

耐硫酸性コンクリートの劣化促進による浸食深さの予測に関する検討

愛媛大学 賛助会員 濱岡祥樹

愛媛大学大学院 正会員 氏家勲 正会員 河合慶有

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期に莫大な量の鉄筋コンクリートが社会基盤施設として建設されているが、建設後から数十年が経過している。社会基盤施設の一つに下水道構造物が挙げられる。下水道構造物では、特有の事象である化学的腐食により劣化する。下水道構造物内では微生物の働きにより発生する硫化水素から生成された硫酸により腐食、劣化する。対策として、コンクリートのかぶりを増やすことが挙げられる。しかし、耐久性と費用を考慮し適切なかぶりを設計する必要があるが、実際の環境下で試験を行うと膨大な時間がかかってしまう。そこで本研究では、既往の研究で提案されているコンクリートの配合において、硫酸濃度と浸食深さが比例するかを測定し、短期間でも促進試験が可能かどうか検討する。

2. 実験概要

実験環境における硫酸の濃度は 1%前後とされており、本研究では 2,3,4,5,6,及び 7%の硫酸濃度で試験を行った。浸漬試験において、硫酸水溶液は浸漬後 28 日までは 7 日毎に、浸漬後 28 日以降は 28 日毎に全量交換した。これは、pH を一定に保つためである。浸漬後 28 日を境に交換する期間が変わるのは、浸漬開始後は反応速度が速いとされ、その後、反応速度が遅くなるためである。

配合を表 1 に示す。混和材には、全粉体量に対して 85%の高炉スラグ微粉末を置換し混和した。同様に、全粉体量に対して 12%のシリカフュームを置換し混和した。なお、以後は高炉スラグ微粉末を使用した供試体を BF、高炉スラグ細骨材を使用した供試体を BFS、シリカフュームを使用した供試体を SF、置換率はアルファベットの後に表記した数字で示す。

表 1 配合表

	%		kg/m ³							g/m ³
	w/c	s/a	W	C	BF	SF	G	S	BFS	混和剤
BF85	30	42.7	150	75	425	0	948	704	0	5000
BF85SF12	30	42.7	150	66	374	60	940	697	0	5000
BFBFS50	30	42.7	210	280	420	0	764	283	299	5000

3. 硫酸浸漬試験

浸食深さと硫酸濃度の関係を図 1 に示す。また、剥離量と硫酸濃度の関係を図 2 に示す。本研究では、剥離前における浸食深さと硫酸濃度の関係についての考察を行う。最も剥離した時期が早かったのは、BF85, BF85SF12, BFBFS50 の硫酸濃度 6%, 7%であった。浸漬期間としては 84 日であったため、浸漬期間 56 日について考察を行う。どの配合においても相関関係は 0.9 を上回っていることから強い正の相関である。これより、浸漬期間 56 日において浸食深さと硫酸濃度の関係は比例関係であるとみなす。

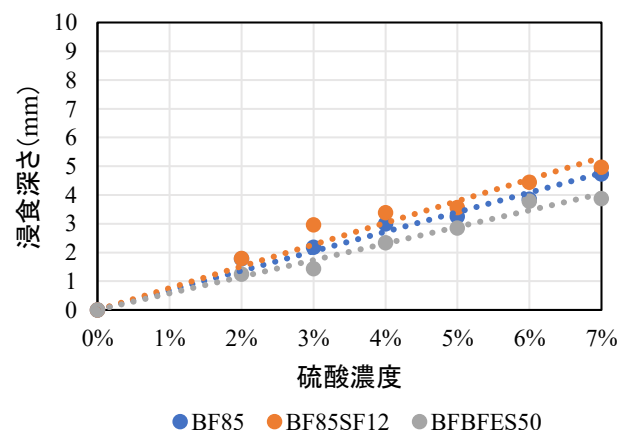


図 1 浸漬期間 56 日における浸食深さと硫酸濃度の関係

4. 浸食深さの推定

本研究では、実環境の硫酸濃度を 1% とし、耐用年数を 100 年間として浸食深さの予測を行う。図 1 より、硫酸濃度 1% における浸食深さを算出し、浸食深さと浸漬期間の平方根の関係を図 3 に示す。浸食深さと浸漬期間の平方根は、比例関係であることが知られている。したがって、100 年後の浸食深さは、BF85 が 17.4mm、BF85SF12 が 19.4mm、BFBFS50 が 14.8mm である。しかし、この浸食深さは、劣化による剥離がない場合の浸食深さであるため、劣化による剥離を考慮して推定を行う。図 2 より、硫酸濃度 1% における剥離量を推定する。BF85、BF85SF12 の剥離量に関しては、硫酸濃度によってあまり変化していないことから、平均した剥離量を基に浸食深さの推定を行う。BFBFS50 に関しては、硫酸濃度が低くなるにつれ、剥離量が大きくなっていることから推定した剥離量を基に浸食深さの推定を行う。浸食深さの推定結果を表 2 に示す。ここで、剥離周期は浸漬深さが剥離量に達したときの浸漬期間である。剥離回数は、耐用年数の間に何回剥離するかを示す。このとき小数点以下は切り捨てて算出する。剥離合計は、耐用年数の間で剥離した合計の剥離量である。また、剥離後の浸漬期間は最後に剥離した後に耐用年数に達するまで浸食する期間をとり、剥離周期と剥離回数に乗じた値と耐用年数の差より算出するため、剥離後の浸漬期間が剥離周期を上回ることはない。剥離後の浸食深さは、剥離後の浸漬期間での浸食深さとし、図 3 より算出する。推定した 100 年後の浸食深さを基に下水道構造物の設計を行うことが出来る。

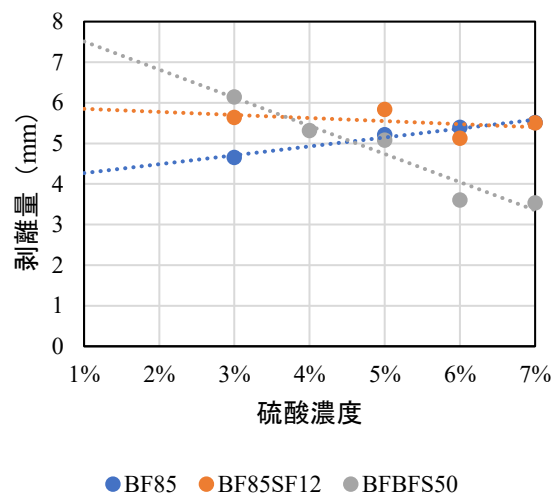


図 3 剥離量と硫酸濃度の関係

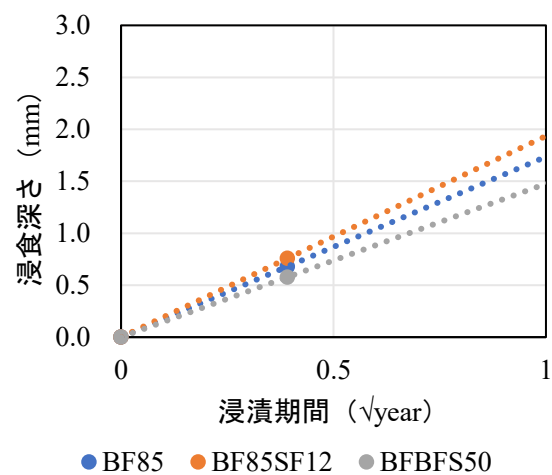


図 2 浸食深さと浸漬期間の平方根の関係

表 2 各配合における浸食深さを推定結果

	剥離量 (mm)	剥離周期 (年)	剥離回数 (回)	剥離期間の 合計(年)	剥離量の 合計(mm)	剥離後の 浸漬期間(年)	剥離後の 浸食深さ(mm)	100年後の 浸食深さ(mm)
BF85	5.20	8.93	11	98.24	57.20	1.76	2.31	59.51
BF85SF12	5.53	8.13	12	97.51	66.36	2.49	3.06	69.42
BFBFS50	7.51	25.75	3	77.25	22.53	22.75	7.06	29.59

5. まとめ

本研究では、剥離する前の浸漬期間 56 日において、浸食深さと硫酸濃度の関係は比例関係であることが示された。また、硫酸濃度を高めて測定できた剥離量から、実環境における剥離量を推定し、剥離を考慮した上での浸食深さの推定を行うことが可能である。

6. 参考文献

- 1) 藤岡宗一郎：耐硫酸性促進試験に基づく下水道施設コンクリートの劣化予測の検討，愛媛大学学位論文，2020 年