

建設汚泥固化物を細骨材の一部に置換したコンクリートの性状

高知工業高等専門学校専攻科 学生員○福富隼人
 徳島大学大学院 学生員 甲把浩基
 高知工業高等専門学校 正会員 横井克則
 宮崎基礎建設(株) 正会員 宮崎健治

1. はじめに

建設汚泥は掘削時に孔壁保護の目的で使用されるセメントミルクや安定液等の混合土砂であり、元の土砂と水に分離することのできない泥状のものである。その発生量は多量であり、再資源化率も低いことが現状である。一方で、コンクリート用細骨材の安定確保が緊急の課題となっている。ここで、建設汚泥固化物とは建設汚泥を高炉セメントB種で固化した後に破砕した砂状の材料である。既往の研究では、建設汚泥固化物の細骨材置換率を30%、65%及び100%と大きくした配合で実験を行ったが、置換率が30%を超えると強度及び耐久性の低下が顕著となった¹⁾。このため本研究では、建設汚泥固化物の細骨材置換を30%に設定した上で長期強度向上及び乾燥収縮低減のさらなる向上を目指し、フライアッシュ(以下、FA)をセメントの置換材として使用し、その置換率を10%、20%と変化させた配合と高性能AE減水剤の使用により単位水量を減少させた計6配合で検討を行った。

2. 実験方法

セメントは、普通セメント(密度3.16g/cm³)及び高炉セメントB種(密度3.04g/cm³)を使用した。骨材は高知市春野町で採取製造された硬質砂岩砕砂(密度2.59g/cm³、吸水率1.68%)及び硬質砂岩砕石(密度2.60g/cm³、吸水率1.42%)を用いた。細骨材の置換材として建設汚泥固化物(密度1.88g/cm³、吸水率34.26%、pH12.0、微粒分量8.4%)を用い、セメントの置換材としてFAⅡ種(密度2.27g/cm³)を用いた。混和剤は、リグニンスルホン酸系のAE減水剤、変性ロジン酸化合物系のAE調整剤及びポリカルボン酸エーテル系の高性能AE減水剤を使用した。

配合表を表-1に示す。ここでNは普通セメント、Bは高炉セメントB種の使用を示す。K30は建設汚泥固化物の置換率30%、FA10はフライアッシュの置換率10%を示し、頭文字のSは高性能AE減水剤の使用を示す。練混ぜは、すべての材料をミキサに一括投入後に2分間行い、計6配合で実験を行った。フレッシュコンクリート試験としては、目標スランプ8±2.5cm、目標空気量5.0±1.5%と設定し、JIS A 1101に従いスランプ試験及びJIS A 1128に従い空気量試験を行った。フレッシュ性状を表-1に示す。養生は、20±2℃の水槽中で所定材齢まで行った。また、強度試験としては、JIS A 1108に従い圧縮強度試験を行い、耐久性試験としては、JIS A 1129-2に従い長さ変化試験、JIS A 1153に従い促進中性化試験及びJIS A 1148(A法)に従い凍結融解試験を行った。

3. 実験結果

3.1 圧縮強度

圧縮強度を図-1に示す。高炉セメントを使用したBK30はNK30と比較して7日強度は小さいが、材齢28日までの強度増進が大きく、材齢182日で同程度となった。今回のように材齢28日までの強度増加が大きかったのは、細骨材の代わりに高アルカリである建設汚泥固化物を使用したため、潜在水硬性が通常よりも早期に生じたためと

表-1 配合表及びフレッシュ性状

配合名	W/C	W/B	s/a	単位量(kg/m ³)					混和剤(cc/m ³)			フレッシュ性状				
				W	C	FA	細骨材		粗骨材 砕石	AE減水剤	高性能 AE減水剤	AE調整剤	スランプ (cm)	空気量 (%)		
							砕砂	建設汚泥固化物								
NK30	55	-	38	160	291	-	481	150	1125	655	-	14.55	8.0	4.2		
BK30							478	149	1119				9.0	4.1		
NK30FA10	-	55			262	29	476	148	1118				582	13.09	7.5	3.6
NK30FA20					233	58	476	148	1118				582	16.29	7.5	3.6
SNK30	55	-		150	273	-	492	153	1150	-	5455	1364	9	5.1		
SBK30							489	152	1145				9	4.5		

キーワード 建設汚泥固化物、高炉セメント、フライアッシュ、細骨材置換、圧縮強度、耐久性

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知工業高等専門学校 TEL&FAX 088-864-5582

考えられる。次に、FA をセメント置換した場合も 7 日強度は低下したが、長期強度はポズラン反応により、NK30 と同程度となった。また、高性能 AE 減水剤を用いることで 7 日及び 28 日強度での強度増加を確認できた。

3.2 長さ変化

長さ変化を図-2 に示す。高炉セメントを使用した BK30 は NK30 と比較して長さ変化を 182 日の測定時点では大きく抑制した。BK30 は、高炉セメントを使用することで起こる潜在水硬性がアルカリ性の高い建設汚泥固化物と共存することで促進され、通常の場合に比べて水和物の生成が早まり、コンクリート内部が早期に緻密化したためと考えられる。次に、FA をセメント置換した場合にその置換率が増加するほど、長さ変化が抑制された。これは、FA をセメント置換で用いたため、セメントの成分である C₃A が少なくなり、コンクリートの収縮が小さくなったためと考えられる²⁾。また、単位水量を減らした SNK30 及び SBK30 は、NK30 及び BK30 と比較してほぼ同程度の値となった。

3.3 促進中性化深さ

促進中性化深さを図-3 に示す。高炉セメントを使用した BK30 は NK30 と比較して中性化深さは大きくなった。高炉セメントは混合セメントであるため、普通セメントを使用した配合よりも中性化深さは大きくなったと考えられる。次に、FA をセメント置換した場合も中性化深さが増加した。これは、FA の置換率が増加するほど単位セメント量が減少し、それに伴いアルカリ性が失われたことが原因であると考えられる。一方で、単位水量を減らした SNK30 及び SBK30 は、NK30 及び BK30 に比べて、91 日の測定時点では中性化深さを低減している。

3.4 耐凍害性

耐凍害性を図-4 に示す。高炉セメントを使用した BK30 は NK30 と比較して耐凍害性が低下した。次に、FA を使用した配合は使用していない配合と比較して低下する傾向が見られた。コンクリートの耐凍害性のメカニズムは、コンクリートの強度と空気量に起因する。そのため、微粒分を多く含む建設汚泥固化物及び微細粒子である FA を使用することでコンクリート中の空隙が充填され、空気量の確保が困難となり、それに伴い耐凍害性が低下したと考えられる。実際に、空気量は目標範囲内である 5±1.5%におさまったが、FA を混入した配合は 4%を下回っている。高性能 AE 減水剤を使用した SNK30 の配合は NK30 と比較して空気量を確保でき、さらに強度も大きかったため耐凍害性を発揮できたと考えられる。しかし、SBK30 は BK30 と比較して強度及び空気量が優れていたが、耐凍害性は低下しており、今後の検討課題である。

4. まとめ

- (1) 高炉セメントと建設汚泥固化物が共存することで材齢 7 日からの強度増進及び長さ変化の抑制が確認できた。
- (2) FA をセメント置換することで、空気量、初期強度及び中性化抵抗性は低下したが、長期強度及び長さ変化抵抗性は改善された。
- (3) 高性能 AE 減水剤の使用により単位水量を減らすことで、建設汚泥固化物を使用した場合でも、強度及び中性化深さに対する抵抗性が向上した。

参考文献 1) 三浦健太, 横井克則, 宮崎健治, 甲把浩基: 建設汚泥固化物を細骨材の一部に置換させたコンクリートの基礎的性質, コンクリート工学年次論文報告集, Vol135, No. 1, pp. 73-78, 2013

2) 西林新蔵, 小柳治, 渡邊史夫, 宮川豊章: コンクリート工学ハンドブック

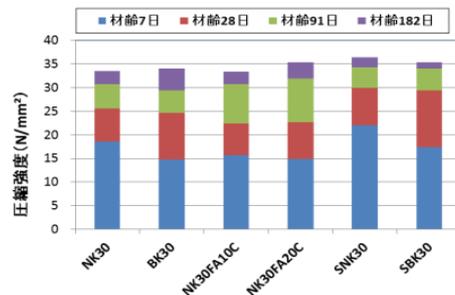


図-1 圧縮強度

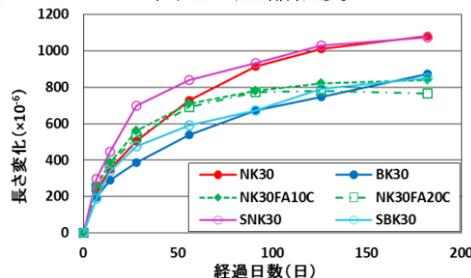


図-2 長さ変化

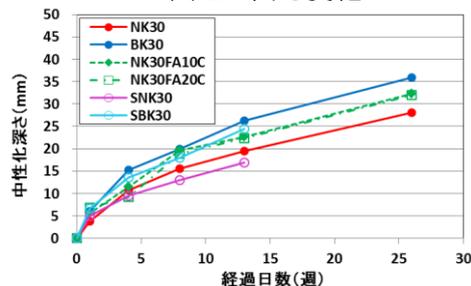


図-3 中性化深さ

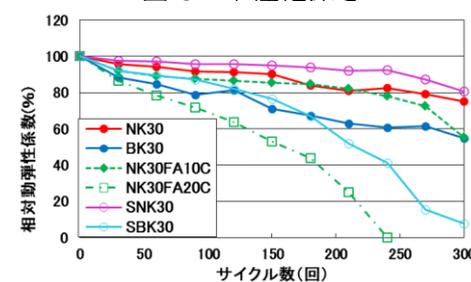


図-4 耐凍害性