

ダムコンクリートの水和熱低減に関する研究

水資源開発公団試験研究所 正会員 鈴木 敦
 水資源開発公団試験研究所 正会員 木戸研太郎
 岡山大学環境理工学部 フェロー 阪田憲次

1. はじめに ダムのようなマスコンクリートを連続的に打設する際の課題として、水和熱の対策がまず挙げられる。RCD 工法などの合理化施工においてはパイプクーリングが行われなため、夏期の練上り温度を低下させるためには効果的なプレクーリングが不可欠である。近年尿素の加水分解時に吸熱反応を起こす性質に着目し、尿素混入によるコンクリートの水和熱低減についての新たな研究が阪田ら¹⁾により行われ、一般的なコンクリートやセメント量の比較的多い高流動コンクリートにおいては、水和熱低減に非常に有効であることが明らかとなっている。本研究は貧配合であるダムコンクリートにおける尿素の適用可能性について検討を行ったものである。

2. 試験概要 実験は、1)モルタル試験および
 2)コンクリート試験(内部有スランブコンクリート、RCD用コンクリート)により行った。

表 - 1 モルタル試験検討ケース (g/バッチ)

ケース	尿素種類	結合材種類	結合材量	単位水量	細骨材量	尿素量	尿素混入率%
Base	試薬用 U1	MF0 MF30 NF30 (3種類)	300	210	1350	0	0
U-0			300	200	1350	13.4	4.47
U-30			300	180	1350	40.1	8.90
U-50			300	160	1350	66.8	13.37
Base	肥料用 U2	MF30	300	210	1350	0	0
U-0			300	200	1350	13.4	4.47
U-30			300	180	1350	40.1	8.90
U-50			300	160	1350	66.8	13.37

(1)使用材料

中庸熱ポルトランドセメント(密度 3.20kg/l)

普通ポルトランドセメント(密度 3.18kg/l)

フライアッシュ(密度 2.26kg/l,比表面積 3,770cm²/g)

骨材:角閃石(粗骨材:密度 2.98kg/l,吸水率 0.68%,
 細骨材:密度 2.94kg/l,吸水率 0.87%)

尿素:試薬用尿素(一級) 肥料用尿素

(2)試験内容 1)モルタル試験

モルタルは、結合材量(セメント+FA)が 140kg/m³ 程度のダムの内部有スランブコンクリート(ELCM 配合)相当とした。表 - 1 は、検討ケースを示す。試験は次の3種類について実施した。モルタルフロー試験: JIS R 5201

によりフロー値を求めた。圧縮強度試験: JIS R 5201 により供試体を作製し、圧縮試験(材齢 7,28,91 日)を実施。

発熱特性試験: 練混ぜ前のモルタル

材料の温度はすべて 20 に調整し、練り上がり温度を測定。

試験モルタルは断熱材で囲んだ樹脂製容器に入れ、モルタル中央部の温度を熱電対により連続的に 1 週間測定。

2)コンクリート試験 結合材種類は MF30 とし、表 - 2 に示す 2 種類のコンクリートについて、まず所要条件を満足する配合を確認した上で、練上り温度、経時変化(施工性)強度発現(材齢 2,3,7,28,91 日)について確認した。また RCD 用コンクリートについては、断熱温度上昇試験を実施した。尿素的混入量は、尿素量 0(W-0 とする)、および尿素混入率

結合材種類: MF0(中庸熱ポルトランドセメント、FA 置換率 0%)
 MF30(中庸熱ポルトランドセメント、FA 置換率 30%)
 NF30(普通ポルトランドセメント、FA 置換率 30%)
 尿素混入率 = 尿素量 U(g) / 結合材量 C+F(g) × 100%

表 - 2 コンクリート試験配合条件

種類	Gmax	スランブ VC 値	空気量%	結合材量 kg/m ³	s/a %	粗骨材 混合比	AE 減水剤 g	AE 剤
ELCM	80mm	3.0cm	3.5	140	28	40:30:30	350	適量
RCD 用	80mm	20 秒	1.5	120	30	40:30:30	300	

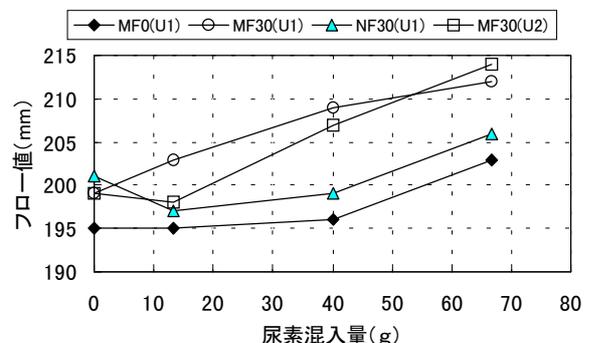


図 - 1 尿素量とフロー値との関係 (モルタル試験)

キーワード: 尿素、ダムコンクリート、水和熱低減、断熱温度上昇、プレクーリング

連絡先: 〒338-0812 浦和市大字神田 936 水資源開発公団試験研究所 TEL048(853)1785 FAX048(855)8099

10%(W-10とする)から10%刻みで40%(W-40とする)まで混入した4ケース×2種類(ELCM、RCD用)について検討を行った。

3. 試験結果 (1)モルタル試験 図-1は尿素混入量とフロー値との関係を示している。尿素混入量の増加とともにフロー値も増加し、流動性が良化する。図-2は発熱特性試験結果を示している。セメントを混ぜない水と尿素のみ場合(上図)では、試料温度はU-10で約半日、U-50で約1日後に試験室温(20±2)に追従した。それに対してモルタル(下図)においては、U-50で最高温度が約3℃低下し、約1.5日後に最高温度が確認された。セメント種類、フライアッシュ置換率の違いは、最高温度の差には現れたが、その到達時間は全て同じ傾向を示した。

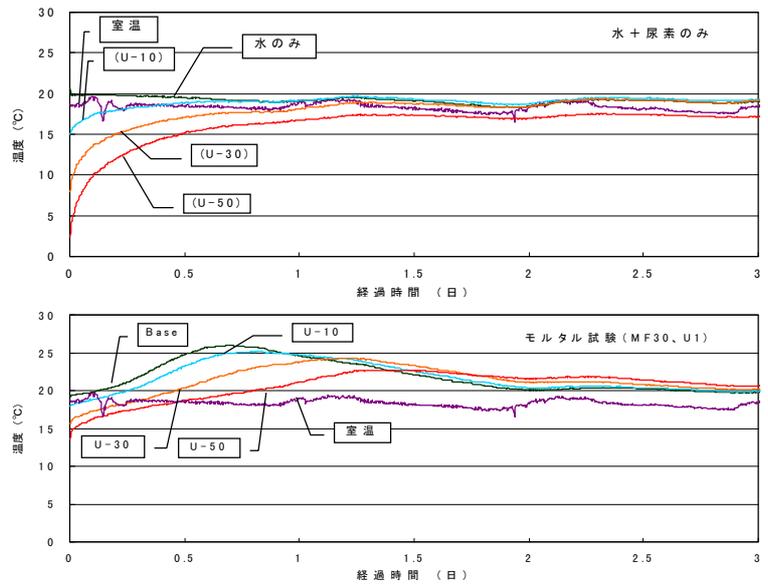


図-2 発熱特性試験結果(モルタル試験)

(2)コンクリート試験 図-3は、表-2の条件を満足する配合のペースト構成を示す。ELCM配合では、所要コンシステンシーを満足する単位水量は尿素混入量に反比例し減少するが、混入した尿素が全て溶解したと仮定すると、尿素水量(単位水量+尿素量)は逆に増加する結果となった。RCD用コンクリートでは、所要コンシステンシーを満足する尿素水量は全ケース一定となった。図-4は、強度発現特性を示す。初期材齢においては2種類のコンクリートとも尿素量の増加に伴い圧縮強度が減少する傾向が見られた。特にRCD用コンクリートでは、材齢が進行してもこの傾向はあまり変わらない。図-5は、RCD用コンクリートにおける断熱温度上昇の比較を示す。尿素混入により試験開始時のコンクリート温度の低下(プレクーリング効果)および初期の水和反応の遅延効果が確認された。W-0とW-40では、試験開始時の温度差が約2℃、断熱温度上昇量の最高温度差が約5℃である。

4. まとめ 本研究では、ダムコンクリートにおける水和熱低減方法として、尿素の適用可能性を検討した。その結果、RCD用コンクリートで実施した断熱温度上昇試験では、プレクーリング効果および水和反応の遅延効果が確認された。現在供試体による長期暴露試験も実施しており、今後も引き続き本検討を実施していく予定である。

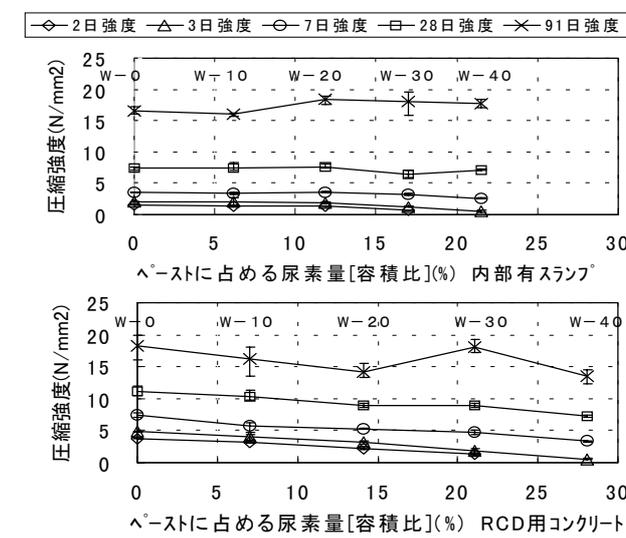


図-4 強度発現特性(コンクリート試験)

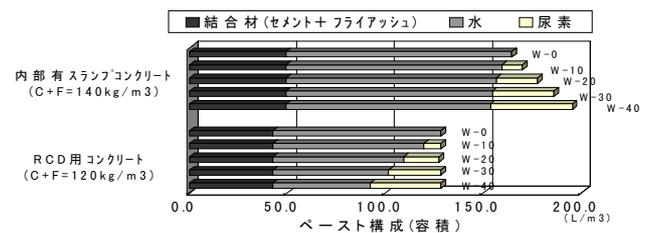


図-3 コンシステンシー一定となる配合

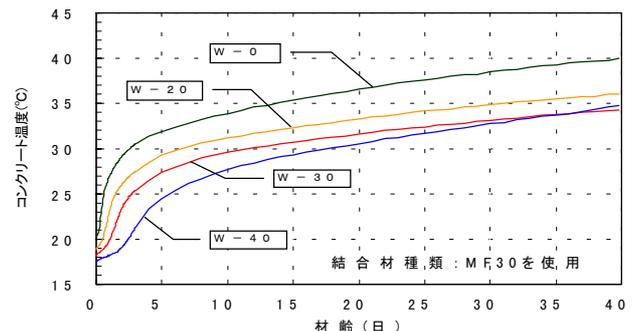


図-5 断熱温度上昇試験結果(コンクリート試験)