

# 木材の地中利用「環境パイル工法」の NETIS 登録

水谷 羊介\*, 今野 雄太\*, 関本 正範\*, 平野 聡\*

## 1. はじめに

1999年の「旧丸ビル」解体工事の際に、基礎下から健全な状態の木杭が発見され話題となった。これらの事例に見るように木杭工法は古くからあり、その健全性も確認されている<sup>1)</sup>。しかしながら、杭打設による騒音規制法（昭和43年施行）と耐久性に関する懸念から、鉄やセメントを使用した工法に置き換わり、その採用実績は減少していった。また、国内の大半を占める木材利用の用途は、建設資材であるが、人口減少等の影響を受け、その戸建て住宅の着工戸数は年々低下し続けており<sup>2)</sup>（図1）、建設資材の木材利用量は減少傾向にある。一方で日本国内の人工林と天然林の蓄積量は増え続けており、その有効な利用方法が望まれる。図2は土木分野における木材利用量のポテンシャルを示したものである。全体で400万 m<sup>3</sup>/年以上の木材利用のポテンシャル<sup>3)</sup>が見込まれ、その内、木材の地中利用は約4割を期待されている。そこで、我々は従来の木杭工法の課題を解決し、環境パイル工法の開発を行い建築分野において活用してきたが、更なる木材の地中利用の拡大のため、国土交通省の運営する新技術情報提供システム（NETIS）に登録を行った（登録番号：KT-200101-A）。本報は、従来の木杭工法と環境パイル工法を比較し、NETISを取得した技術や、そのシステムについて報告する。

## 2. 従来の木杭工法と環境パイル工法

従来の木杭工法の課題であった騒音・振動問題や耐久性について、環境パイル工法は騒音・振動

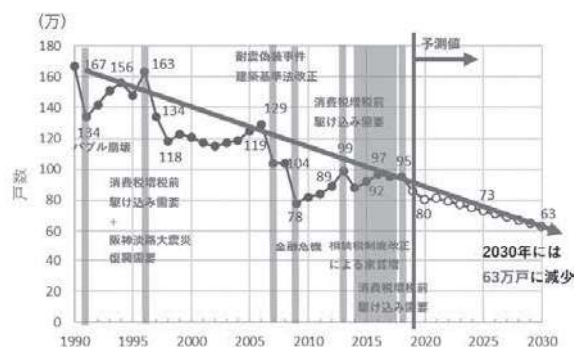


図1 戸建て住宅の着工戸数の推移<sup>2)</sup>一部加筆

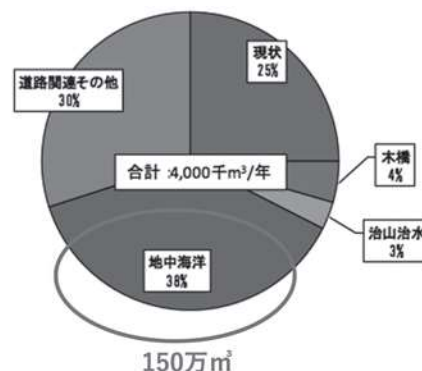


図2 土木分野における木材利用量ポテンシャル<sup>3)</sup>一部加筆



写真1 加圧注入処理装置

\* 兼松サステック株式会社

問題面では、専用の重機により油圧で杭材を無回転で圧入する事により施工時の課題を解決し、耐久性においては防腐防蟻処理技術を導入する事により解決した。以下に技術の概要を示す。

### 2.1 耐久性の担保（防腐防蟻処理技術の確立）

従来の木杭工法には防腐という概念はなく、水位以浅や地際における木材の腐朽リスクは、建築基準法<sup>4)</sup>にも示されているように、運用する上で最も大きな懸念事項であった。環境パイル工法は、木材に自社技術である防腐防蟻処理を施すことで、腐朽という懸念事項の改善を図った。防腐技術に関しては、JAS 認証（日本農林規格）もしくは AQ 認証（優良木質建材等認証）を取得している自社工場（OEM 含む）にて写真1に示す専用の装置にて、加圧注入保存処理を施すことで、より高い耐久性が確保することが可能となった。また、その防腐防蟻の効果を検証するため、JIS K 1571に準じた野外暴露試験（写真2）や耐久性促進試験（写真3）を行い、その効果を実証した<sup>5)</sup>。写真4に示す通り、防腐処理が適切に施されていれば、品質は担保できているが、写真5の

ように、未防腐の状態で地中利用を行うと、その腐朽程度は非常に高いことが判明しており、この試験結果からも防腐防蟻処理を行う事で耐久性が大幅に向上していることが評価できる。

### 2.2 設計手法の確立

環境パイル工法の設計技術は、一般財団法人日本建築総合試験所（GBRC）にて建築技術審査証明を取得しており、支持力機構が第三者によって証明されている。支持力式の決定に関しては、木材の支持力機構を解明するため、全国の複数の現場で試験杭を打設して、その載荷試験を行い、支持力を計測した<sup>6)</sup>。その計測結果と地盤調査結果から支持力機構を解析し支持力式を確立した。環境パイル工法は、既成杭に代表される小口径鋼管杭と比較して、摩擦の係数が非常に高いことが大きな特徴とされる。この特性を生かし、摩擦杭として採用可能となる。その結果、低いN値（土の締めまり具合や強度を求める数値）でも打ち止めが可能となり、コスト面で非常に費用対効果が有利となっている。また、この支持力式の確立により、従来の木杭工法で課題となっていた、経験則による

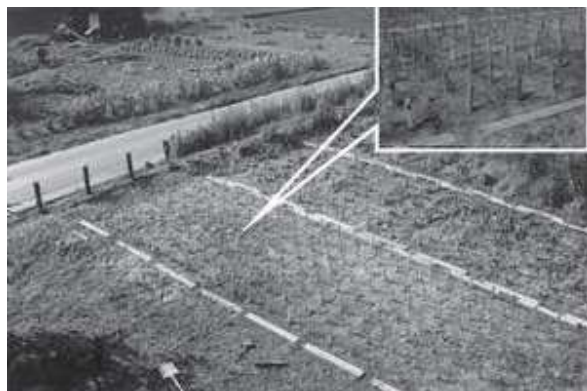
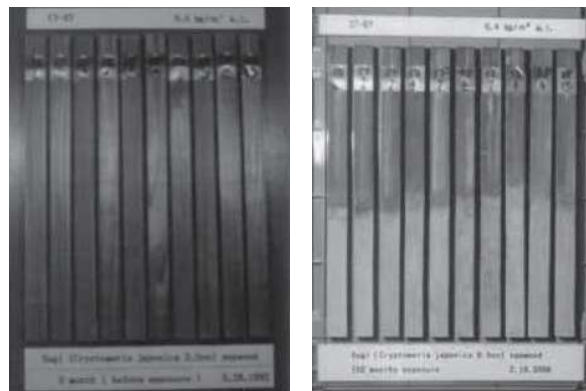
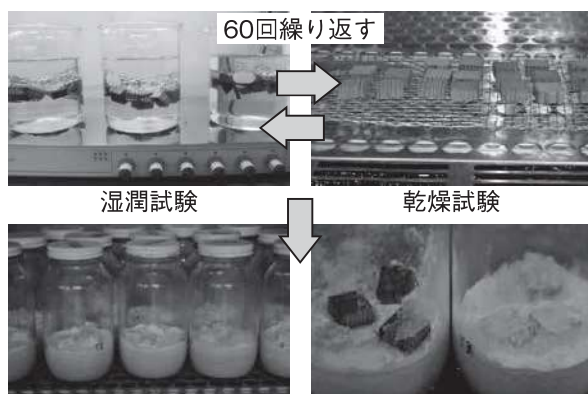


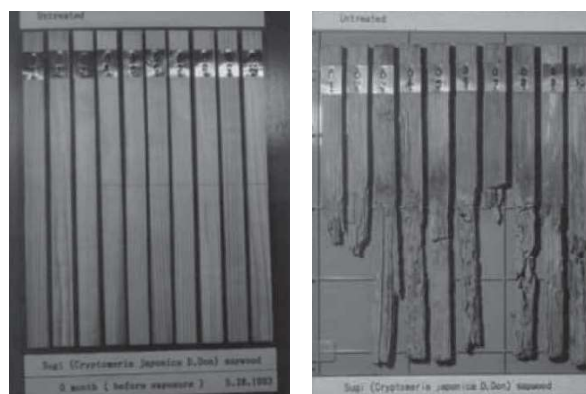
写真2 野外暴露試験地



試験前 12年経過後  
写真4 野外暴露試験 処理材



抗菌操作試験  
写真3 耐久促進試験



試験前 4年経過後  
写真5 野外暴露試験 無処理材

杭の配置等，設計荷重に対する設計が行えるようになった。

### 2.3 施工管理手法の確立

写真6に環境パイル工法の施工状況を示す。環境パイル工法は圧入力に長けた専用重機で，写真7に示す木材を無回転圧入にて施工を行う。また，専用オーガと2軸式になっている施工重機もあり，表層が硬質で，無回転圧入にて貫入が困難な場合は，オーガにて先行掘削を行い，初期貫入時の座屈等のリスクも回避することが可能である。打ち止め管理方法に関しては，写真8に示す様な載荷試験結果，地盤調査結果および重機の深度毎の圧入力の関係から支持力を解析し，その管理設定値を打設数全数に対して確認する打ち止め管理方法を確認した。また，この管理方法は特許<sup>7)</sup>も取得しており，工法の独自性が最も高い部分ともいえる。

## 3. 土木利用の拡大と NETIS 登録

今回環境パイル工法を登録した NETIS とは，1998年より国土交通省によって運営され，民間企業等により開発された新技術の情報を共有及び提供するためのデータベースである。2021年1月時点で公開されている新技術は，約3,000件あり，NETIS に登録された新技術の情報は，全国の地方整備局や工事事務所に共有され，特に優れた技術に関して，国や地方自治体が行う公共事業全般に積極的に採用されるシステムとなっている。環境パイル工法の NETIS 登録申請は，容易なものではなかった。NETIS に登録される新技術は，従来技術と比べ活用効果が同程度以上の技術が求められる。比較となる木杭工法は以前から存在していたが，1955年（昭和30年）に「木材資源利用合理化方策」を政府が閣議決定した頃よりコンクリート杭等の需要が伸び始め，木材の地中利用は減少していったため，従来技術（実績）との“比較”の面で大きな壁となったが，前述した当社の技術（防腐防蟻処理，設計手法，施工管理手法の3点）が，今回，NETIS 取得に関わる新技術の主な概要となり，従来採用されてきた木杭工法と比較し，品質・管理に関して大きく向上した点が評価され登録することができた。NETIS 取得以前は，環境パイル工法の土木利用の採用に関して



写真6 施工状況



写真7 環境パイル工法で使用する木材



写真8 載荷試験状況



写真9 擁壁下の環境パイル工法



は難しかったのが現状であったが、NETISの取得により、土木案件の採用に関して非常に有利となり、その実績は増えてきている。事例として擁壁下等での活用(写真9)から、共同溝等のインフラ設備、樋門・樋管や砂防ダム等があり、今後更なる土木構造物の実績が増えることが期待されている。

#### 4. 木材の地中利用とSDGs

昨今の地盤補強工法は、鉄やセメントを使用する工法が主流となっているが、材料の生成過程において多くのCO<sub>2</sub>が発生しており、社会が求める環境型社会に対し課題となっている。環境パイル工法では、間伐材を含む木材を使用しており、鉄やセメントを用いた地盤補強工法と比べCO<sub>2</sub>量を大幅に削減および固定することができ、また、間伐材を使用する事で、森林環境の保護や林業の活性化にも寄与できる。この「間伐材の有効利用」については、環境パイル工法で使用する木材は公益財団法人日本環境協会エコマーク事務局のエコマークを取得しており、建築分野において3万棟以上の施工実績から日本国内における持続可能な森林管理・経営に少なからず貢献したことが認められ、2020年には「エコマークアワード優秀賞」を受賞した。

また、当社は2023年度に向け環境パイル工法により年間100,000tのCO<sub>2</sub>削減を積極的に取り組むことを「持続可能な開発目標(SDGs)」として宣言し、一般社団法人日本SDGs協会に事業認定された(図3)。従来の建築分野での活用に加え、NETISに登録した事を足掛かりに土木分野での木材の地中利用を増やすことで、環境負荷の低減や国内林業の活性化に貢献し、目標の達成を目指していく。

#### 5. おわりに

本報は、木材を使用した地盤補強工法の環境パイル工法の各技術とNETIS登録に関して報告した。環境パイル工法は、従来の木杭工法の設計面、



図3 SDGs 事業認定書

耐久性面などの課題を解決しており、今後は建築分野における豊富な技術と実績を基に土木分野の木材の地中利用の機会を増やし、更にNETIS登録によりその速度を進めて地球環境負荷軽減に貢献していきたいと考えている。

#### 引用文献

- 1) 山田周平・稲田達夫・小川一郎・田口典生・永井香織・真島正人：丸ノ内ビルディング旧丸ビルの構造調査その8 松杭の鉛直載荷試験，日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)，pp. 1069~107e, 2000.
- 2) 国土交通省：住宅着工統計(2019).
- 3) (公社)土木学会木材工学委員会：2015年度土木分野における木材利用拡大に関する横断的研究報告書，p2, (2016.03).
- 4) 建築基準法施工令38条第6項.
- 5) 水谷羊介，中村博，中島憲一，増田貴之：木杭の支持力特性(その1. 耐久性について)，地盤工学会，E-04,1221-1222, (2007.07).
- 6) 中村博，水谷羊介，中島憲一，増田貴之：木杭の支持力特性(その2. 鉛直載荷試験について)，地盤工学会，E-04,1223-1224, (2007.07).
- 7) 水谷羊介，中村博：特開2014-201906(2014.10). (2021.2.17受付)