

硫酸によるコンクリート侵食に関する実験的検討

広島大学大学院工学研究科 学生会員 ○新見龍男
広島大学大学院工学研究科 学生会員 山地伸弥
広島大学大学院工学研究科 正会員 河合研至

1 はじめに

従来はメンテナンスフリーと考えられてきたコンクリートであるが、それ自体が必ずしも化学的に安定な材料ではなく、暴露された環境によってはコンクリート構造物が致命的な劣化を受ける。このようなコンクリートの化学的腐食は古くからの問題でありながら、未だ酸によるコンクリートの劣化予測手法は確立されていない。硫酸によるコンクリートの劣化予測の研究としてこれまでに幾つものモルタルの浸漬試験が行われてきた¹⁾が、実際に劣化を受ける構造物はほとんどコンクリート構造物であり、また、コンクリートを用いた浸漬試験はほとんど行われていない。そのためにコンクリートによる浸漬試験を行い、モルタルとコンクリートの劣化性状の違いを把握する必要がある。

そこで本研究では、配合、硫酸濃度、暴露環境の違いからコンクリートの劣化の違いを把握することを目的として、実験的検討を行った。

2 実験概要

2-1 供試体

表1-1に示す配合でφ150×300mmのコンクリート円柱供試体を作製した。また、硫酸の浸透を側面からのみとし上下面からの浸透を排除するために、供試体の上下面に耐酸性エポキシ樹脂を塗布した。なお、供試体の養生期間は圧縮強度が同一 W/C の NC（材齢28日）とほぼ等しくなるまでとした。圧縮強度の測定結果をあわせて表1-1に示す。

表 1-1 配合、置換率、圧縮強度

セメント	水結合材比 (%)	混和材	置換率 (%)	記号	圧縮強度 (N/mm ²)
普通ポルトランドセメント	35	-	-	NC35	65.5
	50	-	-	NC50	43.7
	65	-	-	NC65	32.6
	50	高炉スラグ微粉末	30	BS30-50	43.8
	65	高炉スラグ微粉末	30	BS30-65	36.3
	35	シリカフェーム	15	SF15-35	62.5
	50	フライアッシュ	30	FA30-50	45.3
エコセメント	50	-	-	EC50	43.7

2-2 実験方法

表1-2に示す濃度の硫酸溶液に供試体を浸漬した。2.0mol/l、1.0mol/l、0.1mol/lの硫酸溶液に浸漬した供試体は7日ごとに侵食深さを測定し、 2.64×10^{-4} mol/l硫酸溶液に浸漬した供試体は28日、63日で侵食深さを測定した。最小測定値0.05mmのノギスを用い、浸漬後の供試体中央部を同一供試体につき2回測定し、その平均値と浸漬前の供試体寸法との差の1/2を侵食深さとした。また、2.0mol/l、0.1mol/l硫酸溶液に浸漬した供試体は、浸漬日数28日後にX線回折分析を行った。

表 1-2 暴露条件

濃度(mol/l)	pH	暴露環境
2.0	-0.7	流水
1.0	0.1	流水
0.1	0.7	流水
2.64×10^{-4}	4.0	静水

3 結果と考察

3-1 硫酸濃度による影響

図1-1に、普通ポルトランドセメントを使用したコンクリート供試体の、硫酸濃度の違いによる侵食深さの影響を、水セメント比35%と50%について示す。

流水条件で浸漬したいずれの配合でも、硫酸濃度が増加するにしたがって侵食深さが大きくなっているが、 2.64×10^{-4} mol/lに浸漬した供試体には全く侵食が見られなかった。これは溶液の濃度が低かったために侵食には至らなかったと考えられる。

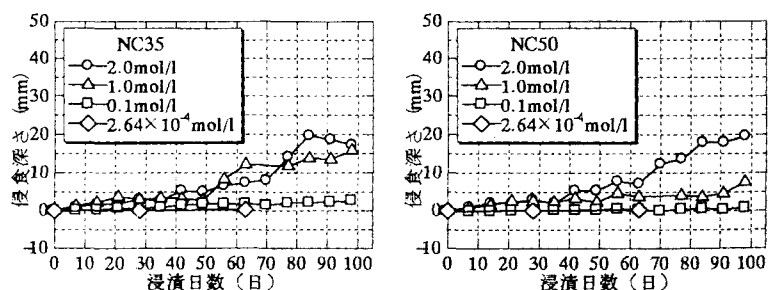


図 1-1 硫酸濃度が侵食に及ぼす影響

3-2 水セメント比による影響

図1-2に、NCの侵食深さの測定結果を硫酸濃度1.0mol/lと2.0mol/lについて示す。2.0mol/l硫酸溶液に浸漬した供試体はNC35とNC50は侵食深さにそれほど差が見られないものの、その他の供試体ではW/Cが低い供試体ほど侵食深さが増大する傾向が見られた。W/Cが低いほど供試体内部の細孔構造が緻密となるために、硫酸との反応によって空隙に生成される二水石膏やエトリンガイトによる膨張圧が大きくなるためであると考えられる。また図1-3で示すNC35のX線回折分析結果より、供試体表面に二水石膏が生成されていることが確認できる。なお、2.0mol/l硫酸溶液に浸漬した供試体について、二水石膏が0.1mol/lほど検出されなかったのは、二水石膏生成部が供試体より剥落したためと考えられる。

3-3 混和材置換による影響

図1-4に、高炉スラグ微粉末を置換した供試体の侵食深さを示す。硫酸濃度が0.1mol/l、1.0mol/lの場合はいずれの供試体でも侵食を抑制しているが、2mol/lでは逆に侵食を促進させてしまうことが明らかになった。この現象は、シリカフェーム、フライアッシュを置換したときも同様に見られた。これは、混和材により供試体内部が緻密になるが、その分硫酸との反応により生成される二水石膏やエトリンガイトに対する空隙の許容量が小さくなるためと考えられる。

3-4 セメント種類による影響

図1-5より、NCとECでは侵食深さにほとんど差は見られないことより、エコセメントは、硫酸侵食に対して普通ポルトランドセメントと同等の耐久性を備えていると言える。

4 結論

硫酸によるコンクリートの劣化は、水セメント比が小さいほど著しくなり、混和材を添加したときには、無添加供試体と比較して劣化が早くなる場合もあることが明らかとなった。

(参考文献)

- 1) 坂本浩行：セメントモルタルの耐酸性に関する実験、土木技術資料 No.8、Vol14、pp38～44、1972

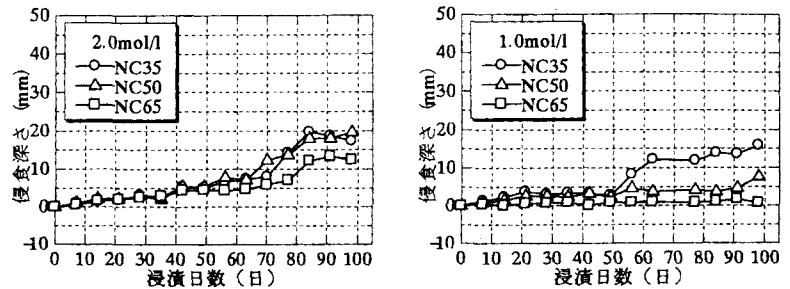


図1-2 水セメント比が侵食に及ぼす影響

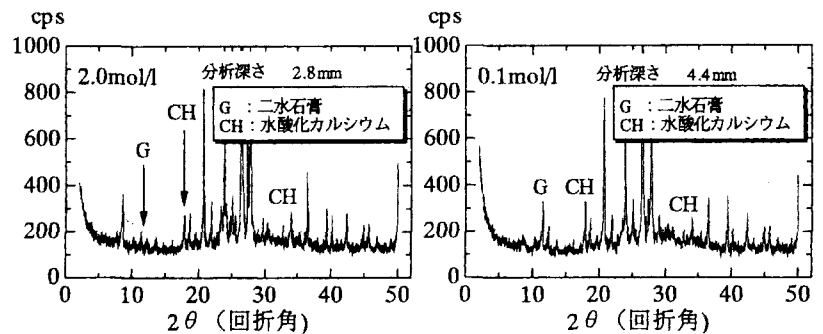


図1-3 NC35のX線回折分析結果

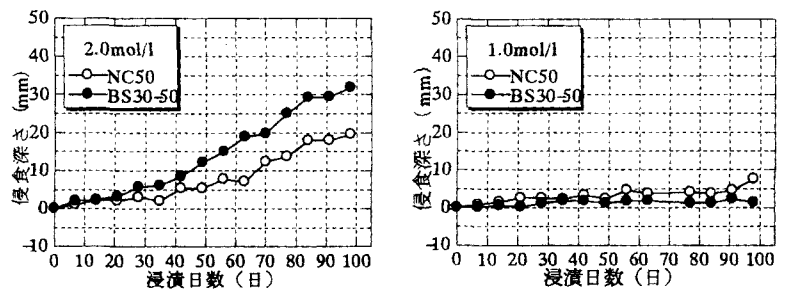


図1-4 混和材が侵食に及ぼす影響

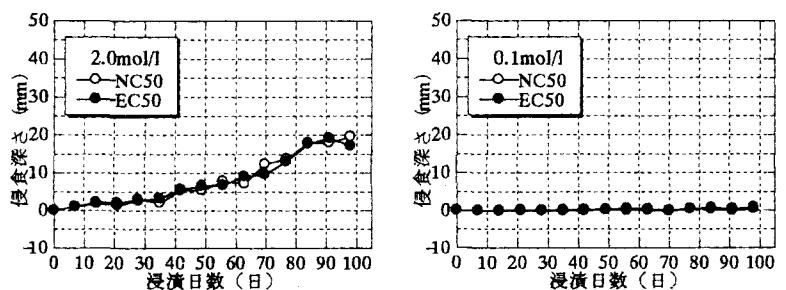


図1-5 セメント種類が侵食に及ぼす影響