

高炉スラグ微粉末を用いた耐酸性を有するヒューム管の開発に関する基礎的実験

日大生産工（院） ○菅澤 かおり
日大生産工 山口 晋
日大生産工 鶴澤 正美

1. はじめに

近年, SDGs が世界に浸透し, 地球規模における取り組みが年々加速している. 17 ある目標のうち「安全な水とトイレを世界中に」という 6 番目の目標に着目すると, 水と衛生分野における ODA で世界トップの援助国である日本のリーダーシップは必須であり, 更なる世界貢献が必要である. また, 世界に目を向けると, 東南アジアでは適切なし尿・排水管理の達成度が低く, 下水道人口普及率に関してはインドネシアのジャカルタ地区別州(2016 年)で 3%とインフラ整備が遅れている. ¹⁾この要因の一つとして, 下水管路の腐食問題があげられる. 国土が赤道付近に位置し, 日本と比べて平均気温が約 10℃高い環境下においては, 下水管路の腐食の直接的原因である硫化物の生成速度が 1℃の環境温度上昇に対し, 7%増加するため, 硫化水素によるコンクリート製の下水管路は激しく腐食・劣化する. ²⁾そのため, これらの対応を考慮する必要がある.

以上のことから我々は, 経済的で製造が容易である産業副産物の高炉スラグ微粉末を, ヒューム管内面にライニング材として用いた耐酸性を有するヒューム管の開発に着手した. 本研究は, 高炉スラグ微粉末をモルタル硬化体に用いた場合の硫酸浸漬試験, 長さ変化に関する基礎的実験を行ったものである.

2. 実験方法

2. 1 供試体作製

実験に用いた供試体は, 40×40×160mmの角柱のモルタル硬化体である. 供試体の作製は, 型枠底面に高炉スラグ微粉末を用いた5mmのライニング層を打設し, その上から35mmのモ

ルタル層を打設した.

ライニング材に用いた高炉スラグ微粉末は, BL4000 cm^3/g (密度2.89 g/cm^3 以上, 比表面積3500～5000 cm^2/g 未満[石膏添加有]), BL6000 cm^3/g (密度2.87 g/cm^3 以上, 比表面積5000～7000 cm^2/g 未満[石膏添加有])の2種類を使用した. また, このライニング材に用いた細骨材には, 鹿島珪砂(4号, 5号, 7号)と珪石粉を使用し, 表-1に示す通り, 水粉体比(W/P)は47%とし, 施工性を考慮してフロー値150mmを目標値とした.

次にライニング材を施工するベースモルタルは, W/C50%のJISモルタルとした. これらは, 供試体打設後に, 20℃の環境室内で湿空養生7日, 打設後水中養生14日, さらに質量が一定になるまで乾燥させ, ライニング面(型枠底面)を除く5面にエポキシ樹脂コーティングを行った.

2. 2 硫酸浸漬試験

使用した硫酸溶液の濃度は, 既往の研究³⁾を参考に 10%とし, 浸漬期間は 7, 14, 21, 28, 56 日間とした. 所定の浸漬日数を経過した後, 角柱供試体の中央部を切断し, その切断面にフェノールフタレイン溶液を噴霧して, 硫酸溶液の浸透深さを求めた. 撮影した画像から, 供試体断面を 10 分割した際の浸透深さの平均とし, この平均浸透深さから浸透面積を算出した. なお, 切断前に質量の計測を行い, 質量減少についても検討を行った.

2. 3 長さ変化の測定

長さ変化の測定は, エポキシ樹脂コーティングを行っていない供試体を用いて, JISA1129「モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法」に準拠して, ダイヤルゲージを用いて長さ変化の計測を行った.

表-1 モルタルとライニング材の配合

ライニング材の配合					モルタルの配合			
W/P [%]	P:S	重量 [g]			W/C [%]	重量 [g]		
		水 W	高炉スラグ微粉末 P	細骨材* S		水 W	セメント C	標準砂 S
47.0	1:2	470	1000	2000	50	225	450	1,350

※鹿島珪砂(4号, 5号, 7号)+珪石粉

Fundamental Experiments on the Development of Acid-resistant Hume Tubes Using Granulated Blast Furnace Slag

Kaori SUGASAWA, Shin YAMAGUCHI and Masami UZAWA

3. 実験結果および考察

3. 1 硫酸浸漬試験の結果

図-1は硫酸浸漬試験後、供試体中央を切断し、そこにフェノールフタレイン溶液を噴霧したものであり、ライニング面(同図中の上面)から硫酸が浸漬した浸透深さ(mm)を計測し、この結果を用いて、図-2には浸漬日数に伴う浸漬面積増加率を示す。この結果によれば、硫酸を7日間浸漬した場合をそれぞれ0%とすると、どの場合においても、浸漬日数の増加に伴い、浸漬面積は増加したが、その挙動は異なることがわかった。また、浸漬日数が最も長い56日の場合は、ライニング無の84%まで増加し、最も浸漬面積の増加率(以下、損傷度)が高くなる結果となった。一方で、BL4000ならびにBL6000の場合は、それぞれ68%、69%とライニング無の場合に比べて損傷を低減させる効果が認められた。これらの結果は、図-3に示す質量減少からも明らかで、ライニング無の場合は、硫酸の影響によってモルタルの剥離が進行して大幅な質量減少が認められたが、ライニング有の場合は質量減少を抑制する効果が顕著であり、その効果はBL4000の方が良好な結果が得られた。

3. 2 長さ変化の測定結果

図-4に長さ変化の結果を示す。この結果によれば、どの場合においても、膨張・収縮を繰り返しながら収縮していく傾向で、20日以降は数値が一定となる傾向であった。以上より、用いたライニング材が、乾燥等に伴う膨張・収縮といった影響は少ないことが分かった。

4. まとめ

本実験の検討で得られた成果は、以下に示す通りである。

- (1)高炉スラグ微粉末を用いたライニング材により、耐硫酸に対する効果が認められた。その効果は、BL6000よりBL4000の方が優れていた。
- (2)ライニング材による膨張や収縮といった長さ変化はごく僅かで、ライニングなしの場合とほぼ同等の傾向を示した。

参考文献

- 1)(独)国際協力機構：事業事前評価表，国際協力機構東南アジア・大洋州部東南アジア第一課
URL:https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2019_IP-579_1_s.pdf
- 2)木下勲：下水道コンクリート構造物の腐食について，(J.Soc.Mat.Sci.,Japan),Vol.47,No.10,Oct.1998
- 3)宮原ほか：下水道施設に用いる耐硫酸コンクリートの開発，大成建設技術センター報,第39号,2006。

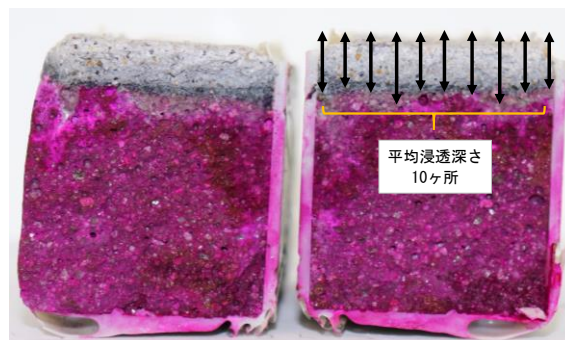


図-1 硫酸浸漬試験後の供試体断面

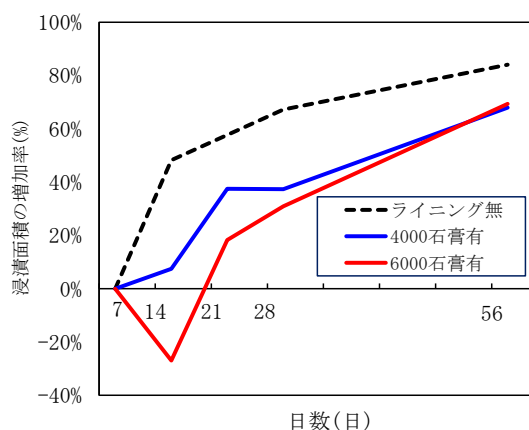


図-2 硫酸浸漬試験による浸透面積の増加率

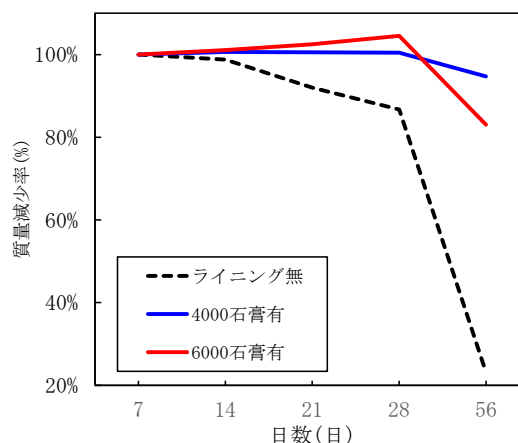


図-3 硫酸浸漬試験による質量の減少率

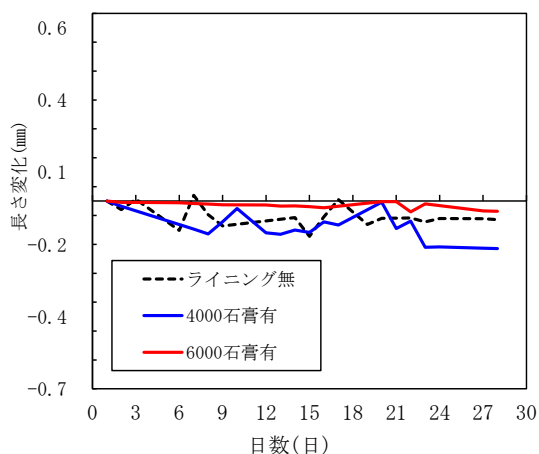


図-4 長さ変化