

がれき処理における海水被り廃木材塩素含有量の簡易測定について

清水建設（株）正会員 ○大野文良 内山伸 川口正人
応用地質（株）正会員 和田健一 宮口新治 大野敦史

1. はじめに

海水被り廃木材中の塩素含有量（塩素濃度）は、サーマルリサイクルやマテリアルリサイクルによる有効利用を推進する上での重要な管理項目である。実際には再利用用途に応じて様々な測定方法が実施されている。燃焼時に生成する排気ガス組成に着目した燃焼法¹⁾、地盤材料と同様に木質材料としての再資源化に考慮した溶出法²⁾、元素分析法である蛍光 X 線などである。しかし、これらの測定値の違いや相関性などは十分に検討されていない。

一方、多種多様の廃木材を大量に処理し、再利用しなければならないがれきの中間処理場では、除塩作業の施工品質管理のために、簡便な機器と短い時間で適切な値を得られる手法が望まれている。

今回、人工海水に浸したモデル木材と海水被り現地廃木材の塩素含有量（塩素濃度）を測定した。①原資材と切削粉の溶出特性の違い、②電気伝導度と塩素イオン濃度の関係、③溶出法、燃焼法、蛍光 X 線分析で得られる値の比較結果について報告する。なお、本論では木材に含まれる塩素分を「塩素含有量」と称している。

2. 実験方法

図 1 は試料作成と実験の手順である。モデル木材は市販のマツ板材（赤松）を用いた。厚さ 1.5cm×幅 9.0cm×長さ約 13cm の板材を人工海水（日本製薬社製）に所定の浸漬日数後（1,2,3,7,11,14 日）、取り出し約 3 カ月間室内で自然乾燥させ原資材とした。削孔粉は、表面と内部の平均化を目的に、ボール盤（ドリル径 13mm、約 500rpm）で原資材の板厚方向に貫通孔を多数あけて作成した。

海水被り現地廃木材は、宮城県石巻市雲雀野地区で採取した建築用材である。厚さ 1.5cm×幅 18.0cm×長さ約 18cm に切断して原資材とした。破碎粉は、電動カンナとミルミキサーを用いて概ね 1.5mm 以下になるよう作成した。

原資材に対して溶出法試験を、削孔粉（破碎粉）に対して溶出法試験、燃焼法試験、蛍光 X 線分析を実施した。

溶出法試験では 20℃の恒温室内で純水固液比 1:10～1:40 の溶出検液を作成した。切削粉（破碎粉）の溶出では約 5g をナイロン製のティーバックに封入している。事前振とう比較では①0.5～6 時間振とう（幅 50mm, 200rpm）、②静置、③手振り 1 分間の 3 種類の方法を用いた。作成した検液に対して電気伝導度計（堀場製作所、D-54）で電気導電率 EC(mS/m)を測定し、さらにイオンクロマトグラフ（日本ガイネクス、ICS-1500）で得た塩素イオン濃度 Cl⁻(mg/L)から塩素含有量(mg/g)を算定した。

燃焼法試験³⁾では燃焼管式空気法またはボンベ式質量法により、蛍光 X 線分析（SII テクノロジー、SEA-2210A）では検量線法により塩素含有量(mg/g)を求めた。

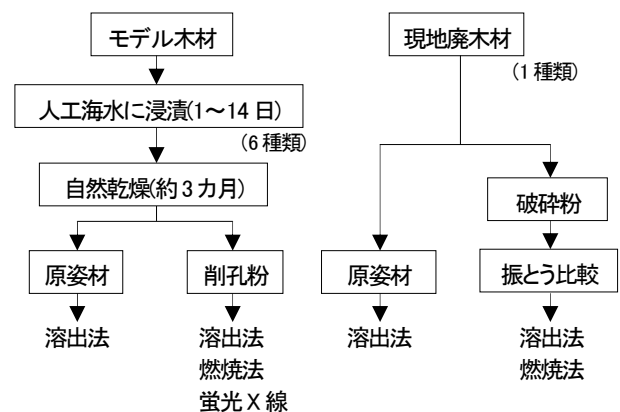


図 1 試料作成と実験の流れ

3. 実験結果

図 2 はモデル木材の原資溶出（固液比 1:20）による EC 経時変化である。溶出時間とともに EC は増加するが溶出 300h を超えても十分収束したとは言えず、原資材での適切な検液作成には長い時間が必要ながわかる。

図 3 は現地廃木材の破碎粉溶出（固液比 1:20）の EC 経時変化であり、事前混合方法で比較している。

手振り 1 分間の検液は、振とう 0.5~6 時間や静置 1~6 時間の検液と同程度の EC が得られており、事前処理として妥当であることがわかる。

図 4 はモデル木材の削孔粉溶出（固液比 1:20）の EC 経時変化であり、浸漬日数で比較している。事前混合方法は手振り 1 分間とした。浸漬日数に関らず、0.5h 溶出の EC は 336h の 90%以上を示しており、1 分間の手振りで短時間の検液作成が可能と考となる。

図 5 はモデル木材と現地廃木材の溶出法試験で得られた EC と Cl^- 濃度の関係である。同一の Cl^- 濃度で見ると現地廃木材の EC の方がやや高いものの、両者はほぼ比例関係にあり、測定が簡単な EC を指標にして Cl^- 濃度を推定可能であることがわかる。

図 6 はモデル木材削孔粉の浸漬時間と、溶出 14 日検液の Cl^- 濃度から算出した塩素含有量 (mg/g, Dry-base) の関係である。浸漬時間が長いほど塩素含有量が高く、両者はほぼ比例関係となった。

図 7 は溶出法、燃焼法、蛍光 X 線分析で求めた塩素含有量 (mg/g, Dry-base) の比較である。モデル木材削孔粉 3 種類（浸漬日数 2, 7, 14 日）と現地廃木材の破碎粉 1 種類（蛍光 X 線除く）の計 4 種類で比較した。塩素含有量は蛍光 X 線 > 溶出法 > 燃焼法の関係となった。溶出法と比べると燃焼法は 0.5~0.7 倍に、蛍光 X 線は 1.1~1.4 倍である。一般に燃焼法 > 溶出法と解釈される場合が多いが、今回は逆の結果となった。原因として燃焼により塩素が残渣として灰中に取り込まれ溶出が減少した可能性も考えられる。反応性を含めた両者の関係の把握が必要であろう。

4. まとめ

- (1) ドリル貫通削孔粉を 1 分間手振りする事前処理方法は、短時間の溶出量判定を可能にする。
- (2) 溶出法における検液の塩素イオン濃度は電気導電率 EC から推定可能である。
- (3) 塩素含有量は海水への浸漬時間にほぼ比例する。
- (4) 塩素含有量は、蛍光 X 線 > 溶出法 > 燃焼法の関係となった。

参考文献

- 1) 東日本大震災における災害木くず運用の提案：全国木材資源リサイクル協会連合会，平成 23 年 6 月，<http://www.woodrecycle.gr.jp>，
- 2) 災害廃棄物の燃焼試験に関する報告：廃棄物資源循環学会災害廃棄物対策・復興タスクチーム，平成 23 年 8 月，<http://eprc.kyoto-u.ac.jp/saigai/>，
- 3) 固形廃棄物に対する全塩素分試験方法（JISZ7302-6）

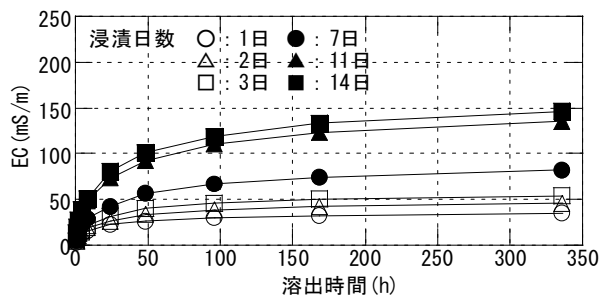


図 2 浸漬日数別の EC 変化(モデル木材の原姿)

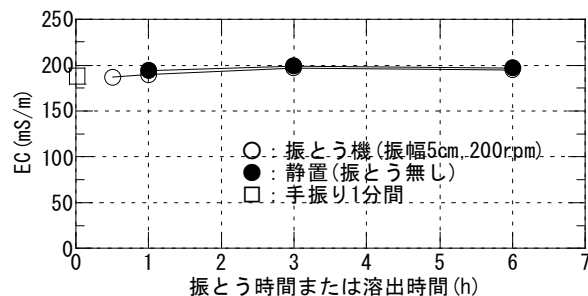


図 3 事前処理別の EC 変化(現地廃木材の破碎粉)

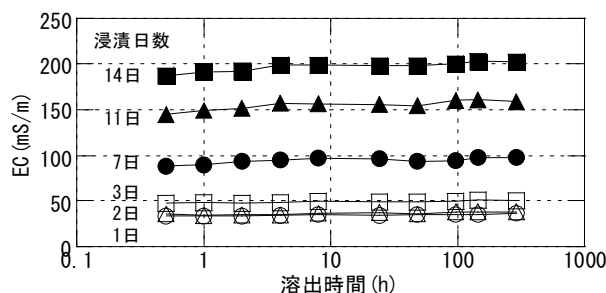


図 4 浸漬日数別の EC 変化(モデル木材の削孔粉)

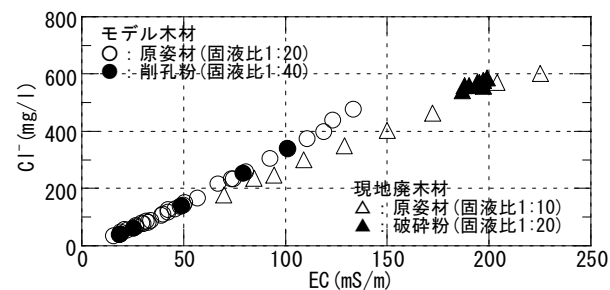


図 5 EC と Cl^- 濃度の関係



図 6 海水への浸漬時間と塩素含有量の関係

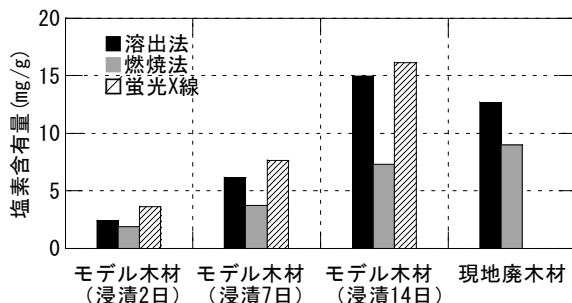


図 7 溶出法、燃焼法、蛍光 X 線分析による塩素濃度比較