住宅地盤補強用木杭を想定した木材の腐朽促進実験

昭和マテリアル　正会員　○池田浩明
飛島建設　正会員　沼田淳紀　本山　寛
北海道立総合研究機構　森　満範

１．目的

筆者らは，建設分野での木材の需要を拡大し，大気中の二酸化炭素削減に貢献できる技術として，地中に杭材として間伐材を用いた地盤対策技術の開発を行っている[1)]．しかし，地中における木材利用では腐朽による木材の劣化が懸念される．そこで，薬剤処理による腐朽対策を施した木材の地中における腐朽促進実験を実施した．本稿では，実験概要および実験開始から 8 カ月後までの木材の腐朽度評価試験結果について述べる．

２．実験概要

(1)実験に用いた木材

表 - 1 に，実験に用いた木材の諸元を示す．木材は，直径 100mm，長さ 1m の円柱材である．樹種は，スギ，カラマツ，トドマツの 3 種で，それぞれ無処理，マイトレック ACQ(銅・第 4 級アンモニウム化合物系保存剤)加圧注入，キシラモントラッド表面塗布の 3 種類の木材を用意した．薬剤の地下水への溶脱量は，地下水に最初に触れた時に最も多くなるため，そのまま地盤に設置すると溶脱した薬剤により薬剤処理の有無に関わらず腐朽しなくなる可能性がある．そこで，薬剤処理を施した木材については，地盤へ設置する前に一度水に 1 日間浸した．薬剤の溶脱した水は，水質の鑑定を行った．この後，木材表面の水分をふき取り，土槽内の地盤に設置した．地盤設置後の地下水についても定期的に抽出し水質鑑定を実施した．

(2)実験に用いた土壌

実験に用いた土壌は，まず，黒土，鹿沼土およびバーミキュライトをそれぞれ 6：2：2(容積比)で混合し配合土を作製した．そこに，腐朽菌を培養するために腐朽した木片を採集し，前述の配合土に混ぜ約 2 ヶ月間室内に保管した培養土を混合した．さらに，その土に鹿沼土およびバーミキュライトを加え，最終的に配合割合が黒土：鹿沼土：バーミキュライト＝3：2：5(容積比)にしたものを模型地盤の土壌とした．

(3)模型地盤の作製

図 - 1 に，土槽の概要を示す．本実験は，内寸が縦 1m×横 4m×高さ 1.2m の鋼製の枠で，側面が透明なアクリル製の大型土槽の半分を用いて実施した．模型地盤の作製は，まず，土槽下部に，給排水時の水の移動をスムーズにするために合成繊維排水材を敷き詰め，その上に排水材の目詰まり防止のために不織布を敷いた．次に，木材および塩ビ管を立て込んだ．その後，作製した土壌を土槽上部から投入し，途中で土壌の水締めを行いながら，土槽上端面まで模型地盤を作製した．

表-1　実験に用いた木材の諸元

記号	S	SM	SX	K	KM	KX	T	TM	TX
産地	北海道内	北海道内	北海道内	北海道内	北海道内	北海道内	北海道内	北海道内	北海道内
樹種	スギ	スギ	スギ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	トドマツ	トドマツ	トドマツ
処理方法	無処理	加圧注入	キシラモン塗布	無処理	加圧注入	キシラモン塗布	無処理	加圧注入	キシラモン塗布
直径	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm
長さ	100cm	100cm	100cm	100cm	100cm	100cm	100cm	100cm	100cm

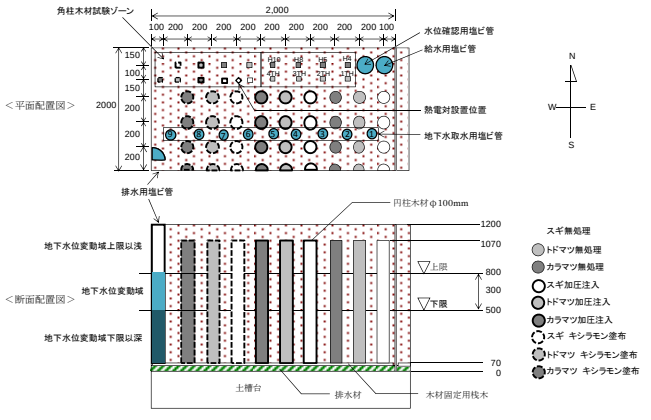

図-1　土槽の概要と木材の配置

(4)地下水位の変動

実地盤内の地下水位を模擬するために，模型地盤内は地下水位を変動さた．地下水位は，水位変動域下限を土槽底面から 500mm(GL-700mm)，水位変動域上限を土槽底面から 800mm(GL-400mm)として，この上限と下限の水位を 1 サイクル 6 ヶ月で変動さた．このシステムにより，土槽内に“地下水位変動域上限以浅”，“地下水位変

キーワード：木材，地下水，腐朽，地盤補強，土槽，保存剤
連絡先:〒003-0027　札幌市白石区本通 20 丁目北 2 番 45 号　昭和マテリアル(株) TEL 011-862-1917　FAX 011-863-6801

動域”，“地下水位変動域下限以深”の 3 つの層を設けた．

(5)実験室内および地盤内温度

実験では温度管理も実施した．大型土槽の周囲には高さ×幅×奥行き＝4.3m×5m×5.5m の断熱材（厚さ 3cm のスタイロフォーム）による囲いを設置し，内部は冷暖房により温度を管理した．温度は，土槽周辺に 1 点，模型地盤内部に 3 点熱電対を設置し計測した．ファンガスセラー試験に関する文献 2)を参考に， 26±2℃に維持するように努めた．

3．木材の腐朽度評価試験

掘出した木材について，以下に示す試験により腐朽度評価を実施した．

(1)腐朽度判定

腐朽度判定は，**図 - 2** に示すように木材の側面に縦 4cm×横 4cm の枠を描きその枠内について，JIS K1571:2004 に記載の目視観察により行った．判定基準を**表 - 2** に示す．

(2)ピロディン貫入試験

ピロディン貫入試験は，ばねの力により直径 2.5mm のスチール製打ち込みピンを木材へ貫入させ，ピンの貫入量を計測するものである．腐朽が進行した木材ほどその貫入量が大きく，腐朽の目安は 30mm 程度である．ピロディン貫入試験は，**図 - 2** に示された位置について，木材側面において木材中心から 90° ごとに 4 点，側面から木材中心に向かってピンを貫入させた．

(3)縦圧縮試験

木材の繊維方向（縦方向）に荷重を与える圧縮試験を縦圧縮試験と呼ぶ．直径 10cm，高さ 20cm の供試体について，JIS Z 2101 に準じて縦圧縮試験を実施した．

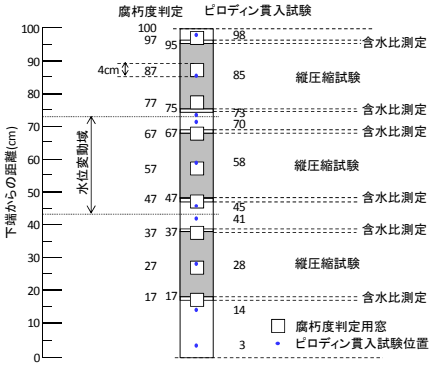

図-2 各種試験位置

表-2 腐朽度の判定基準

判定	基　準
0	健全
1	部分的に軽度の腐朽
2	全面的に軽度の腐朽
3	2 の状態の上に部分的に激しい腐朽
4	全面的に激しい腐朽
5	腐朽によって形が崩れる

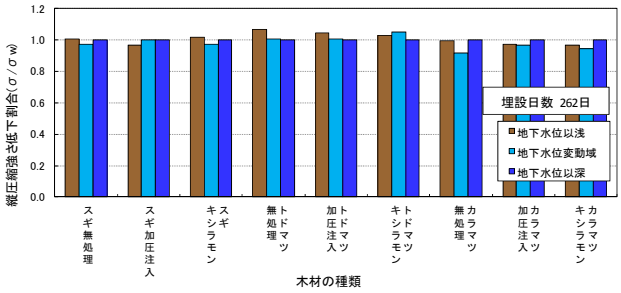

図-3 8 ヵ月の縦圧縮強さの比

4．腐朽度評価試験結果

実験開始より 5 カ月後(埋設日数 150 日)と 8 カ月後(埋設日数 262 日後)に木材を掘出し，その腐朽度評価を実施した．その結果，8 カ月後の無処理スギおよびカラマツの腐朽度判定で，地下水位変動域以浅において 1(部分的に軽度の腐朽)と判定された以外，全ての樹種および薬剤処理方法で木材が健全であると判断された．

また，既往の研究結果より，地下水位変動域下限以深では木材は長期的に健全性を保つことがわかった．そこで，地下水位変動域下限以深における縦圧縮強さ σ_m をその木材の健全な状態における縦圧縮強さと考え，各深度の縦圧縮強さ σ をその値で割り，縦圧縮強さの比 σ/σ_m を求めた．**図 - 3** に，8 ヵ月後の縦圧縮強さの比を示す．これより，全ての木材で縦圧縮強さの比がおおよそ 1 前後であり，特に腐朽により縦圧縮強さが小さくなっているものは認められなかった．

薬剤の溶脱については，設置前に木材を浸した水からは溶脱が認められたが，模型地盤の地下水からは薬剤の溶脱は認められなかった．

5．まとめ

実験開始より 8 ヵ月経過時点では，一部無処理木材の表面にわずかな腐朽が認められたが，それ以外はいずれの樹種および薬剤処理方法においても健全であった．また，一度水に浸した木材を設置した地盤内地下水からは薬剤の溶脱は認められなかった．

謝辞：本研究は，北海道「森林整備加速化・林業再生事業」を活用し実施したものである．

参考文献

1)沼田淳紀，上杉章雄：地球温暖化対策のための木材利用の可能性について，第 14 回地球環境シンポジウム，土木学会，pp.97-102，2006.8

2) 長野行紘：耐久性評価方法としてファンガスセラー法について，木材保存，Vol.26-2，pp.22-32，2000