

中庸熱フライアッシュコンクリートの長期強度発現性に関する一考察

福岡県五ヶ山ダム建設事務所 豊増隆敏 真崎達也 四元秀哲 平田優己
鹿島建設(株) 正会員 林 健二 ○内田典男 取違 剛

1. 目的

五ヶ山ダムは、福岡県と佐賀県の県境を源流として博多湾に注ぐ二級河川那珂川に、福岡県が建設を進めている堤高 102.5m、堤体積 935,000m³の重力式コンクリートダムである。同ダムでは、中庸熱ポルトランドセメントにフライアッシュを 30%置換した中庸熱フライアッシュセメント（以下、MF30）やフライアッシュ置換率 20%の中庸熱フライアッシュセメント（以下、MF20）を用いた。これらのセメントは、初期の強度発現が遅いものの、材齢 1 年以上の長期的な強度増進が見込める材料であるが、現状では、コンクリートの強度は材齢 28 日や 91 日の圧縮強度で管理されている。コンクリート配合における水セメント比は構造物に要求される強度を所定の管理材齢で達成できるように設定するが、MF30 や MF20 を用いた場合、コンクリートの最終的な強度はもっと高い水準にあり、これらを考慮すれば今より合理的な配合設計が行える可能性がある。

本検討では、ダム用コンクリートの長期的な強度増進に関する定量的なデータの蓄積を目的として、ダム建設中に品質管理のために採取したコンクリートを用い、管理材齢以降の長期的な強度増進について確認した結果を報告する。

2. 試験概要

コンクリートの使用材料を表－1 に、示方配合を表－2 に示す。粗骨材最大寸法、スランプ、空気量、W/C の異なる 6 種類の配合を対象に 3～4 カ月に 1 度、施工時の品質管理用に採取したコンクリートを用いてφ150×300mm の供試体を作製し、20℃水中養生を行い、材齢 7、28、91 日の通常管理以外に、365 日、730 日にて圧縮強度を測定した。

3. 試験結果

3.1 材齢と圧縮強度の関係

各配合における材齢と圧縮強度の関係を図－1 に示

表－1 使用材料

材料	記号	摘要
水	W	水道水
セメント	MF20	中庸熱フライアッシュセメント (フライアッシュ置換率 20%) 密度：2.98g/cm ³ ，比表面積：3,760cm ² /g
	MF30	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%) 密度：2.85g/cm ³ ，比表面積：3,810cm ² /g
細骨材	S	砕砂 密度：2.60g/cm ³ ，FM：2.67
粗骨材	G1	碎石 80~40mm 密度：2.63g/cm ³ ，FM：8.81
	G2	碎石 40~20mm 密度：2.62g/cm ³ ，FM：7.86
	G3	碎石 20~5mm 密度：2.61g/cm ³ ，FM：6.50
混和剤	AD	AE 減水剤 リグニンスルホン酸塩とオキシカルボン酸塩
	AE	空気連行剤 ポリオキシアルキレンアルキルエーテル系樹脂酸塩

表－2 コンクリートの示方配合

記号	種類	G _{max} (mm)	スランプ の 範囲 (cm)	VC 値 の 範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	W/ C ^{*1} (%)	FA 置換率 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						AE 減水剤 kg/m ³	AE 剤 g/m ³
									水	結合 材 MF30 MF20	細骨 材 S	粗骨材				
												W			G1	G2
A	外部・岩着部	80	3±1	－	3.5±1	53.2	30	28	117	220	563	582	436	436	2.2	88
B1	内部 RCD	80	－	20±10	1.5±1	77.7	20	34	101	130 ^{*2}	743	581	436	436	1.3	－
B2	内部 ELCM	80	3±1	－	3.5±1	75.0	30	30	120	160	618	579	434	434	1.6	44.8
C1	構造用	80	6±1	－	3.5±1	52.0	30	29	126	242	571	561	421	421	2.42	99.5
C2	構造用	40	8±2.5	－	4±1	52.1	30	42	163	313	753	－	521	521	3.13	81.4
D	構造用	40	8±2.5	－	4±1	44.0	30	39	167	379	672	－	526	526	3.79	113.7

※1：C_MF20 もしくは MF30 ※2：B1 配合のみ MF20（フライアッシュ置換率 20%）を使用。それ以外は MF30（フライアッシュ置換率 30%）を使用。

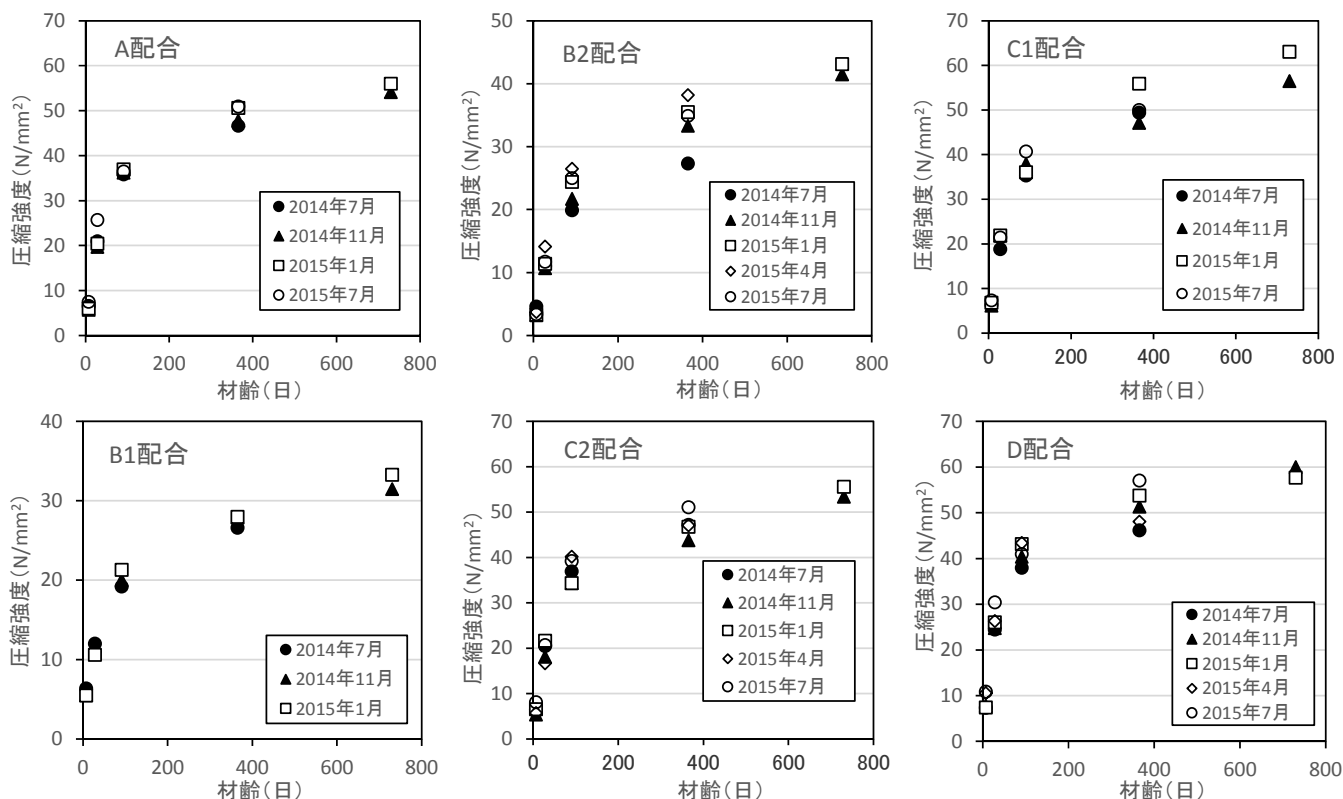


図-1 材齢と圧縮強度の関係

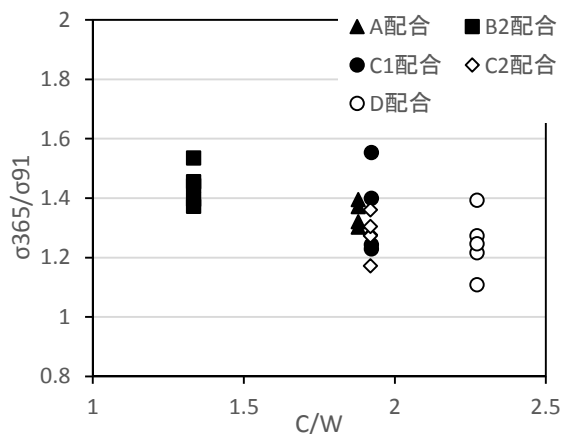
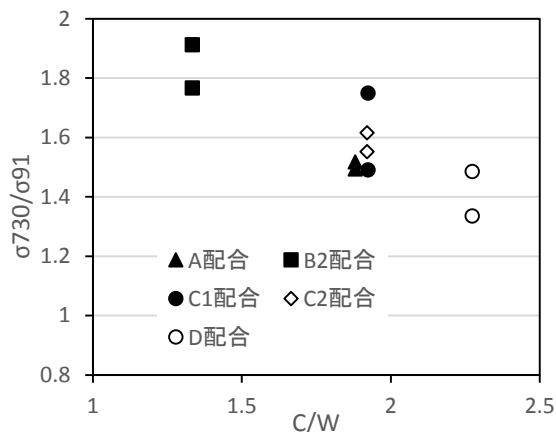
す。材齢 730 日のデータはまだ少ないものの、いずれの配合においても、材齢 91 日以降も圧縮強度が増加している。特に内部コンクリート B2 配合は、 $W/C=75\%$ と一般的な普通コンクリートに比べて高い W/C であり、材齢 91 日における圧縮強度が $20\sim 25\text{N/mm}^2$ であるが、91 日以降の強度増進が大きく、材齢 730 日では 40N/mm^2 を超えている。

3.2 長期的な強度増進に関する考察

図-1 をもとに、材齢 91 日の圧縮強度 (σ_{91}) とそれ以降 (σ_{365} , σ_{730}) の強度の伸びについて、水セメント比の逆数とで整理した結果を図-2 および図-3 に示す。同図は、MF30 を用いた 5 配合のコンクリートについてまとめたものであり、それぞれ粗骨材最大寸法やフレッシュ性状が異なる。ばらつきは大きいものの、 C/W が小さい、すなわち水セメント比が高いほど、材齢 91 日以降の強度増進が大きい傾向にあることが認められた。また、材齢 91 日から材齢 730 日の強度の伸びは、もっとも C/W の大きい D 配合 ($W/C=44\%$) でも 1.3 倍以上となり、MF30 が材齢 91 日以降の長期的な強度増進に優れることを確認した。

4. まとめ

本検討にて、中庸熱フライアッシュセメントが長期的な強度発現に効果を有すること、そして、 W/C が高い配合ほどその強度増進効果が見込める可能性があることを示した。今後、同様のデータが数多く取得され、今後のダム用コンクリートの配合設計法の合理化につながれば幸いである。

図-2 C/W と σ_{365}/σ_{91} の関係 (MF30)図-3 C/W と σ_{730}/σ_{91} の関係 (MF30)