

## バイオプスター工法の物理的性能

大林組 技術研究所 正会員 石川洋二  
正会員 菊地敏男  
正会員 辻 博和

## 1. はじめに

バイオプスター工法は、油汚染土浄化、有機性廃棄物の減容化、廃棄物処分場跡地の改質を行う技術である。バイオプスター工法とは、土中に好気的な環境を作るため、酸素を添加した空気を、水・栄養分をミスト状に加えた後、高圧状態で、間欠的に土中に加える方法であり、ヨーロッパで開発された技術である。投入された空気は好気条件を作ったのち吸引井から吸引されるので地表への影響はない。今回、この技術の日本での適用性を確認するため、物理的性能について、1/4 スケール試験、および、実機スケール試験を行なったので、その結果を報告する。

## 2. 実験方法

模型地盤の中央部にバイオプスター（実機ないしは 1/4 スケールサイズ）を設置し、1/4 スケール試験は、当社技術研究所水締め土槽（2,250×4,000×2,000）において、地盤としては、岐阜砂 6 号を乾燥状態と湿潤状態で用いた。土粒子密度は、2.65 g/cm<sup>3</sup> であり、湿潤状態では含水比 4.49%、相対密度 27.9%、乾燥状態では、含水比 0.11%、相対密度 43.4%であった。砂の状態はゆるめであった。実機スケール試験は、当社東京機械工場敷地内土槽（4,800×7,800×6,000）において、礫分含有率 35.3%のマサ土を埋め戻した地盤中で実施した。全体にゆるい状態であり、土粒子密度は 2.69% であり、含水比は 5.80%、相対密度は 44.1% であった。

水締め土槽で使用した 1/4 スケール噴気装置は、実機のスケールの 1/4 サイズとし、圧力では同一で、体積およびエネルギーを 1/64 に設定し作製した。気体は圧縮窒素と圧縮空気（ないしはコンプレッサー）を用い、酸素濃度計により濃度変化で気体の到達を測定した。この他、圧力計，加速度計，騒音計を用いて圧力波の伝搬、地盤振動の有無を計測した。

## 3. 実験結果

## (1) 土中注入空気の広がり方

図-1 に、実機を用いた場合の空気の広がり方を示す。この結果から、投入した空気は、ほぼ球状、あるいは、円錐状に広がっていることが分かった。また、当初の設計仕様とおり、噴出口から 4 メートルほどの距離にまで、有意な時間（1 時間以内）に到達していることが分かった。

噴出口からの距離に対し、土中の間隙率を考慮して計算した到着予想時間と、実際の到着時間をプロットした関係の結果からは、到着時間は、予想とほぼ変わらないことが判った。

## (2) 圧力波

圧力波の測定結果から、圧力波は規則正しく、噴気に応じて発せられていることが判明した。圧力波のピーク値を示すピーク過圧と距離の関係から求められる圧力波の伝播速度は、実機の場合、400～4,000m/s の範囲にあった。

---

土、汚染、油、浄化、原位置

〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640，電話 0424-95-1062，FAX 0424-95-0906

（3）圧力伝播の相似則

圧力伝播の相似則によれば、圧力波の無次元化ピーク過圧と無次元距離は以下の関係がある。

$$= ( )$$

ここでと は実験的に決まる定数である。ピーク過圧と距離の関係を図2に示す。

本実験での相似則の結果からは、条件によらず、ピーク過圧値でほぼ二桁の範囲に納まっている。しかし、グラフの傾きに傾向があることが見られた。この結果は、土の締固めの程度と相関があるのではないかと考えられ、相対密度に対し、傾き（相似則における）と絶対値（相似則における）の関係を調べた。この結果、相対密度が43~45%ほどの土にあっては、傾きが-1.7~-2.3の範囲にあるのに対し、相対密度が27.9%の土にあっては、-0.7~-1.0の範囲に止まっていることが判った。

また、圧力波の衝撃による建屋基礎などへの影響については、実用上は、ピーク過圧で0.01 kg/cm<sup>2</sup>（約1kPa）が爆風被害を起こす最低値であると考えられる。今回の実験結果からは、実機を設置した場合、最大圧力で運転した場合でも、建物基礎から0.5m以上離れていれば、実際上の被害はないと判定された。

（4）最大加速度

最大加速度は、噴気口からの距離に応じて減衰す

る傾向が見られた。実機の試験での地盤の卓越振動数は37Hzである。また、1/4スケールモデルでの卓越振動数は25Hzであった。一般に振動と人体感覚については、鉛直振動の場合、4~8Hzの範囲でもっとも敏感であり、4Hz以下、8Hz以上では鈍くなることが分かっている。一方、水平振動に対しては、低振動数領域（2Hz以下）で敏感で、高周波数領域では急激に減少する。振動規制法施行規則第11条では、特定建設作業における規制として、いろいろな条件（時間、期間）がつくものの、敷地境界線において75dB以下と定めている。現在の実機試験の条件（約37Hz）では、交通振動の考え方を適用すると、75dBに相当する振動加速度は、約300（mm/sec<sup>2</sup>）であり、実機のデータからは、敷地境界から1m離れていれば問題がないといえることができる。1/4スケールモデルでは、暗振動と同レベルであった。

（5）騒音

バイオプスター設置点から、半径2~10mの範囲で測定した実機試験の結果、いずれの地点でも特定建設作業における規制値（地域、時間規制あり）85dBAを下まわっていた。したがって、運転時における騒音は問題ないと考えられた。

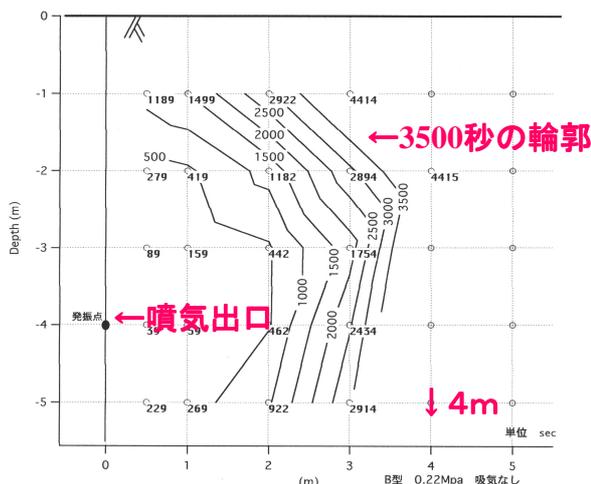


図1 土中投入空気の広がり方

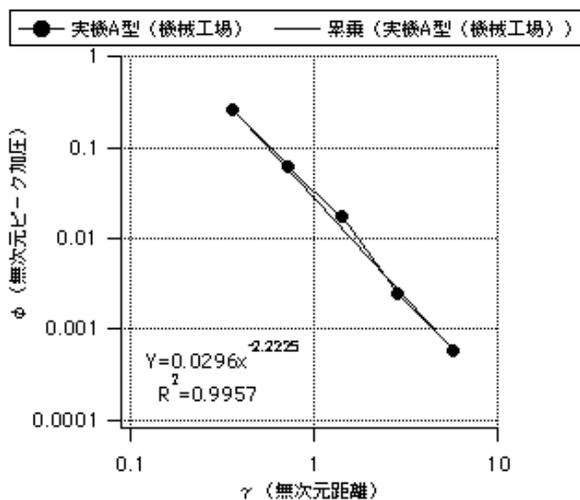


図2 実機試験でのピーク過圧と距離の関係