

水熱処理した建設汚泥固化体のコンクリート用細骨材への適用に関する研究

福岡大学大学院 学生会員 ○國弘 友樹
樋口産業(株) 吉里 哲郎
(株)アーステクニカ 加納 雅行
福岡大学 正会員 江本 幸雄

1. はじめに

建設汚泥の再資源化率は、平成14年度で69%と低迷しており、建設汚泥のリサイクルは急務の課題である。そこで近年、建設汚泥の有効利用の観点から様々な建設汚泥処理技術が確立されつつある。これより産出された処理汚泥を建設材料として有効利用する研究が数多く行われ、実用化されている¹⁾が、現段階での有効利用用途としては路盤材や埋戻材などの土質系材料がほとんどである。また、最終処分場の残余年数の低下や天然骨材の枯渇などの問題から、建設汚泥の更なる大量消費先としてコンクリート用骨材としての利用の確立が求められている。そこで、本研究では、水熱処理を行った建設汚泥固化体(以下：水熱固化処理品)を用いて、コンクリート用細骨材としての有効利用の可能性について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合：結合材として普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³、略号:C)、細骨材として海砂(略号:S)および水熱固化処理品(略号:Sk)、粗骨材として砕石2005(密度:2.75g/cm³、吸水率:0.9%、略号:G)を使用した。また、混和剤としてAE減水剤(略号:P)、AE剤(略号:AE)を使用した。

水熱固化処理品とは、建設汚泥に添加剤(石灰、セメント等)5～10%混合した後、破砕し、建設汚泥中のシリカ(SiO₂)と生石灰(CaO)中のカルシウム分が、オートクレーブにより170～180℃、9～10atmの環境下で水熱反応した高い強度を持つ処理物である。水熱固化処理品A(以下：水熱A)は、シールド工事等に伴い発生する建設汚泥にセメント10%を混合した脱水ケーキを水熱処理することにより固化したもの、水熱処理品B(以下：水熱B)は、砕石場より発生した建設汚泥に生石灰5%を混合した脱水ケーキを水熱処理することにより固化させたものである。本研究では、水熱A及び水熱Bの2種類を用いて、無加工及び粒度調整を行った場合について検討を行った。図-1に水熱固化処理品の粒度分布を示す。コンクリートの配合は、W/C=55%、目標スランプ10±2.5cm、目標空気量4.5±0.5%とし、粒度調整を行った水熱Aを体積比で10、30、50%の割合で海砂と代替した。表-2にコンクリートの配合を示す。

表-1 水熱固化処理品の物理特性

試験項目	単位	試料			規定値
		水熱A	水熱B	海砂	
表乾密度	g/cm ³	1.64	2.10	2.59	-
吸水率	%	56.50	20.70	0.97	3.0
安定性試験	%	59.10	58.30	2.30	10.0
pH試験	-	9.30	-	9.50	-
粗粒率	F.M.	3.95	4.30	2.66	-
全細孔量	mm ³ /g	186.31	151.96	10.69	-

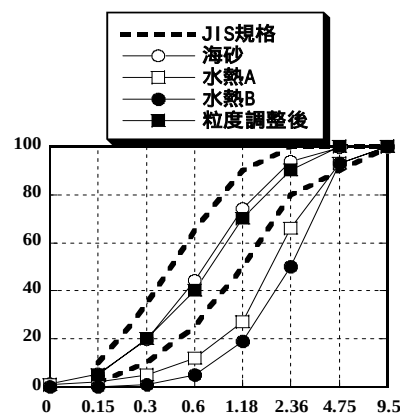


図-1 細骨材の粒度分布

表-2 コンクリートの配合

置換率(%)	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)					P(C×%)	AE(cc)	スランプ(cm)	空気量(%)
			W	C	S	Sk	G				
無混和	55	42	173	315	742	0	1075	1.0	945	10.5	4.5
10	55	42	173	315	668	47	1075	1.0	945	11.0	4.2
30		42	175	318	518	141	1068	1.0	954	9.0	4.2
50		43	178	324	368	233	1059	1.0	1296	11.5	4.0

2.2 試験項目及び試験方法：圧縮強度試験はJIS A 1108に準じ、中性化促進試験(温度40℃、湿度40%、CO₂濃度10%の条件下で試験)及び凍結融解試験(JIS A 1148に準じて測定)には、材齢28日まで水中養生を行った10×10×40cmの角柱供試体を用いた。自然電位測定試験はJSCE-E 601に準じて行った。

キーワード：水熱固化処理品、中性化促進試験、凍結融解試験、細孔径分布測定、自然電位測定試験

連絡先：〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈8-19-1 福岡大学コンクリート実験室 TEL:092-871-6631(内線6467) FAX:092-864-8901

3. 実験結果及び考察

図 - 2 に圧縮強度試験結果を示す。置換率の増加にともない圧縮強度は低下した。これは、水熱固化処理品は全細孔量が多く骨材の強度が弱いためと考えられる。しかしながら、最も強度の低い置換率50%の材齢28日における圧縮強度は、 24N/mm^2 以上を有しており低強度コンクリート用細骨材として利用が可能であると考えられる。

図 - 3 に水銀圧入式ポロシメータにより測定したコンクリートの細孔径分布測定結果を示す。全細孔量は、無混和が最も小さく、置換率の増加にともない細孔径が100 から 1000 の範囲で大幅に増加する傾向にある。これは水熱固化処理品の全細孔量($186.31\text{mm}^3/\text{g}$)が海砂の全細孔量($10.69\text{mm}^3/\text{g}$)に比べ約 18 倍と非常に多いことによるものと考えられる。したがって、コンクリートの圧縮強度の低下は、このモルタル分の細孔構造が直接的な原因と考えられる。

図 - 4 に中性化深さと促進試験期間との関係を示す。水熱固化処理品を混入したコンクリートの中性化深さは、置換率の増加にともない大きくなる傾向にある。この要因として、中性化速度は使用する骨材自体の透気性に大きく起因しており、全細孔量の非常に多い水熱固化処理品を混入することにより、コンクリートのモルタル組織が多孔質になり CO_2 ガスの浸透が早まったと考えられる。

図 - 5 に凍結融解 300 サイクルにおける凍結融解促進試験結果を示す。相対動弾性係数は置換率 30%までは、全て 90%程度の値を示しており耐凍害性は良好であると考えられる。しかしながら、置換率 50%で 200 サイクルを超えたところで大幅に低下した。これは、水熱固化処理品は吸水率および安定性が非常に高いため、凍結融解繰り返し作用による膨張圧の破壊作用に対する骨材の抵抗性が低いと考えられる。

図 - 6 に自然電位測定結果を示す。自然電位値は、ある期間で鉄筋腐食の判定が不確定となる -200mV より卑な値を示した。しかし電位差は、いずれの置換率においても約 50mV から 150mV 未満であるために、材齢 91 日における鉄筋の腐食は無いと考えられる。

4. まとめ

- 1) 水熱固化処理品を混入したものは、無混和と比較して強度は低下したが 24N/mm^2 以上の圧縮強度を有しており、低強度コンクリート用細骨材として利用が可能となった。
- 2) 水熱固化処理品の混入率が増加するにつれて中性化が促進され、置換率 50%においては耐凍害性が劣ることが分かった。

以上のことより、粒度調整を行った水熱固化処理品を細骨材体積に対して 30%の置換率であれば、コンクリート用細骨材として十分利用可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 先端建設技術センター：建設汚泥リサイクル指針、p32

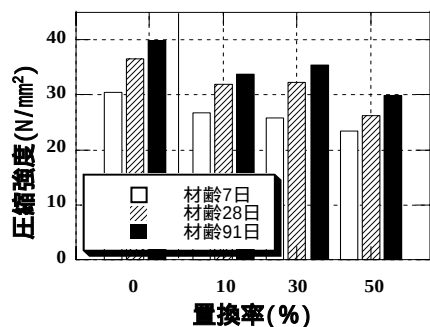


図 - 2 圧縮強度試験結果

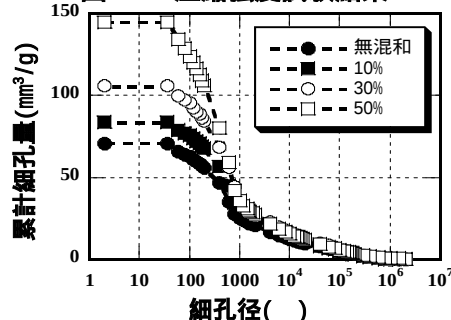


図 - 3 細孔径分布

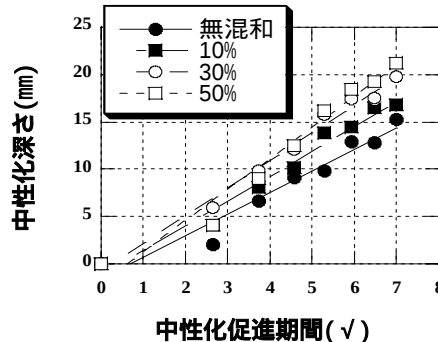


図 - 4 中性化促進期間と中性化深さの関係

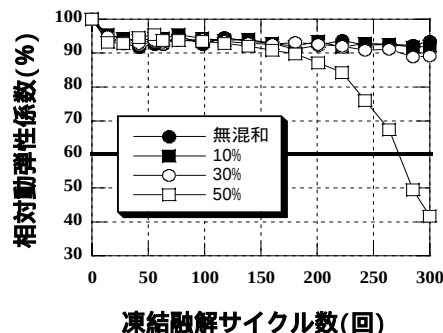
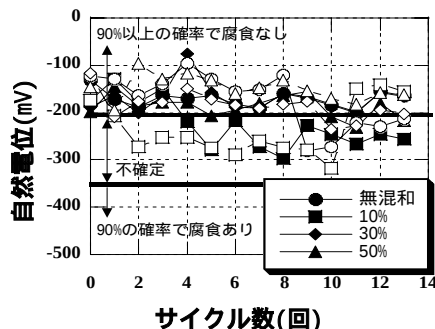


図 - 5 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係



塗りつぶし：C=2.0cm、中抜き：C=5.0cm

図 - 6 自然電位測定結果