

## 水封式岩盤タンクの健全性評価に対する弾性波・比抵抗トモグラフィ調査の適用

日本地下石油備蓄株式会社 城代邦宏 ・ 植出和雄

清水建設株式会社 正会員 ○若林成樹 ・ 正会員 宮下国一郎

### 1. はじめに

水封式岩盤タンクの長期にわたる健全性評価という観点から、周辺岩盤の劣化や地下水理状況の変化などを点検・把握することは重要な管理項目となっている。そのため、弾性波トモグラフィ、比抵抗トモグラフィ調査を併用し、互いの手法の得失を補った健全性評価手法の構築を行っている。本報では、その評価手法の実用性確認試験として水封式岩盤タンクに適用した結果を報告する。

### 2. 調査位置

図-1 に示すように、原油貯蔵中の水封式岩盤タンク（幅 15m×高さ 20m×長さ 112m：容量 25,000kl）の上部に位置するサービストンネルから掘削した 5 本の調査ボーリング孔のうち、No.1,4,5 孔を利用して弾性波・比抵抗トモグラフィ調査を行った。これらの 3 孔は裸孔で、給水設備により常時、孔内水が満たされている。図-1 には No.4-5 孔の地質断面(D-D)を示しており、岩盤タンク建設時に記録された主要亀裂帯と調査ボーリングのコア観察結果から判断した脆弱帯などの位置も示している。なお、No.2,3 孔は間隙水圧計、高精度加速度計、光ファイバひずみ計が埋設されている。

### 3. 調査方法

弾性波トモグラフィ調査は岩盤タンクの横断方向となる No.4-5 孔、軸方向となる No.1-4 孔、及び斜め方向となる No.1-5 孔の 3 断面で実施した。震源は大きな振動エネルギーが得られる OWS 震源を、受振器は 12ch のハイドロフォンを使用した。震源及び受振器の間隔は 2m とし、これらを順次移動させながら、孔-孔間のクロスホールと孔軸に沿ったインラインで測定を行った。

比抵抗トモグラフィ調査も同様に 3 孔に電流電極と電位電極を配置して比抵抗分布を測定した。比抵抗トモグラフィは孔-孔間だけの測定を行うと孔間中央深部に偽像が発生しやすい。このため、対象断面の直上の地表に、水平距離 8.5m 間隔で 11 電極を互いに直交する 2 方向に配置した。電極配置は二極法とし、調査位置から約 500m 離れた 2 箇所に遠電極を設置した。また、ボーリング孔内の電極の間隔は 2.5m とし、孔全長にわたって配置し、電流電極を移動させて電流を流し、残りの全電極で電位分布を測定した。弾性波と同様にクロスホール測定とインライン測定を行った。

### 4. 調査結果

弾性波トモグラフィ解析では水封トンネル、岩盤タンク内は水や原油の弾性波速度に固定し、それ以外は 4.9km/sec を初期値とした。解析結果を図-2 に示す。解析領域の側面境界はボーリング孔である。No.4-5 断面では、弾性波速度は全体的に 5.0km/sec 程度となっており、水封トンネルの左下と右下および岩盤タンクの右側と右下部に 3.0km/sec 程度の低速度域が認められる。これらの低速度域は図-1 に示した亀裂帯(①,③,⑤,⑥)の分布と良い整合性がみられ、亀裂帯の分布状況をうまく表しているものと考えられる。No.1-4 断面では、速度範囲は 4.0km/sec～5.7km/sec と全体的に均一な速度分布となっ

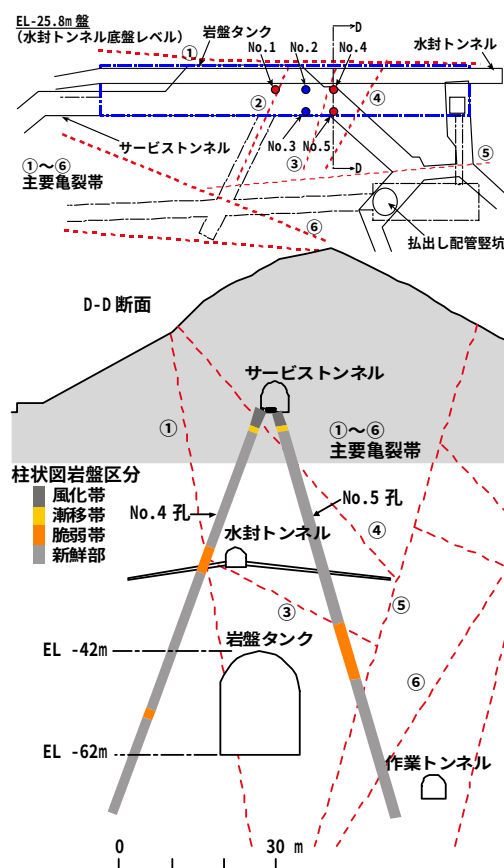


図-1 調査位置および地質断面

キーワード：水封式岩盤タンク、健全性、弾性波速度、比抵抗、トモグラフィ

連絡先 〒135-8530 江東区越中島 3-4-17 清水建設技術研究所 TEL 03-3820-8396

ている。この断面では亀裂帯が計測断面とほぼ平行して存在することから、弾性波速度の変化に乏しい結果となっている。No.1-5 断面はボーリング孔の位置関係より、2次元平面上に正確に投影できないため、結果の解釈にはやや難があるが、全体的には5.0km/sec 程度の速度分布が認められ、低速度域は亀裂帯(③,④,⑥)の分布と概ね整合している。このように、今回の解析では岩盤タンクを横断する方向となる No.4-5、No.1-5 断面において、岩盤状況と良い対応を示す結果が得られた。

比抵抗トモグラフィ解析では水封トンネル、岩盤タンク内は水や原油の比抵抗値に固定し、それ以外は600Ω・mを初期値とした。解析結果を図-2 に合わせて示す。No.4-5 断面では、岩盤部での比抵抗値はおよそ1000~4000Ω・m程度と推定され、部分的に200~400Ω・mの低比抵抗の領域が認められる。岩盤タンク左上部に亀裂帯①やタンク周辺のゆるみ域に対応した低比抵抗域がみられる。亀裂帯⑤,⑥が分布する岩盤タンク右側から右下部にも低比抵抗域がみられるがその範囲は広い。No.1-4 断面では、上部に低比抵抗域が出現している。この断面は亀裂帯が計測断面とほぼ平行して存在するためか、低比抵抗域と亀裂帯との整合性は十分でない。No.1-5 断面でも、岩盤タンク右側から右下部に低比抵抗域が認められ、No.4-5 断面の結果と合わせると海水の影響が示唆される。なお、No.1-4-5 の3次元解析も行ったが、お互いの断面間でフィッティングが図られ、2次元解析に比べて比抵抗値のコントラストが弱まり、地質構造が不明瞭となる傾向が認められた。

図-3 に No.4-5 断面の弾性波速度値と比抵抗値との相関、および文献調査<sup>1)</sup>で推定した物性値を示す。岩盤タンクの右側および右下部において、弾性波速度は3~6km/secと広範囲にわたっているが、比抵抗値は海水の影響のためか、断層部相当の小さな値を示す。また、亀裂帯の存在を示していると考えられる水封トンネルの左下と右下の領域では、弾性波速度は新鮮部より相対的に小さいが、比抵抗値は新鮮部から新鮮部のゆるみ域相当の値の範囲を示している。

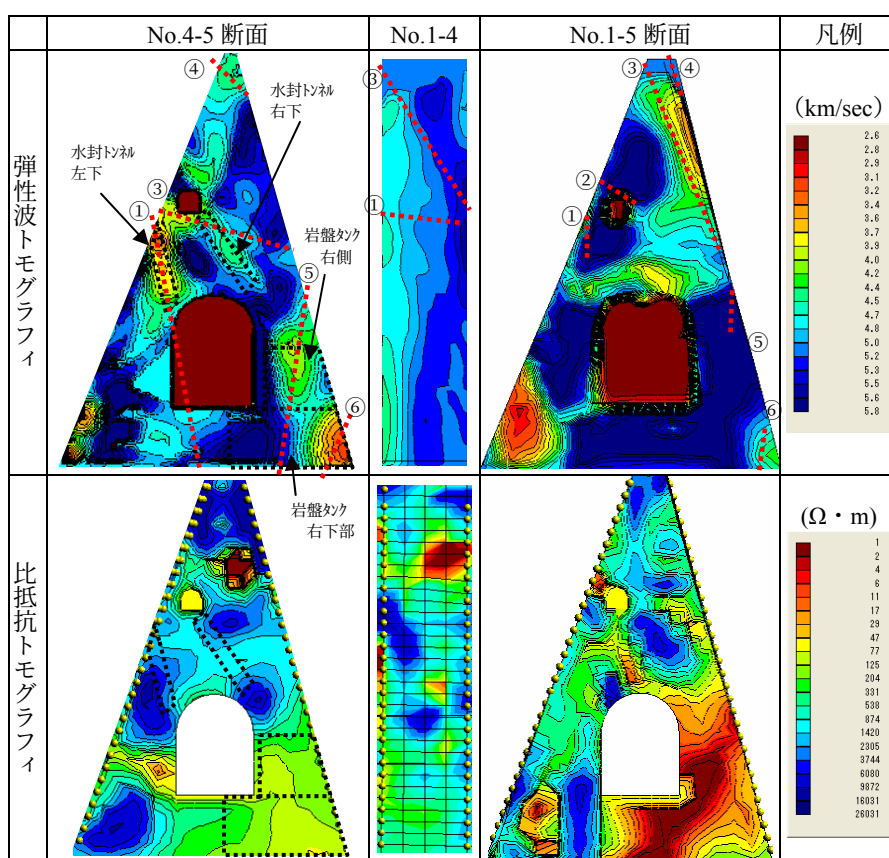


図-2 弾性波・比抵抗トモグラフィ解析結果

#### 4. まとめ

水封式岩盤タンクを対象に弾性波・比抵抗トモグラフィ調査を実施し、岩盤状況に概ね整合する結果が得られた。今後、弾性波速度と比抵抗値からの飽和度等の推定方法の構築、間隙水圧分布との比較検討等を進めるとともに、定期的に調査を行い、岩盤や地下水理状況の変化を把握していく予定である。

**参考文献** 1)石油備蓄技術(地下備蓄)調査報告書,昭和58年3月,石油公団

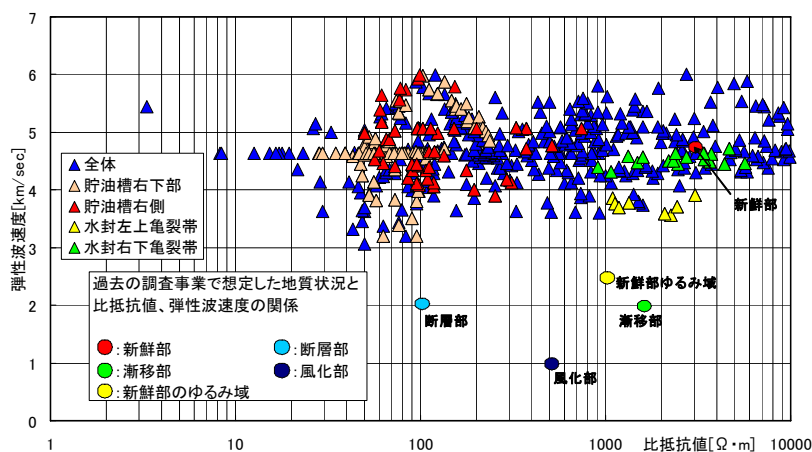


図-3 弾性波速度と比抵抗値の相関