

戻りコンクリートの処理方法が地盤改良効果に及ぼす影響

福岡大学大学院 学生会員 古賀 元気
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣
 (株)ダイセキ環境ソリューション 成田 尚宣

1. はじめに 戻りコンクリート(戻りコン)とは、工事現場で使用されなかった余剰分のレディーミクストコンクリートである。戻りコンが生じる主な要因として、建設会社が設計量からの余分量をみて生コン事業者に発注していることが挙げられており、その排出量は年間約 100~200 万 m³ に及ぶと推定されている^{1),2)}。近年、戻りコン処理や廃棄費用は、有償化が進んでいる地域では工事受注者が負担している。しかし、未だ多くの地域では、出荷工場が負担しているのが現状である³⁾。そこで本研究では、戻りコン中の未水和セメント分を利用し、地盤改良材の開発を目的としている。図-1 に従い、戻りコンへ処理剤を添加し、粉体化処理後、補助材(粒径 2mm 以下)とセメントを混合し、再生地盤改良材を作製している。本報告では、補助材の保存状態に着目した検討を行っており、一軸圧縮試験を用いて、1) 処理剤の種類による影響、2) 補助材の乾燥処理による影響、3) 補助材の保存期間による影響について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

2-1 戻りコンの作製について 本研究では、まずレディーミクストコンクリート(生コン)から模擬の戻りコンの作製を行った。表-1 にレディーミクストコンクリートの配合条件を示す。通常建築で用いられる水セメント比 55%(呼び強度 24N/mm² 相当)、スランプ 18cm の JIS 普通コンクリートを用いた。また、洗浄や加水を見込み、水分量を増加した水セメント比 67%を本研究の戻りコンとした。



図-1 再生地盤改良材の作製手順

表-1 レディーミクストコンクリートの配合条件

粗骨材の最大寸法(mm)	スランプ(cm)	空気量(%)	水セメント比 W/C (%)	粗骨材率 s/a (%)
25	18	4.5	55	46.4

2-2 戻りコンの粉体処理 戻りコンは全試料を有効利用するため処理剤を添加することで粉体化処理を行った。処理剤は高い吸水性を有する処理剤 A と再生資源を用いた処理剤 B の二種類の処理剤を使用し、粉体後の補助材の固化効果への影響について検討した。粉体化後の試料については、ふるい分けによって各粒径毎に分級し、粒径 2mm 以下のものを再生地盤改良材の補助材とした。本検討では、普通ポルトランドセメントを用い、補助材と混合して再生地盤改良材を作製し、軟弱地盤の改良を行った。地盤改良の対象とする土質試料には、木節粘土を用いた。表-2 に木節粘土の物理特性を示す。木節粘土の含水比は、建設発生土の土質区分基準⁴⁾において地盤改良が必要

表-2 木節粘土の物理特性

実験試料	木節粘土
密度 ρ_s (g/cm ³)	2.69
自然含水比 w_n (%)	3.9
最適含水比 w_{opt} (%)	21.9
液性限界 w_L (%)	44
塑性限界 w_p (%)	16.1
細粒含有比 F_c (%)	96.4
強熱減量 l_g -loss(%)	6.5

である泥土と区分されるコーン指数 200kN/m² 未満となる 66(1.5 w_L)%とした。

表-3 実験条件

土質試料	設定含水比(%)	処理剤の種類	補助材の状態		セメント混合割合 補助材:セメント	養生日数(日)	改良材添加量(kg/m ³)
			乾燥の有無	補助材生成日時			
木節粘土	66(1.5 w_L)	処理剤A 処理剤B	未乾燥	生成直後	50:50	7 28	100
			乾燥	生成一ヵ月後			

2-3 実験方法 表-3 に実験条件を示す。今回、表-4 に示す添加量で 2 種類の処理剤(処理剤 A, 処理剤 B)を用いて、粉体化処理による影響について検討した。また、補助材の保存方法の違いによる影響を把握するため、乾燥の有無について検討を行った。ここで、乾燥条件

表-4 処理剤及び遅延材の添加量

処理剤の種類	戻りコン1kgあたりの処理剤の添加量(g/kg)	戻りコン1kgあたりの遅延材の添加量(g/kg)
処理剤A	5.0	2.5
処理剤B	160.0	3.2

においては、粉体化処理後に 110℃の乾燥炉で 24 時間乾燥させたものとする。さらに、補助材の保存時期の影響を把握するため、補助材を作製し、一ヵ月後の改良効果の確認を行っている。補助材と普通ポルトランドセメントの混合割合は、作製する再生地盤改良材のコスト面、地盤環境安全性を考慮して、補助材:セメント=50:50 で混合し、土質試料に対して 100kg/m³ 添加した。また、供試体の養生期間は 7, 28 日で検討を行っている。供試体の作製の際には、直径 5cm、高さ 10cm のモールドを使用し、ホバートミキサーで土質試料(木節粘土)と地盤改良材を攪拌混合し、モールド内にてタンピング法で 3 層、25 回タンピングし、供試体を作製した。改良効果は、一軸圧縮試験(JIS A 1216)による評価を行った。

3. 実験結果及び考察

3-1 処理剤の違いによる粉体化処理の検討 表-5 に粉体処理後の補助材の含水比と、補助材中に含まれるセメント成分の割合を示す。補助材中のセメント成分の割合については、粉体処理後のセメントの全量が含まれるものとして算出している。含水比に着目すると、処理剤 A は処理剤 B に比べて7.2%高い値を示した。これは、写真-1 (a), (b) に示す粉体処理後の補助材の外観から、処理剤 A を用いた補助材は吸水樹脂系のため、処理剤 B に比べて若干の団粒がみられ、水分を多く含んだと考えられる。また、処理剤 B を用いた補助材は、再生資源材の灰を用いていたため、処理剤 A に比べて粉状となり、水分が吸水されたためと考えられる。また、補助材中のセメント成分の割合は、処理剤 A の方が処理剤 B より3.3%ほど多いことがわかる。これは、表-4 に示す粉体化処理に必要な戻りコン1kg当たりの添加量が、処理剤 A に比べて処理剤 B の添加量が多いためと考えられる。また、乾燥することで水分量が減少し、セメント成分割合の増加するためである。

表-5 粉体処理後の補助材の含水比

処理剤の種類	処理剤A		処理剤B	
	未乾燥	乾燥	未乾燥	乾燥
含水比(%)	20.4	0.0	13.2	0.0
補助材中のセメント成分の割合(%)	26.8	32.3	23.5	26.7



写真-1 (a) 処理剤 A (b) 処理剤 B
写真-1 粉体処理後の補助材の外観

3-2 粉体処理後の補助材の改良効果 図-2 (a), (b) に処理剤の種類に着目した一軸圧縮試験結果を示す。両処理剤において、養生日数の増加による圧縮強度の増加がみられた。また、処理剤 A を用いて処理を行った補助材は、処理剤 B の場合より高いピーク強度を示し、固化効果を有することがわかる。これは、表-5 より処理剤 A を用いて処理を行った補助材は、処理剤 B と比べ、補助材中のセメント成分の割合が高いことが要因と考えられる。補助材の乾燥の有無に着目すると、両処理剤においても、わずかに補助材の乾燥による圧縮応力の増加が確認することができる。これは、表-5 に示す乾燥によるセメント成分割合の増加が要因と考えられる。次に、図-3 (a), (b) に補助材生成後の保存期間に着目した一軸圧縮試験結果を示す。養生日数 7, 28 日共に、生成一ヶ月経過した補助材を用いた場合、明確なピークを示すことなく、一定の圧縮応力を保ち、その後、強度低下を示した。これは、保存期間中における補助材中の水和反応の促進が要因と考えられる。ここで、図-4 (a), (b) に補助材の各処理条件における一軸圧縮強さを示す。両処理剤においても乾燥の有無はあまり影響していないことがわかる。いずれの条件においても処理剤 A は処理剤 B より高い一軸圧縮強さを示している。しかし、補助材生成一ヶ月後の保存期間では、処理剤の違いによる影響が少ないことがわかる。これは補助材に含まれるセメントが保存期間中に水和反応が促進したためと考えられる。

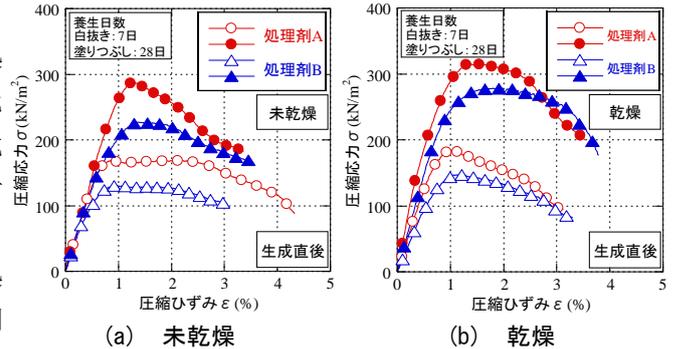


図-2 一軸圧縮試験結果 (処理剤の影響)

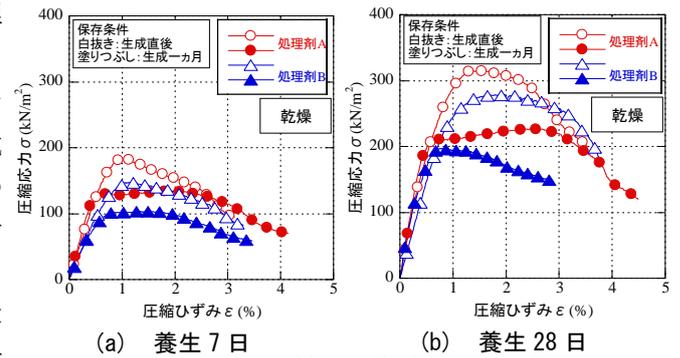


図-3 一軸圧縮試験結果 (保存期間の影響)

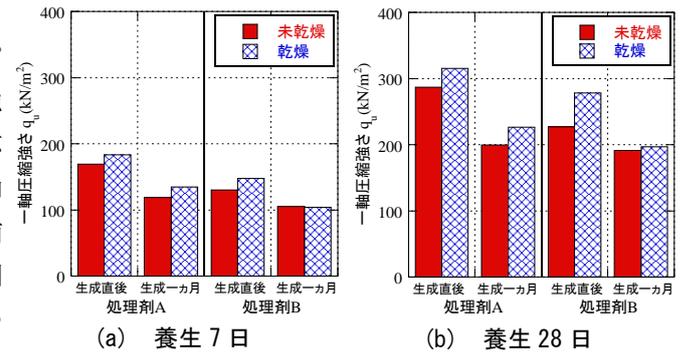


図-4 補助材の保存期間と一軸圧縮強さの関係

4. まとめ 1) 戻りコンの粉体処理は、処理剤の種類と含水比状態により有効利用されるセメント成分の割合が異なることが示唆された。2) 補助材の改良効果は、処理剤の違いにより初期強度は異なるが、生成一ヶ月後における一軸圧縮強さへの影響が小さいことが明らかとなった。

謝辞：本研究は、産業廃棄物処理事業振興財団 令和 2 年度 産業廃棄物処理成事業の助成を受けたものです。関係各位に感謝申し上げます。
【参考文献】 1) 国土交通省総合政策局:残コン・戻りコンの発生抑制、有効利用に関するアンケート調査の結果概要について, p.3, 2006. 2) コンクリート新聞 HP:統計データ, 2019 年 12 月 5 日号. 3) セメント新聞社:残コン・戻りコン対策, 削減の成果限定的, 2019. 4) 嘉門ら:建設発生土利用技術マニュアル第 3 版, pp.27-28, 2004.