

V-210

下水処理汚泥焼却灰を混入したコンクリートの性状について

九州大学 学生員 蓮本清二

九州大学 正会員 阪本好史

九州大学 正会員 牧角龍憲

1. はじめに

下水処理汚泥焼却灰はゴミ焼却灰に比して有害物含有量が極めて少なく、かつSi分やCa分など結合材として有効な化学成分を含んでおり、建設材料としての資源の有効利用化が図れる可能性を有している。そこで本研究では、その一利用方法としてコンクリートへの混入を考え、下水処理汚泥焼却灰を細骨材として使用した場合のコンクリートの基礎的物性について検討を行ったのでここに報告する。

2. 実験概要

2-1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は比重2.59、F.M.=2.77の海砂、粗骨材には比重2.97、G.max=20mmのものをを用いた。今回使用した焼却灰は下水処理場での沈澱凝集剤の違いにより、高分子系、石灰系、それらを同量混合したものの3種類で、焼却炉において約800℃で焼成されたものである。今回用いた焼却灰の特性値を表-1に示す。なお焼却灰が粉体であるため比重試験・粉末度試験はセメントと同様にJIS R 5201により求めた。粉末度試験はブレン方法を用いポリシチーエの値は石灰系、混合は0.61、高分子系は0.63とした。

表-1 今回使用した焼却灰の化学成分

	比重	比表面積 (cm^2/g)	化学成分							
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
高分子系	2.77	5870	42.1	12.1	20.0	14.1	2.31	5.43	0.92	0.93
石灰系	2.98	8210	33.1	4.53	24.4	24.8	2.21	8.27	0.63	0.53
混合	2.86	5750	36.8	9.68	21.4	19.7	2.40	6.85	0.84	0.72

2-2 実験方法

(1) 配合

一例として高分子系の焼却灰を用い、混入率30%のコンクリートの配合を表-2に示す。

表-2 コンクリート配合の一例（高分子系、Q=30%）

単位量 (kg/m^3)				
W	C	S	H	G
235	360	444	220	1303

(H:焼却灰)

なお、混入率Qとは細骨材の一部に焼却灰を使用した場合の細骨材全容積に対する焼却灰の容積百分率である。また焼却灰の吸水率は非常に大きいため、一定のワーカビリティを得るには単位水量の割増しが必要であるが、事前に行った試験の結果に基づいて焼却灰が灰重量の25%の水を吸収すると仮定し配合設計を行った。つまり、W/C=50%を基本としてさらに焼却灰重量の25%の水量の割増しを行った。このとき実際のW/Cは50%を大きく上回ることになる。しかしモルタル試験において灰無混入モルタル(W/C=50%)と比較しても強度低下はみられなかった。灰吸収分の水を差し引いて求めたC/W'と圧縮強度の関係を図-1に示すとほぼ直線関係にあることが分かる。このことから焼却灰を細骨材の一部として使用する場合、見かけの単位水量は増加するが、焼却灰重量の25%の水量割増しを行うことにより灰混入の影響を小さくすることができると考えられる。これをもとにコンクリートの場合も同じように配合を行い、細骨材率については灰混入による粗粒率低下を考慮して混入率に応じて補正を行った。

（２）強度試験

試験項目は３種類の焼却灰で混入率を変化させたものの圧縮強度、曲げ強度、引張強度および静弾性係数の測定である。試験材齢は 3、7、14、28 日を設定し、養生方法は水中養生とした。

３．結果および考察

図-2 は混入率30%の場合について材齢と圧縮強度の関係をブレンコンクリートとの比較も含めて示したものである。この図より材齢28日までにおいて、ブレンコンクリートと同程度か若干上回る圧縮強度を得ることができ、灰混入による悪影響は認められなかった。しかし、フライアッシュや高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートにみられるような強度増進はみられなかった。

図-3は材齢14日において焼却灰混入率を変化させ、ブレンコンクリートの圧縮強度に対する比率を示したものである。これより高分子系、石灰系の焼却灰においてはどの混入率でも 100以上の値である。混合の場合には混入率30%で4%、40%で12%の強度低下がみられた。

また、曲げ試験、引張強度試験、乾燥収縮試験、摩耗試験、凍結融解試験についても検討を行った。その中で乾燥収縮試験においては、単位水量の増加の影響でブレンコンクリートより若干大きい収縮量を示し、凍結融解試験においては、コンクリート打設面が剥離し動弾性係数が低下する現象が見られたがこれについては今後検討、対策が必要である。その他については特に問題となるような結果は確認されなかった。

４．まとめ

紙面の都合上、圧縮強度試験の結果のみを述べたが、一連の試験結果から焼却灰をコンクリートに混入するには以下のことが明らかになった。

1. その配合設計においては、灰重量の25%の水の割増しを行うことで適当なワーカビリティを得ることができ、単位水量増加による強度低下も確認されない。
2. 焼却灰混入率が増加しても顕著な強度低下の傾向はみられないが、単位水量の増加により乾燥収縮量は必然的に大きくなる。

参考文献 杉田修一ら：シラスおよびもみがら灰混入モルタルの基礎的性状、第43回セメント技術年報、pp. 206-211

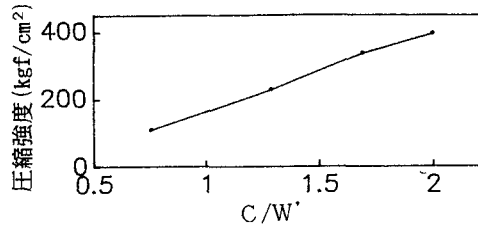


図-1 C/W' と圧縮強度の関係

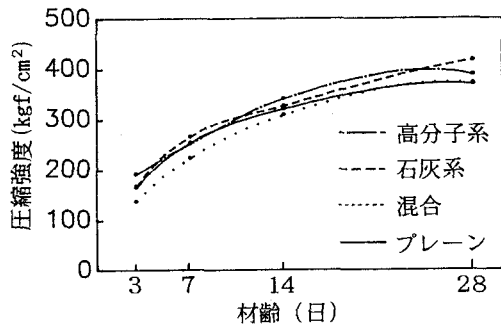


図-2 材齢と圧縮強度の関係

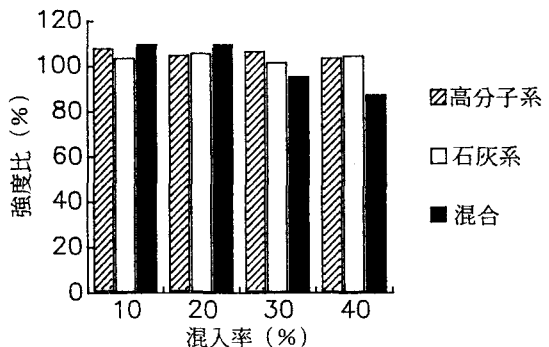


図-3 混入率による圧縮強度の変化