

III-366 攪拌混合方式における翼の回転並びに昇降の速度と均一性について

フジタ工業(株)技術研究所 正会員 ○ 酒向信一
同 上 正会員 石井武美
同 上 正会員 棚木勇悟

1. まえがき

攪拌混合方式による地盤改良工法は、地表付近で改良する工法に比して、改良地盤の評価が困難であり、設計上の安全率をかなり高くしがちな現状にある。もし、土と固化材を均一に混合することができれば、改良土の強さの発現を高めることができると共に、均一な改良地盤としての信頼性が高まることになる。均一性に関するこれまでの研究は、攪拌翼の形状や混合回数に関するものが多いが、攪拌翼が複雑になり装置の保守や施工性をそこなう傾向も見られるようである。そこで、攪拌翼を単純な形状とし、回転と昇降速度を変える事に重点を置いて、改良体の均一性について検討することにした。

2. 実験方法

実験Ⅰは、試料土を含水比110%に調整し、土槽に充填後攪拌実験を行ったものであり、実験Ⅱは、実験Ⅰの結果を踏まえ、名古屋衣浦港の埋立地($q_c=0.3\sim2.5\text{ Kgf/cm}^2$)で現場モデル実験として実施したものである。それぞれの実験で用いた土の性質を表-1に示した。実験機：攪拌翼は、単段2枚羽根で直径40cmである。実験機は翼の昇降と同時に走行も行うことができ、連続した壁状改良体および柱状改良体の2通りの処理が可能である。固化材：実験Ⅰでは、普通ポルトランドセメント(C固化材)、実験ⅡではC固化材と複合固化材(D固化材：セメント+スラグ+石こう)を用いた。固化材は、水/固化材比=1のスラリー状にして改良対象土に混合した。添加率は、土の乾燥質量に対する固化材の質量比で規制した。

3. 実験結果と考察

実験Ⅰの実験条件を表-2に示した。試験No.2~10は、深さ1m当り合計800回の混練回数であり、No.1, 11, 12は同じく400回である。No.1~3の改良体は著しく均一性を欠き(写真-1：No.1改良体)、外周部は改良されているが、中心部は未改良部分がランダムに残った。従って図-1に示す一軸圧縮強さと後述する設定強さ合格率とは、山中式硬度計で測定した値を q_u に換算し、全測定数に対する 2 Kgf/cm^2 以上の測定

表-2 実験Ⅰの実験条件

試験 No	攪拌翼 形 状	翼回転数 rpm	昇降速度 (cm/min)	昇降回数 (往復)	1 m 当り 攪拌回数 (回)	固化材 添加率 (%)	
1	a	50	25	1	400	8	
2	b	100			800		
3	b 逆回転						
4	c						
5	b						
6							
7		100	4	15			
8		50	2		8		
9		100	4			6	
10	150	6	8				
11	100	2		400			
12		50	4				

注) a : すくい角度 45° b : すくい角度 45°
c : 翼に垂直羽根 4 枚を設けたもの

表-1 土の物理的性質

実験名	供試土産地	砂(%)	シルト(%)	粘土(%)	G _s	LL(%)	PL(%)	有機物含有量(%)	強熱減量(%)	pH
実験Ⅰ	横浜	17	46	37	2.68	90	49	4.5	14.8	8.9
実験Ⅱ	名古屋	11	28	61	2.65	74	27	0.6	6.2	7.9

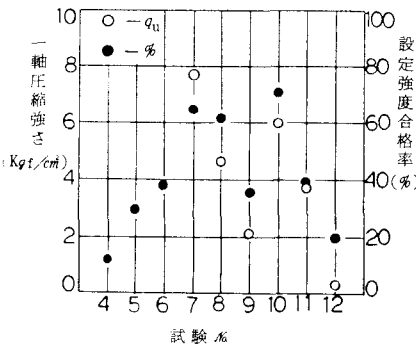


図-1 実験Ⅰの強度比較



写真-1 No.1改良体

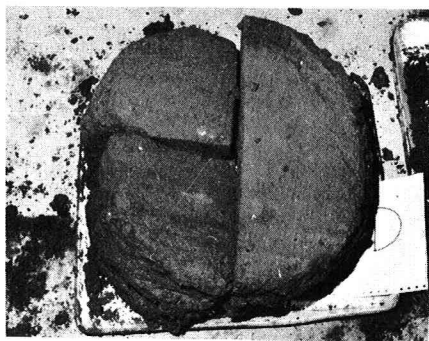


写真-2 No.7改良体

数の百分率である。図-1より、昇降速度を 50 cm/min 以上に速めたNo.7, 8, 10は、昇降速度 25 cm/min のNo.4~6に比べ設定強さの合格率が1.7~4.3倍高く、改良体内部に未改良部分やセメントの固まりが少ない(写真-2: No.7改良体)状態であった。またNo.11の回転数は 100 rpm 、No.12は同 50 rpm で攪拌混合した改良体であるが、一軸圧縮強さで約10倍、合格率でも2倍の差が生じた。すなわち、混練回数は同一であっても、一定の回転速度以上でなければ改良効果がほとんど上がらない場合があるものと考えられる。しかし、No.7と同一条件で半分の混練回数であるNo.11の改良体では、外周部に未改良土が残っていた。ところで、固化材を15%添加したNo.6と6%添加したNo.9を比較した場合、ほぼ同様な設定強さの合格率しか得られず、攪拌条件が適合しなければ固化材の添加率を単に増しても強さが必ずしも高まらない状況も考えられる。また、3種類の攪拌翼形状の比較実験を行った結果、いずれの翼にもかなり硬化の進んだ土が付着し、今回の実験では翼の形状を変えた効果が現われなかった。

図-2には、実験Ⅱで得たC固化材注入時の攪拌トルクが深さ方向と共に、また昇降回数と共に増大することを示している。深さ方向のトルクの増大は、原地盤のコーン貫入抵抗と同様な傾向であったが、昇降回数については、6分程度の経過時間でも固化材による硬化が進んで抵抗が増すためと考えられる。図-3は、実験Ⅱの改良地盤の一軸圧縮強さの分布が実験Ⅰで得た強さの分布より3倍程度大きくなることを示している。すなわち、実験結果は改良対象地盤に適合した攪拌条件を見出すべきであることを示しているものと考えられる。

4. あとがき

今回の実験は、模型機を用いた基礎実験であるが、均一な改良(Kgf/cm^2)地盤を造成するうえで、最適な攪拌回転速度と昇降速度が存在すること、固化材の添加率を多くしても攪拌条件が整わなければ、その効果を期待できないことを示しているものと思われる。

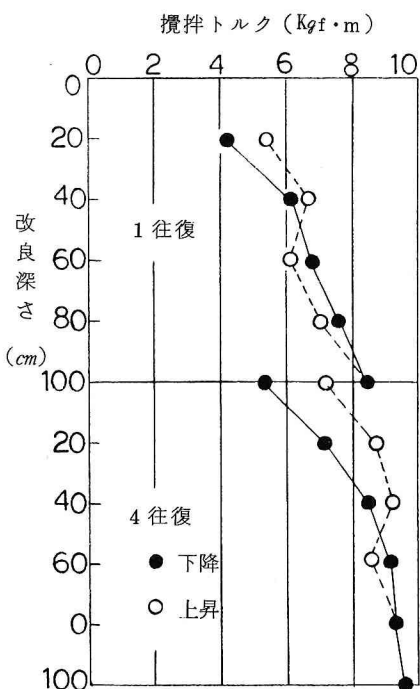


図-2 攪拌時のトルク

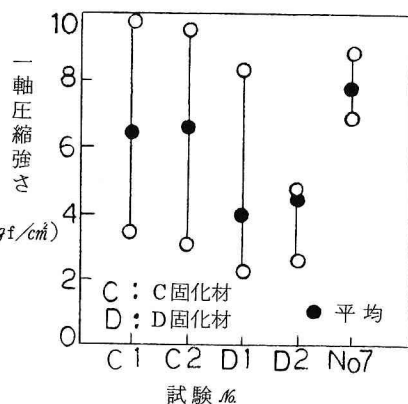


図-3 一軸圧縮強さの分布