

高性能コンクリートに関する基礎的研究

名城大学学生	牧田 篤
名城大学学生	藤波 基文
名城大学学生	森本 泰樹
名城大学 正会員	飯坂 武男
東海コンクリート工業（株）	稲熊 唯史

1. まえがき

近年、高流動コンクリート、ハイパフォーマンスコンクリート等の言葉をよく聞くが、これらコンクリートはいずれも締固め不要コンクリートの一種である。これは人手不足による省力化に伴い考えられたものと思われる。一方、コンクリート構造物は高層化、大型化等に伴い圧縮強度が $1000\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上の高強度コンクリートで打設された施工ニュースも聞かれる。

一般に高強度コンクリートは水セメント比は小さく、一方、高流動コンクリートでは水セメント比は大きくコンシステンシーが大きい。今後これら相反する性質を同時に兼ね備えたコンクリートはますます必要となってくると思われる。そこで本研究では高強度、高流動コンクリートの性質を合わせ持つコンクリートを高性能コンクリートと呼び、その製造を考えたものである。

2. 使用材料および実験方法

実験では普通セメントを用いた。混和材料は種々のものが開発されているが、低水セメント比、締固め不要、材料分離等を考慮してT社製のポリカルボン酸系の高性能減水剤2種類とコンクリートの緻密化等からシリカフュームを混和材として用いた。粗骨材は三重県北勢産の碎石で最大寸法 15mm 、比重 2.60 、吸水率 0.88% 、細骨材は三重県町屋川産の川砂で比重 2.60 、吸水率 1.66% の骨材を用いた。これら材料を用い、試し練りで大略の配合を把握し、実験では予備実験にもとづいてシリカヒュームの添加率を 20% 、混和剤の添加率を 2% 、 S/a を 40% として配合を決定した。その配合結果を表-1に示す。

表-1 コンクリートの示方配合表

配合の種類	水結合材比 W/B (%)	単位結合材量 (kg/m^3)	単位量 (kg/m^3)					
			水 W	結合材 B		細骨材 S	粗骨材 G	高性能減水剤 SP
				C	S F			
SSP-6	20	600	120	480	120	712	1084	9.6
SSP-7		700	140	560	140	658	1003	11.2
SSP-8		800	160	640	160	605	921	12.8
TCD-6	25	600	150	480	120	681	1037	9.6
TCD-7		700	175	560	140	622	948	11.2
TCD-8		800	200	640	160	564	858	12.8

3. 実験結果および考察

フレッシュコンクリートの流動性および分離抵抗性を評価するために、スランプ試験、スランプフロー試験、V型ロート試験をそれぞれ実施した。また圧縮強度試験は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の供試体を用い、蒸気養生した材令1日と、水中養生した材令7日、28日のもので試験を行った。

図-1は単位結合材量を変化させた場合のV型ロート試験の排出口寸法の変化と流下時間の結果を示した。排出口が $7.5 \times 7.5\text{cm}$ の場合は流下時間の差がほとんど見られないが排出口が $6.5 \times 7.5\text{cm}$ 、 $5.5 \times 7.5\text{cm}$ では流下時間の差がよく表示され単位結合材量が $800\text{kg}/\text{m}^3$ で最小となっている。また、単位結合材量 $700\text{kg}/\text{m}^3$

と $800\text{kg}/\text{m}^3$ の間で流下時間に大きな差が表れている。このことは、結合材量が多くなるにつれて粘性は増加するが骨材量が少なくなることが主な原因だと思われる。

図-2は $W/B=25\%$ で単位結合材量を変化させた場合のスランプ、スランプフローの関係を示した。スランプ値は $24\sim 26\text{cm}$ と上昇傾向で、スランプフローも $80\sim 85\text{cm}$ の間で上昇傾向を示し、V型ロート試験の結果と似ている。次に、V型ロート試験、スランプ、スランプフローの結果から一番流動性の良い単位結合材量を $800\text{kg}/\text{m}^3$ と一定にし高性能減水剤の種類を変化させた場合の結果について述べる。TCD-8の水結合材比を 20% にした場合とも比べた。図-3はそのスランプ、スランプフローの実験結果である。スランプを見るとTCD-8よりSSP-8の方が大きいのにスランプフローではTCD-8の方が大きな値を示している。このことは、TCD-8では骨材が中心に残りモルタル部分が広がったからだと考えられ材料分離をしているように思われる。図-4は材令28日における流下時間と圧縮強度の関係を示した。単位結合材量を $600\text{kg}/\text{m}^3$ から $700\text{kg}/\text{m}^3$ に変化すると圧縮強度は高くなる傾向を示している。また、単位結合材量を $700\text{kg}/\text{m}^3$ から $800\text{kg}/\text{m}^3$ に変化すると圧縮強度はそれほど高くないが流下時間を著しく短縮することができる。

4. まとめ

高性能コンクリートの製造を目的とした実験結果から次のような結論を得た。

- I. V型ロート試験では、骨材の最大寸法(G_{max})とV型ロートの排出寸法($b \times 7.5\text{cm}$)の関係を $K = G_{\text{max}}/b$ と示した場合、 K の値が4以上になると粘性や流動性に対する性質を判定しにくくなる。
- II. 単位結合材量による流下時間への影響は結合材量が多くなるにつれ粘性は増すことと、骨材量の関係から $700\text{kg}/\text{m}^3$ と $800\text{kg}/\text{m}^3$ の間に大きな差がある。
- III. 高性能減水剤はTCDを使うと水結合材比 25% では材料分離する傾向があり、水結合材比 20% では高強度ではあるが流動性は劣る。そこで水結合材比 20% でSSPを使用すると材料分離が生じなく流動性が良くなる。水結合材比を小さくすることにより、さらに高強度コンクリートにすることができると思う。
- IV. 高性能コンクリートを製造するには、単位結合材量を増すことにより高強度を得ることができコンクリートの量に対する骨材量を少なくすることにより高流動性を得ることができる。

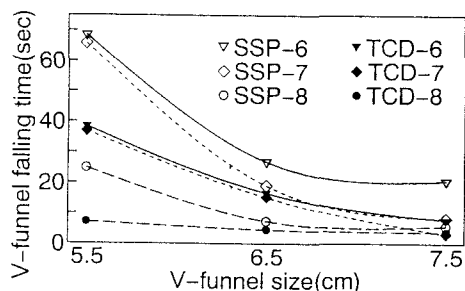


図-1 単位結合材量の変化と流下時間の関係

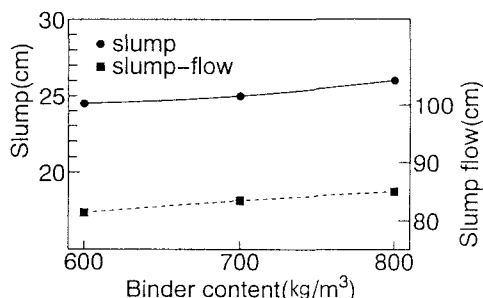


図-2 単位結合材量の変化とスランプ、スランプフローの関係

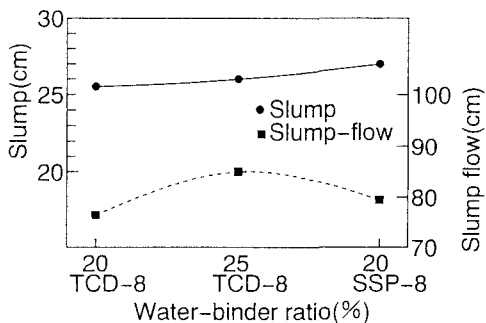


図-3 W/B と高性能減水剤の変化とスランプ、スランプフローの関係

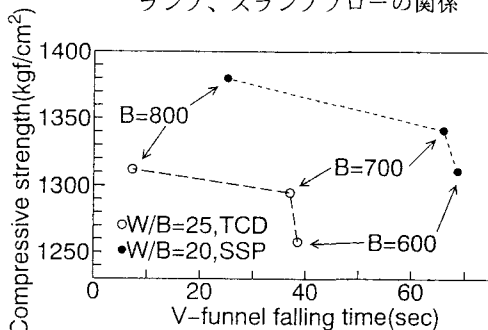


図-4 V型ロート試験の流下時間と圧縮強度の関係