

銅スラグと建設汚泥固化物を用いたコンクリートの基礎的性質

高知高専専攻科 学生会員 ○内村圭喬 高知高専専攻科 学生会員 芝卓思
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

建設汚泥の再資源化率は、平成 24 年度の国土交通省の調査では 68.8 %であり、建設廃棄物の最終処分量においても全体の約 34 %を建設汚泥が占めている。一方で、コンクリート用天然細骨材の現状は、採取の制限によって川砂や海砂等に代わる細骨材を必要としている。このことから、著者らは建設汚泥固化物をコンクリート用細骨材として有効利用するための検討を行い、建設汚泥固化物を用いたコンクリートはブリーディングの抑制効果があり、細骨材置換率 15 %では強度特性及び耐久性に影響が少ない結果が得られている¹⁾。本研究では、一般的にブリーディングが大きいとされる銅スラグを細骨材置換率 30 %、60 %で大量に使用し、これに建設汚泥固化物を 10 %使用したコンクリートの基礎的性質について調査した。

2. 実験方法

2.1 使用材料及び配合

セメントには、普通セメント(密度 3.16 g/cm³)を使用した。細骨材には、高知市春野町産硬質砂岩砕砂(表乾密度 2.59 g/cm³、吸水率 1.70 %)を使用した。粗骨材には、同砂岩碎石(表乾密度 2.63 g/cm³、吸水率 0.92 %)を使用した。建設汚泥固化物(表乾密度 1.88 g/cm³、吸水率 34.26 %)は、徳島県で発生した建設汚泥に高炉セメント B 種を添加したものを細骨材として使用した。銅スラグには、CUS 2.5(表乾密度 3.50 g/cm³、吸水率 0.73 %)を細骨材として使用した。混和剤として、AE 減水剤にはリグニンスルホン酸系、AE 調整剤には変性ロジン酸化合物系のものを使用した。表 1 に配合を示す。配合名の N は普通セメント、K は建設汚泥固化物、D は銅スラグ、数値はそれぞれの細骨材置換率を表している。

2.2 試験方法

目標スランブ値を 8±2.5 cm、目標空気量を 5±1.5 %とした配合を表 1 に示す。フレッシュコンクリート試験は、スランブ試験(JIS A 1101 : 2005)、空気量試験(JIS A 1128 : 2005)、ブリーディング試験(JIS A 1123 : 2012)を行い、硬化コンクリート試験は、圧縮強度試験(JIS A 1108 : 2006)、長さ変化試験(JIS A 1129-2 : 2010)、凍結融解試験 A 法(JIS A 1148 : 2010)を行った。

3. 実験結果及び考察

表 1 コンクリートの配合及びフレッシュ性状

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	
			水	セメント	細骨材			AE減水剤	AE調整剤	スランブ値 [cm]	空気量 [%]
					砕砂	建設汚泥固化物	CUS 2.5				
NK10D60	55	38	160	291	206	50	556	582	8.73	6	4
NK10D30					412		278			7	5
NK10					619		-			7.5	4
N					687		-			5	4.5

3.1 スランブ値及び空気量

スランブ試験と空気量試験の結果を表 1 に示す。AE 減水剤量を調整することで、スランブ値をほぼ同じにした。また、AE 調整剤量が一定でも、空気量は建設汚泥固化物の細骨材置換率 10 %及び銅スラグの置換率に影響なく、細骨材に砕砂のみとほぼ同じ値を示した。

3.2 ブリーディング量

ブリーディング試験の結果を図 1 に示す。NK10 は N に比べてブリーディング量は減少した。これは、建設汚泥固化物の微粒分量が砕砂に比べて約 3 倍あることで水分が捕捉されたためであると考ええる。建設汚泥固化物と併用して銅スラグを 30 %置換すると N と比べてブリーディング量は増加し、銅スラグを 60 %置換すると N に比べてブリーディング量は若干減少したが、ほとんど同じ値を示した。NK10D30 のブリーディン

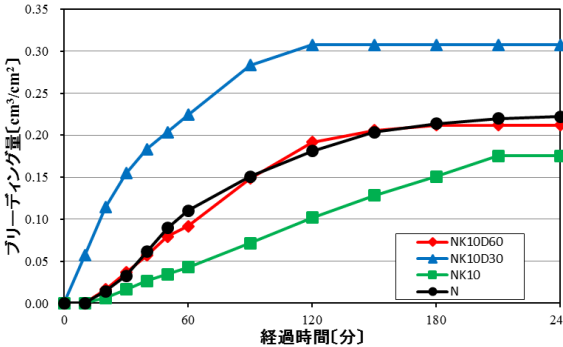


図 1 ブリーディング量

量が NK10D60 よりも多かったことは、細骨材の粒度のバランスが悪かったことが考えられるが、原因が明確でないため更なる検討が必要である。

3.3 圧縮強度

圧縮強度試験の結果を図 2 に示す。NK10 は材齢 182 日で圧縮強度が N とほとんど同じ値を示した。建設汚泥固化物と併用して銅スラグを 30 %置換すると N に比べて圧縮強度が約 4 N/mm^2 小さくなり、銅スラグを 60 %置換すると N とほとんど同じ値を示した。NK10D30 が N に比べて若干低下していた理由としては、ブリーディング量が大きかった影響と考える。

3.4 長さ変化

長さ変化試験の結果を図 3 に示す。NK10 は N に比べて 182 日の測定で長さ変化が約 70μ 増加した。これは、建設汚泥固化物の吸水率が大きいため、コンクリート中の含水率の違いによる影響と考えられる。建設汚泥固化物と併用して銅スラグを 30 %置換すると N と同等の長さ変化の値を示し、銅スラグを 60 %置換すると N に比べて長さ変化が約 90μ 抑制された。これは、細骨材に川砂と銅スラグ (CUS 2.5) を使用した場合、銅スラグの置換率が大きくなるほど長さ変化が抑制される²⁾との文献があり、細骨材に建設汚泥固化物、砕砂、銅スラグを使用した本研究においても同様の結果となった。

3.5 耐凍害性

凍結融解試験 A 法の結果を図 4 に示す。NK10 は N に比べて 300 サイクル後で相対動弾性係数が約 5 %小さくなり、また、建設汚泥固化物と併用して銅スラグを 30 %置換すると N に比べて 3 %小さくなったが、ほとんど差はなかった。これは、水セメント比 55 %、空気量 4.3~5.1 %の範囲で細骨材に川砂と銅スラグ (CUS 2.5) を使用した場合、耐凍害性は細骨材に川砂のみを使用した場合と同程度である²⁾との文献があり、水セメント比 55 %、空気量 4.3~5.1 %の範囲で細骨材に建設汚泥固化物、砕砂、銅スラグを使用した本研究においても同様の結果となった。さらに、建設汚泥固化物と併用して銅スラグを 60 %置換すると、N に比べて 300 サイクル後で相対動弾性係数が約 10 %小さくなった。これは、NK10D60 は N に比べて空気量が小さかったことによる影響と考えられる。

4. まとめ

- (1) 建設汚泥固化物を 10 %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は大きくなったが、同等の圧縮強度、耐凍害性が確認され、ブリーディング量は抑制された。
- (2) さらに、銅スラグを 30 %細骨材置換することで細骨材に砕砂のみを使用したものと比べて長さ変化は同程度となり、銅スラグを 60 %細骨材置換することで耐凍害性が若干低下したが、細骨材に砕砂のみを使用したものと比べて長さ変化の抑制が確認された。

参考文献

- 1) 宮崎健治、横井克則、三岩敬孝、天羽和夫：建設汚泥固化物を細骨材補充材として用いたコンクリートの性質、平成 19 年度土木学会第 62 回年次学術講演会、pp. 833-834、2007
- 2) 土木学会：銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの施工指針、1998

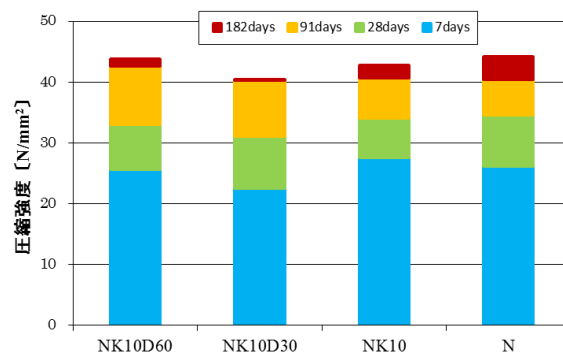


図 2 圧縮強度

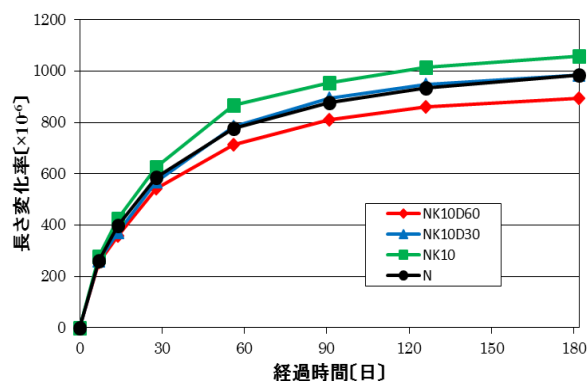


図 3 長さ変化

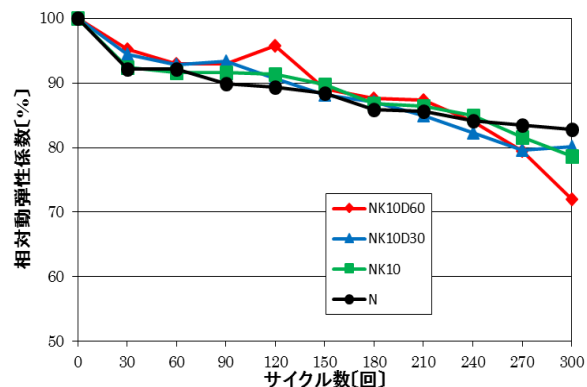


図 4 耐凍害性