

泥炭地盤における深層混合処理工法の改良率と沈下低減効果

北海道開発土木研究所 正会員 林 宏親
 同 正会員 西川純一
 同 正会員 江川拓也

1. まえがき

深層混合処理工法は、近年の建設コスト縮減の動きと相まって、工法の合理化が求められている。その一手法として、低改良率化が考えられる。この際、改良柱体間の未改良地盤に大きな荷重が作用すると考えられ、改良効果が充分発揮されない恐れがある。このことから、極めて軟弱な地盤である泥炭地盤では、改良率50%以上の改良が標準的に行われている¹⁾が、この値は経験に基づいて決められており、合理化に向けて検討の余地がある。

以上の背景から、通常より低い改良率で改良された泥炭地盤の挙動を把握するための遠心模型実験が実施された。ここでは、改良率と沈下低減効果について報告する。

2. 実験方法

100Gの遠心力場において、泥炭地盤を模した地盤材料を用いて模型実験が実施された(表-1)。沈下特性を調べるために、地盤が破壊する圧力よりも小さい圧力を載荷した後、その圧力を2時間程度(実物換算：約830日)保持した。図-1の模型地盤が、図-2に示すフローチャートに従い作成された。泥炭層の材料には、市販の園芸用ピートモスを粉砕したものとカオリン粘土を乾燥重量比で1:1で混合したものうち、0.85mmふるいを通した材料を用いた。地盤作製の詳細は、文献2)に記載されている。泥炭層の物性を表-2に示す。比較的高い含水比、低い土粒子の密度と湿潤密度ならびに大きな圧縮指数は、実際の泥炭と同じ傾向である。

改良柱体は泥炭層に用いた材料に高炉B種セメントを添加・混合して作製し、直径1.5cm・長さ10cm(実物換算：直径1.5m・長さ10m)の寸法とした。次に、予備圧密後の地盤にケーシングを立て込み、ケーシング内の泥炭材料を慎重に排出した後、改良柱体を挿入した。改良柱体の一軸圧縮強さは、概ね300kN/m²であり、各ケース間に大きな差はなかった。また、その変動係数は、20%前後であり、実際の改良柱体³⁾よりも均一であった(表-1)。

3. 実験結果と考察

図-3に、各計測データの時刻歴を示す。無処理ケースにおける沈下は、初期段階の沈下速度が速い泥炭特有の傾向を示した。実際の沈下挙動を良く表現することができる能登の予測式⁴⁾を用いた計算結果を図中に併記したが、これと比較すると初期の

表-1 実験ケースと改良柱体の強度

ケース	改良柱体長	改良率	柱体強度(kN/m ²)	変動係数
1	10cm	無処理	-	
2		10%	325	0.23
3		30%	282	0.15
4		50%	300	0.17

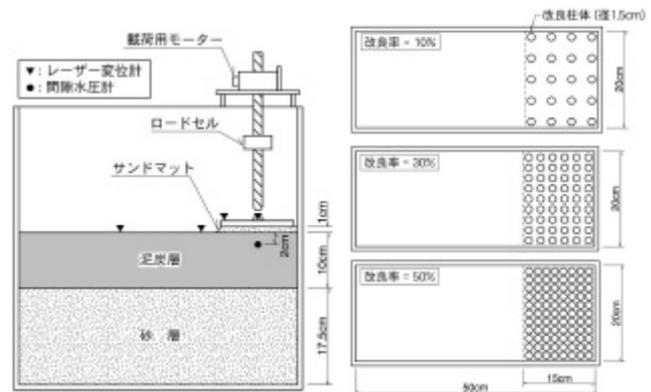


図-1 模型地盤の概略図

表-2 泥炭層の物性

含水比 (%)	220 ~ 310
土粒子の密度 (g/cm ³)	1.93
湿潤密度 (g/cm ³)	1.12 ~ 1.33
圧縮指数	3.2

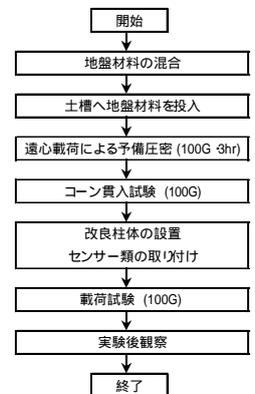


図-2 実験の流れ

沈下速度が速いものの概ね合致しており、実際の泥炭地盤に近い材料であることが確認できた。改良率 10% のケースでは、無処理とほぼ同じ挙動であり、沈下の低減効果あまりみられない。一方、改良率 30% と 50% のケースでは、沈下が大きく低減されているのがわかる。改良柱体間の未改良土における過剰間隙水圧を見ると、改良率 10% のケースでは、未改良土に無処理と同等な過剰間隙水圧が生じており、未改良土にも大きな応力が作用したことがわかる。改良率 30% と 50% のケースでは、過剰間隙水圧あまり上昇しておらず、载荷された鉛直圧力の大部分を改良柱体で受け持っていることがわかる。

改良率と沈下低減効果の関係を図 - 4 に示す。ここで、沈下低減率は、各ケースの経過時間 120 分時点の沈下量を基に、無処理ケースの沈下量に対する比率で表示した。前述の通り、改良率 10% の沈下低減率は小さく沈下低減効果はほとんど認められないが、泥炭地盤における標準的な改良率 50% と改良率 30% の沈下低減効果に差はない。

この結果は、泥炭地盤のように極めて圧縮性の高い地盤であっても、改良率 30% まで改良率を下げた施工が可能であることを示唆している。

現行設計法では、改良柱体への応力集中を考慮した式によって沈下の検討が行われる。この際、改良柱体間の未処理土が分担する応力に対する改良柱体が分担する応力の比を応力分担比と称しており、実務では 10 ~ 20 を採ることが多い。図 - 4 に示した沈下低減率から応力分担比を逆算し、改良率との関係を図 - 5 に整理した。改良効果が得られた改良率 30% と 50% のケースでの応力分担比は、実務で採用される応力分担比の 1/2 ~ 1/3 である 4 ~ 6 であった。これは、実施工では設計強度よりも高い強度の改良柱体が作られることが多いことに起因していると考えられる。すなわち、実際には、改良柱体と柱体間未改良地盤の剛性の差が相当大きく、今回実験で得られた以上に改良柱体に応力が集中している可能性を示している。

4. まとめ

遠心模型実験によって、通常より低い改良率で深層混合処理された泥炭地盤の挙動が検討された。その結果、改良率 30% の改良率改良においても従来標準的に施工されてきた改良率 50% と同程度の沈下低減効果が得られることが確認された。今後は、実際の施工を念頭に置き、高強度の改良柱体に関する実験を実施し、検討を加えていく予定である。

【参考文献】

- 1) 能登繁幸：泥炭地盤工学、技報堂出版、pp133-134、1991
- 2) 林 宏親、西川純一、江川拓也：遠心模型実験による深層混合処理工法の改良率に関する検討、地盤工学会北海道支部技術報告集第 42 号、pp221-228、2002
- 3) 林 宏親、西川純一、阿部康明、加藤敦彦：深層混合処理工法による泥炭地盤改良効果、土質工学会北海道支部技術報告集第 33 号、pp21-26、1993
- 4) 能登繁幸：「修正された泥炭地盤の沈下予測式」の簡略化、開発土木研究所月報 No.460、pp37-41、1991

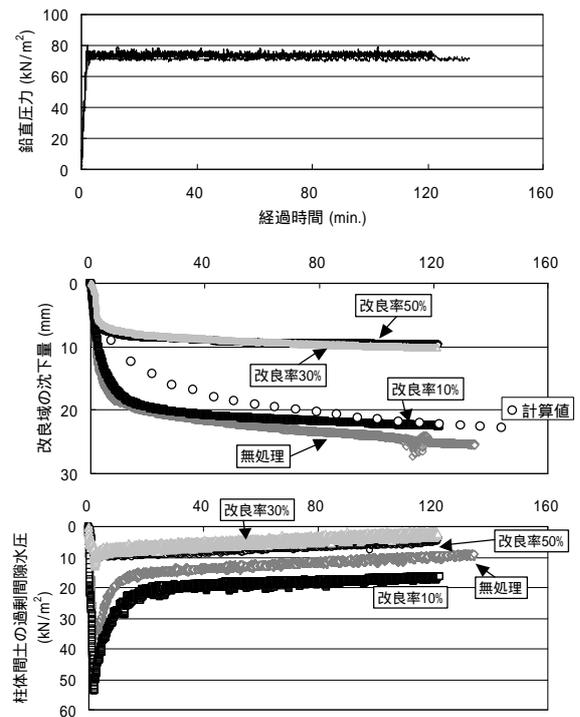


図 - 3 計測データの時刻歴

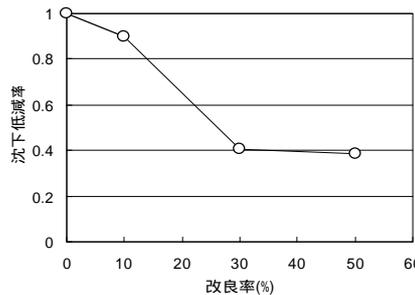


図 - 4 改良率と沈下低減率

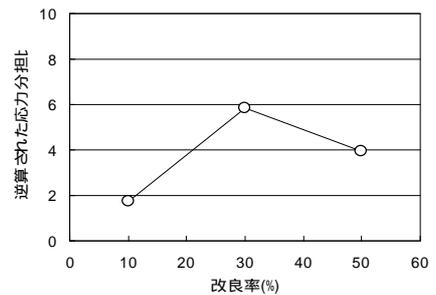


図 - 5 改良率と応力分担比