日本建築学会大会学術講演梗概集
（北海道） 2022 年 9 月

分散剤を用いた深層混合処理工法施工における負荷特性

正会員 ○菰田 佳明*1,2　同 佐藤 一也*1,4
同 酒井 盛幸*1,3

深層混合処理工法　分散剤　流動性
エネルギー効率　仕事量　トルク

1．はじめに

一般的な粘性土やシルト等の細粒分を多く含む土は、セメント系固化材（以下固化材という）の水和反応により固化するまでの過程で、ソイルセメントスラリーの粘度が高くなることで流動性が失われる傾向があり、改良体の出来形不足や強度不足を引き起こす。粘度が高くなる原因として、細粒土とセメントの水和反応により細粒土とセメント粒子が凝集体を形成し、土中水を拘束することが挙げられる。一般的に細粒土は電気的に負に帯電しており、土粒子同士が電気的に反発している状態で存在している固化材に水を加えることで水和反応が進行すると、水酸化カルシウム（$Ca(OH)_2$）を生成し、Ca^{2+}とOH^-に電離する。電離した Ca^{2+}は土粒子の負の帯電を中和して、反発力を抑え、細粒土を凝集・固粒化させる。凝集体は凝集体同士ネットワーク化して土中水を拘束した状態で偽凝結し、短時間で流動性を失わせる。(図１)

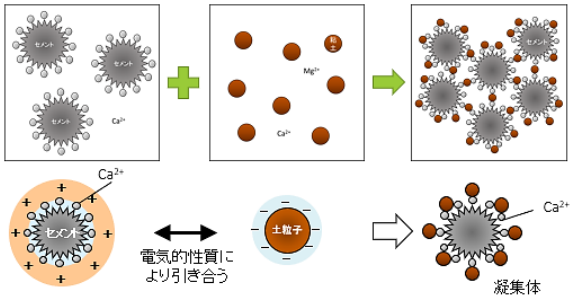

図１　凝集過程（増粘する）

分散剤を用いた深層混合処理工法は、土の凝集を分散させることでセメントスラリーの増粘を抑え [1]、流動性を保持した施工が可能 [2) 3)]となることで品質改善に寄与する [4) 5) 6) 7)]。分散剤による増粘抑制効果を以下に示す。(図２)

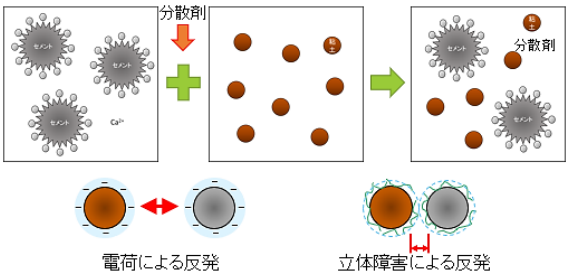

図２　分散剤による増粘抑制

本研究は、分散剤を用いた場合と用いない場合における施工トルクと仕事量を比較したものである。

2．実験条件

分散剤効果が顕著に現れると想定される粘性土地盤において、攪拌回数 450(回/m)を満足する施工基準とし、セメント添加量 300(kg/m³)、W/C60(%)の条件下で行った。仕事量と施工トルクの評価は、第一掘削時は分散剤効果が現れにくい点と、支持層到達は土質状況や支持層深度により異なることから、顕著な発生トルク部分は除外し、施工工程全域と支持層到達以降の２パターン行った。

(1)仕事量 W

軸回転数 N(rpm)、施工トルク T'(kN・m)、稼働時間 t(s)より(i)式を用い、実仕事量 W(kJ)を算出した。

$$W=2\pi \cdot T' \cdot N \cdot t / 60 \quad \cdots \quad \text{(i)式}$$

(2)平均施工トルク T

稼働時間 t(s)の施工トルク T'(kN・m)と総稼働時間 Σt(s)より(ii)式を用い、平均施工トルク T(kN・m)を算出した。

$$T=\Sigma(T' \cdot t) / \Sigma t \quad \cdots \quad \text{(ii)式}$$

3．実験結果

(1)実験地１（佐賀県小城市）

土質：有明粘土（改良体径 φ600mm、杭長 10.0m）
固化材添加量：質量比 18.8%(300kg/m³、W/C60%)
分散剤添加量：質量比 0.0376%(固化材×0.2%)

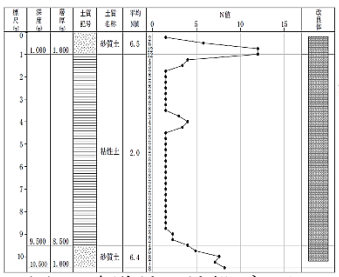

図３　実験地１地盤データ

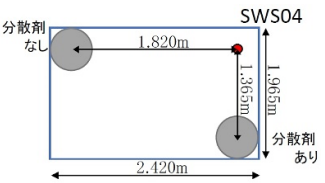

図４　実験地１配置図

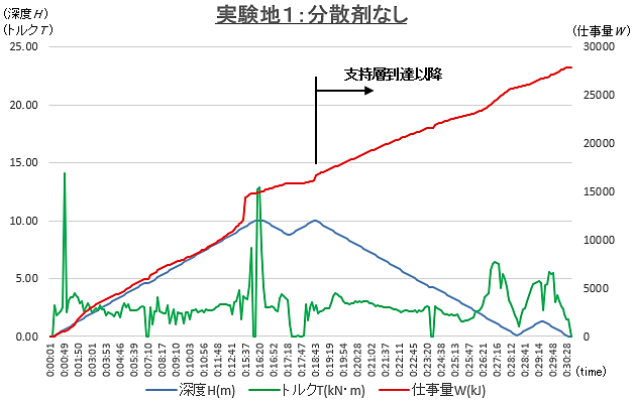

図５　施工データ　実験地１　分散剤なし

Load characteristics in deep mixing method construction using dispersantst

Yoshiaki Komoda, Shigeyuki Sakai ,Kazuya Sato

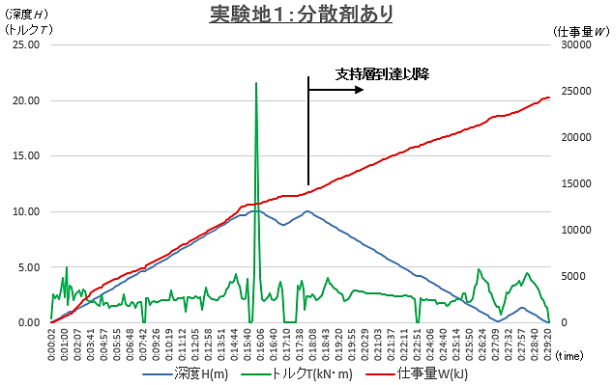

図６　施工データ　実験地１　分散剤あり

実験地1	施工時間(t)	施工工程全域			支持層到達以降		
		仕事量 W (kJ)	比(%)	平均トルク T (kN・m)	仕事量 W (kJ)	比(%)	平均トルク T (kN・m)
分散剤なし	0:30:39	27895	－	2.48	9089	－	2.70
分散剤あり	0:29:39	24282	87.05	2.16	8263	90.91	2.29

表１　実験地１　結果

(2)実験地２（茨城県水戸市）

土質：関東ローム（改良体径φ800mm、杭長 3.0m）

固化材添加量：質量比 18.8%(300kg/m^3、W/C60%)

分散剤添加量：質量比 0.0376%(固化材×0.2%)

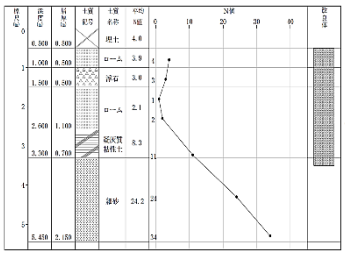

図７　実験地２地盤データ

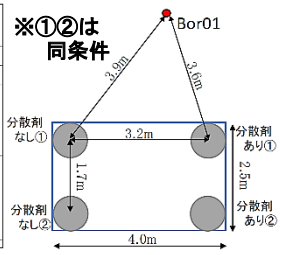

図８　実験地２配置図

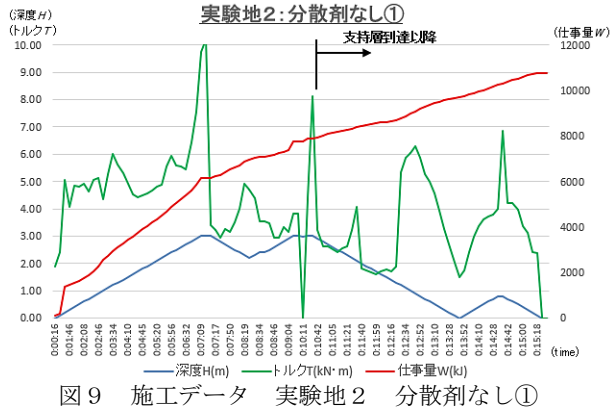

図９　施工データ　実験地２　分散剤なし①

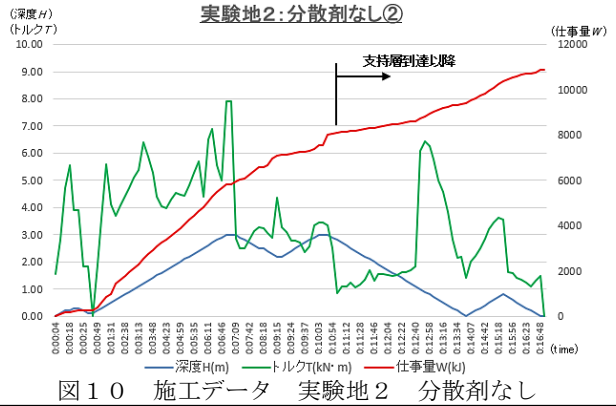

図１０　施工データ　実験地２　分散剤なし

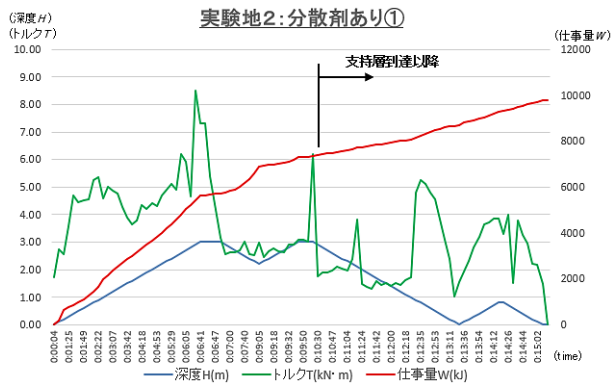

図１１　施工データ　実験地２　分散剤あり

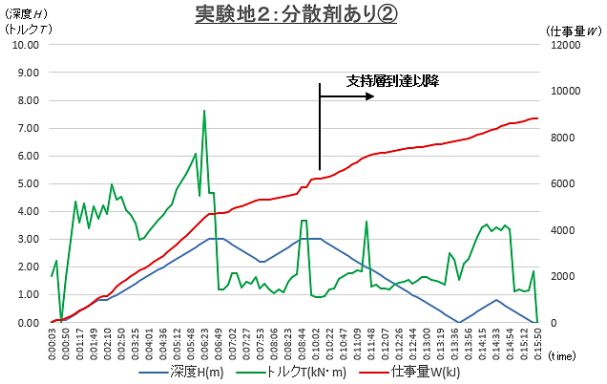

図１２　施工データ　実験地２　分散剤あり②

実験地2		施工時間(t)	施工工程全域			支持層到達以降		
			仕事量 W (kJ)	比(%) 対各平均	平均トルク T (kN・m)	仕事量 W (kJ)	比(%) 対各平均	平均トルク T (kN・m)
分散剤なし	①	0:15:39	10763	－	3.74	1796	－	3.24
	②	0:16:51	10878		3.32	1854		2.66
分散剤あり	①	0:15:25	9766	85.83	3.10	1339	82.33	2.41
	②	0:15:47	8809		2.39	1666		1.61

表２　実験地２　結果

４. 考察

分散剤を用いた場合の全体仕事量は、全ての実験地において用いない場合を下回り、90%程度に減少した。また、規定攪拌回数を満足する施工時間も短縮されるほか、全域平均トルク、支持層到達以降平均トルクにおいても分散剤を用いた場合のほうが下回ることが確認された。

５. まとめ

分散剤を用いると、仕事量、機械負荷、運転時間が低減されることから、エネルギー効率の向上とCO_2削減に貢献できる。また機械サイズ軽減と損失低減も期待される。

【参考文献】

1) 分散剤を添加したソイルセメントの力学特性(2003)
2) 分散剤を用いたセメント改良土の室内配合試験(2017)
3) 現場施工によるグルコン酸系分散剤を用いた深層混合処理工法のばらつきの評価(2016)
4) グルコン酸系分散剤による地盤改良体の品質改善に関する研究(2016)
5) グルコン酸系分散剤による地盤改良体の品質改善に関する研究(2015)
6) グルコン酸系分散剤による地盤改良体の品質改善（2015)
7) 分散剤を用いた深層混合処理工法の応力ひずみと特性(2021)

【謝辞】

本研究は(敬称略)、グランダートユニオン、㈱井上建機リース、㈱土木管理総合試験所、㈱奈良重機工事、中村基礎工業㈱、三和興業㈱、㈱綜和、出雲建設㈱、㈲ジオワークス、㈱ケンシンテクノ、㈱P.E.C、㈱バンゼン、㈱浪速試錐工業所、㈱ジオックス、ポーター製造㈱、隆テック㈱、㈲天王重機、㈱地下テクノ、㈱テイビー、㈲地盤データサービス、㈱総栄、アースプラン㈱、UGR コーポレーション㈱、兼松サステック㈱の協力をいただきました。ここに深く感謝し、厚く御礼申し上げます。

*1 グランダートユニオン　*2㈱井上建機リース

*3㈱兼松サステック　*4㈱土木管理総合試験所

*1Groundartunion　*2 Inoue Kenki Leace$^{CO.LTD}$

*3 Kanematsu Sustech$^{CO.LTD}$ *4Doboku kanri Sogo Shikenzyo$^{CO.LTD}$