

III-33

比抵抗トモグラフィーでのグラウト注入状況の把握に関する研究

前田建設工業 技術研究所 正会員 〇井上 博之
 同 上 高橋 浩
 同 上 神藤 健一
 東京電力 技術研究所 正会員 安田 登

1. はじめに

近年、ダム工事等で行われているグラウチングの効果のより効率的な判定方法の開発が、ますます必要と
 なっている。これに対し、ボーリング孔間の連続的なグラウチング効果を判定するための比抵抗トモ
 グラフィー技術の適用可能性について検討を行った。比抵抗トモグラフィーの測定は、実際のブランケットテ
 ストグラウチング試験実施箇所においてグラウチング前後に行い、注入実績ならびに岩盤状態との関係を比
 較した。

2. 実験概要

試験ヤードの岩盤はC_MからC_L級の多種礫岩（安山岩主体）および安山岩であった。グラウチングは23m
 ×6mのヤード内で実施した（孔配置は図-2参照）。注入深度はG.L. -0.0~-10.0mを2ステージに分け、
 1ステージの注入区間長は5mとした。測定断面は、地表測線（測線長約12m）とその両端の鉛直ボーリング
 孔（掘削深度約15m）に囲まれた、ほぼ長方形の鉛直断面とした。また、測定は電極間隔を約1mとしグラウ
 ト注入前後で実施した。

3. 実験結果および考察

グラウト前後の比抵抗値の変化を、式1）で算出される比抵抗変化率 α により、トモグラムとして表した
 のが図-1である。グラウト後で比抵抗値が減少した領域では、比抵抗変化率は負の値となり、測定断面の
 大部分の領域において比抵抗値が減少（変化率0~-20%が大部分を占める）したことがわかる。

$$\alpha = (\log \rho_2 - \log \rho_1) / \log \rho_1 \times 100 \quad \cdots 1)$$

ただし、 α : 比抵抗変化率（%）

ρ_1, ρ_2 : グラウト注入前後の比抵抗値

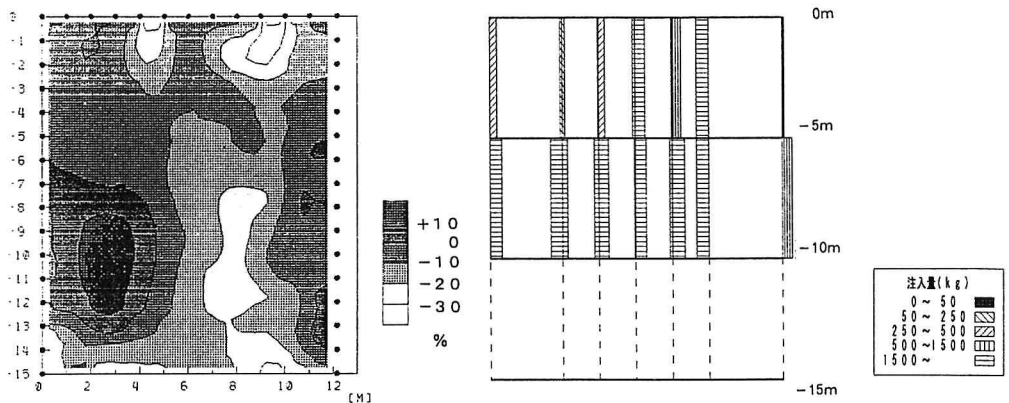


図-1 比抵抗変化率トモグラム

比抵抗変化率トモグラム、測定断面近傍のグラウト注入実績ならびにボーリング結果より想定した岩級区
 分の対比を表-1に示す。測定断面を水平3×鉛直3のグリッドに分割し、グリッドごとの比較を行った。
 これより、G.L. 0~-5m間では比抵抗変化率と注入実績の整合性は良く、G.L. -5~-10m間では、整合性
 が悪いことがわかる。

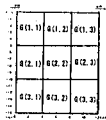
これは、下記の現象が生じたためと推定される。

- ・G.L. 0~-5m間では岩級区分の低い部分（C_L, C_{LM}）が多く、また注入圧も低かったので、グラウトが
 その領域に充填され、みかけグリッドが均質になったためトモグラムと注入実績が整合した。

・ G.L-5 ～ -10m 間では岩級区分の高い部分（C_M、C_H）が多く、しかも注入圧が高かったため、グラウトは、局部的に充填されたか他の部分へ流れ、そこで充填されたため、注入量は多いもののトモグラムには反映されなかった。

表-1 グラウト注入前後 比抵抗値変化率分布とグラウト注入実績との対比

グリッド No.	主「グ」注孔 No.	注 入 量 (kg)		L U 値		注 入 圧 力 (kgf/cm ²)	岩 級	比抵抗変化率 (+、-) (大、中、小)	トモグラムと グラウト実績 の整合性	***** 推定注入形態	補 足 説 明
G(1,1)	2-9	255	中	64	大	1.4	CL CLM	— 小	△	均等注入的	注入量は中程度で、Lu値は大きく、比抵抗変化率の低下が小さい。グリッド全体にグラウトが注入されていると思われる。
G(1,2)	2-15	355	中	101	大	1.5	CL CLM	— 中	○	均等注入的	注入量は中程度で、Lu値は大きく、比抵抗変化率の低下は中程度である。グリッド全体にグ「注」が注入されていると思われる。
G(1,3)	1-3	5196	大	169	大	0.5	CL CLM CH	— 中	△	部分的な均等注入、局所注入的	CL級岩盤に多く注入されていると思われる。その部分の比抵抗値の減少が大きい。
G(2,1)	2-9	1559	大	0.5	小	6.4	CL CLM CH	十 小	×	局所注入的	注入量が多いがLu値が小さく、比抵抗値が増加もしくは変化しているため、他の領域に「注」が注入されていると思われる。
G(2,2)	2-15	854	中大	21	中	6.3	CL CLM CH	— 中	○	均等注入的	注入量の大部分はグリッド左側の部分のCL級岩盤に注入されていると思われる。
G(2,3)	1-3 2-14	1829 1314	大 中大	13 1	中 小	6.7 6.4	CL CLM CH	— 大 ± 小	○ ×	均等注入的 局所注入的	Lu値が小さく注入量が大きい。そのため、注入量の大部分はグリッドの右側部分に注入されたと思われる。 注入量が大きいLu値がとも小さい。比抵抗値の変化もありみられない。そのため他の領域へ注入されたと思われる。
G(3,1)	2-9	—	—	—	—	—	CH	± 小	—	—	CH級岩盤であり、グラウト注入された様子は見られない。
G(3,2)	2-15	—	—	—	—	—	CL CLM CH	— 中	—	—	グリッドの右側の部分は2-15孔からの均等注入、左側の部分は1-3孔からの局所注入の影響と思われる。
G(3,3)	1-3 2-14	—	—	—	—	—	CH	± 小	—	—	CH級岩盤であり、特に注入は認められない。



* 注入量 (kg)	** Lu	*** 比抵抗変化率	**** トモグラムとグラウト実績の整合性	***** 推定注入形態
0 ~ 50 小	0 ~ 5 小	+: 増加	均等注入的	均等注入的: グラウト施工範囲沿いの領域
50 ~ 250 小中	5 ~ 10 小中	-: 減少	整合性	の電界全体に注入された形態
250 ~ 500 中	10 ~ 30 中	小: 0 ~ 10%	○: よい	局所注入的: グラウト施工範囲に存在する
500 ~ 1500 中大	30 ~ 50 中大	中: 10 ~ 20%	△: 少しよい	大きな電界沿いに対して局所的に注入された形態
1500 ~ 大	50 ~ 大	大: 20 ~ %	×	悪い

また、各ステージ毎の注入量の平面分布と比抵抗変化率（ステージ区間の平均値）を併記したものを図-2に示す。測定断面近傍に注入量の大きいグラウト孔が存在するところでは、比抵抗値は大きく低下（変化率が負の値）しており、この結果からも、比抵抗トモグラフィーを利用したグラウト注入効果判定手法の可能性が推察される。

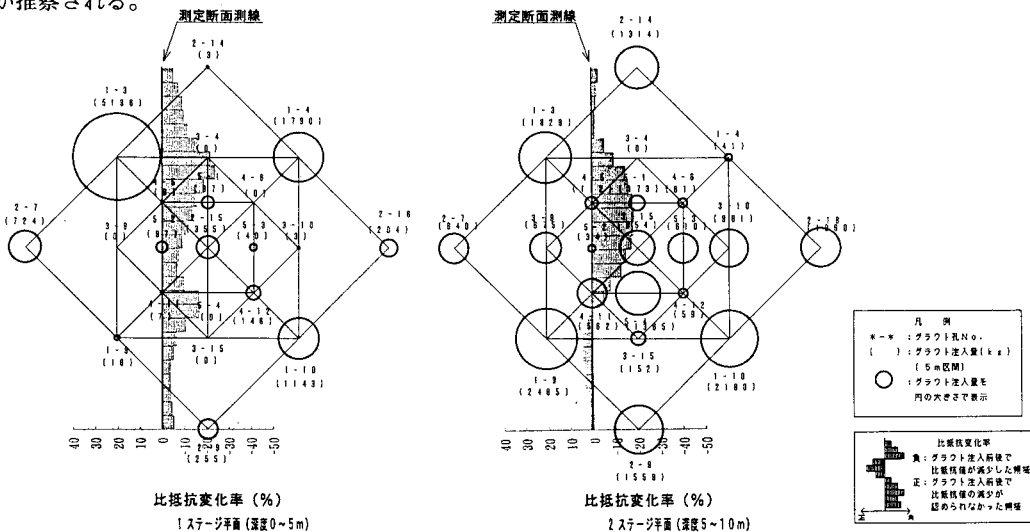


図-2 グラウト孔配置および注入量と比抵抗変化率（ステージ間の平均値）

4. おわりに

グラウト注入実績、岩盤状態、トモグラフィーの結果等を総合的に評価する事によりマクロ的な（グリッド単位程度）グラウト注入効果の推定が可能であることが示された。今後、比抵抗トモグラフィーをグラウト注入効果の判定法として確立するためには、地下水位やセメント硬化による比抵抗値の変化を含めたグラウト注入量と比抵抗値の基礎的な関係を明らかにするとともに、電極配置、電極間隔、解析領域の設定等が解析結果に及ぼす影響を、数値解析や実証試験により明確にする必要があると考える。