

第 13 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会
小型ガスエンジンを使用した土壌ガス処理装置について

長谷川展男・高木一成・長島文雄
地盤環境エンジニアリング(株)

1. はじめに

油による土壌汚染のなかでも、ガソリンなど揮発性の高い油種には、浄化工法として土壌ガス吸引法が適用できる。土壌ガス吸引法では、ブロワや真空ポンプで吸引した土壌ガスを活性炭で吸着処理する方法が一般的である。しかしながら、吸引した土壌ガスの濃度が高い場合には、活性炭が破過するまでの時間が短くなるため、活性炭の量を多くするために装置の設置面積が大きくなったり、活性炭を頻繁に交換するためにメンテナンスの手間やコストが増大したりするなどの問題点がある。

筆者らは、高濃度の汚染を土壌ガス吸引法で処理する場合の活性炭に替わるガス処理装置として、プロパンガスを燃料とする小型エンジンを使用した装置を試作し、性能試験を実施した。

2. 装置の概要と基本性能

本装置は運転中のエンジンの吸気管(空気取り入れ口)に「不純物」として汚染ガスを添加し、高温・高圧のエンジンシリンダー内部で土壌ガスを燃焼処理しようとするものである。装置は土壌ガスを吸引するためのブロワとこれを燃焼させるためのエンジンからなる。

エンジンはプロパンガス(都市ガスへの切替も可能)を燃料とし、総排気量は 952cm^3 である。運転条件にもよるが、エンジンの吸気量は最大 $25\text{m}^3/\text{h}$ 程度の能力がある。

ガス処理装置はエンジンとこれに付随する機器が一体となって防音材付きのパネルでパッケージしている。このため、運転音は 56db(A) と低く、装置の稼働による騒音の発生は少ない。

処理装置の外形寸法は高さ $1,500\text{mm}$ 、幅 $1,100\text{mm}$ 、奥行き 660mm であり、設置に必要な面積はガス処理によく使用される 200L サイズの活性炭ドラム缶2本分と同程度である。ただし、処理装置として活性炭を使用する場合は活性炭交換のための上部および前面のスペースが必要であることから、本装置の方が設置の自由度は高いといえる。表1に本装置の仕様表を、図1~図2に装置写真を示す。

表1 土壌ガス処理装置の仕様表

装 置	仕 様
ガス処理装置	燃 料：い号プロパン(都市ガス切替可) 総排気量： 952cm^3 吸 気 量： $25\text{m}^3/\text{h}$ 運 転 音： 56db(A) 寸 法： $(\text{H} \cdot \text{W} \cdot \text{D})1500 \times 1100 \times 660\text{mm}$ 質 量： 465kg
ガス吸引装置(ブロワ)	ブロワ風量 $27\text{m}^3/\text{h}$

Soil gas cleanup system using a small size LPG-fueled engine

Nobuo Hasegawa, Kazushige Takagi, Fumio Nagashima (Geo-Environment Engineering)

連絡先：〒114-0023 東京都北区滝野川 5-7-7-204

地盤環境エンジニアリング株式会社 長谷川展男

TEL：03-5394-7230 FAX：03-5394-0540 E-mail：n.hasegawa@jkeng.co.jp



図 1 および図 2 ガス処理装置全景（左）およびエンジン部分拡大写真（右）

3 . 性能試験の方法

性能試験では、模擬汚染ガス発生装置にブロワを接続して、汚染ガスを装置で処理した。汚染ガスを発生させるための油として、本試験ではガソリンを使用した。試験装置のフロー図を図 3 に示す。

汚染ガスの濃度はブロワの出口で測定し、汚染ガスが処理できたかどうかを確認するため、エンジンの排気口でも濃度を測定した。また、ブロワ出口およびエンジン吸気管に流量計を設置して汚染ガスの処理量を測定し、プロパンガスボンベにはガスメーターを設置して燃料の消費量を測定した。なお、本試験ではガス濃度をガステック社製の検知管を使用して測定した。

試験は次の 2 段階で実施した。

汚染ガスを添加せずに処理装置単体で運転する。

汚染ガスを処理装置吸気量（外気量 + 汚染ガス量）の 30% 程度の割合になるように添加する。

次章に試験結果を記す。

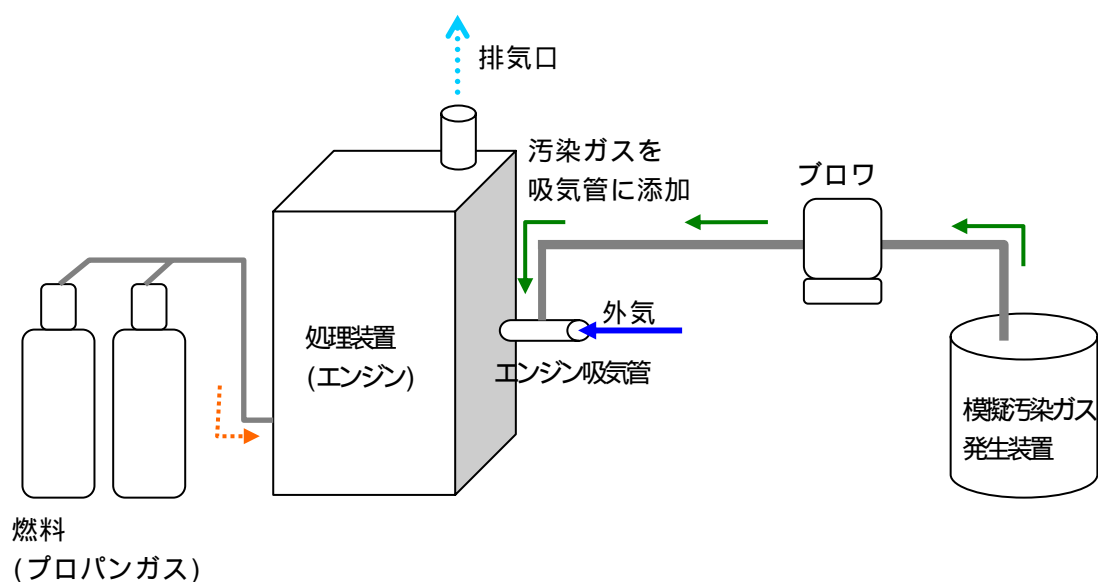


図 3 試験装置のフロー図

4 . 試験結果

4.1 処理装置単体での試験

表 2 に処理装置単体で運転させたときの排気ガスの測定結果を示す。この状態で燃焼しているのはプロパンガスのみであるが、ガソリンの検知管が 30ppm の濃度を示した。このことから、本装置でプロパンガスを燃料として燃焼させた際に、ガソリンの検知管を変色させる何らかの干渉ガスが発生することが確認された。なお、排気ガス中に含まれる主な成分は、一酸化炭素が 600ppm、二酸化炭素が 100,000ppm、窒素酸化物が 200ppm、酸素が 40,000ppm であった。

図 4 に処理装置の吸気量とプロパンガスの消費量の関係を示す。処理装置の吸気量は最大で 25m³/h 程度まで増加させることができる。プロパンガスの消費量は当然ながら装置の吸気量が増加するにしたがって直線的に増え、最大で 0.85m³/h であった。

表 2 排気ガス測定結果

ガソリン	一酸化炭素	二酸化炭素	窒素酸化物	酸素
30ppm	600ppm	100,000ppm	200ppm	40,000ppm

ガソリン検知管に反応する干渉ガスによるもの

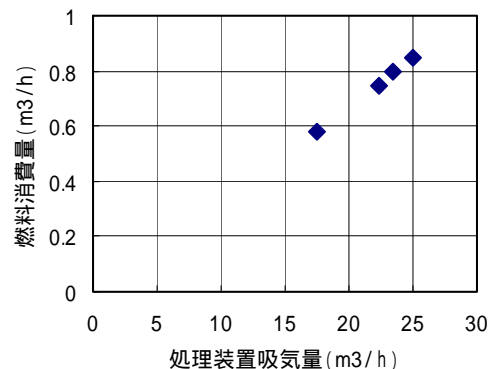


図 4 吸気量と燃料消費量

4.2 汚染ガスを吸気量の 30% 程度の割合で添加しての試験

本試験では、処理装置の吸気量を約 24m³/h に設定し、この 30% 程度の量の汚染ガスを添加した。表 3 に試験結果を示す。

処理装置の吸気量、ブロワの風量とも一定ではなく、吸気量は 21.7 ~ 24.5m³/h、ブロワの風量は 7.0 ~ 7.4m³/h であった。この結果、汚染ガスの添加量割合は 28 ~ 35% の割合となった。

表に示す通り、処理装置に添加した汚染ガスの濃度は 2,500ppm ~ 5,000ppm であり、排気ガスの濃度は 30ppm であった。既に述べたとおり、処理装置の排気ガスではもともとガソリン検知管が 30ppm 程度を示すような干渉ガスが含まれていることから、実際は汚染ガスに含まれるガソリンはほとんどが燃焼処理されているものと考えられた。したがって、本装置では 5,000ppm 以上のガソリンを含むガスを処理する能力があることが確認できた。

表 3 試験結果

処理装置吸気量 (外気+汚染ガス)	汚染ガス風量	汚染ガスの添加割合	汚染ガス濃度	排気ガス濃度	燃料消費量
24.5m ³ /h	7.0m ³ /h	28.6%	2,500ppm	30ppm	0.79m ³ /h
24.1m ³ /h	7.0m ³ /h	29.0%	3,000ppm	30ppm	0.78m ³ /h
23.7m ³ /h	7.4m ³ /h	31.2%	3,500ppm	30ppm	0.77m ³ /h
21.7m ³ /h	7.4m ³ /h	34.1%	5,000ppm	30ppm	0.70m ³ /h

ガソリン用の検知管による測定結果

5 . 試験結果のまとめと今後の課題

本試験ではプロパンガスを燃料とする小型のエンジンを使用して、汚染ガス（ガソリン）の処理を試みた。試験の結果をまとめると次の通りである。

- ・ 検知管による測定で最大 5,000ppm の濃度のガソリンを処理できる
- ・ 処理量は処理装置吸気量の最大約 34% の 7.4m³/h である
- ・ 処理後の排気ガス濃度は 30ppm 以下であり、これはガソリン以外の干渉ガスの影響の可能性が高い

したがって、ガソリンなどの揮発性高い油による汚染を、土壌ガス吸引法で浄化する場合の処理装置として小型エンジンを使用することが可能であると考えられた。

一方、次のような課題が残った。

- ・ 排気ガス中のガソリン成分の正確な分析を行う必要がある
- ・ 処理装置の処理限界濃度を本試験では確認していない
- ・ 処理装置に添加できる汚染ガス風量の割合の上限を本試験では確認していない

排気ガス中のガソリン濃度については、本試験では検知管による測定しか実施していないため、正確な濃度を確認していない。したがって、今後排気ガスの公定法分析を実施してガソリンが完全に燃焼しているかどうかを確認する必要がある。

処理装置の処理限界については、本試験で使用した模擬汚染ガス発生装置が最大で 5,000ppm 程度の濃度のガスしか発生できなかったため、確認することができなかった。今後試験装置を改良し、更に高濃度のガスでの試験ができるようにしていきたい。

なお、本試験では汚染ガスを、エンジンが吸気する外気に混入する「不純物」として処理したが、より高濃度の汚染ガスであれば、これを燃料の代わりとして燃焼し、プロパンガスの消費量を抑えられる可能性がある。実際の汚染サイトでの適用を想定した場合、地下水面上に油層が浮いているような状態では、1% を大きく超える濃度のガスが吸引されることもある。したがって、このような現場に本装置が適用できれば、活性炭を用いるよりも低いランニングコストで処理が行える可能性があり、他工法とのコスト比較も今後の課題である。

参考文献

- 1) 化学工業日報社 知っていますか『石油の話』改訂第 6 版、2001.3.27 日発行、P80～85、P107～122
- 2) 株式会社ガステック ハンドブック「気体環境測定」Vol.5、2005.7.1 発行