

1. まえがき

コンクリート工事の合理化・省力化、コンクリート構造物の信頼性向上を目的として、振動締固めを必要としない、高流動コンクリートの研究・開発が各方面で行われている。また、コンクリート製品工場においても、振動締固め作業時に発生するヴァイブレータの騒音の低減、作業の機械化等の要求から上記コンクリートのコンクリート製品への適用が検討されている。締固め不要なコンクリートを可能にするためには、フレッシュコンクリートが高充填性を有していなければならない、このために高流動性と材料分離抵抗性に優れていることが必要である。これまでの研究の多くは、高流動性を得るために高性能減水剤を過剰添加し、材料分離抵抗性を向上させるためにセルロース系の増粘剤を添加することにより上記コンクリートを可能としている。しかし、セルロース系の増粘剤を混入したコンクリートは、凝結遅延を引き起こすことや強度発現性が低下することが報告されている¹⁾。本研究は、コンクリートの強度発現性や凝結時間に悪影響を及ぼすことのない無機増粘剤を試製するとともに、それらの増粘剤が高流動コンクリートに及ぼす影響について実験的に検討したものである。

表-1 使用材料

セメント	・普通ポルトランドセメント (比重 3.15)
細骨材	・小笠産機砂 (比重 2.62, FN 2.81)
粗骨材	・岩瀬産砕石 (比重 2.64, FN 6.65, G _{max} 20mm)
増粘剤	・無機増粘剤 (IV) ・セルロース系増粘剤 (CV)
高性能減水剤	・ナフタリンスルホン酸ホルマリン高縮合物 ・高縮合トリアジン系化合物

表-2 コンクリートの基本配合

G _{max} (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤
				W	C	S	G	
20	4±1	40	50	175	438	846	853	表-3

表-3 混和剤の添加量

コンクリートの種類	No.	IV剤 (kg/m ³)	CV剤 (g/m ³)	高性能減水剤* (Ca%)	A/E剤 (g/m ³)
普通コンクリート	1	—	—	0.60	2000
無機増粘剤添加	2	8	—	1.50	1000
高流動コンクリート	3	12	—	1.70	1000
	4	16	—	1.85	1000
セルロース系増粘剤	5	—	40	1.40	1000
添加	6	—	65	1.80	1000
高流動コンクリート	7	—	90	2.50	800

*CV剤添加の場合はトリアジン系を、その他の場合はナフタリン系の高性能減水剤を用いた。

2. 実験概要

本実験で使用した材料は表-1に、コンクリートの基本配合は表-2に示す通りである。高流動コンクリートの配合は、基本配合に高性能減水剤および無機増粘剤(以下IV)を添加したものであり、スランプフロー値が620±50cmとなる添加量とした(表-3)。なお、比較試験としてMVの代わりにセルロース系増粘剤(以下CV)を添加した高流動コンクリートについても行った。コンクリートの練り混ぜ方法は100%強制練りパン型ミキサーを用いセメント、細・粗骨材および増粘剤を30秒間空練りした後、高性能減水剤およびA/E剤を溶かした練り混ぜ水を投入し、2分間練り混ぜた。

フレッシュコンクリートの評価は、スランプ試験、ボックス試験(水中不分離コンクリートマニュアル参照)のほか、図-1に示すL型の流動性試験装置を用いて行った。この流動性試験は、垂直部にコンクリートを充填した後、仕切板を引き上げてコンクリートを水平開路部に流動させ、各水平位置におけるコンクリート先端の流動速度を測定し、模擬鉄筋がある場合とない場合の流動速度の変化からコンクリートの流動性を評価するものである。強度試験用供試体の製造は、普通コンクリートについてはテーブル振動機により締固めを行い、高流動コンクリートについては型枠にハンドスコップで流し込むだけとした。また、高性能減水剤および増粘剤を添加したW/C=40%のセメントペーストの流動性試験を管式粘度計²⁾により行った。

3. 実験結果および考察

図-2は、高性能減水剤と増粘剤を添加したセメントペーストの流動曲線を示したものである。なお、セメントペーストの組成は表-2, 3で示した高流動コンクリートのペースト部分と同一である。図よりIV

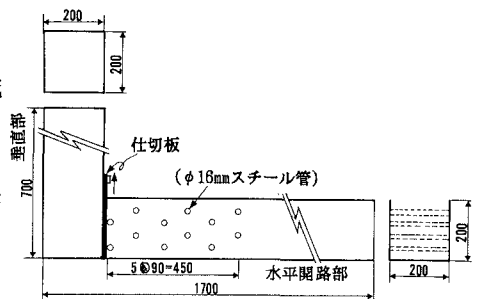


図-1 コンクリートの流動性試験装置

と高性能減水剤の併用により、セメントペーストは擬塑性流動を示すようになる。すなわち、IVの添加量の増加に伴い高い粘性を示すようになるが、真の降伏値はほとんど変化しないことがわかる。表-4は、フレッシュコンクリートの試験結果を示したものである。全ての配合において目標スランプロー値が得られているが、増粘剤添加量の少ない配合2および5ではスランブ試験時、若干の材料分離が観察された。その他の配合では材料分離は認められなかった。図-3, 4は、図-1で示した試験装置を用いて行ったコンクリートの流動試験の結果を示したものである。図-3は、模擬鉄筋がない場合のものであるが、スランブロー値が同一であっても増粘剤と高性能減水剤の添加量の組み合わせの相違により流動速度は異なり、増粘剤の添加量が多いほど流動速度が小さくなっている。この結果は、図-2で示したセメントペーストの試験

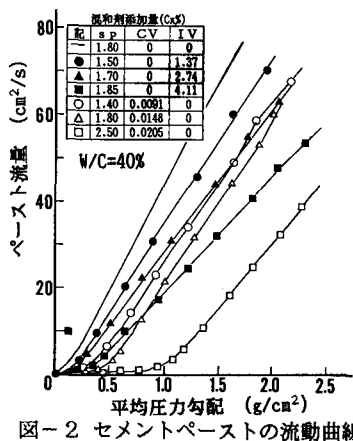


図-2 セメントペーストの流動曲線

結果に対応するもので、セメントペーストのチキソトロピー性が大きくなるほど高流動コンクリートの流動速度は低下することがわかる。図-4は、模擬鉄筋がない場合の流動速度に対する模擬鉄筋がある場合の流動速度の比(RC/non-RC)を示したものである。若干の材料分離が認められた配合2および5では、RC/non-RCが極端に小さくなっている。これは、模擬鉄筋部でコンクリートが材料分離し、粗骨材が閉塞したためにコンクリートの流動速度が低下したものであると思われる。また、ペースト粘度が高い配合ほどRC/non-RCが大きくなっており、コンクリートの流動性に及ぼす鉄筋等の障害物の影響は小さくとも考えられる。図-5は、配合1, 3, 7のコンクリートの凝結試験結果を示したものである。IVを用いた高流動コンクリートは、普通コンクリートに比べ高性能減水剤の添加量が多いため凝結遅延されているが、CVを用いたコンクリートと比較してかなり凝結時間が早くなっている。図-6はコンクリートの強度試験結果を示したものであり、IVを用いたコンクリートはCVを用いたコンクリートより強度発現性が良好であることがわかる。

表-4 フレッシュコンクリートの試験結果

配合No.	空気量 (%)	スランブ (cm)	スランブロー (mm)	ボックス試験 (A室-B室:cm)
1	4.9	18.5		
2	2.9	24.4	610 x 600	3.0
3	2.9	25.0	645 x 640	4.0
4	3.5	25.1	690 x 670	2.0
5	3.1	25.8	640 x 640	2.0
6	4.1	25.0	645 x 615	4.5
7	4.4	24.8	600 x 590	5.0

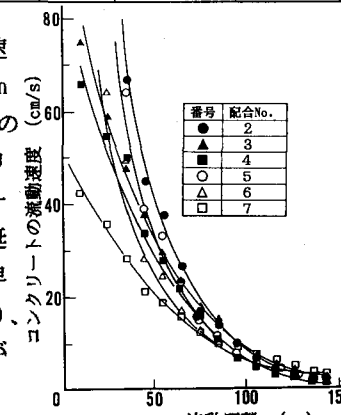


図-3 流動速度と流動距離の関係

以上より、無機増粘剤を用いることで、凝結遅延が小さく強度発現性の良好な高流動コンクリートが製造できる。

<参考文献> 1)河井：流動化剤と増粘剤のコンパティビリティに関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，1990。2)田澤，笠井他：セメントペーストのダブルミキシング効果とレオロジー特性，セメント技術年報，1988。

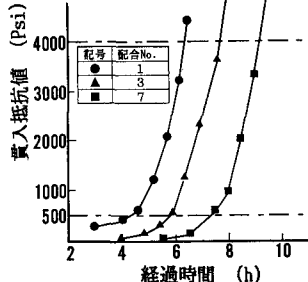


図-5 凝結試験結果

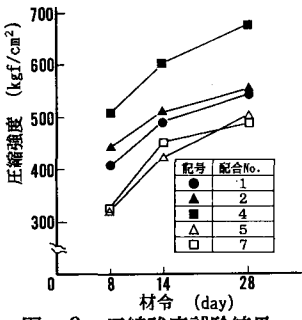


図-6 圧縮強度試験結果

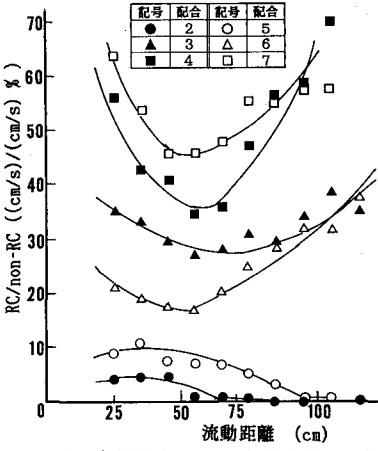


図-4 流動速度の比と流動距離の関係