

炭酸カルシウムおよび高炉スラグ微粉末を多量に混和したコンクリートの基礎的性能

西松建設株式会社 正会員 ○高木 雄介 正会員 椎名 貴快 正会員 山本 泰介
戸田建設株式会社 正会員 土師 康一 正会員 澤村 淳美 正会員 守屋 健一

1. はじめに

近年、高炉での銑鉄の製造過程で副産される高炉スラグ微粉末をセメントの代替材料として積極的に活用した環境配慮型コンクリートの検討が進められている。さらには、カルシウムを含んだ廃材を元に、排ガスなどのCO2を吸着させることで安定的な軽質炭酸カルシウムをCCU材料（Carbon Capture and Utilization）として利用することが検討されている。このような炭酸カルシウムが将来的に安定供給されるとし、コンクリートに混和させた際の基礎的性能について検討を行った。

2. 試験概要

表-1 に使用材料、表-2 に配合表を示す。結合材として、セメントには早強セメントおよび高炉スラグ微粉末4000（以下BFS、せっこうあり）を用いた。置換率は、結合材の90%とし、比較用の配合においては材齢28日強度を同等程度に合わせた配合としてスラグを70%置換した配合および普通ポルトランドセメントを用いた配合とした。

使用した軽質炭酸カルシウムは平均粒径3μm程度であり、純度97%以上の製品をそれぞれ150、250kg/m³添加する配合とした。また、CO2排出量の算定に関しては明確な基準が定まっていないが、参考値として本配合でのCO2排出量を試算すると図-1のように排出量がマイナスとなる想定である。

供試体はφ100×200mmの円柱供試体とし、打設後3日まで封緘養生を行い、以降は20℃での水中養生を行った。また、比較として7日まで20℃の環境下で気中養生を行った場合の試験結果を併せて示す。圧縮試験はJIS A 1149に準拠して行い、材齢3、5、7、28日で実施した。また、静弾性係数はコンプレッソメーターにて計測を行った。

3. 試験結果

図-2 に練り上がり直後の性状の写真および硬化後の写真を示す。写真の通り、多量の炭酸カルシウムを混和した配合においても、一般的なコンクリートと同様の性状を確認することができる。また、通常のコンクリートよりも炭酸カルシウム

表-1 使用材料諸性能

記号	使用材料	物性値ほか
W	水	上水道水
HC	早強ポルトランドセメント	密度 3.14g/cm ³
C	普通ポルトランドセメント	密度 3.16g/cm ³
BFS	高炉スラグ微粉末 4000	密度 2.89g/cm ³
Ca	軽質炭酸カルシウム	純度 97% 密度 2.67g/cm ³
S	陸砂（大井川産）	表乾密度 2.58 g/cm ³ 吸水率 2.14 %
G	砕石 2005（青梅産）	表乾密度 2.66 g/cm ³ 吸水率 0.67 %
Ad1 ^{※1}	高性能減水剤	ポリカルボン酸 エーテル系
Ad2 ^{※2}	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸 エーテル系

表-2 配合表

配合名	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)						
		W	B		S		G	Ad B×%
			HC (N)	BFS	Ca	S		
B-Ca150	41	175	43	383	150	600	919	1.2 ^{※1}
B-Ca250	47	175	37	338	250	552	917	2.7 ^{※1}
H30B70	36	165	137	321	—	704	963	0.8 ^{※2}
N100	50	170	(340)	—	—	857	918	1.1 ^{※2}

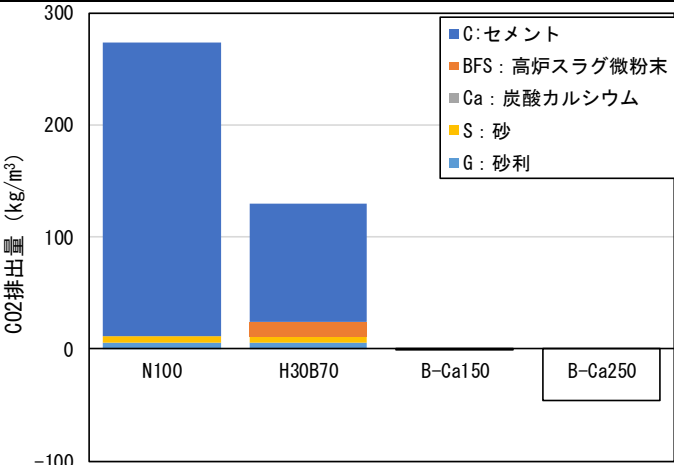


図-1 各配合におけるCO2排出量イメージ

を混和したことにより、白く見えるが、通常のコンクリートと同様に扱うことができると考えている。

図-3 には本配合における性状の経時変化を示す。炭酸カルシウムを用いた配合は、スラグ微粉末を用いた配合と同様に、60 分の時点で急激なスランプの低下が確認された。ただし、コンクリート性状は、混和剤を調整することによって通常のコンクリートと同様に性状をコントロールすることが可能であることを確認している。

図-4 に各配合の材齢 28 日までの水中養生供試体の圧縮強度を示す。炭酸カルシウムを多量に混和したコンクリートにおいても、通常のコンクリートと同様に強度発現し、結合材量は異なるものの、通常通り施工することが可能だといえる。

図-5 に 7 日まで気中養生を行った供試体と、水中養生を行った供試体での圧縮強度および静弾性係数の比率を示す。炭酸カルシウムを多量に混和した配合においては、気中養生を行った際に、他の配合よりも圧縮強度および静弾性係数が低下する傾向にあることが確認された。特に静弾性係数においては差が顕著であり、10%以上性能が低下する恐れがある。これについては、高炉スラグ微粉末を多量に添加しているため、初期の水分供給が影響を及ぼしている可能性は考えられるが、一方でスラグを 70%置換した配合である H30B70 ではそれほど顕著な差は見られていない。そのため、炭酸カルシウムを多量に混和した影響であると推察される。

4. まとめ

本研究では、CCU 材料である軽質炭酸カルシウムを利用し、カーボンネガティブコンクリートの実用に向けての基礎的検討を行った。本研究での知見を以下に示す。

- ・炭酸カルシウムを多量に混和した配合においても、通常のコンクリートと同様に強度発現し、十分な強度が得られる。
- ・粉体を多量に混和していることもあり、経時性能には検討が必要であると感じられたが、混和剤を調整することによってコントロールをすることが可能である。
- ・炭酸カルシウムを多量に添加した配合において、材齢初期に十分な水分供給を行わない場合に、通常のコンクリートよりも性能が低下する恐れがあるため、引き続き検討が必要であると考えられる。

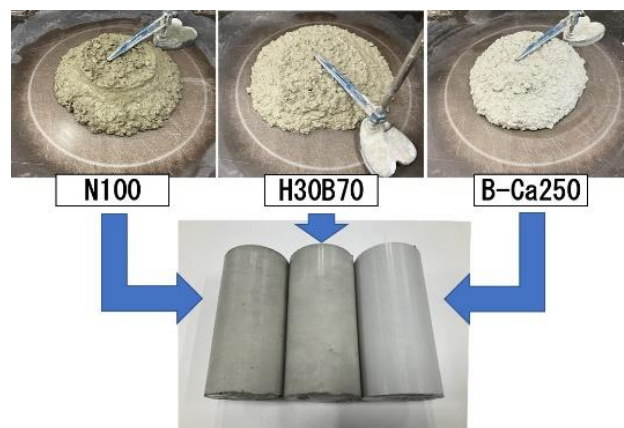


図-2 練り上がりおよび硬化後状況

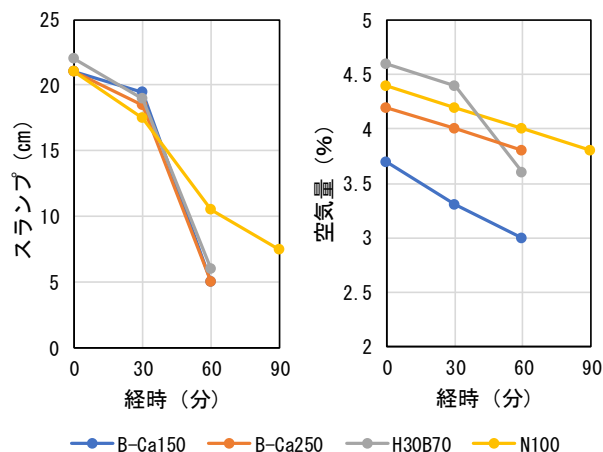


図-3 各配合の性状経時変化

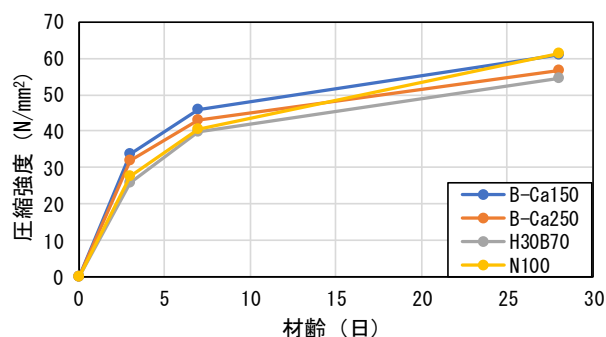


図-4 水中養生供試体における圧縮強度

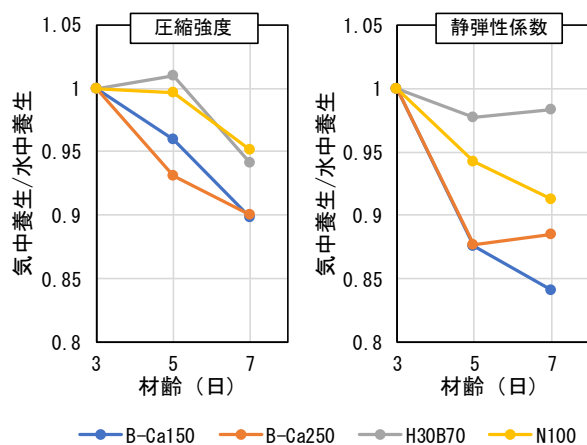


図-5 養生条件による硬化体性能の差