

ーラップ部の接合性についてー

福岡大学 正員 ○ 吉田 信 夫
（株）北川鉄工所 下江 忠 直
白 木 久

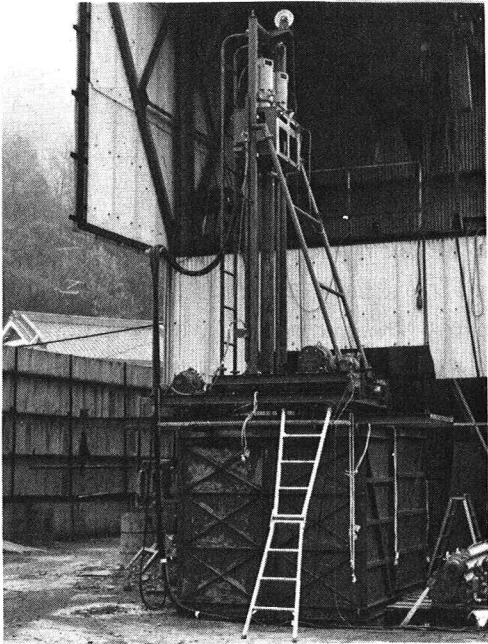
1. まえがき

セメント系スラリーを用いた深層混合処理工法による地盤改良の際に、改良構造物の型式が壁状、ブロック状構造になると既改良部と改良部とのラップ部の強度が設計上問題となる。このため、施工管理の面では既改良部にたいして48時間以内に改良部を施工すればラップしているものとみなしている。しかしラップ部の強度そのものは明らかにされていない。チェックボーリングの面でのラップ部の改良効果の確認は、斜めボーリングによる採取コアの観察記録、ラップ部のセメント含有量の試験がおこなわれている。たとえばラップ部の観察状況として、完全ラップ：ラップ部にラップの痕跡がみられるものおよび均一になり痕跡がないもの、ラップなし：ラップ部に原地盤の粘土層を狭在している、不完全ラップ：ラップ部がシャープなクランク状を呈しているものでラップ時間が長いときにみられる、などがある。上述の両者ともにラップ部の接合性の判定の目安にはなるがラップ部の強度は不明である。この点を明らかにするため、大型実験装置を試作し、攪拌翼の傾斜角、回転方向と攪拌シャフトの下降、上昇を組合せて、攪拌のメカニズムの解明とラップ部、改良部の曲げ強度比を求めた。

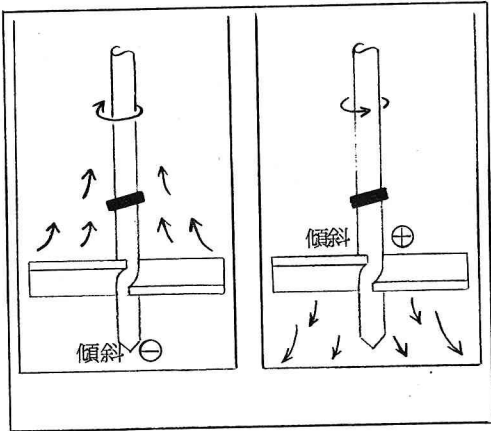
2. 実験

(1)大型実験装置：実験装置を写真－1に示す。実験槽は $2.0\text{ m} \times 2.0\text{ m} \times 2.0\text{ m}$ で攪拌装置は攪拌翼直径 22 cm を4軸もち、任意の速度で下降、上昇、回転できる。攪拌翼の傾斜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 $\ominus$ と定義し、土に下向きの分力を与えるような角度を $\oplus$ と定義する。一方、攪拌翼の回転方向が図－2の右側のように既改良部にたいして改良部の土が未改良部へまきだされるような回転をOuter回転、図－2の左側のように未改良部が改良部内にまきこまれるような回転をInner回転と定義する。

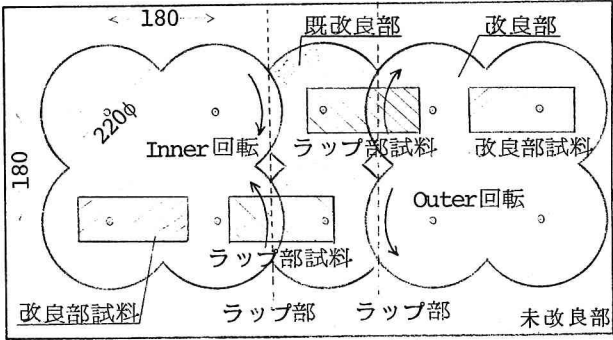
(2)実験法 試料は広島県福山市箕島の埋立土を用いた。土質特性は $w_n=95\sim110\%$ 、 $\tau_t=1.52\text{ t/m}^2$ 、 $q_u=0.5\text{ t/m}^2$ である。ラップ部の接合は、最初に実験槽の中央に2軸の



写真－1 大型実験装置



図－1 攪拌翼の傾斜と土の動き



図－2 攪拌翼の回転方向

攪拌で改良をおこない、この部分を既改良部とした。48時間経過後に既改良部の両側に、それぞれ4軸の攪拌によりラップ実験をおこなった。セメント系スラリーの吐出は上昇時のみであり、下降時は攪拌のみである。ラップ部の接合性に関係する攪拌のメカニズムの解明のため、表-1の実験№に示すように攪拌シャフトの下降時、上昇時について攪拌翼の傾斜角度の $\ominus$, $\oplus$, 既改良部への回転方向のOuter回転, Inner回転とを組み合わせ7回の大型実験をおこなった。ただし、№6, 7の実験は回転数と昇降速度を変えているがセメント添加率は№1~7まですべて t_i の7%である。

(3)改良部の改良強度とラップ部の接合性の判定：ラップの施工後16~19日後、既改良部、ラップ部、改良部と一緒にまとめてブロック塊でとりだした。目視観察とともに、改良部については、コーンペネトロメーターにより混合の均一性の試験をおこない、ラップ部の接合性の試験は、図-2のようにラップ部と改良部とについて斜線で示したような長方形ブロックを切りだし、スパン13cmの支点間の中央で荷重を加え曲げ強度を求めた。

3. 実験結果 表-1に結果を示す。まず改良部の改良強度の均一性の評価はコーンペネトロメーターの硬度指数を5段階にわけて、その平面的なばらつきで判断した。№4, 5の攪拌は均一とみなされ、№1, 2, 3,

6, 7の攪拌もほぼ均一になることが確認され、改良部の攪拌については問題はない。№4, 5で、よく攪拌されているのは、攪拌翼の傾斜が下降時と上昇時には逆になり改良部の土の上下方向の混合がよくおこなわれたため

実験№	回転数 rpm	昇降速度 m/min	傾斜角		回転方向		改良部の混合 法コーンベネ	曲げ強度 $\times 10^5$	
			下降時	上昇時	下降時	上昇時		ラップ部	改良部
1	150	0.75	$\ominus$	$\ominus$	O.	O.	ほぼ均一	※	0.80 0.82
2	150	0.75	$\ominus$	$\ominus$	I.	I.	ほぼ均一	—	0.91 2.51
3	150	0.75	$\ominus$	$\ominus$	I.	I.	ほぼ均一	—	—
4	150	0.75	$\ominus$	$\oplus$	O.	I.	均一	0.369 0.428	1.21 1.03
5	150	0.75	$\ominus$	$\oplus$	I.	O.	均一	0.580 0.108	1.84 1.12
6	60	0.6	$\ominus$	$\oplus$	I.	O.	ほぼ均一	0.188 0.369	0.61 1.18
7	60	0.3	$\ominus$	$\oplus$	I.	O.	ほぼ均一	—	—

表-1 攪拌システムと改良結果 O.: Outer 回転, I.: Inner 回転

であろう。目視観測では№2, 3で未改良土のかみ込みが認められた。これは№2, 3ともに土の動きは下降、上昇時ともに上方に動き、同時にInner回転のため未改良部が改良部にまき込まれるようになるためであろう。ラップ部、改良部の曲げ強度を示したのが図-3である。図に示した№4, 5, 6の攪拌によればラップ部、改良部ともに曲げ試験が可能であった。№3, 7の攪拌では両部ともに供試体の自重で破壊した。№2の攪拌ではラップ部のみ自重破壊した。なお№1のラップ部※は供試体切りだしの不慣れのためクラックが発生し実験不可能となった。図-3ではラップ部と改良部との強度比は10~40%にばらつくが、平均的にみるとラップ部の強度は改良部の強度の $\frac{1}{2}$ とみてよいであろう。これらの結果から、ラップ部の強度と攪拌のメカニズムとしてとりあげた傾斜角、回転方向との関係は、既改良部にたいして改良部がまきだしていくようなOuter回転と土が攪拌翼から下向きへの動きを示す傾斜角 $\oplus$ になる攪拌システムがよいと推論できる。

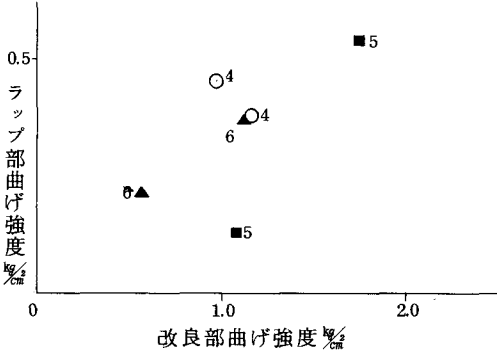


図-3 曲げ試験結果

4. まとめ 大型実験装置によるラップ実験によって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法により異なる。ラップ部のよい接合には傾斜角 $\oplus$ とOuter回転が関係する。③ラップ部の強度と改良部の強度の比は接合性のよい攪拌法でも約 $\frac{1}{2}$ である。このようにラップ部の接合性が深層混合処理の壁状、ブロック状施工のときに問題となる。これらの問題の解決のためには、ラップ部を解消する連続攪拌方式の採用と、遅延剤の開発が望まれよう。