

PS 灰系改良材の添加が中性化速度に及ぼす影響に関する基礎的検討

横浜国立大学 学生会員 ○今井 健太郎
横浜国立大学大学院 正会員 早野 公敏
domi 環境株式会社 正会員 山内 裕元

1. はじめに 建設汚泥は再資源化に努めることが義務付けられているものの、再資源化率はほかの建設副産物と比較すると低い値で頭打ち傾向にある。その原因としてしばしば高アルカリ性であることが挙げられる。各自治体の条例などにより中性化が義務付けられているものの、建設汚泥の中性化に関する基礎的なデータが得られておらず、手法が確立されていない一因となっている。

そこでアルカリ建設汚泥の中性化に影響を与える要素の一つとして本研究では PS 灰系改良材の利用に着目し、中性化の経過に及ぼす影響について基礎的な検討を行った。

2. 模擬汚泥を用いた中性化試験 佐伯ら(2018)¹⁾を参考に、表-1 に示すように初期含水比 w が $0.75w_L$ でかつ $pH \approx 11$ の模擬汚泥を作製した。ここで w_L は模擬汚泥の液性限界である。具体的には青粘土(液性限界:40.7%, 塑性限界:23.7%)に高炉セメント B 種を乾燥質量比で 2.1% 添加および加水して模擬汚泥を作製した。このとき $w_L=57.6\%$ である。高炉セメント B 種を添加した後に、PS 灰系改良材を 10% 添加した汚泥も作製した。

図-1 に示す CO₂ インキュベーターを用いて中性化試験を行った。試験条件は表-2 に示すとおりである。具体的には、作製した建設汚泥を直径約 82mm のプラスチック製の容器に所定の層厚 H になるように入れ、CO₂ インキュベーター内で養生することで中性化を行った。供試体・養生が同一の条件で 10 個以上のカップを養生し、任意の時間経過でカップを 1 個ずつ取り出し pH の測定を行った。

図-2 に pH の経時変化の測定例を示す。図-2(a)が $w=0.75w_L$, $H=20\text{mm}$ で CO₂ 濃度=2.5%で養生を行った場合の pH 変化、図-2(b)が同条件の含水比の経時変化である。図-2 に示すように、すべての試験条件で時間経過とともに pH, 含水比は低下していく結果となった。ここで $pH=8.6$ に低下するまでの経過時間を中性化完了期

表-1 作製した模擬汚泥の初期含水比や配合条件

作製した模擬汚泥(pH≒11)			模擬汚泥作製時の固化材添加率(%) (乾燥質量比)	PS灰系改良材の添加率(%) (乾燥質量比)
初期含水比, w (%)	液性限界, w_L (%)	塑性限界, w_I (%)	高炉セメント 2.1%	0, 10
0.75 w_L	57.6	33.8		

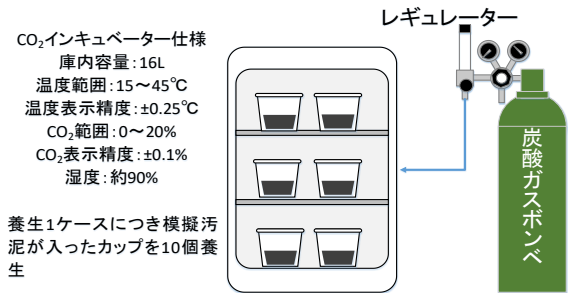
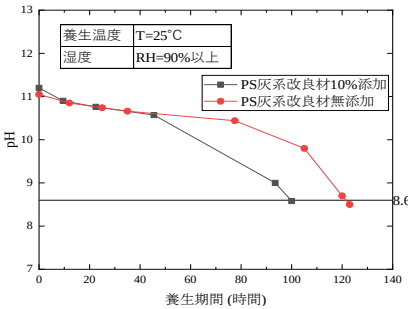


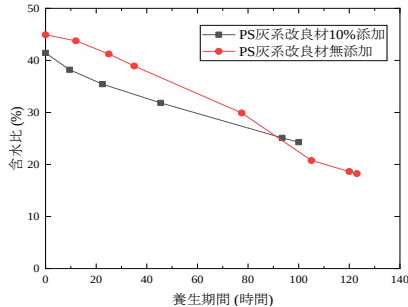
図-1 CO₂ インキュベーター

表-2 中性化試験における供試体条件と養生条件

供試体条件				養生条件		
初期pH	初期含水比, w (%)	層厚, H (mm)	改良材添加量 (%)	CO ₂ 濃度(%)	温度(°C)	湿度(%)
約11	0.75 w_L	5, 10, 20	0, 10	2.5, 10, 20	25	90以上



(a) pH の経時変化



(b) 含水比の経時変化

図-2 中性化における pH と含水比の経時変測定例

キーワード CO₂ 濃度, 供試体寸法, PS 灰
連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学 土木工学棟

間 t_N とし、各試験条件の t_N を求めた。

3. 養生試験結果の比較 表-3 に各試験条件について得られた中性化完了期間 t_N (hour)を示した。表-3 より、PS 灰系改良材無添加の供試体では供試体層厚や CO_2 濃度との相関がみられるのに対して、PS 灰系改良材を添加した汚泥のケースでは供試体層厚とは正の相関がみられるものの、 CO_2 濃度と中性化完了期間の関係は一定ではないことがわかる。

図-3 は PS 灰系改良材を添加した汚泥と無添加の汚泥の結果を比較したものである。図-3 (a)は中性化完了期間 t_N を比較し、図-3 (b)は中性化が完了した時点での含水比の比較である。

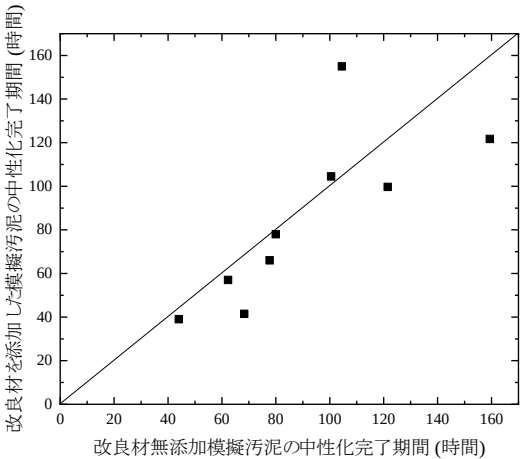
図-3 (a)より、中性化完了期間 t_N については、データにややばらつきはあるものの、PS 灰系改良材を添加したケースのほうが無添加と比較して早く中性化が完了しているケースが多いことがわかる。一方、図-3 (b)より、PS 灰系改良材を添加したケースのほうが中性化完了時の含水比は高くなる傾向が得られている。既往の研究（今井ら, 2019）により汚泥の含水比が小さくなると中性化が早く進行することが分かっており、これは含水比が低下すると、 CO_2 が汚泥内に透過しやすくなるためと考えられている。この既往の成果と図-3 の結果から、PS 灰系改良材を添加すると吸水効果で PS 灰系改良材が汚泥中の水を抱え込み、見かけ上汚泥の含水比が低下したため、中性化が早く進行し、結果的に中性化完了時の含水比は高くあらわれるものと推測される。ただし今後より詳細にメカニズムを検討する必要がある。

4. まとめ アルカリ建設汚泥の中性化に影響を与える要素の一つとして本研究では PS 灰系改良材の利用に着目し、中性化の経過に及ぼす影響について基礎的な検討を行った。その結果、PS 灰系改良材を添加したケースのほうが無添加と比較して早く中性化が完了しているケースが多かった。これは、PS 灰系改良材を添加すると吸水効果で PS 灰系改良材が汚泥中の水を抱え込み、見かけ上汚泥の含水比が低下したため、中性化が早く進行し、結果的に中性化完了時の含水比は高くあらわれるものと推測された。

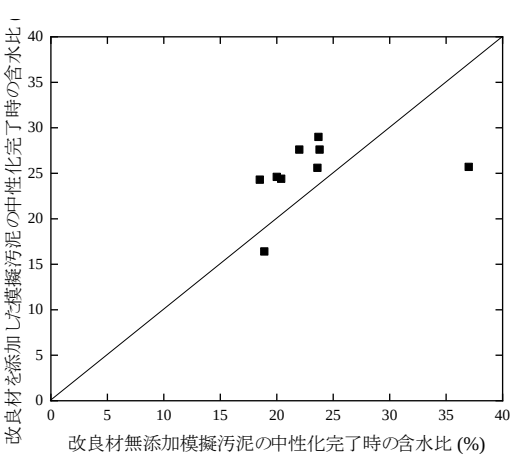
参考文献 1) 佐伯拓哉, 早野公敏, 山内裕元, アルカリ建設汚泥の中性化に関する基礎研究, 第 53 回地盤工学研究発表会講演集, pp.559-560, 2018 年. 2) 今井健太郎, 早野公敏, 山内裕元, アルカリ建設汚泥の中性化速度に及ぼす諸要因の影響, 第 54 回地盤工学研究発表会講演会投稿中。

表-3 各試験条件の中性化完了期間, t_N (hour)

供試体条件		養生条件		
改良材添加率 (%)	層厚, H (mm)	CO_2 濃度 (%)		
		2.5	10	20
0	5	68.3h	62.3h	44h
	10	121.5h	80h	77.7h
	20	159.4h	104.5h	100.5h
10	5	41.5h	57h	39h
	10	99.7h	78h	66h
	20	121.7h	155h	104.5h



(a) 中性化完了期間の比較



(b) 中性化完了時の含水比の比較

図-3 PS 灰系改良材を添加した汚泥と無添加の汚泥の比較