

砥石粉混入による耐酸性モルタルの開発研究

山口大学大学院 学生会員 ○片山 直希
 山口大学大学院 学生会員 池岡 靖文
 広島工業大学大学院 学生会員 高野 修壮
 広島工業大学 フェロー会員 米倉 亜州夫

1. 研究目的

近年、下水道コンクリートの硫酸による劣化が大きな問題になっている。下水道の下水部には嫌気性の硫酸塩還元細菌が生息しており、この細菌が生活廃水中に存在する硫酸イオンを硫化水素に変化させる。下水道気中部に生息している、硫黄酸化細菌が、硫化水素を硫酸に変え、コンクリートを腐食させている。本研究では、砥石粉をベースに各種混和材を用いたモルタル供試体を希硫酸溶液中に置き、その劣化状態を調べて耐酸性モルタルの開発研究を行うことを目的としている。

2. 研究概要

2. 1 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm^3 、比表面積 $3300\text{cm}^2/\text{g}$ 、以下、C と記す）。混和材は、砥石粉（密度 1.85g/cm^3 、比表面積 $3000\text{cm}^2/\text{g}$ 、以下、MP と記す）(Al_2O_3 、約 53%、 SiO_2 、約 37%と初期のポゾラン反応性)。フライアッシュ（密度 2.10g/cm^3 、比表面積 $4200\text{cm}^2/\text{g}$ 、以下、FA と記す）、高炉スラグ微粉末（密度 2.80g/cm^3 、比表面積 $8000\text{cm}^2/\text{g}$ 、以下、BFS と記す）比較試験で用いられる石灰石微粉末（以下、LP と記す）を使用した。

2. 2 実験方法

モルタルの練り混ぜは、モルタルミキサを使用し、供試体の作製を行った。質量減少率試験は、供試体を材齢 3 日、28 日（標準養生 25 日）でそれぞれ、濃度 5%の希硫酸溶液に浸漬し、5 日ごとに、浸漬日数 60 日まで測定した。なお、20 日ごとに希硫酸を入れ替えた。圧縮強度試験は、300kN 万能試験機を使用した。材齢 3 日で水中養生を開始し、材齢 7、28 日にそれぞれ、標準養生後の、圧縮強度を測定した。

表一1 モルタルの配合

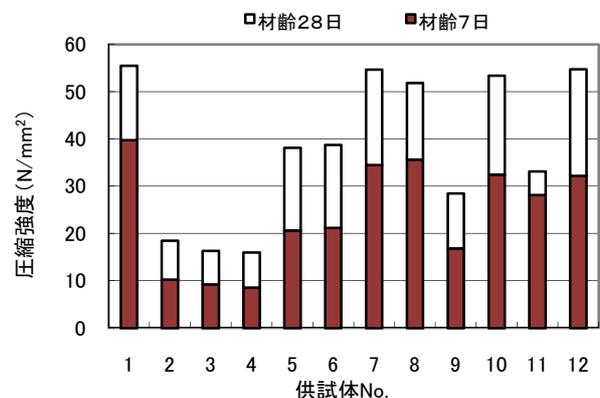
| 供試体 No. | C | MP | FA | BFS | LP |
|---------|-----|----|----|-----|----|
| 1 | 100 | | | | |
| 2 | 30 | 70 | | | |
| 3 | 30 | 30 | 40 | | |
| 4 | 30 | 40 | 30 | | |
| 5 | 50 | 50 | | | |
| 6 | 50 | 25 | 25 | | |
| 7 | 50 | 25 | | 25 | |
| 8 | 50 | | | 25 | 25 |
| 9 | 50 | 25 | | | 25 |
| 10 | 60 | 20 | | 20 | |
| 11 | 60 | 20 | | | 20 |
| 12 | 60 | | | 20 | 20 |

※表一1 の配合は、体積比である。

※全配合 W/B=40%である。

※C(セメント)MP(砥石粉)FA(フライアッシュ)BFS(高炉スラグ微粉末)LP(石灰石微粉末)を示す。

※LP（石灰石微粉末）は、反応性がないため各種混和材の優位性を評価する。



図一1 圧縮強度試験結果 (標準養生)

3. 研究結果および考察

図一1 にモルタルの配合と圧縮強度の関係性を示す。今現在、東京都下水道局では、被覆材の材齢 28 日圧縮強度の基準値を 45N/mm^2 と定めており、その基準値をクリアした配合は、少なかった。

図一2 にセメント量と圧縮強度の関係性を示す。セメント量 30%、50%の材齢 28 日での、圧縮強度を比較すると、30%の場合が低くなっている。そこで比較的、強度の出た砥石粉使用場合のセメント量 50%に注目してみる。No.5 の【セメント 50%+砥石粉 50%】、No.6 の【セメント 50%+砥石粉 25%+フライアッシュ 25%】の配合よりも、No.7 の【セメント 50%+砥石粉 25%+高炉スラグ微粉末 25%】

(図一2 矢印) の配合のほうが約 15N/mm^2 ほど大きいという結果となった。

図一3 にセメント量と質量減少率を示す。硫酸による劣化は、セメント量が多いと大きい傾向にある。しかし、セメント量 50%の場合で No.6 の【セメント 50%+砥石粉 25%+フライアッシュ 25%】(図 3 一矢印) の配合だけが質量減少率の増加がない。これは、セメント量 50%でも砥石粉の初期のポズラン反応とフライアッシュの長期のポズラン反応がよく効いていたことになる。

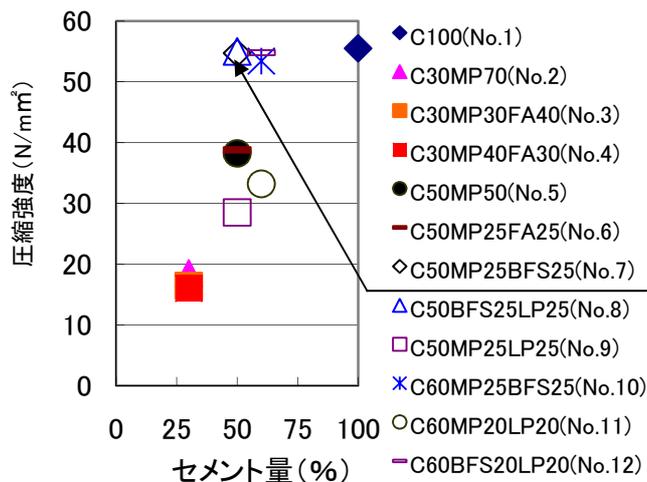
図一4 は横軸に圧縮強度、縦軸に質量減少率を示したグラフである。圧縮強度が大きいほど硫酸劣化が大きい。これは、強度が大きいほど、セメント量が多く、水酸化カルシウムの生成量が多いからである。逆にセメント量が少ないと水酸化カルシウムの生成量が少なく硫酸劣化が小さくなっている。

4. 結論

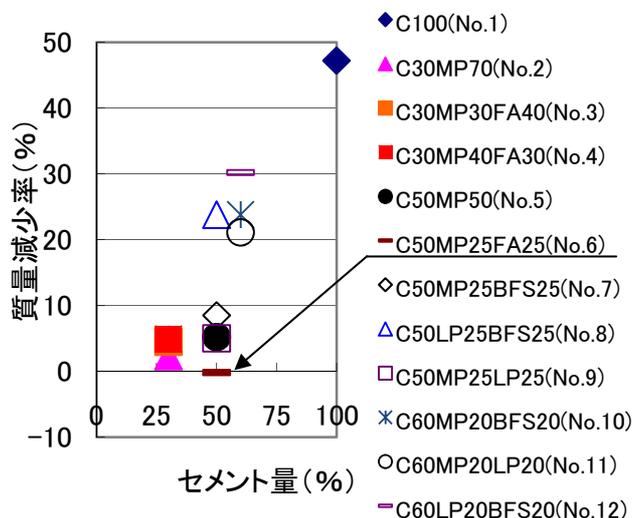
(1) 砥石粉は、高い耐酸性が得られるが、初期強度発現性がやや小さい。

(2) セメント量 50%の場合、【セメント 50%+砥石粉 25%+フライアッシュ 25%】の配合が耐硫酸性に最も優れていた。

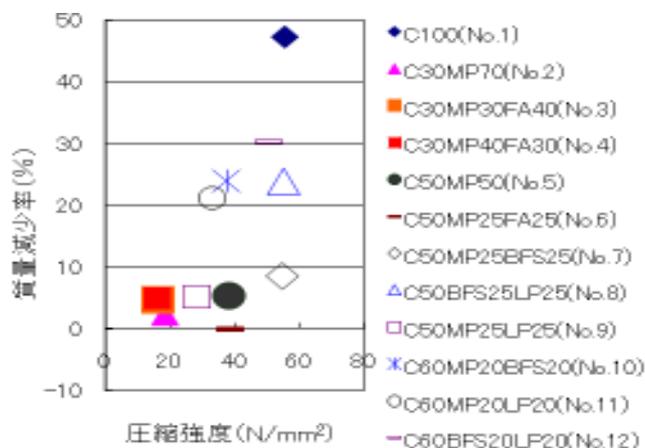
(3) セメント量 30%の場合、2 成分、3 成分とも硫酸劣化は、防げたものの、標準養生における圧縮強度が材齢 28 日で、全て 20N/mm^2 以下と非常に低い。



図一2 セメント量と圧縮強度 (材齢 28 日)



図一3 セメント量と質量減少率
(5%希硫酸浸漬 60 日)



図一4 質量減少率と圧縮強度