

高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの性状

その3 実機試験練りの試験概要とフレッシュ性状

Effects of granulated blast-furnace slag as the mineral admixtures to concrete properties Part3. Outline of actual experiment and flesh concrete

藺井孫文*1

概 要

建設業界においては、他業種よりエネルギーの消費量や二酸化炭素の排出量が大きく、特に構造材料として最も使用量が多いコンクリート分野では、二酸化炭素排出量の削減の課題は重要であるとともにSDGsの達成につながると考えられる。そこで、本研究では、高炉スラグ微粉末を幅広い使用率で混和材料として用いたコンクリートの性状を把握することを目的として実施した。前報¹⁾その1、その2ではフレッシュ時および硬化後の性状を把握する目的として実施した室内実験について報告した。今回、建築物への汎用的な適用について検討するため実機プラントの試験練りを実施し実大モデル試験体の施工実験を行った。その3では、実機試験練りの試験概要およびフレッシュ性状等についての結果を報告する。

key words : 環境配慮型コンクリート、高炉スラグ微粉末、フレッシュ性状

1. はじめに

建設業界では、エネルギーの消費量や二酸化炭素の排出量が大きく、建築分野に限定しても住宅や業務ビルの建設では国内全体の約10%の二酸化炭素を排出するとも試算される。また、セメント産業では同様に約4%の二酸化炭素の排出量を占めており、構造材料として最も使用量が多いコンクリート分野においては、二酸化炭素排出量を削減する課題は重要であるとともにSDGsの達成につながると考えられる。

ポルトランドセメントの一部を高炉スラグ微粉末（以下、BF）に置換したコンクリートは、構成材料における二酸化炭素の排出量の原単位¹⁾がポルトランドセメントの772kg-CO₂/tに対して混合される高炉スラグ微粉末が35.6kg-CO₂/tであることから、BFの使用率が多くなるほど、二酸化炭素排出の削減量も大きくなる。各種の高炉セメントを使い分けた場合、どのレディーミクストコンクリート工場（以下、生コン工場）とも高炉セメントB種（以下BB、BF使用率30～60%）の流通および製造実績はあるがA種（同10～30%）、C種（同60～70%）は皆無である。仮にA種、C種の対応ができて生コン工場における流通やサイロ等の材料管理が2セメント分負担増となる。一方、BFを混和材料として用いた環境配慮型コンクリートは、流通、保管の管理がBF1種類で負担低減となり、いずれの生コン工場とも対応が容易になると考えられる。

本研究では、BFを幅広い使用率で混和材料として用いたコンクリートの性状を把握することを目的として実施

した。フレッシュ時および硬化後の性状を把握することを目的として実施した室内実験の結果については、前報²⁾その1、その2で報告した。その3では実機試験練りの試験概要およびフレッシュ性状等について検討した結果を報告し、その4では硬化後の性状等より耐久性を考慮した強度設計について報告する。

なお、本研究は、ゼネコン13社で組織された共同研究「環境配慮型コンクリートの諸性状および評価方法に関する研究会」において実施したもの³⁾である。

2. 実機試験練りの概要

2.1 要因と水準

その3、その4で報告する実機試験練りは、表-1に示す要因と水準で実施した。セメントに対して混和材として使用するBFは、使用率をA種クラスとして15%および30%、B種クラスとして60%、C種クラスとして70%の計4水準とした。ここで、本研究では、BF使用率に応じて、例えばBF使用率10%を超え30%以下を「A種クラス」と表

表-1 実機試験練りの要因と水準

要因	水準
BF 使用率 (略称)クラス	15%(BF15)、30%(BF30) (A種クラス) 60%(BF60) (B種クラス) 70%(BF70) (C種クラス)
打込み時期	標準期(S)、夏期(H)、冬期(W)
生コン工場	記号：X、Y、Z
BF 種類	記号：a、b、c
化学混和剤メーカー	記号：イ、ロ、ハ
水結合材比	目標呼び強度：21、33、42相当

*1 Magofumi SONOI

技術本部技術研究所 主任研究員

記することとした。これは、各BF使用率においてJIS A 5211で高炉セメントの種類および高炉スラグ微粉末の分量の関係と対応する。また、文献¹⁾では、BF使用率により、例えばBF使用率20%以上30%以下を「高炉セメントA種相当」と定義しているが、本研究におけるBF使用率と呼び名の関係はこれとは一致しない。

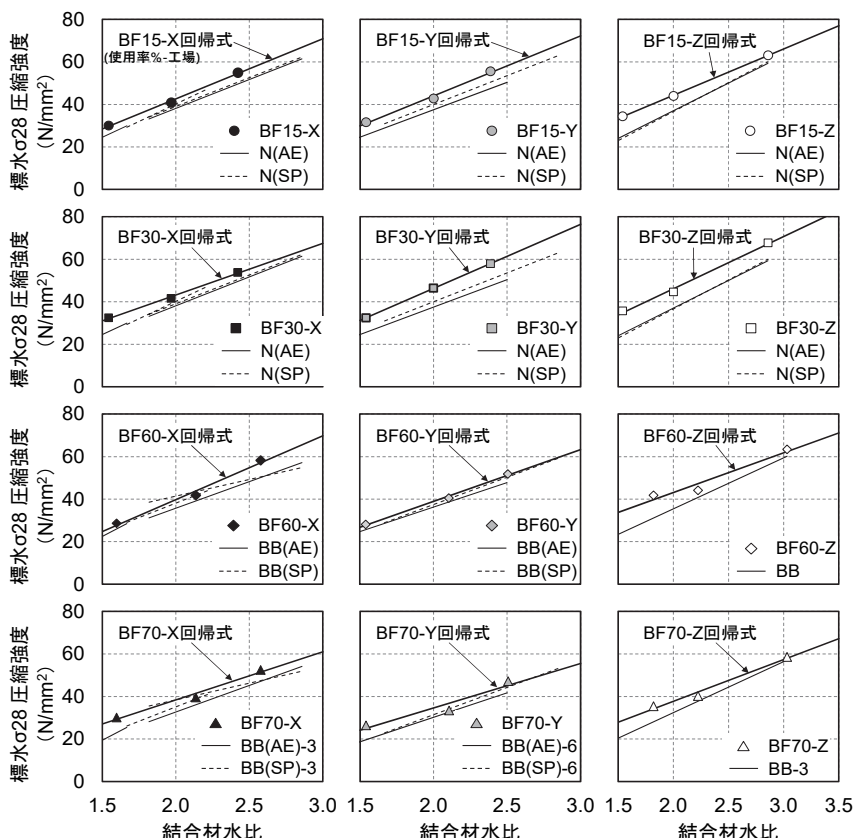
打込み時期は、標準期(S)、夏期(H)および冬期(W)の3シーズンとし実験を実施した。生コン工場は、東京都臨海部に位置する3工場(X工場、Y工場、Z工場)とした。BFはa、b、cの3種類とし、いずれも、せっこう添加タイプを使用した。

化学混和剤は3メーカーの混和剤(イ、ロ、ハ)を使用した。

水結合材比は、事前に各工場で試し練りを実施し、得られた圧縮強度と工場が運用するJIS A 5308の強度算定式との関係を確認し(図-1)、各BF使用率に用いて、目標とする呼び強度(以下、目標呼び強度)21、33および42相当となる3水準とした。

2.2 使用材料

実機試験練りにおける使用材料の種類と品質を表-2に示す。コンクリートに使用した普通ポルトランドセメント、練混ぜ水、骨材は、各生コン工場で通常使用しているものとした。BFはせっこう添加タイプの高炉スラグ微粉末4000を3種類(a、b、c)とした。BFの品質を表-3



縦軸:標準σ28:標準水中養生材齢28日、凡例:BF15~BF70はBF使用率15~70%、X,Y,Z:工場名
N():普通ポルトランドセメントの算定式、BB():高炉セメントB種使用の算定式、(SP):高性能 AE 減水剤使用
(AE)AE 減水剤使用 BB-3, BB-6:3,6N/mm² 切片を下げた算定式を記載

図-1 各レディーミクストコンクリート工場の強度算定式と試し練りにおける圧縮強度試験結果

に示す。各種BFの品質は、JIS A 6206「コンクリート用高炉スラグ微粉末 4000」による規格値を満たしたものを使用した。

化学混和剤は、原則として、目標呼び強度21ではAE減水剤(高機能タイプ)を採用し、目標呼び強度33および42ではBF使用率15、30%の場合高性能AE減水剤を、BF使用率が60、70%の場合高性能AE減水剤(高炉スラグ微粉末高含有用)を採用した。

表-2 使用材料の種類と品質

材料名	記号	X工場	Y工場	Z工場
セメント	N	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm³		
練混ぜ水	W	工業用水		
細骨材	S	S1	市原産山砂:表乾密度 2.60g/cm³	富津産山砂:表乾密度 2.58g/cm³
		S2	佐野産砕砂:表乾密度 2.66 g/cm³	八戸産砕砂:表乾密度 2.69 g/cm³
	比	S1:S2=60:40(質量比)	S1:S2=60:40(質量比)	戸高産砕砂:表乾密度 2.67g/cm³
粗骨材	G	G1	佐野産砕石:表乾密度 2.70g/cm³ :実積率 60.0%	美祿産砕石:表乾密度 2.69g/cm³ :実積率 61.0%
		G2		八戸産砕石表乾密度 2.69g/cm³ :実積率 61.0%
	比	G1:G2=70:30(容積比)	巖朗産砕石:表乾密度 2.70g/cm³ :実積率 60.0%	
高炉スラグ微粉末 4000	BF	c	b	a
化学混和剤	AE 減水剤	化学混和剤 メーカー:イ	化学混和剤 メーカー:ロ	化学混和剤 メーカー:ハ
	高性能 AE 減水剤			

2.3 コンクリートの調合と試験練りの組合せ

実機試験練りの組合せを表-4に、決定した調合表の一例(標準期・X工場)を表-5に示す。試験練りは各BF使用率に対して打込み時期を3シーズン実施するように設定し、それぞれの打込み時期を異なる工場で実施した。ただし、BF使用率15%(以下BF15、30%、60%、70%も同様な表記)については、生コン工場、BF種類および化学混和剤種類の違いによる強度発現を比較する目的で、標準期に全ての工場で行った。さらに、BFの製造ロットの違いによる強度発現への影響と打込み時期の違いによる構造体強度補正值($_{28}S_{91}$)への影響を確認するために、X工場においては3シーズンで実施した。

コンクリートの調合は、事前にそれぞれの生コン工場で行った。試験練りの結果、実機試験練りの水結合材比は、BF15、BF30およびBF60では、目標呼び強度21、33、42に対応する各工場のNまたはBBの強度算定式から求めた水セメント比とした。BF70の水結合材比は、各工場のBBの強度算定式から、切片を目標呼び強度よりX工場とZ工場で $-3N/mm^2$ 、Y工場 $-6N/mm^2$ 平行移動した式による水結合材比とした。

表-3 高炉スラグ微粉末4000の品質

品質	JIS A 6206 による 規格値	BF種類		
		a	b	c
密度 (g/cm ³)	2.80以上	2.89	2.86	2.89
比表面積 (cm ² /g)	3500以上 5000未満	4280~ 4460	4260~ 4330	4310~ 4400
活性度 指数%	材齢7日	55以上	67~70	74~75
	材齢28日	75以上	95~98	95~97
	材齢91日	95以上	108~115	100~106
フロ一値比 (%)	95以上	99~102	95~98	97~101
酸化マグネシウム (%)	10.0以下	5.95~ 6.24	5.30~ 5.98	5.89~ 6.21
三酸化硫黄 (%)	4.0以下	2.01~ 2.07	1.96~ 2.06	2.10~ 2.14
強熱減量 (%)	3.0以下	0.20~ 0.35	1.10~ 1.21	0.89~ 1.11
塩化物イオン (%)	0.02以下	0.004	0.002~ 0.003	0.005~ 0.007
高炉水砕スラグ塩基度	1.60以上	1.87~ 1.89	1.77~ 1.78	1.82~ 1.86

表-4 実機試験練りの組合せ

BF 使用率 (表記)	適用した 強度算定式	水結合材比 W/B(%)	目標 呼び 強度	標準期(S)			夏期(H)			冬期(W)			調合数
				X工場	Y工場	Z工場	X工場	Y工場	Z工場	X工場	Y工場	Z工場	
15% (BF15)	N	63.4~64.8	21	●	○	○	●	-	-	●	-	-	5
		47.0~50.8	33	●	○	○	●	-	-	●	-	-	5
		40.1~41.9	42	●	○	○	●	-	-	●	-	-	5
30% (BF30)	N	63.3~64.8	21	●	-	-	-	●	-	-	-	●	3
		47.0~50.8	33	●	-	-	-	●	-	-	-	●	3
		40.1~41.3	42	●	-	-	-	●	-	-	-	●	3
60% (BF60)	BB	62.1~63.1	21	●	-	-	-	●	-	-	-	●	3
		45.6~46.8	33	●	-	-	-	●	-	-	-	●	3
		38.3~39.2	42	●	-	-	-	●	-	-	-	●	3
70% (BF70)	BB-3 ¹ (X,Z工場) BB-6 ¹ (Y工場)	53.9~57.8	21	●	-	-	-	-	●	-	●	-	3
		42.2~45.9	33	●	-	-	-	-	●	-	●	-	3
		35.6~36.5	42	●	-	-	-	-	●	-	●	-	3
調合数				12	3	3	3	6	3	3	3	6	42

凡例 ●: 標準養生+封かん養生+簡易断熱養生+模擬柱コア供試体を採用 *1算定式はBBから切片を-3、-6下げた (図-1参照)
○: 標準養生供試体+封かん養生供試体+簡易断熱養生供試体を採用

表-5 調合表の一例 (標準期・X工場)

BF 使用率	目標 呼び強度	目標 スランプ	目標 空気量	W/B ¹ (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						AE (B×%)	SP (B×%)
						W	C	BF	S1	S2	G		
BF15	21	18	4.5	64.8	47.0	183	241	42	336	503	975	1.10	-
	33			50.8	46.0	170	285	50	328	490	989	-	0.875
	42			41.3	46.0	175	360	64	312	467	940	-	0.95
BF30	21	18		64.8	47.1	181	196	84	338	506	975	1.10	-
	33			50.8	45.9	170	235	100	326	487	989	-	1.05
	42			41.3	45.9	175	297	127	310	463	940	-	1.00
BF60	21	18		62.6	52.2	179	114	172	373	558	878	1.20	-
	33			46.8	48.7	181	155	232	330	493	894	1.10	-
	42			38.8	46.4	175	181	271	307	459	910	-	0.95
BF70	21	18		57.7	50.6	179	93	217	362	542	883	1.30	-
	33			45.7	47.8	170	111	260	336	503	918	-	0.975
	42			35.6	43.7	175	148	344	287	429	924	-	0.975

(*1W/B:水結合材比、B=C+BF)

2.4 試験項目

(1) フレッシュコンクリートの試験

フレッシュコンクリート試験は、スランブ(JIS A 1101)、空気量(JIS A 1128)、コンクリート温度(JIS A 1156)、塩化物含有量(JASS5T-502)、単位水量(ZKT-210)、単位容積質量(JIS A 1116)および円筒貫入(AIJ 調査管理指針)とし、経時0分、30分、60分、90分および120分後に実施した。

(2) 模擬柱試験体コンクリート温度の測定

模擬柱試験体は図-2に示す1000×1000×1000mmの内法寸法で、中心高さ500mmとし、コンクリート表面から500mm(中央部)、100mm(端部)および50mm(表面)の3点熱電対を用いコンクリートの温度を測定した。

簡易断熱養生供試体の温度はJIS A 5308「レディミクストコンクリート」附属書E(軽量型枠)に適合する軽量型枠を使用し、熱伝導率0.04(W/m・K)未満の発泡スチロール製の簡易断熱養生箱に入れ蓋を閉じ、粘着テープで密閉して材齢7日まで測定した。

(3) 硬化コンクリート

硬化コンクリートの試験項目は、圧縮強度試験および促進中性化試験とした。

圧縮強度試験(JIS A 1108)に用いる供試体は、寸法はφ100×200mmとし、標準養生(材齢7、28、56、91日)、現場封かん養生(材齢1、3、5、7、28、91日)、簡易断熱養生(材齢7、28、91日)の供試体および図-2に示す模擬柱試験体より採取したコア(材齢28、56、91日)について行った。なお、現場封かん養生における材齢5日までの試験材齢はBF使用率や季節により前日、後日するものもあった。また、これら各種養生における供試体および模擬柱コア供試体は、経時60分で採取し、標準養生のみ経時0および120分でも採取した。

促進中性化試験は、X工場の標準期におけるBF15、BF30およびBF70の各呼び強度の試験体を対象に実施した。供試体は□100mm×L400mmとし、コンクリートを詰め終えた後、湿潤養生を行った。その後、BF15およびBF30は材齢1日、3日および7日、BF70は材齢3日、5日および7日に脱型し、20℃の恒温室にて静置し、材齢56日で促進試験を開始した。中性化深さの測定は、促進試験開始前と、1週、4週、8週、13週および26週に実施した。なお、各条件における供試体数n=2とした。

また、中性化深さは、JIS A 1153「コンクリートの中性化深さの測定方法」に準拠して測定した。

3. フレッシュコンクリート試験の結果

フレッシュコンクリートの目標値と試験結果の一例を表-6に示す。本結果は、荷卸し時を想定し、模擬柱試験体を作製した60分の結果(塩化物量および単位水量については、練り上がり直後の結果)を示している。経時60

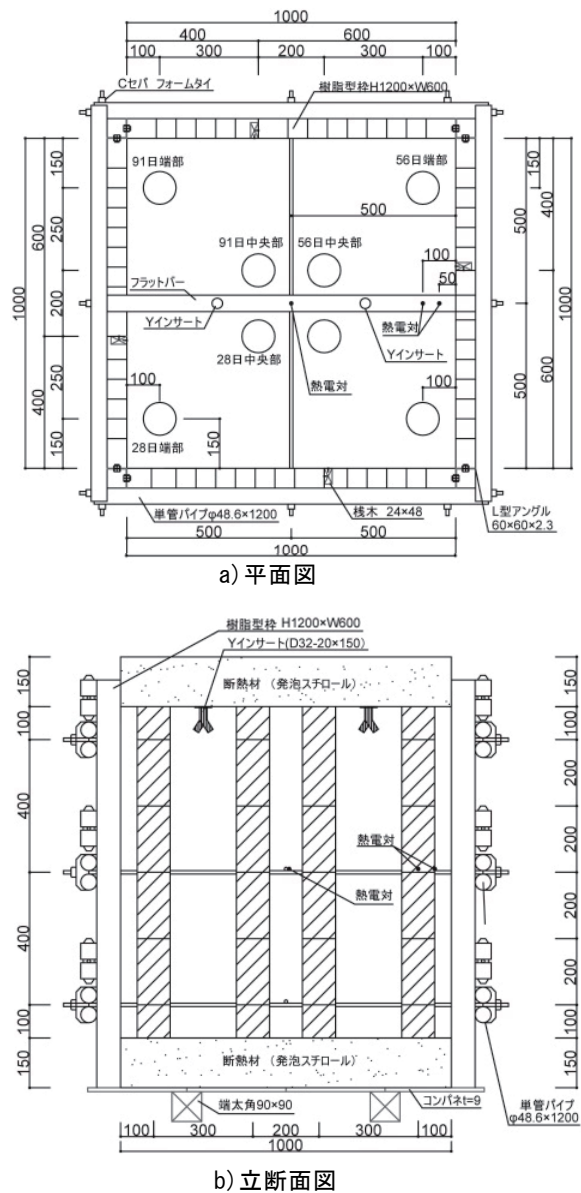


図-2 模擬柱試験体概要図

分のフレッシュコンクリートの品質は、表-6に示した要求性能をおおむね満足した。

3.1 フレッシュコンクリートの経時変化

(1) スランブ

目標呼び強度33におけるスランブの経時変化を図-3に示す。スランブは、BF使用率に関わらず、運搬時間による経時変化を見込むことで荷卸し時を想定した60分で表-6に示した目標値を満足した。スランブの経時変化は、練り上がりからの時間の経過とともに低下する傾向であり、特に、夏期では90分から120分での低下が大きかった。本試験練りでは前述の通り、模擬柱試験体などを作製する60分で管理値を満足するようなスランブの設定としたため、90分、120分では管理値を満足しないものもあった。なお、スランブの低下の大きかった夏期の120分では、混和剤を後添加することにより管理値を満足することを確認している。

表-6 フレッシュコンクリートの目標値と試験結果の一例(標準期・X工場)

BF 使用率	W/B(%)	目標 呼び 強度	目標ス ランプ (cm)	スラ ンプ (cm)	スランプフロー		目標 空気量 (%)	空気 量 (%)	外気 温 (°C)	コンク リート 温度 (°C)	流入モ ルタル 値(mm)	塩化物含有 量 ^{※1} (kg/m ³)	単位 水量 ^{※1} (kg/m ³)	単位容積 質量 (kg/m ³)
					(cm×cm)	平均								
BF15	64.8	21	18±2.5	18.5	32.5×32.0	32.5	4.5±1.5	4.9	18	20	20	0.05	181	2270
	50.8	33		18.0	31.5×31.2	31.5		5.5	18	21	12	0.05	169	2270
	41.3	42	21±2.0	21.5	38.6×37.2	38.0		4.9	20	23	20	0.07	173	2293
BF30	64.8	21	18±2.5	20.5	35.5×35.0	35.5		4.2	21	25	31	0.04	181	2283
	50.8	33		20.5	35.5×34.0	35.0		4.5	22	26	29	0.06	169	2302
	41.3	42	21	23.0	43.8×43.1	43.5		4.5	21	26	39	0.06	177	2308
BF60	62.6	21	18±2.5	16.5	30.4×29.6	30.0		5.3	21	21	17	0.02	175	2258
	46.8	33		18.0	34.1×33.3	33.5		4.1	22	22	22	0.03	178	2296
	38.8	42	21±2.0	21.5	35.4×34.6	35.0		5.5	22	23	27	0.03	173	2279
BF70	57.7	21	18±2.5	20.5	36.6×35.6	36.0		4.2	26	27	28	0.03	173	2288
	45.8	33		21.5	39.6×38.2	39.0		3.7	26	26	35	0.04	168	2306
	35.6	42	21±2.0	23.5	45.2×45.8	45.5		4.9	27	28	34	0.02	176	2328

※1 塩化物含有量、単位水量の試験は、練り上がり直後に実施した結果を示している。

凡例記号 S:標準、H:夏、W:冬、X、Y、Z:工場

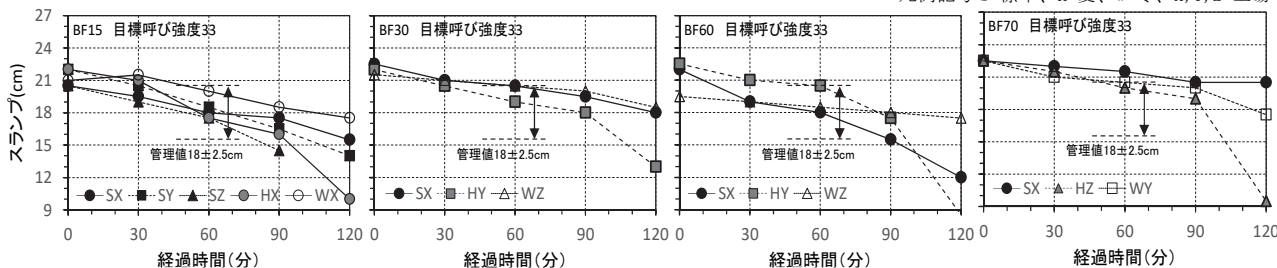


図-3 スランプの経時変化

凡例記号 S:標準、H:夏、W:冬、X、Y、Z:工場

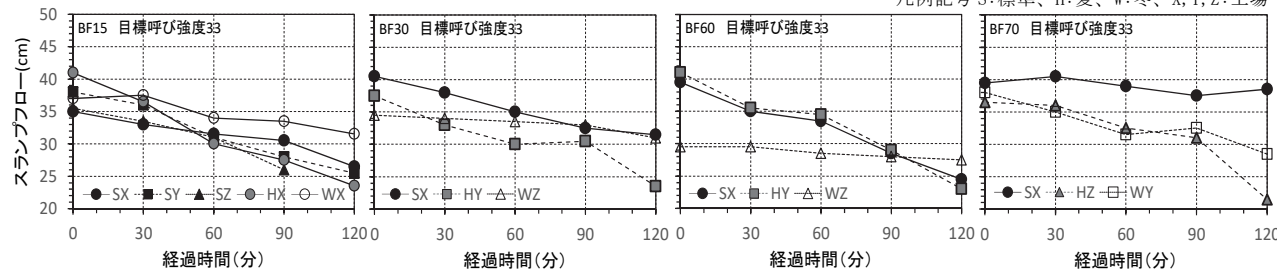


図-4 スランプフローの経時変化

凡例記号 S:標準、H:夏、W:冬、X、Y、Z:工場

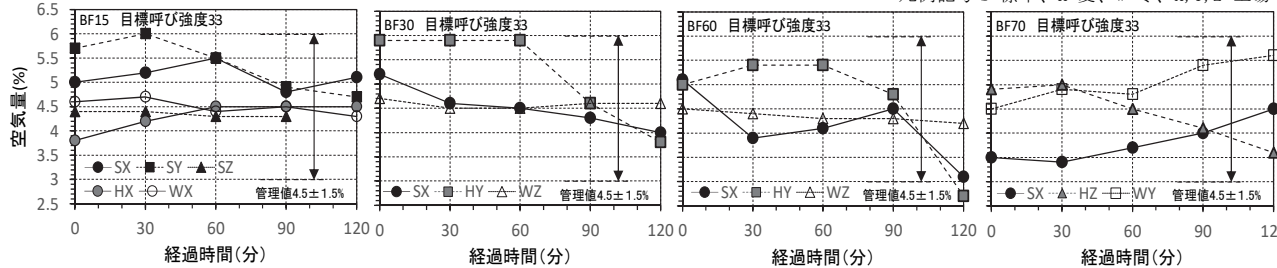


図-5 空気量の経時変化

凡例記号 S:標準、H:夏、W:冬、X、Y、Z:工場

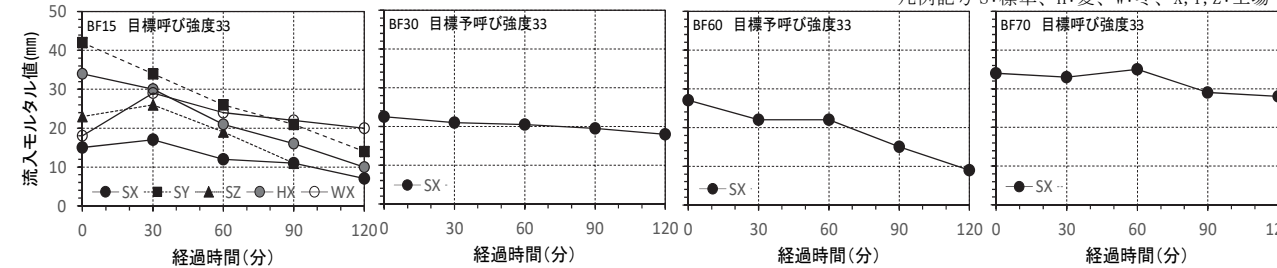


図-6 流入モルタル値の経時変化

(2) スランプフロー

目標呼び強度 33 におけるスランプフローの経時変化を図-4 に示す。スランプフローの経時変化もスランプの経時変化と同様な傾向であった。

(3) 空気量

目標呼び強度 33 における空気量の経時変化を図-5 に示す。空気量は、BF 使用率に関わらず、荷卸し時を想定した 60 分で表-6 に示した目標値を満足した。空気量の経時変化は、BF 添加率が 15% の場合では、時間の経過に伴う変化は少ないが、BF 使用率が増加するに従い一部の条件でばらつきが認められた。

(4) 流入モルタル値

流入モルタル値の測定は、スランプフローの材料分離抵抗性³⁾のほかスランプの流動性評価⁴⁾に利用されるため実施した。目標呼び強度 33 における流入モルタル値の経時変化を図-6 に示す。流入モルタル値は、時間が経過するとともに小さくなる傾向となり、その傾向はスランプの低下、スランプフローの低下と同様であった。

4. 模擬柱試験体コンクリート温度の測定

実機試験練りにおける模擬柱試験体および簡易断熱供試体の温度履歴について報告する。

4.1 温度測定結果

X 工場で行った実験における模擬柱試験体の温度測定結果を表-7 に、各 BF 使用率における最高温度および温

度上昇量を図-7 に示す。なお、温度上昇量は最高温度から打込み温度を差し引いた値であり、打込み温度は練りから 60 分経過した際のコンクリート温度を用いている。BF 使用率による最高温度および温度上昇量に大きな差はみられないが、BF70 においては目標呼び強度の違いによる最高温度および温度上昇量の差が小さい傾向であった。

BF15 における打込み時期ごとの最高温度および温度上昇量を図-8 に示す。最高温度および温度上昇量は、打込み時期が夏期、標準期、冬期の順に大きくなり、その傾向は全ての目標呼び強度で同様にみられた。

単位結合材量と最高温度および温度上昇量の関係を図-9 に示す。最高温度は単位結合材量と直線的な関係が認められ、その直線の傾きは BF15 および BF30 では同程度であった。また、BF60 は BF15 に対し若干小さい傾きになり、BF70 ではさらに小さい傾きとなっている。BF30 および BF70 において BF15 に対し高い最高温度を示しているのは、BF30 および BF70 の打込み温度が高かったためと考えられる。

温度上昇量は、BF15 に対し BF30 および BF60 で小さい値を示し、BF70 では一部大きい値を示しているものの、単位結合材量が大きい場合でも温度上昇量が BF15 と同程度であることから、BF 使用率の増加にともない単位結合材量に対する温度上昇量が小さくなることが考えられる。また、BF70 では単位結合材量に対する最高温度および温

表-7 模擬柱試験体の温度測定結果 (X 工場)

BF 使用率	打込み時期	目標呼び強度	W/B (%)	最高温度 (°C)	温度上昇量 (°C)	到達時間 (h:m)
BF15	標準期 (S)	21	64.8	44.7	24.7	31:47
		33	50.8	50.5	29.5	26:46
		42	41.3	61.3	38.3	29:17
BF 30	標準期 (S)	21	64.8	48.0	23.0	29:18
		33	50.8	53.8	27.8	29:23
		42	41.3	63.2	37.2	28:51
BF 60	標準期 (S)	21	62.6	44.6	23.6	35:18
		33	46.8	55.0	33.0	34:18
		42	38.8	60.4	37.4	38:17
BF 70	標準期 (S)	21	57.7	55.4	28.4	34:52
		33	45.8	59.3	33.3	37:45
		42	36.6	66.2	38.2	35:18
BF 15	夏期 (H)	21	64.8	60.7	29.7	28:57
		33	50.8	68.5	37.5	22:16
		42	41.3	77.6	45.6	23:26
	冬期 (W)	21	64.8	27.4	16.4	40:15
		33	50.8	35.6	23.6	39:59
		42	41.3	43.2	30.2	37:51

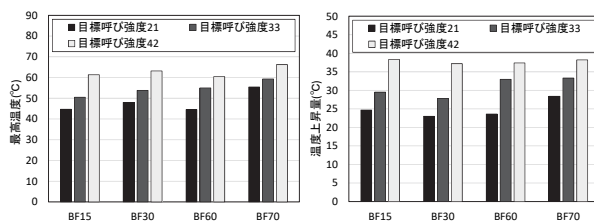


図-7 各 BF 使用率における最高温度および温度上昇量 (標準期)

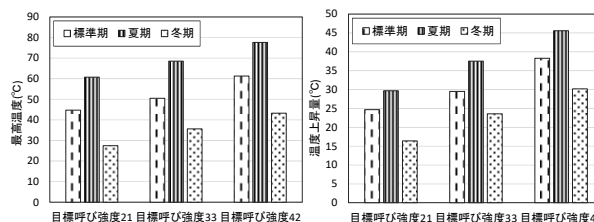


図-8 打込み時期ごとの最高温度および温度上昇量 (BF15)

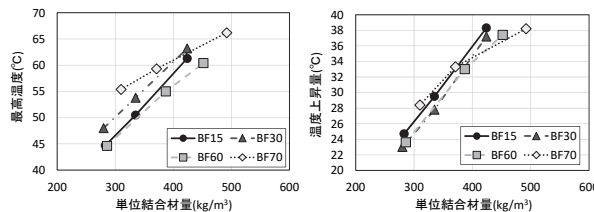


図-9 単位結合材量と最高温度および温度上昇量の関係 (標準期)

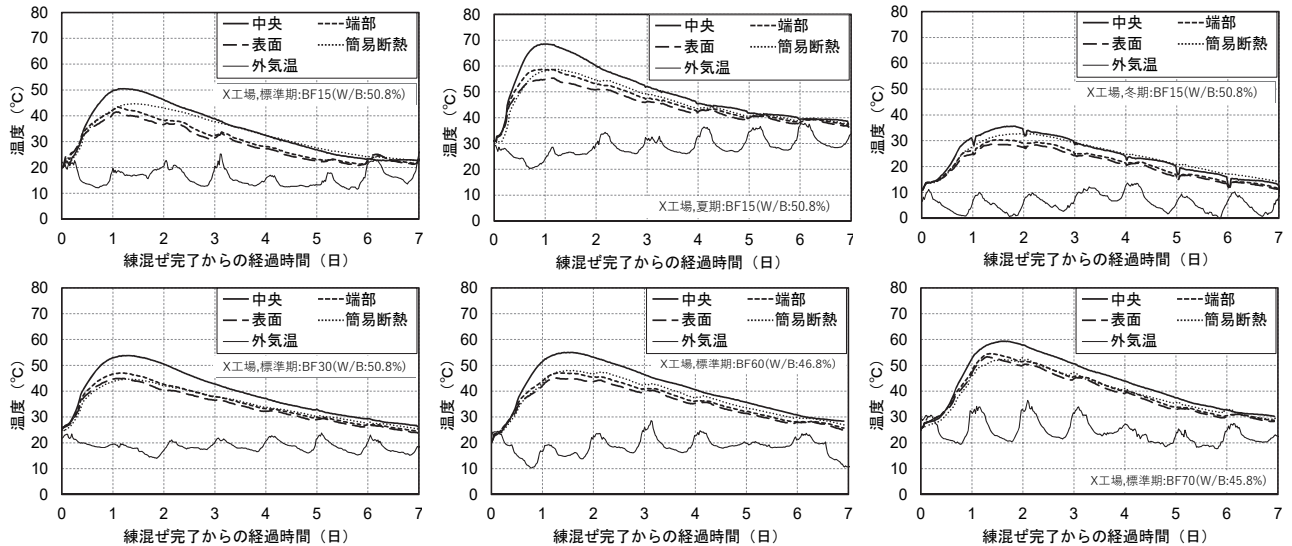


図-10 模擬柱試験体および簡易断熱養生供試体の温度測定履歴（目標呼び強度 33）

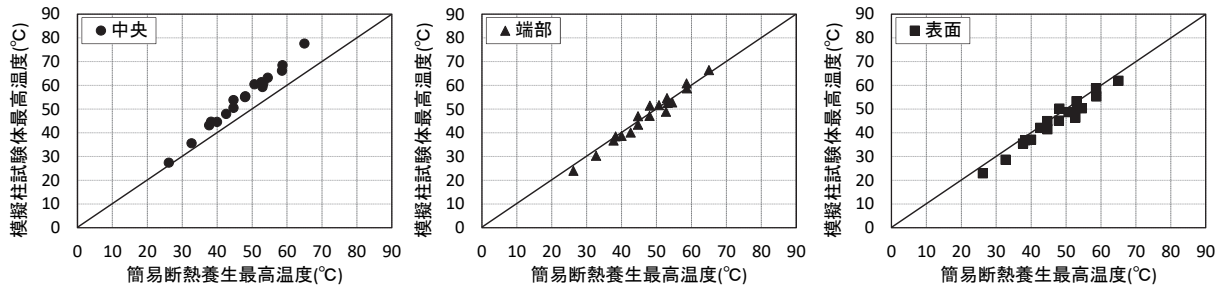


図-11 模擬柱試験体と簡易断熱養生の最高温度および温度上昇量の比較

度上昇量の傾きが小さいことから、BF 使用率をあげることによる温度抑制効果が期待される。

4.2 模擬柱と簡易断熱養生供試体の温度比較

目標呼び強度 33 の模擬柱試験体および簡易断熱養生供試体の温度測定履歴を図-10 に示す。温度上昇量は簡易断熱養生供試体に比べ模擬柱試験体の方が大きくなる傾向がみられた。簡易断熱養生供試体と模擬柱試験体の最高温度および温度上昇量の比較を図-11 に示す。模擬柱試験体の温度上昇量は測定箇所中央部の値を示す。模擬柱試験体中央部（表面から 500mm）では最高温度が低い範囲において簡易断熱養生と模擬柱試験体の最高温度は同程度の値を示したが、最高温度が高い範囲においては模擬柱試験体の最高温度が高くなる傾向がある。一方、端部（表面から 100mm）においては簡易断熱養生供試体と模擬柱試験体の温度は同程度であり、表面（表面から 50mm）においては簡易断熱養生供試体の温度が高くなる傾向がある。

BF 使用率を変化させた場合の簡易断熱養生供試体と模擬柱試験体の最高温度および温度上昇量の比較を図-12 に示す。模擬柱試験体の最高温度は測定箇所中央部の温度である。BF 使用率が模擬柱試験体および簡易断熱養生供試体の最高温度および温度上昇量におよぼす影響に一貫した傾向はみられなかった。

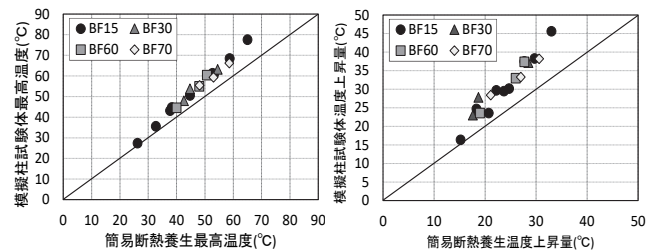


図-12 模擬柱試験体（中央）と簡易断熱養生の温度上昇量の比較

5. まとめ

高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの実機試験練りのフレッシュ性状について検討した。その結果、下記の知見が得られた。

- ①BF 使用率に関わらず、運搬時間による経時変化を見込むことで、現場荷卸し時における所要のフレッシュ性状を満足することができる。
- ②単位結合材量に対する温度上昇量は C 種クラス、特に BF70 において小さい。模擬柱試験体端部の最高温度と簡易断熱養生供試体の最高温度は同程度の値を示した。温度上昇量は簡易断熱養生供試体よりも模擬柱試験体の方が大きい値を示す。

【謝辞】

本研究は、当社と長谷工コーポレーション、青木あすなろ、浅沼組、安藤・間、奥村組、熊谷組、鴻池組、五洋建設、鉄建建設、東急建設、東洋建設、矢作建設工業の13社の共同研究です。関係各位に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：高炉セメントまたは高炉スラグ微粉末を用いた鉄筋コンクリート造建築物の設計・施工指針（案）・同解説、pp.158-168、2017
- 2) 菌井孫文：高炉スラグ微粉末を混和材として用いたコンクリートの性状(その1～その2)、銭高組技報 No. 44、pp. 27-42、2019. 11
- 3) 松田敏：円筒貫入計による高流動コンクリートのコンシステンシー評価に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集A、pp. 511-512、1994. 7
- 4) 日本建築学会：コンクリートの調合設計施工指針・同解説、pp. 73-75、2015. 2