

下水道用モルタルの耐硫酸化に関する研究

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
広島工業大学 正会員 伊藤 秀敏
大広エンジニアリング（株） 非会員 山本 修照

1. はじめに

近年、硫酸による下水道内部のコンクリートの劣化が問題となっている。そのため本研究では、下水道用コンクリートの開発研究を行った。既往の研究より配合におけるセメント量を減じて、それを混和材で置換する事により耐硫酸性が得られることを確認している。ここでは、各種混和材をセメントの一部と置換してどのような混和材が耐硫酸性に優れているかを検討した。また、東京都下水道局被覆補修材の規定値も参考にして検討した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料及び配合

使用材料は、表 1 に示す普通ポルトランドセメント及び各種混和材を使用した。配合表を表 2 に示す。配合は、重量比でセメント量を 50%、30%、20%にして各種混和材を表記した比率で置換した。

2. 2 実験方法

ホバート型モルタルミキサを使用し、φ50×100mmの供試体の作製を行った。質量減少率及びフェノールフタレイン液による硫酸浸透試験は、供試体を材齢 3 日で脱型し浸漬したものと脱型してから標準養生 28 日間後に浸漬したものの 2 種とし、質量減少率は濃度 5%の希硫酸溶液に上記の 2 種の材齢で浸漬し、浸漬日数 84 日まで測定した。なお、7 日毎に希硫酸を入れ替えた。標準養生した供試体の圧縮強度試験は、材齢 3 日で標準養生を開始し、材齢 3、7、28 日で 300 k N 万能試験機を使用した。また、フェノールフタレイン液による硫酸劣化深さ試験は 28、56、91 日に測定し、測定部分は侵食部分（二水石膏化し剥離した部分）、浸漬部分（硫酸が浸透し酸性化している部分）とし、供試体高さの上、中、下の平均値を算出した。

表 1 使用材料

記号	種類	密度(g/cm ³)	比表面積(cm ² /g)
C	セメント	3.15	3300
FA	フライアッシュ	2.1	4200
BFS	高炉スラグ	2.8	8000
BFF	高炉ヒューム	2.05	2.1 × 10 ⁴
MP	砥石粉	1.85	8000
SF	シリカヒューム	2.3	2.0 × 10 ⁴

表 2 モルタル配合表

No	C	SF	BFS	BFF	MP	FA
1	100	—	—	—	—	—
2	50	20	—	—	—	30
3	50	10	20	—	—	20
4	50	12.5	25	—	12.5	—
5	50	10	—	—	10	30
6	30	—	—	30	—	40
7	20	20	30	—	—	30

※数字は重量比（%）

※水結合材比 W/B=40%。

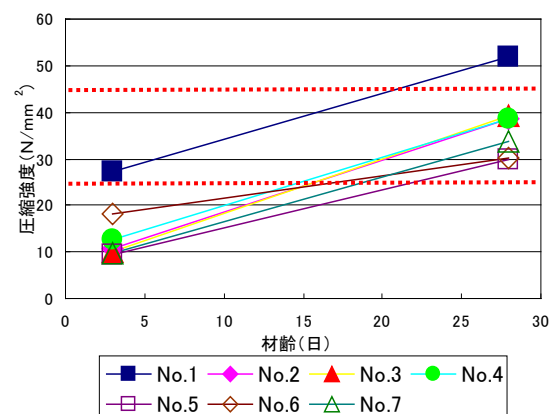


図 1 材齢 3 日及び 28 日の圧縮強度

3. 実験結果及び考察

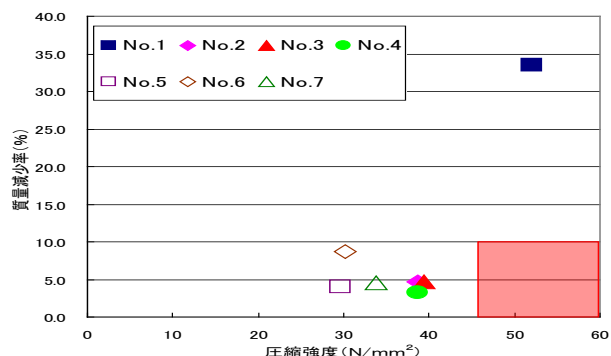
図1は、材齢3日、標準養生28日後の圧縮強度を示した図である。点線は、東京都下水道局で規定している材齢3日、28日の被覆材の要求圧縮強度である。

これを満たす配合は普通ポルトランドセメントの場合のみであった。図2は、標準養生28日後に希硫酸に28日間浸漬したモルタルの質量減少率と標準養生28日の供試体希硫酸浸漬時の圧縮強度との関係を示した図である。図より、質量減少率はセメント100%の場合が著しく大きく混和材を用いた配合の場合が小さくなっている。また、全体的にシリカヒュームを使用した配合が質量減少率を5%以内に抑えることができた。なお、赤枠が東京都の規定値内であるが、この枠内にあてはまる配合はなかった。図3は、浸漬、侵食深さ及び希硫酸劣化深さを表した図である。二水石膏化し剥離した部分(①)、剥離はしていないが酸性化している部分(②)に分類され、本研究ではこの二つを総称して硫酸劣化深さ(③)としている。このため、図4のNo.3のような侵食深さ(①)が小さくても浸漬深さ(②)が非常に大きいと、コンクリートでは鉄筋が腐食する可能性があり、決して高い耐酸性が得られているとはいえない。そのため、高い耐酸性を得るには侵食及び浸漬の両方(③)が小さい事が重要であり、ここではNo.4の配合が③の部分の小さく、耐酸性を有しているといえる。図5は、湿潤養生期間の相違が硫酸浸漬後の質量減少率に及ぼす影響を示したものである。図より、材齢28日まで標準養生をした配合の方が質量減少率は大きく、硫酸劣化が大きい。これは水酸化カルシウムの生成量が水和反応により増加したためと考えられる。

4. まとめ

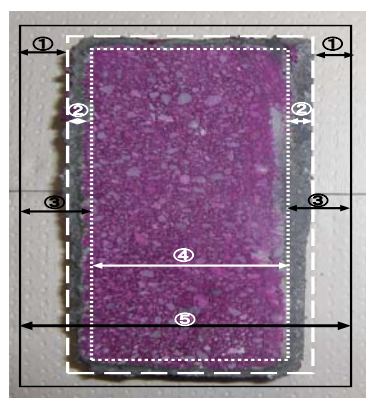
(1) セメント量50%をシリカヒューム(12.5%)、高炉スラグ(25%)、砥石粉(12.5%)と置換したモルタルNo.4は質量減少率及び硫酸劣化深さ共に小さく最良の耐酸性が得られた。

(2) 標準養生の期間を大きくすると、水酸化カルシウムの生成量が大きくなるため耐酸性は低下した。



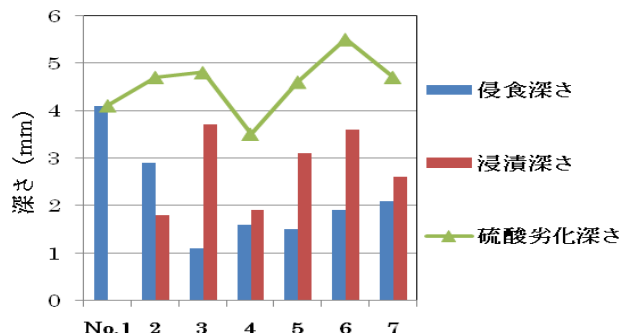
浸漬28日目（水中養生28日後浸漬）

図2 圧縮強度と質量減少率の関係



- ①侵食深さ
- ②浸漬深さ
- ③硫酸劣化深さ
- ④健全部
- ⑤元の大きさ

図3 硫酸による劣化状態



浸漬28日目（水中養生28日後浸漬）

図4 浸漬、侵食深さ及び浸透深さ

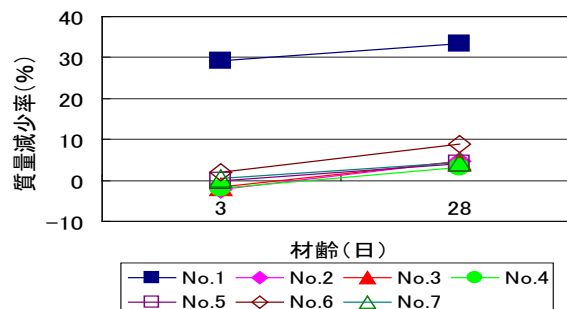


図5 湿潤養生期間の相違による質量減少率