

徳島大学工学部 正会員 ○堀井克章
 徳島大学工学部 正会員 河野 清
 日本国土開発(株) 福地健人

1. まえがき

最近、コンクリートを練りまぜる際、骨材の表面水率や材料投入の順序などの違いによって、異なる性質のコンクリートが製造されるということが多くの研究者によって指摘され、種々の製造方法が考案されている。しかし、即時脱型製品用超硬練りコンクリートの練りまぜ方法に関する報告例は見られない。そこで本研究では、土木・建築用ブロッコ類、まぐら木、無筋コンクリート管などの即時脱型製品に用いられるゼロスランパの超硬練りコンクリートの品質に及ぼす練りまぜ方法の影響を調査し、最適な練りまぜ方法についての検討を行った。

2. 実験の概要

(1) 使用材料と配合

セメントには比重3.15の普通ポルトランドセメント、細骨材には比重2.64、粗粒率2.72の川砂、また粗骨材には比重2.60、最大寸法20mm、粗粒率6.52の碎石を使用した。混和剤には、特殊有機高分子と界面活性剤を主成分とする即時脱型製品用混和剤L及び高縮合トリアジン系化合物を主成分とする製品用高性能減水剤Nを使用した。

コンクリートの配合は、単位セメント量を標準的な300kgとして、予備実験を行い決定した(表-1参照)。

(2) 練りまぜ方法と試験方法

コンクリートの練りまぜは、強制練りミキサを用いて、表-2に示す種々の練りまぜ方法を採用した。ここで、1バッチの練りまぜ量を25ℓの一定とし、また全練りまぜ時間も150秒間の一定とした。

練りまぜ終了後のコンクリートについて、VB試験とCF試験(韓国め係数試験)を行った。VB試験は、高性能に改良を施したVB装置(振動数7200vpm、

加速度10.5g)を用い、まずコンクリートを四角容器に2層に詰め、突き棒で各層35回突き、おむりを固定した透明四板(総重量7.0kg)を載せ、振動を加え、四板全面にコンクリートが到達する時間を秒数で求め、VB値とした。また、CF試験は、BS1181の規定に準じて行い、示方配合から空気量が無いものとして計算した理論完全締固め重量を用いてCF値を求めた。

強度試験用供試体の作製には、口15×15×54cmはり供試体の作製できる即時脱型用型枠を用い、コンクリートを1層に詰め、取付けの型枠振動機(振動数10800vpm)で60秒間締固め、成形後直ちに型枠を半転させて脱型を行い、供試体を作製した。

供試体は、作製翌日から所定材令(14日)まで20±3℃の水で養生を行った。所定材令に達した供試体は、コンクリートカッターで3個に

表-1 コンクリートの配合

配合の種類	目標スランパS1 (cm)	目標空気量Air (%)	水セメント比W/C (%)	細骨材率s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				* 混和剤A (cc)
					水W	セメントC	細骨材S	粗骨材G	
PL	0	2	37	45	110	300	920	1108	0
A(L)	0	2	35	44	105	300	906	1135	250
A(N)	0	2	35	44	105	300	906	1135	2000

(注) *印は、セメント100kgに対する原液使用量を示し、単位水量に含める。

表-2 コンクリートの練りまぜ方法

番号	練りまぜ方法	備考
a	SCGW $\xrightarrow{t}$	一括
b	SCGW ₁ $\xrightarrow{t/2}$ W ₂ $\xrightarrow{t/2}$	W分割*
c	SCG $\xrightarrow{t/2}$ W $\xrightarrow{t/2}$	から練り
d	SCW $\xrightarrow{t/2}$ G $\xrightarrow{t/2}$	G遅れ投入
e	SCW ₁ $\xrightarrow{t/2}$ GW ₂ $\xrightarrow{t/2}$	G遅れ投入+W分割*
f	SC $\xrightarrow{t/2}$ GW $\xrightarrow{t/2}$	G遅れ投入+から練り
g	SCGWA $\xrightarrow{t}$	一括
h	SCGW $\xrightarrow{t/2}$ A $\xrightarrow{t/2}$	A遅れ添加
i	SCGW ₁ $\xrightarrow{t/2}$ W ₂ A $\xrightarrow{t/2}$	A遅れ添加+W分割*
j	SCG $\xrightarrow{t/2}$ WA $\xrightarrow{t/2}$	A遅れ添加+から練り
k	SCWA $\xrightarrow{t/2}$ G $\xrightarrow{t/2}$	G遅れ投入
l	SCW $\xrightarrow{t/2}$ GA $\xrightarrow{t/2}$	G遅れ投入+A遅れ添加
m	SCW ₁ $\xrightarrow{t/2}$ GW ₂ A $\xrightarrow{t/2}$	G遅れ投入+A遅れ添加+W分割*
n	SC $\xrightarrow{t/2}$ GWA $\xrightarrow{t/2}$	G遅れ投入+A遅れ添加+から練り

(注) *印の1次水セメント比(W/C)は、25%とした。

切断し、各々圧縮強度試験を行った。

各練りませ方法によるコンクリートの製造は、日を変えて2回以上行い、1バッチのコンクリートから、1つのVB値及び2つのCF値を求め、1本の供試体を作製した。なお、各試験結果は、各測定値の平均値とした。

3. 試験結果とその考察

混和剤Lを用い、表-2に示す各練りませ方法で製造したコンクリートより得られたVB値を図-1に、また圧縮強度を図-2に示す。また、混和剤L及びNを用い、表-2中の練りませ方法g、h、k及びlで製造したコンクリートより得られたVB値及び圧縮強度を図-3に示す。

これらの図から、配合や練りませ時間が同じ場合でも、練りませ方法を変えることで、製造されるコンクリートの品質が異なることがわかる。

全体的な傾向としては、粗骨材遅れ投入法やから練り法により製造されたコンクリートは、一括法によるものに比べて、VB値が小さく、つまりワーカビリチーが良くなるが、圧縮強度は低くなること、混和剤を用いる場合、混和剤遅れ添加法あるいはこの方法と水分割投入法を併用して製造されたコンクリートは、一括法などのように始めから混和剤を添加するものに比べて、VB値が小さく、つまりワーカビリチーが良くなり、圧縮強度は同程度の値となることなどがあげられる。

粗骨材遅れ投入法やから練り法は、全練りませ時間を同じにしたため、一括法に比べて、コンクリートとしての練りませ時間は短くなり、セメントと水との結合や初期の水和反応の進行が不十分になること、自由水が多くなること、骨材とセメントペーストとの付着性が劣ることなどにより、VB値は小さく、また圧縮強度は低くなるものと思われる。また、

最近注目されているSEC工法やダブルミキシング工法の考え方を参考に、1次水セメント比(W/C)を25%とした水分割投入法を採用したが、超硬練りコンクリートの水セメント比が35あるいは37%と非常に小さいために、水を分割投入する効果はあまり見られず、むしろ混和剤を遅れ添加する際、混和剤を薄めて、混和剤の添加や分散を容易にするのを目的として、水を分割投入するのが良いと思われる。

以上のように、ワーカビリチーと強度との2面から最適は練りませ方法を決めるとすれば、混和剤を用いない場合は、いずれの方法にも長所と短所があり、最適の方法を決めるのは難しいが、材料投入の際の午間の少ない一括法などが良いと思われ、混和剤を用いる場合には、混和剤のみあるいはW/Cを25%程度として残りの水に混和剤を薄めて遅れ添加する方法が最適であると思われる。

なお、超硬練りコンクリートのワーカビリチーやコンシステンシーを評価するため、VB試験と併せて行ったCF試験の結果は、混和剤を用いないコンクリートで0.67~0.69、混和剤を用いたものでは0.68~0.70の範囲におさまリ、差が少なく、単位水量が同じ配合での評価法としては、CF試験は適当でないことを示している。

本研究では、実験の条件がある範囲に限られており、今後も、配合条件や練りませ時間などを種々変化させて実験を行い、さらに調査を進める必要があると思われる。

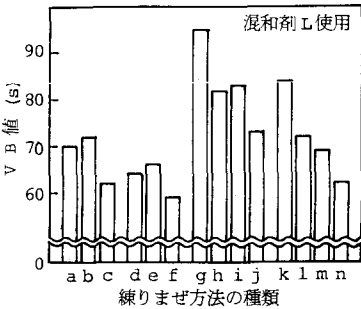


図-1 各練りませ方法でのVB値

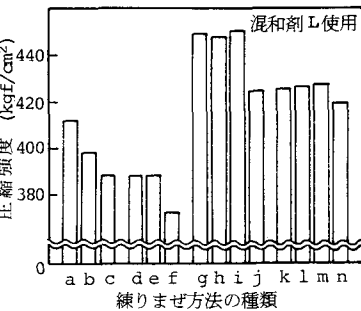


図-2 各練りませ方法での圧縮強度

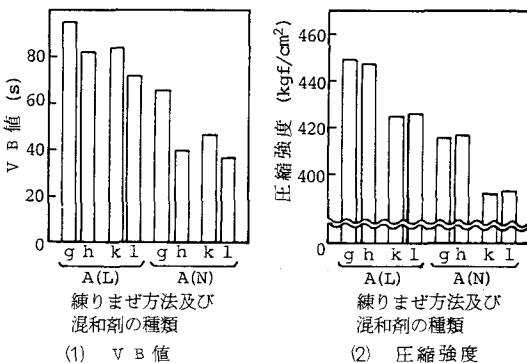


図-3 混和剤添加時期の影響