

III-57

深層混合処理による改良部要素の水平抵抗特性

大阪セメント（株） 正員 後 藤 年 芳
 建設省 土木研究所 正員 塚 田 幸 広
 北海道開発局 川 村 浩 二
 小野田ケミコ（株） 正員 村 井 逸 夫

1. まえがき

深層混合処理工法は各種の地盤改良工事に用いられ、その有用性が確認されてはいるものの統一的设计法の確立には至ってない。近年、解析等による検討が試みられ徐々に解明されつつあるが、改良体と地盤との間の応力状態や改良柱体に作用する力については実工事での計測が困難であるために未解明な点が残されている。¹⁾²⁾本研究では、軟弱土と柱体からなる改良部要素の水平載荷試験を実施し、柱体配置や軟弱土の強度と水平抵抗の関係や、柱体に作用する力について検討した。

2. 試験条件及び試験方法

実験装置は、図-1に示すように小型の2次元土槽を使用し、改良部は幅27cmと一定にした。非載荷側は、一定の拘束圧が得られ変形も可能にするためにビニール製の水槽を土槽内に設置し、試験中は水位を一定に保った。軟弱地盤材料としては、市販の乾燥粘土に加水して調整したものを用い、含水比は42, 48, 54%, パーセン断強さは 0.008, 0.015, 0.026 kgf/cm²であった。柱体には、φ3×50cmのモルタルを使用した。

試験したケースは、表-1に示すように杭式3条件、格子式1条件および縦列式と横列式各1条件で、杭式の1条件と格子式の配置では軟弱土の含水比を変えた場合についても試験し、合計で11ケースである。

改良部地盤は、土槽側面と緩衝材にシリコンオイルを塗布した後、柱体を並べながら軟弱土を積める方法により作製し、格子式や縦列式、横列式などの柱体が接する配置においても柱体どうしは結合していない。

試験は、改良部を作成し湛水後3~4時間後に開始した。載荷は、上部3段の載荷板をペロフラムシリンダで押すことにより、荷重を等分布とし段階的に増加させた。各荷重段階での保持時間は30分とした。

測定項目は、載荷板の変位、土圧、ロードセル付き杭の荷重、塩ビパイプ杭のひずみである。

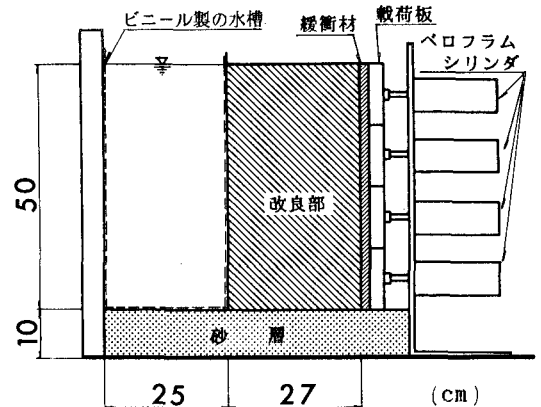


図-1 試験装置の概要

表-1 試験条件

ケース No.	改良形式	柱体数 (本)	粘土のせん断強さ (kgf/cm ²)			柱 体 の 配 置 例			
			0.008	0.015	0.026	No.3	No.7	No.10	No.11
1	未処理	—		○					
2		40		○					
3~5	杭 式	84	○	○	○				
6		114		○					
7~9	格子式	72	○	○	○				
10	縦列式	63		○					
11	横列式	64		○					

3. 実験結果と考察

図-2には載荷荷重強さ p_h と最上段載荷板中央の水平変位 δh の関係を示す。いずれの配置形式においても水平抵抗の増大が認められる。杭式の配置では、柱体が接しない範囲では柱体数を増加しても水平抵抗の増大はわずかであるが、ケース6の接円配置になると明らかに増大する。また、ケース8の格子式配置は、柱体数が比較的少ないが大きな水平抵抗性を示す。なお、軟弱土の強度の影響については、杭式配置では影響が認められるのに対し、格子式配置では影響が明確でなかった。

改良部の変形形態は、未改良土では表層部の沈下を伴う変形であるのに対して、柱体を配置することにより沈下傾向は認められず、上部が倒れ込む形の変形をする。また、柱体のひずみから曲げ応力や軸方向の引張力の作用も確認されており、柱体が地盤部の全体的な変位を拘束している。この拘束力は、柱体と軟弱土の粘着力あるいは付着力により伝達されていると考えられる。さらに、荷重方向に配置した柱体列には杭式の場合に比べて大きな荷重が作用していることから改良部の水平抵抗には、図-3に示すように柱体と地盤との境界の付着力と柱体どうしの摩擦力が寄与していると考えられる。

そこで、次式により求められる水平抵抗力 R (kgf) を考え、改良部の剛性の指標として $p_h - \delta h$ 曲線の割線勾配 K (kgf/cm²) (水平変位が5mmの時) との関係を図-4に示した。

$$R = A \cdot \tau + L \cdot \mu$$

ここに A : 柱体と軟弱土との接触面積 (杭式では荷重方向に直角な投影面積) (cm²)
 τ : 軟弱土のベーンせん断強さ (kgf/cm²)
 L : 柱体間の接触延長 (荷重方向のみ) (m)
 μ : 柱体間の摩擦力 (kgf/cm) (0.1kgf/cmを用いた)

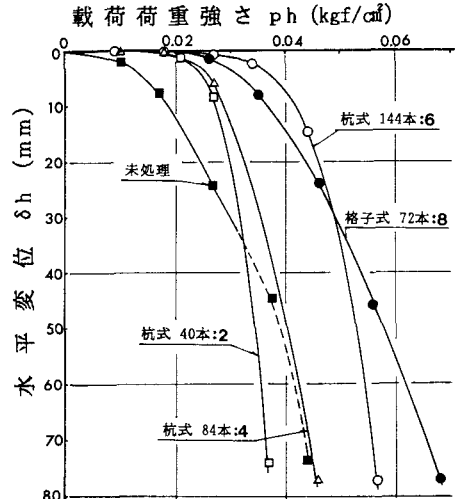


図-2 載荷荷重と水平変位の関係



柱体と地盤の付着力 柱体と柱体の摩擦力

図-3 改良部のモデル

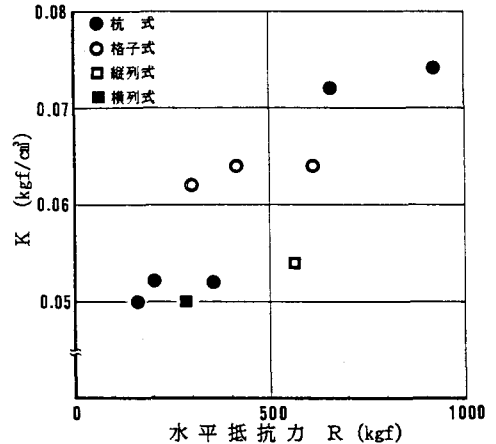


図-4 水平抵抗力と K の関係

水平抵抗力の増加とともに改良部の初期剛性的な K が増加する傾向が認められる。縦列式は R が比較的大きいにもかかわらず格子式に比べて K が小さくなっている点からも横列と組合せた格子状配置の有効性がうかがえる。

4. おわりに

改良部要素の水平載荷試験により、格子式配置の水平抵抗性が優れていることおよび荷重方向に並行な柱列には大きな荷重負担力が期待できることが確認できた。また、改良部の水平抵抗性は地盤のせん断強さと柱体列の摩擦あるいは剛性の和として表現できる可能性がうかがえた。

今後は、現場に近い規模での実験で改良柱体の挙動を明らかにしていく必要があると考えられる。

参考文献 1) 芦田、嘉門、塚田：深層混合処理工法を用いた改良地盤の鉛直応力解析，土木学会第42回年次学術講演会 2) 永松幹雄：軟弱地盤対策のうちパイロット工法にDJM工法における杭の効用に関する研究，長崎大学修士論文 3) 塚田、川村、後藤、村井：水平力を受ける深層混合処理工法地盤の挙動（その2），第23回土質工学研究発表会