

現場流動化型高流動コンクリートに関する検討

清水峻 * 金森誠治 * 野中英 * 三谷和裕 *

本研究では、現場で増粘剤一液タイプ流動化剤を添加し、流動化した高流動コンクリート（現場流動化型高流動コンクリート）について、単位セメント量および微粒分量の影響を確認することを目的とし、VSPによる高流動コンクリートの基本性状、流動化後の分離抵抗性、フレッシュコンクリートの経時変化を検討した。また、流動化前のコンクリート（以下、ベースコンクリートと略記）の品質変動が流動化後のコンクリートの品質に与える影響の検討を行い、増粘剤一液タイプ流動化剤による高流動コンクリートについて、単位セメント量および微粒分量を変化させた場合の影響について示した。

キーワード：高流動コンクリート、増粘剤一液タイプ流動化剤、流動化、経時変化、品質変動

1. はじめに

過密配筋や意匠的に複雑であるなどの高い充填性が必要となる部位において、流動性が高い高流動コンクリートが適用されている。建築工事では、スランプフロー管理の高流動コンクリートを適用するには原則として建築基準法第37条による大臣認定の取得が必要である。

病院や庁舎の重要構造物を中心に地方都市での免震工事などの高流動コンクリートを用いた物件が増えており、全国的に高流動コンクリートの需要が高まっている。しかし、地方都市では高流動コンクリートの大臣認定を取得した生コン工場がない地域も多く、その場合は高コストかつ施工管理が煩雑なグラウト充填材で代用しているのが現状である。

近年、コンクリート用化学混和剤の発展により、分離抵抗性と流動性の両方を付加できる増粘剤一液タイプ流動化剤（以下、VSPと略記）が開発されている¹⁾。このVSPを現場で添加することで、スランプ管理のJIS規格コンクリートをスランプフロー管理の高流動コンクリートに変更することが可能となっており、従来の流動化コンクリートと同様に大臣認定の取得を必要としない。

一方、従来の流動化コンクリートでは、セメント量や微粒分量が不足すると低品質な分離したコンクリートとなる場合があるが²⁾、VSPによる高流動コンクリートの単位セメント量および微粒分量の影響を検討した例は少ない。

本検討では、単位セメント量および微粒分量を変化させた場合の現場流動化型高流動コンクリートについて、ベースコンクリートおよび流動化後のコンクリートのフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの性状の検討、フレッシュコンクリートの経時変化の検討を行った。また、ベースコンクリートの品質変動が流動化後のコンクリートの品質に与える影響の検討も行った。

* 技術本部 技術研究所 基盤技術研究室

2. フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの性状に関する検討

高流動コンクリートは分離抵抗性が重要となる。分離抵抗性の向上には、単位セメント量や骨材の微粒分量などの粒度の細かい粉体の増量が効果的である。そこで、室内試験練りにおいて、単位セメント量や微粒分量が変化した場合のVSPによる高流動コンクリートのフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの性状の比較と品質の確認を行った。

2.1 実験概要

2.1.1 実験の要因と水準

Table 1に実験の要因と水準を示す。実験の要因は、水セメント比および粗骨材の種類とした。水セメント比は、単位セメント量を変化させるため、40%および50%とし、粗骨材の種類は微粒分量を変化させるため、石灰碎石(G1)および硬質砂岩碎石(G2)とした。

2.1.2 コンクリートの調合および使用材料

Table 2にコンクリートの調合、Table 3にコンクリートの使用材料を示す。調合条件は、単位水量を175kg/m³、粗骨材かさ容積を550L/m³、空気量を4.5%とした。スランプは、流動化後のコンクリートの分離抵抗性を考慮し、ベースコンクリートからのスランプフローの伸び幅を極力小さくするため、JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）（以下、JIS A 5308と略記）で定められた最も大きい21cmとした。粗骨材は、微粒分量0.7%の石灰碎石(G1)、微粒分量0.1%の硬質砂岩碎石(G2)の2種類とした。混

Table 1 実験の要因と水準

要因	水準
水セメント比(%)	40, 50
粗骨材の種類	石灰碎石(G1), 硬質砂岩碎石(G2)

Table 2 コンクリートの調合

調合 記号	水セメント比 (%)	単位粗骨材かさ容積 (L/m ³)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	S	G1	G2
40-G1	40	550	175	438	804	899	0
40-G2		550	175	438	791	0	899
50-G1	50	550	175	350	877	899	0
50-G2		550	175	350	864	0	899

Table 3 コンクリートの使用材料

水(W)	: つくば市上水道水(密度 1.00g/cm ³)
セメント(C)	: 普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm ³), T 社製
細骨材(S)	: 山砂(表乾密度 2.61g/cm ³ , 微粒分量 2.0%): 千葉県富津市産
粗骨材(G1)	: 石灰砕石 2005(表乾密度 2.70g/cm ³ , 微粒分量 0.7%): 高知県吾川郡産
(G2)	: 硬質砂岩砕石 2005(表乾密度 2.66g/cm ³ , 微粒分量 0.1%): 茨城県桜川市産
混和剤(SP)	: 高性能 AE 減水剤, B 社製
(VSP)	: 流動化剤, 増粘剤一液タイプ, B 社製
(AE)	: 空気量調整剤, B 社製

和剤は、高性能 AE 減水剤、増粘剤一液タイプ流動化剤 (VSP) を使用した。調合記号については、「水セメント比(%)ー粗骨材の種類」とした。それぞれの混和剤の添加率は、原則として、フレッシュコンクリートの許容値の範囲内を満足するように定めた。

2. 1. 3 フレッシュコンクリートの許容差

ベースコンクリートの許容差は、JIS A 5308 に準拠して、スランブを 21±2.0cm、空気量を 4.5±1.5% とした。流動化後のコンクリートは、分離抵抗性や充填性を考慮して文献 2) を参考にスランブフローを 60±10cm、空気量を 4.5±1.5% とした。

2. 1. 4 コンクリートの練り混ぜ方法

ベースコンクリートは、容量 60L の水平二軸形強制練りミキサにより練り混ぜた。VSP による高流動コンクリートは、ベースコンクリートを練り混ぜた後、VSP を外割で後添加し、容量 55L のパン型ミキサで練り混ぜた。なお、VSP による流動化の時期は、ベースコンクリートの練上がり直後とした。

2. 1. 5 試験項目および試験方法

Table 4 に調合毎の試験項目および試験方法を示す。試験はコンクリートの基本性状であるスランブ、スランブフロー、空気量および圧縮強度に加え、流動化後の分離抵抗性を評価するため、ブリーディング量、沈降量および骨

材の沈降の測定も行った。また、沈降量においては、水セメント比の違いを石灰砕石 (G1)、粗骨材の種類の違いを水セメント比 50% で検討した。表中の凡例は、ベースコンクリートのみを対象とした試験項目は◎、流動化後のコンクリートのみを対象とした試験項目は○、両方を対象とした試験項目は□とした。試験は、温度 20℃ の恒温室で行った。

2. 2 実験結果

2. 2. 1 コンクリートの基本性状の確認

Table 5 にフレッシュコンクリートおよび圧縮強度の試験結果を示す。ここでは、ベースコンクリートおよび流動化後のコンクリートの試験結果を示している。

ベースコンクリートは、スランブが 21.0~22.0cm、空気量が 3.9~4.1%、流動化後のコンクリートは、スランブフローが 57.5~62.5cm、空気量が 4.0~4.7% であり、混和剤の添加量を調整することにより、いずれも許容値の範囲内となった。空気量は、ベースコンクリートと比較して流動化後のコンクリートが 0.1~0.6% 大きくなった。これは、VSP により流動化したことでコンクリートの粘性が増加し、若干空気を巻き込んだためと考えられるが、その変動は小さかった。また、流動化後のコンクリートの性状は、いずれの調合も目視による材料分離などは見られず、良

Table 4 試験項目および試験方法

	G1:石灰石		G2:硬質砂岩		試験方法
	W/C=40%	W/C=50%	W/C=40%	W/C=50%	
スランブ	◎	◎	◎	◎	JIS A 1101
スランブフロー	○	○	○	○	JIS A 1150
空気量	□	□	□	□	JIS A 1128
ブリーディング量	○	○	○	○	JIS A 1123
沈降量	○	○	—	○	JASS 5T-503:2009
骨材の沈降	○	○	○	○	切断面の骨材の分布による方法
圧縮強度	□	□	○	○	JIS A 1108

凡例 ◎:ベースコンクリートのみ試験を実施したもの
○:流動化後のコンクリートのみ試験を実施したもの
□:ベースコンクリートと流動化後のコンクリートの試験を実施したもの

Table 5 フレッシュコンクリート試験結果および圧縮強度

調査記号	ベースコンクリート			流動化後のコンクリート		
	スランプ(cm)	空気量(%)	圧縮強度(N/mm ²)	スランプフロー(cm)	空気量(%)	圧縮強度(N/mm ²)
40-G1	21.5	4.1	55.5	62.5	4.7	56.3
40-G2	21.5	4.0	—	61.0	4.4	59.6
50-G1	21.0	4.0	42.0	57.5	4.4	39.2
50-G2	22.0	3.9	—	61.0	4.0	40.1

好な状態であった。

圧縮強度は、流動化の前後および同一水セメント比における骨材の種類の違いでは、概ね同程度であった。

2. 2. 2 ブリーディング量、沈降量および骨材の沈降

Fig. 1 に流動化後のコンクリートのブリーディング量を示す。ブリーディング量は、水セメント比 40%では、石灰碎石 (G1) で 0.06 cm³/cm²、硬質砂岩碎石 (G2) で 0.05 cm³/cm²、水セメント比 50%では、石灰碎石 (G1) および硬質砂岩碎石 (G2) とともに 0.12 cm³/cm² となった。このことから、ブリーディング量は、粗骨材の種類が同一の場合は、水セメント比が小さい方が小さくなる傾向となり、同一水セメント比では同程度であった。また、文献 2) に示されている制限値 0.3 cm³/cm² 以下を満足した。

Fig. 2 に流動化後のコンクリートの沈降量を示す。沈降量は、水セメント比 40%では、石灰碎石 (G1) で 0.7mm、水セメント比 50%では、石灰碎石 (G1) で 0.8mm、硬質砂岩碎石 (G2) で 0.9mm と概ね同程度となった。このことから沈降量は、水セメント比および粗骨材の種類によらず、同程度であった。また、文献 3) に示されている制限値 2.0mm 以下を満足した。

Photo. 1 に流動化後のコンクリートの骨材の分布状況を示す。供試体の作製は φ150×300mm の円柱型枠にコンクリートを 3 層で詰め、各層 12 回ずつ突き棒で突き、各層毎に振動を加えた。骨材の沈降は円柱供試体を高さ方向に切断して、切断面の骨材の分布により評価した。水セメント比および粗骨材の種類によらず、打設面である上部 10mm 付近を除いて、骨材は概ね均等に分布しており、骨材の沈降は認められなかった。

本検討から、ブリーディング量は水セメント比が小さくなると小さくなる傾向となった。沈降量では、水セメント比および粗骨材の種類によらず、同程度であった。また、水セメント比および粗骨材の種類によらず、流動化後のコンクリートでブリーディング量、沈降量は制限値以下を満足し、骨材の沈降は認められず、分離がない良好な性状であった。そこで、以後の検討では粗骨材を石灰碎石 (G1) のみとした。

3. フレッシュコンクリートの経時変化

高い流動性が求められる高流動コンクリートでは、時間の経過に伴うスランプフローの低下は施工性に大きな

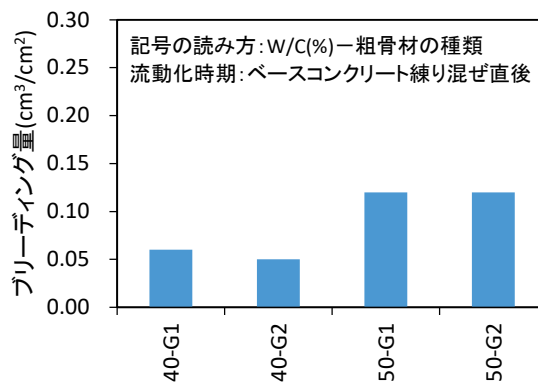


Fig. 1 ブリーディング量

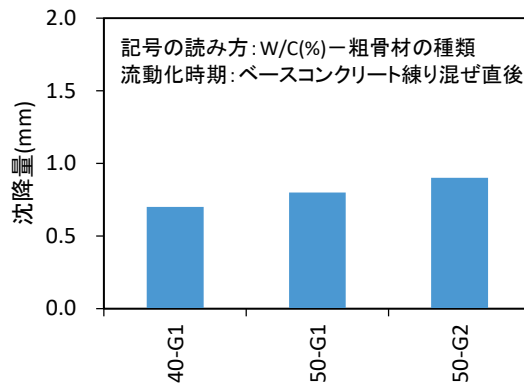


Fig. 2 沈降量

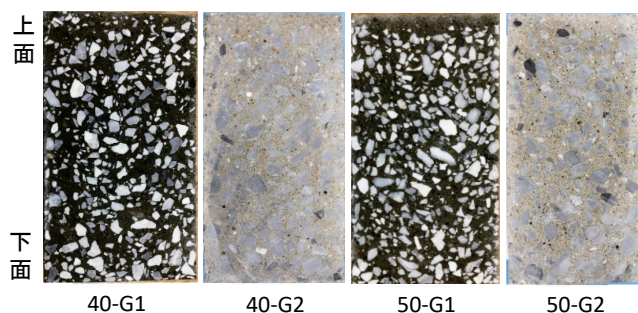


Photo. 1 骨材の沈降

Table 6 実験の要因と水準

	要因	水準
ベースコンクリート	水セメント比(%)	40, 50
流動化後のコンクリート	水セメント比(%)	40, 50
	流動化の時期(分)	0(練上がり直後), 30

影響を及ぼす。そこで、流動化後のフレッシュコンクリートの時間の経過に伴うスランプフローの変化を確認した。また、高流動コンクリートは、ベースコンクリートの経時変化の影響を受けることから、その影響を確認するため、ベースコンクリートの経時変化も確認した。

Table 7 試験項目および試験方法

試験項目	ベースコンクリート		流動化後のコンクリート				試験方法
	40-G1	50-G1	40-G1		50-G1		
			流動化時期				
			0分	30分	0分	30分	
スランプ	○	○	—	—	—	—	JIS A 1101
スランプフロー	—	—	○	○	○	○	JIS A 1150
空気量	○	○	○	○	○	○	JIS A 1128

Table 8 試験時期

	調査記号	流動化時期	経過時間(分)						
			0	30	60	90	120	150	180
ベースコンクリート	40-G1	—	○	○	○	○	○	—	—
	50-G1		○	○	○	○	○	—	—
流動化後のコンクリート	40-G1	0分	○	○	○	○	○	○	○
		30分	—	○	○	○	○	○	○
	50-G1	0分	○	○	○	○	○	—	—
		30分	○	○	○	○	○	○	○

3. 1 実験概要

3. 1. 1 実験の要因と水準

Table 6 に実験の要因と水準を示す。実験の要因は、水セメント比および流動化の時期とした。水準は、水セメント比は 40%および 50%の 2 水準とし、流動化の時期はベースコンクリートの練上がり直後の 0 分または運搬時間を考慮した 30 分の 2 水準とした。

3. 1. 2 コンクリートの調合および使用材料

コンクリートの調合は、2.1.2 の Table 2 に示す水セメント比 40%および 50%の石灰砕石 (G1) を使用した 40-G1 および 50-G1 の 2 調合とした。使用材料も Table 3 と同様である。

3. 1. 3 フレッシュコンクリートの許容差

コンクリートの許容差は 2.1.3 と同様である。

3. 1. 4 コンクリートの練り混ぜ方法

コンクリートの練り混ぜ方法は 2.1.4 と同様である。なお、VSP による流動化の時期は、ベースコンクリートの練上がり直後の 0 分または運搬時間を考慮し、30 分とした。

3. 1. 5 試験項目および試験方法

Table 7 に試験項目および試験方法を示す。試験項目はベースコンクリートはスランプおよび空気量、流動化後のコンクリートは、いずれの流動化時期もスランプフローおよび空気量とした。

Table 8 に試験時期を示す。試験時期は、フレッシュコンクリートの時間の経過に伴う変化を確認するため、ベースコンクリートではスランプを練上がり後 120 分まで、流動化後のコンクリートではスランプフローを練上がり後 180 分または許容値を下回るまで 30 分毎に測定した。なお、コンクリートは温度 20℃の恒温室で、静置条件で保管し、直前に切り返してから試験を行った。

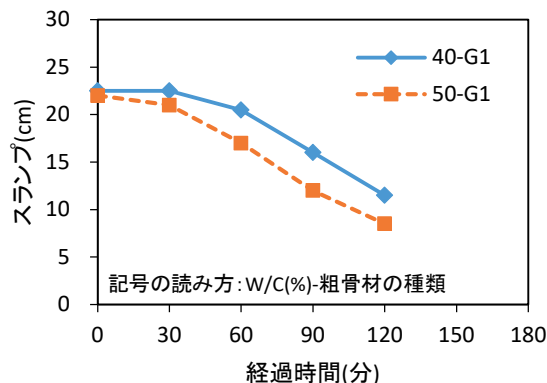


Fig. 3 ベースコンクリートのスランプの経時変化

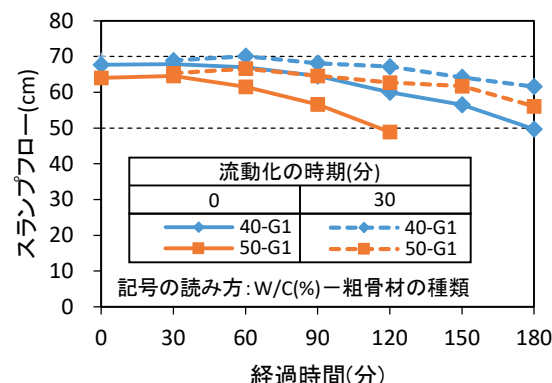


Fig. 4 流動化後のコンクリートのスランプフローの経時変化

3. 2 実験結果

Fig. 3 にベースコンクリートのスランプの経時変化を示す。スランプは、いずれの調合も時間の経過に伴い低下する傾向にあったが、練上がりから 30 分までは低下量が小さかった。また、水セメント比が小さい 40%の方がスランプの低下量が小さかった。これは水セメント比が小さい方が高性能 AE 減水剤の添加量が多かったためと考えられる。

Fig. 4 に流動化後のコンクリートのスランプフローの

経時変化を示す。スランプフローは、いずれの調合も時間の経過に伴い緩やかに低下する傾向にあった。流動化時期が同じ場合、水セメント比が小さい 40%の方が時間の経過に伴うスランプフローの低下量は小さかった。これは、水セメント比が小さい方がベースコンクリートの時間の経過に伴うスランプの低下量が小さかったためと考えられる。流動化の時期が 0 分の場合、水セメント比 40%では 180 分時点で、50%では 120 分時点で許容値の下限である 50cm を下回った。また、流動化の時期が 30 分の場合、いずれの調合も 180 分時点まで許容値の範囲内を満足した。

いずれの水セメント比においても、スランプフローは流動化の時期が遅い方が時間の経過に伴うスランプフローの低下量が小さかった。これは、流動化する前までのスランプが同程度であったことや、VSP の経時保持性が良かったためと考えられる。

本検討から、流動化後のコンクリートのスランプフローの経時変化は水セメント比が小さい方が小さく、流動化の時期が遅い方が小さい傾向となった。また、流動化後のコンクリートのスランプフローの経時変化は、水セメント比 50%の流動化時期が 0 分を除く調合は、いずれも 120 分までは許容値の範囲内を満足した。

4. 品質変動に関する検討

JIS A 5308 において、荷下ろし時のコンクリートのスランプは許容差（一定量の品質変動）が認められている。現場流動化型高流動コンクリートにおいて、ベースコンクリートのスランプの品質変動が流動化後のスランプフローに与える影響、および流動化後のコンクリートの品質に与える影響を確認した例は少ない。そこで、生コン工場でのコンクリートの品質変動を想定し、ベースコンクリートのスランプの変動が、流動化後のコンクリートに与える各種の影響について検討した。

4. 1 ベースコンクリートのスランプの変動が流動化後のスランプフローに与える影響

ここでは、VSP の添加量を一定とした場合に、ベースコンクリートのスランプの品質変動が流動化後のスランプフローに与える影響を検討した。

4. 1. 1 実験概要

(1) 実験の要因と水準

Table 9 に実験の要因と水準を示す。本検討は、水セメント比 40%および 50%で実施した。実験の要因は、品質変動によるベースコンクリートのスランプの変動値とし、

Table 9 実験の要因と水準

要因	水準
品質変動によるスランプの変動値(cm)	-5.0, -1.5, ±0, +1.5, +2.5(W/C=40%) -2.0, -1.0, ±0, +2.5(W/C=50%)

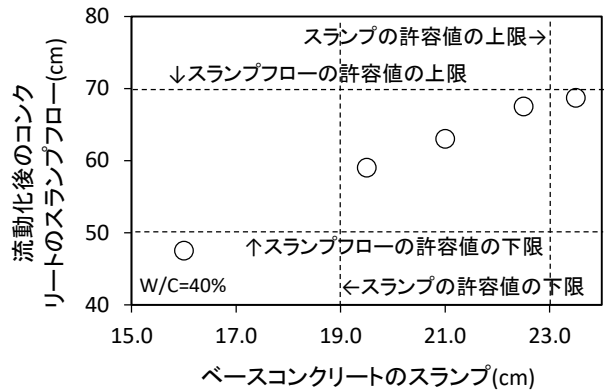


Fig. 5 W/C=40%におけるベースコンクリートのスランプと流動化後のコンクリートのスランプフローの関係

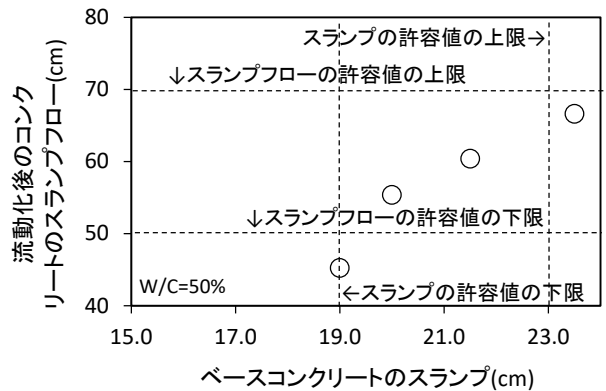


Fig. 6 W/C=50%におけるベースコンクリートのスランプと流動化後のコンクリートのスランプフローの関係

目標スランプ 21cm に対してのスランプの変動値においては、水セメント比が 40%では 5 水準、50%では 4 水準とした。ベースコンクリートの品質変動は、高性能 AE 減水剤の添加率を各水セメント比で一定とし、細骨材の表面水率の補正值を実測値から変化させて、スランプを変動させた。

(2) コンクリートの調合および使用材料

コンクリートの調合は、2.1.2 の Table 2 に示す水セメント比 40%および 50%の石灰砕石 (G1) を使用した 40-G1 および 50-G1 の 2 調合とした。また、使用材料も Table 3 と同様である。

(3) コンクリートの練り混ぜ方法

コンクリートの練り混ぜ方法は 2.1.4 と同様である。

(4) 試験項目および試験方法

試験項目は、ベースコンクリートはスランプ、流動化後のコンクリートはスランプフローとした。また、いずれの水セメント比でも空気量の測定を行った。試験方法は、スランプは JIS A 1101、スランプフローは JIS A 1150、空気量は JIS A 1128 に準拠して行った。

4. 1. 2 実験結果

Fig. 5 および Fig. 6 に水セメント比 40%および 50%のベースコンクリートのスランプと流動化後のコンクリートのスランプフローの関係を示す。図中には、JIS A 5308 の許容値であるベースコンクリートのスランプ 21 ± 2.0cm および流動化後のコンクリートのスランプフロー

60±10cm の上限および下限も併せて示した。

水セメント比 40%において、ベースコンクリートのスランプと流動化後のコンクリートのスランプフローの関係には正の相関がみられた。スランプが許容値範囲内の 19.5cm から 22.5cm の範囲の場合、スランプフローは 59.0cm から 67.5 cm と許容値 60±10 cm の範囲内となった。また、スランプが 16.0cm と許容値の下限を大きく下回った場合は、スランプフローは、47.5cm と許容値の下限以下となった。スランプが許容値の上限をわずかに超えた 23.5cm の場合は、スランプフローは、68.5cm と許容値の上限付近の値となった。このことから、品質変動により、実際のコンクリートよりスランプが小さい場合および大きい場合でも、スランプの判定の方が厳しい結果となった。

水セメント比 50%においても、40%と同様にスランプとスランプフローに正の相関がみられた。また、水セメント比が大きい 50%の方がスランプフローの変化量がより大きくなる傾向がみられ、流動化後のコンクリートの品質も、より大きくばらつく可能性が考えられる。スランプが許容値の範囲内の 20.0cm および 21.5cm の場合、スランプフローは 55.5cm および 60.5cm と許容値 60±10cm の範囲内となった。しかし、スランプが許容値の下限である 19.0cm の場合は、スランプフローでは 45.5cm と許容値の下限を下回った。また、スランプで許容値の上限をわずかに超えた 23.5cm の場合は、スランプフローは許容値の範囲内であった。このことから、水セメント比 50%では、スランプが小さい場合は、スランプフローの判定が厳しく、スランプが大きい場合は、スランプの判定が厳しい結果となった。

本検討から、ベースコンクリートのスランプの変動が流動化後のコンクリートのスランプフローに与える影響は、水セメント比が小さい方が小さくなる傾向が確認され、いずれの水セメント比においても正の相関がみられることが確認できた。また、品質変動を起こしたベースコ

ンクリートのスランプが許容値の範囲内であっても、VSP の添加量でスランプフローを許容値内となるように調整する必要があることがわかった。

4. 2 ベースコンクリートの品質変動が流動化後のコンクリートに与える影響

ここでは、品質変動によりベースコンクリートのスランプが変動した場合に、VSP の添加量の調整によりスランプフローを 60cm 程度に調整したときの流動化後のコンクリートの性状と品質の確認を行った。

4. 2. 1 実験概要

(1) 実験の要因と水準

Table 10 に実験の要因と水準を示す。本検討は、水セメント比 40%および 50%で実施した。実験の要因は、品質変動による目標スランプ 21cm からのベースコンクリートのスランプの変動値の目標とし、水準は、水セメント比が 40%では 2 水準、50%では 3 水準とした。

(2) コンクリートの調合および使用材料

コンクリートの調合は、2.1.2 の Table 2 に示す水セメント比 40%および 50%の石灰砕石 (G1) を使用した 40-G1 および 50-G1 の 2 調合とした。また、使用材料は Table 3 と同様である。なお、調合記号については、「水セメント比 (%) - 品質変動によるベースコンクリートのスランプの変動値の目標 (cm) 」とした。

(3) フレッシュコンクリートの許容差

スランプが変動したベースコンクリートに対して、流動化後のコンクリートの目標スランプフローは 60cm 程度となるように VSP の添加量で調整した。また、空気量の許容差は 4.5±1.5%とした。

(4) コンクリートの練り混ぜ方法

コンクリートの練り混ぜ方法は 2.1.4 と同様である。

(5) 試験項目および試験方法

試験項目および試験方法は 2.1.5 の Table 4 と同様である。試験項目は、品質変動を起こしたベースコンクリートを、VSP の添加量でスランプフローが 60cm 程度となるように調整したときの、流動化後のコンクリートの品質を確認するため、スランプ、スランプフロー、空気量、圧縮強度の基本性状およびブリーディング量、沈降量、骨材の沈降の分離抵抗性とした。

Table 10 実験の要因と水準

要因	水準
品質変動によるスランプの変動値の目標(cm)	-3.5, ±0(W/C=40%) -3.0, -2.0, ±0(W/C=50%)

Table 11 試験項目および試験方法

	W/C=40%	W/C=50%	試験方法
スランプ	◎	◎	JIS A 1101
スランプフロー	○	○	JIS A 1150
空気量	□	□	JIS A 1128
ブリーディング量	○	○	JIS A 1123
沈降量	○	○	JASS 5T-503:2009
骨材の沈降	○	○	切断面の骨材の分布による方法
圧縮強度	□	□	JIS A 1108

凡例 ◎: ベースコンクリートのみ試験を実施したもの
○: 流動化後のコンクリートのみ試験を実施したもの
□: ベースコンクリートと流動化後のコンクリートの試験を実施したもの

Table 12 フレッシュコンクリート試験結果および圧縮強度

調査記号	ベースコンクリート				流動化後のコンクリート		
	スランプ(cm)	変動値(cm)	空気量(%)	圧縮強度(N/mm ²)	スランプフロー(cm)	空気量(%)	圧縮強度(N/mm ²)
40-SL±0	21.5	+0.5	4.1	55.5	62.5	4.7	56.3
40-SL-3.5	17.5	-3.5	5.0	—	61.0	5.3	60.1
50-SL±0	21.0	±0	4.0	42.0	57.5	4.4	39.2
50-SL-2.0	19.0	-2.0	5.3	—	61.0	5.0	39.4
50-SL-3.0	18.0	-3.0	5.5	—	61.0	5.0	42.1

4. 2. 2 実験結果

(1) コンクリートの基本性状

Table 12 にフレッシュコンクリートおよび圧縮強度の試験結果を示す。ここでは、ベースコンクリートおよび流動化後のコンクリートの試験結果を示している。

ベースコンクリートのスランプは、変動値の目標と同等であり、空気量についても許容値の範囲内を満足した。流動化後のコンクリートは、スランプフローが 57.5cm～62.5cm と VSP の添加量を調整することにより、いずれも 60cm±2.5cm の範囲となった。空気量は、ベースコンクリートからの変動は小さく、いずれの調合も許容値の範囲内を満足した。また、流動化後のコンクリートの性状は、いずれの調合も目視による材料分離などは見られず、良好な状態であった。

圧縮強度は、同一水セメント比では、流動化の前後およびスランプの変動値による強度差は小さく、概ね同程度であった。

(2) ブリーディング量, 沈降量および骨材の沈降

Fig. 7 に流動化後のコンクリートのブリーディング量を示す。ブリーディング量は、水セメント比 40%で 0.03～0.06 cm³/cm², 50%で 0.12～0.16 cm³/cm²となった。このことから、ブリーディング量は同一水セメント比において、50%より 40%の方がブリーディング量は少ない傾向となった。また、同一水セメント比において、いずれの調合もベースコンクリートの変動値が大きくなって、明らかな差はみられなかった。これらは、文献2) に示されている制限値 0.3cm³/cm²以下をすべて満足した。

Fig. 8 に流動化後のコンクリートの沈降量を示す。沈降量は、いずれも同一水セメント比において、ベースコンクリートの変動値が大きくなって、明らかな差はみられなかった。また、いずれの調合も文献3) の制限値 2.0mm 以下を満足した。

Photo. 2 に水セメント比 40%, Photo. 3 に水セメント比 50%の骨材の分布状況を示す。骨材の沈降は、水セメント比によらず、打設面である上部 10mm 付近を除いて、品質変動によるスランプの変動によらず、骨材は均等に分布しており、沈降は認められなかった。

本検討からブリーディング量は、水セメント比が小さくなると小さくなる傾向となった。ブリーディング量および沈降量では、いずれの水セメント比も品質変動によるスランプの変動に対し、明らかな差はみられなかった。

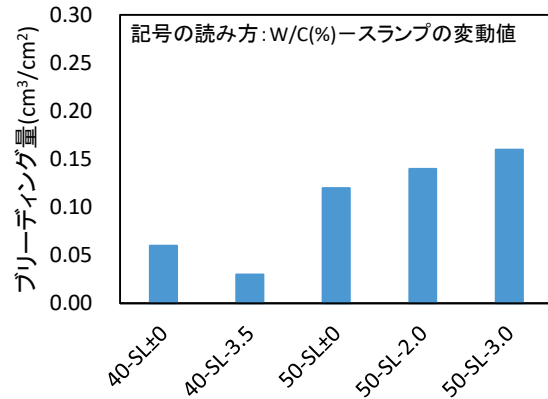


Fig. 7 ブリーディング量

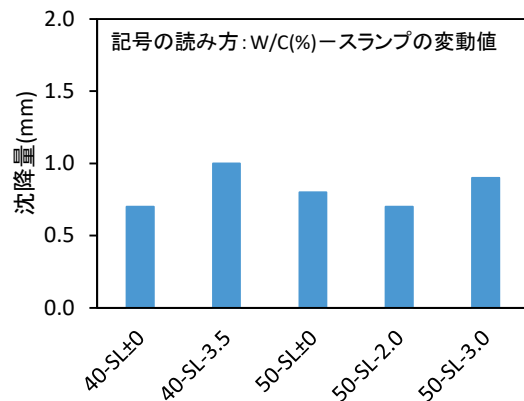


Fig. 8 沈降量

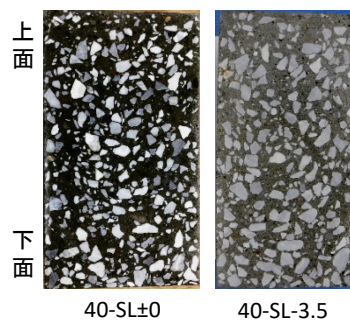


Photo. 2 骨材の沈降 (W/C=40%)

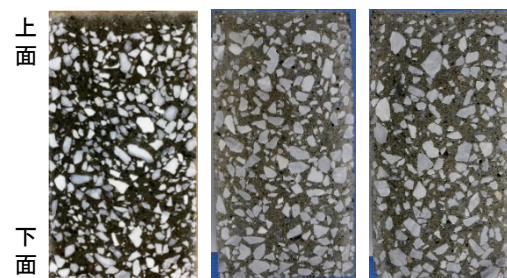


Photo. 3 骨材の沈降 (W/C=50%)

また品質変動を起こしたベースコンクリートを VSP の添加量でスランプフローを 60cm となるように調整した場合、いずれの調合もブリーディング量、沈降量は制限値以下を満足し、骨材の沈降は認められず、分離がない、良好な性状であった。

5. まとめ

本検討における実験の結果を以下に示す。

- (1) 圧縮強度は、ベースコンクリートと、流動化後のコンクリートおよび同一水セメント比における骨材の種類では、同程度であった。
- (2) 水セメント比および粗骨材の種類によらず、流動化後のコンクリートのフレッシュ性状は良好であった。
- (3) 同一水セメント比において、ベースコンクリートと流動化後のコンクリートを比較すると、ブリーディング量および沈降量は同程度であった。また、粗骨材の種類が同一の場合、水セメント比による違いを比較するとブリーディング量は水セメント比が小さい方が小さくなったが、沈降量は同程度であった。いずれの調合においても骨材の沈降は認められなかった。
- (4) 流動化時期が同一の場合、流動化後のコンクリートの時間の経過に伴うスランプフローの低下量は、水セメント比が小さい方が小さくなった。水セメント比 50%の流動化時期が 0 分を除く調合は、いずれもスランプフローは 120 分までは許容値の範囲内であった。
- (5) ベースコンクリートのスランプの変動が、流動化後のコンクリートのスランプフローに与える影響は、水セメント比が小さい方が小さく、いずれの水セメント比においても正の相関がみられることが確認できた。
- (6) 品質変動を起こしたベースコンクリートを、VSP の添加量でスランプフローを 60cm 程度となるように

調整できることが確認された。また、流動化後の圧縮強度は、同一水セメント比では、流動化の前後およびスランプの変動値による強度差は小さく、概ね同程度であった。

- (7) 品質変動を起こしたベースコンクリートを VSP の添加量でスランプフローを 60cm 程度となるように調整した場合、流動化後のコンクリートにおいて、いずれの調合もブリーディング量、沈降量は制限値以下を満足し、骨材の沈降は認められず、分離がない良好な性状であった。

本実験から単位セメント量および微粒分量を変化させた場合の、VSP による高流動コンクリートのフレッシュ性状に与える影響は、ブリーディング量は粗骨材の種類が同一の場合、単位セメント量が多い方が小さくなり、時間の経過に伴うスランプフローの低下量も小さくなる傾向となった。また、ベースコンクリートが品質変動した場合、単位セメント量が多いほど、VSP による高流動コンクリートの品質への影響が小さくなった。

以上より、本実験の範囲では、水セメント比 50%と比べ、40%の方がより良い品質の高流動コンクリートとなると考えられる。

謝辞

本研究において、実験にご協力いただいた BASF ジャパンに謝意を表します。

参考文献

- 1) 松倉ほか: 増粘効果を有する流動化剤を使用した低粘性型増粘剤系高流動コンクリートの基本特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.141-144, 2013.8
- 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
- 3) 新都市ハウジング協会:コンクリート充填鋼管(CFT)造技術基準同解説の運用及び計算例等, pp36, 2015.

Studies on Cast-in-place Fluidized Concrete with High Fluidity

Shun SHIMIZU, Seiji KANAMORI, Akira NONAKA and Kazuhiro MITANI

Abstract

This research aims to determine the applicable conditions of cast-in-place fluidized-type high-fluidity concrete with the superplasticizer containing viscosity modifying agents (hereinafter called “VSP”) added. In order to achieve the objective, the authors examined the basic properties, the segregation resistance after fluidized, and the chronological change of fresh concrete in terms of high-fluidity concrete with VSP added, and examined the influence of the quality fluctuation of concrete before addition of the superplasticizer on the quality of VSP-added concrete. The present studies demonstrated the influence on the VSP-added concrete under the condition that the cement content amount and particle number were altered.

Key words: High fluidity concrete, Superplasticizer containing viscosity modifying agent, Change with time, Quality fluctuation