

VI-314

排気ガスの生物学的処理実験

奥村組関西支社（正）高野晴男

奥村組技術研究所（正）寺田道直

奥村組技術研究所（正）新田宏基

1. まえがき

建設業では生産性向上のために合理化施工が展開されており、山岳トンネル工事でも大型多機能機械の導入、NATMの適用、タイヤ工法によるずり搬出等が実施されている。しかし、閉鎖された空間で作業を行うので騒音・振動、粉塵、有害ガス等による影響を受けやすい。作業環境の実態を把握するためにアンケート調査を行ったが、切羽付近におけるずり出し作業と吹き付け作業では粉塵、騒音、有害ガスの発生量が多く、作業従事者の評価では最も良くない状況にあった¹⁾。

本稿はこのような現状にあるトンネル現場の排気ガス対策の一つとして試みた生物処理実験結果を報告するものである。

2. 実験設備と方法

実験装置を図1に示す。内径10 cm有効高さ85 cmの透明アクリル円筒に人工軽量骨材（粗骨材）を10 cm充填し、その上部に園芸用土、腐葉土、油粕、人工軽量骨材（細骨材）を容積比7:1:1:1で配合した土壌を40 cmの高さに充填した。湿潤状態に保持するために水道水を1日に15分間、1.5 ml/minの流速で土壌層の上部に滴下した。容器下部の人工軽量骨材層に滞留した水道水はオーバーフローで常時排出させた。小型ジーゼル発電機（YANMAR-YDG206）の排気ガスを室温まで冷却したのち濃度調整箱内にて圧縮空気で希釈し、所定のガス濃度のものを真空ポンプで土壌充填層の下部に定量連続して送り込んだ。

発電機は月曜日から金曜日まで毎日午前8時～12時と午後1時～5時までの合計8時間運転したが、それ以外の休止時は空気だけを送り込んだ。土壌充填層への供給ガスと通過ガスは前処理装置（東京工業SP-1010型）で除湿除塵した後、燃焼ガス分析計（ホダカテストtest 033）を用いてCO、NO、NO₂、SO₂について測定記録した。

使用した排気ガスの成分は表1に測定結果を示すようにCOが他のガスよりも濃度が高かったため、主としてCOについて測定評価した。上記アンケート調査結果を参考に使用CO濃度を25 ppmに調整し、土壌充填層に入れる排気ガスの流量を2, 4, 6, 8 l/minの4段階に変えた。実験は同一流量条件で1～2週間継続し、最終日にはCO濃度を12, 50 ppmに変えて約30分間継続し濃度変化による処理性能の違いについて調べた。

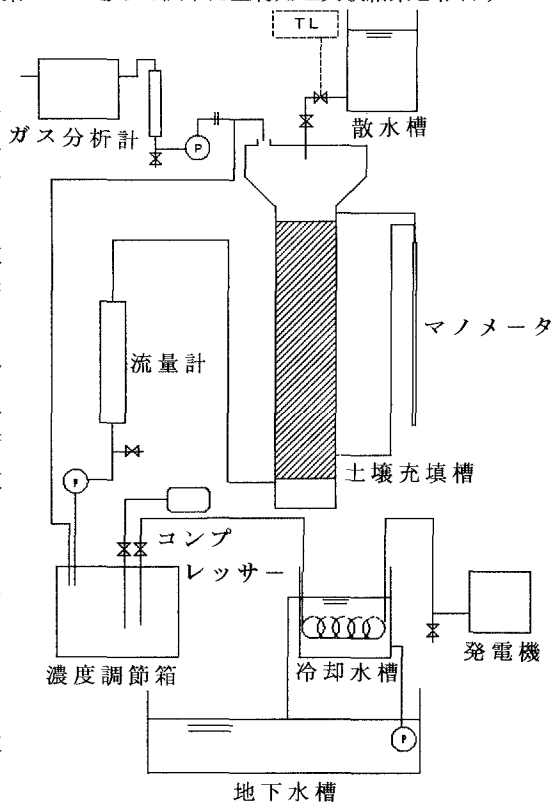


図1 実験装置

表1 排気ガス成分

項目	単位	数値
温度	℃	32.9
CO	ppm	578
NO	ppm	44
NO ₂	ppm	41
SO ₂	ppm	33

3. 実験結果および考察

(1) 空塔線速度と平均CO除去率 供給ガスの流量を変えて線速度を調整し土壌充填層通過前後のガス濃度を比較した。線速度と平均CO除去率の関係を図2に示した。線速度が10 mm/sまでのCO除去率は100%であるが、線速度12 mm/s以上になると70%以下に低下した。線速度が速くなると土壌層内の滞留時間が減少して土粒子吸着や生物処理が不十分になるが、その他にショートパス増加によって接触効率が低下したものと思われる。土壌浄化法による悪臭処理では線速度を5 mm/s以下で運転されることが多いが、ここではその2倍の線速度まで増加させてもCO除去率が低下しないことがわかる。

(2) CO濃度とCO除去率 図3は供給ガスのCO濃度が12, 25, 50 ppmの場合のCO除去率を示したものである。12 ppmの場合には線速度増加によるCO除去率の低下割合が少ないが、25 ppmと50 ppmの場合には線速度が12 mm/sを越えると大きく低下している。このことから排気ガスのCO濃度が25 ppmを越える変動がある場合、安定したCO除去性能を保つためには処理装置を線速度8 mm/s以下で運転する必要があると思われる。

(3) 土壌材料のCO除去率比較 土壌層に使用した材料を個別に充填して排気ガスを供給し、CO除去率を求めた。図4に実験結果を示したが、発酵油粕は他の材料と異なり、発酵に伴うCO発生が見られた。発酵油粕以外の材料でCO除去効果が見られ、中でも腐葉土のCO除去率が最も高かった。土壌中には、無機物の酸化エネルギーを用いて炭酸同化を行う化学独立栄養細菌が存在し、アンモニア酸化菌、亜硝酸酸化菌がよく知られている。同じ化学独立栄養細菌の中に一酸化炭素の酸化エネルギーを利用して炭酸同化を行い有機物（生体）を作り出す細菌が存在する²⁾。有機化合物の存在下ではこれを好んで資化する従属栄養菌も多くいると言われており、使用した腐葉土等の有機物中にCO酸化細菌が多く生息していたものと思われる。園芸用土では線速度が8 mm/sを越えるとCO除去率の低下が見られたが、配合土壌ではCO除去率の急激な低下が見られなかった。人工軽量骨材の混合で圧密進行に伴うショートパスの発生を防止し通気性が改善されたものと思われる。

5. あとがき 山岳トンネル工事では発破や大型機械の利用で粉塵、騒音・振動、有害ガスの発生する。排気ガス対策として生物処理方法について実験したが、土壌浄化法によれば悪臭処理で使われているよりも高速運転でCOの除去が可能であった。また土壌材料の中では腐葉土が最も高いCO除去率を有していた。今後は実際のトンネル工事現場で排気ガスの除去性能を確認するつもりである。

参考文献 1) 高野晴男ほか、山岳トンネルの作業環境評価、土木学会平成7年度大会概要集、pp592～593

2) 児玉徹ほか、地球をまもる小さな生き物たち、技報堂出版、1995, pp117～199

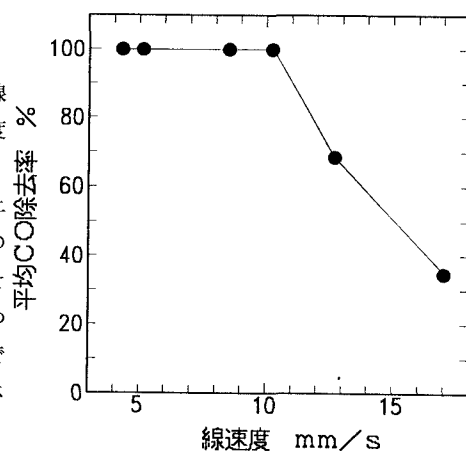


図2 線速度とCO除去率

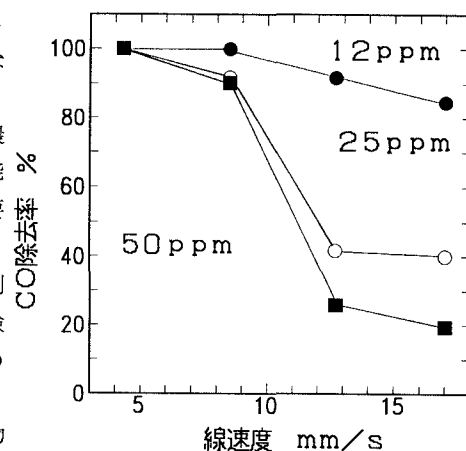


図3 CO濃度とCO除去率

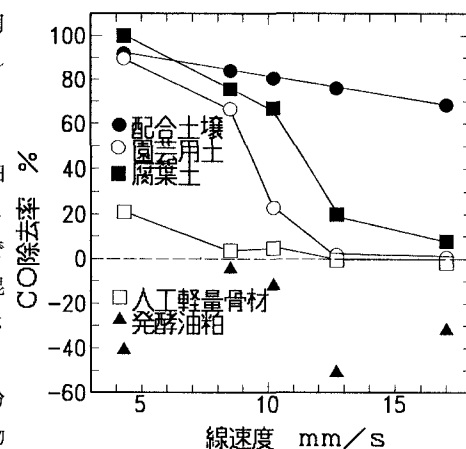


図4 土壌材料とCO除去率