

リサイクル炭酸カルシウムを添加したコンクリートの基本性状

大成建設（株）技術センター 正会員○梅津真見子，正会員 宮原茂禎
正会員 橋本 理， 正会員 松元淳一
住友大阪セメント（株） 正会員 本田 和也， 小西正芳

1. はじめに

グリーンイノベーション（GI）基金事業「多彩なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立」の一環として，排ガス等のCO₂と廃棄物のCaを原料としたリサイクル炭酸カルシウムの製造とセメント・コンクリートへの利用に関する技術開発が行われており，コンクリート分野では増量材として使用することが期待されている．しかし，石灰石微粉末を添加したコンクリートにおいては規格案¹⁾²⁾が提案されているものの，リサイクル炭酸カルシウムを用いる場合には，品質の違いがコンクリートの基本性状に与える影響を確認する必要がある．そこで，本研究では，「廃石膏ボード」を原料としたリサイクル炭酸カルシウムを普通ポルトランドセメント（OPC）に少量混合成分相当および混和材相当に添加したコンクリートを作製し，硬化前の性状（フレッシュ性状）と硬化後の物性（凝結と圧縮強度）を従来の普通コンクリートと比較して検討した．

2. 材料と試験方法

試験に用いた炭酸カルシウムは，廃石膏ボード（CaSO₄・2H₂O）を原料とし，水中で Na₂CO₃ と混合して CaCO₃ に転化したリサイクル炭酸カルシウム（以降，人工石灰石）である（表1）．液相中で析出するため，ブレン比表面積が大きいことを特徴とする．

配合は，人工石灰石の混合率をセメントに対して内割で 0，5，10，25%，水粉体比（W/P）を 40，50，60%とした合計 12 水準である．表 2 に W/P=50%における配合を示す．なお，OPC はブレン比表面積が 3,330 cm²/g であり，少量混合成分として石灰石微粉末が 5%添加されている．

練混ぜは，55L の強制二軸式ミキサーを用いて，粉体と細骨材を 10 秒間練り混ぜたのち，注水して 30 秒練り混ぜ，粗骨材を投入しさらに 90 秒練り混ぜた．化学混和剤の添加量は，練混ぜ直後のスランプが 12±2.5cm，空気量が 4.5±1.5%に調整した．練上り性状（スランプ，空気量，単位体積質量，温度）の試験は，0，30，60 分を実施し，凝結試験（JIS A 1147）も併せて行った．また，φ10cm×20cm の型枠に整形し，材齢 2 日で脱型後，材齢 7 と 28 日まで水中養生した試料の圧縮強度試験（JIS A 1108）を実施した．

3. 試験結果

① フレッシュ性状

W/P と化学混和剤の添加量の関係を図1に示す．目標スランプを得るための化学混和剤の添加量は， 0=5<10<25% の順となり，人工石灰石の混合率の増加に伴い増加した．

表 1 人工石灰石の品質

項目	試験方法	規格値	試験値
湿分 (%)	JIS A 5041	1.0 以下	0.38
密度 (g/cm ³)		2.5 以上	2.60
フロー値比		90 以上	101
活性度指数 (%)		60 以上	72
150μm ふり残分 (%)		5 以下	0
メチルブルー吸着量 (mg/g)	JCAS-61	1.0 以下	0.53
ブレン比表面積 (cm ² /g)	JIS R 5210	—	8,690
CaCO ₃ 純度 (%)		90 以上	93.9
酸化アルミニウム (%)		1.0 以下	0.40

表 2 W/P=50%における配合

人工石灰石混合率 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
		水	OPC	人工石灰石	細骨材	粗骨材
0	47	165	330	0	831	967
5			314	16.5	830	965
10			297	33.0	829	964
25			248	82.5	825	959

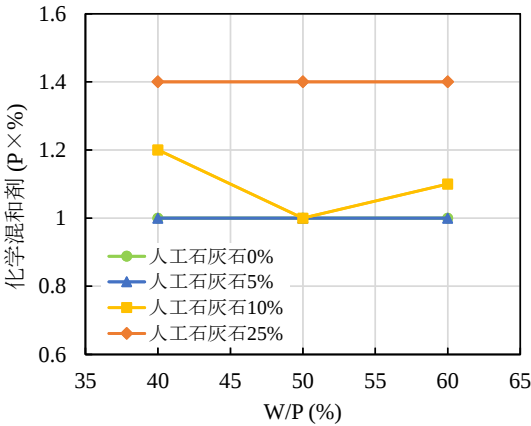


図1 化学混和剤の添加率と W/P との関係

これは人工石灰石の比表面積がセメントに比べ大きいことから、粒子への吸着水が増加したことによる影響と考えられる。また、人工石灰石の混合率の増加に伴い、粘性は増加する傾向にあった。

W/P=50%におけるスランプと空気量の経時変化を図2と図3に示した。スランプの経時変化は、人工石灰石の混合率が0~10%ではほぼ同等の値となった。一方、混合率25%では、30分後で約4.0cm、60分後で6.0cmとやや増加した。練上がり直後の空気量は3.0~5.8%とややバラツキがあるものの、経時による低下量はほぼ同等である。スランプと空気量は人工石灰石の添加量によらず、従来のコンクリート（混合率0%）と同様に制御可能であった。

② 硬化特性

W/P=50%における凝結試験の結果を図4に示す。凝結の始発時間は人工石灰石の混合率が0~10%までは6.4~6.7時間とほぼ同等であり、混合率が25%では7.6時間とやや遅くなる。凝結の始発から終結までの時間は、人工石灰石の混合率が0~10%までは2.4~2.6時間、混合率25%で3.5時間となった。この傾向は、人工石灰石の混合率の増加に伴い、化学混和剤の添加率が増加したことによる影響と推定される。

各配合のP/Wと材齢28日の圧縮強度との関係を図5に示す。圧縮強度は人工石灰石の混合率が0と5%ではほぼ同等、10と25%では混合率の増加に伴い低下する傾向を示した。この強度の低下は、人工石灰石の混合率の増加に伴いセメント量が減少し、W/Cが大きくなったためと考えられる。

本研究では、この強度試験の結果を基に、材齢28日で実強度45N/mm²相当のP/Wを決定した。今後、45N/mm²相当の各配合・1W/Pの4水準でコンクリートを作製し、硬化特性（圧縮強度7, 14, 28, 56, 91日、ヤング率、ポアソン比）と耐久性試験（塩分浸透、中性化、凍結融解）を実施する予定である。

4. まとめ

廃石膏ボードを原料としたリサイクル炭酸カルシウム（人工石灰石）をセメントに対し0~25%まで内割添加した場合、混合率の増加に伴い粘性は増加するものの、化学混和剤を使用することで所定のスランプと空気量を満足することができた。また、圧縮強度は人工石灰石の混合率の増加に伴い低下する傾向にあるが、全ての配合で普通コンクリートとして十分な強度発現性を示した。

この成果は、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（JPNP21023）の結果得られたものであり、関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会：石灰石微粉末の特性とコンクリートへの利用に関する委員会報告書・シンポジウム論文集，1998。
- 2) セメント協会：石灰石微粉末専門委員会報告書，2001。

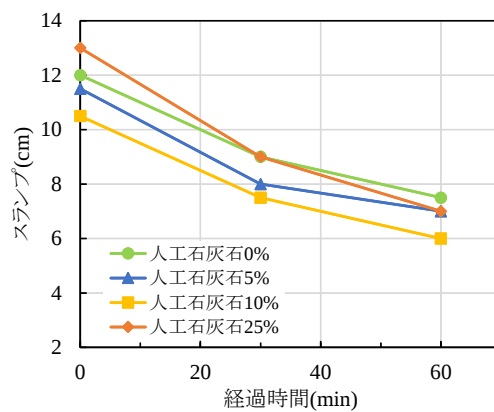


図2 スランプの経時変化 (W/P=50%)

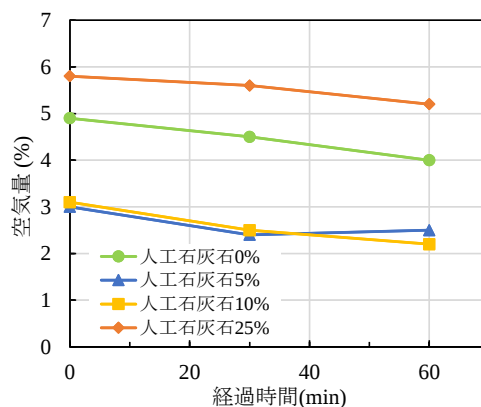


図3 空気量の経時変化 (W/P=50%)

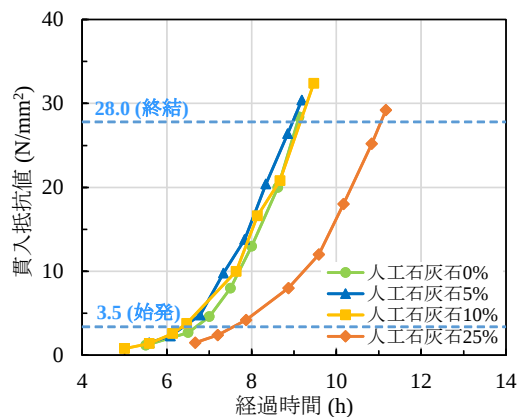


図4 凝結試験結果 (W/P=50%)

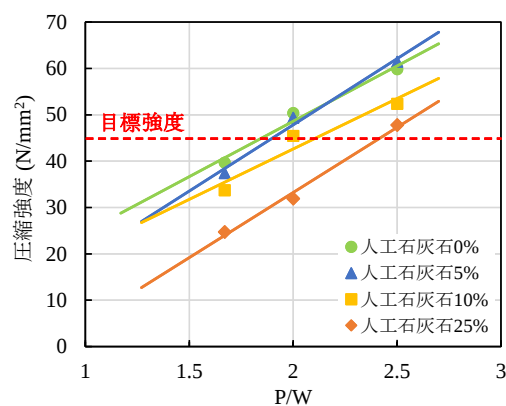


図5 材齢28日の圧縮強度とP/Wの関係