

廃棄糖シロップが有する再生路盤材中の六価クロム溶出低減性能に関する研究

香川大学 学生会員 ○柴田慶一郎 フェロー 吉田秀典
正会員 岡崎慎一郎 正会員 松本直通 非会員 横山碩紀

1. はじめに

大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会から循環型社会へと移行している我が国において、土木分野においても環境負荷低減を目的としたリサイクル材の利活用が進められている。とりわけ、コンクリート構造物の解体にともなって発生するコンクリート副産物の活用は、環境保全、処分場の逼迫といった面から喫緊の課題となっている。これまで、コンクリート副産物の多くが再生路盤材として再利用されてきた。再生路盤材からは、セメントコンクリート中に含まれる微量の六価クロムが検出されることがあり¹⁾²⁾、使用にあたってこの溶出の程度の確認が推奨されている。六価クロムは非常に強い毒性を持ち、環境省が定める環境基準において有害物質の指定を受けている一方で、無害な三価クロムに還元されやすい性質を持つため、六価クロムに対して還元物質による還元処理が行い無害化させることが多い。還元物質の種類は様々であるが、再生路盤材自体が安価であるため、還元物質にもコストの低さが求められる。そこで、本研究では、還元特性と低コストの2点に留意し、廃棄される糖シロップに着目した。セメントペースト中の六価クロムに対する溶出試験を実施し、糖シロップが含有する糖分の還元性を検証した。

2. 還元剤

還元物質として選択した廃棄糖シロップの主要成分は、グルコース、フルクトース、スクロースなどである。糖類は大きく単糖類・二糖類・多糖類に分類されるが、還元作用を有するのは単糖類³⁾のみである。そこで、溶出試験で用いる還元剤として、還元性を持つ単糖類のグルコースと還元性を持たない二糖類のスクロースの2種類を選択し、比較を行った上でグルコースの有用性を検討した。

3. 試験方法

本試験は環境告示 46 号に示される溶出試験を参考にして行った。水セメント比を 70% に設定したセメントペーストに六価クロムを所定の濃度 (0.00ppm, 1.00ppm, 2.00ppm) で混合し、21 日間封緘養生を行った。養生後、セメントペーストをハンマーにより破碎し、ふるい分けにより 2mm 以下の試料を回収した。回収した試料を各糖水溶液に 24 時間浸漬し、その後蒸留水を加えて 6 時間振とうを行った。糖水溶液の糖濃度は還元性の比較を行うために 3 種類とし、それぞれ質量比 0.10%, 0.50%, 1.00% とした。振とう後、各糖水溶液に対して 20 分間 3000rpm にて遠心分離を行い検液とし、その検液中の六価クロム濃度をジフェニルカルバジド吸光光度法により計測した。また、再現性を確保するため、すべての試験を 3 回ずつ実施し、試験結果は平均値を示す。

4. 試験結果

糖の還元性を明瞭にするために、糖水溶液ではなく蒸留水によって溶出試験を行った試験体（以降、ブランク）を用意し、糖水溶液を用いた試験体との比較を行う。図 1 に、ブランク試験体を用いた試験結果を示す。グラフの縦軸に検液から検出された六価クロムの濃度を、横軸に六価クロムの混合濃度を記す。試験結果から、検液中の六価クロム濃度は、混合濃度にかかわらず約 0.04ppm であった。この理由として、添加した六価クロム標準液はセメントに元々含まれていた六価クロム同様、ほとんどが凝結の過程でセメント水和物に固定化されたため検出されなかったことが挙げられる。

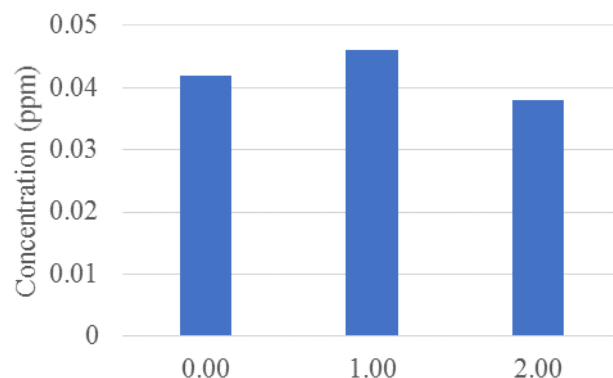


図 1 六価クロム混合濃度別ブランク試験結果

糖水溶液を用いた試験結果を六価クロムの混合濃度別にまとめたものを図2～図4に示す。グラフの縦軸に検液から検出された六価クロムの濃度を、横軸に糖水溶液で用いた糖の種類を記す。まず、図2に示す六価クロムを混合していない試験体の溶出試験結果より、還元糖であるグルコースの還元作用が確認された。グルコース水溶液の濃度が0.5%、1.0%の試料においては、検出下限値の0.005ppmを下回り、六価クロムの排水基準値0.005ppmを満たす結果となった。一方で、非還元糖であるスクロースの試料では、ブランクとの比較からも添加した濃度にかかわらず還元作用を示さなかった。次に、図3、図4に示す六価クロムを混合した試験体に対する溶出試験結果より、前述した六価クロム非混合の試験結果と同様の傾向を持つことが確認された。これらの傾向の要因として、ブランクに対する溶出試験結果で述べたように、セメントに元々含まれていた水溶性の六価クロムに対してのみ還元作用が働いたと考えられる。全ての結果を通して、グルコースを0.1%以上含有した糖水溶液を用いることで、セメントペーストからの六価クロム溶出を低減できることが明らかになった。したがって、グルコースを含む廃棄糖シロップが、再生路盤材からの六価クロム溶出低減効果を十分に有し、低コストの還元材料として利用できる可能性が、本実験結果より示唆された。

5. まとめ

六価クロムを混合したセメントペーストに対して溶出試験を行った結果、六価クロム混合の有無にかかわらず同程度の六価クロムが検出された。今後の課題として、六価クロムの含有、および混合方法の改善が挙げられる。その一方で、グルコースによる六価クロムの還元作用が確認され、再生路盤材中の六価クロム溶出に対する低減方法として、十分な性能を有することが明らかになった。今回の試験では、六価クロムを還元するために、24時間糖水溶液に浸漬したが、今後は、より短期間で、例えば、12時間、1時間の浸漬であっても、六価クロムに対して十分な還元が行われるか否かを検証して、実際の再生路盤材への適用に繋げたい。

参考文献

- 1) 黒田泰弘, 奥石直幸: セメントコンクリートからの六価クロム溶出に及ぼす各種要因の影響, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 75, No. 650, pp. 715-722, 2015.
- 2) 宇賀神尊信: セメントに含まれる微量成分の環境への影響, コンクリート工学, Vol. 39, No. 4, pp. 14-19, 2001.
- 3) 新井田良一, 新田弘之, 西崎到: 還元糖などを用いた再生路盤材からの六価クロム溶出低減方法に関する研究, 土木学会論文集 E1, Vol. 71, No. 3, pp. 211-216, 2015.

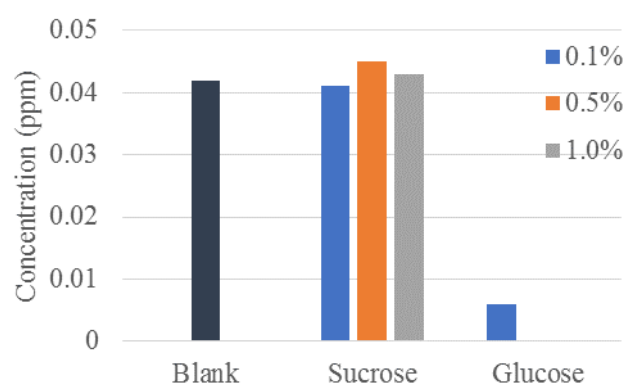


図2 溶出試験結果 (六価クロム濃度 0.00ppm)

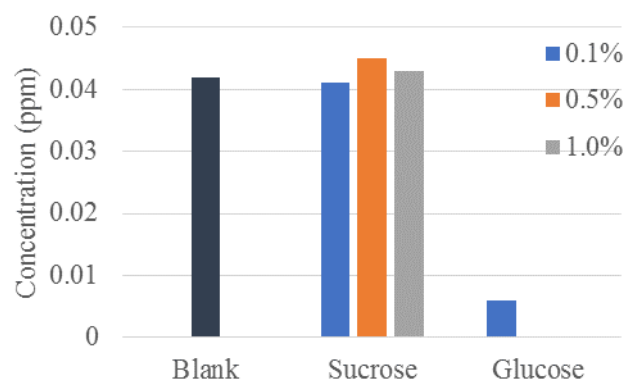


図3 溶出試験結果 (六価クロム濃度 1.00ppm)

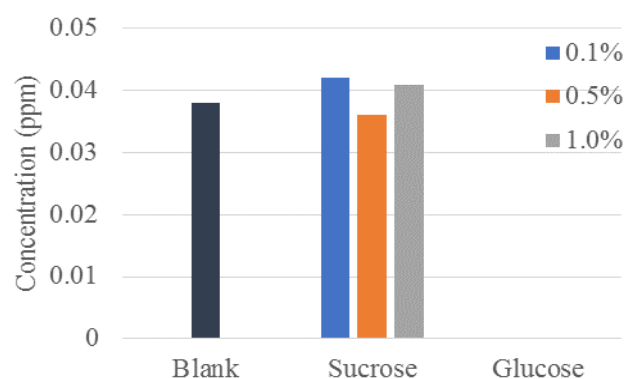


図4 溶出試験結果 (六価クロム濃度 2.00ppm)