火山噴出物である玄武岩質溶岩が分布し、それを黒ボク・ローム（N 値 2～8）および火山砂礫（N 値 1～56）が覆っている。溶岩は、塊状部は新鮮硬質で亀裂の少ない CM 級～CH 級岩盤（qu：25～90MPa）をなすが、幅数 10cm 以下の空洞や DL 級（N 値 4～37）～CL 級の自破碎部を不規則に挟んでいる（写真-1 参照）。空洞はボーリング 45 孔のうちの 3 割、自破碎部は 9 割に出現し、隣接孔への連続性に乏しい。以上の地質状況を踏まえ、支持層は、基本的には CM 級以上の溶岩とし、空洞や DL 級の自破碎部を含まずに 1.5m 以上の厚さを有することを条件とした。

3. 削孔検層

削孔検層は、トンネル前方探査やアンカー工の定着部確認などに用いられている地盤探査手法である。今回は、汎用型ロータリーパーカッションドリルに各種センサを装着し、削孔速度、給進力、回転トルク、打撃圧力、送水圧力などのデータを取得する DSS（Drill Sounding System）と呼ばれる技術¹⁾を採用した。データは、リアルタイムでグラフや数値として外部モニタに表示され、メモリーカードに保存される。データサンプリング間隔は、掘進 5mm 毎に設定した。使用したマシンを写真-2 に示す。

検層の対象は、ボーリング調査箇所を除いた残りの全柱位置の地盤である。実施にあたっては、後述のように、事前にボーリング調査箇所です試験的な検層を行い、両者の結果を照合して地盤判定基準を作成した。掘り止めは、CM 級以上と判定される岩盤を連続 1.5m 確認とした。削孔速度は平均 1m/min 程度であり、深度 10m の検層であれば 10～15 分で終了する。今回は 1 台のマシンを使用し、準備、試験検層、追加孔を含め、242 孔（1,920m）の検層を 15 日間で完了した。

キーワード：建築基礎、空洞、削孔検層

連絡先：〒107-8658 東京都港区赤坂六丁目 1 番 20 TEL:03-6234-3670 FAX:03-6234-3704

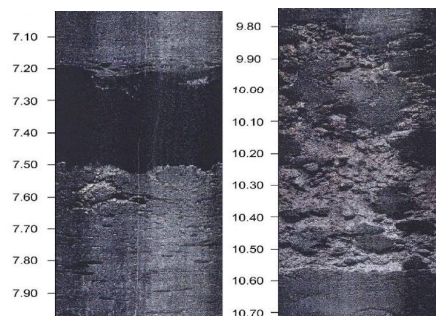


写真-1 空洞（左）と自破碎部（右）のボアホール展開画像



写真-2 削孔検層の使用マシン
（鉤研工業製 RPD160、削孔径 90mm）

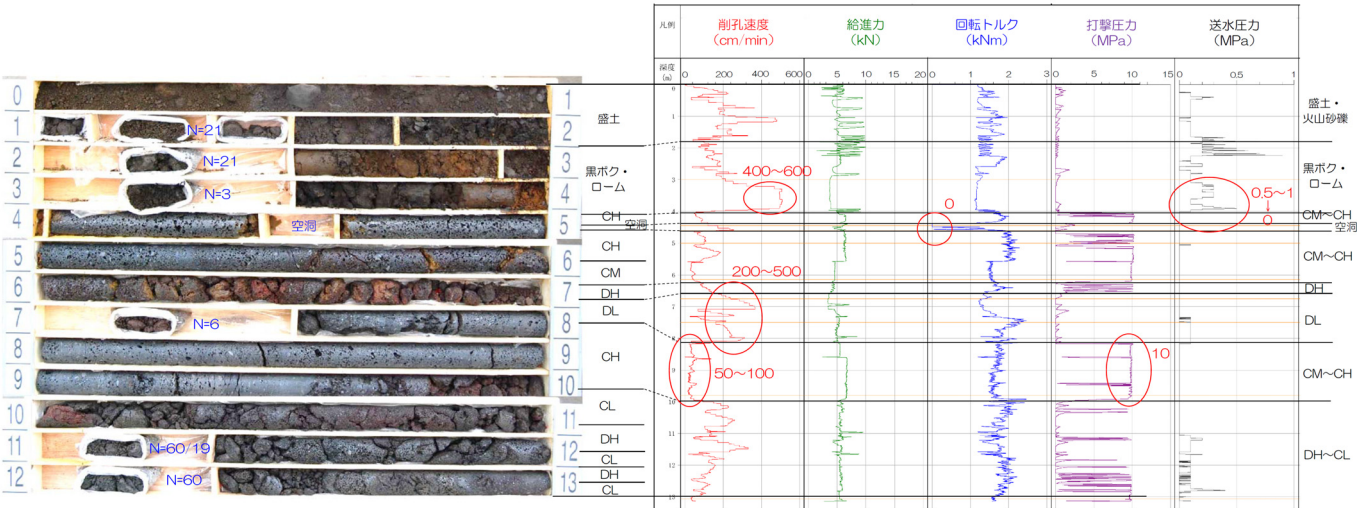


図-1 ボーリングコアと削孔検層データの照合例

4. ボーリング結果と削孔検層データの照合

削孔検層によって地盤状況を判定するためには、取得されるデータの値と地盤区分とを対応付ける必要がある。そこで、各岩級の代表的な岩盤や空洞が確認されたボーリング5孔の近傍で試験的な検層を実施し、両者の結果を照合した。照合例を図-1に示す。また、これをもとに作成した削孔検層による地盤判定基準を表-1に示す。

今回の削孔検層では、給進力を概ね一定に保持したため、削孔速度が地盤の硬軟に対応しており、岩級区分では、DL級、DH級～CL級、CM級～CH級の3区分程度の判別が可能であることがわかった。未固結層と岩盤の境界判定では、削孔速度に加え、送水圧力の急減も目安となる。打撃圧力は、パーカッションの使用がオペレータの判断に委ねられるため、単独では評価できないが、削孔速度が100cm/min以下で、同時に10MPaの最大打撃圧が安定して連続する区間は、高い確実さでCM級以上の岩盤と判定できた。空洞は、回転トルクの値が0になる点で明瞭に判別できる。

表-1 削孔検層による地盤判定基準

区 分			削孔速度 (cm/min)	給進力 (kN)	回転トルク (kNm)	打撃圧力 (MPa)	送水圧力 (MPa)
未固結層	盛土・火山砂礫		100～400	2～10	1.0～2.0	0	0.1～1.0
	黒ボク・ローム		400～600	4～6	0.8～1.2		0.5～1.0
岩盤	自破砕部	DL級	200～500		0.8～1.5	0～10	0～0.1
	自破砕部・溶岩	DH級～CL級	100～200		1.5～2.0		
	溶岩	CM級～CH級	50～100				
	空洞	充填物なし	100～600		0	0	
粘性土充填		0.8～1.2					

赤太字：重要な判定要素

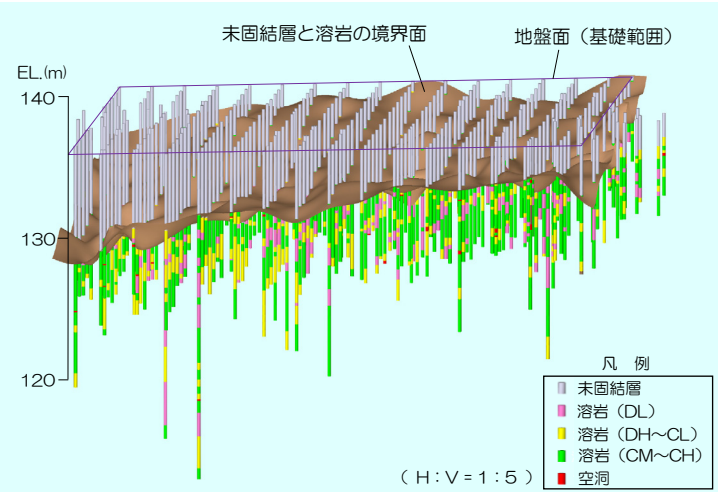


図-2 ボーリングおよび削孔検層結果の3次元表示

5. おわりに

第四紀の溶岩を基礎とする大規模建築物の建設において、空洞や脆弱部を含まない確実な岩盤を支持層とするため、ボーリング調査と削孔検層を併用し、250本余りの柱位置すべての基礎岩盤を調査した（図-2参照）。その過程で、削孔検層は、支持層確認の目的のためには十分な精度があり、特に多数の箇所を調査する場合には、効率化とコスト縮減につながることを確認できた。今回の手法は、溶岩に限らず、空洞を含む石灰岩や硬さの不均質な岩盤などへ適用できるものと考えられる。

参考文献 1)伏屋行雄，十河良弘ほか：グラウンドアンカー工施工時の地盤判定手法およびリアルタイム計測技術の応用，日本地すべり学会第47回研究発表会講演集，pp.27-30，2008