

石炭灰を用いた中流動コンクリートの充てん性に関する研究

太平洋コンサルタント 正会員 ○赤塚久修
東北電力 正会員 成田 健

太平洋コンサルタント 正会員 片柳学
東北電力 正会員 大高 昌彦

1. はじめに

近年、建設工事における施工の省力化、高品質化および建設コストの削減を目的として、軽微な振動締固めにより充てん可能なスランプフロー45cm程度の中流動コンクリートが種々提案されている¹⁾。一方、フライアッシュを含む石炭灰は、その処分地の逼迫も相俟ってその有効利用策の検討が急務となっている。

そこで、本研究では、石炭灰の中流動コンクリート用混和材としての適用性を検討することを目的として、各種要因の相違が石炭灰を用いた中流動コンクリートの充てん性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

使用材料を表－1に示す。コンクリートの配合を表－2に示す。本実験には、石炭灰に原粉を用いた。本石炭灰中流動コンクリート（以下、MFC）は、スランプフロー（以下、SF）を45±5cmとした水セメント比（以下、W/C）および単位石炭灰量を変更した9配合である。また、比較用としてスランプ（以下、SL）12±1.5cmの普通コンクリート（以下、NC）についても検討した。なお、空気量は、いずれの配合も5±1%である。

実験項目および実験方法を表－3に示す。充てん性試験では、自己充てん高さ、コンクリート面が水平となる棒状振動機による加振時間および材料分離抵抗性を検討した（図－1）。

3. 実験結果

3.1 自己充てん高さ

単位石炭灰量と自己充てん高さとの関係を図－2に示す。

障害が無い場合には、MFCの自己充てん高さは、W/C、単位石炭灰量にかかわらず、250mm以上とNCのそれよりも大きく、更に、大半が300mm以上と土木学会指針における高流動コンクリートの自己充てん性R3の規定値に適合する。換言すれば、MFCは、障害が無い部位の場合には適切な配合であれば

表－2 コンクリートの配合

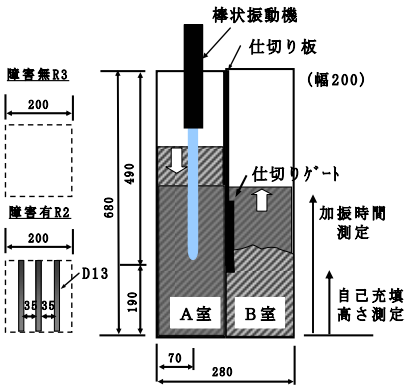
コンクリートの種類	W/C (%)	単位量 (kg/m³)										スランプフロー (cm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	σ ₂₈ (N/mm²)
		W	C	CA	S	G	SP	WRA	AE1	AE2	DA				
MFC	75	175	233	100	879	840	2.50	0.00	0.100	0.000	0.008	43.0	22.5	5.8	27.0
				150	741	921	3.14	0.00	0.115	0.000	0.009	41.5	22.5	5.3	31.4
			219	200	684	919	3.68	0.00	0.130	0.000	0.011	42.0	23.0	5.6	36.1
				150	796	876	3.03	0.00	0.111	0.000	0.009	45.0	23.0	4.6	27.2
	80	175	219	200	705	908	3.56	0.00	0.126	0.000	0.011	45.0	23.5	4.5	32.6
				250	640	916	4.08	0.00	0.141	0.000	0.012	48.5	24.0	5.9	34.0
			206	200	749	876	3.53	0.00	0.122	0.000	0.011	47.0	22.5	4.8	28.2
				250	668	900	3.97	0.00	0.137	0.000	0.012	48.5	22.0	4.6	30.3
	85	175	206	300	598	911	4.55	0.00	0.152	0.000	0.014	44.0	23.5	5.1	33.4
				0	876	982	0.00	0.62	0.000	0.006	0.000	-	12.0	4.9	31.2
NC	65	162	249	0	876	982	0.00	0.62	0.000	0.006	0.000	-	12.0	4.9	31.2

表－1 使用材料

使用材料	記号	備考
セメント	C	普通ポルトランドセメント，密度3.14g/cm³
石炭灰	CA	原粉，密度2.23g/cm³，強熱減量5.02%
水	W	水道水
細骨材	S	陸砂，表乾密度2.60g/cm³，吸水率1.55%
粗骨材	G	碎石2005，表乾密度2.64g/cm³，吸水率0.73%
混和剤	AE減水剤	WRA リグニンスルホン酸化合物とポリオールとの複合体
	高性能AE減水剤	SP 末期スルホン酸基を有するポリカルボン酸含有多元ポリマー
	AE剤	AE1 高級脂肪酸塩及び非イオン界面活性剤
		AE2 アルキルアリスルホン酸化合物系陰イオン界面活性剤
	抑泡剤	DA ポリウレタン系非イオン界面活性剤

表－3 実験項目および実験方法

試験項目	備考
スランプ	JIS A 1101「コンクリートのスランプ試験方法」
スランプフロー	JIS A 1150「コンクリートのスランプフロー試験方法」
空気量	JIS A 1128「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法」
充てん性	土木学会高流動コンクリート施工指針，充てん装置を用いた間隙通過試験方法（ボックス型容器：障害有りR2（D13，3本配置）および障害無しR3）に準じて行った。コンクリートをB室に充てん後，自己充てん高さを測定後，棒状振動機をA室に挿入し，A室とB室のコンクリートの高さが水平となるまで加振し，その時間を計測した。また，充てん性試験後にA室およびB室よりそれぞれ，コンクリートを採取し，5mmふるいの上で水洗いし，粗骨材を取り出し，A室に対するB室の粗骨材量比を測定した。
圧縮強度	JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」，標準養生



図－1 充てん性試験方法

キーワード：中流動コンクリート，石炭灰，充てん性，自己充てん高さ，材料分離抵抗性

連絡先：千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋コンサルタント TEL043-498-3911 FAX043-498-3919

高流動コンクリートと同様に自己充てん性が期待できる。一方、障害がある場合にも、MFCの自己充てん高さは、W/C、単位石炭灰量にかかわらず、200mmで以上あり、高流動コンクリートの自己充てん性R2の規定値には適合しないものの、NCのそれよりも大きい。すなわち、MFCは、高流動コンクリートに近い自己充てん性を有している。

3.2 加振時間

単位石炭灰量と充てん性試験におけるA室とB室とのコンクリート面が水平となるまでに要する棒状振動機の加振時間を図-3に示す。

鉄筋障害が無い場合の加振時間は、W/Cおよび単位石炭灰量にかかわらず、MFCおよびNCともに5秒程度と大差ない。すなわち、鉄筋障害が無い部位の場合には、MFCの棒状振動機による施工時間は、NCと同程度と推察される。一方、障害が有る場合には、MFCの加振時間は、W/Cおよび単位石炭灰量にかかわらず、NCよりも短縮される。すなわち、鉄筋障害が有る部位では、MFCは、NCよりも施工時間を1/2～1/3程度まで短縮できると推察される。

MFCの加振時間は、障害の有無にかかわらず、W/Cが同一であれば、単位石炭灰量の増大に伴い増加し、特に障害が存在する方が顕著となる。すなわち、MFCの施工時間は、単位石炭灰量の増大に伴い長くなる。

3.3 材料分離抵抗性

単位石炭灰量とA室に対するB室のコンクリート中の粗骨材量の比を図-4に示す。

MFCのA室に対するB室のコンクリート中の粗骨材量の比は、障害の有無、W/Cおよび単位石炭灰量にかかわらず、NCのそれよりも大きく、大半が100%以上である。すなわち、MFCは、本加振時間の範囲では棒状振動機による充てん時における良好な材料分離抵抗性を有している。

4. まとめ

- ①MFCの自己充てん高さは、W/Cおよび単位石炭灰量にかかわらず、障害の有る条件でもNCよりも自己充てん性に優れる。
- ②MFCの加振時間は、障害が無い場合にはNCと大差ないが、障害が存在する場合にはNCのそれよりも短縮される。
- ③MFCの加振時間は、単位石炭灰量の増大に伴い増加し、特に障害が存在する方が顕著となる。
- ④MFCは、障害の有無にかかわらず、NCよりも充てん時の材料分離抵抗性に優れる。

【参考文献】1) 末松他：振動を受けた中流動コンクリートの基礎性状について、コンクリート工学年次論文報告集，vol.21，No.2，pp427-432，1999

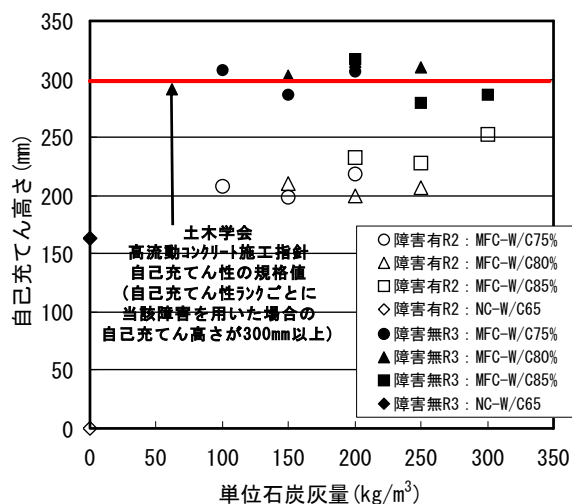


図-2 自己充てん高さ

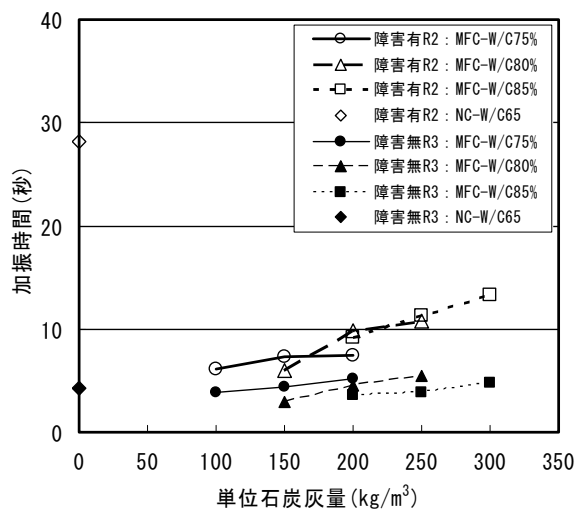


図-3 加振時間

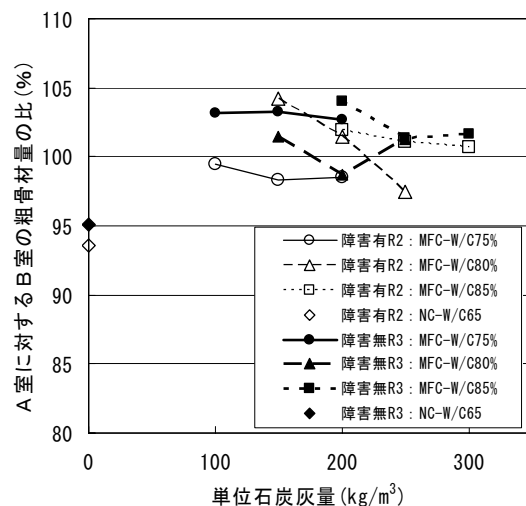


図-4 充てん後の粗骨材分布(材料分離抵抗性)