

## 学位論文要旨 Dissertation Abstract

氏名： 三村 佳織  
Name

学位論文題目： 丸太による液状化対策工法の地盤改良効果と生物劣化に関する研究  
Title of Dissertation

学位論文要旨：  
Dissertation Abstract

2011年東北地方太平洋沖地震では、震源から遠く離れた海岸埋立地でも液状化による被害が確認され、復興遅延につながった。類似の被害は発生確率の高い南海トラフ地震や首都圏直下型地震などでも予測されており、被害を最小化するためには事前対策が急務となっている。一方、地球温暖化は地球規模の課題であり、土木・建築工事でも低炭素型社会の構築が求められ、工事中に排出される温室効果ガス削減に向けた工法開発、普及が必要とされている。近年では、限りある資源の有効利用の確保が求められるようになり、建設工事で副次的に得られる建設発生木材の再資源化が課題となっている。

以上の課題解決に向けた対応策の一つとして、丸太による液状化対策工法（LP-LiC工法）が開発、実用化に至っている。今までに実施工を行い、地盤改良効果を確認しているが、液状化強度を定量的に検証した事例はないことから経済的な設計法の提案には至っていない。施工面では、供用期間中の生物劣化が懸念されるが、地中での木材利用を目的とした対策は見当たらない。加えて、持続可能な社会形成のためには限りある資源の有効利用が重要とされ、解体工事で発生する建設発生木材の再利用が課題となっている。それらの性状は解体工事前に把握できない場合が多く、再利用が可能な材かどうかを現地で判断するのは困難である。

本研究では、工法の発展および普及を図り、更なる木材の地中利用拡大を目指すため、以下の項目に対する検討を行った。

### 1.丸太による液状化対策工法の地盤改良効果の検証

大型土槽を用いた大型振動実験を行い、丸太打設による地盤改良効果を検証した。振動実験は無対策、丸太打設、密度増大のケースを作製し4Hz、20波の正弦波で同時加振させ、液状化による被害の程度を比較した。その結果、無対策地盤は

100Gal程度の入力加速度で沈下が生じたが、丸太を密に打設するほど改良効果が顕著になり、丸太打設地盤は良く締固めた地盤に匹敵する小さな沈下量に収まること明らかになった。模型土槽のサウンディング試験結果では、丸太打設により打設後の $N$ 値がいずれも増加し、加振時の応力-ひずみ関係、有効応力経路では、丸太間地盤は密な地盤の特性を示していた。これらから、丸太打設は地盤を密実化する効果に加え、丸太間地盤が密になることにより剛性低下が生じず、沈下が抑制されるとの結論が得られた。相対密度と液状化抵抗の関係で整理し、既存の密度増大工法との地盤改良効果の違いを比較した結果、丸太打設した地盤の繰返し抵抗は、密度増加させた地盤に比べ大きくなること明らかになった。

## 2.設置環境の異なる地中利用木材の健全性評価

実際に土木構造物として長期間使用された木材を対象に、材種や設置期間、施工環境、水位などの観点から地中利用木材の健全性を評価した。本研究では目視判定とピロディン試験により劣化度の調査を行い、縦圧縮試験と縦振動法によりヤング係数を求めた。約60年間水面下に設置された牛杵工による結果では、目視判定結果から被害度は全体で2以下と判定され、ピロディン試験結果は貫入量の多くが20~30mm程度の範囲内であった。また、回収丸太のヤング係数は生木とほぼ同程度の性能を保持しており、常時水面下に設置された地中利用木材は長期間経過後も設置環境や使用用途、樹種の違いによらず健全であることを明らかにした。

次に、約20年前に施工された杭出し水制工を対象に、より詳細なピロディン試験を行い、水位変動域における健全性を評価した。ピロディン試験結果から、透水性が高い砂礫地盤の場合、地中においても生物劣化が生じることを確認した。一方、土質の毛管現象によって地盤が高含水率状態を保持できる範囲では、常時水面下に類似の環境条件となりうることから、木材を地中利用する際には水位と土質の毛管現象を考慮して打設深度が検討できることを示した。

## 3.建設発生木材の地中利用への再利用と判別法の提案

土木・建築利用事例に基づき、末口径0.12~0.18m、矢高が末口径の40%以下、長さ2.0~6.0mの丸太を任意に選別し、健全性と強度性能を評価した。その結果、目視判定の被害度が2以下、ピロディン貫入量が30mm以下では基準弾性係数と同等のヤング係数を有し、強度面も問題がないことが確認された。縦振動法の結果では、回収直後の高含水率丸太であっても、縦圧縮試験および縦振動法より求めたヤング係数は概ね線形関係を示し、簡易な縦振動法により現場で回収丸太の基本的性質を判断できる可能性が示唆された。健全性が確認され生木と同等のヤング係数を示す建設発生木材は、一般的な木杭打設機の圧入力よりも大きな座屈荷重を有することから、地中への打設が可能と判断した。建設発生木材の健全性や強度を評価することで、再利用が可能な建設発生木材を現場で判定できる判別法を提案した。