

土木分野における間伐材利用技術の開発

- 独立行政法人土木研究所 正会員 浜口 武
 独立行政法人土木研究所 正会員 井谷 雅司
 独立行政法人土木研究所 正会員 堤 祥一
 独立行政法人土木研究所 正会員 大下 武志

1. はじめに

公共事業、特に土木分野における間伐材利用技術を開発することにより、間伐材の新たなマーケット（流通経路）を拓き、CO₂の固定などに貢献することが強く求められている。本研究では、土木分野における間伐材利用技術として、短杭群による軽度の地盤改良技術に注目し、残留沈下量の低減・過度の不等沈下の防止等を目的とした地盤改良技術を開発する。この際に、間伐材の発生様態から求められるのは、近年盛んに研究の進められているフローティング式の支持機構であるが、その特性は明らかにされていない。

本研究は、遠心模型実験でその挙動を確認し、さらに有限要素法でその挙動を再現することで、改良メカニズムの把握を目的とする。

2. 実験の概要

2.1 遠心模型実験

実験に用いたカオリン粘土（ASP-100）の物性値を表-1に示す。地盤は含水比調整を行い、土槽に投入したカオリン粘土に遠心加速度 70G の遠心場で圧密荷重 18kN/m²をかけ、両面排水条件の下で、24 時間遠心自重圧密を行ったものを用いる。この地盤は載荷後 15 年相当を経過した圧密度 95%以上の正規圧密になっている。作製した実験模型を図-1に示す。また、間伐材に相当する短杭にはラミ材を、浅層改良に相当する浅層改良盤にはカオリン粘土にセメントを混ぜ固化させたものを用いる。図中の改良模型は粘土地盤作成後に、浅層改良部を掘削し、短杭を地盤の所定の位置に挿入し、浅層改良盤を設置することで作成する。なお、模型設置後は地盤のゆるみを取り除くため、再度遠心加速度 70G の遠心場に 1 時間放置した。

実験は、表-2の計 10 ケースについて、荷重を 21～70kN/m²まで段階的に増加させて行い、各段階で圧密開始後 20 日後までの地盤の沈下および変形挙動について測定を行う。なお、表中の数値は実大モデルに換算している。

2.2 数値解析

遠心模型実験の結果の妥当性確認と実験では測定不可能な項目についての検討を目的に、数値解析を行った。その解析には、圧密を考慮できる 2 次元有限要素プログラム（DACSAR）を用いた。構成式は関口・太田モデルで、粘弾塑性解析を行った。

表-1 カオリン粘土物性値

名称		数値
一般	比重	2.639
	初期含水比	85%
コンシステンシー	液性限界	81.94%
	塑性限界	30.48%
	塑性指数	50.46
圧密	圧縮指数	0.65

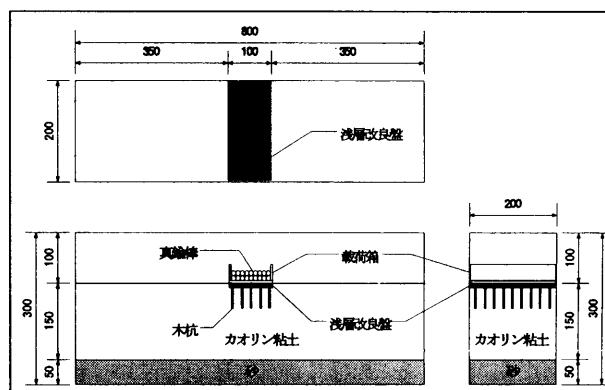


図-1 実験模型

表-2 実験ケース一覧

Case	杭径 (mm)	杭長 (m)	改良率 (%)	改良盤厚 (m)
1	無	無	—	0.0
2	無	無	—	2.8
3	200	2.5	6.3	1.0
4	200	2.5	12.6	1.0
5	200	1.5	10.0	1.0
6	200	3.0	10.0	1.0
7	350	2.5	10.0	1.0
8	200	2.5	10.0	1.0
9	200	2.5	10.0	0.5
10	200	2.5	10.0	1.5

キーワード: フローティング、木杭、遠心載荷実験、沈下量

連絡先 〒305-8561 茨城県つくば市南原 1-6 独立行政法人 土木研究所 施工技術チーム TEL 029-879-6759

3. 解析結果と考察

3.1 遠心模型実験

遠心模型実験で段階的に载荷した時の沈下量の計測結果を図-2に示す。無対策・浅層改良盤のみの場合に比べて、低改良率・小口径・短杭のフローティング杭であっても、改良形式等により沈下量の低減していることが確認できる。また実験時の地盤に設置してあった標点の動きを画像解析することで地盤の変形を調べた。その一例として、Case-8の結果を図-3の左側に示す。

3.2 数値解析

本モデルを数値解析した結果、解析モデル作成の際に、2次元化等に注意を要するが、沈下量・変形挙動を比較的良好に再現できることがわかった。Case-8の数値解析結果を図-3の右側に示す。実験の妥当性、解析による再現性を確認できる。

次に杭にかかる荷重及び応力の分担比を数値解析にて算出した。その結果を図-4、5に示す。荷重分担比は荷重・改良形式により0.1～0.9程度までの開きがある。改良率や杭長が大きくなれば大きくなるのは当然であるにしても、同じ改良率でも杭径が小さく（杭周面積が大きく）なる程、大きくなっているのは、本モデルの支持機構が周面摩擦であることを示している。また応力分担比は、上載荷重が小さいうちは通常の応力分担比（10～20）程度を示しているが、荷重を大きくしていくに従い、改良形式の違いも応力分担比も大きくなっていく様子がわかる。改良率や杭長を大きくすることで応力分担比は大きくなり、着底型の支持機構に近づいていく様子もわかる。また、同じ改良率でも杭径を小さく（杭周面積を大きく）する程、応力分担比も大きくなっていることがわかる。

4. まとめと今後の課題

遠心模型装置による载荷実験を行い、軟弱地盤のフローティング式木杭の改良効果について確認した。また各パラメータにより改良効果に生じる違いがわかった。

数値計算を行い、実験の妥当性を確認するとともに、2次元モデルの数値解析であっても比較的良好に挙動を再現できることを確認した。さらに、応力分担比について解析を行い、改良率・杭長・杭径および浅層改良盤厚の違いによる影響を確認した。

改良率が同じ場合に小口径杭の方が周面摩擦により期待でき、改良効果が大きいことは、間伐材のような小口径杭の場合に有効であることもわかった。

今後は、経済性等を考慮した対策工の提案と沈下量の簡易推定式導出のために、実大実験も含めより多くのケースについて調べる必要がある。

<参考文献>

- 1) 大野、三木、恒岡、古本：表層安定処理を併用したフローティング式深層混合処理工法に関する実験的検討、土木技術資料 44-5(2002)
- 2) 大下_他：深層混合処理工法に関する地盤の変状抑止効果に関する実験的検討、土木研究所資料第 3724 号 2000 年 3 月

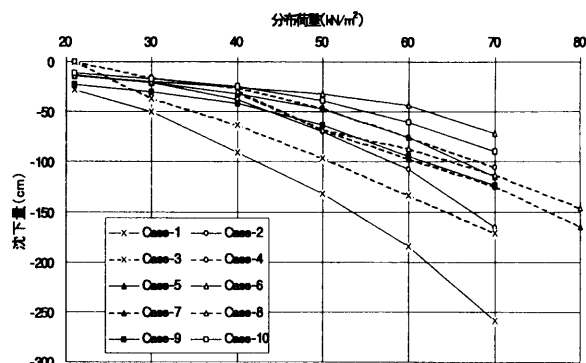


図-2 荷重-沈下量の関係

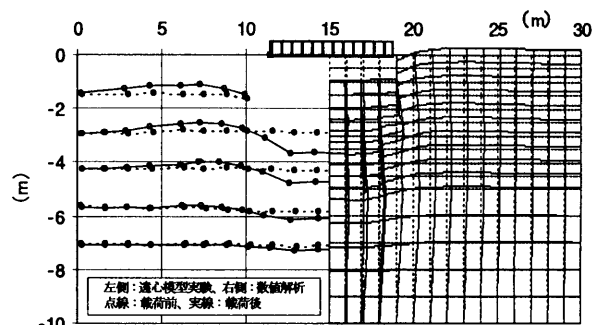


図-3 地盤の変形：Case-8

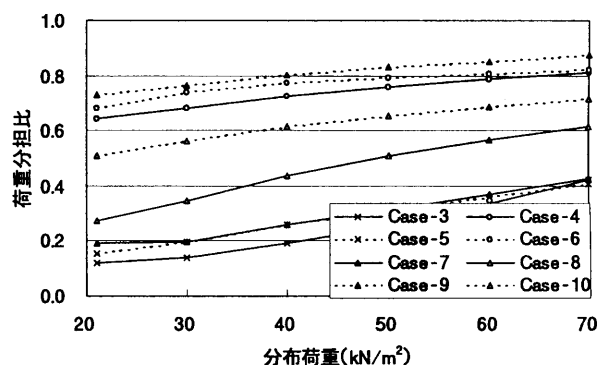


図-4 杭の荷重分担比 (FEM)

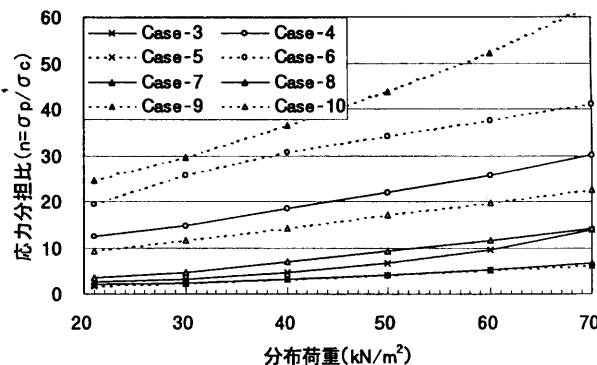


図-5 杭の応力分担比 (FEM)