

酸素活性汚泥処理施設におけるコンクリートの腐食

近畿大学 正員 川東龍夫

京都大学 正員 井上 晋 正員 宮川豊章 正員 藤井 学

大阪セメント 正員 長岡誠一

1. まえがき 下水処理場に導入されている酸素活性汚泥法は、標準活性汚泥法などの処理法に比べて純酸素を用いるため、流入原水の負荷がかなり高い状態でも処理能力が劣らないという利点がある¹⁾。しかし、その処理水は、空気法処理水に比較して腐食性炭酸の存在が大きいため施設におけるコンクリートの表面腐食などの劣化を引き起こす場合がある²⁾。本研究は、各種のコンクリート供試体を処理場施設の数カ所に浸漬暴露し、その経年変化を外観観察、重量測定、動弾性係数測定によって検討したものである。

2. 実験概要 **2.1 浸漬環境条件と浸漬場所：**浸漬試験場となった処理場は、実験開始当初下水に関して2系統の流入経路があり、下水処理も標準活性汚泥法（以後、空気法と呼ぶ）と酸素活性汚泥法（以後、酸素法と呼ぶ）をこの2系統に対応して行っていた。その4～5年後両系統の流入下水を合流し空気法、酸素法によって処理を行っている。供試体の浸漬場所は、酸素法処理施設における最終沈殿池の沈殿槽と水路および空気法処理施設における最終沈殿池の水路を選定した。

2.2 供試体要因：供試体要因は、大きくはコンクリートの配合およびライニングの種類と塗布回数とした。配合として、普通セメントを使用し、水セメント比は0.50、0.55、0.60、単位セメント量は300、330kg/m³、スランプは8±1cm、空気量は約4±0.5%を基本とした。この他に流動化コンクリート（スランプ18±1cm）およびポリマーセメントコンクリートも用いた。ライニングの種類として、エポキシ、タールエポキシおよびモルタルを用いた。供試体は5x10x40cm（水路浸漬）あるいは10x10x40cm（沈殿槽浸漬）の角柱供試体を用い、各環境について同一配合の供試体をそれぞれ3本ずつ作成した。

3. 実験結果および考察 **3.1 外観観察：**浸漬約10年後の無塗装コンクリートの表面荒れは、単位セメント量の違いによる影響は顕著ではないが、水セメント比が0.50より0.60に多くの骨材露出が認められた。環境の違いによる影響も見られ、酸素法に浸漬した供試体の方が骨材の露出が顕著で供試体全体が黒く変色しており、ライニング処理を行っていないコンクリートへの影響は大きいものと考えられる。また、塗装の膨れ・はがれの程度は、空気法においてエポキシ3回塗布（600～1000μm）ではほとんど変化がなく1回塗布（400～600μm）は膨れもしくは若干のはがれがみられ、タールエポキシ1回および3回塗布の損傷はかなり激しいものであった。酸素法における塗装の損傷は空気法よりも大きく、特にタールエポキシ塗布では母材コンクリートの表面劣化にまで至っているものもあった。酸素法における沈殿槽と水路の設置場所による影響はあまり顕著ではなかった。モルタル塗布の供試体はライニングモルタルの細骨材の露出は見られるものの、空気法、酸素法とも表面荒れは少なく、低水セメント比で作成したモルタルの表面侵食に対する防食効果がうかがえる。流動コンクリート、ポリマーセメントコンクリートは、空気法、酸素法ともライニング処理をしていないコンクリートと同程度に表面荒れが認められた。

3.2 重量変化：図-1 (a)～(c)に各環境における供試体の重量変化を示す。空気法水路におけるライニング処理をしていないコンクリートの経年変化は暴露3年まで-3%程度でほとんど減少がなく、それ以降6年～10年経過後に約5～8%の減少があった。水セメント比の影響として0.50の減少が少ないのに対し0.55および0.60はこれより大きい。単位セメント量を増やすと減少に対する抵抗性が若干ではあるが増加する。塗装仕様においては減少はほとんどなかった。モルタル塗布は6年～10年にかけて2～4%の減少が、流動コンクリートおよびポリマーセメントコンクリートはライニング処理しないものとほぼ同程度の減少であった。

酸素法水路において、ライニング処理しないものは3年までの減少が大きく空気法の10年経過後程度の値

であり、10年経過後には空気法の約2倍程度の減少が見られる。空気法と程度之差はあるものの、水セメント比、単位セメント量およびライニングの影響については同様な傾向が認められる。

酸素法沈殿槽では、10年経過後の減少は空気法におけるものと同程度もしくは空気法と酸素法水路との中間程度であることがわかる。浸漬環境の相違について、酸素法は沈殿槽、水路とも浸漬3年後までの減少が大きく、3年以降に減少が進む空気法の環境とは異なることがわかる。これは、空気法と酸素法で処理される流入原水および放流に至るまでの処理過程にある水質の相違が影響したものと考えられる³⁾。環境要因が与える重量減少の程度は概ね、酸素法水路>酸素法沈殿槽≧空気法水路の順に小さくなり、酸素法の水路が最も大きい。これは処理水の水質に加えて水路における流れの影響もあったためと考えられる。

表-1 図の凡例(各図とも共通)

No.	W/C (%)	a/a (%)	C (kg/cm ²)	備考
○ 1	50			高性低減水剤
● 2	55	44	300	減水剤
● 3	60			
△ 4	50			減水剤
△ 5	55	42	330	
△ 6	60			
△ 7-1				1.5"φ(400-600μm)
△ 7-2				1.5"φ(600-1000μm)
△ 8-1	55	42	330	1.5"φ(400-600μm)
△ 8-2				1.5"φ(600-1000μm)
□ 9				1.5"φ(400-600μm)
□ 10	55	48	330	流動化コンクリート
□ 11	51	42	330	高性低減水剤

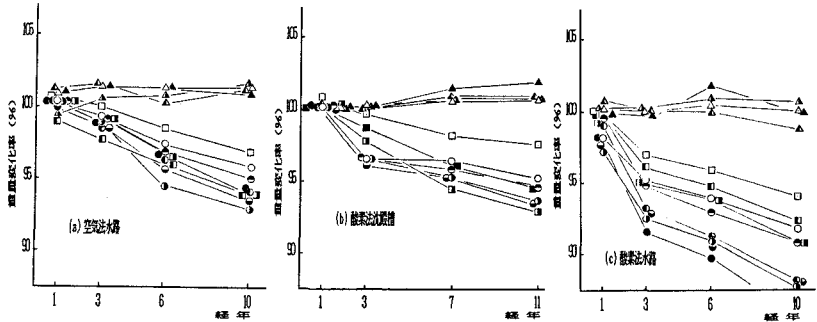


図-1 重量の経年変化

3.3 相対動弾性係数：空気法水路において、ライニング処理しないものは1年～3年にかけて一部のものを除き5%前後の減少であったが、6年～10年後には10～20%と高い割合で減少しており、ライニング処理を

していないコンクリートの腐食程度はかなり大きいと考えられる。単位セメント量の違いによる明確な相違は認められなかった。塗装コンクリートではタールエポキシ1回塗布の10年経過後に約10%の減少が見られる以外はわずかな減少があるもの

の、ライニング処理し

ないものに比較して腐食に対する抵抗性の高いことが認められた。流動コンクリート、ポリマーセメントコンクリートは、ライニング処理をしないものよりも3年目以降急激に減少しており、配合などの改善が必要と考えられる。一方、酸素法では全体的に1年目以降経年とともに減少しており、沈殿槽に比較して水路が低い。若干ではあるが水路に単位セメント量の影響がみられ、単位セメント量を増加することにより腐食への抵抗性が改善されたものと考えられる。ライニング処理をしていない酸素法水路10年の値は、20%以上の減少を示すものもあり腐食の大きな進行が考えられる。ライニング処理をしたものについては処理をしないものより減少も少なく、10年後においても化学的腐食に対する効果がうかがえる。(図-2 (a)～(c))

【謝辞】本浸漬実験を遂行するにあたり、試験場となった下水処理場場長をはじめ関係各位には長期間にわたって多大なご理解とご協力を賜った。ここに深くお礼申し上げます。

【参考文献】1) 荒木他:酸素活性汚泥法、環境科学辞典、pp298-299、化学同人(1991) 2) 岡田:酸素活性汚泥処理施設におけるコンクリート壁の腐食状況(2)、日本材料学会(1982) 3) 下水道局編:下水水質試験年報(1986-1991)

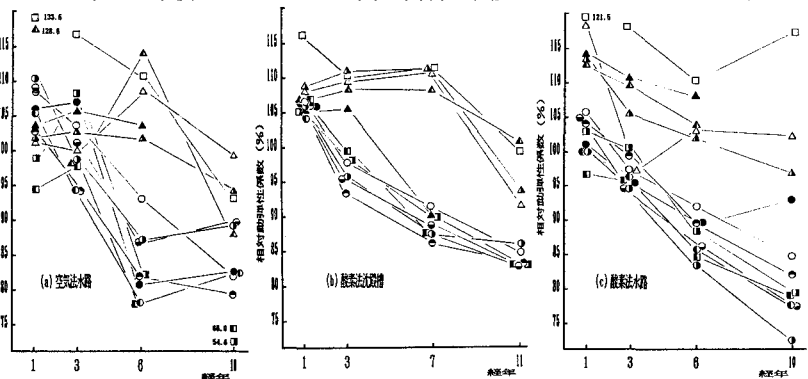


図-2 相対動弾性係数の経年変化