

炭酸化したセメント硬化体の水分浸透性状の相違と空隙構造変化に関する考察

芝浦工業大学大学院 理工学研究科建設工学専攻
芝浦工業大学 工学部土木工学科

○水野博貴
伊代田岳史

1. はじめに

RC 構造物の劣化現象の一つである中性化はコンクリート中のアルカリ性が低下することによって不動態被膜を破壊し、鋼材腐食を引き起こす劣化現象である。しかし、近年の実構造物における中性化の調査によると、コンクリートの炭酸化が鋼材近傍まで進行していたとしても、雨掛かりのない乾燥した環境などでは鋼材腐食の進展が見られない、あるいは進展が遅く、乾湿繰り返しが生じる環境で鋼材腐食が進行しやすいことが報告¹⁾されている。これは腐食の発生には水分が必要であり、炭酸化した硬化体の水分浸透性が鋼材腐食に影響を及ぼすことが考えられる。そこで本研究では炭酸化した硬化体を作製し、炭酸化の有無が水分浸透性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 水分浸透抵抗性の検討

2. 1 透水試験

炭酸化の進行を早めるために水結合材比を60%とした。GGBFS を 0、50、70%置換したコンクリートを作製し、炭酸化有無による水分浸透性について検討を行った。

表1にコンクリートの養生条件を示す。供試体は $\Phi 100 \times 50\text{mm}$ の円柱試験体を作製した。炭酸化を行う供試体は養生を行わず、恒温恒湿室（温度 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、相対湿度60%）に材齢28日まで供試体を静置した。材齢28日時点で促進環境（温度 20°C 、相対湿度60%、 CO_2 濃度5%）に静置し、試験体の炭酸化が完了した後に水頭圧による透水試験を実施した。なお、炭酸化の終了判断として、図1に示すように円柱供試体の作製と同時に角柱供試体も作製し、角柱供試体の炭酸化が25mmを到達した時点で円柱供試体も炭酸化が終了したと判断した。

2. 2 透水試験結果

透水試験の結果を図2に示す。炭酸化の有無に着目す

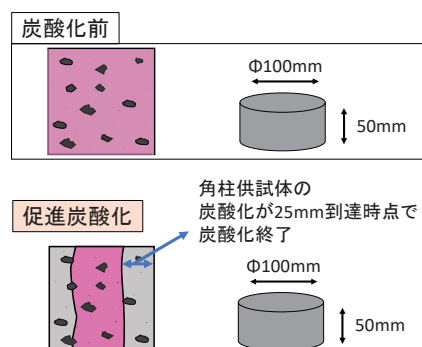


図1 炭酸化終了判断

ると GGBFS を置換した B50 と B70 は OPC より水分浸透速度が早い結果となった。これは養生をしなかったことによって硬化体内の水和が十分に行われていないため、緻密な空隙構造を形成するに至っていないことが考えられる。

配合毎での炭酸化有無による水分浸透速度の違いでは、OPC は炭酸化有無によらず水分浸透速度は同程度であるが、B50 と B70 は炭酸化によって水分浸透速度が大きくなる結果となった。このことから炭酸化した高炉セメント硬化体は水分浸透抵抗性が低下することが考えられる。

3. 炭酸化による空隙構造変化

透水試験の結果より炭酸化した高炉セメント硬化体は水分浸透抵抗性が低下する結果となった。水分は硬化体内の空隙を移動するため水銀圧入法より空隙構造を測定した。

3. 1 水銀圧入法

試験体は透水試験を行った供試体から 5mm 角程度のものを採取し、試験を行った。また、圧入した水銀を排

表1 養生条件

0日	～	1日	～	7日	～	28日	～	
打設	型枠 存置	脱型	恒温恒湿室 (温度 20°C , RH60%)					試験 実施
			恒温恒湿室		促進炭酸化			

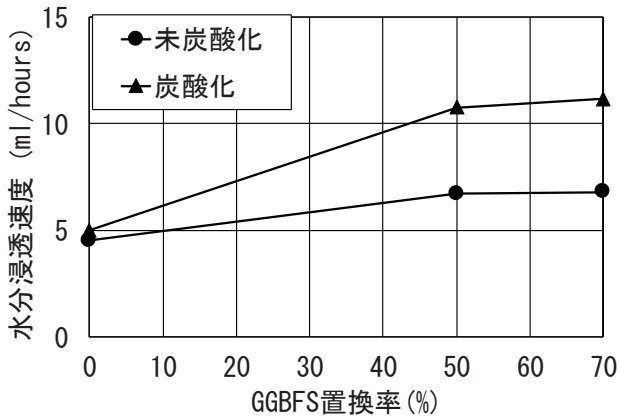


図2 透水試験結果

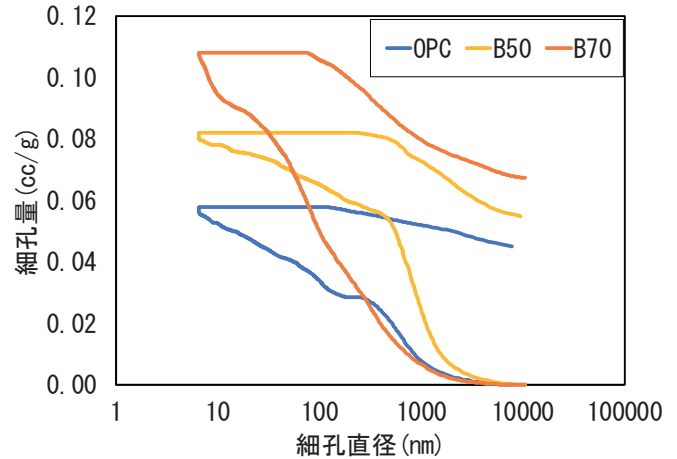


図3 累積細孔径 (未炭酸化)

出し、圧入曲線と排出曲線の差から空隙の連続性を評価した。

3. 2 水銀圧入法試験結果

図3に未炭酸化の結果を示す。圧入曲線と排出曲線の差は硬化体内の残存している水銀の量を表しており、この差が大きいものほど、水銀が排出されにくいこと示している。結果より、B50とB70はOPCと比較して細孔量は多いが、圧入曲線と排出曲線の差は大きい結果となった。

図4に炭酸化後の結果を示す。未炭酸化の結果と異なり、炭酸化したB50とB70は圧入曲線と排出曲線の差が小さくなる結果となった。このことから炭酸化した高炉セメント硬化体は水銀が排出されやすい単調な空隙構造になっていることが考えられる。

3. 3 水分浸透性と空隙構造の関係

図5に水分浸透速度と水銀圧入試験から得られた圧入曲線と排出曲線の差の関係を示す。OPCでは炭酸化によらず圧入曲線と排出曲線の差の変化は小さく、水分浸透速度の変化も小さい結果となっている。一方でB50とB70は炭酸化によって圧入曲線と排出曲線の差が小さくなるにしたがって水分浸透速度も大きくなる結果となった。

4. まとめ

本研究では炭酸化した高炉セメント硬化体の水分浸透性と空隙構造について検討を行った。以下に得られた知見を示す。

- (1) 透水試験の結果より、高炉セメント硬化体は養生が不足した場合、OPCより水分浸透抵抗性が低下する。また、炭酸化した高炉セメント硬化体は水分浸透抵抗性が著しく低下する。
- (2) 水銀圧入法の結果より、高炉セメント硬化体は炭酸化によって単調な空隙構造に変化し、それに伴って水分浸透抵抗性が低下することが考えられる。

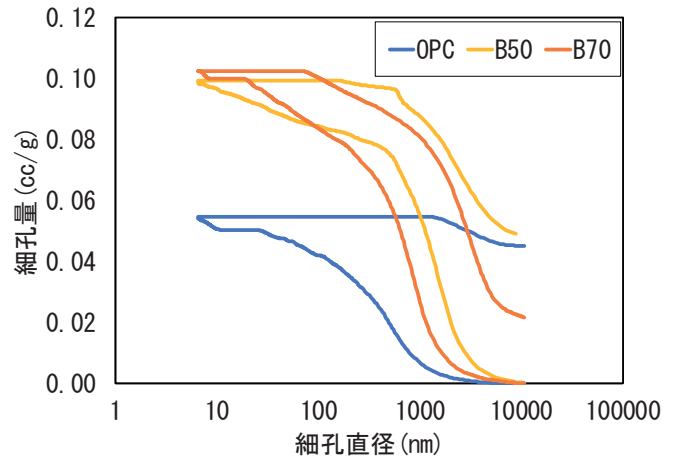


図4 累積細孔径 (炭酸化)

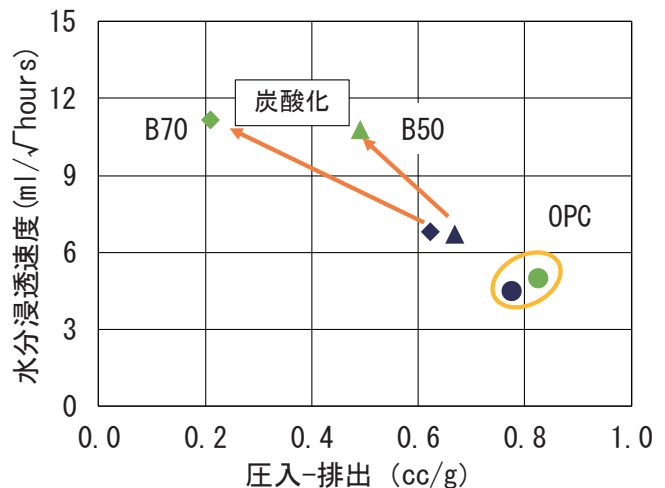


図5 空隙構造と水分浸透速度の関係

【参考文献】

- 1) 前原聡、伊代田岳史：雨掛かりの有無が中性化によるかぶりの剥離・剥落に及ぼす影響に関する研究、土木学会論文集、Vol.74、No2、pp.80-87、2018