

〈資 料〉

明日香実験林、野外杭試験報告 (第11報) 乾式注入法で処理されたラミナを接着した杭の被害経過

岩本頼子・酒井温子*¹・中村嘉明*²

油溶性のナフテン酸銅あるいはナフテン酸亜鉛を乾式注入(溶媒回収型加圧注入)したヒノキラミナを接着して作製した2プライの杭試験体について、野外杭試験を実施した。その結果、JAS¹⁹⁹⁴による性能区分K4に相当する吸収量で、10年以上の耐用年数が期待できることが確認された。杭試験体頂部よりも地際部の方が薬剤残存率が高く、10年経過後であっても約7割の薬剤が残存していた。また、ナフテン酸亜鉛で処理した杭試験体の頂部剥離率は、ナフテン酸銅処理杭試験体のそれよりも低かった。

1. はじめに

野外杭試験とは、自然界の様々な劣化要因が関与する環境下で、素材や処理木材の被害経過や耐用年数を知るための試験であり、当センターでは、明日香実験林において約30年にわたり継続され、結果も数多く報告されている¹⁻¹⁰⁾。

本報では、油溶性のナフテン酸銅あるいはナフテン酸亜鉛を乾式注入(溶媒回収型加圧注入)したヒノキラミナを接着して作製した2プライの杭試験体について、10年間の被害経過を報告する。

2. 材料および方法

2.1 試験地

試験地は、奈良県森林技術センターの明日香実験林内(奈良県高市郡明日香村川原)の南西緩斜面に設けた。気温は温暖であり、ヤマトシロアリが生育している。土壌や気候についての詳細は既報⁶⁻⁸⁾を参照されたい。

2.2 杭試験体

2.2.1 薬剤

杭試験体の概要を表1に示した。木材保存剤として油溶性のナフテン酸銅(以下N-Cuと略す)とナフテン酸亜鉛(以下N-Znと略す)を使用した。溶媒はいずれもメチレンクロライドを使用し、針葉樹の構造用製材の日本農林規格(平成6年11月改正、以下JAS¹⁹⁹⁴と略す)において性能区分K4に相当するように、各処理液の濃度を調整した。

2.2.2 乾式注入

両木口をニカワでシールした繊維方向約1000～1100mm、半径方向約22mm、接線方向約110mmのヒノキラミナ(辺材と心材が混入)に、各処理液を乾式注入し

た¹¹⁾。注入スケジュールは、前排気を40hPaで30分、液加圧を0.98～1.47MPaで90分、後排気を40hPaで30分とした。ラミナを取り出して注入直後の重量を測定した後、再びラミナを薬液回収後の缶内に戻し、常圧下で60℃加熱30分、減圧下(40hPa)で60℃加熱90分という溶媒回収操作を交互に4回繰り返した。そのままラミナを缶内で一晚放置した後、取り出して棧積みし、風通しの良い室内で乾燥・養生した。吸収量は、ラミナの体積と薬液注入前後の重量および処理液の濃度から算出した。

2.2.3 杭試験体の作製

処理ラミナの表層約1mmをブレナがけし、フェノール・レゾルシノール共縮合樹脂接着剤(アイカ工業(株)製PR-10)で2プライずつ接着した。接着剤は両面塗布とし、塗布量を220～300g/m²、圧縮圧を0.98～1.18MPaとして、室温(20～30℃)で16～24時間圧縮した。養生後、ラミナの両脇を約5mmずつ切除した。繊維方向と並行に、かつ接着層と垂直に3分割し、繊維方向約400mm、木口断面約42.5mm×約32.5mmの杭試験体を得た。繊維方向に約100mmまで地中に埋設し、野外杭試験を実施した。

2.3 被害度の調査方法

全ての杭を毎年1回5月に引き抜き、森林総合研究所で提案されている調査基準(表2)¹²⁾にしたがって、試験体の頂部と地際部で、被害度を採点した(図1)。その内、3本ずつを接着性能評価のため抜き取り、残りの杭を再度埋設した。そのため、各年の平均被害度は、採点時に存在した杭試験体の被害度から算出した。

2.4 薬剤残存率の測定

10年経過後の杭試験体各6体について、図1に示すように頂部および地際部から繊維方向に20mmの試験体を採取し、粉碎後ペレット状に圧縮成形して、残存する薬剤の分析に供した。蛍光X線分析装置(株)リガク社製

*¹: 奈良県健康対策課 *²: 元奈良県林業試験場木材化学課

表1 供試した接着杭試験体

薬剤	処理液の濃度(%)	注入量(kg/m ³)	吸収量* ¹ (kg/m ³)	試験体数* ² (本)	薬剤残存率* ³ (%)
N-Cu	0.3(Cuとして)	733	2.2(Cuとして)	36	頂部:56, 地際部:70
N-Zn	0.4(Znとして)	785	3.1(Znとして)	34	頂部:42, 地際部:69

*¹: 吸収量 = {(注入後ラミナ重量 - 注入前ラミナ重量) × 処理液の濃度} / ラミナ体積 *²: 接着性能試験のため、9年目まで毎年3本ずつ抜き取り *³: 薬剤残存率 = 10年経過後の金属元素の残存量 / 吸収量 × 100

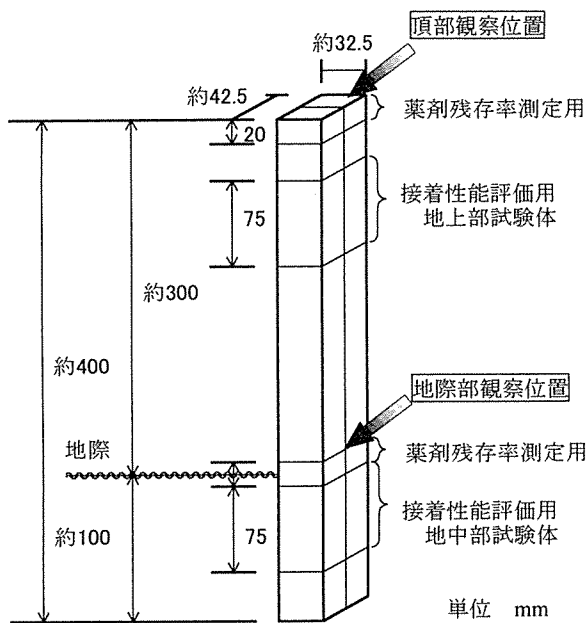


図1 杭試験体の観察位置ならびに各試料採取位置

表2 杭試験体の被害度調査基準¹²⁾

被害度	観察状態
0	健全
1	部分的に軽度の虫害または腐朽
2	全面的に軽度の虫害または腐朽
3	2の状態のうえに部分的に激しい虫害または腐朽
4	全面的に激しい虫害または腐朽
5	虫害または腐朽により形がくずれる

RIX2000)を使用し、検量線法により試料中の銅あるいは亜鉛の濃度を定量した。吸収量に対する10年経過後の残存量の割合を算出し、薬剤残存率とした。

2.5 接着性能の評価

被害度調査時に、頂部の接着層のはくり状態を目視で観察した。平均被害度と同様に、その年に調査した試験体の平均はくり率を算出し、頂部はくり率とした。

また、毎年3本ずつ抜き取った杭試験体について、図1に示したように、地上部および地中部から接着性能評価用試験体を採取し、集成材の日本農林規格(平成8年2月改正)に準拠した造作用集成材の浸せきはくり試験、続いて構造用集成材(使用環境2)の減圧加圧試験を実施した。

3. 結果と考察

3.1 被害経過

図2、3に部位ごとの平均被害度を示した。当センターの試験地では、地際部の被害が最も顕著である^{7,8)}ため、地際部の平均被害度が2.5に達した時を耐用年数としている¹³⁾。なお、この試験地に、ヒノキ心材無処理杭(木口断面30mm×30mm、長さ600mm)を設置した場合、その地際部における耐用年数は4.6年、ヒノキ辺材では2.2年であった^{3,4)}。

3.1.1 N-Cu

表1に示すように、今回供試した試験体の銅の吸収量

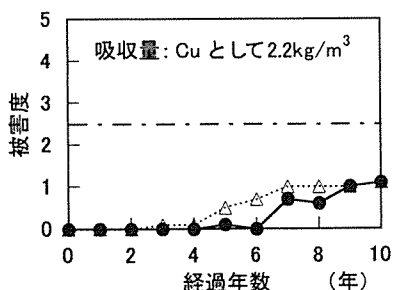


図2 N-Cu処理杭試験体の被害経過

---△---: 頂部 —●—: 地際部

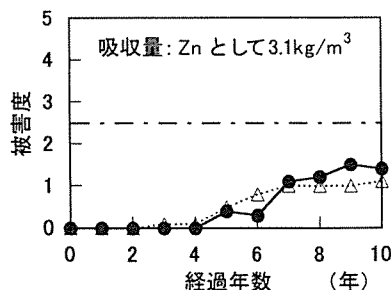


図3 N-Zn処理杭試験体の被害経過

凡例は図2に同じ

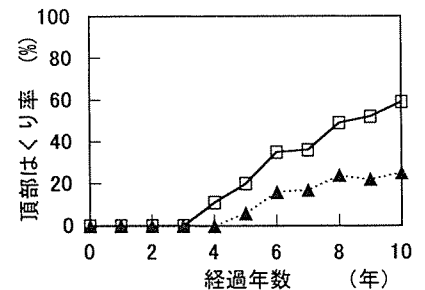


図4 頂部はくり率*¹の経年変化

—□—: N-Cu ---▲---: N-Zn

*¹: 頂部木口面の接着層(長さ約32.5mm)におけるはくり率

は2.2kg/m³で、JAS¹⁹⁹⁴の性能区分K4(銅としての吸収量が油剤では1.2kg/m³以上、乳剤では1.5kg/m³以上)に位置している。図2に示すように、10年経過後の平均被害度は、頂部、地際部ともに2.5に達しておらず、10年以上の耐用年数が期待できることが明らかとなった。この被害経過は、N-Cu乳剤を加圧注入して、銅の吸収量を1.5kg/m³としたスギ辺材杭試験体の野外杭試験結果⁶⁾に酷似している。

なお、10年経過後の薬剤残存率は、頂部では約6割、地際部では約7割であった(表1)。

3.1.2 N-Zn

今回供試した試験体の亜鉛吸収量は3.1kg/m³で、JAS¹⁹⁹⁴の性能区分K4(亜鉛としての吸収量が油剤では3.2kg/m³以上、乳剤では4.0kg/m³以上)にほぼ相当する(表1)。図3に示すように、10年経過後の平均被害度は、頂部、地際部ともに2.5に達しておらず、10年以上の耐用年数が期待できることが明らかとなった。著者らは、これまでにN-Zn乳剤を加圧注入したスギ辺材杭試験体について、亜鉛の吸収量が0.5、1.0、1.5kg/m³と増加するにつれて、耐用年数が4、6、7.5年と長くなること

いう結果を得ている⁶⁾。今回、試験体の樹種は異なるものの、さらに高濃度の領域で試験を実施することによって、亜鉛の防腐効力を確認することができた。

表1に示すように、10年経過後の薬剤残存率は、頂部では約4割、地際部では約7割であった。銅と同様に、頂部に比べて地際部の方が薬剤残存率が高かった。頂部では木口面が露出しているため、雨水による流脱が起こりやすいと考えられる。また、紫外線による材の劣化が薬剤流脱を促進している可能性もある。

3.2 接着性能

図4に示すように、頂部はくり率は、暴露年数の経過に伴って増加し、10年経過後にはN-Cu処理杭試験体では接着層の長さ(約32.5mm)の約6割、N-Zn処理杭試験体では約2割がはくりした。

図5に地上部、地中部から採取した試験体の浸せきはくり試験結果を示す。同一接着層の長さが約31.5mm(40℃24時間乾燥後)と短いため、正確な評価はできないが、暴露年数の経過に伴って接着性能が著しく低下する傾向は確認できなかった。

また、浸せきはくり試験に続いて減圧加圧試験を行っ

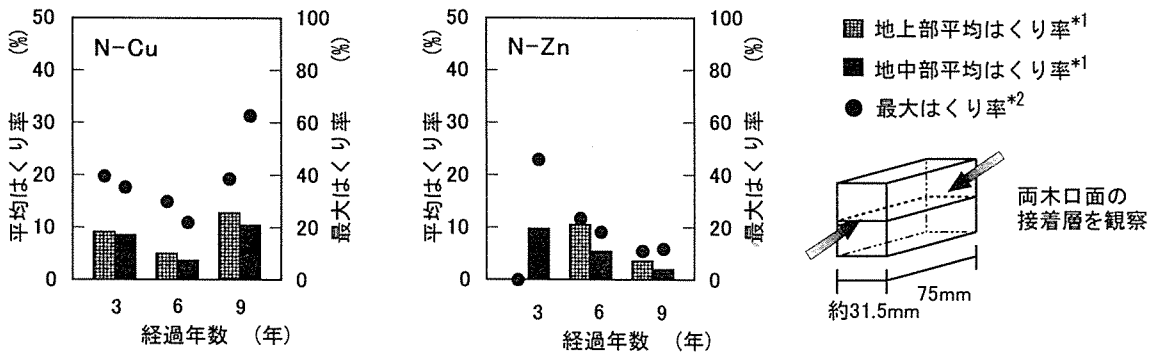


図5 浸せきはくり試験結果

*1: 試験体3体のはくり率を平均した値 $はくり率 = \frac{両木口面のはくりの長さの合計(mm)}{両木口面の接着層の長さの合計(約63mm)} \times 100$
 *2: 同一接着層(長さ約31.5mm)におけるはくり率の中で最も大きかった値

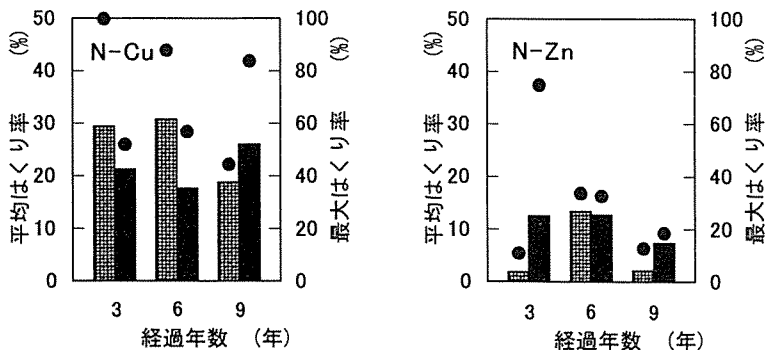


図6 減圧試験結果(凡例は図5に同じ)

た結果、図6に示すように、N-Cu処理杭試験体のはくり率はN-Zn処理のそれよりも明らかに高くなった。頂部でみられたような経年変化は見られなかったが、N-Zn処理の方がはくり率が低いという傾向は同じであった。

防腐剤が接着性に与える影響については、いくつかの報告があるが^{11,14,15)}。N-Cu、N-Znについては、いずれも初期性能に関する報告であり、接着性能の耐久性に関してさらに詳しい検討が必要であると考えられる。

4. まとめ

N-Cu、N-Znを乾式注入した杭試験体を野外に接地した場合でも、JAS¹⁹⁹⁴⁾による性能区分K4に相当する吸分量で、10年以上の耐用年数が期待できることが確認された。また、試験杭体の地際部は、頂部よりも薬剤残存率が高く、10年経過後でも約7割の薬剤が残存していた。

頂部のはくり状態を観察した結果、N-Cu処理杭試験体よりもN-Zn処理杭試験体の方がはくり率が低かった。

木口面が露出している頂部では、地際部に比べて薬剤流脱や、接着層のはくりが起りやすいことが確認された。防腐集材および防腐処理材を使用する際には、頂部としての木口面の露出を避けて施工するべきである。

謝辞

当試験を実施するに当たり、N-CuならびにN-Zn薬剤原体を快くご提供いただきました、シントーファイン株式会社(元、神東塗料株式会社 化成品事業部)に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 中村嘉明：油溶性防腐剤注入処理杭の野外における経過年数と劣化の相関。(明日香杭試験報告(第1報))。材料。359, 929-934 (1983)
- 2) 中村嘉明, 花尾英男：簡易な防腐処理したスギ丸太杭の野外ばくろ試験。(明日香杭試験報告II)。奈良林試木材加工資料。12, 16-23 (1983)
- 3) 中村嘉明：野外杭試験より求めた素材の耐用年数と室内耐朽性試験との関連。(明日香杭試験報告 第3報)。奈良林試研報。14, 32-39 (1984)
- 4) 中村嘉明：野外杭試験と室内耐朽性試験の関係。木材保存。17(1), 17-25 (1991)
- 5) 中村嘉明, 藤平真紀子：明日香実験林、野外杭試験報告(第5報) 2×4工法構造用製材と青森産ヒバ材、能登産アテ材等18樹種の素材の野外耐朽性。奈良県林試木材加工資料。27, 12-15 (1998)
- 6) 酒井温子, 岩本頼子, 中村嘉明：日本農林規格認定の木材保存薬剤を加圧注入した杭の被害経過。(明日香実験林、野外杭試験報告(第6報))。木材工業。56(1), 17-22 (2001)
- 7) 酒井温子：明日香実験林、野外杭試験報告(第7報) 試験地、樹種および防腐処理による被害状況の違い。奈良県森林技術センター研究報告。30, 27-38 (2000)
- 8) 酒井温子・岩本頼子・中村嘉明：銅あるいは亜鉛を含有する木材保存薬剤を加圧注入した杭の被害経過。(明日香実験林、野外杭試験報告(第8報))。木材保存。27(3), 114-120 (2001)
- 9) 酒井温子・岩本頼子・中村嘉明：重金属を含まない木材保存薬剤を加圧注入した杭の被害経過(明日香実験林、野外杭試験報告(第9報))。木材保存。27(4), 165-169 (2001)
- 10) 酒井温子・岩本頼子・中村嘉明：樹種による防腐処理杭の被害経過の違い(明日香実験林、野外杭試験報告(第10報))。木材保存。27(5), 216-224 (2001)
- 11) 中村嘉明：木質系部材の高機能化処理法に関する研究 第Ⅲ章構造用集材の防腐処理法の開発。中小企業庁平成元年度技術開発研究費補助事業 成果腐朽講習会用テキスト。Ⅲ1-Ⅲ29 (1990)
- 12) 雨宮昭二：浅川実験林苗畑の杭試験(1) 杭の被害程度を評価する方法。林業試験場研究報告。150, 143-156 (1963)
- 13) 雨宮昭二, 松岡昭四郎, 庄司要作, 井上 衛, 阿部 寛, 内藤三夫：浅川実験林苗畑の杭試験(2) 防腐処理杭の10年間の被害経過。林業試験場研究報告。230, 105-142 (1970)
- 14) 酒井温子・増田勝則：圧縮法を導入した薬剤注入法による木材の改質(第1報)防腐集材の作製と防腐性能および接着性能の評価。奈良県林試木材加工資料。28, 30-36 (1999)
- 15) 和田 博・高橋真紀子・藪岡貞治：防腐剤を加圧注入したラミナを用いた集材の接着性能(第1報) JASによる3種類のはくり試験5回繰りかえし：奈良県林試研究報告。29, 29-35 (1999)

(2002年12月2日受理)