

蒸気養生を行ったモルタルの水結合材比と混和材添加率が炭酸化に与える影響の確認
ーGI 基金事業『CUCO』開発成果ー

ランデス(株) 正会員 ○松本匡司 細谷多慶
鹿島建設(株) 正会員 関 健吾 山野泰明 境 美緒

1. はじめに

近年、2050 年カーボンニュートラルおよび 2030 年度に 2013 年度比で 46%削減を目標として、CO₂ 削減について様々な取組が行われている。コンクリート分野では CO₂ を吸収するコンクリート¹⁾の開発や、CO₂ を吸収させた材料²⁾を使用する取組みが行われている。このような中、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に 2 兆円規模の「グリーンイノベーション（GI）基金」が造成され、筆者らもコンソーシアム「CUCO（Carbon Utilized COcrete）」の一員として、研究開発を進めている。

コンクリートに CO₂ を短期間で吸収させるためには、高濃度 CO₂ 環境下での炭酸化養生が有効となるため、プレキャストコンクリートでの実用が望ましい。連続空隙により、炭酸化の促進が期待された即脱ポーラスコンクリート製品の試作試験では、炭酸化深さの評価が難しかった。また、プレキャストコンクリート製品は生産性向上の観点から、蒸気養生を行い、翌日の脱型時強度 10～12N/mm² を求められる事が多い。そこで、本研究ではプレキャスト製品に求められる、翌日の脱型時強度 10N/mm² 以上を確保できる範囲で、水結合材比と混和材添加率が炭酸化深さに及ぼす影響をモルタルで確認した。

2. 実験概要

本研究に使用した材料を表-1 に、モルタルの配合および脱型時強度を表-2 に示す。φ 50×100mm のモルタル供試体を作製後、20℃環境下で 2 時間前置き養生を行い、昇温速度 20℃/hr、最高温度 60℃、最高温度保持時間 3 時間、自然降温の蒸気養生を行った。打設後 20～22 時間で脱型を行い、脱型時強度 10N/mm² 以上を確認出来た配合は、図-1 に示す炭酸化養生槽内で平均 CO₂ 濃度 90%以上の炭酸化養生を行った。炭酸化養生槽内の温湿度を図-2 に示す。結露水・反応水で供試体が濡れないように炭酸化養生槽の底面にはスノコを敷き、供試体は打設面を下向きに設置し、炭酸化養生日数 3 日、7 日、14 日で供試体を取り出して割裂する。供試体断面の側面方向 5 点に対して JIS A 1152 に準拠して炭酸化深さを測定した。

キーワード：CUCO、環境配慮型コンクリート、高炉スラグ微粉末、モルタル、CO₂、炭酸化

連絡先：〒719-3192 岡山県真庭市開田 630-1 ランデス（株） TEL 0867-52-7648

表-1 使用材料

材料名	記号	種類	密度 (g/cm ³)
水	W	上水道水	-
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.15
セメント	BB	高炉セメントB種	3.04
混和材	BF	高炉スラグ微粉末	2.90
細骨材	S	砕砂	2.56
混和剤	Ad	ポリカルボン酸系 高性能減水剤Ⅰ種	-



図-1 炭酸化養生槽

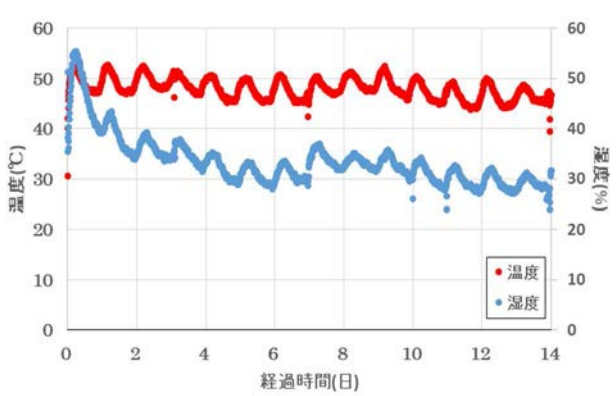


図-2 炭酸化養生槽内の温度と湿度

表-2 モルタルの配合および脱型時強度

配合 No.	W/B (%)	S/B	結合材比率(%)			単位量(kg/m ³)						脱型時 強度 (N/mm ²)
			C	BB	BF	W	C	BB	BF	S	Ad	
1	35.0	1.53	20	0	80	260	148	0	594	1135	3.34	19.7
2	35.0	1.54	40	0	60	260	297	0	446	1143	3.35	19.7
3	35.0	1.54	60	0	40	261	447	0	298	1150	3.35	21.9
4	40.0	1.65	0	100	0	277	0	692	0	1154	5.00	18.7
5	40.0	1.85	20	0	80	262	131	0	523	1207	5.00	19.9
6	40.0	1.85	40	0	60	262	262	0	393	1213	5.00	18.3
7	40.0	1.62	60	0	40	277	415	0	277	1155	5.04	19.1
8	40.0	1.65	100	0	0	281	702	0	0	1155	5.04	29.9
9	45.0	2.17	20	0	80	262	117	0	467	1266	2.33	12.3
10	45.0	2.18	40	0	60	263	234	0	351	1272	2.34	10.6
11	45.0	2.17	60	0	40	263	351	0	234	1279	2.35	10.7

3. 試験結果

水結合材比と炭酸化深さの関係を図-3に示す。いずれの混和材添加率においても、水結合材比が大きくなるほど炭酸化深さが大きくなる相関性が確認された。

次に、W/B=40%配合の炭酸化深さの経時変化写真を図-4に示す。C=100%と比較すると、混和材添加率の増加に伴い炭酸化深さが大きくなっていることが確認できる。BB=100%の炭酸化状況からBF=50%前後と推測される。このことから、高炉スラグ微粉末の入手が困難な場合でも、高炉セメントを使用する事で、炭酸化深さの予測ができると考えられる。BF=80%の供試体では炭酸化7日の段階で、BF=60%の供試体は炭酸化14日の段階で全面炭酸化しており、炭酸化深さの経時変化の傾きを正確に数値化することができなくなってしまう。今後の課題として、供試体寸法を大きくするか、エポキシ樹脂で被覆する等、炭酸化方向を限定する等の工夫が必要となる。

謝辞

本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP21014）を受け、革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び評価技術の開発で得られた成果である。

参考文献

- 1) 関健吾ら：CO₂排出量ゼロ以下の環境配慮型コンクリート「CO₂-SUICOM®」の開発，鹿島技術研究所年報，Vol.61，pp.91-96，2013.
- 2) 八木利之ら：エコタンカル CO₂を原料とした環境にやさしい軽質炭酸カルシウム，土木施工 Vol.62, No.11, pp.87-90, 2021.11.

▲BF40% ●BF60% ■BF80% ○C100% ◇BB100%

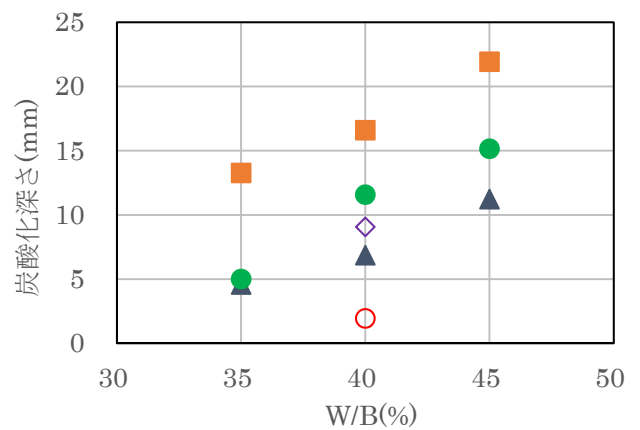


図-3 水結合材比と炭酸化深さ(炭酸化3日)

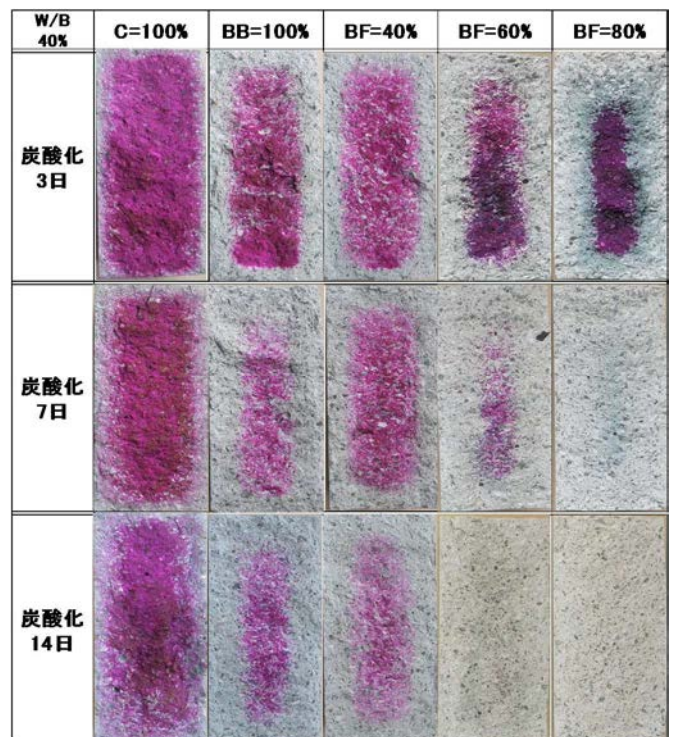


図-4 W/B=40%モルタルの炭酸化深さの経時変化