

口頭発表 | 第V部門

2025年9月12日(金) 16:20 ~ 17:40 3階 A1 (熊本城ホール)

サステナビリティ・再生コンクリート

座長：鈴木 麻里子（神戸大学）

16:30 ~ 16:40

[V-409] コンクリートの炭酸化進行による水分逸散に関する実験的検討

*藤原 正佑¹、大江 隆史¹、小山 広光¹、伊代田 岳史² (1. 佐藤工業株式会社、2. 芝浦工業大学)

キーワード：炭酸化、質量変化、高炉スラグ微粉末、CO₂吸収、水分逸散

筆者らは、炭酸化促進環境下における質量変化量等から CO₂吸収量を定量する方法について検討を進めてきた。これまでに、炭酸化の進行によるコンクリートの水分逸散の補正が必要であることを示唆する結果が得られた。そこで、コンクリートの炭酸化の進行が水分逸散に与える影響を実験的に検討した。その結果、炭酸化の進行に伴い水分逸散量が増加し、その量はGGBS置換率が高いほど大きいことが明らかになった。また、中性化領域において含水率が低下する傾向が確認され、CO₂吸収量を質量変化量から定量するためには、炭酸化による水分逸散を考慮する必要があることが分かった。

コンクリートの炭酸化進行による水分逸散に関する実験的検討

佐藤工業（株） 正会員 ○藤原 正佑，大江 隆史，小山 広光
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. はじめに

近年、コンクリートの炭酸化反応に着目し、CO₂ をコンクリート内部に吸収、固定化させる技術の開発が進められている。製造時の CO₂削減量に、供用時のコンクリートの CO₂ 吸収量を考慮することで、コンクリートの CO₂ 排出量を削減、吸収によりネットゼロへと近付けることが期待できる。筆者らは、コンクリート供試体で CO₂ 吸収量の定量を行うため、普通ポルトランドセメント、高炉スラグ微粉末（以下、GGBS）を使用したコンクリートを用い炭酸化促進環境下における質量変化量、中性化深さから、CO₂ 吸収量を定量する方法について検討を進めてきた¹⁾。その結果、炭酸化の進行によるコンクリートの水分逸散の補正が必要である結果が得られた。本稿では、コンクリートの炭酸化の進行が水分逸散に与える影響を実験的に検討した結果を報告する。

2. 実験方法

表－1 にコンクリートの配合を示す。W/B=50%とし、GGBS の置換率（以下、GGBS/B）を 0, 30, 50, 70%とした。図－1 に実験手順を示す。Φ100×100mm の円柱供試体を使用し、前養生期間終了後に炭酸化促進（20℃, RH60%, CO₂濃度5%）、恒温恒湿室にて気中養生（20℃, RH60%）した。いずれも側面にシールを施し、2面暴露の条件とした。

炭酸化促進、気中養生期間が 0, 7, 14, 22, 29, 56, 377 日で質量変化率、中性化深さ、乾燥炉による含水率（以下、含水率）の測定をした。促進（養生）期間 377 日については、上記測定に加えワイヤブラシ型プローブによる供試体内部の含水率測定（以下、内部含水率）も実施した。円柱供試体を割裂し一方で中性化深さの測定を、もう一方を乾燥炉（110℃）にて乾燥させ含水率の測定を行った。内部含水率の測定については、コンクリートドリルでコンクリート上面（暴露面）を 2 箇所、深さ 50mm まで穿孔し、暴露面からの深さ 0～12.5mm, 12.5～25.0mm, 25.0～37.5mm, 37.5～50.0mm の区間で測定を行った（図－2）。

3. 結果および考察

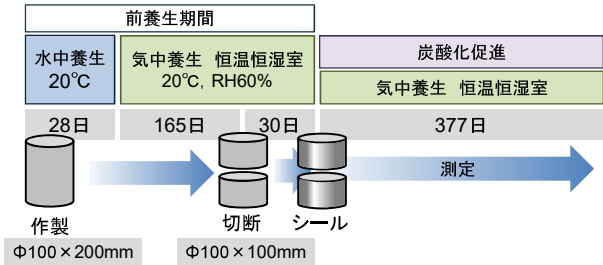
図－3 に炭酸化養生供試体の促進期間と質量変化率との関係を示す。GGBS/B=0, 30, 50%においては、促進期間 377 日まで質量が増加の傾向を示す結果となり、GGBS/B が大きいほど質量変化率の増加が小さくなる結果となった。一方で、GGBS/B=70%においては他の配合と違い、29 日まで質量が増加したが、以降、減少する傾向が確認できた。これらの傾向は、既報¹⁾と同様の傾向であった。

図－4 に各促進期間に炭酸化促進、気中養生の含水率を示す。図より、炭酸化促進前となる 0 日の含水率は、

表－1 コンクリートの配合

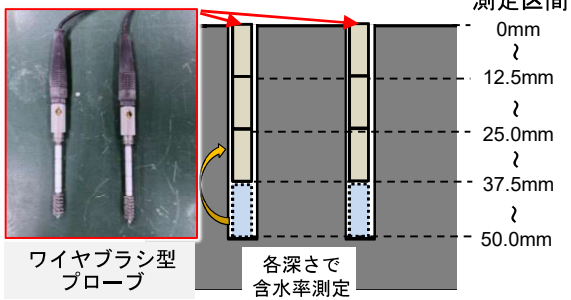
W/B (%)	GGBS/B (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	OPC	GGBS	S1	S2	G
50	0	4.5	165	330	0	239	584	1001
	30	4.5	165	231	99	237	580	1001
	50	4.5	165	165	165	236	576	1001
	70	4.5	165	99	231	234	572	1001

使用材料
OPC：普通ポルトランドセメント、密度3.16g/cm³
GGBS：高炉スラグ微粉末、密度2.89g/cm³、比表面積4410g/cm³
S1：山砂、茨城県行方市産、表乾密度2.57g/cm³
S2：石灰石砕砂、栃木県佐野市会沢産、表乾密度2.69g/cm³
G：碎石2005、茨城県つくば市産、表乾密度 2.67g/cm³



図－1 実験手順

コンクリート供試体の断面



図－2 内部含水率測定のイメージ

キーワード 炭酸化，質量変化，高炉スラグ微粉末，CO₂ 吸収，水分逸散

連絡先 〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C30 街区 1 佐藤工業株式会社 技術センター TEL 070-1320-4731

GGBS/B が高いほど大きくなる結果となった。GGBS/B=30, 50, 70%においては、22 日以降、気中養生した供試体の含水率よりも炭酸化促進した供試体の含水率が小さくなる結果となった。GGBS/B=0%については 56 日まで大きな差が生じなかったが、377 日においては GGBS/B=30, 50, 70%と同様に炭酸化促進供試体の含水率が小さくなる結果となった。また、377 日における炭酸化促進と気中養生供試体の含水率の差は、GGBS/B が大きくなるにつれて大きくなる結果となった。この結果から、図-2 で得られた質量変化は、水分逸散が含まれたものであり、GGBS の有無に関わらず炭酸化による水分逸散の影響を考慮する必要があると考えられる。

図-5 に中性化深さと含水率および含水率の減少率との関係を示す。図より、中性化深さの増加に伴い含水率は小さくなる傾向となった。この傾向は GGBS/B の違いに関わらず同様であった。また、含水率の減少率は GGBS/B に関わらずおおむね同様の割合で小さくなる結果となった。これらの結果から、図-3 で得られた含水率の差は炭酸化の進行度合いの差に加え、炭酸化促進前の含水率の違いによって生じたものだと考えられる。

図-6 に各配合の内部含水率の測定結果を示す。図より、GGBS/B に関わらず、中性化領域で炭酸化促進した供試体の含水率が小さくなる傾向を示しており、未中性化領域ではその差が小さくなっていることが分かる。GGBS/B=70%では、深さに関わらず含水率が全体的に小さくなる結果となったが、これは、他の配合よりも中性化深さが大きいことに加え、70%のような高置換率の場合には空隙構造が変化し、粗大な空隙が形成されやすくなる²⁾ことで、他の配合よりも内部の水分逸散が生じやすくなったのではないかと考えられる。

4. おわりに

コンクリートの炭酸化の進行が水分逸散に与える影響を実験的に検討した結果、炭酸化の進行に伴い、GGBS/B が大きいほど気中養生供試体との含水率の差が大きい結果となり、その差は主に中性化領域で生じていると考えられる。また、GGBS を高置換率とした場合は、表面だけでなく内部でも水分逸散が生じていると考えられる。

参考文献

- 1) 藤原ら：コンクリート供試体を用いた CO 吸収量定量方法に関する検討，土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会，V-42，2024.9
- 2) 河野ら：炭酸化を受ける高炉セメントペーストの空隙構造と組成変化，土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会，V-129，2016.9

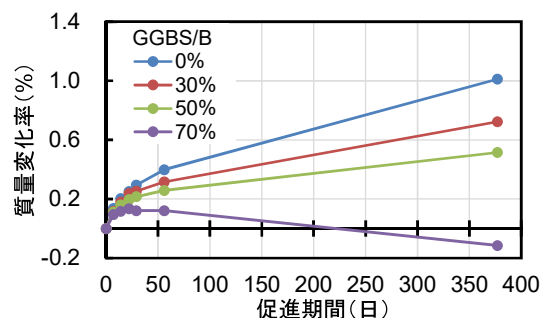


図-3 促進期間と質量変化率との関係

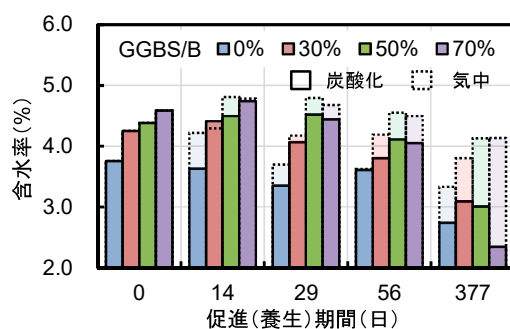


図-4 促進日数と含水率との関係の一例

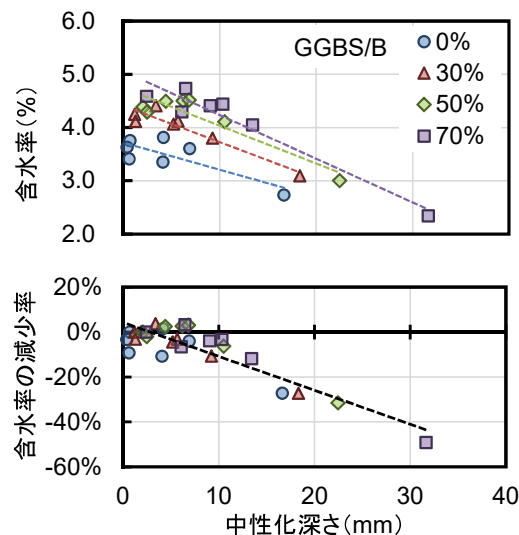


図-5 中性化深さと含水率との関係

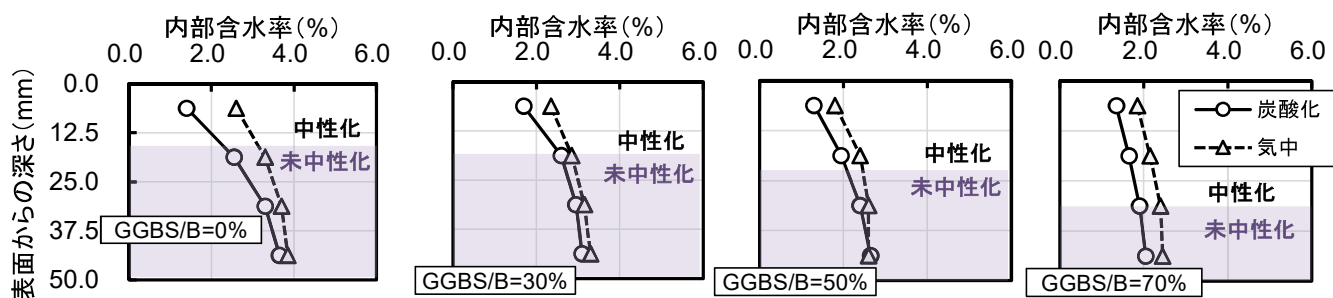


図-6 内部含水率の測定結果 (377 日)