

増粘剤含有流動化剤を用いた高流動化コンクリートに関する研究

川又 篤*1・唐沢 智之*2

概 要

建築分野における増粘剤含有流動化剤を用いた高流動化コンクリートの利用拡大に向け、フレッシュ性状を主とする室内実験および実機実験を行った。

室内実験では、高流動化により所要のスランプフローが得られれば、材料分離の傾向はみられないことを確認した。また、Jリングフロー、ブロッキング値、PJ値、U形充填高さおよび円筒貫入量とスランプフローとの関係性について確認した。

実機実験では、高流動化によりコンクリートが分離せずに均一性を確保するための攪拌時間、スランプフローの経時変化、および締固め時の加振時間について確認した。

キーワード：コンクリート、高流動、流動化、増粘剤

STUDY OF HIGH FLUIDITY CONCRETE WITH SUPERPLASTICIZER
CONTAINING VISCOSITY MODIFYING AGENT

Atsushi KAWAMATA *1, Tomoyuki KARASAWA *2

Abstract

To extend the use of a high fluidity concrete with a superplasticizer containing a viscosity modifying agent, indoor tests and practical plant tests were carried out to study the properties of fresh concrete with the agent.

In the indoor tests, it was confirmed that the concrete does not tend to segregate if desired slump flow is obtained by the fluidization. Furthermore, we confirmed a relationship between slump flow and the properties such as J-Ring flow, blocking value, PJ value, height in self-compacting test and mortar height in cylinder penetration test.

In the practical plant tests, mixing time to avoid the segregation of concrete by fluidization, time-dependent change of slump flow and vibration time in compaction were confirmed.

Keywords: concrete, high fluidity, fluidization, viscosity modifying agent

*1 Material Group, Research & Development Center, Construction Technology General Center

*2 Manager, Material Group, Research & Development Center, Construction Technology General Center

増粘剤含有流動化剤を用いた高流動化コンクリートに関する研究

川又 篤*1・唐沢 智之*2

1. はじめに

建築のコンクリート工事における CFT 充填コンクリート、免震基礎コンクリート、大口径杭コンクリート等では、調合管理強度（呼び強度）が 45N/mm^2 以下でありながら、スランプ 21cm を超える流動性に優れたコンクリート（以下、中・高流動コンクリート）が必要となる。建築のコンクリート工事では、建築基準法第 37 条により、コンクリートに JIS 規格に適合するもの、もしくは国土交通大臣の認定を受けたものを使用しなければならない。JIS A 5308:2014 では、呼び強度 50, 55 および 60N/mm^2 という高強度域において、スランプフロー 50 および 60cm が認められているものの、この範囲の JIS 認証を取得しているレディーミクストコンクリート工場は極稀である。そのため、指定強度（呼び強度）が 45N/mm^2 を超える大臣認定品の高強度・高流動コンクリートを使用している場合がほとんどある。いずれにせよ、流動性に優れたコンクリートを用いるには、必要以上に強度の高いコンクリートを使用することになり、コストアップ、セメント量増加によるひび割れ発生、製造可能なレディーミクストコンクリート工場の選定等に課題がある。

一方、JIS A 5308 は、2019 年に改正が予定されており、呼び強度 45N/mm^2 以下においてもスランプフロー管理のコンクリートが盛り込まれる見通しとなっている。そのため将来的には、呼び強度 45N/mm^2 以下の中・高流動コンクリートにも、JIS 規格品の使用が増えるものと推察される。しかし、中・高流動コンクリートの出荷実績が少ない首都圏以外のエリアでは、レディーミクストコンクリート工場がスランプ

フロー管理のコンクリートの JIS 認証を取得しないことも予想される。また、改正 JIS を盛り込んだ告示改正の時期は不明であり、JIS 改正後直ちに中・高流動コンクリートを建築構造物に適用できるか定かではない。

そこで筆者らは、セメント量が比較的少ない普通コンクリートに増粘剤含有流動化剤を現場添加して製造する中・高流動コンクリート（以下、高流動化コンクリート）に着目した。この手法では、単位セメント量が普通コンクリートと同等であるため、ひび割れ発生の確率を低減できる。また、増粘剤含有流動化剤を現場添加して製造するため、告示の改正に関わらず、どこでも中・高流動コンクリートを製造することが可能である。

ただし、日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」¹⁾では、流動化コンクリートの最大スランプを 23cm に規定しており、中・高流動コンクリートに流動化することは一般化されていない。

本研究では、建築分野における増粘剤含有流動化剤を用いた高流動化コンクリートの利用拡大に向け、フレッシュ性状を主とする各種実験を行った。

2. 実験方法

2.1 概要

実験は大きく分けて室内実験と実機実験の 2 種類を実施した。室内実験では、高流動化コンクリートのフレッシュ性状に関する各種試験を実施して、間隙通過性や材料分離抵抗性を確認した。実機実験では、アジテータ車のドラム内での高流動化コンクリートの均一性、スランプ

*1 建設技術総合センター 研究開発センター 材料グループ

*2 建設技術総合センター 研究開発センター 材料グループ グループリーダー

フローの経時変化および締固め性能について確認した。

2. 2 実験項目

(1) 室内実験

表-1 に試験項目を示す。

高流動化コンクリートのフレッシュ性状の評価として、スランプフローの他に、間隙通過性の評価は J リングフロー試験および U 形充填試験に

より行い、材料分離抵抗性の評価は目視観察および円筒貫入試験²⁾により行った。図-1 に円筒貫入計を、写真-1 に円筒貫入試験の状況を示す。

(2) 実機実験

【ドラム内の均一性】

高流動化コンクリートは、各調合の高流動化前の普通コンクリート（以下、ベースコンクリート）を 4.0m³ (2.0m³×2 バッチ) あるいは 2.0m³ (2.0m³×1 バッチ) 練り混ぜてアジテータ車 (10t 積載車) に積載し、増粘剤含有流動化剤を添加して攪拌することにより製造した。攪拌の際のアジテータ車のドラムの回転数は、ドラムを高速回転したときに最も速度の遅い車に合わせて 12 回転/分とした。高流動化後のドラム内の均一性の確認は、積載量を 4.0m³ とした場合は 1.0m³ (前), 2.0m³ (中), 3.0m³ (後), 積載量を 2.0m³ とした場合は 0.5m³ (前), 1.0m³ (中), 1.5m³ (後) 排出した時点で採取したコンクリート試料のフレッシュ性状を比較することにより行った。

日本建築学会「流動化コンクリート施工指針・同解説」³⁾では、流動化のための攪拌の基準として、アジテータ車から排出される流動化コンクリートのおよそ 1/4 と 3/4 のところから採取した試料によるスランプ試験の差が 3cm 以内となるように攪拌を行うとしている。スランプの管理幅は±2.5cm であり、上記判定基準は片側管理幅よりも若干大きな値としている。ここでは、安全を考慮し、前、中、後から採取

表-1 試験項目(室内実験)

試験項目	試験方法・判定基準
スランプ (ベースコンクリート)	JIS A 1101 判定基準: 1±2.5cm, 5, 18±2.5cm, 21±2.0cm
スランプフロー	JIS A 1150, 判定基準: 45, 50, 55±7.5cm
J リングフロー, B 値, PJ 値	JIS A 1159, JIS A 1160
U 形充填高さ	JSCE-F 511(障害 R2)
円筒貫入量 ²⁾	内径φ30mmの筒の周囲にφ7mmの穴が28個空いた試験器を、コンクリート試料に挿入し、10秒後に引き上げ、流入したモルタルの高さを測定
空気量	JIS A 1128, 判定基準: 4.5±1.5%

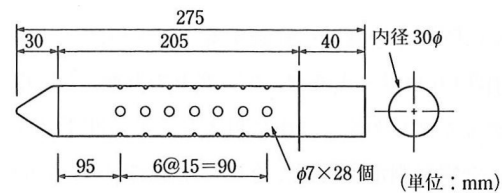


図-1 円筒貫入計²⁾



写真-1 円筒貫入試験状況

した試料によるスランプフロー試験の差が、スランプフローの片側管理幅 7.5cm 以内を判定基準とした。

【スランプフローの経時変化】

各調合のベースコンクリートを 4.0m³ (2.0m³×2 バッチ) 練り混ぜ、アジテータ車 (10t 積載車) に積載し、運搬時間を考慮して練混ぜ 30 分後の試験において所要のフレッシュ性状が得られたことを確認した後に、増粘剤含有流動化剤を添加して攪拌し、その後 30 分毎にスランプフローを確認した。

【締固め性能】

図-2 に実験の概要図を示す。実験では、4 つの型枠にコンクリートを打込み、棒形振動機をコンクリート中心部に挿入して、それぞれ所定の時間加振した。加振時間については、日本

建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」¹⁾において棒形振動機による締固めの加振時間が1か所5~15秒とされているため、その範囲の5, 10, 15秒と、過剰に加振した場合を想定した30秒の4ケースとした。

棒形振動機には、高周波バイブレータ（種別40mm, 振動部径43mm, 振動部長さ330mm, 振動数240Hz）を使用した。日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」¹⁾では、公称棒径45mmの棒形振動機の有効範囲を考慮して、挿入間隔を60cmとしている。使用した振動機の公称径は40mmであるため、挿入間隔は53.3cmと想定して、型枠内寸の幅は50cmとした。

コンクリート硬化後に、試験体を半分に切断して、切断面の粗骨材面積率により粗骨材の沈降具合を定量的に評価した。評価範囲は、切断

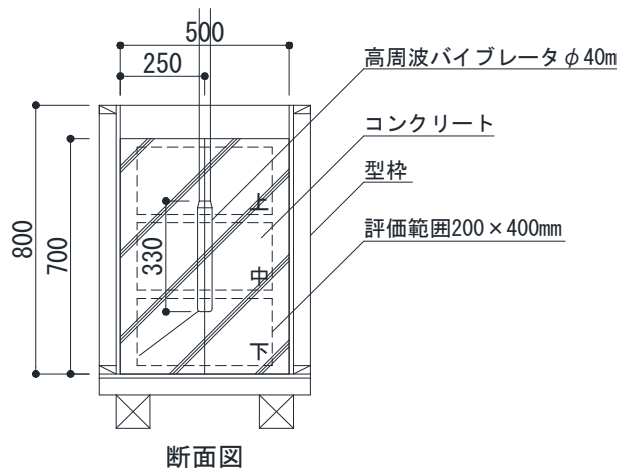


図-2 締固め性能実験概要図

面の[上], [中], [下]の3箇所とし、型枠付近は締固めの際の振動の反射の影響があるものと考え、それぞれ幅400×高さ200mmの範囲とした。切断面中で直径5mm以上の骨材を粗骨材と見做して色付けし、画像処理の上、ピクセル数をカウントして粗骨材面積率を求めた。

表-2 調合および使用材料

調合No.	呼び名	目標フロー(cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³) ※Ad, SP, VSP(C×%)							備考	
					W	C	S1	S2	G	Ad	SP		VSP
A-1	27-15-20N	45	55.0	45.8	169	308	410	410	1008	0.70	-	0.50	
A-1'	27-15-20N	-	55.0	45.8	169	308	410	410	1008	0.70	-	0.70	VSP過剰添加
A-2	27-18-20N	50	57.5	47.4	170	296	427	427	982	-	0.60	0.35	
A-3	33-15-20N	45	48.0	43.6	174	363	378	378	1015	0.70	-	0.40	
A-3'	33-15-20N	-	48.0	43.6	174	363	378	378	1015	0.70	-	0.60	VSP過剰添加
A-4	33-21-20N	55	50.0	47.3	175	350	412	412	953	-	0.70	0.25	
A-4'	33-21-20N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0.55	-	SP後添加
A-5	36-15-20N	45	46.5	44.6	165	355	393	393	1015	-	0.55	0.35	
A-6	36-18-20N	50	46.5	45.3	170	366	395	395	989	-	0.60	0.33	
A-7	45-15-20N	45	39.0	42.8	165	423	365	365	1015	-	0.60	0.35	
A-8	45-18-20N	50	39.0	43.4	170	436	366	366	989	-	0.70	0.30	
A-9	45-21-20N	55	39.0	44.7	175	449	371	371	953	-	0.80	0.20	
B-1	27-15-20N	45	54.4	44.6	174	320	551	244	1015	0.80	-	1.00	
B-2	27-18-20N	50	56.5	48.8	170	301	611	271	953	-	1.10	0.80	
B-3	33-15-20N	45	47.1	42.3	181	385	502	222	1015	0.90	-	0.80	
B-4	33-21-20N	55	49.6	51.3	175	353	624	276	878	-	0.95	0.80	
B-4'	33-21-20N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0.80	-	SP後添加
B-5	36-15-20N	45	46.6	45.4	165	354	562	247	999	-	0.95	0.80	
B-6	36-18-20N	50	46.6	47.2	170	365	575	255	953	-	1.00	0.60	
B-7	45-15-20N	45	40.1	43.9	165	412	525	233	999	-	0.90	0.70	
B-8	45-18-20N	50	40.1	45.7	170	424	541	239	953	-	1.00	0.70	
B-8'	45-18-20N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0.40	-	SP後添加
B-9	45-21-20N	55	40.1	49.3	175	437	575	255	878	-	0.95	0.65	

[使用材料] セメント: 普通ポルトランドセメント
 細骨材: A: S1山砂(千葉県市原市産), S2石灰砕砂(高知県吾川郡産)
 B: S1砂(茨城県鹿嶋市産), S2石灰砕砂(栃木県佐野市産)
 粗骨材: A: 石灰砕石(北海道北斗市産), B: 石灰砕石(栃木県佐野市産)
 AE減水剤(Ad): A: 主成分: リグニンスルホン酸, ポリカルボン酸(高機能タイプ)
 B: 主成分: リグニンスルホン酸, オキシカルボン酸
 高性能AE減水剤(SP): ポリカルボン酸系
 増粘剤含有流動化剤(VSP): ポリカルボン酸系

2. 3 調合および使用材料

(1) 室内実験

表-2に調合および使用材料を示す。2つのメーカーの混和剤（A社およびB社）を使用して、それぞれ9つの調合について実験を行った。また、材料分離した際の性状を確認する目的で、A-1およびA-3については、増粘剤含有流動化剤を過剰に添加したケース（A-1'およびA-3'）も別途実施した。またA-4、B-4およびB-8については、高流動化後の各種試験を行った後に高性能AE減水剤を後添加したケース（A-4'、B-4'およびB-8'）も実施した。練混ぜは、強制二軸ミキサを使用して、ベースコンクリートを70リットル練り混ぜた後に、増粘剤含有流動化剤を添加して90秒間攪拌した。

(2) 実機実験

実機実験では、表-3に示す調合について実験を実施した。A工場およびB工場では、それぞれA社およびB社の混和剤を使用しており、調合および使用材料は、表-2と同様である。ただし、混和剤の添加量についてはフレッシュ性状の判定基準を満足するように調整した。

3. 実験結果

3. 1 室内実験

(1) 概要

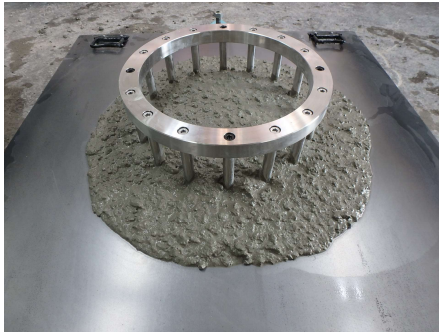
表-4にフレッシュ試験結果の一覧を示す。また、図-4～図-8における凡例を図-3に示す。Jリングフロー試験において、写真-2(b)に示すようにコンクリートがバーの外側まで回り込まなかったケースについては、ブロッキング値（以下、B値）およびPJ値を正確に評価できないと考え、別のプロット（以下、Jリング不可データ）とした。また、舟に静置した高流動化コンクリートの目視観察により、粗骨材の沈降、ペースト・混和剤の浮きが見られたケースについては、材料分離の傾向があるものと考え、別のプロット（以下、分離傾向データ）とした。なお、材料分離の傾向が見られた

表-3 調合と実験項目の組合せ

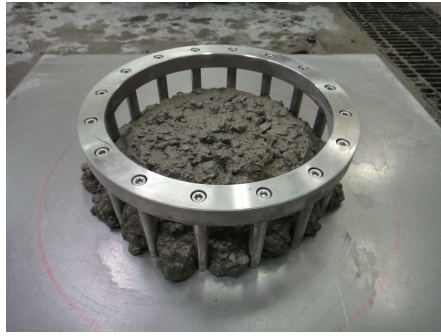
工場	呼び名	均一性	経時変化		締固め性能
			標準期	夏期	
A	27-15-20N	-	○	○	-
	36-18-20N	○	○	-	-
	45-21-20N	○	○	○	○
B	27-15-20N	-	○	○	-
	36-18-20N	○	○	-	-
	45-21-20N	○	○	○	-

表-4 フレッシュ試験結果

調合 No.	呼び名	目標フロー (cm)	ベース		高流動化							備考
			スランプ (cm)	空気量 (%)	スランプフロー (mm)	Jリング			空気量 (%)	U形充填高さ (mm)	円筒貫入量 (mm)	
						フロー (mm)	B値 (mm)	PJ値 (mm)				
A-1	27-15-20N	45	17.0	3.5	416	352	65	79	3.1	181	30	Jリング外側まで回り込まず
A-1'	27-15-20N	45	-	-	631	472	159	54	3.8	289	69	VSP過剰添加、材料分離傾向
A-2	27-18-20N	50	19.5	4.5	449	363	86	82	5.0	262	29	Jリング外側まで回り込まず
A-3	33-15-20N	45	17.5	3.9	412	366	46	81	4.5	286	28	Jリング外側まで回り込まず
A-3'	33-15-20N	45	-	-	639	515	124	49	4.4	272	80	VSP過剰添加、材料分離傾向
A-4	33-21-20N	55	21.5	4.5	563	489	75	41	5.4	336	52	
A-4'	33-21-20N	55	-	-	692	563	130	55	1.4	175	69	SP後添加、材料分離傾向
A-5	36-15-20N	45	15.5	4.4	436	360	77	79	4.9	241	25	Jリング外側まで回り込まず
A-6	36-18-20N	50	19.0	4.5	496	418	79	50	5.0	313	38	
A-7	45-15-20N	45	14.0	3.9	445	357	88	76	5.4	225	37	Jリング外側まで回り込まず
A-8	45-18-20N	50	19.0	4.3	514	457	58	39	5.3	325	52	
A-9	45-21-20N	55	21.5	4.5	585	488	97	40	5.7	330	50	
B-1	27-15-20N	45	14.5	4.4	411	354	57	90	4.8	250	22	Jリング外側まで回り込まず
B-2	27-18-20N	50	19.5	5.2	470	425	45	47	5.7	308	27	
B-3	33-15-20N	45	17.5	5.1	434	375	59	72	5.1	288	47	Jリング外側まで回り込まず
B-4	33-21-20N	55	20.0	4.8	492	442	50	41	5.7	321	20	
B-4'	33-21-20N	55	-	-	678	611	68	30	3.1	349	28	SP後添加、材料分離せず
B-5	36-15-20N	45	15.0	3.8	458	417	41	54	5.0	301	32	
B-6	36-18-20N	50	19.5	4.0	450	433	18	49	4.7	292	20	
B-7	45-15-20N	45	17.0	4.9	474	445	29	43	5.8	302	27	
B-8	45-18-20N	50	20.5	3.6	557	499	58	33	5.2	333	38	
B-8'	45-18-20N	50	-	-	694	628	66	27	3.7	344	46	SP後添加、材料分離せず
B-9	45-21-20N	55	21.5	4.5	518	469	49	39	6.0	307	23	



(a) 正規データ



(b) Jリング不可データ

写真-2 Jリングフロー試験

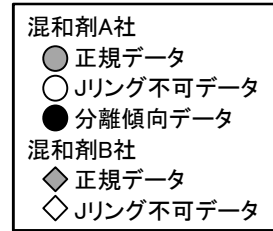


図-3 図-4～図-8の凡例

ケースは、A-1'、A-3' および A-4' である。高流動化により表-1に示す所要のスランブフローが得られたケースについては材料分離の傾向は見られなかった。

(2) Jリングフロー試験

図-4にJリングフローとスランブフローの関係を示す。分離傾向データを除けば、Jリングフローとスランブフローの関係はほぼ比例関係を示し、Jリングフローはスランブフローよりも1割程度小さい結果となった。分離傾向データについては、2~3割程度小さい結果となった。この原因として、モルタル分の粘性の低下により、バーの外側まで粗骨材を運べず、バーの内側に粗骨材のブロッキングが生じ、リング内にコンクリートが集積してフローが広がらなかったものと考えられる。

図-5にB値とスランブフローの関係を示す。Jリング不可データを除き、混和剤毎のプロットを見ると、スランブフローの増大に伴って、B値が増加する傾向が見られた。分離傾向データのB値は高い値となり、間隙通過性の低下を評価できる結果となった。B値はJリングフローとスランブフローの差であるため、図-4の結果からも妥当な結果と言える。材料分離が見られないと判断したケースについては、JIS 評価基準 75mm 以下を概ね満足する結果となった。

図-6に、PJ値とスランブフローの関係を示す。分離傾向データを除けば、PJ値とスランブフローには高い相関が見られた。Jリング不可

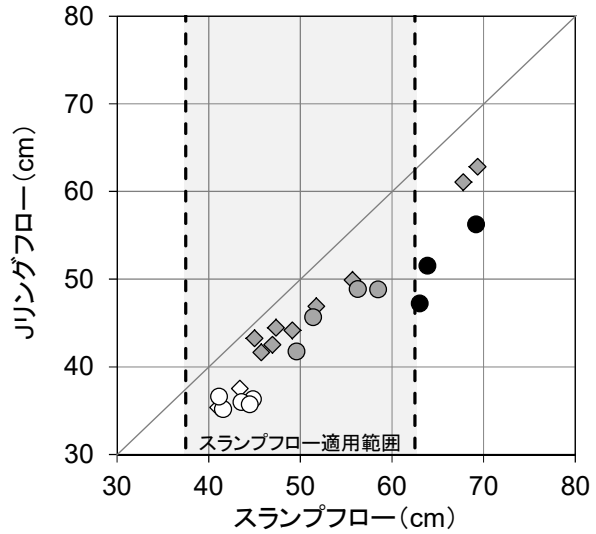


図-4 Jリングフロー

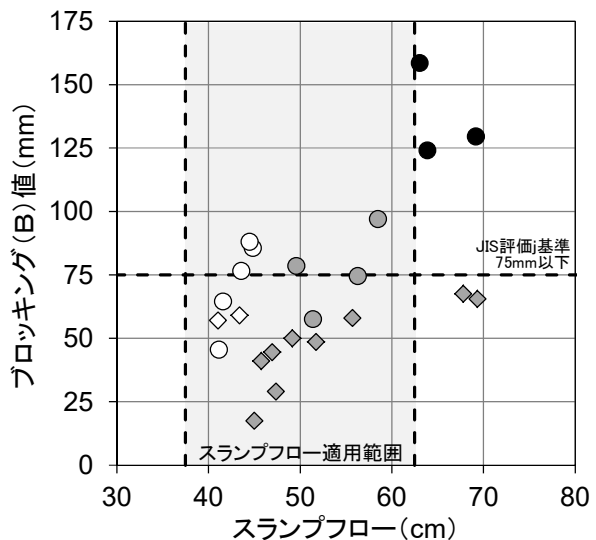


図-5 ブロッキング値

データと分離傾向データを除けば、スランブフロー50cm程度ではJIS評価基準60mm以下を、スランブフロー60cm程度ではJIS評価基準

40mm 以下を概ね満足する結果となった。分離傾向データについては、スランプフローが 60～70cm 程度であるため、目標スランプフロー 60cm の JIS 評価基準 40mm 以下と比較すると満足しない結果となった。これは、上記した原因と同様に、J リング内にコンクリートが集積したため、J リング内外の高低差である PJ 値が増加したものと考えられる。

(3) U 形充填試験

図-7 に、U 形充填高さとのスランプフローの関係を示す。分離傾向データを除けば、スランプフローの増大に伴って、U 形充填高さも高くなる傾向を示した。土木学会「コンクリート標準示方書」⁴⁾に示される U 形充填高さの評価値 300mm 以上となるのは、スランプフロー45cm 程度以上となった。また、分離傾向データについては、スランプフローが 60～70cm と大きいにも拘らず、U 形充填高さ 300mm を下回る結果となったことから、粗骨材が沈降し、障害で粗骨材のブロッキングが生じて間隙通過性が低下したものと考えられる。

(4) 円筒貫入試験

図-8 に、円筒貫入量とのスランプフローの関係を示す。分離傾向データについては、円筒貫入量が約 70mm 以上と多い傾向にあり、材料分離抵抗性の著しい低下を評価できた。

3. 2 実機実験

(1) ドラム内の均一性

図-9 にアジテータ車に積載した高流動化コンクリートの試料採取のタイミングとスランプフローの関係を、図-10 に試料採取のタイミング間のスランプフローの最大差を示す。スランプフロー最大差は、片側管理幅 7.5cm 以内を判定基準としているが、A 工場における 90 秒攪拌のみがこれを超える結果となった。B 工場においても 90 秒攪拌はスランプフローの最大差は比較的大きい結果となった。積載量が 2m³ の場合については、積載量 4m³ と比較して大きな差異は見られなかった。以上のことから、高流動化時の均一性を確保するためには、90 秒で

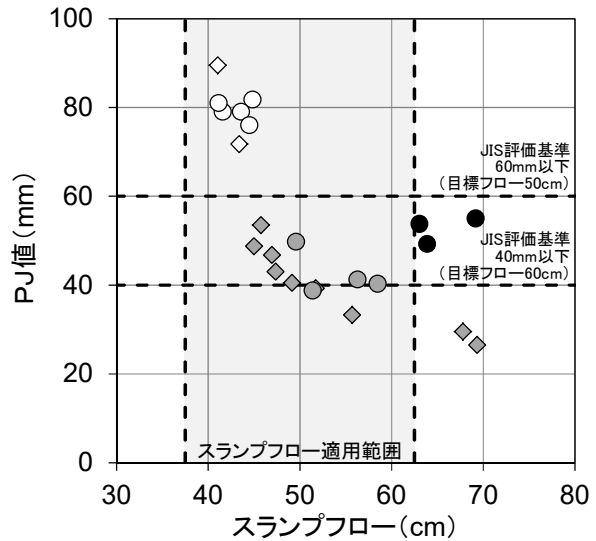


図-6 PJ 値

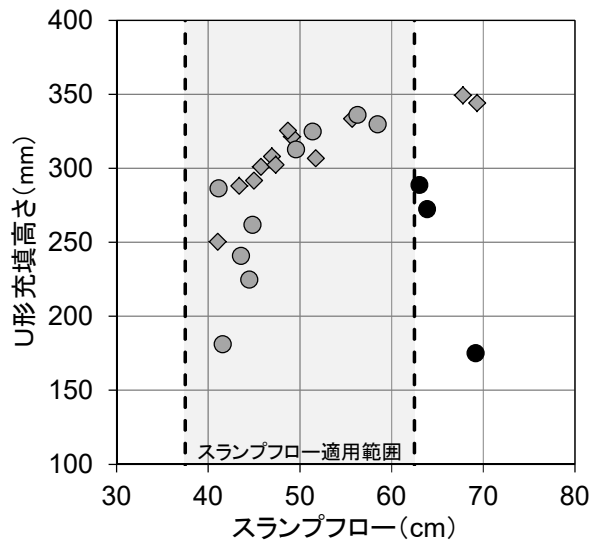


図-7 U 形充填高さ

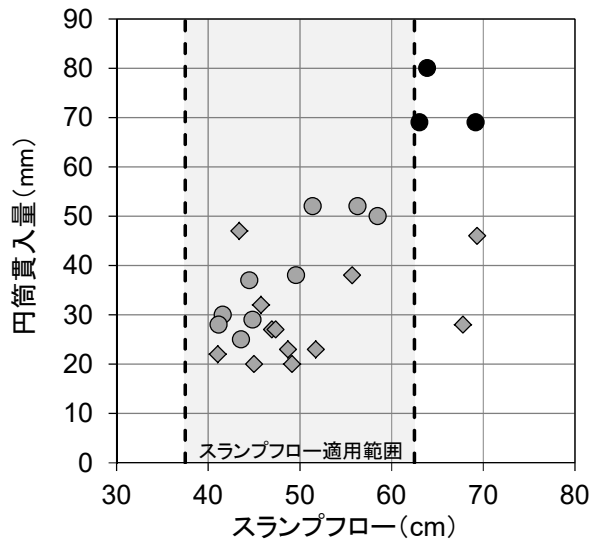


図-8 円筒貫入量

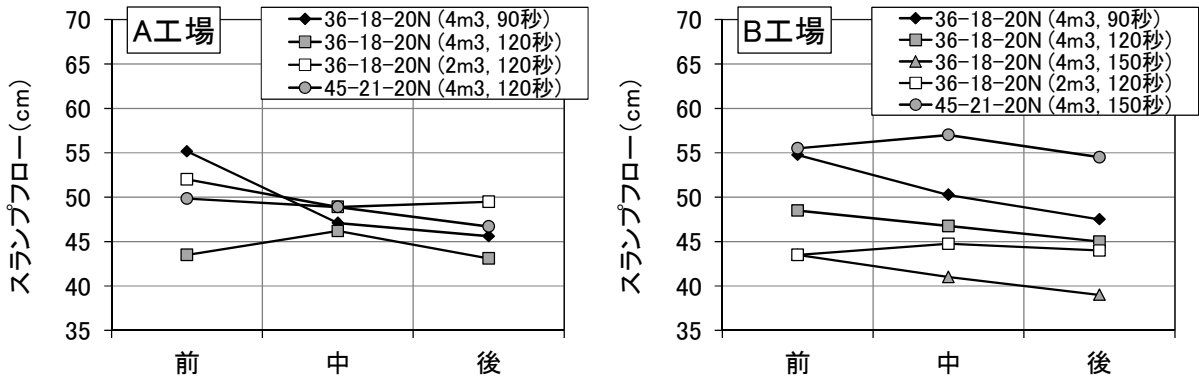


図-9 試料採取のタイミングとスランプフローの関係

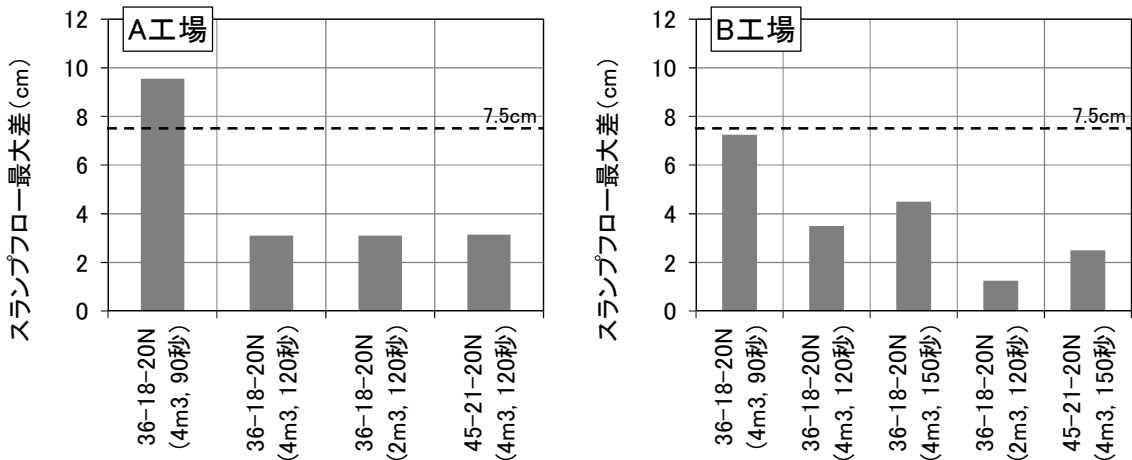


図-10 試料採取のタイミング間のスランプフローの最大差

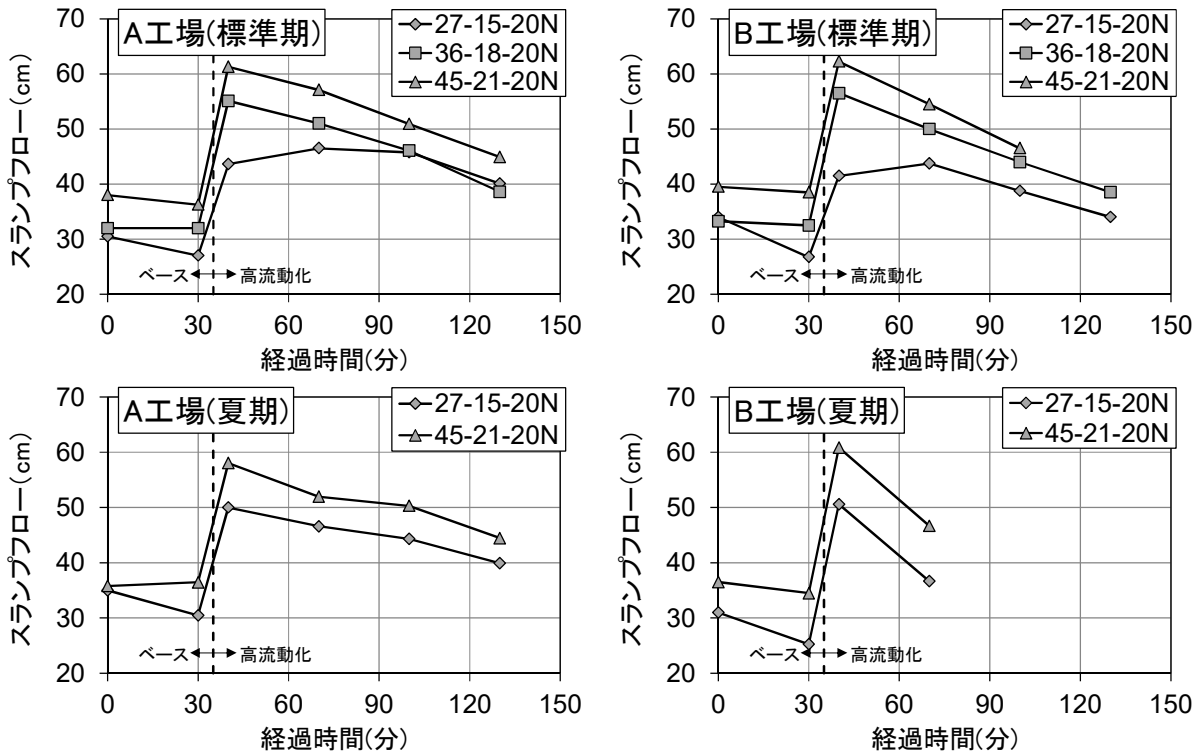


図-11 スランプフローの経時変化

は攪拌時間が短く、120 秒以上の攪拌が必要であることが確認できた。

(2) スランプフローの経時変化

図-11 にスランプフローの経時変化を示す。標準期では、ベースコンクリートに AE 減水剤を使用した 27-15-20N の経時変化が小さい傾向を示した。夏期については、A 工場では標準期と同等の結果を示したが、B 工場では高流動化後 30 分で判定基準を下回る結果となった。これは、A 工場では夏期に遅延形の増粘剤含有流動化剤を使用したため、スランプフローの経時変化が小さくなったものと考えられる。標準期の AE 減水剤を使用した調合以外では、高流動化後 30 分で片側管理幅 7.5cm 程度低下するものもあるため、高流動化後は速やかに打込む必要があることが確認できた。

(3) 締固め性能

写真-3 に切断面の粗骨材分布状況の一例（加振時間 15 秒）を、図-12 に[上]に対する粗骨材面積率の比を示す。5 秒および 10 秒の加振では、[上]、[中]、[下]に大きな差は見られなかった。15 秒では、[上]に対して[下]は 1.19 であり、30 秒では 1.28 であった。既往の研究⁵⁾では、φ150×300mm の供試体の結果ではあるが、[上]に対する[下]の粗骨材面積率の比が 1.4 以上の場合で材料分離傾向を示すと報告されている。そのため、日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」¹⁾で示される加振時間（1 か所 5～15 秒）の範囲であれば、締固めにより極端な粗骨材の偏在や顕著な沈降は認められないことが確認できた。

4. まとめ

本研究では、建築分野における増粘剤含有流動化剤を用いた高流動化コンクリートの利用拡大に向け、フレッシュ性状の確認を主とする各種実験を行った。以下に結果をまとめる。

(1) 高流動化により所要のスランプフローが得られれば、材料分離の傾向はみられないことが確認できた。

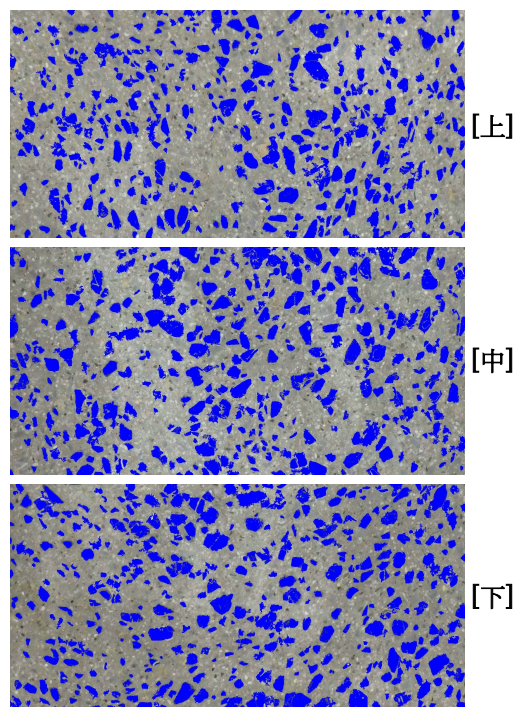


写真-3 切断面粗骨材分布（加振 15 秒）

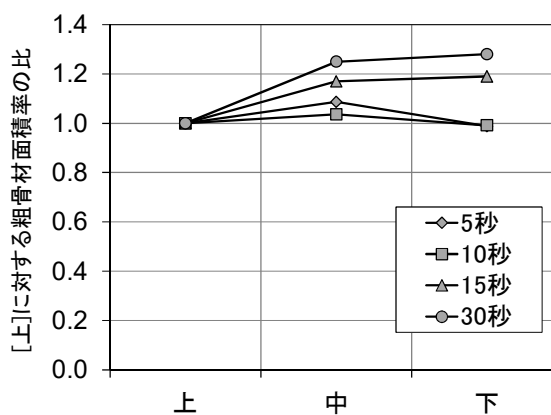


図-12 粗骨材面積率の比

- (2) Jリングフロー、PJ値およびU形充填高さについては、スランプフローの増大に伴って高い値を示す傾向が確認できた。
- (3) 混和剤の過剰添加によりスランプフローが増大した場合の間隙通過性もしくは材料分離抵抗性の低下については、B値もしくは円筒貫入量により評価できることが確認できた。
- (4) 高流動化時の攪拌の際のアジテータ車のドラムの回転数を12回転/分とした場合、攪拌時間90秒ではアジテータ車内のスランプフローに大きな差が見られたことから、均一性

を確保するために攪拌時間は 120 秒以上が必要であることがわかった。

- (5) スランプフローの経時変化については、標準期でベースコンクリートに AE 減水剤を使用した 27-15-20N が小さい傾向を示した。

ベースコンクリートに高性能 AE 減水剤を使用した調合や夏期では、高流動化後 30 分で片側管理幅 7.5cm 程度低下するものもあるため、高流動化後は速やかに打込む必要があることが確認できた。

- (6) 締固めに関しては、加振時間が 1 か所 5～15 秒の範囲であれば、極端な粗骨材の偏在や顕著な沈降は認められないことが確認できた。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事，2018.7
- 2) 日本建築学会：高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針(案)・同解説，1997.1
- 3) 日本建築学会：流動化コンクリート施工指針・同解説，1989.9
- 4) 土木学会：コンクリート標準示方書[施工編]，2018.3
- 5) 本間大輔，河野政典，中島忠大，金子樹，砂川大栄：高流動性コンクリートの材料分離抵抗性の評価に関する研究(その 4 フェーズ 1 粗骨材沈下割合試験および硬化コン粗骨材面積の測定)，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.773-774，2018.9