

廃シロップ添加がセメント改良土の強度および六価クロム溶出特性に及ぼす影響

香川大学 学生会員 ○山谷 健介, 柴田 慶一郎

フェロー会員 吉田 秀典, 正会員 松本 直通

1. はじめに

構造物を建設する際、地盤の支持力等を調査する。地盤が軟弱である場合、構造物が大幅に変形したり、地盤の液状化が発生したりするため、軟弱地盤に対しては地盤改良を行う必要がある。強度確保を目的としてセメント系固化材にて地盤改良を行う場合、環境基準値 (0.05mg/L) を超える六価クロム (以降 Cr^{6+}) がセメント系固化材から溶出する可能性がある。セメント系改良土からの Cr^{6+} 溶出の現状をまとめた研究¹⁾によれば、調査された土壌の 13% から基準値を超える Cr^{6+} が発生したことが報告された。近年では、土壤環境基準や地下水環境基準の整備が進められたことで、セメント系改良土からの Cr^{6+} 溶出が改めて顕在化し、社会問題となっている。そこで本研究では、セメント系材料からの Cr^{6+} の溶出低減を目的とし、賞味期限切れの糖シロップ添加がセメント改良土の強度特性ならびに Cr^{6+} 溶出特性に与える影響について検証した。具体的には、廃シロップを添加したセメントと黒ぼく土を混合し、改良土に対する強度試験および溶出試験を通して、強度ならびに Cr^{6+} 溶出特性を評価する。

2. 廃シロップ

グルコースなど、構造内にアルデヒド基を持つ糖は還元性を示すため、セメント中の Cr^{6+} との間で酸化還元反応を引き起こし、 Cr^{6+} を無害な三価クロム (以降 Cr^{3+}) に還元することが可能であると思われる²⁾。また、グルコースが酸化されることで生成されるグルコン酸は、減水剤としての機能を示すことが報告されているため³⁾、セメント粒子の分散性を向上させることが可能であると思われる。本研究で使用した廃シロップには様々な糖分が含まれており (図1参照)、各糖の還元性を判断するために、当該シロップだけでなく、複数の糖を用いて試験を行った。用いた糖の種類は、グルコース、スクロース、アロース、HFCS (異性化糖) である。

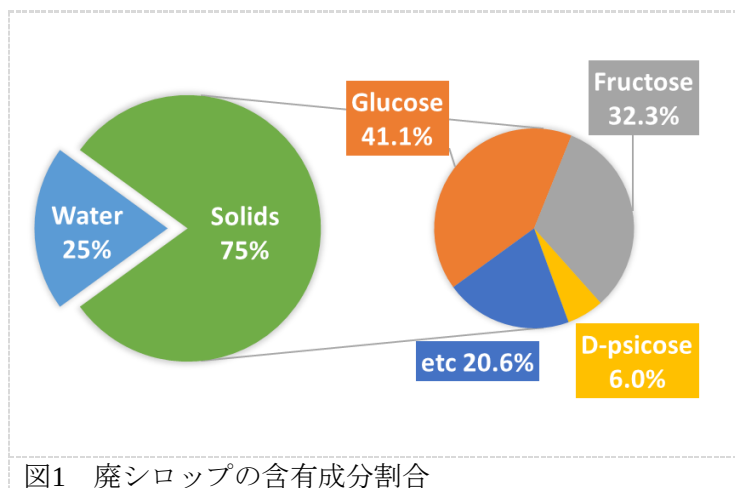


図1 廃シロップの含有成分割合

3. 供試体と試験方法

供試体は、日本セメント協会規格の「セメント系固化材による改良体の強さ試験方法 (JCAS L-01:2006)」にしたがって作製した。セメントは、土壌 1m³ あたり 100kg を混合し、混合方法はスラリー (W/C=240) とした。廃シロップはセメント質量の 0.25% を添加した。 Cr^{6+} の溶出特性を評価するために、環境通知第 46 号にしたがって溶出試験を、また、廃棄材料を添加した改良土の強度特性を評価するために、土の一軸圧縮試験方法 (JIS A 1216) にしたがって強度試験を実施した。なお、再現性を確保するため、各供試体を 3 体ずつ用意し、試験結果等はその平均値を示す。

4. 試験結果

廃シロップならびに各糖類を添加した供試体の一軸圧縮試験結果を図 2 に示す。Unimproved は土壌のみで構成された供試体である。Blank はセメントによる改良を施しているが糖類を添加していない供試体である。図 2 より、廃シロップを添加した供試体の 28 日強度は、Blank に対して大幅に向上した。しかしながら、各

キーワード 六価クロム, 廃シロップ, 還元, セメント改良土

連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 TEL 087-864-2157

糖類を添加した供試体の強度は、廃シロップを添加した供試体の強度よりも低くなった。増粘剤を添加することでコンクリートの自己充填性が向上することが報告されている⁴⁾。廃シロップは、各糖の水溶液に比べて粘度が高いため、改良土の充填性を向上させたことで強度が向上した可能性がある。

つぎに、廃シロップおよび各糖類を添加した供試体の溶出試験結果を図3に示す。未改良土(Unimproved)にはセメント系材料を添加していないため、 Cr^{6+} は

Unimproved から溶出していない。7日養生のBlankからは基準値を超える Cr^{6+} が溶出しているが、28日後には減少する。これは、 Cr^{6+} が水和生成物によって固定化されたことが理由と考えられる。溶出濃度は、廃シロップを添加した場合に最も低い。これは、廃シロップに含まれる還元糖によって Cr^{6+} が Cr^{3+} に還元されたことが理由と考えられる。また、スクロースは二糖類で還元糖ではないため溶出濃度は比較的高く、他方、アロースとグルコースは同じ単糖類であるため結果が類似したと考えられる。HFCSはグルコース、フルクトースに加えて、スクロースを主成分として含んでいるため、廃シロップに比べて溶出濃度は高くなったと考えられる。

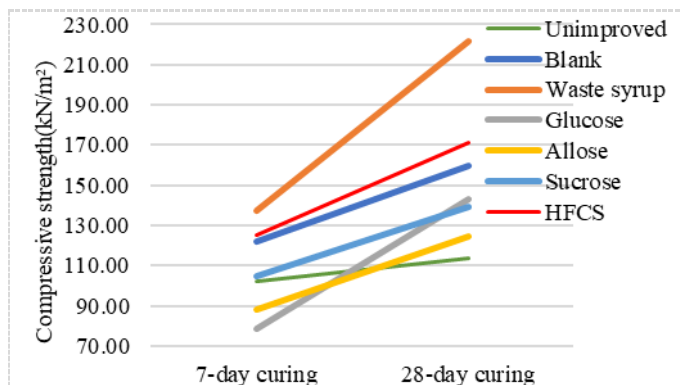


図2 圧縮試験結果

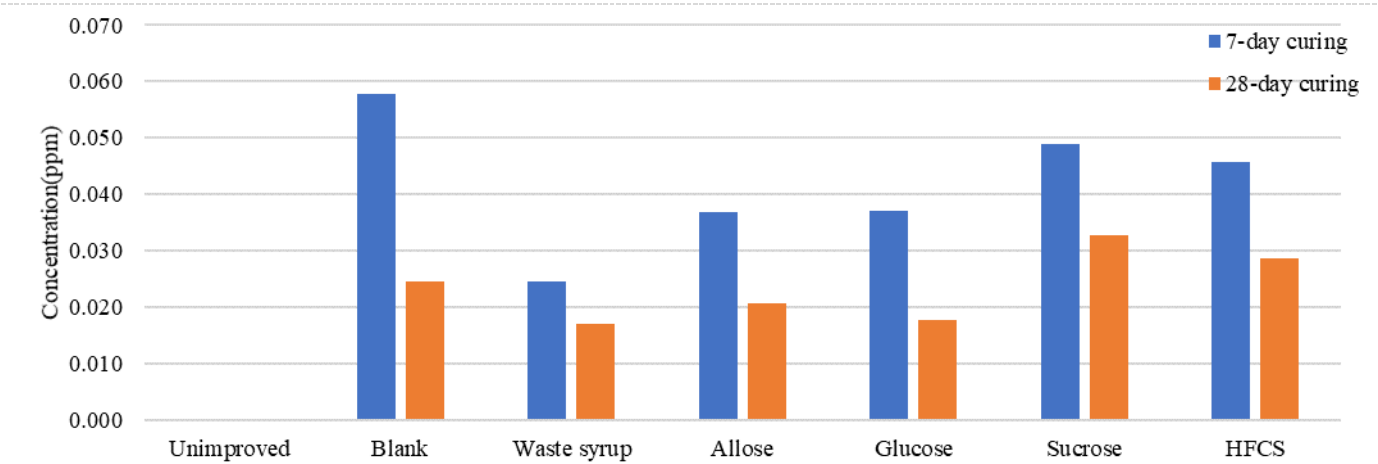


図3 溶出試験結果

5. まとめ

本研究の結果から、セメント改良土に廃シロップを添加することで、強度の向上と Cr^{6+} の還元処理が可能であることが明らかになった。今後は、糖成分の分析や、多糖類を用いた試験を行うことで強度増加の要因を特定する必要がある。また、廃シロップを添加することで、地盤改良に必要なセメント量を減らせることが示唆された。そのため、セメント量を減じた場合にも十分な強度が得られるかを検証する必要がある。

参考文献

- 1) 阪部秀雄, 澤孝平, 中山義久, 白木音信: セメント系改良土などからの六価クロム溶出の現状と傾向-過去3年間の溶出試験データに基づく分析, 材料, Vol. 61, No. 1, pp. 7-10, 2012
- 2) 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.
- 3) 竹内徹, 長瀧重義, 大即信明, 番匠谷英司: コンクリートのスランプの長時間保持に関する実験的研究, 土木学会論文集, Vol. 36, No. 571, pp. 15-25, 1997.
- 4) 坂田昇, 丸山久一, 南昌義: 増粘剤ウェランガムがフレッシュコンクリートの自己充填性に及ぼす影響, 土木学会論文集, Vol. 31, No. 538, pp. 57-68, 1996.