U.D.C 666.943.3

軽質炭酸カルシウムの基本性能および高炉スラグ微粉末を高含有したコンクリートに及ぼす影響に関する研究

古川　雄太*　　香月　智佳*

要　約：　本論文は，軽質炭酸カルシウムの基本物性の把握，ならびに軽質炭酸カルシウムおよび酸化カルシウムが高炉スラグ微粉末を高含有したコンクリートに及ぼす影響について検討を行ったものである。その結果，軽質炭酸カルシウムを用いることで，流動性の低下や化学混和剤の使用量の増加傾向が認められた。また，軽質炭酸カルシウムの単位量 200 kg/m^3 までの範囲では，使用量の増加に応じて圧縮強度の増加が認められた。酸化カルシウムは，結合材に対する混合率が 15% までは，混合量の増加に応じて直線的に強度増加したが，20% になると強度低下する傾向を示した。

ｷｰﾜｰﾄﾞ：　軽質炭酸カルシウム，酸化カルシウム，高炉スラグ微粉末，CCU，アルカリ刺激材

目　次：

1. はじめに
2. シリーズ 1：LCC の基礎物性の把握
3. シリーズ 2：モルタル実験およびコンクリート実験
4. まとめ

1. はじめに

近年，地球温暖化対策に関する取組みが世界中で行われている。コンクリート分野においては，コンクリート製造に関わる二酸化炭素（以下，CO_2）排出量の約 90% がセメントの製造に起因していることから[1]，セメントの代替に CO_2 排出量の小さい材料を用いることで，CO_2 排出量を低減する取組みが盛んに行われている[例えば2]。このセメントの代替材には，潜在水硬性を有しており，他産業の副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュを用いることが多い。筆者らも，セメントの代替に高炉スラグ微粉末を 50～90% 用いたコンクリートに関する基礎研究[3] および現場適用[4] を行ってきた。しかしながら，これらの手法では，少なからず CO_2 は排出されるため，更なる CO_2 削減の手法の一つとして注目されているのが，CCU（Carbon dioxid Capture and Utilization）材料の活用である。コンクリート分野で用いられる CCU 材料は，カルシウムやシリカなどに回収した CO_2 を人工的に吸収・固定化させたものである。この CCU 材料をコンクリート用混和材として用いることで，CCU 材料が固定・吸収した CO_2 とその他の材料に起因する CO_2 排出量を均衡（収支ゼロ）させることで，カーボンニュートラル化を達成することが可能となる。

CCU 材料については，その基本物性やコンクリート用混和材として用いた場合のコンクリートへの影響について，十分なデータが整っているとは言い難い。そこで本研究では，コンクリート製品を製造する過程で発生するスラッジ微粉末に CO_2 を吸収・固定化した CCU 材料である軽質炭酸カルシウム（以下，LCC）を対象に，LCC の基本物性およびコンクリートに及ぼす影響について検討を行った。また，コンクリートのカーボンニュートラル化を一つの目標とするため，高炉スラグ微粉末の混合率は結合材量の 80% 以上の範囲を対象とし，高炉スラグ微粉末の潜在水硬性に寄与するアルカリ刺激材は，膨張材として一般使用されている酸化カルシウム（以下，EXP）を対象とした。

なお，本論文は，既発表の文献 5）に一部加筆して再構成したものである。

2. シリーズ 1：LCC の基礎物性の把握

2.1　対象とした LCC の概要および実験計画

表 1 に LCC の化学成分を示す。LCC は炭酸カルシウムが 95.8% であり，純度が高い特徴を有している。また，CO_2 の固定量は 440 kg/t であり，LCC の製造段階に発生

表 1　LCC の化学成分

項目		試験値
化学成分 (%)	炭酸カルシウム*	95.8
	酸化マグネシウム	0.10
	二酸化ケイ素	0.56
	酸化アルミニウム	0.17
	酸化第二鉄	0.09

＊　酸化カルシウムより換算

表 2　試験項目（シリーズ 1）

試験項目	方法
湿分	JIS A 5041
密度	JIS A 5041
フロー値比	JIS A 5041
活性度指数	JIS A 5041
圧縮強度比	JCI コンクリート用石灰石微粉末品質規格（案）
メチレンブルー吸着量	JCAS I-61
比表面積	ブレーン法：JIS R 5201 BET 法：窒素吸着法一点式
表面観察	SEM

＊技術研究所　建築基盤技術研究部　建築材料グループ

する CO_2 は約 50 kg/t であることから，LCC の 1 t あたりの CO_2 固定量は 390 kg である[6]。

本実験では，LCC と一般的な石灰石微粉末（以下，LSP）を比較検討することとした。表 2 に試験項目，表 3 に LCC および LSP 以外の使用材料を示す。

2.2 試験結果および考察

表 4 に各試験結果を規定値とともに示す。規定値については，軽質炭酸カルシウムのものではなく，石粉（JIS A 5041）および JCI コンクリート用石灰石微粉末品質規格（案）[7] に示されるものを準用している。

（1） 湿分

LSP の湿分は 0.0% であるのに対し，LCC は 3.5% と大きく，規定値の 1.0% 以下を超える値であった。このため，コンクリート用混和材として LCC を使用する場合，100 kg/m^3 の使用量で 3.5 kg/m^3，200 kg/m^3 で 7.0 kg/m^3 の単位水量が増加することになるため，骨材の表面水と同様に，湿分に応じて練混ぜ水の計量値を補正することが望ましいと考えられる。よって，3 章のモルタル実験およびコンクリート実験においては，湿分に応じて練混ぜ水の計量値の補正を行った。

（2） 密度

LCC の密度は 2.44 g/cm^3 であり，LSP の 2.65 g/cm^3 より小さく，かつ規定値の 2.5 g/cm^3 以上も下回る結果であった。密度が小さいことによるコンクリートへの直接的な影響は明確ではないが，フレッシュ性状への影響やコンクリートの単位容積質量などに影響することが考えられるため，LCC の品質管理上，適切な規定値の整備が必要であると考えられる。

（3） フロー値比

LSP のフロー値比は 94% であるのに対し，LCC は規定値を下回る 83% であった。このことから，LCC を用いる場合，流動性の低下を生じる可能性がり，単位水量や化学混和剤の使用量が LCC 未使用時と比べて変化すると考えられる。

（4） 活性度指数および圧縮強度比

活性度指数は，セメントの内割りとして LCC または LSP を使用した場合，圧縮強度比は外割として使用した場合の指標である。活性度指数は，LSP が 85% に対し LCC が 74% であり，規定値は満足するものの比較的 LCC は小さい傾向を示した。一方，圧縮強度比は，LCC および LSP ともに規定値を満足し，その値も同程度を示した。この 2 つの試験結果から，LCC はセメントと同様な水和反応による強度寄与効果には期待できない一方，外割置換として使用することで材料構成上の粉体量が増し，シリカフュームなどで生じるマイクロフィラー効果に類似した機構[8]（以下，フィラー効果）によって圧縮強度が増加した可能性が考えられる。このことから，LCC を外割置換することで，同一の圧縮強度を得るのに無混入に比べて結合材量（セメントや高炉スラグ微粉末など）を低減できる可能性が示唆された。

（5） 比表面積および表面観察

ブレーン法による比表面積は，LCC が 2,950 cm^2/g であり，LSP の 3,230 cm^2/g よりも小さい値ではあるが，規定値を満足した。BET 法においては，LSP が 7,500 cm^2/g であるのに対し，LCC は 74,200 cm^2/g と 10 倍近い値を示した。写真 1 に LCC と LSP の SEM 画像を示す。SEM 画像の粒子形状からは，LCC と LSP は概ね同程度の粒子の大きさであることが確認された。また，LSP は重質炭酸カルシウムの特徴的な不定形であることが確認でき，カルサイト型結晶[9] であると考えられる。加えて，LCC も SEM 画像による粒子形状から判断するとカルサイト型結晶と考えられるが，LSP の粒子形状とは異なり，微細な粒子が凝集した構造であることが確認できる。これらのことから，LCC と LSP はカルサイト型結晶で共通しているが，粒子形状が異なることで表面性状に大きな違いが生じ，表面性状に影響を受ける BET 比表面積に大きな差が生じたと考えられる。

表 3 使用材料（シリーズ 1）

材料	物性等
水	上水道水
セメント	普通ポルトランドセメント：密度 3.15g/cm^3
細骨材	標準砂：密度 2.64g/cm^3

表 4 試験結果（シリーズ 1）

試験項目		規定値	試験値	
			LCC	LSP
湿分 (%)		1.0 以下	3.5	0.0
密度 (g/cm^3)		2.5 以上	2.44	2.65
フロー値比 (%)		90 以上	83	94
活性度指数 (%)		60 以上	74	85
圧縮強度比 (%)	7 日	100 以上	115	131
	28 日	100 以上	110	126
比表面積 (cm^2/g)	ブレーン法	2500 以上	2,950	3,230
	BET 法	—	74,200	7,500
メチレンブルー吸着量 (mg/g)		1.0 以下	0.03	0.11

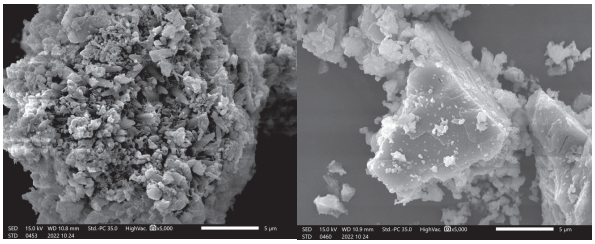

写真 1 SEM 画像（5,000 倍）

（6） メチレンブルー吸着量

メチレンブルー吸着量は，LCC が 0.03 mg/g であり規定値を満足し，かつ LSP の 0.11 mg/g よりも小さい値であった。一般に，フライアッシュに含まれる未燃炭素は，多孔質構造によって AE 剤の吸着量が増大し，この AE 剤の吸着量とメチレンブルー吸着量が一定の相関があることが知られている[10]。SEM 画像から，LCC の粒子形状は多孔質構造とは異なるが，微細な粒子が凝集した構造であり，多孔質構造に似た構造であることからメチレンブルー吸着量が大きくなることが想定されたが，今回の試料にお

いてはその傾向は確認されなかった。

以上より，今回の検討範囲では，石粉（JIS A 5041）または石灰石微粉末（JCI 参考値）の規定値を準用して検討すると，湿分および密度が規定値を満足せず，その他の項目は満足する結果であった。規定値を満足しなかった項目については，コンクリートの物性に直接大きな悪影響を与えるような項目ではないと推測されるが，今後の LCC の普及を考えると，適切な規定値の設定（品質基準の設定）が必要であると考えられる。

3. シリーズ２：モルタル実験およびコンクリート実験

3.1 モルタル実験

（１） 概要

ここでは，LCC の単位量および EXP の結合材に対する混合率が，モルタルの諸性状に及ぼす影響の把握を目的に実験を行った。表 5 に実験の組合せを示す。結合材に対する高炉スラグ微粉末の割合は 95%，90%，85% および 80% の 4 水準とした。アルカリ刺激材は EXP を用い，結合材量に対する割合は 5，10，15 および 20% の 4 水準とした。LCC は細骨材に置換（外割置換）して使用し，単位量を 0 kg/m^3，100 kg/m^3 および 200 kg/m^3 の 3 水準とした。表 6 に使用材料を示す。化学混和剤には高性能 AE 減水剤（汎用品）を使用した。表 7 にモルタルの配（調）合を示す。水結合材比は 40%（BSF および EXP の総量を結合材量とした），単位水量は 280 kg/m^3 に統一し，目標空気量は 2.0% とした。SP の使用量は，EXP5%（単位量 35 kg/m^3）でのモルタルフロー（0 打フロー）が 200 mm ± 20 mm となるように添加量を調整し，EXP の使用量が変化しても LCC の単位量が同じ場合，SP の添加量は同一とした。練混ぜ方法は，事前の検討において撹拌時間を決定し，粉体（BSF，EXP，LCC）および細骨材で空練りを 10 秒行い，水を投入してから LCC を添加しないもので 90 秒，LCC の単位量が 100 kg/m^3 で 240 秒，LCC の単位量が 200 kg/m^3 で 360 秒の撹拌を行ってから排出し，各試験に供した。

（２） フレッシュ性状

図 1 に LCC の単位量とモルタルフローおよび SP 使用量の関係を示す。モルタルフローは，LCC 単位量が増加しても SP の添加量を調整することで，同程度のモルタルフローを得ることができた。ただし，LCC の単位量が増えると粘性が高まる傾向であった。SP の使用量については，LCC を添加していないもので 0.2%，100 kg/m^3 添加で 0.3%（1.5 倍），200 kg/m^3 で 0.7%（3.5 倍）となり，LCC の増加に伴い大きく変動する結果であった。これは，2 章で示した通り，LCC のフロー値が小さいことから，LCC の添加に伴い流動性の低下が生じ，同一の流動性を得るのに必要な SP 量が増大したと考えられる。また，メチレンブルー吸着量は小さい傾向であったが，SEM 観察によって LCC の表面性状は歪であり，BET 比表面積が大きいことから，粒子の表面に化学混和剤が吸着されるなどして化学混和剤の効果を小さくした可能性も考えられ，LCC に対する化学混和剤の作用機構の究明は今後の検討課題である。

図 2 に材齢と圧縮強度の関係を示す。いずれのモルタルも一般的なセメントを用いたモルタルと同様に，材齢の経過に伴う圧縮強度の増加が認められた。

表 5　実験の組合せ（シリーズ 2：モルタル実験）

結合材の割合(wt%)		LCC の単位量
BSF	EXP	(kg/m^3)
95	5	0，100，200
90	10	
85	15	
80	20	

表 6　使用材料（シリーズ 2：モルタル実験）

材料名	物性等
水（W）	上水道水
高炉スラグ微粉末（BSF）	密度 2.89g/cm^3，比表面積 4,440cm^2/g，SO_3 量 2.11%
酸化カルシウム（EXP）	密度 3.16g/cm^3
軽質炭酸カルシウム（LCC）	密度 2.44g/cm^3，比表面積 2,950cm^2/g
標準砂（SS）	密度 2.64g/cm^3
高性能 AE 減水剤（SP1）	ポリカルボン酸系化合物

＊比表面積はブレーン法の試験値を示す

表 7　モルタルの配（調）合

NO.	単位量(kg/m^3)					SP1 使用量
	W	BSF	EXP	LCC	SS	(P*×wt%)
1	280	665	35	0	1211	0.2
2	280	630	70	0	1214	
3	280	595	105	0	1217	
4	280	560	140	0	1219	
5	280	665	35	100	1103	0.3
6	280	630	70	100	1106	
7	280	595	105	100	1109	
8	280	560	140	100	1111	
9	280	665	35	200	995	0.7
10	280	630	70	200	998	
11	280	595	105	200	1000	
12	280	560	140	200	1003	

＊　P は BSF・EXP・LCC の単位量を合計した粉体量を指す

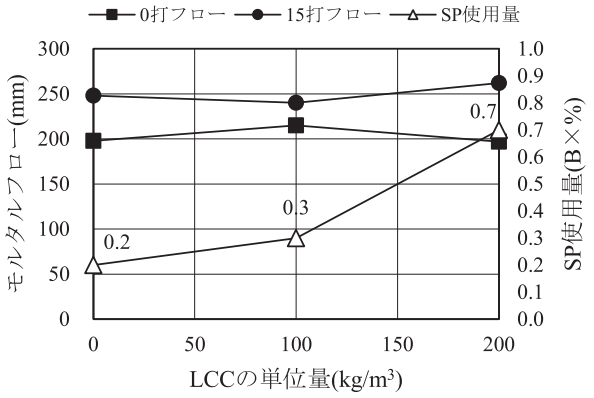

図 1　LCC の単位量とモルタルフローおよび SP 使用量の関係

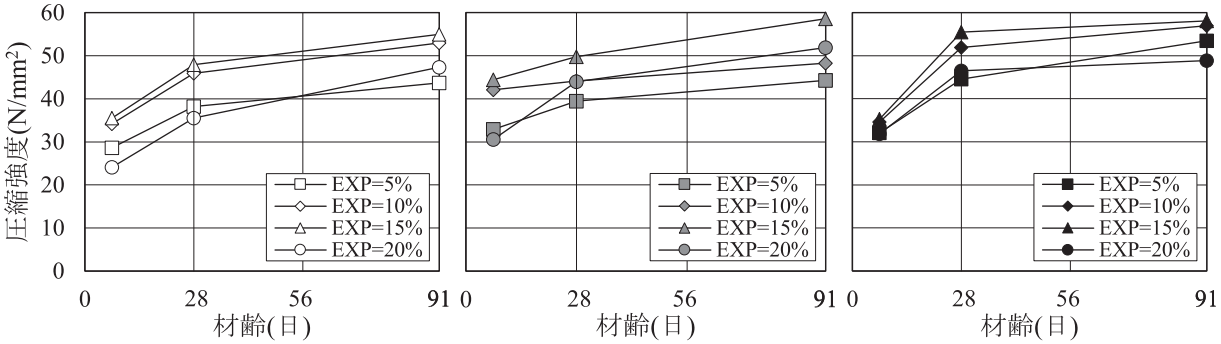

図 2　材齢と圧縮強度の関係

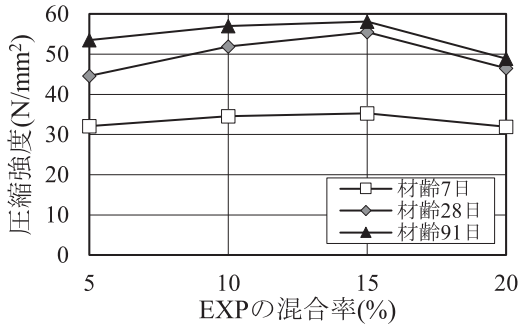

図 3　EXP の混合率と圧縮強度の関係（LCC＝200 kg/m³）

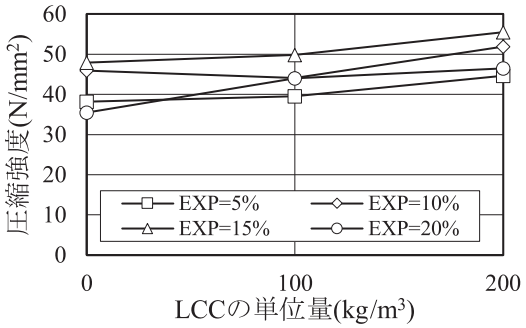

図 4　LCC の単位量と圧縮強度（材齢 28 日）の関係

図 3 に LCC の単位量 200 kg/m³ における EXP の混合率と圧縮強度の関係を示す。これによると，材齢 7 日では EXP の混合率 15% までは，ほぼ直線的に圧縮強度が増加傾向にあるが，20% になると僅かに低下の傾向を示した。また，材齢 28 日および 91 日では，EXP の混合率 20% での強度低下が顕著であった。これは，LCC の単位量 0 kg/m³ および 100 kg/m³ でも同様な傾向であった。一般に，膨張材を使用したコンクリートの場合，膨張材の単位量 30～40 kg/m³ 程度（モルタルの場合，45～60 kg/m³ 程度に相当）を限度に，過度な膨張量の増加に伴い圧縮強度が低下することが知られている[11]。このため，本実験ではモルタルを対象にしているため，粗骨材の拘束を受けるコンクリートとは膨張量と圧縮強度の関係が同一ではないと考えられるが，同様な現象により圧縮強度が低下したと考えられる。今回の検討範囲（水結合材比 40%，材齢 28 日強度 35～55 N/mm² 程度）では，最も圧縮強度が大きくなる EXP の混合率は 15% であることが把握できた。しかしながら，この最も圧縮強度が大きくなる EXP の混合率は，モルタルとコンクリートでは異なり，また材料構成および圧縮強度範囲によっても異なることが想定されるため，材料構成などに応じた最適な EXP の混合率の把握には，更なる検討が必要である。

図 4 に LCC の単位量と圧縮強度（材齢 28 日）の関係を示す。全体的な傾向として，EXP の混合率に関わらず，LCC の単位量に応じて圧縮強度が増加した。これは，2 章に示した通り，LCC の活性度指数（内割置換）は小さいため LCC そのもので水和反応が起きているのではなく，圧縮強度比（外割置換）がやや大きいことから LCC によるフィラー効果が影響したと推測される。一方，2 章での検討はセメントと LCC の組合せであり，ここでは BSF を主体とした粉体との組合せであることから，LCC が BSF の潜在水硬性を促進した可能性もあり，強度増加のメカニズムの解明は今後の検討課題である。

以上より，本検討では LCC の単位量 100 kg/m³ で 2～8 N/mm² 程度，200 kg/m³ で 6～11 N/mm² の強度増加を示したことから，LCC を用いることで所定の圧縮強度を得るのに必要な結合材量を低減でき，より合理的に CO_2 排出量の低減が可能であることが示唆された。

3.2　コンクリート実験

（1）　概要

表 8 に実験の組合せを示す。ここでは，EXP の混合率が圧縮強度に及ぼす影響の把握を主目的としたため，LCC の単位量は 200 kg/m³ に統一した。なお，本実験で対象にしたコンクリートは，CO_2 排出量 0 kg-CO_2/m³ 以下（カーボンニュートラル化）を達成している。

表 9 に使用材料を示す。W，BSF，EXP および LCC については，表 6 と同一のもの（W を除いて同一ロット）を使用した。細骨材は，山砂と砂岩砕砂を 4：6（質量比）で混合し，粗骨材は硬質砂岩砕石 2005 を使用した。化学混和剤は，高炉高含有用の高性能 AE 減水剤および一般的

な AE 剤を使用した。

表 10 にコンクリートの配（調）合を示す。設計基準強度 36 N/mm^2 程度（実強度 43.2 N/mm^2 程度）の強度発現を目標としたため，モルタル実験結果を踏まえ水結合材比は 50% とした。単位水量は 175 kg/m^3，粗骨材の単位かさ容積は 0.570 L/m^3 とした。目標スランプフローは 60±5 cm 目標空気量は 4.5±1.5% とした。コンクリートの練混ぜは，BSF，EXP，LCC および細骨材の空練りを 10 秒，水を投入して 240 秒撹拌し，粗骨材を投入して 60 秒撹拌した後，300 秒の静置をしてから再度 60 秒撹拌を行い排出した。

（2） フレッシュ性状

表 11 にコンクリートのフレッシュ性状を示す。化学混和剤の使用量を調整することで，全ての項目で管理値を満足する結果であった。今回検討したコンクリートの特徴として，スランプフローが 60～65 cm 程度の時の 50 cm 到達時間が 9 秒前後と比較的遅く，粘性が大きい傾向であった。これは，BSF，EXP および LCC の粉体の総単位量が 550 kg/m^3 と大きいことと，LCC の特性（粒子形状など）として粘性が大きくなる傾向が影響していると考えられる。また，空気量については目標値を満足する結果であったが，AE 剤の使用量が大きい傾向であった。本実験に用いた AE 剤は，一般的には粉体の単位量に対して 0.002% の使用量で空気量が 1% 程度増加する目安となっている。しかし，本実験の材料構成では，0.01～0.02% の使用量で空気量が 1% 程度増加する傾向であり，一般的なコンクリートに対して 10 倍程度の使用量となった。この要因は明確ではないが，2 章で示した通り，比表面積が大きいことが AE 剤の使用量を増大させた要因であると推測される。

（3） 圧縮強度

図 5 に圧縮強度試験結果を示す。材齢 3 日および 7 日の初期材齢においては，EXP の混合率の増加に応じて圧縮強度が増加する傾向が認められた。これは，材齢初期に EXP によって生成される水酸化カルシウム量が EXP の混合量の増加に伴って増大し，コンクリート内部の緻密化および BSF の潜在水硬性に寄与したためと考えられる。一方，材齢 28 日および 91 日においては，EXP の使用量 15% までは，使用量の増加に伴い圧縮強度が大きくなる傾向であるが，使用量 20% では微減する傾向であった。このため，EXP の混合率を大きくすることで初期強度の確保には有効である一方，EXP の混合率によっては材齢 28 日以降の圧縮強度の低下を招く恐れがあることから，材齢と圧縮強度の関係の把握が重要であると考えられる。

一般に，普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートよりも初期強度発現が緩やかな低熱ポルトランドセメントなどを使用すると膨張量が増大し，圧縮強度の低下を招くことが知られている[11)]。本論文で扱っているコンクリートは，BSF 高含有コンクリートであるため，初期強度発現が緩やかである側面は低熱ポルトランドセメントと類似していると考えられ，同様な現象によって強度低下を招く傾向があったと考えられる。一方，BSF のアルカリ刺激材として EXP を使用していることから，初期材齢における圧縮強度の確保および長期的な潜在水硬性に必要なアルカリ量の確保において，所要の品質を確保する範囲内で EXP の使用量の増大は必要となる。本検討では，EXP の使用量 15% が最も合理的な EXP の使用量であると考えられるが，水結合材比，LCC の単位量，化学混和剤の種類による硬化速度の違いなどが複合的に影響した場合は，この値が異なることも想定される。BSF のアルカリ刺激材として EXP のみに依存する場合，更なる諸条件の違いがコンクリートに与える影響について検討することが必要であると考えられる。

表 8　実験の組合せ（シリーズ 2：コンクリート実験）

結合材の割合(wt%)		LCC の単位量 (kg/m^3)
BSF	EXP	
95	5	200
90	10	
85	15	
80	20	

表 9　使用材料（シリーズ 2：コンクリート実験）

材料名	記号	物性等
細骨材	S1	山砂：表乾密度 2.63g/cm^3，吸水率 1.62%，FM2.50
	S2	砂岩砕砂：表乾密度 2.64g/cm^3，吸水率 1.18%，FM3.02
粗骨材	G	硬質砂岩砕石 2005：表乾密度 2.65g/cm^3，吸水率 0.59%，実積率 60.0%
化学混和剤	SP2	高性能 AE 減水剤：ポリカルボン酸系化合物，リグニンスルホン酸塩
	AE	AE 剤：樹脂酸塩系界面活性剤

表 10　コンクリートの配（調）合

No.	単位量 kg/m^3							P*×wt%	
	W	BSF	EXP	LCC	S1	S2	G	SP2	AE
1	175	333	18	200	246	369	932	1.100	0.04
2	175	315	35	200	247	370	932	1.125	0.04
3	175	298	53	200	247	371	932	1.150	0.04
4	175	280	70	200	248	372	932	1.175	0.04

＊　P は BSF・EXP・LCC の単位量を合計した粉体量を指す

表 11　コンクリートのフレッシュ性状

No.	SLF (cm)	T_{50} (s)	T_{STOP} (s)	Air (%)	C.T. (℃)
1	64.0	8.8	37.6	4.2	21
2	63.5	8.5	36.5	4.3	21
3	63.5	8.4	35.5	4.0	21
4	61.0	9.1	31.2	4.2	21

SLF：スランプフロー，T_{50}：50cm 到達時間，T_{STOP}：停止時間，Air：空気量，C.T.：コンクリート温度

4. まとめ

軽質炭酸カルシウムの基本物性の把握，ならびに軽質炭

酸カルシウムおよび酸化カルシウムが高炉スラグ微粉末を高含有したコンクリートに及ぼす影響について検討した結果，以下の結論を得た。

（1） 本検討で用いた軽質炭酸カルシウムは，湿分が大きいため，コンクリート用混和材として用いるには，骨材の表面水と同様に，湿分に応じて練混ぜ水の計量値を補正することが望ましいと考えられる。

（2） 軽質炭酸カルシウムを用いることで，モルタルおよびコンクリートの流動性の低下，化学混和剤の使用量の増加および粘性の増加が認められた。

（3） 軽質炭酸カルシウムの単位量が大きくなるに伴い，圧縮強度の増加傾向が認められた。

（4） 高炉スラグ微粉末のアルカリ刺激材として酸化カルシウムを用いた場合，混合率 15% までは混合率の増加に応じて直線的に圧縮強度が大きくなったが，20% では強度低下の傾向を示した。

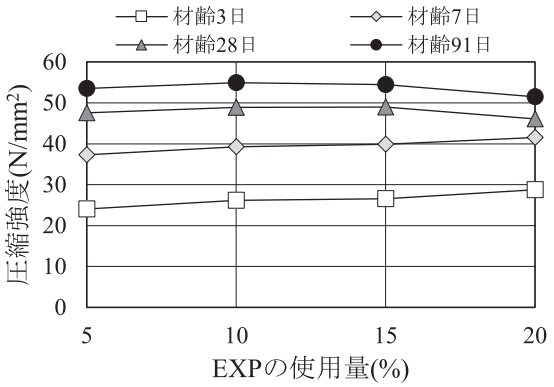

図 5 EXP の使用量と圧縮強度の関係

参考文献

1）日本建設業連合会：低炭素型コンクリートの普及促進に向けて―低炭素社会・循環型社会の構築への貢献―，2016. 4
2）小林利充，近松竜一，溝渕麻子，一瀬賢一：低炭素型のコンクリート「クリーンクリート TM」の開発，大林組技術研究所報 No. 75, pp. 1-8, 2011
3）古川雄太，石川直輝，大岡督尚：高炉スラグ微粉末を高含有したコンクリートの基礎物性および断熱温度上昇特性に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol. 39, No. 1, pp. 163-168, 2017
4）日経 BP：日経コンストラクション　鉄鋼スラグ製品採用現場探訪記 14「（仮称）銀座 5 丁目プロジェクト新築工事」，2022. 3
5）古川雄太，香月智佳，大岡督尚：軽質炭酸カルシウムおよび酸化カルシウムが高炉スラグ微粉末を高含有したコンクリートに及ぼす影響に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 46，No. 1，pp. 1375-1380, 2024
6）佐々木猛：コンクリートスラッジを利用した二酸化炭素の鉱物化と環境浄化材の製造，化学工学，第 85 巻第 3 号，pp. 192-195, 2021
7）大門正機，桝田佳寛，十河茂幸，坂井悦郎：石灰石微粉末研究委員会報告，コンクリート工学年次論文集，Vol. 20, No1, pp. 49-58, 1998
8）永野哲平，橋本親典，渡辺健，青井洋視：再生骨材モルタルの初期強度に影響を与える混和材のフィラー効果及びポゾラン反応に関する検討，土木学会第 69 回年次学術講演会 V-209, pp. 417-418, 2014.9
9）田中宏一：アラゴナイト型柱状炭酸カルシウムの性質，Gypsum&Lime, No. 193, pp. 357-366, 1984
10）日本建築学会：フライアッシュを使用するコンクリートの配（調）合設計・施工指針・同解説，pp. 150-151, 2007.10
11）日本建築学会：膨張材を使用するコンクリートの配（調）合設計・施工指針案・同解説，pp. 112-116, 1978.2

RESEARCH ON THE EFFECTS OF LIGHT CALCIUM CARBONATE AND CALCIUM OXIDE ON CONCRETE USING A HIGH CONTENT OF GROUND BLAST FURNACE SLAG POWDER

Y. Furukawa，C. Katsuki

This paper investigated the basic properties of light calcium carbonate and the effects of light calcium carbonate and calcium oxide on concrete with a high content of ground granulated blast furnace slag. As a result, the use of light calcium carbonate tended to increase the amount of chemical admixture used, which was presumably due to the decrease in fluidity and the large BET specific surface area. In addition, it was found that the compressive strength increased with the increase in the amount of light calcium carbonate used up to a unit amount of 200 kg/m3. The strength of calcium oxide increased linearly with the increase in the amount of calcium oxide mixed with the binder up to 15%, but showed a tendency to decrease at 20%.