

還元糖によるコンクリート破砕材の六価クロム溶出抑制効果に関する研究

前田 道路(株)技術研究所 正会員 ○新井田良一
国立研究開発法人 土木研究所 正会員 新田 弘之
〃 〃 西崎 到

1. はじめに

環境循環型社会が推進される中、土木分野においても低環境負荷であるリサイクル材の利用が進んでいる。建築解体材等から発生するセメントコンクリート発生材もリサイクルが進んでいるものの一つであり、その多くは路盤材や構造物の基礎などに使用されている。一方、セメントコンクリート発生材を原料とする再生路盤材からは微量の六価クロムが溶出することがあり、舗装再生便覧(平成22年度版)では、溶出の程度の確認が推奨されている。これに対し、セメントコンクリート破砕材(以後、コンクリート破砕材とする)の六価クロム溶出を抑制する方法として、さまざまな技術が開発され対応も進んでいる。

本研究では、比較的安価で安定して入手可能であり、使用周辺環境に害を及ぼす恐れのない還元糖を還元剤として添加・混合することにより、六価クロムを無害である三価クロムに還元処理する方法の検討を行った。

2. 検討方法

2.1 検討試験項目

本研究では、糖類を使用し、六価クロムを三価クロムに還元する方法について以下のような検討を行った。
(検討①)還元の有効な糖の選定
(検討②)糖の量と還元効果の確認
(検討③)経過日数による還元効果の確認

2.2 使用材料

検討に使用した糖は、表-1のような、還元作用をもつ単糖類・二糖類に分類されるものを用いた。また、スクロースは還元作用を持たないが、一般に多用されている白砂糖の主成分であり、改めて利用可否を確認するために加えた。コンクリート破砕物は、いくつかのコンクリート廃材をそれぞれ破砕・風乾し、2mm以下に分級したものの中から六価クロム溶出量が多いものを選び用いた。

2.3 測定方法

測定方法として、検討番号ごとの溶出方法を表-2に示す。各々の溶出方法で作製された検液について、ジフェニルカルバジド+硫酸混合溶液法¹⁾により発色させ、分光光度計を用い、吸光度により六価クロム濃度を測定した。

2.4 溶出抑制剤添加量・方法

検討①、②、③における実施条件を表-3、4、5に示す。検討①は、コンクリート破砕材に糖類を一律10%で混合し、ただちに所定の水を注入し振とうさせ、溶出検液を得た。検討②では、濃度を0%から25%まで6段階に変更した糖水溶液を、コンクリート破砕材に対して5%噴霧・混合し、0~3日間静置した後に溶出させ検液を得た。検討③では、0%から1%まで3段階に調製した糖水溶液を、コンクリート破砕材に5%噴霧・混合し、0~30日間静置した後に溶出させ検液を得た。

表-1 使用した糖の種類

糖類の種類	単糖類	二糖類
分子式	$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$
代表的な化合物の例	グルコース(ブドウ糖)	スクロース(ショ糖)
	フルクトース(果糖)	マルトース(麦芽糖)
	ガラクトース	ラクトース(乳糖)
性質	二糖類や多糖類の構成単位で、これ以上加水分解されない。水に溶けやすく、還元作用を示す。	酸または酵素により加水分解されて単糖2分子を生じる。還元作用を示す(スクロースは除く)。

表-2 検討番号ごとの溶出方法

検討番号	①	②・③
溶出方法	簡易法 ²⁾	環告46号
固液比	1:4	1:10
振とう時間	5分間	6時間
ろ過方法	0.45μmフィルターでろ過	0.45μmフィルターでろ過

表-3 実施条件(検討①)

条件	コンクリート破砕材	糖添加量		溶出に用いる蒸留水の量
	(g)	(%)	(g)	(mL)
無添加	15.0	-	-	60.0
糖(各種類)	15.0	10.0	1.5	60.0

表-4 実施条件(検討②)

添加した糖量	糖水溶液濃度	コンクリート破砕材	噴霧量		溶出に用いる蒸留水の量
(対コンクリート破砕材)(%)	外割(%)	(g)	(%)	(g)	(mL)
0.000	0.0	10.0	5.0	0.5	100.0
0.025	0.5	10.0	5.0	0.5	100.0
0.050	1.0	10.0	5.0	0.5	100.0
0.150	3.0	10.0	5.0	0.5	100.0
0.250	5.0	10.0	5.0	0.5	100.0
1.250	25.0	10.0	5.0	0.5	100.0

キーワード: コンクリート破砕材, 六価クロム, 還元糖, 糖, 還元, 再生路盤材

連絡先: 〒300-4111 茨城県土浦市大畑 208 前田道路株式会社 技術研究所 029-833-4311

表-5 実施条件(検討③)

添加した糖量	糖水溶液濃度	コンクリート破砕材	噴霧量	溶出に用いる蒸留水の量
(対コンクリート破砕材)(%)	外割(%)	(g)	(%) (g)	(mL)
0.000	0.0	10.0	5.0 0.5	100.0
0.025	0.5	10.0	5.0 0.5	100.0
0.050	1.0	10.0	5.0 0.5	100.0

3. 結果

3.1 還元有効な糖の選定(検討①)

検討①では、簡易法²⁾(振とう5分間)において溶出低減効果を比較した結果を図-1に示す。還元作用をもたないスクロースの六価クロムは減少せず、その他の糖(還元糖)は六価クロムが減少した。特に、フルクトースの六価クロムが減少した。

3.2 糖の量と還元効果の確認(検討②)

検討①で最も大きな還元効果を示した、フルクトースを使用して、糖の添加量による還元効果を確認した。結果を図-2に示す。混合当日に溶出試験をした場合を除き、コンクリート破砕材に対する糖が0.15%までは、糖が増加するにつれ、六価クロム測定値も減少することが確認され、0.15%を超えると、効果の度合いが緩やかになった。また、混合後に溶出試験を行うまで放置する日数が長い程、六価クロム測定値が減少する結果となった。糖無添加の六価クロム溶出量0.085mg/Lの試料の場合、環境基準値である0.05mg/Lを満足させるために、コンクリート破砕材に対して糖を0.05%程度添加すればよいことが分かった。

3.3 経過日数による還元効果の確認(検討③)

検討②により、コンクリート破砕材に糖を噴霧・混合後の放置時間が長くなるにつれ、六価クロムが低減する効果が確認されたため、糖溶液を噴霧・混合後30日まで段階的に放置した試料の六価クロムを測定した。今回は、フルクトースに追加し、同じ単糖類で、フルクトースよりも安価で安定して入手が可能であるグルコースも併せて検討した。結果を図-3に示す。経過日数と共に六価クロム測定値が減少していき、最終的にどの添加量においても環境基準値(0.05mg/L)以下になった。フルクトースとグルコースの両者を比較すると、検討①と同様に、フルクトースの方が効果的に六価クロムを還元する結果となった。

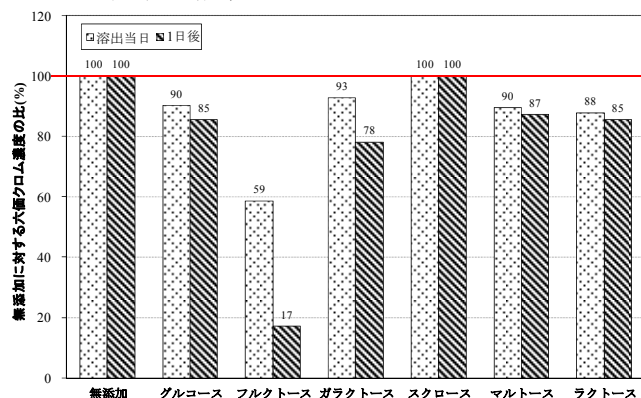


図-1 糖の種類による還元効果の違い

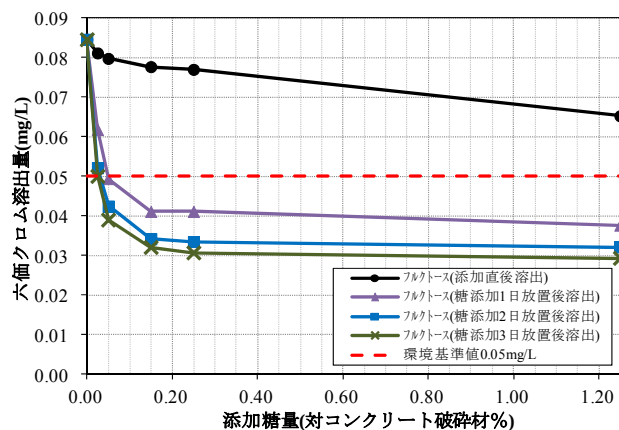


図-2 添加した糖の量と還元効果の確認

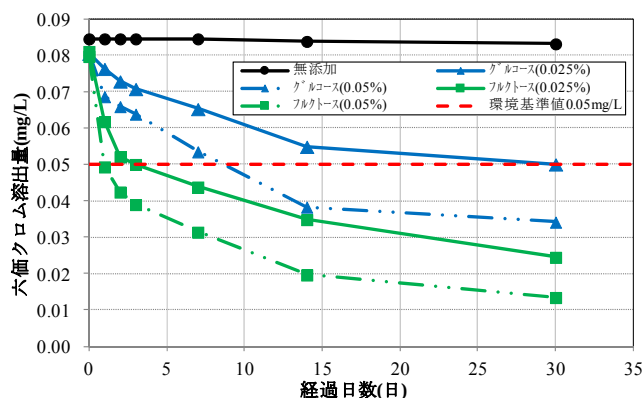


図-3 30日経過後までの六価クロム溶出量

4. まとめ

本検討から得られた知見を以下に示す。

- ①コンクリート破砕材に還元作用のある糖(還元糖)を添加すると、六価クロムの溶出量が減少することが確認できた。最も六価クロムが減少する還元糖は、フルクトース(果糖)であった
- ②コンクリート破砕材にフルクトースを添加する場合、添加量が0.15%までは、糖が多くなるほど、六価クロム測定値が減少し、0.15%を超えると、効果の度合いは緩やかになった。
- ③溶出抑制剤として、還元糖を噴霧混合したコンクリート破砕材の六価クロム溶出量は、時間経過とともに低下した

今回、一種類のコンクリート破砕材を用いて還元糖による六価クロム還元効果を把握した。しかし、再生路盤材は、様々な建築解体材等を原料とするので、化学的に必ずしも一定ではない。そこで、様々な製造ロットのコンクリート破砕材において、効果の確認を行い、一定の効果が得られる配合等の条件を確立し、工場実機において導入できる方法の検討をさらに進めていきたい。

【参考文献】

- 1) 新井田良一, 新田弘之, 西崎到: 再生路盤材からの六価クロム溶出濃度の評価方法に関する研究, 第30回日本道路会議, V-3136, 平成25年10月
- 2) 新田弘之, 西崎到: 再生路盤材からの六価クロム溶出評価に関する検討, 舗装47-4, P.8-12, 2012年4月