

排土式変位低減型深層混合処理工法 2軸大径実証実験の報告(その1)

— 貫入補助水利用に対する配合試験の考察 —

あおみ建設株式会社 正会員 ○大古利勝己 高橋強
清水建設株式会社 正会員 土屋信洋 正会員 近江健吾

1. はじめに

変位低減型深層混合処理工法(CDM-LODIC工法、以下LODIC工法)では、羽根切り回数を効率化した貫入加算型施工(CDM-LODIC-V工法、以下LODIC-V工法)のほか、大径化した2軸φ1,600mm(改良面積4.02m²)に貫入補助水を用いて施工速度を確保する実証実験を行い報告してきた¹⁾。

腐植土層は貫入加算型の適用範囲外としてきたが、今回の実証実験(6ケース施工)で特殊土用セメント(以下、特殊土用)の配合による強度発現を確認し、LODIC-V工法の適用範囲を検討する。

下層部の固結シルト層(N値>30)及び砂層は貫入時の補助水使用量を想定して、貫入補助水を考慮した配合試験を実施したので報告する。

表-1 各土層の物性値

	自然含水比	液性限界	塑性限界
腐植土	116.4	126.1	78.1
粘性土	67.1	91.3	41.6
砂質土	28.2	—	—
シルト	49.4	73.6	46.5

表-2 室内配合試験結果一覧表(材齢28日)

対象土	W/C	固化材	高炉B			特殊土用		
		添加量 補助水 (ℓ/m^3)	100	175	250	100	175	250
			(kg/m ³)					
		一軸圧縮強さ(kN/m ²)						
上部層	腐植土	0	13	17	31	24	423	1746
		71.1	10	15	17	13	261	1528
		142.1	8	9	11	11	98	1217
	粘性土	0	26	213	1030	307	1884	3863
		71.1	22	181	720	223	1449	3248
		142.1	13	211	286	166	975	2489
下部層	砂質土	0	769	2073	3286	1701	2983	4456
		71.1	503	1771	2765	1335	2109	2912
		142.1	357	1333	1884	777	1349	2348
	シルト	71.1	471	2878	4138	1794	3967	5649
		142.1	303	2248	3879	1621	3780	5599

2. 配合試験方法・配合試験結果

事前ボーリングより確認した、腐植土層、粘性土層、砂質土層、シルト層を対象に、固化材は、高炉セメントB種(以下、高炉B種)と特殊土用の2種類を使用し、100kg/m³、175kg/m³、250kg/m³の添加量(W/C=1.0)とした。実証実験の貫入速度は0.7m/分を、補助水供給量は400 ℓ /分(142.1 ℓ /m³)、200 ℓ /分(71.1 ℓ /m³)での施工を計画したので、室内配合試験における補助水添加量は142.1 ℓ /m³、71.1 ℓ /m³、補助水無しの3種類を比較対象とした。

表-1に各土層の物性値を、表-2に室内配合試験結果(材齢28日)を示す。腐植土は特殊土用175kg/m³以上を添加しないと、強度発現は困難と考えられた。なお補助水を考慮する試験方法については、以前報告した参考文献²⁾に示している。

3. 通水試験

今回の実証実験で使用するグラウトポンプの理論吐出量の最大値は430 ℓ /分である。また、実証実験で計画している最大引抜き速度0.8m/分の場合、セメント添加量200kg/m³(W/C=1.0)で約430 ℓ /分とはほぼ限界値となる。このため従来のLODIC工法の装備(グラウトポンプ、オーガー、ロッド)の組合せに対し事前に通水試験を行い、限界となるセメントスラリー流量を推定することとした(写真-1参照)。通水試験の結果、吐出量430 ℓ /分で0.4MPaの圧力となった(図-1参照)。

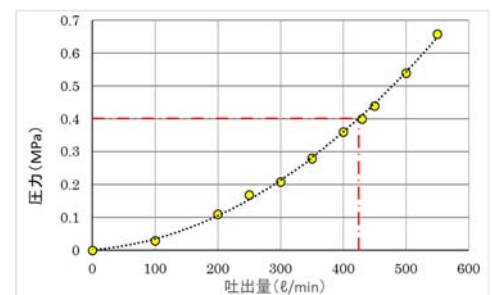


図-1 吐出量と圧力の関係

キーワード CDM 排土式 2軸大径 変位低減 室内配合試験 貫入補助水
連絡先 〒108-8430 東京都港区海岸三丁目18-21 あおみ建設(株)地盤改良部 TEL:03-5439-1021

4. 実証実験の配合計画

セメントスラリーの場合は水よりも高圧になるため、実証実験時の最大吐出量 390ℓ/分を上限、 $W/C=0.8$ で目標強度を 750kN/m^2 に想定した。

上部層の粘性土は N 値が低いため、貫入補助水なしでの施工を基本とした。また 175kg/m^3 以上の固化材を添加しないと有意な差が得られないことを踏まえ、高炉 B 種で 215kg/m^3 ($W/C=0.8$ 、吐出量 390ℓ/分) とした (図-2a 参照)。腐植土は特殊土用の使用を前提に、 188kg/m^3 ($W/C=0.8$ 、吐出量 342ℓ/分) とした (図-2b 参照)。

下部層では N 値が高いため貫入補助水を使用する計画とし、400ℓ/分使用する高炉 B 種(ケース 2)は 135kg/m^3 、200ℓ/分使用する高炉 B 種(ケース 1,3,6)は 118kg/m^3 とし (図-2c 参照)、特殊土用(ケース 4,5)は最低添加量を使用した (表-3 参照)。



写真-1 通水試験状況

表-3 実証実験の施工計画

ケース	W/C	速度(m/分)		補助水(ℓ/分)		セメント量(kg/m ³)		
		貫入	引抜	上部	下部	種別	上部	下部
1	0.8	0.7	0.7	0	200	高炉 B	215	118
2					400	高炉 B	215	135
3					200	高炉 B	215	118
4					200	特殊土	188	115
5					200	特殊土	188	115
6					200	高炉 B	215	118

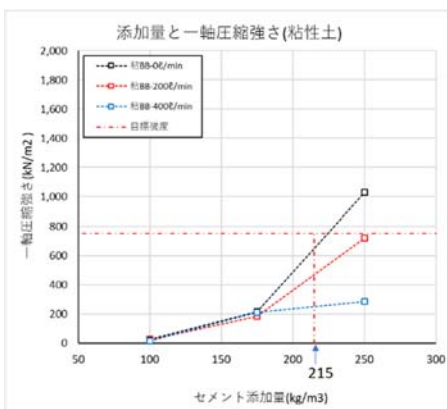


図-2a 粘性土（高炉 B 種）

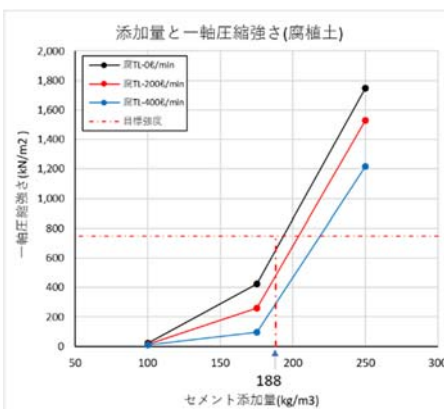


図-2b 腐植土（特殊土用）

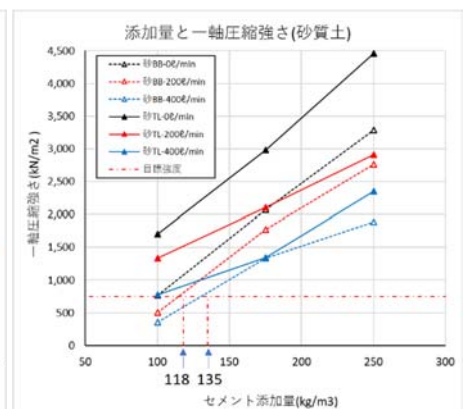


図-2c 砂質土

図-2 セメント添加量と一軸圧縮強度の関係

5. おわりに

室内配合試験においては、補助水を供給すると一軸圧縮強度が低下する傾向となったが、前回の実証実験においては粘性土に対し貫入時に供給された補助水は攪拌翼により原地盤と混合され流動化されることで、攪拌効率に寄与する結果となっている。今回上部層でも補助水を使用する場面があり、流動性に対する補助水の有効性について、実証実験コアサンプル供試体の圧縮強度試験との関係を整理していきたい。下部層に対しても補助水量を水セメント比に換算して、配合試験結果と整理する。

強度発現に多量の固化材が必要となる粘性土の場合、大径改良施工では施工速度に見合うセメントスラリーの供給設備が必要となる。供給するセメントスラリー量を抑えるためには、水セメント比を落とした配合を用いることが一つの方法となるが、使用する設備に対し今回のような通水試験を実施することが望ましい。

配合試験結果とコアサンプリングでの圧縮強度試験の関係は、投稿時では確認できなかったため口頭発表において実証実験報告（その 2）の施工内容と合わせて言及する。

参考文献

- 1) 近江他：変位低減型深層混合処理工法 施工効率の改善に向けた実証実験（その 1～4）、第 73 回土木学会年次学術講演会、2018