

第V部門

廃碍子のコンクリート用細骨材への適用性に関する基礎的実験

神戸市立工業高等専門学校専攻科 学生員 ○北山 海偉大
 神戸市立工業高等専門学校都市工学科 正会員 水越 睦視
 神戸市立工業高等専門学校都市工学科 正会員 上中 宏二郎
 近畿大学理工学部社会環境工学科 正会員 東山 浩士

1. はじめに

碍子とは電線と支持物との間の絶縁用器具であるが、廃棄される碍子(CWS)は、毎年1万トンを超える。大量かつ継続的に利用するには、CWSをコンクリートの細骨材全量に使用することが望ましいが、コンクリートの材料分離が懸念されるなど、CWSのコンクリートへの適用性は明確にされていない。本研究では、CWSを細骨材全量に用いた普通コンクリート(CWS-NC)および軽量コンクリート(CWS-LC)の最適配合を決定し、それらの各種特性を把握するために、フレッシュ試験、ブリーディング試験、凝結試験、強度試験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合条件

使用材料およびそれらの物理的性質を表1に示す。CWSは、吸水率が0.79%と小さく、粗粒率は3.42と汎用的な砕砂に比べて大きく、粒径1.2mm以上の粗い粒子が多いという特徴を有している。配合条件として、目標スランブおよび空気量はCWS-NCで10±2.5cm、4.5±1.5%、CWS-LCで23±2.0cm、5.0±1.5%に設定した。

2.2 ブリーディングおよび凝結試験

対象とした配合は、材料分離の傾向がみられたW/C=55%のCWS-NCとし、フライアッシュ(FA)の使用の有無による特性の差異に着目した。また、試験室温度は冬期の6~10°Cで実施した。

3. 結果および考察

3.1 フレッシュ性状

CWS-NCの示方配合およびフレッシュ試験の結果を表2に示す。ここで、AE剤の1AはC×0.002%の添加率を表している。表より、W/C=45%でスランブが目標範

表1 使用材料の物理的性質

水	W	水道水 (密度: 1.00g/cm ³)
セメント	C	普通ポルトランドセメント (密度: 3.15g/cm ³ , 粉末度: 3390cm ² /g)
フライアッシュ	FA	JIS II種 (密度: 2.24g/cm ³ , 粉末度: 3810cm ² /g)
細骨材	S	碍子 (使用済み・再生細骨材) (表乾密度: 2.41g/cm ³ , 粗粒率: 3.42, 吸水率: 0.79%)
粗骨材 ①	G①	砕石, 大阪府高槻産, 硬質砂岩系 (表乾密度: 2.71g/cm ³ , 粗粒率: 6.73, 吸水率: 0.68%, 最大寸法20mm)
粗骨材 ②	G②	構造用人工軽量粗骨材, 膨張頁岩系 (表乾密度: 1.68g/cm ³ , 絶乾密度: 1.31g/cm ³ , 粗粒率: 6.37, 最大寸法: 15mm, 吸水率: 28.5%)
混和剤①	AEWR	A E 減水剤高機能タイプ, ポリカルボン酸系
混和剤②	SP	高性能A E 減水剤, ポリカルボン酸系
混和剤③	AE	AE剤, 樹脂酸系界面活性剤, 高級樹脂酸系界面活性剤 (FA使用時)

表2 CWS-NCの示方配合およびフレッシュ試験結果

空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	示方配合							フレッシュコンクリートの試験結果		
			単位量(kg/m ³)				C×(%)		Aの数	スランブ (cm)	空気量 (%)	練上り温度 (°C)
W	C	FA	S(CWS)	G①	AEWR	AE	スランブ (cm)	空気量 (%)	練上り温度 (°C)			
4.5	40	48	165	413		762	930	1.0	0.5	8.5	4.9	21.4
	45	49	165	367		795	930	1.0	1.0	6.0	6.2	17.6
	50	50	165	330		827	927	1.0	1.0	11.0	4.2	16.7
	55	51	165	300		853	924	1.0	0.5	4.0	5.9	17.6
	50	50	165	330		815	916	1.0	2.0	19.0	4.8	16.4
	50	50	150	300	20	846	949	1.0	2.0	12.5	5.6	16.0
	55	51	165	300		844	911	1.0	2.0	11.5	4.8	17.6

表3 CWS-LCの示方配合およびフレッシュ試験結果

空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	示方配合							フレッシュコンクリートの試験結果			
			単位量(kg/m ³)				C×(%)		Aの数	スランブ (cm)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	練上り温度 (°C)
W	C	S(CWS)	G②	SP	AE	スランブ (cm)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	練上り温度 (°C)				
5.0	28	46	589	663	543	1.0	2	19.5	30.0	3.7	13.7		
	46	46	589	663	543	1.3	2	22.5	32.5	3.6	13.4		
	33	47	500	709	558	1.0	2	23.5	41.5	5.8	13.0		
	38	48	434	750	564	1.0	1.5	24.0	40.0	4.5	12.6		

囲より小さくなったものの、目視観察ではあるが明らかな材料分離は生じていなかった。しかし、W/C=50%では、スランブ試験後のタンピングからやや材料分離傾向が認められた。また、W/C=55%において、スランブが4.0cmと小さくなった原因は、コンクリートの目視観察から明らかに材料分離が原因であると考えられた。そこで、W/C=55%において、セメントの外割でCWSの一部としてFAを20kg/m³使用したところ、目標スランブが得られ、材料分離も生じなかった。

CWS-LCの示方配合およびフレッシュ試験の結果を表3に示す。目標スランブを得るためにW/C=28%では、高性能AE減水剤の添加率を1.0%から1.3%に増やしたが、W/C=33%, 38%では、添加率1.0%で目標スランブを得ることができ、良好なフレッシュ性状が得られることが確認された。

3. 2 ブリーディングおよび凝結特性

ブリーディング試験結果を図1に示す。FAを20kg/m³使用することで、60分までのブリーディング量は約20%に抑制されることが確認された。しかし、最終のブリーディング量は0.45cm³/cm²と比較的多くなっている。

凝結試験結果を図2に示す。FAを使用しない配合の始発時間は18.6時間、20.2時間であり、約20°Cでの一般的な始発時間約6~7時間に比べると相当遅延しているといえる。また、FAを使用することで、1.5時間程度の凝結遅延が生じた。

3. 3 圧縮強度特性および静弾性係数

CWS-NCの圧縮強度とセメント水比(C/W)の関係を本研究室で実施したNCのデータと併せて図3に示す。FAを使用していないCWS-NCは、NCと同様に線形関係が認められる。しかし、NCの直線の傾きに比べて大きくなった。これは、W/C=50%、55%の配合の材料分離による圧縮強度の低下が原因であると考えられる。そこで、FAを20kg/m³使用すると、圧縮強度の向上が確認された。また、CWS-LCでは、NCと同様に線形関係が認められ、圧縮強度は向上することが確認された。

CWS-NCおよびCWS-NCの静弾性係数と圧縮強度の関係を土木学会コンクリート標準示方書の値¹⁾と併せて図4に示す。CWS-NCおよびCWS-LCともに静弾性係数の向上が見られ、特に軽量コンクリートはその向上が顕著であった。

4. 結論

CWS-NCにおいて、W/C=50%以上の配合では材料分離が生じる可能性が高いが、FAを20kg/m³用いることで、材料分離や初期のブリーディング量の抑制、圧縮強度の改善および静弾性係数の向上が確認された。ただし、約6~10°Cの環境ではブリーディング量の増大と凝結遅延が生じるため、初期養生には留意が必要である。

本研究は2021年度(一社)近畿建設協会の研究助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 土木学会：2017年制定コンクリート標準示方書[設計編]，2018.3.

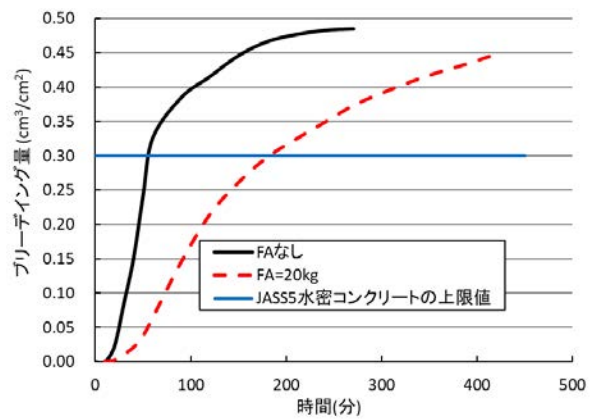


図1 CWS-NCのブリーディング量の経時変化

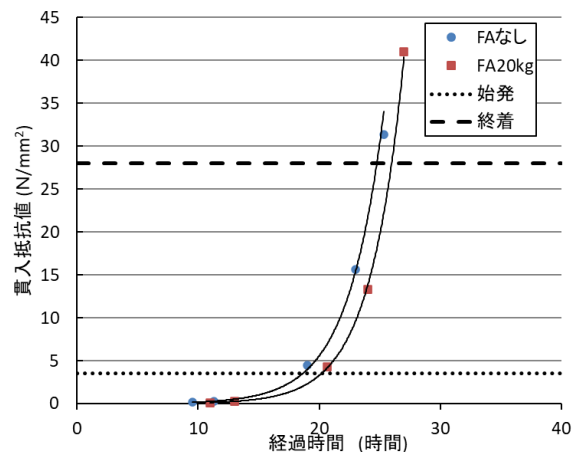


図2 CWS-NCの凝結試験結果間

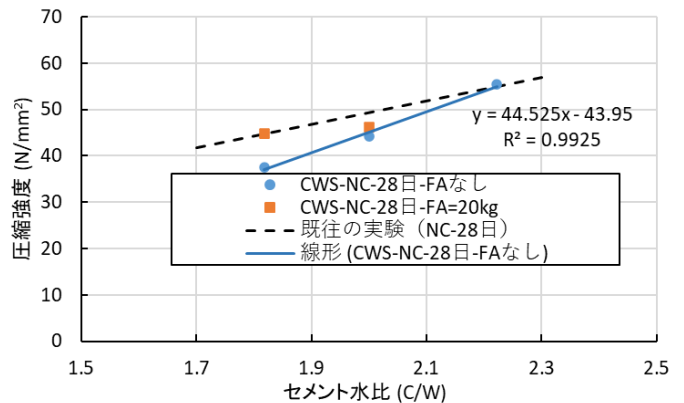


図3 CWS-NCの圧縮強度とセメント水比C/Wの関係

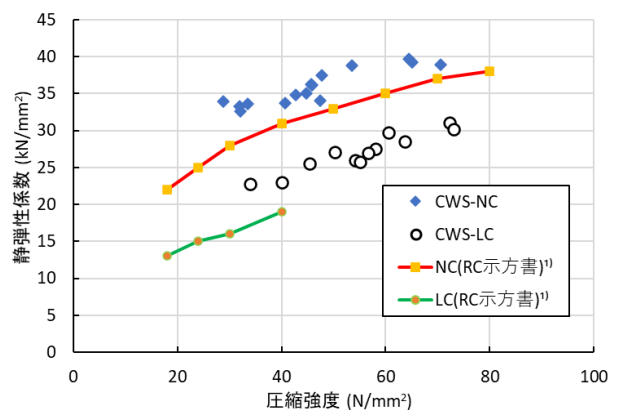


図4 静弾性係数と圧縮強度の関係