

丸太を用いた軟弱地盤対策における丸太頭部の充填方法の検討

飛島建設

正会員 ○村田 拓海

正会員 沼田 淳紀

住友林業

非会員 佐々木 修平

非会員 藤野 一

ミサワホーム

非会員 川崎 淳志

非会員 杉山 耕平

1. はじめに

筆者らは木材利用の長期・大量使用が気候変動緩和策となる¹⁾ことから、丸太を用いた軟弱地盤対策工法の開発を行っている²⁾。この工法では、腐朽対策のために丸太頭部が地下水位以深になるように打設することを基本とする。このため、丸太打設後、地表面から丸太頭部までの間に孔ができる。この孔は、環境負荷が小さく、長期的に安定で、液状化が発生しない材料で充填する必要がある。自然材料である砕石はこれらの条件を満たすが、締め固めが不十分な場合、充填材部の支持力不足や砕石自体の沈下が発生するため、締め固めて密実にしなければならない。そこで、コンクリート締め固め用バイブレータ（以下、「バイブレータ」）を用いて砕石を密実化する充填方法を検討した。本報では、バイブレータの挿入箇所数、1層当たりの締め固め時間、層厚、および、砕石の含水状態の影響を模型実験により検討したので、その実験方法と結果を述べる。

2. バイブレータの挿入箇所数の検討

最初に、バイブレータの挿入箇所数の検討を行った。

図-1に実験概要を示す。円筒形モールドに砕石を一定量投入し、バイブレータの挿入箇所数（1点、3点、5点）と合計の締め固め時間を変化させ、砕石の乾燥密度を求めた。円筒形のモールドは、実施工で丸太打設後にできる孔が直径200～300mm程度となるため、φ300mmモールドを使用し、砕石は自然乾燥状態の砕石6号、バイブレータは高周波バイブレータ（振動数200～240Hz、振動部径43mm、振動部長340mm）を使用した。なお、締め固め後の砕石の高さは、砕石の表面を整形した後、鋼尺を用いてモールド内の17点を計測し、その平均値を用いて乾燥密度を求めた。

図-2にバイブレータ挿入箇所数と乾燥密度の関係を示す。いずれの挿入箇所数でも締め固め時間の増加に伴い乾燥密度が増加する。挿入箇所5点では、締め固め時間約20秒で乾燥密度がほぼ収束するが、3点では60秒でも収束していない。一方、挿入箇所1点については50秒でほぼ収束しているが、収束する乾燥密度が5点より小さく、十分に締め固まっていなかったとわかる。このように、砕石を十分に締め固めるために必要な締め固め時間は、バイブレータの挿入箇所が多い方が短く、挿入箇所1点では砕石が十分に締め固まらないことが明らかになった。

3. 1層当たりの締め固め時間・層厚・砕石の含水状態の影響の検討

次に、実施工でできる孔を模し、1層当たりの締め固め時間と層厚、および、投入する砕石の含水状態に対する検討を行った。図-3に実験概要を示す。塩ビ管に投入する全体の砕石量を一定とし、層数（3層：層厚500mm、4層：層厚375mm、5層：層厚300mm、7層：層厚214mm）と1層当たりの合計の締め固め時間（10s、20s、30s、40s、50s）を変化させ、砕石の乾燥密度を求めた。また、砕石は砕石6号を使用した。実際の現場では、砕石が

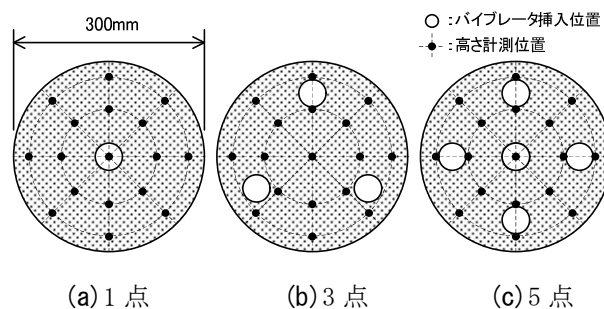


図-1 バイブレータ挿入位置

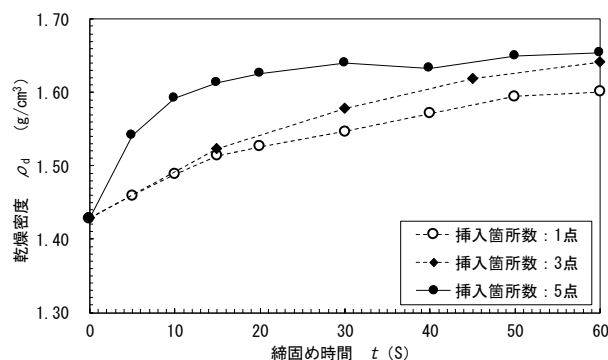


図-2 バイブレータ挿入箇所数と乾燥密度の関係

キーワード 丸太、充填方法、砕石

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472, TEL 04-7198-7572, E-mail takumi_murata@tobishima.co.jp

屋外に置かれることや、丸太打設後の孔が地下水で満たされる場合もあるため、表- 1 に示す 4 種類の含水状態でこれらの実験を行った。塩ビ管は、実際の丸太頭部深度が 500~2,000mm 程度となるため、長さ 1,500mm、内径 285mm の VP 管を使用し、バイブレータは 2 章と同じものを使用した。また、バイブレータによる締固めは、挿入箇所数を 5 点とし、1 層毎に振動部が下の層に 50mm 程度貫入するように行った。なお、碎石の高さは、締固め後の表面を整形した後、レベルを用いて塩ビ管内の 17 点を計測し、その平均値を用いて乾燥密度を求めた。

図- 4 に締固め時間と乾燥密度の関係を示す。いずれの含水状態でも締固め時間の増加に伴い乾燥密度が増加し、締固め時間が 20 秒でほぼ収束することが認められる。一方、この時の乾燥密度は層厚により異なり、自然乾燥状態の場合、層厚 214mm で 1.62g/cm³、層厚 500mm で 1.54g/cm³ となり、層厚が厚い場合に碎石が十分に締め固まっていなかったことがわかる。

図- 5 に締固め時間 20 秒時における層厚と乾燥密度の関係を示す。いずれの含水状態でも、層厚 300mm 程度を境に乾燥密度が減少する傾向が認められる。これは、使用したバイブレータの振動部長が 340mm であり、1 層当たりの層厚がバイブレータの振動部長を超えると、その層の碎石が十分に締め固められないためと考えられる。

このように、今回用いたバイブレータを用いた場合、1 層当たりの層厚を 300mm 以下にし、1 層当たり 20 秒以上締め固めることで、碎石は十分に締め固まることが明らかになった。また、碎石の含水状態に関わらず締固めは同じ傾向を示し、碎石の含水状態はバイブレータによる締固めに影響を与えないことが明らかになった。

4. まとめ

- (1) 碎石を十分に締め固めるために必要な締固め時間は、バイブレータの挿入箇所が多い方が短い。また、バイブレータの挿入箇所が 1 点の場合、碎石は十分に締め固まらない。
 - (2) 振動部長が 340mm のバイブレータを用いた場合、1 層当たりの層厚を 300mm 以下にし、1 層当たり 20 秒以上締め固めることで、碎石は十分に締め固まる。
- また、碎石の含水状態は締固めに影響を与えない。

参考文献

1) 土木学会木材工学委員会：土木技術者のための木材工学入門，pp.23-42,2017.

2) 富松義晴，沼田淳紀，濱田政則，三輪滋，本山寛：持続可能社会へ向けた土木事業における木材利用の提案，土木学会論文集 F4(建設マネジメント)，Vol.68，No.2，pp.80-91，2012.

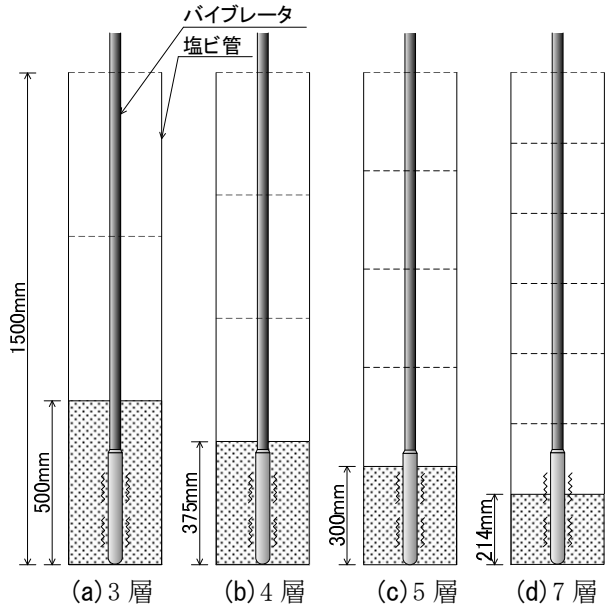


図- 3 実験概要

表- 1 碎石の含水状態の想定状況

碎石の含水状態	想定状況	
	天候	地下水位
自然乾燥状態	晴れが連続	-
表面乾燥状態	雨の翌日に晴れ	-
湿潤状態	雨が連続	-
飽和状態	-	丸太頭部以浅

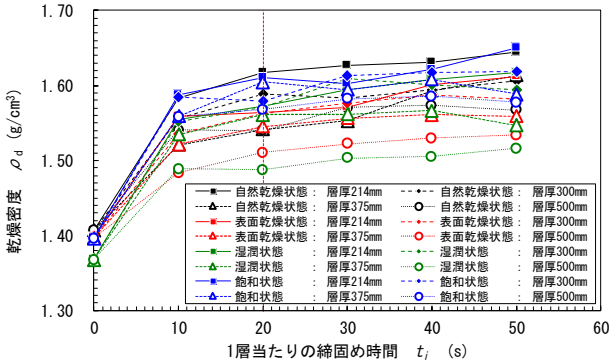


図- 4 締固め時間と乾燥密度の関係

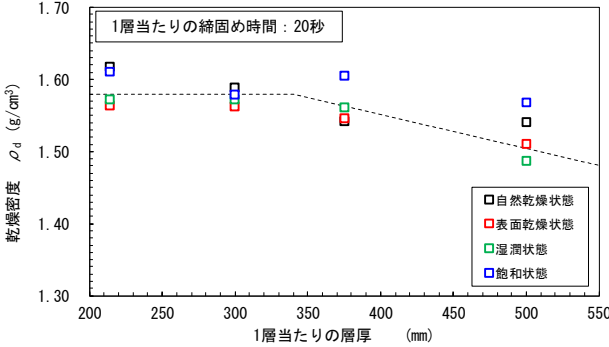


図- 5 締固め時間 20 秒時における層厚と乾燥密度の関係