

V-135

各種コンクリートの分割練混ぜの効果

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 分割練混ぜ（ダブルミキシング：以下DM）コンクリートは、ブリーディングが低下し圧縮強度が増大すると言われている。しかしながら、DMの効果は水セメント比や単位セメント量などにより異なると考えられる。本研究では、種々のコンクリートに対してブリーディング試験および圧縮強度試験を行い、DMが有効となる領域について検討した。また、コンクリートの圧縮強度に大きく影響を及ぼすのは細骨材界面よりもむしろ粗骨材界面であることに着目し、従来の細骨材界面を造殻する考え方に基づくDMに加えて粗骨材の界面を造殻する新しい

DMを行い、練混ぜ方法の違いがブリーディングおよび圧縮強度に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要 普通コンクリートでは、セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、粗骨材最大寸法は20mmとした。ダム有スランブコンクリート（以下、ダムコンクリート）およびRCDでは、セメントはフ

ライアッシュ置換率30%の中熱フライアッシュセメントを使用し、粗骨材最大寸法は80mmとした。表-1に各コンクリートの基本配合を示す。普通およびダムコンクリートの目標スランブおよび空気量はそれぞれ、 $8 \pm 2.5\text{cm}$ 、 $4.5\% \pm 1\%$ 、および $4.0 \pm 1\text{cm}$ 、 $3.5 \pm 1\%$ とした。また、RCDコンクリートの目標VC値は 20 ± 10 秒とした。

表-2にコンクリートの練混ぜ方法を示す。練混ぜケースSMは、練混ぜ水を一括投入する従来の練混ぜ方式である。DMは、練混ぜ水を一次および二次水に分割して投入する従来の分割練混ぜ方式で、モルタル先練りとした。GDは、新しく考案した粗骨材を造殻する分割練混ぜ方式である。GDではセメントも分割し、一次セメントは粗骨材の造殻に使用し、残りの二次セメントおよび二次水は細骨材と混練してモルタルを作製し、二次練り時に造殻した粗骨材とモルタルを併せ、粗骨材の造殻膜の損傷を出来るだけ少なくする方式とした。なお、各方法における練混ぜ時間は、コンクリートの状態を目視で判定し決定した。コンクリートの練混ぜは、普通コンクリートでは100 Qのパン型強制練りミキサを、ダムコンクリートでは200 Qの二軸強制練りミキサをそれぞれ使用した。

表-3に各コンクリートの分割練混ぜにおける一次および二次水セメント比とスランブおよび空気量を示す。各コンクリートの1次水セメント比は、既往の研究¹⁾に基づき、セメントペースト

表-1 基本配合

コンクリートの区分	配合名	セメントの種類	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				スランブ (VC値) cm, 秒	空気量 %	混和剤
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G			
普通コンクリート	SM35	OP	35	43	135	386	810	1062	7.5	4.1	高性能AE減水剤、空気運行人
	SM50		50	46	140	280	902	1048	7.7	4.2	AE減水剤、空気運行人
	SM65		65	49	144	222	980	1010	7.6	4.2	"
ダム有スランブ	SSM	MF	67.5	32	108	160	681	1477	3.8	4.0	"
RCD	RSM		64.2	32	77	120	737	1597	20	-	AE減水剤

表-2 練混ぜ方法

区分	ケース	材料投入順序および練混ぜ時間
普通コンクリート	SM	(S+C⇒30秒 + G⇒10秒) + W⇒120秒
	DM	(S + W ₁ ⇒30秒) + C⇒30秒 (モルタル練り) モルタル + G + W ₂ ⇒60秒
	GD	(C ₁ + W ₁ ⇒30秒) + G⇒30秒 (粗骨材造殻) (C ₂ + W ₂ ⇒60秒) + S⇒30秒 (モルタル練り) 造殻G + モルタル⇒60秒
ダムコンクリート	SM	(S+C⇒10秒 + G⇒5秒) + W⇒60秒
	DM	(S + W ₁ ⇒15秒) + C⇒60秒 (モルタル練り) モルタル + G⇒5秒) + W ₂ ⇒60秒
	GD	(C ₁ + W ₁ ⇒60秒) + G⇒30秒 (粗骨材造殻) (S + W ₂ ⇒30秒) + C ₂ ⇒30秒 (モルタル練り) 造殻G + モルタル⇒60秒

表-3 一次および二次水セメント比

区分	配合名	W ₁ /C ₁ (%)	W ₂ /C ₂ (%)	スランブ VC値 (cm) (秒)	空気量 (%)
普通コンクリート	DM35	26	-	6.1	4.3
	GD35-R15		72	9.9	4.7
	GD35-R30		40	8.5	4.3
	DM50		-	8	4.1
	GD50-R20		150	6.5	4.2
	GD50-R30		76	8	3.8
	DM65		-	6.6	4.5
	GD65-R30		130	5.9	4.3
ダム有	SDM	24	-	3.5	4.1
	SGD-R40		487	2.8	3.3
	SGD-R50		178	2.9	3.8
	RDM		-	20	-
	RGD-R60		306	20	-
RCD	RGD-R90		117	16	

※R15はベントナイト膜厚が骨材平均粒径の15分の1を意味する。

分割練混ぜ、コンクリート、ブリーディング、圧縮強度

〒062 札幌市豊平区平岸1条3丁目 TEL 011-841-1111 FAX 011-824-1226

の練混ぜ抵抗が最大となる水セメント比とした。また、GDにおける二次水セメント比の決定にあたっては、骨材を造殻するペーストの膜厚を変数として考慮した。なお、分割練混ぜを行うことにより生じる普通コンクリートのスランプおよび空気量の減少は、高性能AE減水剤を用いて調整した。また、混和剤は練混ぜ水と同じ割合で分割練混ぜ水の一部として投入した。

ブリーディング試験はJISに従って行ったが、RCDコンクリートについては、VC試験後のペーストが十分に上昇した状態からその測定を行った。

3. 実験結果および考察 図-1にブリーディング率の経時変化を示す。ブリーディング率は全てのコンクリートにおいて、分割練混ぜを行ったもののほうがSMよりも単位時間当たりおよび最終ブリーディング率の何れも低減しており、分割練混ぜの効果が確認された。また、ブリーディングの絶対量が少ない水セメント比35%の場合を除くと、従来型のDMよりも粗骨材造殻のGDの方がブリーディング率が低減し、継続時間も全体に短縮していた。図-2に各コンクリートの圧縮強度と最終ブリーディング率の関係を示す。普通コンクリートでは、ブリーディング率と圧縮強度の関係は対応しており、ブリーディング率が大きいSMよりもDMおよびGDの方が、また、全体にDMよりもGDの方が圧縮強度はそれぞれ大きかった。水セメント比について見ると、35%の場合他と比べて圧縮強度の改善率が小さかった。これは、水セメント比が小さい高強度コンクリートでは、ブリーディング率が少なく、従って基本的に骨材界面にあまり影響しないことによると考えられる。ダムコンクリートでは、圧縮強度はほぼ横這いあるいはブリーディング率が大きいSSMやSDMの方が粗骨材造殻のものより圧縮強度が大きくなる傾向が見られた。これは、ダムコンクリートの場合、水セメント比は65%程度ではあるが、普通コンクリートの水セメント比65%と比べると単位セメント量がかなり少ないため十分な骨材造殻が行われないこと、およびダムコンクリートでは骨材界面の改善効果よりもブリーディングによってコンクリート自体の水セメント比が小さくなったことによる影響の方が大きくなったことなどが原因と考えられる。なお、RCDコンクリートにおいては、分割練混ぜによるブリーディング量の低下は圧縮強度の増大にはつながらなかった。しかしながら、極端に水量が少ないRCDコンクリートにおいてブリーディングを抑制することは、全体として施工性の改善に有効であり、実施工でもこのことが確認されている。

以上の結果から、分割練混ぜが有効となるコンクリートの配合領域があること、および粗骨材を造殻する練混ぜ方が有効であることが明らかとなった。

<参考文献>

- 1) 山本、服部、黒羽、丸嶋ら：SECコンクリートの実用化に関する研究、大成建設技術研究所報第15号

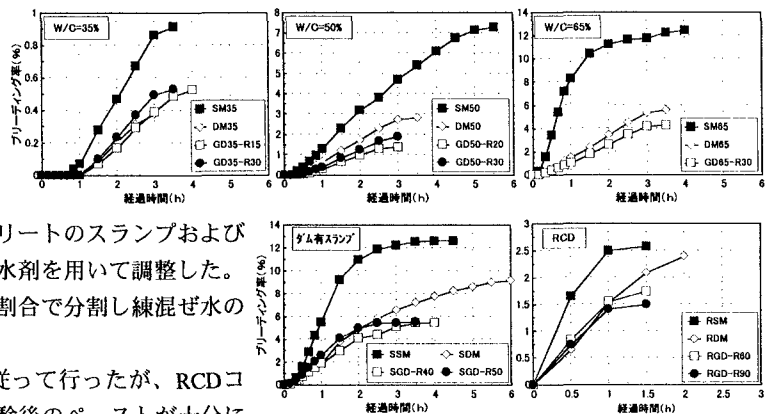


図-1 各コンクリートのブリーディング率

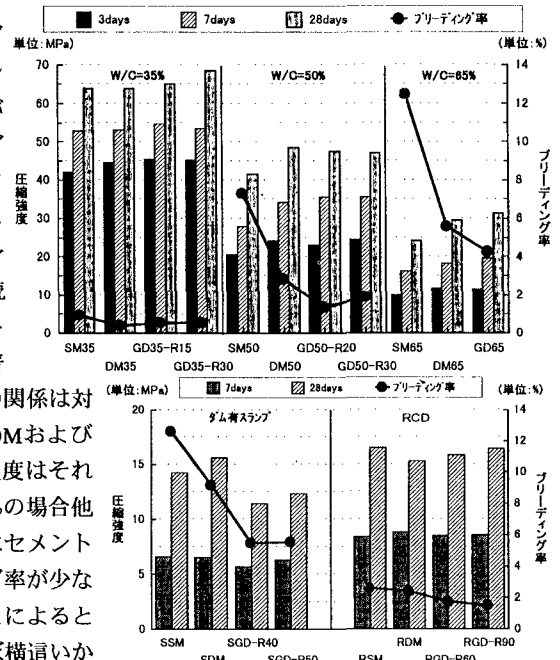


図-2 圧縮強度とブリーディング率