

高炉フュームを混入したモルタルの耐硫酸性に関する研究

(株)大広エンジニアリング 正会員 ○若杉 哲
 広島工業大学工学部 フェロー 米倉 亜州夫
 広島工業大学工学部 正会員 伊藤 秀敏

1. はじめに

本研究では、中国産の小型高炉の炉頂から集塵される高炉フュームを有効利用するため、高炉フューム混入による下水道管内暴露および希硫酸浸漬によるコンクリートの劣化を防止する耐硫酸性コンクリートの開発を目的とした。

2. 実験概要

図1に下水道内コンクリートの劣化進行過程を示す。図のように嫌気性環境で硫酸塩還元細菌によって硫酸イオンが硫化水素に変化させられ、硫化水素が気中部に放散し、好気性の硫黄酸化細菌によって硫酸に変化させられる。その硫酸によってコンクリートは劣化している。

高炉フューム (BFF) は、密度：2.57 (g/cm³)、比表面積：2.1×10⁴ (cm²/g) の超微粒子であり、全アルカリ量が 6.96%と多くなっている。本試験で用いた材料として、普通ポルトランドセメントを使用し、混和材は高炉フューム、そしてシリカフューム (SF) および高炉スラグ微粉末 (BFS) を用いた。また、一般に耐硫酸性のあるといわれるナフタレンスルホン酸塩系、比較用にポリカルボン酸塩系の高性能 AE 減水剤を 5% 添加した場合についても検討した。

本研究は、材齢 1 日および標準養生 14 日後に下水道管内に 91、182 日暴露した場合、および pH1.5 の希硫酸中に材齢 1 日および 14、28 日標準養生後 7、28、91 日浸漬した場合において圧縮強度、質量変化、動弾性係数を測定し、モルタルの耐硫酸性について判定した。

表1にモルタルの配合を示す。モルタルの配合は、水結合材比は 30%と 50%とし、高炉フューム、シリカフューム、高炉スラグ微粉末を単独で混入した 2 成分系のものと高炉フュームとシリカフュームまたは高炉スラグ微粉末を併用した 3 成分系のものとした。また、一般に耐硫酸性のあるといわれるナフタレンスルホン酸塩系とその比較用にポリカルボン酸塩系の高性能 AE 減水剤をそれぞれ 5% 添加した場合についても同様の試験を行った。

表1 モルタルの配合

W/C (%)		30											
混和材混入率 (%)	0	BFF 25	BFF 40	BFF25 BFS50	BFF40 BFS30	BFS 50	BFS50 石こう20	石こう 20	SF 10	BFF25 SF10	BFF40 SF10	ナフタレン 5	ポリカル 5

W/C (%)		50						
混和材混入率 (%)	0	BFF 25	BFF 40	BFF25 BFS50	BFS 50	SF 10	BFF25 SF10	

3. 実験結果及び考察

図2は、水中養生 14 日後に希硫酸に浸漬したときの強度残存率を示したものである。硫酸から取り出した円柱供試体の上面と下面を石膏キャッピングしたが、きれいに載荷面の表面処理がうまくいかなかったことにより、希硫酸 91 日後の圧縮強度が希硫酸浸漬時より大幅に低下するという試験結果となったが、この強度低下は過大で

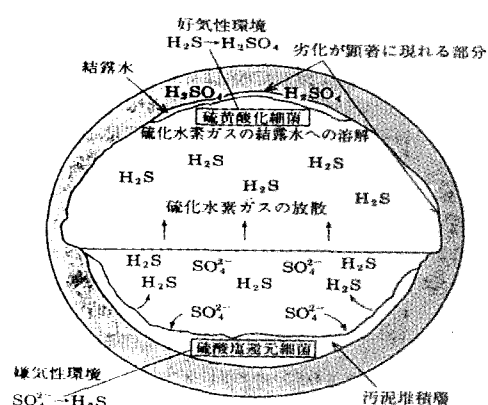


図1 下水道施設コンクリートの劣化進行過程

あると考えられる。そこで圧縮強度ではなく質量変化によって耐硫酸性を検討することにした。

図3は、標準養生14日後に希硫酸に浸漬したときの質量減少率を示したもので、希硫酸に浸漬する直前の質量を100%としている。この図より91日希硫酸浸漬した場合、セメント単味では約30%もの質量の減少があるが、高炉フュームと高炉スラグ微粉末またはシリカフュームの3成分系の場合では、質量の減少が全くみられなかった。次に、各種混和材の耐硫酸性を改善するため耐硫酸塩性の小さいセメントの鉱物組成であるアルミネート相 (C_3A) とどのような関係にあるかについて検討するため、図4にセメント量と質量変化率の関係を示した。この図よりセメント量すなわちアルミネート相 (C_3A) の量が増加するに伴い質量の減少が大きくなった。また高炉フュームと高炉スラグ微粉末またはシリカフュームを併用した3成分系では質量の減少がなかったため、高炉フュームが質量の減少抑制に寄与していると考えた。

図5に高炉フューム混入率と質量変化率について示した。図に示すように高炉フューム混入率を大きくするにつれ、質量の減少が小さくなっていることがわかる。また高炉スラグ微粉末を50%混入したものと高炉フューム40%とシリカフュームを併用したものを比較すると、どちらもセメント量は50%と同じなので C_3A 量も同じであるにもかかわらず、高炉フュームとシリカフュームを併用した方が質量の減少を抑制した。このことにより高炉フューム混入モルタルには耐硫酸性であり、さらに高炉フュームとシリカフュームまたは高炉スラグ微粉末を併用することによって耐硫酸性は大幅に増大すると考えられる。

4. 結論

以上の試験結果より以下のことが明らかになった。

- 1) 希硫酸浸漬した場合、アルミネート相 (C_3A) の量が増えるとともに質量は減少し、劣化が進行していた。
- 2) 高炉フュームを混入すると、希硫酸浸漬による、質量の減少を抑え、劣化を抑制した。
- 3) 高炉フュームとシリカフュームまたは高炉スラグ微粉末を併用した3成分系のモルタルの質量は、希硫酸浸漬しても全く劣化しなかった。つまり、3成分系のモルタルは耐硫酸性コンクリートに適している。

【参考文献】

- 1) 沼田晋一：高強度コンクリート用混和材「高炉フューム」特別セミナー講演資料
- 2) 小阪義夫監修：最新コンクリート技術、森北出版、1990

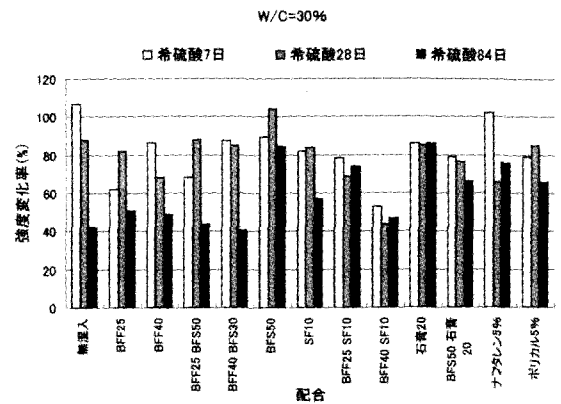


図2 希硫酸浸漬による強度残存率

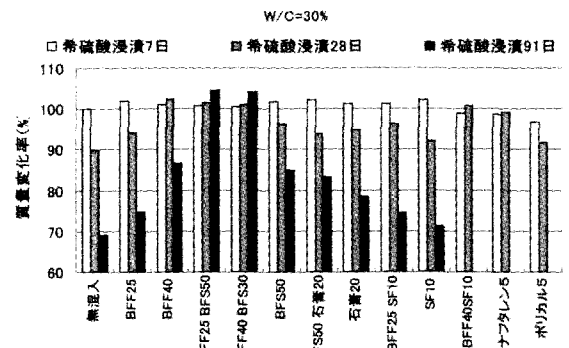


図3 希硫酸浸漬による質量変化率

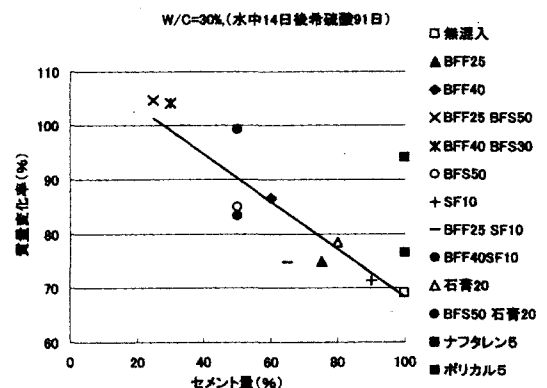


図4 セメント量と質量変化率の関係

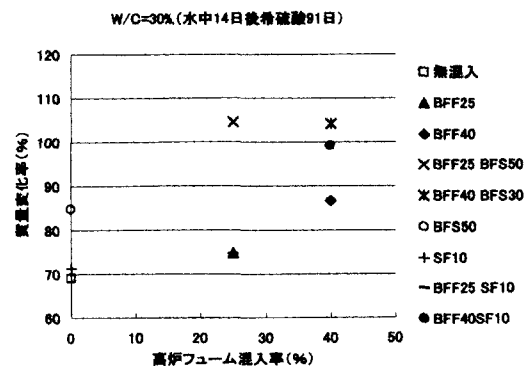


図5 高炉フューム混入率と質量変化率の関係