

III-371 セメント系深層混合処理工法の大型室内実験（第2報）

～回転方向、吐出方法の相異による改良土の形状と強度について～

福岡大学 正員 ○ 吉田 信夫
（北川鉄工所） 下江 忠直
正員 白木 久

1. まえがき セメント系スラリーを用いた深層混合処理工法が地盤改良工法として、近年、各地で採用されつつある。このとき、施工上の問題点となるラップ部の接合性については前報で報告した¹⁾。すなわち、ラップ部の接合実験では(1)改良部の強度はほぼ均一である。(2)ラップ部の強度は攪拌方法で異なり、接合性がよいのは傾斜角は⊕とOuter回転との組合せである。(3)ラップ部の強度と改良部の強度との比は接合性がよい攪拌方法で約1/2であり、接合性をより高める工夫が残されている。などの知見を得た。

今回は、第1報につづいて、攪拌の際の回転方向、スラリーの吐出方法、吐出口の位置が改良土の形状、強度の均一性、練り返しによる強度の低下などに与える攪拌メカニズムの影響についての解明を目的とした。

2. 実験

2-1 試料土：広島県福山市箕島の埋立地土であり、その土質特性は $w_n=73\sim108\%$ 、 $\tau_t=1.52\sim1.56\text{ tf/m}^2$ 、 $\gamma_u=0.8\sim1.6\text{ tf/m}^2$ である。

2-2 実験方法Ⅰ：大型室内実験装置、攪拌装置は前報と同じである。攪拌翼の傾斜角は回転方向にたいして、攪拌翼の回転方向の力が土にたいして、上向きの分力を与えるような角度を⊖と定義し、土に下向きの分力を与えるような角度を⊕と定義する。セ

メントスラリーの吐出方法は攪拌翼が下降しながら土中に貫入しているときのみ吐出する方法を貫入吐出、逆に貫入した攪拌翼を引抜くときのみセメントスラリーを吐出する方法を引抜き吐出と定義する。今回の実験方法Ⅰの吐出方法、回転数、昇降速度、傾斜角の組合せを表一に示す。改良後の考察項目は、改良部の横断面形状の目視観察、簡易コーン試験器による改良部の強度の均一性の評価、スパン13cmの曲げ

実験 No.	吐出方法	回転数 (rpm)	昇降速度 (m/min)	傾 斜 角		備 考
				貫 入	引 抜 き	
10	引抜き吐出	150	0.75	⊖	⊕	図-1, 2
11	"	150	0.75	⊖	⊖	図-1, 3
12	貫入吐出	150	0.75	⊖	⊖	図-3
13	引抜き吐出	60	0.6	⊖	⊕	図-3
14	貫入吐出	60	0.6	⊖	⊖	練 り 返 し 実 験
15	"	60	0.6	⊖	⊖	
16	"	60	0.6	⊖	⊕	
17	"	60	0.6	⊖	⊕	
18 (A,B,C)	引抜き吐出	60	0.3	⊖	⊕	図-4

強度試験供試体を改良部中から、スパン方向を水平方向、垂直方向とに分けてサンプリングし、中央での載荷試験による曲げ強度である。また、貫入吐出時についてのみ、攪拌翼が先端に到達後、ただちに引抜き攪拌した場合と1時間経過後に引抜き攪拌した場合の改良強度の比較を実施した。攪拌装置の攪拌翼の形状は写真-1に示すように、3段羽根で先端は3枚、上、中段は各2枚の羽根である。セメントスラリーは、貫入吐出のときには先端翼の軸心から、引抜きときには上段翼の軸心から吐出している。

2-3 実験方法Ⅱ：セメントスラリーの吐出状況を観察するため、(A)攪拌軸の軸心から吐出する、(B)攪拌翼の中間から吐出する、(C)攪拌翼の先端から吐出するの3通りの実験で、条件は回転数60rpm、昇降速度0.3m/min、傾斜角は貫入時⊖、引抜き時⊕で、攪拌翼径90cm、3枚羽根、一段、一軸である。

表一 実験条件の組合せ

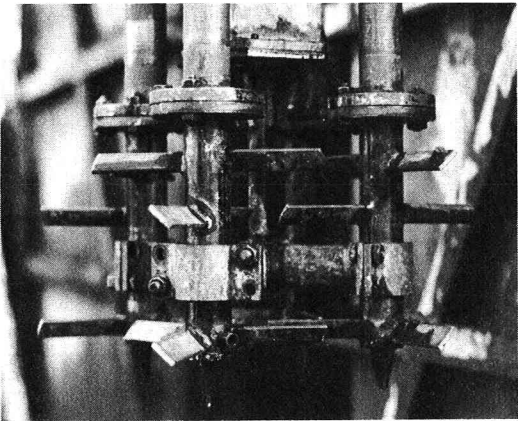


写真-1 実験方法Ⅰの攪拌翼

3. 実験結果と考察

3-1 実験Ⅰ：各供試体で深度方向の横断面の形状はほぼ同じであった。形状は第1報のように、引抜き時の回転方向によって、図-1の実験№10のような改良土の巻き出しと、実験№11のようなラップ部への未改良土の巻き込みを生じる。この現象は引抜き吐出時に多く発生し、貫入、引抜きともに、 $\ominus$ 、 $\ominus$ で顕著である。表-1とそれ以外の実験から、切込みピッチ=昇降速度/回転数を一定にし、回転数を変えた場合には回転数に関係なく同じ横断面形状が形成されている。引抜き吐出では未改良部が認められるが、貫入吐出ではより均一に改良されている。図-2は改良強度の軸心線上の分布を2cmピッチで測定した結果である。未改良土の巻き込み、改良土の巻きだしの現象にともない、ラップ部、外周部は中心部よりも低い値になるが、外周部の強度低下が大きいようである。図-3は改良部の改良強度の異方性を示したものである。攪拌混合が理想的に均一に施工され

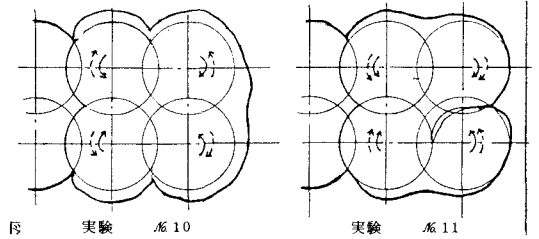


図-1 回転方向と横断面形状(実線貫入、破線引抜き)

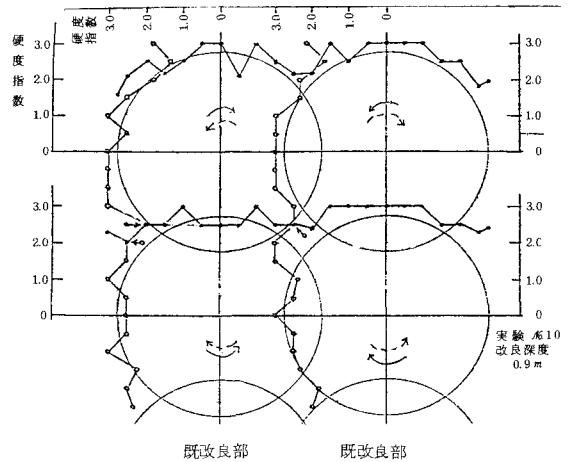


図-2 横断面軸心線上の改良強度の分布
(実線貫入、破線引抜き)

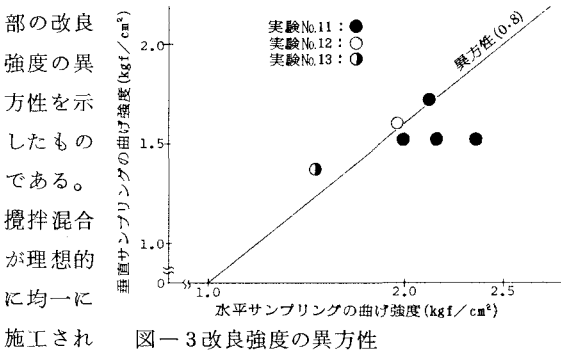


図-3 改良強度の異方性

ていれば、水平、垂直方向ともに強度差はないものと考えられる。しかし、上述の巻き込み、巻き出しの現象により、強度の異方性を生じると考え、均一攪拌の判定の1つにあげることができよう。強度の異方性は約0.8である。繰り返しの実験については、ただちに引抜き攪拌した強度に比較して、1時間後の引抜き攪拌による強度低下は0.54, 0.70, 0.64, 0.45であり、約40%の強度低下である。

実験Ⅱ：改良部の縦断面形状を図-4に示す。攪拌翼の先端から吐出した(C)は吐出口から外へ3~6cm、内へ6~11cm拡散され、ドーナツ状に改良されている。中間から吐出した(B)は攪拌翼径よりやや小さく改良され中央約24cmは未改良である。攪拌軸心から吐出した(A)は攪拌翼径よりやや小さく改良されるが、中央部も軸の直径程度未改良部が残る。(A)、(B)では外周部での改良に凹凸が激しく、均等に攪拌されていない。攪拌翼径が小さい場合は軸心から吐出しても外周部まで改良されるが、径が大きい場合には軸心からの吐出のみでは改良は不充分であろう。

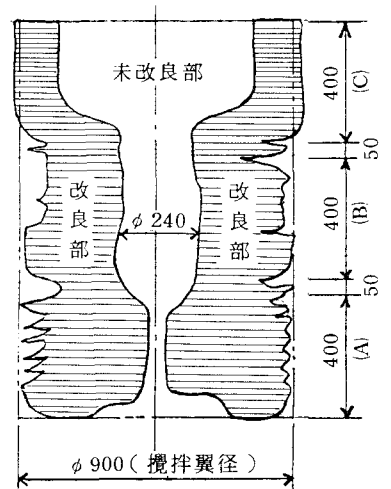


図-4 吐出口の位置による改良形状

4. あとがき 実験結果から、改良面積は攪拌面積よりもやや大きくなる。引抜き吐出よりも貫入吐出が均一性がよい、1時間で繰り返すと強度は約40%低下する。異方性は約0.8である。吐出口から外へは改良されるが、軸心方向への改良は困難である、などを指摘できる。

参考文献 1) 吉田・下江・白木：セメント系深層混合処理工法の大規模室内実験(第1報)ラップ部の接合性について、土木学会第35回年次学術講演会 第3部