

建設汚泥固化物を細骨材に大量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

学生会員

○甲把

浩基

高知工業高等専門学校

正会員

横井

克則

徳島大学大学院

学生会員

三浦

健太

宮崎基礎建設（株）

正会員

宮崎

健治

1. はじめに

建設汚泥は、地下埋設工事や基礎杭工事等の建設工事において必ず発生しており、その発生量も多量である。建設汚泥の特徴としては、含水比、pH 値及び品質にバラツキが大きいことが挙げられ、再資源化率が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。著者らは、2 年前に建設汚泥固化物をコンクリート用細骨材の 30%まで容積置換したコンクリートについて検討を行った¹⁾。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碎した砂状の材料である。本研究では、それ以来ストックヤードで保存していた建設汚泥固化物を用いて、置換率を 30、65、100%と大きくしたコンクリートについて検討を行った。さらに、長期強度向上及び乾燥収縮低減を期待し、フライアッシュをセメントの代替材として使用し、置換率を 10、20%と変化させた計 7 配合で検討を行った。建設汚泥固化物の置換率 30%については 2 年前に同配合で行った研究¹⁾と比較し、建設汚泥固化物の時間経過がコンクリートに与える影響について検討を行った。

2. 実験方法

セメントは、普通セメント（密度 3.16g/cm³）を使用した。細骨材及び粗骨材は高知県春野町産の砂岩砕砂（密度 2.59g/cm³、吸水率 1.68%）と砂岩碎石（密度 2.61g/cm³、吸水率 1.18%）を使用した。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%）を用い、セメントの置換材としてフライアッシュⅡ種（密度 2.27g/cm³）を用いた。混和剤としては、ポリカルボン酸系 AE 減水剤と AE 調整剤を用いた。

建設汚泥固化物を K、フライアッシュを FA、置換率を数字で表したコンクリート配合表を表-1 に示す。練混ぜは、粗骨材、セメント、細骨材、建設汚泥固化物及びフライアッシュをドライミキシングした後、水と混和剤を投入し、2 分間行い、計 7 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、目標スランブ 8±2.5cm、目標空気量 4.5±1.5%と設定し、JIS A 1101 に従いスランブ試験及び JIS A 1128 に従い空気量試験を行った。養生は、20±2℃の水槽中で所定材齢まで行った。また、硬化コンクリート試験の強度試験としては、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 フレッシュ性状

コンクリートのフレッシュ性状を表 - 1 に示す。スランブ値及び空気量はすべて目標範囲内となっているが、建設汚泥固化物の置換率が 100%、またはフライアッシュの置換率が 20%では空気量の確保が困難となり、AE 調整剤の量を増やす必要が生じた。

表 - 1 配合表及びフレッシュ性状

配合名	水セメント比 (%)	水結合比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤(cc/m ³)		フレッシュ性状			
				水	セメント	FA	細骨材		粗骨材	AE減	AE調	スランプ(cm)	空気量(%)		
							砕砂	建設汚泥固化物							
K30	55	-	38	160	291	-	481	150	1129	727	1455	8	5		
K65							240	324			2036	6	4		
K100							0	499			2909	10	5		
K30-FA10	-	55			262	29	478	149	1124	655	1309	9	4		
K65-FA10							239	322			1832	8	4		
K30-FA20							233	58			476	148	1629	8	4
K65-FA20											238	321	2327	10	4

キーワード

建設汚泥固化物，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

3.2 圧縮強度

圧縮強度試験結果を図-1に示す。建設汚泥固化物の置換率が大きくなるほど、圧縮強度は低下傾向にある。これは、細骨材に比べ、吸水率の大きい建設汚泥固化物を細骨材に使用したことで、見かけの密度が低下し、コンクリート内部が密になっていないことが考えられる。また、フライアッシュはセメント置換で使用しているため、置換率が大きくなるとセメントの使用量が減少し、7日強度が小さくなった。しかし、ポズラン反応により、コンクリートの長期強度の伸び率は無混入に比べて大きくなった。また、2年前に行った K30 の圧縮強度試験の結果は、91 日強度では 29N/mm^2 となっており、今回の 31N/mm^2 とほぼ同じとなった。

3.3 長さ変化率

長さ変化試験結果を図-2に示す。建設汚泥固化物の置換率が大きくなるほど、長さ変化率は大きくなり、K65 及び K100 の配合では 1000μ を超えていた。これは、建設汚泥固化物の吸水率が大きいことが原因と考えられる。また、フライアッシュの置換率が大きくなるほど、長さ変化率は低下していた。これは、フライアッシュの使用によるポズラン反応によって、コンクリート内部が無混入に比べ緻密化したことで、収縮を抑制できたと考えられる。2年前に行った K30 の長さ変化試験の結果は、乾燥日数 182 日では約 920μ となっており、今回の約 920μ とほぼ同じとなった。

3.4 促進中性化深さ

促進中性化試験結果を図-3に示す。建設汚泥固化物の置換率が大きくなるほど、中性化深さは大きくなっている。これは、建設汚泥固化物の吸水率が大きいことに原因があり、コンクリート内部が通常の細骨材を用いた場合と比較して、密にならず、コンクリート中への CO_2 侵入が容易になったことが原因として考えられる。また、フライアッシュをセメント置換したことで、中性化深さが大きくなった。2年前に行った K30 の促進中性化試験の結果は、経過日数 13 週では約 19mm となっており、今回の約 18mm とほぼ同じとなった。

3.5 耐凍害性

凍結融解試験結果を図-4に示す。その結果、K100、K30-FA20 及び K65-FA20 の配合では早いサイクルで破断が確認された。この理由としては、建設汚泥固化物とフライアッシュの置換率が大きくなると、コンクリート中の紛体量が増加したことで空気量の確保が困難となり、耐凍害性は低下したと考えられる。2年前に行った K30 の凍結融解試験の結果は、相対動弾性係数の値が 90%以上を維持しており、今回も 90%以上を維持した。

4. まとめ

- (1) 建設汚泥固化物を細骨材置換すると、置換率が 30%を超えると、強度及び耐久性の大きな低下が確認された。
- (2) フライアッシュ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、置換率の増加により、その効果も増加した。
- (3) 2年間にわたり保存した建設汚泥固化物が硬化コンクリートへ与える影響は、本研究では確認されなかった。

参考文献 1) 三浦健太他：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諸特性，平成 23 年度土木学会四国支部第 17 回技術研究発表会講演概要集，pp. 261-262，2011

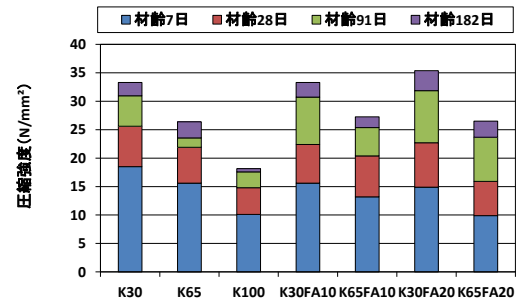


図-1 圧縮強度

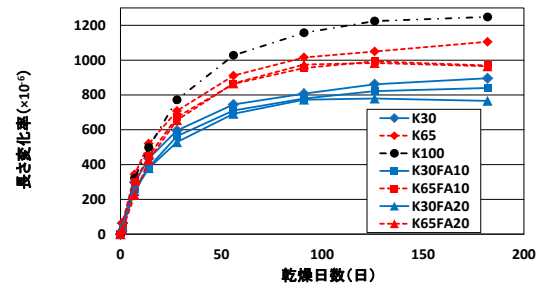


図-2 長さ変化

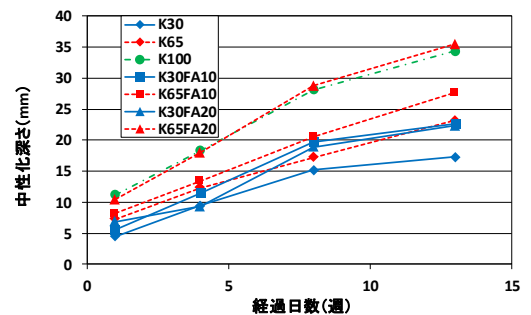


図-3 中性化深さ

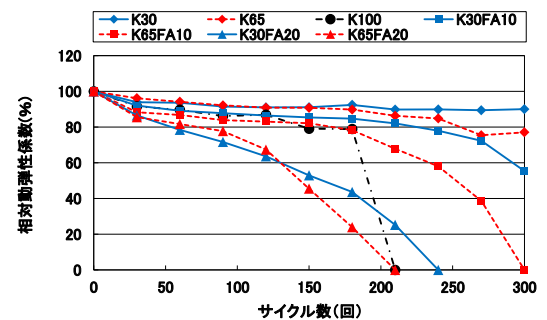


図-4 耐凍害性