

V-508

過早凝結を起こすRCDコンクリートのVC試験法に関する基礎的研究

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 吉田 行
北海道開発局 開発土木研究所 正会員 堺 孝司

1. はじめに 近年コンクリートダムの建設において、良質な骨材の不足に伴い、モンモリロナイトなどの粘土鉱物を含有する骨材を使用せざるを得ない状況が発生している。このような骨材をコンクリートに使用した場合、コンクリートは過早凝結を起こすため、特にRCD工法による施工では大きな問題となる。過早凝結問題の対処法の一つにコンクリートの単位水量を増やす方法が考えられる。しかしながら、このようなコンクリートをVC試験で管理する場合、現行の標準的な試験条件（上載荷重20kg、振動数3000rpm）ではVC値が過小となり、安定してコンクリートのコンシステンシーを管理することが困難になる。本研究では、粘土鉱物含有骨材を使用するRCDコンクリートに対して適用可能なVC試験法について検討した。

2. 実験概要 表-1に使用材料

を示す。粗骨材の最大寸法は80mmとし、セメントは中庸熱フライアッシュセメント（フライアッシュ置換率30%、以下MF）および中庸熱高炉スラグセメント（スラグ置換率65%、以下MB）の2種類を使用した。また、モンモリロナイトとしてベントナイト（モンモリロナイト含有率90%程度）を細骨材重量に対する内割りで混入した。表-2に配合を示す。

表-1 使用材料

セメント	中庸熱フライアッシュセメント（フライアッシュ30%）、比重2.85、粉末度3330cm ² /g 中庸熱高炉スラグセメント（スラグ65%）、比重3.01、粉末度3890cm ² /g
細骨材	①忠別川産：比重2.57、吸水率2.26% ②札内川産：比重2.67、吸水率1.50%
粗骨材	③忠別川産：（5～20mm） 比重：2.57、吸水率：2.14% （20～40mm） 比重：2.57、吸水率：1.84% （40～80mm） 比重：2.61、吸水率：1.70% ④札内川産：（5～20mm） 比重：2.70、吸水率：0.98% （20～40mm） 比重：2.71、吸水率：0.76% （40～80mm） 比重：2.72、吸水率：0.50%
混和剤	AE減水剤遅延型：リガコンスルホ酸化合物、標準量使用（C×0.25%）
ベントナイト	ワイミング産：モンモリロナイト90%含有

※VC値の基本的特性には①と③、経時変化試験には②と④の骨材を使用

本研究ではまず、練上がりVC値が20secの一般的なコンクリートと、単位水量を増加して練上がりVC値が5sec程度のベントナイト無混入のコンクリートに対して、種々の条件（上載荷重および振動数）でVC試験を行い、基本的なVC値特性について検討した。なお、現行の試験条件における小型VC試験を標準試験と定義する。

次に、表-2に示す配合のコンクリートを用いて練置きによるVC値の経時変化試験を行い、

ベントナイトの混入率およびセメントの種類が凝結に及ぼす影響について検討した。また、単位水量を増加した場合の過早凝結の遅延効果についても検討した。なお、本研究ではベントナイトの混入率を1.7、3.9%の2水準とした。

3. 実験結果および考察 図-1に各試験条件下における小型および大型VC試験結果を示す。試験条件がVC値に及ぼす影響は、小型、大型VC試験共に、上載荷重を現行の試験条件20kgから10kgに、振動数を現行の3000rpmから2000rpmに変更することでVC値を大きくシフトできることが確認できた。しかしながら、小型VC試験では上載荷重のリバウンド現象が見られ、単位水量を増加した（標準試験VC値5sec相当）コンクリートに適用してもほとんど差がない等適用に限界があるものと考えられる。一方、上載荷重10kg、振動数2000rpmで大型VC試験を行えば30～40sec程度でVC値を評価できることがわかった。MBについても同様の傾向が見られた。

表-2 配合

配合名	セメントの種類	目標VC値	ベントナイト混入率	s/a (%)	単位量 (kg/m³)				
					W	C	B※	S	G
MF1.7-20	MF	20sec	1.7%	32	92	120	12.1	726	1,572
MF1.7-5		5			108		11.9	713	1,539
MF3.9-20		20	97		28.2		724	1,559	
MF3.9-5		5	117		27.4		705	1,526	
MB1.7-20	MB	20	1.7		97	12	724	1,563	
MB1.7-5		5			112	11.9	713	1,534	
MB3.9-20		20	102		28	721	1,566		
MB3.9-5		5	119		27.4	705	1,526		

※ベントナイト

図-2にベントナイトを混入したRCDコンクリートの練置きによるVC値の経時変化を示す。標準試験で初期VC値が20secのコンクリートでは、ベントナイト混入率が1.7%の場合3時間経過時のVC値が200sec以上となり、ベントナイトを3.9%に増加した場合、2時間経過時点でVC値は得られなかった。これに対し単位水量を増加して標準試験で初期VC値が5secのコンクリートでは、ベントナイトの混入率が1.7%の場合5時間経過時でもVC値が60sec程度であり、混入率が3.9%の場合3時間経過時点でMFで60sec、MBで280sec程度であった。これにより単位水量を増加することが、過早凝結対策として有効であることがわかった。また、MFに比べMBを用いたコンクリートの方が凝結が早くなる傾向が、ベントナイトの混入率が大きい場合に見られた。

図-3にベントナイトを混入したコンクリートの練り上がり直後の標準試験における小型VC値と、各試験条件下における大型VC値の関係を示す。

一般にベントナイトが無混入のコンクリートでは、各試験条件下における小型と大型VC値は図-1に示したような相関関係がある。ベントナイトの混入率が1.7%の場合は、ベントナイト無混入の場合と同様の相関が見られた。しかしながら、ベントナイトの混入率が3.9%の場合には小型VC値が同じでも大型VC値は異なり、両者に一定の関係が認められなかった。また、MFに比べMBの大型VC値が大きくなった。このように、ベントナイトを混入したコンクリートのコンシステンシーを適切に評価できる試験条件は、ベントナイトの混入率および使用するセメントの種類によって異なることが明らかとなった。図-4に単位水量を増加したコンクリートの大型VC試験によるVC値の経時変化を示す。MFについては練上がりVC値を適切に評価できるように試験条件を設定したが、この場合短時間でVC値の評価が不可能となった。そこでMBについては試験条件を現行の20kg、3000rpmとして試験した。その結果、混入率が1.7%の場合5時間経過時までVC値の測定が可能であった。しかしながら、3.9%の場合は、現行の試験条件でも大型VC試験では短時間で測定不能となることが明らかになった。以上の結果から、ベントナイトを含むコンクリートに対しては試験条件を変えることにより練上りのVC値を管理することは可能であることが明らかとなったが、練上がりから経時変化まで体系的にVC値を管理する試験法を確立するにはさらに包括的な検討が必要であると言える。

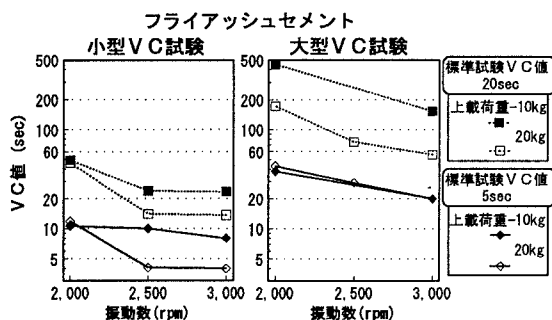


図-1 試験条件がVC値に及ぼす影響

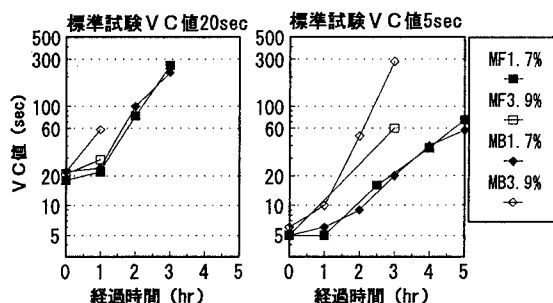


図-2 ベントナイトを混入したRCDコンクリートのVC値の経時変化

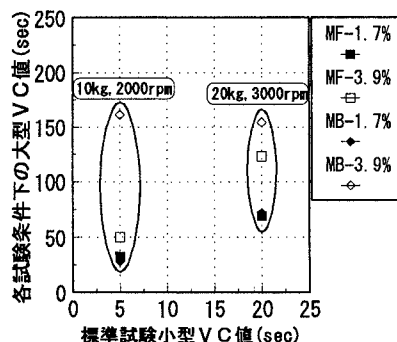


図-3 ベントナイトを混入した場合の小型VC値と大型VC値の関係

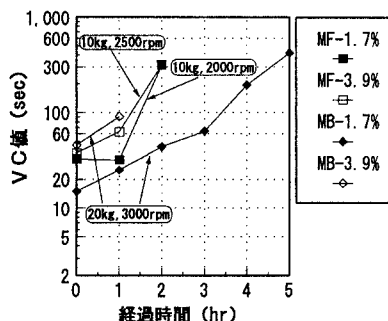


図-4 大型VC試験によるVC値の経時変化