

III-297

製紙焼却灰を利用した廃油の処理について（その4）

明石工業高等専門学校
京都大学防災研究所

正会員 ○澤 孝平 友久誠司
正会員 嘉門雅史

1. まえがき

本研究は燃焼処分や再生利用が困難な廃油を土質安定の手法を用いて安全で大量に処理し、有効利用する方法の開発を目的としている。本報告は硬化反応メカニズムを追究するために廃油の代わりに水とマシンの混合液を製紙焼却灰に含浸させ、セメント系固化材を用いて固化処理した材料の強度特性について追究したものであり、さらに、硬化体からの油の溶出試験を行い周辺環境へ及ぼす影響を検討している。

2. 試料および実験方法

用いた油は潤滑油や各種製品の混合油として使用されているマシン油（出光興産、G-9）であり、約0.7%の硫黄分を含有、引火点160℃、動粘度9.99（40℃）で粘性の小さいものである。また、製紙焼却灰と固化材（CAS材）および試験方法などは前報¹⁾と同じである。CAS材はマシン油と水の混合液（以後、含浸液と呼ぶ）と製紙焼却灰の総質量に対し、3、6、9、12%の4とおりの添加量とした。供試体は、最大乾燥密度が得られるような含浸液の割合（最適含液比、52%）と、最適含液比より多い62%の含液比の2種類で混合したものを5.6cm・kgf/cm³のエネルギーで高さ10cm、直径5cmの円柱形に成形した。なお、含浸液の配合は水だけを用いたものと、同じコンシステンシーになるようにその10%および20%の質量をマシン油で置き換えた3とおりである（表-1）。また、油の溶出試験は環境庁告示第3号に準じて行った。ただし、検体は未成形の粒状の固化処理材料と1cm立方体の成形試料の2種類である。

3. 結果と考察

図-1、2はマシン油の混合比が0%と20%の処理材の養生日数と強度の関係である。固化材添加率が3%の処理材はいずれの含液比でも養生の経過に伴う強度増加はほとんどみられない。最適含液比の処理材では固化材添加率6%で7日養生以降に強度の発現がみられ、マシン油を20%混合したものは水だけのものに比べ約1.5倍の強度になっている。しかし、固化材添加率が9%以上になると水だけを含浸した処理材がマシン油を20%混合したものに比べて養生初期から高い強度発現を示している。そして、いずれも28日養生以後の強度の伸びはほとんど見られない。一方、含液比62%の処理材ではいずれの養生日数においてもマシン油を混合した処理材の強度が水だけの強度を上回っていることが分かる。そして、含液比が高いために養生初期の強度は小さいが、養生に伴う強度増加は顕著である。

図-3は固化材添加率と強度の関係である。6%以上の固化材添加率では全ての処理材で強度は大きく増加している。特に、

表-1 含浸液の配合

製紙焼却灰100gに対する質量（g）

混合比 (%)	最適含液比 (52%)		含液比 62%	
	マシン油	水	マシン油	水
0	0	52.0	0	62.0
10	5.2	46.8	6.2	55.8
20	10.4	41.6	12.4	49.6

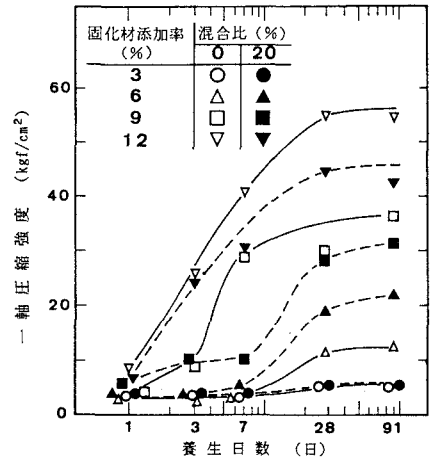


図-1 養生日数と強度の関係（含液比52%）

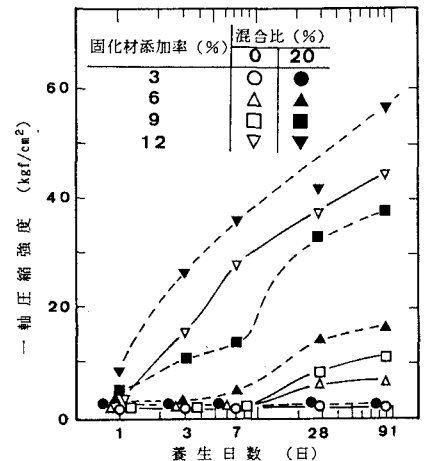


図-2 養生日数と強度の関係（含液比62%）

含液比62%の処理材は9%から12%の高い固化材添加率での強度増加が顕著となっている。ここで、道路用材料としての強度基準（下層路盤：10 kgf/cm²、上層路盤：30 kgf/cm²）と比較してみると、最適含液比ではマシン油を混合した処理材は水だけのものに比べて2～3%多くの固化材を必要とするが、含液比62%の処理材では逆にマシン油を混合した処理材の方が固化材を2～3%少なくでき経済的な固化処理が可能となる。

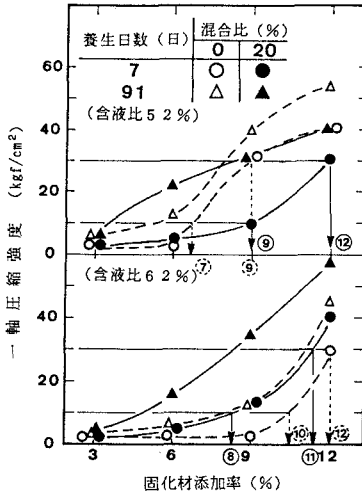


図-3 固化材添加率と強度の関係

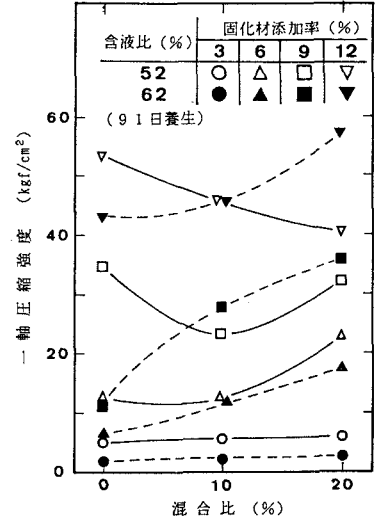


図-4 マシン油の混合比と強度の関係

図-4は91日養生供試体のマシン油混合比と強度との関係である。最適含液比の処理材は固化材添加率6%以下ではマシン油を混合した処理材の強度が水だけのものより大きくなっているが、9%以上の固化材添加率では水だけを含浸した方が大きな強度になっており、マシン油混合比の高い配合の強度発現に問題のあることを示している。一方、含液比62%の処理材ではいずれの固化材添加率においてもマシン油を混合した処理材の方が水だけのものに比べて高強度になっており、マシン油の存在が強度発現に貢献していることが分かる。この原因は固化材添加率の高い最適含液比処理材では水分量が少ないため長期の養生にわたる硬化反応が阻害されるものであり、また、マシン油の存在は含有硫黄成分などによりエトリンガイトの発生を促進するため、養生初期および低固化材添加率における強度発現に貢献したものである。

図-5は油の溶出試験の結果である。揮発成分の影響のため、1 cm立方の処理材より粒状の方がマシン油の溶出量は少なくなっている。

そして、固化材添加量の増加あるいは養生の経過により油の溶出量は減少する。「産業廃棄物の処理及び清掃に関する法律」では油分を含む産業廃棄物の判定基準値は100mg/ℓに定められており、固化材添加率12%の全ての処理材および固化材添加率3%で混合比10%以下の処理材の油の溶出量は40mg/ℓ以下であり、周辺環境へ及ぼす影響は小さいものと考えられる。しかし、マシン油の混合比30%、固化材添加率3%処理材の溶出量は約160mg/ℓであり、基準値以下になるためには約50日の養生日数が必要である。

4. あとがき

最適含液比の処理材では硬化反応水の不足のためマシン油の混合比の小さいものほど高強度になる。しかし、含液比62%の処理灰はマシン油の存在が強度発現に貢献する。そして、マシン油の混合比が30%以下の処理材では固化材添加率12%のもの、および、混合比が10%以下の処理材では3%の固化材添加率で油の溶出量の周辺環境へ及ぼす影響が少ないことから、道路の下層および上層路盤としての適用が可能であることが明らかになった。

参考文献 1) 澤 孝平他：製紙焼却灰を利用した廃油の処理について（その3）、第47回土木学会年次学術講演会講演概要集第3部、pp.1068～69、1992。

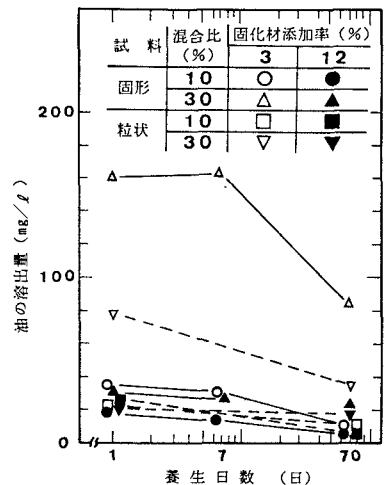


図-5 油の溶出量試験結果