東京駅丸の内駅舎に使用された木杭の耐久性

野澤 伸一郎¹・藤原 寅士良²

¹フェロー会員 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター (〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-6)

E-mail: s-nozawa@jreast.co.jp

²正会員 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター (〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-6)

E-mail: t-fujiwara@jreast.co.jp

木杭は、明治以来、鉄道においても高架橋や駅設備の基礎杭として利用されてきた。木杭は、地下水位以下に位置する、または地下水位変動があったとしても粘性土に覆われていれば、著しい腐朽をすることなく耐久性を有する点、木杭の耐久性や強度は樹種や産地によって異なることが知られている。本点を確認するため、東京駅丸の内駅舎の保存・復原工事で撤去された松杭の状況と地質、地下水位を調べた。その結果、杭頭部から約 500mm の範囲を除いて、長期間、木杭が地下水位以下にあっても、地表部に粘性土層があり、一定の含水比を有する砂質土に打設されていれば著しい腐朽が発生しなかった点が確認された。また、東京駅丸の内駅舎に使用された木杭の樹種、産地について、当時の建設記録や考察から「甲地松」である可能性が高いことをつきとめた。

Key Words: railway brick masonry structure, pine piles, durability, Kacchi-Matsu

1. はじめに

明治時代、日本の近代化が進む中で社会資本や建築物が整備されてきたが、支持力を十分に有さない地盤への対応として、構造物の基礎に木杭が多く採用されてきた。木杭の耐久性は、海水、泥中においては、文献 1) によるヴェネツィアにあるリアルト橋の例から、少なく見込んでも 400 年を超す点が実証されている。これは、木材劣化生物の育成には、水分と空気が欠かせないため、木杭自体が地下水位以下にあれば、空気が遮断されるため、長期間、健全性を保つためとされている。また、佐賀城の木杭の掘り起こし結果から地下水位が変動する粘性土地盤においても腐朽に対して高い耐久性を確保できたという点も報告されている¹⁾。

木杭は土木・建築構造物に使用され、鉄道においても、鉄道整備黎明期の構造物に多く使用されてきた。鉄道構造物以外の土木構造物に木杭が利用されてきた例として、大河津旧可動堰の橋脚、橋台の基礎として米松丸太が、水路部の基礎として松丸太が用いられ、その後 80 年以上供用された事例^{2), 3)}が挙げられる。また、建築構造物に木杭が利用された例としては、1923 年に東京駅前に建設された丸の内ビルディング(丸ビル)で北米産の木杭が 5443 本用いられた例も挙げられる⁴⁾。これらの施工された木杭

は、構造物の竣工直後からその機能を果たし、木杭の劣化や不具合から沈下等の変状が生じ、構造物の供用に問題を生じたとされる事象報告は少ない。

しかし、地下水位が長期間低下し、木杭が完全に曝気された場合、砂質土地盤内にある場合の耐久性に関しては不明な点が多い。また、木材の耐久性・強度については、樹種や産地の違いによりばらつきがある点も知られている^{5), 6)}。

本報では、既往の研究から、東京駅丸の内駅舎に使用された木杭の建設当時の状況と過去に実施された支持性能試験を踏まえ、耐久性に関する知見をまとめる。次に、上記の知見および東京駅付近で観測された地下水位観測結果を踏まえ、近年の東京駅丸の内駅舎保存・復原工事で掘り起こされた木杭の状況から、長期間地下水位が低下した箇所の木杭の耐久性に関する知見を述べる。さらに、木杭の樹種、産地は、耐久性にも影響を与えと考えられる⁷⁾ことから、東京駅丸の内駅舎で使用された木杭の樹種、産地について、施工規模と既往文献から推察する。

主な工種	西暦(年)	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914
本屋基礎		●	●					
鉄骨製作			●	●	●			
鉄骨現場組建				●	●			
壁及び床築造					●	●	●	
屋根及び各階内部造作						●	●	●
大理石据付						●	●	●
電気工事電線敷設						●	●	●
便所洗面所装置及び排水管敷設							●	●
その他付帯設備							●	●

図-1 東京駅丸の内駅舎建設主な工種と工程⁹⁾

図-2 東京駅丸の内駅舎構造概要^{8), 9)}

2. 東京駅丸の内駅舎に使用された木杭に関する既往の知見と近年の地下水位

土木学会誌第1巻第1号⁸⁾によれば、東京駅丸の内駅舎の基礎杭として「松丸太」が利用されたと記載されている。これ以降、東京駅丸の内駅舎の基礎に使用された木杭を「松杭」と称する。また、土木学会誌第1巻第1号第2号⁹⁾によれば、東京駅丸の内駅舎は1907～1914年に建設されたと記載されている。文献8), 9)の記録から東京駅丸の内駅舎建設工事の主な工種工程を図-1に、構造概要を図-2に示

す。本章では、過去の記録および試験結果に基づき、東京駅丸の内駅舎に使用された松杭に関する概要を述べる。また、東京駅付近の地下水位の経時変化と松杭の位置関係について、過去の観測記録や東京駅丸の内駅舎保存・復原工事における地下水位計測の結果を踏まえた推察を述べる。

(1) 東京丸の内駅舎建設時の松杭

東京駅丸の内駅舎建設時の松杭打設状況¹⁰⁾を図-3、図-4に示す。

その総数は文献9)によれば総数11,050本であり、

丸の内本屋南口ドーム有楽町方基礎工事中。
図-3 東京駅丸の内駅舎有楽町方基礎工事状況¹⁰⁾

丸の内本屋現駅長室附近基礎コンクリート完了。(前方に見えるのは三菱オフィス街)
図-4 東京駅丸の内駅舎中央口付近基礎工事状況¹⁰⁾

図-5 東京駅丸の内駅舎松杭位置と地質¹¹⁾

大量に使用されたことが理解できる。文献 8) には、末口七寸以上 (約 21cm 以上)、長さは地質に応じて三〜四間 (約 5.4〜7.2m) の松杭を表面から 12 尺 5 寸 (約 3.7m) まで掘り下げて打設したとの記載がある。また、松杭は、縦 2 尺 2 寸 (約 70cm)、横 1 尺 8 寸 (約 50cm) の間隔で、重量 1200 磅 (1200 ポンド: 約 0.55tf) の分銅を用いて 21 尺 (約 6.3m) 上から打ち込み、平均 1.5 寸 (約 4.5cm) の沈下で打ち止め管理を行ったとされている。また、本記載から深さ方向の位置関係を整理した結果が文献 11) に図-5 の通り示されている。

杭頭は T.P. -0.522m、杭先端は 3 間杭の場合 T.P. -5.505m、4 間杭の場合 T.P. -7.305m に位置することとなる。施工時の記録から、杭一本当たり約 240kN の極限支持力を有しており、設計上の杭の支持力に関する安全率は 2.2 倍となっている⁸⁾。

図-6 東京駅付近の地下水位¹⁴⁾に一部加筆

(2) 東京丸の内駅舎の松杭に関する試験

文献 11) では、東京駅の松杭に関して、経年劣化が懸念されたため、1970 年代後半に、実際に東京駅の丸の内側中央口北側間仕切り壁の基礎杭 3 本を利用した載荷試験結果が報告されている。また、杭表面の腐朽や圧縮強度に関する実験もなされており、以下の知見が得られている。

- 1) 鉛直支持力および引抜力に関しては設計当時期待していた性能を有しており問題がない点。
- 2) 表面腐朽の進行や圧縮強度の低下が、杭頭から約 500〜600mm の範囲で確認されている点。
- 3) 杭頭部に測定針を人力で杭の表面に対し垂直に押込んだ結果、表面から平均約 10.6mm で測定針が容易に貫入する点。
- 4) 松杭の辺材と心材の 472 個の試料を用いた圧縮強度試験により、健全時の圧縮強度に対し辺材外部で最大 26%、辺材内部で最大 5% の圧縮強度低下となっていた点。

図-7 東京駅丸の内駅舎保存復原工事における地下水位と計測位置

杭表面の腐朽状況を把握する方法として、現在、径 2.5mm の針を 6J のエネルギーで打ち込むピロディン試験を行う事例^(例えば12),13)が多いが、文献 11) の検討時点にはピロディン試験のような試験法が確立されていなかったため、測定針を用いた人力による押し込み深さで評価したと推察される。また、松杭に対して虫害や木材腐食菌による材質劣化が認められないが、杭頭部の杭表面はかなり劣化しており同様の劣化が今後も進むこと、さらに、環境変化で曝気されれば、杭頭部以外の部分も急速に劣化する懸念が述べられている。

(3) 東京駅付近の地下水位低下

図-6 に、東京駅付近の複数の観測井で計測した地下水位に基づき推定した経年地下水位を示す¹⁴⁾。

なお、2000 年頃に地下水位が不連続となっている理由は、観測井を東京駅付近から新橋駅付近に移動したデータを用いているためである。地下水位変動が東京駅付近と新橋駅付近で同様ならば、東京駅付近の地下水位は、図-6 の破線で示すように 2010 年で T.P. -7.0m 付近にあると推定される。図-7 に東京駅丸の内駅舎保存・復原工事のため、2008~2010 年に東京駅構内で観測した地下水位の経時変化と観測井の位置を示す。季節変動はあるものの、北部で T.P. -6.5~-4.0m 程度、南部で T.P. -7.1~-5.2m 程度で推移している。図-6 で示した推定した地下水位と図-7 で示した実際に計測した地下水位がほぼ同等の位置にある点から、図-6 に示した東京駅付近の

図-8 東京駅丸の内駅舎松杭断面状況

推定地下水位は、信頼できる値と考えられる。

図-6 から東京駅周辺の地下水位は、1920 年頃から低下傾向にあり、第二次世界大戦期における産業衰退の関係から復位するものの、第二次世界大戦後の首都圏の経済活動の活発化による地下水の汲み上げにより約 40m 低下した。その後、1971 年に施行された東京都公害防止条例による地下水汲み上げ規制により地下水位は復位傾向にあると考えられる。これらの関係から、東京駅丸の内駅舎の松杭は、一度、地下水から完全に露出した時期があり、杭長が 4 間 (10.57m) とすれば、杭先端が T.P. -7.305 に位置することとなり、少なくとも 1935~1995 年頃の約 60 年間は完全に、地下水位以浅に位置していたと考えられる。なお、2011 年時点も杭頭部まで地下水位は復位しておらず、杭先端部付近にあったと考えられる。

3. 東京駅丸の内駅舎保存・復原工事にて掘り起こされた松杭の状況

2007~2011 年にかけて、東京駅丸の内駅舎の保存・復原工事が実施された。本工事では、東京駅丸の内駅舎が 2 階建てから 3 階建てに復原された上で、現在の耐震基準を満足させるために、地下函体が構築され駅舎が受け替えられることにより、免震構造となった。本工事により、これまで東京駅丸の内駅舎を支持してきた全ての松杭が撤去された。松杭の多くは、作業効率性の面から主に機械掘削により撤去された。中には、施工上の都合から切断撤去された松杭もある。

本章では、東京駅丸の内駅舎で撤去された松杭の状況から、その耐久性に関する知見を述べる。図-8 に東京駅丸の内駅舎保存・復原工事にて松杭部材を

図-9 東京駅丸の内駅舎撤去基礎全景

図-10 東京駅丸の内駅舎撤去基礎先端部

図-11 東京駅丸の内駅舎撤去基礎杭頭部

図-12 東京駅丸の内駅舎松杭撤去工事状況全景

図-13 東京駅丸の内駅舎松杭撤去工事 重機による掘削箇所近景

図-14 東京駅丸の内駅舎松杭工事にて切断撤去された松杭

地中で切断した断面を示す。図-8 から、松杭の芯材が腐朽している状況ではない点が確認できる。

図-9～図-11 に東京駅丸の内駅舎保存・復原工事で撤去された松杭の全景、杭頭部、先端部を示す。図-11 から、杭頭部から約 500mm の範囲に材の割れが確認されており、2 章 2 項で述べた文献 11) 検討時の杭頭部表面や材の強度の腐朽が他部と比較して

進んでいる結果と調和的である。しかし、杭頭部から約 500mm の範囲以下の部位には著しい腐朽のない点が図-9、図-10 から確認できる。2 章 3 項で示したように、文献 11) が報告された 1979 年以降、東京駅付近の地下水位は回復傾向にあったため、当時懸念された杭頭部以外の部分の著しい腐朽は進行しな

図-15 東京駅丸の内駅舎直下の地質縦断

図-16 東京駅付近砂層粒径加積曲線

かったと推察される。さらに、図-12～図-14に東京駅丸の内駅舎保存・復原工事で撤去された松杭の状況を示す。撤去された松杭の状況を目視で確認すると、撤去直後は、全体的に松杭の表面が著しく腐朽している状況は確認されなかった（図-14参照）。しかし、気中に放置すると、数時間程度で乾燥して表面が毛羽立ちした状況となり、撤去直後と比較して松杭部材自体も建設機械により破壊が容易となる状況が確認された。

撤去工事時に調査したボーリング結果に基づき作成された地質縦断図を図-15に示す。図-15から、南部から中央部（B-No. 1～No. 2の範囲）の地表近くには沖積粘性土が存在する点を確認できる。また北部（B-No. 3の範囲）は埋土層となっているものの文献8）に「停車場付近ノ地盤ハ往昔海沼ニ属シタル」とあり、この埋土層も粘性土である点が想定される。なお、北部（B-No. 3の範囲）にかけては杭が設置されている箇所が沖積砂層となっており、また南部か

ら中央部（B-No. 1～No. 2の範囲）においても杭先端部は粘性土層ではない。さらに、2008～2010年の地下水位観測においては、地下水位が最高T. P. -4.0m付近までにしか復位していなかった。以上のような条件においても、一本の松杭においてT. P. -4.0m以浅に位置していた部分がT. P. -4.0m以深に位置していた部分と比較して著しく腐朽していた点は確認されていない（図-9、図-14参照）。このように、地下水位以浅と以深で松杭の腐朽状況に著しい差がないという事実から、地層上部が粘性土層で覆われている場合、松杭が砂質土層に設置されていても、ある土質条件であれば著しく腐朽することはないと考えられる。これは、「粘性土で覆われた丸太は、地下水位に関係なく少なくとも3年経過した程度では腐朽し劣化するようなことはない」という既往の研究結果¹⁵⁾と調和的な結果である。

次に、当該砂質土層の自然含水比と細粒分含有率に着目することとした。東京駅北側通路6番線付近（図-7 B-No. 4）で実施された地質調査結果における当該砂質土層に相当する層の粒径加積曲線を図-16に示す。

当該砂質土層の細粒分含有率は10.9～18.8%であり、自然含水比は24.5～36.1%であった。また、T. P. -7.0m付近で回復法により計測した透水係数は 1.86×10^{-6} m/secであった。東京駅丸の内駅舎で使用された松杭は、地下水位以浅に位置していても、平均的に自然含水比が30%程度であり、細粒分含有率が15%程度ある砂層であれば、地下水位以浅で

表-1 針葉樹・アカマツを生産する主な小林区¹⁶⁾

No.	小林区名	樹種	伐採法	年間伐採量 (単位: 尺 ²)
1	野辺地	針葉樹	皆伐	20,130
2	田山	針葉樹	択伐	5,800
3	沼宮内	アカマツ	皆伐	17,093
		針葉樹	択伐	6,506
4	盛岡	アカマツ	皆伐	16,249
5	花巻	アカマツ	皆伐	2,907
6	水澤	マツ	皆伐	10,415
7	一ノ関	アカマツ	皆伐	2,373
8	宮古	針葉樹	皆伐	4,000

図-18 青森大林区署 官業斫伐事業松造材高¹⁶⁾

あっても杭頭部以外で著しい腐朽が生じなかったと判断できる。地下水位が浅い地盤には、地下水位が低下していた際に空気が介在したことが推定されるが、地層上部が粘性土層で覆われ、当該地盤程度の自然含水比や細粒分含有率を有していれば、松杭が著しく腐朽する可能性が低いと判断できる。

4. 東京駅の松杭の産地について

2～3章で述べたように、東京駅丸の内駅舎で使用された松杭は、一度、長期間にわたり地下水位が低下したり、砂質地盤中の環境にあっても著しい腐朽がなく、約100年間、建設当時の要求性能を満足してきた。なお、木材の耐久性は、木材の産地により異なる点が知られており^{5)～7)}、地下水位が低下した砂質地盤中においても100年間の耐久性を有した実績がある松杭の産地についての知見は重要と考える。

そこで、本章では松杭の産地について建設当時の

図-17 青森大林区署における主な針葉樹出荷小林区¹⁶⁾

表-2 東北森林管理局における松の植物群落保護林¹⁹⁾

No.	松名称	保護林	所在
1	甲地松	横沢山甲地松植物群落保護林	青森県上北郡東北町横沢山国有林1092に
2	侍浜松	侍浜松植物群落保護林	岩手県久慈市侍浜町北野山国有林185ほ1, ほ2
3	半城子南部アカマツ	半城子南部アカマツ植物群落保護林	岩手県下閉伊郡岩泉町半城子国有林14と
4	御堂松	松森山御堂松植物群落保護林	岩手県八幡平市松森山国有林1512り
5	御堂松	北上山御堂松植物群落保護林	岩手県岩手郡岩手町北上山国有林1055ち
6	東山松	一関東山松植物群落保護林	岩手県一関市大東町前田野大住国有林260い

記録から推定することを試みる。

東京駅丸の内駅舎の基礎工事は1908年3月25日に着手、1909年6月17日に竣工の記録⁹⁾があることから、約1年3ヶ月で施工された。従って、松杭の出荷は1907～1908年にかけて大量に行われたと推察される。その量は、使用された松杭が末口7寸(約21cm)、長さ3～4間(約5.4～7.2m)の松杭であるので、杭長を平均3.5間(約6.3m)と設定すると約8.07立方尺/本(約0.21m³/本)となる。松杭を11,050本利用しているので、総量として約89,260立方尺(約2400m³)となり、当時の木材出荷単位である「尺メ」単位に換算すると約7,440尺メの松杭が必要であったことになる。

尺メとは文献16)によると、12立方尺(約0.33m³)であると記載されている。文献8)には、「基礎用材中松丸太ハ青森大林区署ヨリ購入セルモノ」の記述がある。従って、東京駅丸の内駅舎の松杭は、「青森大林区署」が当時管轄していた地域から産出されたこととなる。「青森大林区署」が管理していた地域は、現在の青森県、岩手県、宮城県に跨る範囲である¹⁶⁾。文献16)には、松材の年間伐採量の表が示さ

図-19 東北森林管理局 植物群落保護林位置^{16), 19)}

れており、マツや針葉樹等の伐採量が多い地域を表-1に示す。なお、表中の「小林区」とは「大林区署」の地方組織となっている。

東京駅丸の内駅舎で使用された松杭は、その総量が約7,440尺メであり、それらを基礎工事の施工期間が1年3ヶ月であることを踏まえ、約15カ月間で供給したと仮定すると年間5,000尺メを越える需要となる。よって、表-1に示す年間伐採量の記録から、年間5000尺メ以上の出荷対応が可能な小林区は、「野辺地」、「田山」、「沼宮内」、「盛岡」、「水澤」の5小林区であると推定される(図-17参照)。

さらに、文献16)には「官行斫伐事業」に関して「青森大林区署」では1900年(明治33年)から企画実行し、成績が年々良好となっていることを示す記述がある。この「官行斫伐事業」とは、文献17)によれば、「日清・日露戦争の契機とした資本主義の急激な膨張により、各種産業による用材需要の激増に対応するために実施した事業」と説明されている。秋田大林区署が発行した文献18)には、明治以降、「特殊ノ事情無キ限りハ年伐材積五千尺メヲ越ユル箇所ノ斫伐造材ハ総テ官業ニ依」るとの記述がある。青森大林区署も同様の方針であったとすれば、東京駅丸の内駅舎の松杭は「官行斫伐事業」により供給された可能性が高い。文献16)に示される官行斫伐事業による1903年度以降の「マツ」の造材高を図-18に示す。

図-18から、1907年度に造材高が急激に増加している点と東京駅丸の内駅舎の基礎工事が1908年3月から開始された点が、東京駅丸の内駅舎の松杭が青森大林区署の官行斫伐事業により対応した可能性が高い点を示している。また、文献16)には、官行斫伐事業は、「主トシテ津軽下北南半島各小林区部内並ニ秋田県界ナル大鰐湯口小林区部内ノ羅漢柏林ニ

図-20 青森・宮古・石巻における1907年までの約20年間の平均気温²⁰⁾

シテ官行斫伐事業モ主トシテ此方面ニ於テ施工セリ」との記録がある。

以上の点から、東京駅丸の内駅舎の松杭が官行斫伐事業で施行されたとすると津軽半島と下北半島の南の小林区に限定されることから、「野辺地小林区」が担当したと考えられる。次に、東北森林管理局の植物群落保護林として登録されている保護林名に「松」が記載されている保護林と場所を表-2に示す¹⁹⁾。また、それらの植物群落保護林の位置と文献16)による野辺地小林区の位置を図-19に示す。

図-19から、野辺地小林区と近い保護林は表-2中のNo.1であり、松名称は「甲地松(かっちまつ)」と推定される。輸送の面からも、当該箇所は小川原湖に面しており鉄道を利用しなくても水運で資材を運び出すことのできる地区で、運搬の環境が整備されていたと考えられる。以上から、東京駅丸の内駅舎で使用された松杭の種類は、野辺地小林区で担当した甲地松である可能性が高いと推察される。

文献7)には、同じ樹種であっても、産地間の違いにより野外耐久性が異なり、樹種がヒノキアスナロの場合、石川県産と比較して青森県産の耐久性が高い点が述べられている。また、青森県産のヒノキアスナロの平均年輪幅が1mm、石川県産のヒノキアスナロの平均年輪幅が2~3mmである点が記載されており、平均年輪幅が小さい材の方が高い耐久性を有する結果となっている。本報で推定した東京駅丸の内駅舎で使用されたと推定した松杭の産地は、表-2で示す候補として挙げた松杭の産地の中で最も北方に位置している。ここで、図-20に国土交通省気象庁ホームページ過去の気象データ検索²⁰⁾から得た、東京駅丸の内駅舎の基礎工事が開始される1907年までの青森、宮古、石巻の約20年間の年平均気温を示す。約20年間の平均気温は、青森で9.2℃、宮古で9.9℃、石巻10.9℃であり、図-15から最も北方にある青森の年平均気温が最も低い点が確認でき

る。甲地松は、表-1に示した産地の中で最も北方に位置しており、他産地の材料と比較して平均年輪幅が小さい点が想定される。

なお、東京駅丸の内駅舎保存・復原工事にて撤去した松杭の樹種判定を行うことで本推定結果の精度が増すが、当該の松杭は既に廃棄されており、保存してある数少ない松杭から試料採取することが現状では困難であるため、樹種判定は今後の課題とした。

5. まとめ

本報では、東京駅丸の内駅舎保存・復原工事で確認された地下水位、松杭があった箇所地質、撤去された松杭の状況から得られた知見を述べた。また、東京駅丸の内駅舎に用いられた松杭の産地について、土木学会誌第一巻第一号⁸⁾に購入したと記録のある青森大林区署が発行した文献¹⁵⁾より推定を行った。東京駅丸の内駅舎で使用された松杭に関して、得られた知見および推定結果を以下に述べる。

- 1) 約 60 年間、地下水位が低下して松杭が完全に曝気された状況となっても、撤去により掘り起こされた松杭を確認した結果、杭頭部から約 500mm の範囲以外に著しい腐朽状況は確認されなかった。
- 2) 地表部に粘性土層がある地盤に松杭が敷設された場合、地下水位が長期間低下したとしても著しく腐朽しない点が推察された。その場合、松杭が砂質土系の地盤に位置していても、自然含水比約 30%、細粒分含有率が約 15% 以上の砂層であれば、著しい腐朽が発生しなかった点、進行しなかった点が確認された。
- 3) 東京駅丸の内駅舎に使用された松杭は、工事記録文献、木材生産箇所の文献等を参考に、建設工事年代の産出能力から判断して、青森県東北地方で産出される甲地松の可能性が高いと推定した。

明治時代に建設され、現在も立派に機能を維持している構造物とそれを支持する松杭があるが、年月が経過しているために著しく腐朽しているという懸念は少ないと考えられる。今回、調査した例では、地下水位が長期間低下したという理由で、杭頭部以外の腐朽が著しく進行していなかった。但し、地下水位の変動が激しく、乾湿が繰り返される環境での松杭の腐朽や産地の違いによる耐久性の差に関しては更なる知見を得る必要がある。施工後、約 100 年を経過して撤去された松杭の腐朽状況結果は、今後

も、要求される部材性能や支持性能、施工環境に応じて松杭の利用が有利となる場合は、鉄道構造物に松杭を使用することが可能である点を示すものである。

謝辞:東京駅丸の内駅舎に使用された松杭の産地の推定について、青葉緑化工業株式会社 奥山昌樹氏からは、林学的見地から有益なご助言をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会木材工学特別委員会：JSCE 木材利用ライブラリー，005 国内の構造物基礎における木材利用事例と設計方法の変遷，pp.1-9，2012。
- 2) 大塚悟，高原利幸，保坂吉則：大河津旧可動堰の木杭の支持力特性，地盤工学会誌，Vol. 62, No. 4, pp.34-37，2014。
- 3) 昭和三年度堰堤工 信濃川補修工事設計書，内務省新潟土木出張所 信濃川補修事務所，大河津資料館蔵，1928。
- 4) 小野田滋：土木遺産としての基礎・抗土圧構造物の保存と現状，地盤工学会誌，Vol. 62, No. 4, pp.30-33，2014。
- 5) 改訂 4 版 木材工業ハンドブック，(独) 森林総合研究所，pp.788-789，2004。
- 6) 西本孝一，今村祐嗣，足立昭男，佐藤惺：＜資料＞産地別ヒノキの耐朽・耐蟻性，京都大学 木材研究・資料，No. 20, pp.104-118，1985。
- 7) 酒井温子，岩本頼子，中村嘉明：青森県ヒバ材および石川県産アテ材の野外耐久性，木材保存，Vol. 31, No. 5, pp.207-213，2005。
- 8) 金井彦三郎：東京停車場建築工事報告，土木学会誌，第 1 巻，第 1 号，pp.49-76，1915。
- 9) 金井彦三郎：東京停車場建築工事報告(続き)，土木学会誌，第 1 巻，第 2 号，pp.29-64，1915。
- 10) 新永間建築事務所(東京第一工事局創設期名称) 初代工事写真集，日本国有鉄道東京第一工事局，1978。
- 11) 佐藤謙吉，丸山昭治：東京駅丸の内本屋基礎松杭の老朽調査，構造物設計資料，No. 57，日本国有鉄道，pp.14-17，1979。
- 12) 山下香奈，岡田直紀，藤原健：ピロデインを用いた容積密度推定法とスギ生材丸太のクラス分けへの応用，木材学会誌，Vol. 53, No. 2, pp.72-81，2007。
- 13) 久保光，沼田淳紀，上杉章雄，桃原郁夫，安部久，野村崇：大型土層模型地盤を用いた防腐対策の違いによる木材の腐朽促進試験結果，年報「地域技術」，第 21 号，pp.94-103，福井県建設技術研究センター，2008。
- 14) 野澤伸一郎：鉄道における橋梁の長寿命化に向けた技

- 術の現状と将来展望, 橋梁と基礎, Vol. 44, No. 8, pp. 21-24, 2010.
- 15) 沼田淳紀, 桃原郁夫, 久保光: 地中における地盤条件と3年経過までの丸太の耐久性, 土木学会第67回年次学術講演会, Vol. 67, CS12-007, pp.13-14, 2012.
- 16) 青森大林区署国有林経営一斑, 青森大林区署, 1910.
- 17) 奥地正: 国有林における労働組織の形成と展開(二) - 東北・秋田国有林を中心に -, 立命館経済学, 第23巻, 第5・6合併号, pp.28-63, 1975.
- 18) 秋田の森林, 秋田大林区署, p.43, 1911.
- 19) 東北森林管理局植物群落保護林ホームページ: http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/policy/business/management/hozen/hogorin_04.html, (2016 閲覧).
- 20) 国土交通省 気象庁ホームページ, 各種データ・資料, 過去の気象データ検索, http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=33&block_no=&year=&month=&day=&view=, (2016 閲覧).

(2016. 5. 6 受付)

THE DURABILITY OF WOODEN PILES WHICH HAD SUPPORTED THE TOKYO MARUNOUCHI STATION

Shin-ichiro NOZAWA and Torajiro FUJIWARA

Wooden piles had been applied to foundations of railway viaducts and station architecture since later 19th century, Meiji Era. It is well known that wooden piles have not been decayed and durable for over 100 years in case they exist in groundwater or clay soil layers by past studies and reports. On the other hand, wooden piles might be decayed in case that they exist above groundwater level, and in sand soil layers. This report says that wooden piles have not been decayed severely by the real wooden piles dug in reconstruction work Tokyo Marunouchi Station building, even though they exist above groundwater level, where clay or soil layers lie. And we try to identify the producing area of wooden pile for foundations of Tokyo Station by the record of construction and timber production report. This study says the probability that wooden piles for Tokyo Station had been made in Noheji District in Aomori, and the kind of wood is so called "Kacchi-Matsu (pine)" is very high.