

V-428

水圧鉄管裏込め用石炭灰混入高流動コンクリートの配合検討

中部電力㈱ 中島保夫
 “ 野口建夫
 三菱重工業㈱ 小笠 勝
 “ 正○田村一美

1. はじめに

揚水発電所の水圧鉄管と立坑（鉛直方向を想定）との間に充填されるコンクリートは、現状、普通コンクリートを使用しバケットで打設されている。水圧鉄管と立坑の隙間は通常、数百ミリ程度しかなく、狭隘場所での締め固め作業を余儀なくされている。また、立坑の長さは数百メートル以上に及ぶこともありバケット打設では効率が悪く施工法の改善が望まれている。

本報は、産業廃棄物である石炭灰をできるだけ大量に使用すること、水圧鉄管裏込め用として利用すること、材料コストをできるだけ低減すること、等を前提に高流動コンクリートの配合検討を行った結果を報告するものである。

表1. 高流動コンクリートの仕様

設計基準強度 (kgf/cm ²)	120
スランプフロー (cm)	60±5
空気量 (%)	4.5以下
Vロート流下時間 (秒)	10～30

2. 高流動コンクリートの配合試験

2.1 目標とした高流動コンクリートの仕様

目標とした高流動コンクリートの仕様を表1に示す。石炭灰をできるだけ大量に使用することから、高粉体系の高流動コンクリートとした。

表2. 使用材料

セメント	C	普通ポルトランドセメント	比重3.16 比表面積 3270cm ² /g
細骨材	S	砕砂（微粒分：約9%）	比重2.55, 粗粒率2.87
粗骨材	G	砕石（G _{max} =20mm）	比重2.73, 粗粒率6.58
混和材	F	石炭灰（原粉）	比重2.20, 比表面積 3660cm ² /g
混和剤	SP	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系
	AE	AE剤	変成アルキルカルボン酸系

2.2 使用材料

使用材料、その物理的性質を表2に示す。

2.3 配合

配合決定に当たっては、コンクリート打設後は地下水等により湿潤に保たれ乾燥収縮をほとんど生じないこと、凍結融解作用を受けないこと、砕砂の微粒分（0.15mm以下）を粉体として考慮できること¹⁾、材料分離低減のためモルタル分を増加させること等を考慮した。

表3. 配合

ケース		W/ C+F (%)	s/a (%)	Air (%)	単用量 (kg/m ³)					SP (%)	AE (%)	スラン プ70- (cm)
					W	C	F	S	G			
P4 シリーズ	P4-100	42.5	60	4.5	170	300	100	986	704	2.2	1.8	62x60
	P4-200					200	200	965	689	2.0	2.9	61x61
	P4-300					100	300	963	666	1.8	2.4	63x63
P5 シリーズ	P5-0	34.0	52	4.5	170	500	0	831	821	2.0	1.0	62x61
	P5-100					400	100	813	803	1.9	1.2	65x62
	P5-200					300	200	794	785	1.7	1.6	63x57
	P5-300					200	300	776	767	1.6	2.0	67x65
	P5-400					100	400	758	749	1.5	2.4	65x64

また予備実験結果から粉体量(C+F)を400及び500kg/m³の2ケースとした。配合例を表3に示す。

キーワード：高流動コンクリート、石炭灰、水圧鉄管

連絡先：〒733 広島市中区江波沖町5-1 三菱重工業㈱広島研究所 Tel:082-294-3626 Fax:082-291-8310

2.4 試験結果及び考察

試験結果を、表3及び図1～3に示す。フローをほぼ同等とした場合、既往の試験結果²⁾と同様に石炭灰置換率 $F/(C+F)$ が大きくなるほど高性能AE減水剤添加率は直線的に減少し、流動性の改善に石炭灰が有効であることがわかる。

同様に、Vロート流下時間にも明瞭な違いが現れた。即ち、石炭灰置換率が20～40%の間で急激にVロート流下時間が減少し、置換率が40%以上ではほぼ一定となった。これは、石炭灰置換率が高くなるほど高性能AE減水剤添加率が減少しているため石炭灰が増加しても、相対的に高性能AE減水剤の分散効果が小さくなるためと考えられる。フレッシュコンクリートの性能は、粉体量 $(C+F)$ が 400 kg/m^3 でも、 500 kg/m^3 としたケースと同等であり、砕砂に含まれる微粒分が高流動コンクリートの粉体として利用できることを示しているものと考えられる¹⁾。

また、P4シリーズは、P5シリーズと比較するとおよそ0.4%程度高性能AE減水剤の添加率が増えるが、絶対量では少なくなっており、粉体量の減少とともにコスト的に有利と考えられる。

次に圧縮強度は、材令91日で各ケースとも 200 kgf/cm^2 以上となっており問題ない（図3）。P5シリーズに着目すると次のようなことが言える。材令1日では直線となっておりセメントの水和反応のみが進行しているものと考えられる。しかし、所定材令以降はポズラン反応が活発化し、石炭灰置換率が40%以下では材令の増加とともに置換率の違いによる圧縮強度の差が小さくなっており、ほぼ全ての石炭灰が、ポズラン反応に供されているものと推察される²⁾。

一方、P4シリーズは測定点が少なく詳細な考察はできないが、フライアッシュ置換率が75%と高くなっても、材令の増加に伴い着実に強度が増加していくことがわかる。置換率が高くなると打設初期の養生水の有無で強度発現の性状が大きく変化することが考えられるが、水圧鉄管裏込めとしてのコンクリートは打設直後より地下水等により湿潤に保たれるため、強度発現上の問題はないものと考えられる。

ヤング率も圧縮強度の増加とともに増加している（図4）。上述のように、モルタル分の多い（粗骨材の少ない）配合となっているが、材令28日以降ではいずれのケースも設計上の値 $(2.1 \times 10^5\text{ kgf/cm}^2)$ 以上となっている。

3. まとめ

(1)石炭灰は、流動性の改善に有効である。(2)砕砂の微粒分は高流動コンクリートの粉体として利用でき、粉体量 $(C+F)$ を 400 kg/m^3 としたケースでも十分な性能を確保できる。(3)石炭灰置換率を80%とした高流動コンクリートでも水圧鉄管裏込め用コンクリートとして十分使用可能であると考えられる。

参考文献 1) 田村他、石炭灰砕砂の微粒分を粉体として利用した高流動コンクリートの研究、土木学会第51回年次学術講演会概要集 2) 土田他、石炭灰を主材とする高流動コンクリートの開発と施工、電力土木、No247, 1993.9

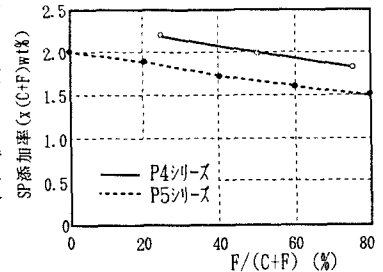


図1. SP 添加率

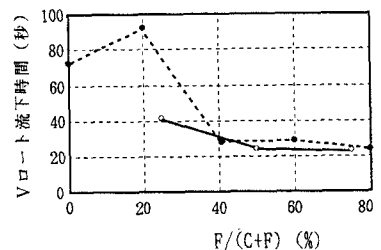


図2. V ロート 流下時間

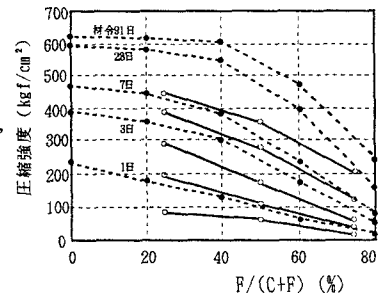


図3. 圧縮強度

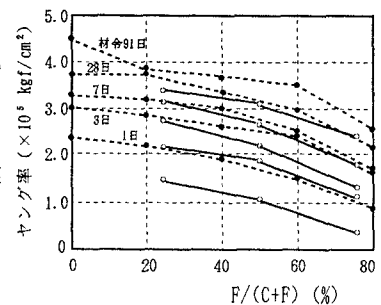


図4. ヤング率