

V-21

硫酸環境にさらされたコンクリートの劣化状態に関する研究

東北大学 学生員 ○ 青柳直樹
東北大学 柿崎和朗
東北大学 フェロー 三浦 尚

1. はじめに

近年、主に下水道施設において、コンクリート構造物の硫酸腐食が大きな社会的問題となっており、このような構造物の補修が急務となっている。そのためには、硫酸腐食がどの深さまで進行しているか把握することが重要であり、それにより適切な補修が可能になると思われる。

本研究では、モルタル供試体を用いて、いくつかの硫酸浸漬実験を行い、水セメント比及び硫酸濃度が侵食深さ及び中性化深さに及ぼす影響を検討した。また、針貫入試験¹⁾を行い、硫酸により劣化したモルタル供試体の深さ方向についての内部強度を測定した。

2. 実験概要

供試体は普通ポルトランドセメントを使用したnon-AEモルタルとし、配合条件は表1に示す。実験に使用した供試体形状は、浸漬実験用に4×4×16cmの角柱供試体、圧縮強度試験用にφ5×10cmの円柱供試体である。養生は28日間標準水中養生とし、養生終了後、4×4×16cmの角柱供試体は半分に分断して4×4×8cmとし、浸漬面となる

断面以外の残り5面を封かんして、浸漬溶液である硫酸に浸漬して実験を行った。円柱供試体は28日間標準水中養生を行った後に圧縮試験を行った。

表-1 コンクリートの配合表、打設結果

水セメント比 (%)	S/M (%)	単位量 (kg/m ³)			モルタルフロー (mm)	空気量 (%)
		水 W	セメント C	細骨材 S		
55	54	284	516	1407	223	2.0
65		298	462	1407	227	2.1

※S/M：モルタルに対する細骨材の容積割合

浸漬溶液は5%、3%、1.5%、0.5%の4種類とした。浸漬期間は、最長で182日間を予定しているが、現在、硫酸濃度5%、3%においては28日、硫酸濃度1.5%、0.5%においては42日までのデータが得られている。測定項目は、質量、中性化深さ、内部強度とし、所要の浸漬期間を経過した供試体において随時測定を行った。中性化深さは、供試体から針貫入試験用コア採取後に、その内面にフェノールフタレイン指示薬を塗布し、直交する2方向について中性化深さを計4点測定して平均値を算出した。なお、中性化深さは侵食深さを含めた初期断面位置からの中性化深さを表す。また、質量減少分を侵食により失った分であると仮定し、質量変化率から侵食深さを算出した。内部強度は、針貫入試験を用いて測定した。

3. 実験結果

(1) 質量変化

実験結果よりコンクリートの質量変化率に与える水セメント比の影響を図1、2に、硫酸濃度の影響を図3にそれぞれ示す。図1では、質量は初期に増加しているものの材齢28日では減少に転じ、その値はW/C=55%の方が65%

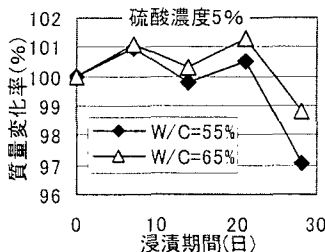


図1 質量減少率に与えるW/Cの影響

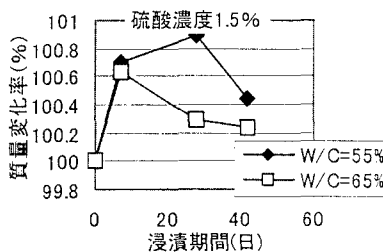


図2 質量減少率に与えるW/Cの影響

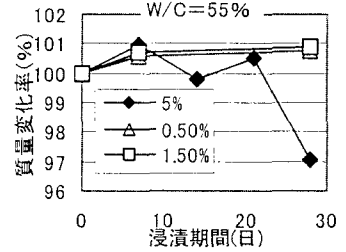


図3 質量減少率に与える硫酸濃度の影響

より小さい結果となった。一方、図2では、質量は初期に大幅に増加し、その後減少傾向を示すものの、材齢42日時点では質量変化率はまだ100%以上であり、その値はW/C=65%の方が55%より小さい結果であった。初期に質量が増加するのは石膏生成によるものであり、その後減少に転じるのは堆積した石膏が脱離するためだと考えられる。

(2) 中性化深さ

図4～5は、それぞれ硫酸濃度5、0.5%の硫酸に浸漬した場合の中性化深さの測定結果である。図より、硫酸濃度5%に浸漬したものでは、W/C=65%より55%の方が中性化深さは大きくなり、それに対して硫酸

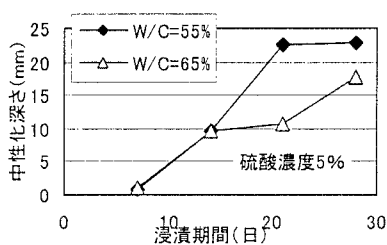


図4 中性化深さに与えるW/Cの影響

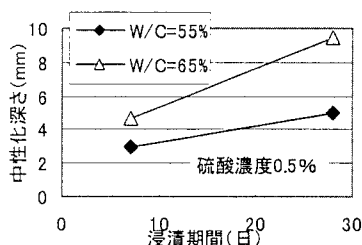


図5 中性化深さに与えるW/Cの影響

濃度0.5%に浸漬したものではW/C=65%の方が大きくなっていることが分かる。硫酸濃度1.5%においても、硫酸濃度0.5%と同様の傾向を示す結果となった。

以上のことから、現時点では硫酸濃度が高い場合には水セメント比が小さいほど劣化の進行が速くなるのに対し、硫酸濃度が低い場合には水セメント比が高いほど劣化の進行が速くなる可能性が示唆される結果となった。しかし、5%硫酸溶液に浸漬した場合の中性化深さがW/C=55%と65%で今後逆転する可能性があることから、今後の課題として検討していくつもりである。

(3) 強度の推定

針貫入試験結果より推定したコンクリート内部の平均強度に与える硫酸濃度の影響を図4、5に示す。図は、供試体の質量変化率から算定した侵食深さを考慮して作成した。図4、5より、表面付近で強度が低下して

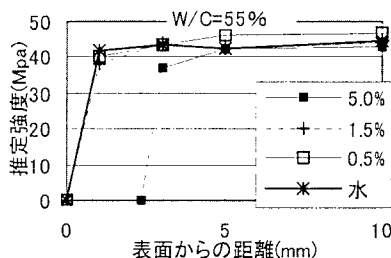


図4 推定強度に与える硫酸濃度の影響

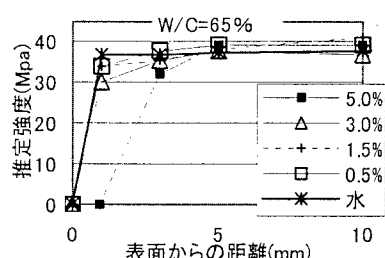


図5 推定強度に与える硫酸濃度の影響

り、特に硫酸濃度5%の場合、他と比べ侵食深さが著しく大きく、強度の低下が内部にまで及んでいることがわかる。硫酸濃度5%以外のものでも、水に浸漬したものに比べると表面付近で多少強度が低下していた。また、硫酸濃度5%の侵食深さは、W/C=55%のものの方が65%のものよりも大きい値を示しており、高濃度の場合には水セメント比が小さいものほど劣化が進行する可能性が示唆された。さらに、水セメント比によらず硫酸濃度が高くなるほど劣化の進行が速くなる傾向も示唆される結果となった。今回はnon-AEコンクリートを想定して実験を行ったことから、今後AEコンクリートを想定して同様の実験を行い、空隙量の影響を検討していくつもりである。

4. 結論

- (1) 水セメント比が侵食深さ、中性化深さに与える影響は硫酸濃度によって全く異なり、高濃度の場合には水セメント比が小さいほど劣化の進行が速くなっており、それに対し低濃度の場合には、水セメント比が大きいほど劣化の進行が速くなる傾向が示唆された。
- (2) 硫酸腐食に伴うコンクリート内部の強度低下は、硫酸濃度が高くなるほど顕著になることが示唆された。

【参考文献】

- 1) 山守亨：コンクリート構造物の劣化診断に用いる針貫入試験機の開発に関する研究，東北大学修士論文1997