

重力ダム用コンクリートの配合について

加賀美一二三, 長谷川 博, 浜村 信久

緒 言

砂防重力ダムの躯体コンクリートの示方条件を満足する配合を定めることを, 山口県土木部より依頼され実施したのでこれに関する実験結果の概要を報告することにする。本実験の目的は高炉セメントにフライアッシュを混和使用したことにあるが, 同時にAEコンクリートについても実験した。さらに普通ポルトランドセメント, 高炉セメントに対してフライアッシュの混和度の影響実験とボゾランセメントの強度試験結果を附記した。

1. コンクリート材料配合及び試験方法

(1) 材料

(イ) セメント Y製鉄の高炉セメント

(ロ) 混和剤 フライアッシュU社のボゾラン

AE剤 Herc. Pow. Co. の
Vinsol Resin

(ハ) 骨材 粗骨材の最大寸法は80mmにて主なる骨材の性質は右表の通りである。

	比 重	吸水率	単位容積重量 kg/m ³	粗粒率	有機不純物
細骨材	2.63	1.5	1580	2.3	標準色以下
粗骨材	2.60	0.9	1660	8.3	—

(2) 配合及び試験方法

配合は σ_{28} をダム内部コンクリートには110kg/cm², 水ぎわ及び露出部には150kg/cm², ともにスランブ量4cmのウオカビリナーにて, セメント量は前者が210kg/m³, 後者が240kg/m³の配合設計の三要素が限定されたので, これに対する設計資料の決定が困難であった。供試体の製作は手練法, 養生, 破壊試験など一般標準示方書によった。フライアッシュはセメントとの混和を現場程度と考えて丁寧に空練3回, 注水後3回の練混ぜを実施したものであるが, この程度にては未だ混和の不充分が考えられたので, 普通ポルトランドセメント及び高炉セメントに対し混和空練の程度の影響を実験したものである。

2. 実験結果及びその考察

(1) 実験結果

セメント使用量210kg/m³のコンクリートをI型, 240kg/m³のものをII型とし, フライアッシュは10, 20及び30%代替使用の場合である。

配合設計にもとづく諸値は

コンクリートの種類	セメント量 kg	フライアッシュ kg	粗細骨材比 G/S	水セメント ポゾラン比	水セメント及び水 ポゾラン比	水 量 kg	コンクリート 1m ³ に 用いる表面乾燥飽和 状態の骨材量, kg			スランブ量 (実験結果) cm
							全 量	細骨材	粗骨材	
普通コンクリート	210	0	2.3	0.68	143	1955	591	1364	3.0	
I ボゾランコンクリート (10%)	189	21	2.3	0.68	143	1946	588	1358	4.0	
" (20%)	168	42	2.3	0.68	143	1937	585	1352	4.2	
" (30%)	147	63	2.3	0.68	143	1928	582	1346	4.0	
AEコンクリート	210	0	2.7	0.60	125	1882	511	1371	4.5	

コンクリートの種類	セメント量 kg	フライアッシュ kg	粗細骨材比 G/S	水セメント ポゾラン 比	水 量 kg	コンクリート 1m ³ に 用いる表面乾燥飽和 状態の骨材量, kg			スランブ量 (実験結果) cm
						全量	細骨材	粗骨材	
普通コンクリート	240	0	2.3	0.60	143	1921	582	1339	3.2
ボゾランコンクリート (10%)	216	24	2.3	0.60	143	1910	579	1331	4.9
Ⅱ " (20%)	192	48	2.3	0.60	143	1899	576	1323	4.6
" (30%)	168	72	2.3	0.60	143	1888	573	1315	5.0
A Eコンクリート	240	0	2.7	0.54	130	1849	502	1347	3.5

以上の配合によるコンクリートの圧縮強さは

材令 (日)	Ⅰ, kg/cm ²					Ⅱ, kg/cm ²				
	普通コン クリート	ボゾラン コンクリ ート (10%)	ボゾラン コンクリ ート (20%)	ボゾラン コンクリ ート (30%)	A Eコン クリート	普通コン クリート	ボゾラン コンクリ ート (10%)	ボゾラン コンクリ ート (20%)	ボゾラン コンクリ ート (30%)	A Eコン クリート
7	88	70	64	53	76	76	91	72	54	73
28	134	100	89	90	108	120	138	121	100	145
91	149	113	127	108	135	142	148	147	126	168

(2) 考 察

Ⅰ型コンクリートについて;~

普通コンクリートは強度は満足するがスランブが僅か不足する。ボゾランコンクリートはセメントも減少しスランブも満足するが、強度が不足する。但し13週程度を考えれば20%代替の場合など良結果と思われる。A Eコンクリートはセメント量、スランブ量も満足するとともに4週程度はほぼ設計強度を満足するもので、この型のコンクリートとして良配合といえる。

Ⅱ型コンクリートについて;~

普通コンクリートはスランブ量も強度も不足する。ボゾランコンクリートはスランブ量は各代替のものみな満足するが、強度は10%代替のものが4週において設計条件に近いが、30%代替のものはかなり悪い。13週となると10、20%のものは普通コンクリートより良結果となるので、経済的にみれば20%のものが有利である。A Eコンクリートはこの場合もセメント量、スランブ量及び強度も満足し、この型のコンクリートとして良配合といえる。

以上の結果から所要コンクリートとして、Ⅰ、Ⅱ型ともA Eコンクリートが目的に合致し、ボゾランコンクリートは90日程度以上の長期強度を期待する性質のコンクリートとして、フライアッシュ20%代替のものが技術的に、経済的に良配合のものといえる。普通コンクリートはⅠ、Ⅱ型とも思わしくない。フライアッシュのセメントとの混和程度が以上では、充分ウオカブルになり得ないのではないかという考えから、普通ポルトランドセメントと高炉セメントについて次のような実験を試みた。

(3) フライアッシュ完全混和の場合のスランブ量

セメントは普通ポルトランドセメント(U社製品)と前実験用の高炉セメントの2種類とし、砕石粗骨材最大寸法40、25mmの2種類とした。フライアッシュは練板上にて完全混和と思われるまで空練りした後、骨材を混合してまた空練し、注水後混練させたものである。

結果は次表のごとくである。

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法 mm	粗細骨材比 G/S	セメント量 kg	フライアッシュ kg	水量 kg	コンクリート 1m ³ に用いる表面乾燥飽和状態の骨材料, kg			スランブ量 cm		σ_{28} kg/cm ²	
						全量	細骨材	粗骨材	普通ポルトランドセメント	高炉セメント	普通ポルトランドセメント	高炉セメント
普通コンクリート	40	1.5	360	0	190	1850	740	1110	8.8	8.6	306	141
ボゾランコンクリート	40	1.5	288	72	190	1850	740	1110	13.0	10.2	289	144
普通コンクリート	25	1.2	362	0	182	1837	837	1000	4.0	4.3	274	192
ボゾランコンクリート	25	1.2	290	72.4	182	1837	837	1000	8.0	9.0	224	167

以上の結果、両セメントとも粗骨材の最大寸法の大なるものはフライアッシュがスランブ量に及ぼす影響が減じてくる。25mmの場合は両セメントともその差は認められないが、40mmの場合には高炉セメントは差が小となる。これは前実験(80mm骨材)において高炉セメントによる普通コンクリートのスランブ量と同程度であったことに対する原因の一要素とも考えられ、かつ σ_{28} も粗骨材40mmの場合は高炉セメントによるコンクリートは普通ポルトランドセメントのコンクリートとほとんど等しくなることである。

フライアッシュのセメントとの混和が手練、機械練とを問わず、操作上、時間的に仲々容易でないので、ボゾランセメントの生産が望まれていたが本年初頭よりU社も製造され始め、その強度試験を依頼されたので実施した実験結果の一部を報告する。

コンクリートの種類	粗骨材の最大寸法 mm	スランブ量 cm	水セメント比 W/C	セメント量 kg	水量 kg	粗細骨材比 G/S	コンクリート 1m ³ に用いる表面乾燥飽和状態の骨材料量 kg		
							全量	細骨材	粗骨材
普通コンクリート	40	11	0.51	364	186	1.65	1807	682	1125
ボゾランコンクリート	40	12	0.52	364	190	1.65	1807	682	1125
普通コンクリート	25	11	0.53	364	193	1.65	1807	682	1125
ボゾランコンクリート	25	12	0.51	364	186	1.65	1807	682	1125

コンクリート材令 (日)	粗骨材25mmの場合		粗骨材40mmの場合	
	普通ポルトランドセメント	ボゾランセメント	普通ポルトランドセメント	ボゾランセメント
	7	177	166	152
28	300	290	225	188
91	368	437	293	237

ボゾランセメントはフライアッシュ混合使用の場合と同様91日材令となると、その特質を發揮することが実験結果にて明かである。

結 言

ダム用コンクリートとして高炉セメント使用の本配合試験の結果は、セメント量、ウォカビ

リチー及び強度の点よりはAEコンクリートが良結果であることが示された。但し13週程度以後を考慮の基準とするならば、ボズランコンクリート(20%代替のもの)はAEコンクリートとダム用コンクリートとして差違はなく、セメント量の減少により経済的には有利である。しかしながらフライアッシュのセメントとの混和が容易でないので、今後はボズランセメントを使用することが望まれる。