

気泡モルタルの耐酸性に関する研究 Study on acid resistance of air mortal

○小山智芳* 吉原正博* 毛利栄征**

Tomoyoshi Koyama, Masahiro Yoshihara, Yoshiyuki Mohri

1. はじめに

老朽化した農業用管路の更生方法として、FRPM 管を既設管内に挿入し、既設管と FRPM 管の間に中込材を充填する工法がある。中込充填材は、内挿管の安定性の確保と構造的な安全性確保を目的として充填されるもので、セメント系のモルタルが利用される。滞水地盤中の老朽化した管の亀裂からの流入水、特に酸性水が中込材と接する状況では、中込材の結合能力の低下¹⁾によって、更生管の構造機能を低下させる可能性が指摘される。

本報告では、実際の老朽管の更生に使用された可塑性気泡モルタルを対象として、浸漬実験によって酸性液に対する抵抗性を確認した。

2. 実験概要

可塑性気泡モルタルの試験体を塩酸と硫酸溶液に浸漬し、形状や強度の変化から浸食度合を明らかにした。実験で使用した中込材 A、B の配合および特性を表 1 に示す。A は湧水環境下でも打設できる水より重い密度 1.1t/m^3 とするため空気量 415L/m^3 であるのに対し、B は湧水環境下での打設を想定しないため密度 0.5t/m^3 、空気量 731L/m^3 である。供試体は $\phi 5 \times 10\text{cm}$ の円柱供試体を使用し、材齢 7 日から pH3 の塩酸、硫酸浸漬槽で保管した。浸漬液の pH9 を超えた段階で pH3 の浸漬液に交換し、交換後 1 週間経過して pH9 を超えない場合も交換した。測定項目は重量変化、一軸圧縮試験、中性化深さ、CaO 量である。重量変化は一軸圧縮試験の材齢時と浸漬開始時の供試体の重量から算定した。一軸圧縮試験は浸漬材齢 7, 14, 21, 28, 56, 91 日、6 か月および 1 年で実施した。中性化深さは材齢 6 か月、1 年で割裂した供試体表面をフェノールフタレイン溶液で滴下してできた発色の有無で確認した。CaO 量は材齢 1 年の供試体の中心部と周辺部を蛍光エックス線分析により測定した。

表 1 中込材の配合 kg/m^3
Combination of air mortar

	A	B
セメント	154	290
混和材	616	
混和剤	0.62	0.29
水	308	174
空気量 L/m^3	415	731
密度 t/m^3	1.10	0.50
フロー mm	120	120
強度 N/mm^2	1.0	0.5

3. 実験結果

1) 浸食度合

浸漬材齢 6 か月を過ぎると供試体端面が浸食されているのが目視で確認できたが、図 1 に示すように浸漬した中込材は吸水により重量が増加している。重量変化だけで浸食の程度を評価することは困難であるため、端面形状を浸食度合の指標とした。浸漬材齢 1 年の中込材 B 供試体の写真 1 を見ると、供試体端面の縁辺の角がとれて浸食されているのが分かる。浸食度合を $(1 - d/d_0)$ で定義する。ここで、 d は端面平坦部の直径、 d_0 は供試体直径であり、 $1 - d/d_0$ が大きいほど浸食度合が大きい。表 2 の中込材の浸食度合を見ると、軽量の B が A に比べ浸食度合が大きいことが分かる。これは B は間隙率(気泡体積)が A より大きいことによると思われる。

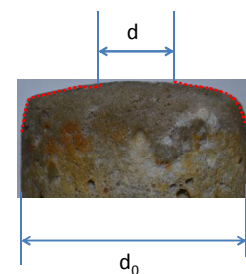


写真 1 供試体上端の浸食
Erosion in the end face of the test specimen

* 住友大阪セメント(株) Sumitomo Osaka Cement Co.,LTD 気泡モルタル, 耐酸性

** 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

表 2 1-d/d₀ で示す浸食度合

Degree of the erosion by d/d ₀		
中込材	A	B
封かん	0.00	0.00
塩酸浸漬	0.13	0.21
硫酸浸漬	0.10	0.23

2)強度変化

図 2 に示すように浸漬した中込材の強度は浸漬 3 カ月をピークとして A では低下, B では横ばい傾向を示し, 封かん養生(供試体中の水分の逸散を防いだ密封養生)の強度を下回った。強度と浸食度合の関係を図 3 に示した。A の場合約 30%, B の場合約 20%の強度低下が認められた。浸漬 1 年における強度比=(浸漬/封かん)と浸食度合の関係は, 浸食度合が大きいと強度比が高くなり, 端面の浸食は強度低下の指標にはならなかった。

3)中性化深さ

割裂した供試体の水平方向からの中性化は, 塩酸, 硫酸共に浸漬材齢 1 年で観察されなかった。

4)CaO 含有量

浸漬材齢 1 年における供試体の中心と周辺の CaO 含有量を表 3 に示す。A, B 共に CaO は中心で高く, 周辺で低い傾向にあった。B の場合, 封かんに比べ CaO が中心, 周辺ともに低く, A の周辺部で CaO が低い。この違いは間隙率の大きい B が供試体の中央まで浸漬液を取り込みやすく, 中央まで溶脱が進んだと思われる。浸漬した中込材の強度が封かん強度を下回ったのは, CaO の溶脱によると考えられる。

表 3 CaO (%) の分析値

Analysis of the CaO (%)

中込材	A		B	
	中心	周辺	中心	周辺
塩酸	52.1	50.6	40.1	37.1
硫酸	51.4	47.2	41.4	35.6
封かん	50.1	52.3	43.3	41.0

4. まとめ

今回使用した中込材 A, B は酸性液の浸漬 1 年経過で供試体端面が浸食を受けた。強度は間隙率が小さく密度の大きな A で 30%低下, 間隙率が大きく軽量の B で 20%低下であった。軽量モルタルの酸浸漬状態ではさらに強度低下を生じる可能性が高く, 材料強度や配合の決定, 使用環境に注意が必要であることが示唆される。

参考文献

1)水上国男:「化学的腐食」, 技報堂出版, pp.16~28(1986)

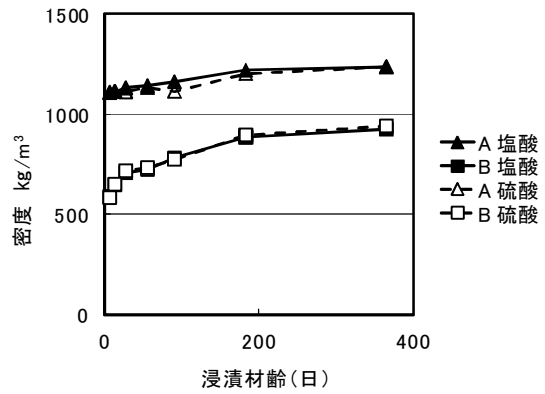


図 1 浸漬材齢と密度の関係

The density of an immersed test specimen

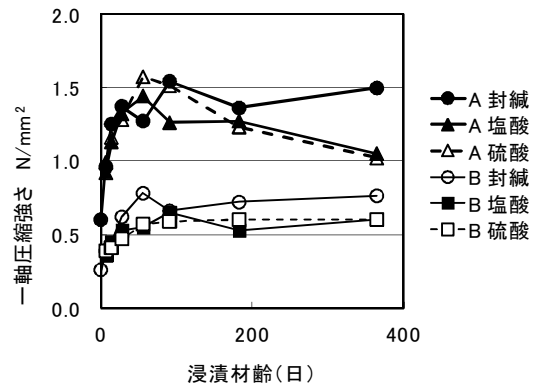


図 2 浸漬材齢と一軸圧縮強さの関係

The unconfined compressive strength of an immersed test specimen

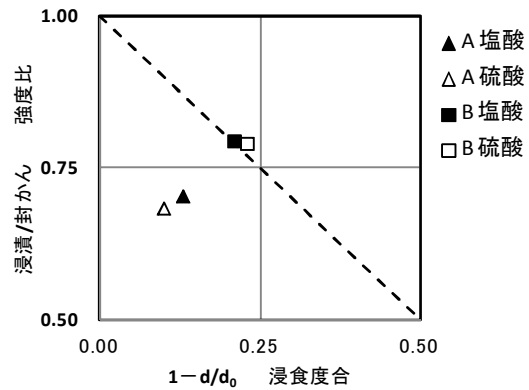


図 3 浸食度合と強度比の関係

The relationship between degree of the erosion by d/d₀ and the ratio of immersed/sealed strength