

Lセメントを用いた高強度コンクリートの低温時におけるフレッシュおよび強度発現に関する検討

青木建設 研究所 正会員 坂ノ上 宏
 ヲノパリック 関東支店 正会員 坂本 健
 青木建設 研究所 正会員 舟川 勲
 青木建設 研究所 正会員 牛島 栄

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の大型化および高強度コンクリート構造物の結合材として低熱ポルトランドセメント（以下、Lセメントという）を使用するケースが多くなっている。Lセメントは、柱・床スラブ部材等およびマスコンクリートの水和熱を抑制する目的に使用されており、中長期的な強度発現等に関する事前検討はなされるが、フレッシュ性状・凝結時間および若材齢の強度発現に関する検討は少ない。特に低温環境下における性状の把握は、表面仕上げ・型枠の取外し時期等、工程計画への影響は大きい。

本報告は、Lセメントを用いた設計基準強度 42～60N/mm²の高強度コンクリート（検討配合は、打設量の多い設計基準強度 54N/mm²で実施）について、主に低温時の性状把握を目的に、スランプフローの経時変化、凝結時間、若材齢の強度発現についての実験報告である。

2. 試験概要

2.1 試験要因と水準

高性能AE減水剤のタイプ選定を目的に、コンクリート温度 10℃前後の冬期施工を想定して、室内試験での静置と実機(4.5m³)による比較試験を行い、スランプフローの経時変化を把握した。次に室内試験においては、コンクリート温度を3水準（5・10・20℃）の静置における経時90分後の試料を用いて、凝結および若材齢(1～3日、気中養生)の圧縮強度発現性状を確認した。ここで用いた高性能AE減水剤のタイプは、保持成分の低い順にSP-A、SP-Bとする。SP-Bは保持成分の増加に伴い、添加量で約10%増加する処方としている。その概念を図-1に示す。

2.2 使用材料

セメントはLセメントと同一配合の普通ポルトランドセメント(以下、Nセメントという)を比較用とした。使用材料を表-1に、高強度コンクリートの配合を表-2に示す。

3. 試験結果および考察

3.1 スランプフローの経時変化

室内での練り上がり後の静置条件（以下、静置条件という）と実機練りによるスランプフローの経時変化を図-2に示す。保持成分を多く処方しているSP-Bの場合、静置条件の経時30分において約10cmの伸びを示しているが、実機練りでは約15cmとその伸びは大きくなっている。この原因については、アジテートミキサによる運搬時の攪

キーワード：低熱ポルトランドセメント、高強度コンクリート、圧縮強度、高性能AE減水剤、凝結時間、低温度

連絡先：〒300-2622 茨城県つくば市要 36-1 TEL:0298-77-1114 FAX:0298-77-1137

表 - 1 使用材料

材料名	種類および主な物性値	記号
セメント	Lセメント 密度 3.22	L
	Nセメント 密度 3.16	N
細骨材	栃木県葛生産砕砂(密度 2.70、吸水率 1.55)	S
	茨城県麻生産陸砂(密度 2.60、吸水率 1.53)	
	混合比 砕砂:陸砂 = 60:40	
粗骨材	栃木県葛生産砕石(密度 2.70、吸水率 1.33)	G
混和剤	高性能AE減水剤(ポリカルボン酸系)	SP-A, B

表 - 2 高強度コンクリートの配合

セメントの種類	W/C (%)	s/a (%)	単用量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
L	38.0	52.7	165	435	939	856
N	38.0	52.5	165	435	931	856

注)品質基準:スランプフロー値 = 60 ± 10cm、空気量 = 3 ± 1.5%

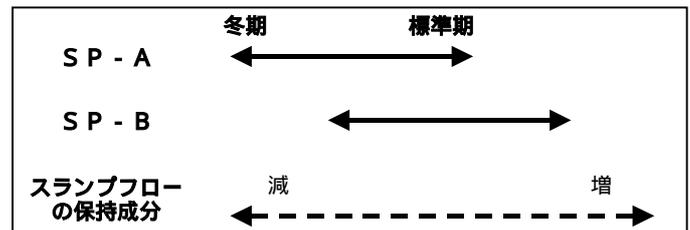


図 - 1 高性能AE減水剤の使用タイプの概念

拌効果により保持成分の分散が助長されたものと推測される。一方、保持成分を低減した SP-A では、静置条件と実機練りによるスランブフローの伸びの差は小さく安定した経時性状を示しており、コンクリートの安定供給を想定した場合、高性能 AE 減水剤のタイプ選定に十分な配慮・検討が必要である。

3.2 凝結

L および N セメントの始発時間を図-3 に示す。L セメントは N セメントに比べて大きく遅延しており、その傾向はコンクリート温度が低いほど大きくなっている。その水準を SP-A の基準と比較した場合、5 では L セメントの始発時間約 26 時間に対して、N セメントは約 21 時間 30 分と 5 時間 30 分遅延している。また、保持成分が多い SP-B では L セメントの始発時間は約 30 時間で SP-A に比べてさらに 4 時間遅延している。

低温時の凝結に関しては、セメントの種類による性状把握とともに同一成分系にあっても高性能 AE 減水剤の使用タイプも重要な選定要因である。なお、10 の SP-A を用いた始発時間においても L セメントの約 17 時間に対して N セメントは約 13 時間で約 4 時間遅延している。上記の傾向を冬期の現場施工で想定した場合夕方に打設が終了したスラブ等、コンクリートが広い面積で外気にさらされる部位では、外気温度・風等を直接受け顕著に凝結が遅延する傾向が予想され、打設後 24 時間経過しても表面仕上げが困難となる状況も推測されることから、保温養生等の対応が必要である。

3.3 若材齢の圧縮強度

L および N セメントの強度発現性状を図-4 に示す。L セメントの圧縮強度は 5 の場合、SP-A を用いた材齢 1 日で約 0.1N/mm^2 と自立強度程度の発現であり、材齢 2 日でも約 2N/mm^2 、材齢 3 日で約 6N/mm^2 の水準である。同一温度の N セメントは、材齢 1 日で約 0.3N/mm^2 であるが、材齢 2 日には約 6N/mm^2 、材齢 3 日では約 16N/mm^2 まで発現している。次に、L セメントに SP-A を用いた 10 の場合、材齢 1 日で約 0.4N/mm^2 、材齢 2 日で約 7N/mm^2 の水準であり、同一温度の N セメントは材齢 1 日では約 1.6N/mm^2 であるが材齢 2 日には約 15N/mm^2 まで発現している。なお、SP-A と SP-B の違いが強度発現に及ぼす影響については、5 および 10 とともに材齢 1 日で保持成分が増加する SP-B が凝結遅延の影響から若干強度水準は低いですが、材齢 2 日以降は同等の水準まで回復している。

4. まとめ

- 1) 高強度コンクリートのフレッシュコンクリートの品質管理を行う上で、高性能 AE 減水剤のタイプ選定は重要である。
- 2) L セメントを用いた高強度コンクリートの凝結時間は、N セメントに比べてコンクリート温度が低い程、さらに高性能 AE 減水剤のタイプにより遅延が大きくなるため、表面仕上げ開始時間への影響が大きく、工程管理に影響を及ぼす可能性がある。
- 3) L セメントを用いた高強度コンクリートの圧縮強度の発現は、コンクリート温度 5 および 10 の低温環境では非常に小さく、型枠の脱型時期等の工程管理に影響を及ぼす可能性がある。

謝辞：本検討の実施に際して、太平洋セメント(株)・城北小野田レミコン(株)にご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

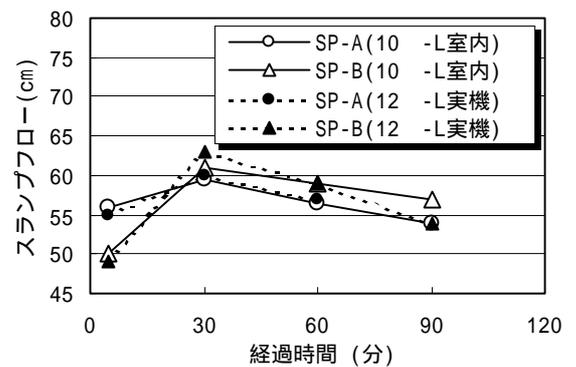


図-2 スランブフローの経時変化

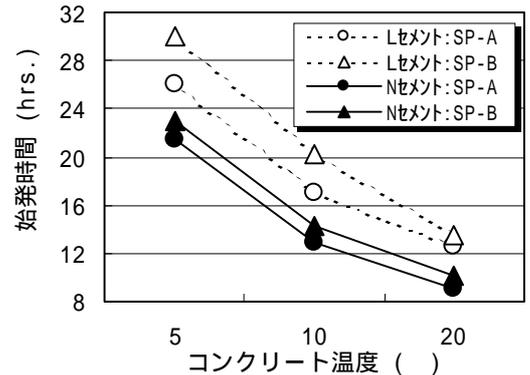


図-3 凝結時間

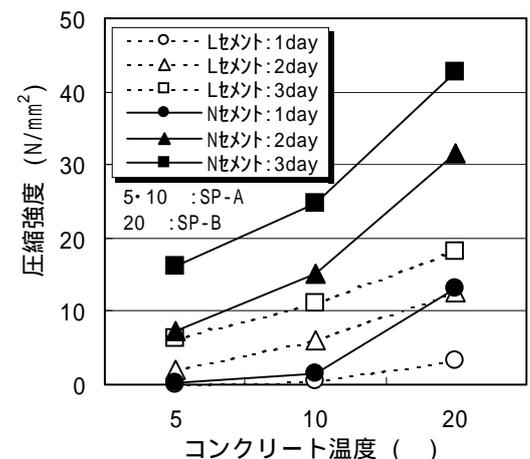


図-4 強度発現性状