

銅スラグを用いたコンクリートへの建設汚泥固化物の適用性

高知高専専攻科 学生会員 ○山本修大 高知高専専攻科 学生会員 内村圭喬
高知高専 正会員 横井克則 宮崎基礎建設 正会員 宮崎健治 高知高専 正会員 近藤拓也

1. はじめに

近年、天然骨材である海砂の全国的な採取規制が行われており、新たな代替材が必要とされている。また、建設工事で発生する建設汚泥は再資源化率が低く、最終処分による環境負荷を考え、新たな有効利用の必要性がある。同じく、銅の溶融精錬の際に発生する銅スラグも天然資源の枯渇化対策、海砂採取禁止への対応などを考え、使用拡大が望まれる。そこで本研究では、建設汚泥を高炉セメント B 種で固化し、破碎した後粒度調整を行った建設汚泥固化物と、銅スラグを併用しコンクリート用細骨材として用いたコンクリートの品質や性能の検討を行った。検討項目として、製造日の異なる 2 種類(製造直後と、製造から 3 年以上経過したもの)の建設汚泥固化物の細骨材置換率を 0、10%、銅スラグの細骨材置換率を 30%で配合したコンクリートについて、建設汚泥固化物製造後の経時による影響、セメントの種類による影響について、強度特性と耐久性を考察することにより、建設汚泥固化物と銅スラグを併用した際のコンクリートの性能を検討した。

2. 実験方法

2.1 使用材料及び配合

本研究の配合表を表-1 に示す。なお、配合表の N は普通セメント、B は高炉セメント、D は銅スラグ、K₁は製造から 3 年以上経過した建設汚泥固化物、K₂は

表-1 コンクリートの配合表

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤(cc/m ³)		フレッシュ性状		
			W	C	細骨材			粗骨材	AE減水剤	AE調整剤	スランプ(cm)	空気量(%)
					砕砂	K	D					
NK10D30	55	45	180	327	466	56	315	1087	981	981	8	4.5
NK210D30					55	317		1077			10.5	5.5
ND30					663						—	964
BK110D30			175	318	469	57	317	1077	954	954	8	4
BK210D30					55	6.5					3.5	
BD30					667	—					1064	9

製造直後の建設汚泥固化物を示し、記号の右の数字がそれぞれの細骨材置換率を示している。セメントには普通セメント(密度 3.16g/cm³、比表面積 3390cm²/g)と高炉セメント B 種(密度 3.04g/cm³、比表面積 3750cm²/g)を使用した。細骨材(密度 2.59g/cm³、吸水率 1.7%)および粗骨材(密度 2.63g/cm³、吸水率 0.92%)は高知市春野町産の硬質砂岩砕砂、碎石を用いた。建設汚泥固化物は製造直後のもの(密度 1.83g/cm³、吸水率 38.2%)と製造から 3 年以上経過したもの(密度 1.81g/cm³、吸水率 40.65%)の 2 種類を細骨材置換材として用いた。混和剤にはリグニンスルホン酸系 AE 減水剤および AE 調整剤を使用した。

2.2 試験方法

フレッシュコンクリート試験として、空気量試験は JIS A 1128、スランプ試験は JIS A 1101、ブリーディング試験は JIS A 1123 に準じて行った。硬化コンクリート試験として、圧縮強度試験は JIS A 1108、促進中性化試験は JIS A 1153、長さ変化試験は JIS A 1129-2、凍結融解試験は JIS A 1148 に準じてそれぞれの所定の材齢で測定を行った。

3. 試験結果および考察

3.1 ブリーディング量

図-1 にブリーディング試験結果を示す。BD30 のシリーズではブリーディングが多く発生し、建設汚泥固化物の使用によるブリーディング低減効果が見られた。しかし、普通セメントを用いた ND30 のシリーズでは、ブリーディングがあまり発生せず、建設汚泥固化物による影響を明確に確認できなかった。

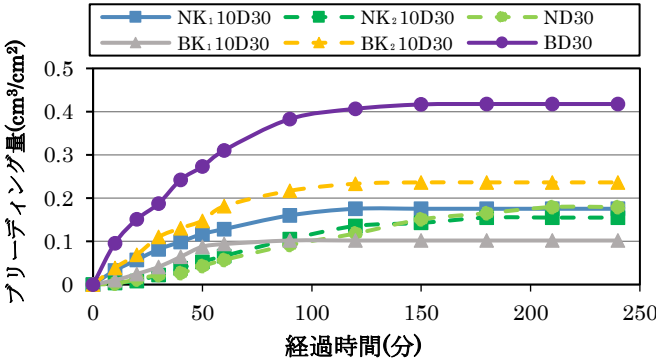


図-1 ブリーディング試験

3.2 圧縮強度

圧縮強度試験の結果を図-2 に示す。普通セメントと高炉セメントを用いたどちらのコンクリートでも、 K_1 を配合したコンクリートが K_2 を配合したコンクリートよりも強度が大きい。これは建設汚泥を固化させるために高炉セメント B 種を混ぜているため、製造から 3 年以上経過した K_1 は潜在水硬性等によって、強度の増加が生じたのだと考えられる。また、建設汚泥固化物の細骨材置換率を 10%としたことで圧縮強度への影響は小さく、建設汚泥固化物を含まない ND30 に近い圧縮強度が得られた。

3.3 長さ変化

長さ変化試験の結果を図-3 に示す。比較として、過去の実験で N(普通セメントを用いて、銅スラグや建設汚泥固化物無混入の配合)の 182 日目の長さ変化率が約 986μ であった¹⁾。その N と ND30 を比較すると、ND30 は単位水量が 180 kg/m^3 だが、単位水量が 160 kg/m^3 の N と長さ変化率に大差無いことから、銅スラグの使用による長さ変化率の低減効果があったと考える。しかし、建設汚泥固化物の使用により、長さ変化率の増加も確認できた。

3.4 凍結融解

凍結融解試験の結果を図-4 に示す。 BK_210D30 以外は相対動弾性係数が 60%を超えており、耐凍害性を有しているといえる。また、建設汚泥固化物の経時による影響は少ないが、建設汚泥固化物を含むコンクリートは、含まない ND30 や BD30 よりも相対動弾性係数が低いことから、建設汚泥固化物による若干の耐凍害性の低下が見られた。これは表-1 のフレッシュ性状に示したように、建設汚泥固化物を含む配合は含まない配合よりも空気量が少ない。空気量は耐凍結融解抵抗性に密接に関係しているため、空気量の低い配合の耐久性が、他と比較して低くなったと考えられる。

4. まとめ

建設汚泥固化物を 10%、銅スラグを 30%細骨材置換したコンクリートは、細骨材に砕砂のみを使用したものと比べて長さ変化率は増加したが、建設汚泥固化物による圧縮強度への影響は少なく、 BK_210D30 を除き、耐凍害性も確認された。また、その他の試験においても建設汚泥固化物や銅スラグを用いたことによるコンクリートの品質への影響は少なかった。

5. 参考文献

1) 芝卓思：建設汚泥固化物のコンクリート用細骨材への有効利用に関する研究、高知工業高等専門学校専攻科特別研究論文集、第 15 号、平成 28 年 3 月、pp. 7

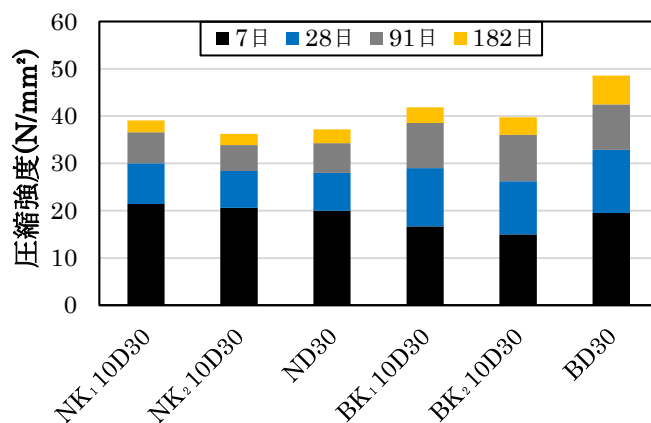


図-2 圧縮強度試験

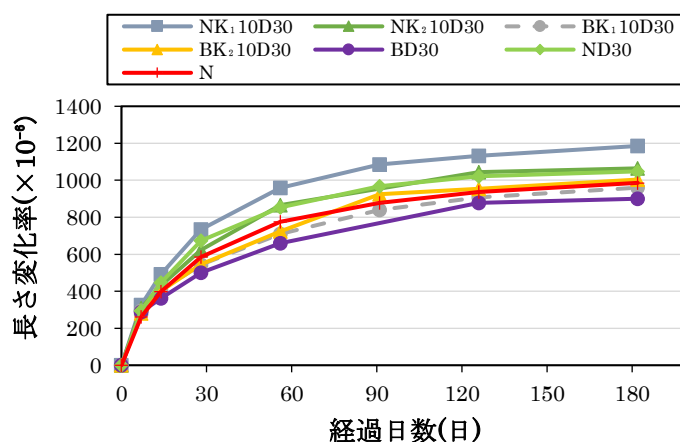


図-3 長さ変化試験

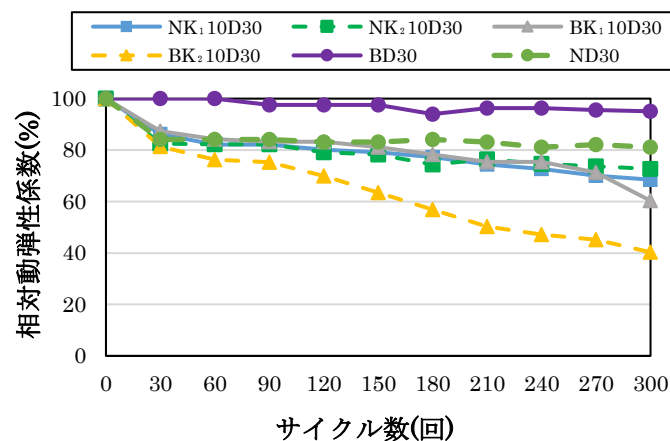


図-4 凍結融解試験