

加熱処理した解体コンクリート微粉末の硬化作用に関する研究

Hardening effect of heat-treated fine demolished concrete

○野中資博*, 大畑勝徳**, 福岡孝紘***

NONAKA Tsuguhiro*, OHATA Katsunori**, and FUKUOKA Takahiro***

1. はじめに

現在、天然資源の枯渇や最終処分場の逼迫が問題となり、資源の循環利用が求められている。しかし、利用用途の確立していない資源は数多く存在しており、コンクリート解体時等で発生する解体コンクリート微粉末 (Fine Demolished Concrete: 以下 FDC) もその一つである。FDC はセメント硬化体であるため、加熱処理により水和物が分解され、再水和反応による硬化が可能になると考えられる。そこで本報では、FDC の硬化作用について明らかにするため、加熱時間、加熱温度を変化させ加熱処理を行った FDC の硬化について強度と成分から検討した。また、加熱処理した FDC を底泥の固化材として使用した結果を報告する。

2. FDC の硬化作用

2.1 実験概要

本実験では、強度管理用の円柱供試体を 0.075mm 以下に粉碎した FDC を使用した。加熱処理は電気炉で行い、加熱温度を 100, 300, 700, 1000°C とし、各温度における加熱時間を 1, 3, 6 時間とした。なお、加熱処理を行わない 0°C のものも作製した。

加熱処理を行った FDC の強度は、セメントの強さ試験 (JIS R 5201-1997) を参考とし、曲げ強度と圧縮強度から検討した。FDC を使用して作製したモルタルバー (40mm×40mm×160mm: 以下 FDC モルタル) の配合条件を、表-1 に示した。ここでの水粉体比は、作製の都

合上 60% とした。また、各温度において含有される成分の有無についても検討した。使用する FDC は、各温度における加熱時間 6 時間のものとした。分析対象とする化合物は、セメントの主成分であり、水和反応において硬化、強度に大きく貢献する二酸化ケイ素 (SiO₂)、酸化カルシウム (CaO) と、硬化体を高いアルカリ性に保つ働きを持つ水酸化カルシウム (Ca(OH)₂) の 3 つの元素の有無から検討を行った。成分分析は、粉末 X 線回折装置 (XRD) を用いて行った。

2.2 結果と考察

曲げ強度を表-2、圧縮強度を表-3 に示した。これより、加熱処理を行うことにより強度が発現することが明らかとなり、本実験条件では加熱温度 700°C、加熱時間 6 時間の FDC において最も強度が発現することが確認された。

表-1 FDCモルタルの配合条件

Mix proportion of FDC mortar			
FDC(g)	S(g)	W(g)	W/F(%)
450	1350	270	60

* FDC: 解体コンクリート微粉末, S: 砂, W: 水道水, W/F: 水粉体比

表-2 加熱処理したFDCの曲げ試験結果

Bending strength of hardening effect of heat-treated FDC							
曲げ強度 (N)	加熱時間 (h)	加熱温度 (°C)					
		0※1	100	300	500	700	1000
110	1		113	100	107	659	×※2
	3	110	110	115	117	685	×
	6		113	250	406	730	×

表-3 加熱処理したFDCの圧縮試験結果

Compressive strength of hardening effect of heat-treated FDC							
圧縮強度 (N/mm ²)	加熱時間 (h)	加熱温度 (°C)					
		0※1	100	300	500	700	1000
0.11	1		0.11	0.26	0.33	0.84	×※2
	3	0.11	0.13	0.27	0.42	0.98	×
	6		0.13	0.26	0.42	1.1	×

※1: 加熱処理を行っていないFDC

※2: 硬化が確認されなかったFDC

*島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, **島根大学生物資源科学部卒, A graduate of Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, ***島根大学大学院生物資源科学研究科卒, A graduate of Graduate School of Life and Environmental Science, Shimane University, キーワード: 加熱処理, 解体コンクリート微粉末, 硬化作用

次に成分分析の結果を表-4 に示した。これより、 SiO_2 は加熱温度 1000℃ の FDC のみの含有が確認されなかった。また、 CaO は加熱温度 0℃ だけ確認されず、その他の温度では確認された。 Ca(OH)_2 は、0℃ から 300℃ は確認されたが、500℃ から 1000℃ では確認されなかった。これより、加熱処理により Ca(OH)_2 が分解され、 CaO となることが示唆された。

以上の結果より、FDC に硬化作用をもたらすためには、 SiO_2 と CaO が存在し、 Ca(OH)_2 が存在しないことが望まれる。つまり、本実験条件において 700℃ で 6 時間加熱することで強度が発現したと考えられた。

3. FDC を用いた底泥の固化実験

3.1 実験概要

2. FDC の硬化作用の結果より、700℃ で 6 時間加熱することにより最も強度が発現することが明らかになった。そこで、FDC の利用用途の検討として、底泥の固化処理材としての利用について検討を行った。固化実験は、島根県東部に位置する中海より採取した底泥と混合し、一軸圧縮試験により強度を測定した。使用する供試体は、 $\phi 50\text{mm} \times h100\text{mm}$ の 2 つ割モールドで作製した。FDC の添加量は、一般的な軟弱土の固化処理に利用されるセメント系固化剤の添加量が底泥質量の 10% であることから、底泥 1500g に対して質量比で 10%、15%、20% と設定した。また、比較対象として普通ポルトランドセメントを 10% 混合した供試体も作製した。

3.2 結果と考察

図-1 に一軸圧縮試験の結果から描いた応力ひずみ曲線を示す。この結果から、FDC10% の強度は、セメント 10% と比較して劣ることが明らかとなった。しかし、FDC の添加量 15%、20% と増加させることによりセメント 10% より強度が発現することが確認された。この要因として、FDC の添加量の増加により硬化作用が強まったことが考えられた。また、本実験で用いた底泥は含水率が 300% 程度と

表-4 FDC の成分分析結果

Component analysis of FDC			
加熱温度 (°C)	SiO_2	CaO	Ca(OH)_2
0	○	×	○
100	○	○	○
300	○	○	○
500	○	○	×
700	○	○	×
1000	×	○	×

※○:有, ×無

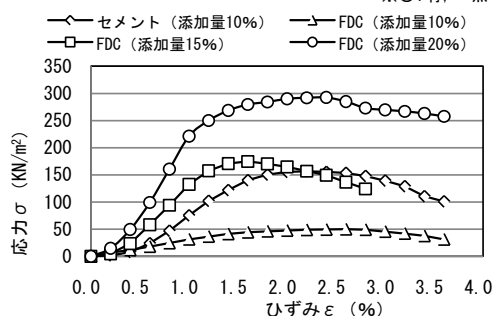


図-1 底泥固化処理土の応力ひずみ曲線

Stress strain curves of treated saporopel

非常に高く、セメントにおいて硬化の阻害要因になった可能性が示唆された。一方、FDC には骨材が含まれており、その骨材が底泥の水分を直接吸収することで含水比を低下し、強度の発現に貢献した可能性が示唆された。

4. まとめと今後の展開

本実験結果より、FDC は 700℃ で 6 時間の加熱処理を行うことで、 SiO_2 を有し Ca(OH)_2 が CaO に分解されるため、再水和反応による硬化の可能性が示唆された。また、底泥の固化材として利用する場合、添加量を増加させることでセメント以上の硬化作用が期待できることが明らかとなった。

今後の展開としては、FDC の加熱処理や添加量の増加に伴うコストと環境への影響について検討を行い、実用化の可能性について検討する予定である。さらに、使用条件の拡大として、本実験で用いた中海以外の底泥においても検討を行う必要があると考えられた。

参考文献

社団法人セメント協会 浸漬土固化処理検討委員会、独立行政法人港湾空港技術研究所：固化処理土の強度特性に及ぼす固化材の効果に関する共同研究、セメント・コンクリート No.757, pp.41-48 (2010)