

[66] スランプロス低減型流動化剤を用いた流動化コンクリートの基礎的性質

正会員 西林新蔵 (鳥取大学工学部)

正会員 ○吉野 公 (鳥取大学工学部)

伊藤浩二 (村本建設第一事業部)

1. まえがき

流動化コンクリートは、新しいコンクリート技術として注目され、使用実績も急速に伸びているが、その特性を最大限に発揮させるためには、まだ解決されなければならない問題点がかなり残されている。その中でも特にスランプロスが大きいということは最大の問題である。一般に流動化剤の添加方法としては、流動化効果が優れていることとも相まって、ベースコンクリートをアジテータトラックで工事現場まで運搬し、現場で流動化する、いわゆる後添加法で行われる場合が多い。しかし、この後添加法においては、添加後の攪拌の際に発生する生コン車の騒音・排ガスの問題、品質管理が複雑になるなどの問題が生じている。これらの問題を解決するひとつの方法として、最近スランプロス低減型流動化剤が開発され生産されるようになった。この種の流動化剤の性能が十分発揮されれば、生コンプラントでの流動化が可能となるが、その性質・性能などはまだ十分に把握されていない。本論文では、数種のスランプロス低減型流動化剤を用い、その添加量、添加時間およびベースコンクリートの細骨材率が流動化コンクリートの性質に及ぼす影響について実験的に検討した結果について述べる。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用したセメントは普通ポルトランドセメント (宇部興産社製)、粗骨材としては碎石 (骨材最大寸法: 25mm, 比重: 2.68, F.M.: 6.98) を、また細骨材としては河川砂と川砂を混合し土木学会標準粒度に調整したもの (比重: 2.60, F.M.: 2.82) を使用した。

化学混和剤は、ベースコンクリート用のAE減水剤、ベースコンクリートの空気量調整用のAE助剤、流動化剤としては、スランプロス低減型の流動化剤A, B, C, Dの4種類を用いた。流動化剤の種類を表-1に示す。

2.2 実験条件

コンクリートの実験条件を表-2に示す。ベースコンクリートにはAE減水剤を混和したAEコンクリートを用い、その配合は、単位セメント量を $320\text{kg}/\text{m}^3$ と一定とし、単位水量はスランプ $8 \pm 1\text{cm}$ となるように、各s/aごとに試し練りを行って決定した。ベースコンクリートの配合を表-3に示す。なお、配合中のAE助剤量 A_1 はセメント量 100kg に対し、 200ml 添加したことを示し、 A_2 、 A_3 は A_1 の2倍、3倍のAE助剤量を使用したことを意味する。

流動化剤の添加時間は4種類の流動化剤それぞれについて0, 20, 40, 60秒 (一部の流動化剤は150秒添加も行う

表-1 流動化剤の種類

種類	主成分	標準添加量 (ml/C=100kg)
A	メラミンスルホン酸塩複合物, ポリオール複合体	1200
B	ナフタリンスルホン酸ホルマリン高縮合物	900
C	特殊両性界面活性剤	750
D	変性リグニンスルホン酸塩, メラミン系, カルボン酸塩	700

表-2 実験条件

単位セメント量 (kg/m^3)	320
ベースコンクリートのスランプ (cm)	8 ± 1
細骨材率 (%)	41, 44, 47, 50
添加時期 (秒)	0, 20, 40, 60, 150, (60分)
流動化剤の添加量 (ml/C=100kg)	A: 1000, 1200, 1500 B: 500, 700, 900

表-3 ベースコンクリートの配合

スランプ (cm)	空気量 (%)	s/a (%)	単位重量 (kg/m^3)				AE助剤
			W	C	S	G	
8 ± 1	4.5 ± 0.5	41	156	320	749	1110	A_4
		44	158	320	801	1051	A_2
		47	163	320	850	986	A_2
		50	168	320	898	925	A_1

た)の4水準にとり、また流動化剤の添加量に関する実験では、流動化剤A、Bについてそれぞれ3水準にとって実験を行った。

2.3 試験方法

試験項目は、スランプ試験、空気量試験、および圧縮強度試験である。スランプ試験および空気量試験は、流動化後120分まで、スランプ試験は30分ごとに、空気量試験は60分ごとに行った。圧縮強度試験は、流動化直後および60分後にφ10×20cmの供試体を作製し材令28日に圧縮強度試験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 流動化剤の添加量が流動化コンクリートに及ぼす影響

流動化剤の添加量が練り上がり直後のスランプに及ぼす影響を図-1に、流動化剤の添加量がスランプロスに及ぼす影響を図-2に示す。なお、練り上がり直後のスランプは一定でないので、スランプロスの大きさを統一して比較するために次式で示すようなスランプ減少率を用いた。

$$S.L. = (S.L. - S.L_t) / S.L. \times 100$$

ここに、S.L. : スランプ減少率 (%)

S.L.₀ : 練り上がり直後のスランプ (cm)

S.L._t : 練り上がり後、t分間経過したときのスランプ (cm)

したがって、スランプ減少率の経時変化が小さいほどスランプロスが小さいことになる。

図-1より、本研究で採用した添加量の範囲内では添加量の違いによる流動化直後のスランプの差はほとんどみられなかった。また添加時間による流動化直後のスランプの差もほとんどみられなかった。つぎに、添加量がスランプロスに及ぼす影響をみると、流動化剤Aにおいては添加量1200ml/C=100kgと1500ml/C=100kgではほとんど差がないが、1000ml/C=100kgではスランプロスが大きくなった。流動化剤Bでは、900ml/C=100kgで最もスランプロスが小さいが、添加量が少なくなるにつれてスランプロスが大きくなった。

スランプロス低減型の流動化剤は過剰添加しても材料分離を起さず、流動化剤を多量に添加することができるため、スランプロスの低減が可能となるといわれている¹⁾が、本研究においては、練り上がり直後のスランプが同じであってもそのスランプロスは添加量に影響され、添加量の多いものと少ないものではスランプロスにかなりの差がみられた。しかし、流動化剤Aにおいて、添加量1200ml/C=100kgと1500ml/C=100kgの差はほとんどないことから、スランプロス低減効果は、添加量がある量以上になると頭打ちになると考えられる。

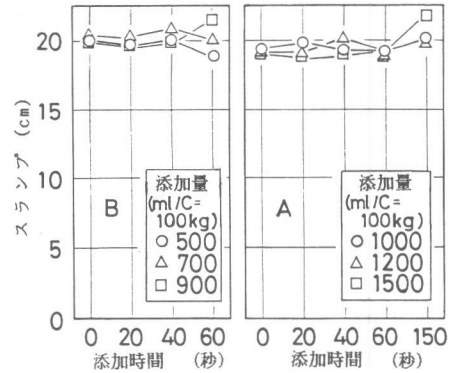


図-1 添加量がスランプに及ぼす影響

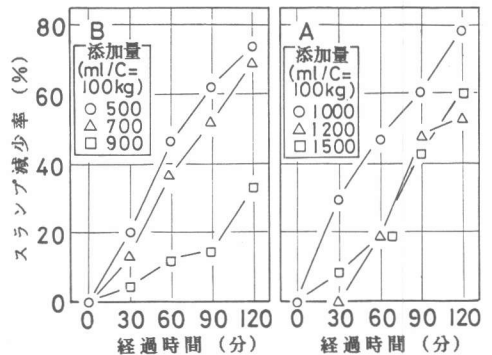


図-2 添加量がスランプロスに及ぼす影響

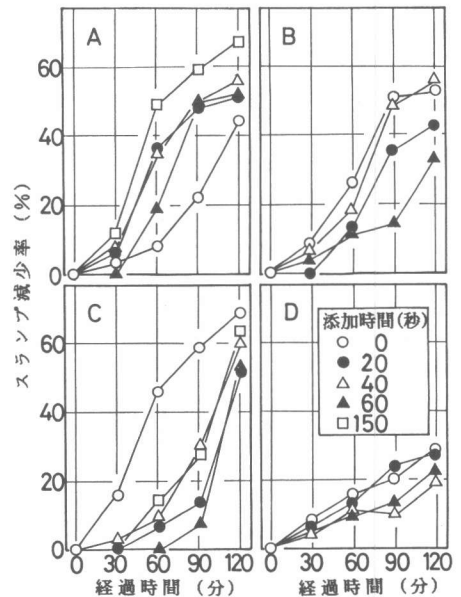


図-3 添加時間がスランプロスに及ぼす影響

3.2 流動化剤の添加時間が流動化コンクリートに及ぼす影響

添加時間がスランプロスに及ぼす影響を図-3に示す。流動化剤の種類によってスランプロスの程度は若干異なり、添加時間のスランプロスに及ぼす影響も多少異なるが、全体的に添加時間の遅いもの特に60秒添加のものがスランプロスが小さくなる傾向がみられた。また、最も添加時間の遅い150秒添加のものは、スランプロスは他のものと同程度かあるいはやや大きくなる傾向がみられた。

各流動化剤の添加時間と練り上り直後の空気量との関係を図-4に、空気量の経時変化(60秒添加)を図-5に示す。練り上り直後の空気量は、流動化剤Bにおいては添加時間が遅くなるにつれて増加する傾向にあった。流動化剤C、Dではベースコンクリートよりも1~2%空気量は増加したが、添加時間による明確な差はみられなかった。また流動化剤Aは、60秒までは空気量がベースコンクリートよりも減少しているが、150秒添加で急激に空気量が増加する現象がみられた。

つぎに、空気量の経時変化をみると、流動化

によってベースコンクリートよりも空気量が増加した流動化剤B、C、Dのうち、C、Dは流動化後60分でベースコンクリートの空気量とほぼ同等となり、それ以降120分後までは変化しなかったが、Bは60分後でも7%程度の空気量を有していた。

以上の結果より、添加時間と空気量との間には明確な関係は認められないが、流動化剤によっては、流動化後の空気量がベースコンクリートのそれよりも大きくなる場合があるので、これらの結果を考慮して試し練りなどによってベースコンクリートの空気量を適切に定めることが必要であると考えられる。

図-6に強度結果を示す。図において、縦軸にはベースコンクリートの圧縮強度(σ_b)を、横軸には流動化コンクリートの圧縮強度(σ_f)を採っている。土木学会のコンクリート用流動化剤品質基準によれば強度比($\sigma_f / \sigma_b \times 100$)が90%以上と規定されている²⁾。図中の破線はこの強度比90%の線であり、この破線の左に位置するものは、流動化コンクリートの強度がベースコンクリートの強度の90%を下回るものである。

別の添加時間によって各流動化コンクリートの強度には差はみられなかったが、供試体の作製時期によって強度の差がみられ、図に示すように流動化直後の試料では強度比90%以下のものがみられたのに対し、60分後の試料ではすべてのものが強度比90%を上回った。

3.3 s/a が流動化コンクリートに及ぼす影響

s/a については、流動化剤Aについてのみ試験を行った。s/aと練り上がり直後のスランプとの関係を図-7に示す。これを見ると、添加量1200ml/C=100kgの場合、流動化剤の添加時間にかかわらず、s/a=47%までは、s/aの増加に伴ないスランプも増加し、s/a=50%になるとスランプは頭打ちまたは減少という傾向が見られ

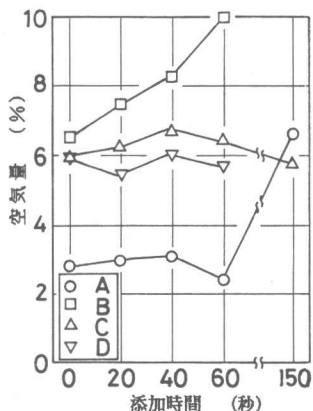


図-4 添加時間と空気量との関係

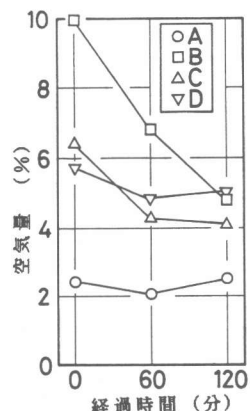


図-5 空気量の経時変化 (60秒添加)

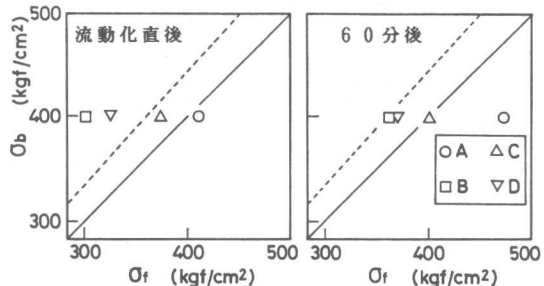


図-6 強度 (60秒添加)

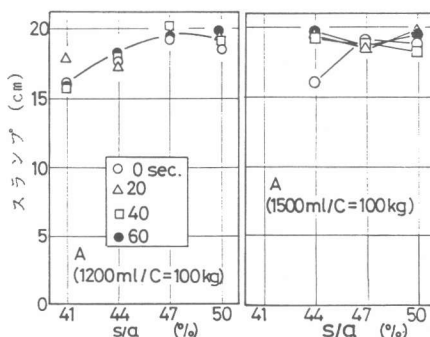


図-7 s/aとスランプとの関係

た。しかし、添加量 1500ml/C=100kg の場合、 s/a の変化による明確な傾向は認められず、さらに、 $s/a=41\%$ の場合には材料分離が生じた。つぎにスランプ減少率と s/a の関係を図-8 に示す。スランプ減少率は流動化剤の添加量に関係なく、 s/a の増加に伴ないスランプロスが小さくなる傾向がみられた。以上のことから、 s/a が大きくなると、 s/a が小さいものに比べて流動化が大きく、さらに、スランプロスも小さくなる傾向のあることがわかる。

s/a と圧縮強度の関係を図-9 に示す。 $s/a=50\%$ の場合に流動化直後および 60 分後とも流動化コンクリートの強度がベースコンクリートの強度の 90% 以下となったが、他の s/a では強度的には問題はなかった。

従来型の流動化剤の場合には、細骨材率を 45% 程度に採るのが適当であるといわれているが、³⁾ 上述の結果より、スランプロス低減型流動化剤 A の場合には、これよりも 2~3% 多い $s/a=47\%$ 程度が適正な細骨材率であると考えられる。しかし、他のスランプロス低減型流動化剤については、その性質・性能が異なるので、 s/a のスランプロスに及ぼす影響については、各流動化剤ごとに検討を加える必要がある。

4. まとめ

本研究は、スランプロス低減型流動化剤の性質・性能を把握して、流動化コンクリートのスランプロス防止に役立つための基礎的な資料を得ることを目的として、主として流動化剤の添加量、添加時間および細骨材率の影響について実験的に検討した。以下に本研究で得られた主な結果を示し、まとめとする。

- (1) 添加量とスランプロスとの関係は、練り上り直後のスランプが同じであっても、添加量の多いものの方がスランプロスの低減効果が大きくなる傾向にある。しかし、ある限界量以上の流動化剤の添加はスランプロス低減に直接にはつながらないと思われる。
- (2) 流動化剤を有効に使用し、かつスランプロスを低減させるのに最も効果的な添加時間は練り混ぜ開始後 60 秒程度である。
- (3) 従来の流動化剤の場合より細骨材率を多少大きくとると、流動化が大きく、かつスランプロスも低減できる。
- (4) 流動化剤によっては、剤を添加することによってベースコンクリートの空気量に変化する場合があるので、このことを考慮してベースコンクリートの空気量を適当に定めることが必要である。
- (5) 圧縮強度は、流動化直後よりも 60 分後の方が大きく、流動化直後では流動化剤によってはベースコンクリートの強度の 90% を下回るものがみられたが、60 分後では強度的には問題はない。

参考文献

- 1) 長瀧重義、戸矢栄一、川崎茂信：流動化コンクリートのスランプロス、セメント・コンクリート、No.447, May 1984
- 2) 土木学会：流動化コンクリート施工指針(案)、コンクリート・ライブラリー、第51号、昭和58年10月
- 3) 西林新蔵、吉野 公：流動化コンクリートの合理的な配合設計に関する研究、土木学会年次学術講演会概要集、1985

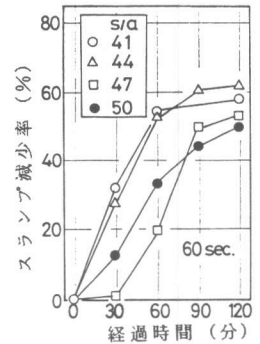


図-8 s/a がスランプロスに及ぼす影響 (添加量 1200ml/C=100kg, 60秒添加)

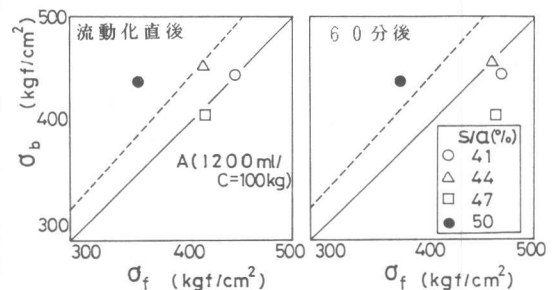


図-9 s/a が強度に及ぼす影響 (60秒添加)