セメントコンクリート再生骨材の六価クロム溶出判定の簡易方法の検討

独立行政法人土木研究所　正会員　○新田　弘之
正会員　森濱　和正
〃　正会員　西崎　到

1. はじめに

セメント・コンクリート塊から製造される再生砂や再生骨材は，セメント成分からの六価クロムの溶出があることがあり，特に再生砂においては，土壌環境基準を超えて溶出が認められることもある。土壌環境基準は，環境庁告示46号の方法（以下，環告法）により，試験が行われるが，溶出に6時間かかり，溶出液の分析には専門の分析機器が必要となるなど，日常の管理には費用的にも時間的にも大きな負担となっている。このため，日常の管理に利用可能な簡易分析が必要となっている。

そこで，本研究では，セメント・コンクリート塊からの再生製品を対象として，六価クロムの溶出を迅速でかつ安価に分析できる簡易分析法の開発を行ったので報告する。

2. 方法

(1)サンプル

サンプルは，W/C比を30,50,70として作製したコンクリートを破砕し，室内で空中養生し，養生期間を変えて，中性化の程度を変えることによって，六価クロムの溶出程度を変化させた。

(2)溶出試験

試験に用いるサンプルは，土壌環境基準に合わせて2mm以下にふるったものとした。溶出試験は，図-1に示すように，200mLサンプル瓶の中に，サンプル15gと純水60mLを入れて行った。これまでの検討[1)]を参考にして，溶出濃度を高くできるようにしている。溶出量は，粒度分布により大きな影響を受けるため，サンプルは四分法によりばらつきのないように採取し，1つのサンプルに対し3回行った。

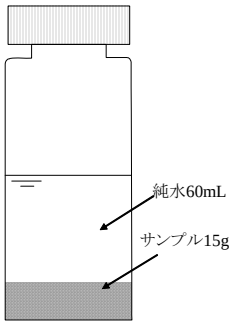

図-1　溶出試験

試験手順は，図-1の状態まで準備した後，①手で激しく上下に振るい，②固液が分離するように静置し，③上澄みをシリンジで吸引し，④シリンジの先端に孔径0.45μmメンブランフィルターをセットしたろ過器を取り付け，⑤シリンジを押してろ過することによって，ろ液を作製した。

(3)六価クロムの分析

六価クロムの分析は表-1に示すように，ジフェニルカルバジド系の試薬を用い，目視（色見本）や吸光度計を利用するなどして，溶液の濃度を測定するタイプで比較的安価なものをいくつか使用した。

表-1　六価クロム濃度の簡易分析

	試薬	分析器
分析1	ジフェニルカルバジド系，pH緩衝剤入り	携帯型の分光光度計（0.05mg/L以上のCr6+が測定可能）
分析2	ジフェニルカルバジド系，pH緩衝剤入り	携帯型の分光光度計（0.050mg/L以上のCr6+が測定可能）
分析3	ジフェニルカルバジド系，pH緩衝剤入り	色見本と目視で比較し判定（0.01mg/Lきざみ）
分析4	ジフェニルカルバジド系，pH緩衝剤入り	分光光度計（0.02mg/L以上のCr6+が測定可能）

3. 溶出方法の検討

六価クロムは溶出しやすいため，環告法で行われる6時間の溶出試験を短くすることができると考え，できるだけ短くするため，振とう時間に関する検討を行った。

振とう時間を2，5，60，360分と変化させて試験をした結果を図-2に示す。図のように，360分後に比べて5分後で94%の値となっており，5分と60分は同じ値であった。したがって，溶出時間は5分間とすることにした。

4. 環境庁告示第46号との比較

表-1の1～4の分析法と，環告法を行い，比較検討を行った。結果を図-3に示す。なお，分析1～3においては，0.05mg/L未満の濃度は測定できないため，0.05mg/L未満との判定になったものは全て0.04mg/Lとしてプロ

Key word： リサイクル，セメント・コンクリート塊，再生骨材，六価クロム，溶出試験
連絡先：〒305-8516　茨城県つくば市南原1-6　Tel：029-879-6763　Fax：029-879-6733

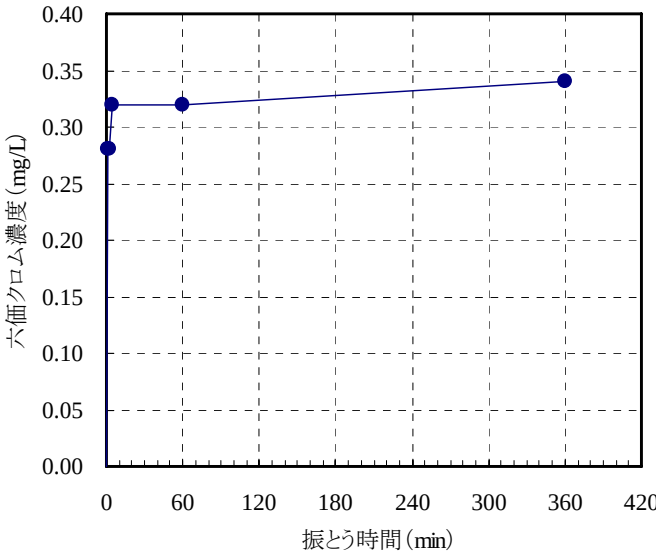

図-2　溶出時間の検討

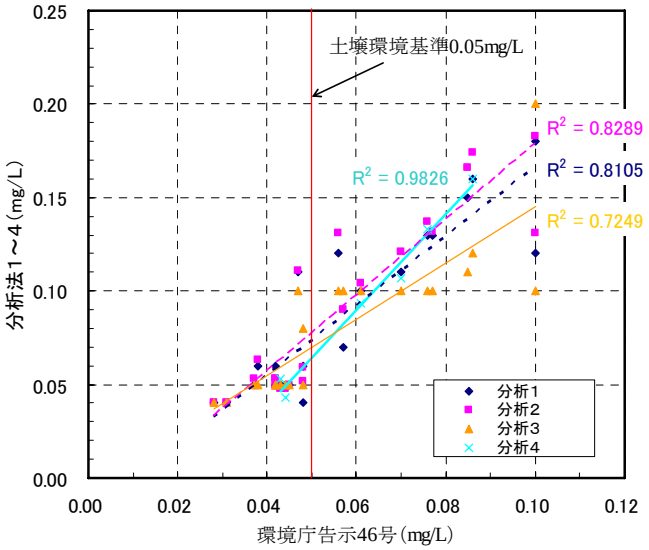

図-3　簡易分析法と環境庁告示 46 号法との比較

ットしている。

いずれも相関性が高いが，分析３の色見本による濃度判定では，若干相関性が低くなっており，近似線から離れた点も多くなっている。分析４は測定回数が他の分析より少なかったが，相関性は極めて高く，環告法での溶出結果を十分に予想できるものであることが分かった。

5. 判定方法

図-3 のデータを用いて，実際に簡易方法で行う場合の判定値について検討した。環告法での六価クロムの溶出基準値は 0.05mg/L であるので，図-3 の相関性から 0.05mg/L での予測値，標準誤差，95%信頼区間を算出した。

表-2　簡易分析法と環境庁告示 46 号法との比較

	0.05のときの標準誤差	0.05のときの95%信頼区間		判定値
分析1	0.00410	0.070	0.078	0.07≦
分析2	0.00421	0.0731	0.0815	0.073≦
分析3	0.00425	0.066	0.074	0.07≦
分析4	0.00182	0.048	0.052	0.05≦

結果を表-2 に示す。分析法毎に相関式が異なるので，0.05mg/L に対応する数値は異なっている。ここで，信頼区間は，分析器が求めることのできる桁より一つ多く示している。判定値は，実際の分析結果を元にして判断するので，それぞれの分析器が求めることのできる値にしている。

簡易法と環告法では，固液比が異なることから，簡易法の方が 2.5 倍の濃度になる場合も考えられるが，判定値はそれほどの差にはならなかった。これは，濃度が濃いことによる影響が考えられ，例えば pH の影響，溶出妨害物質の濃度の影響なども考えられた。しかし，今回は，それを突き止めるまでに至っていない。

また，分析法４では相関性こそ高かったが，判定の境目になる 0.05mg/L 付近でのデータが少なかった。今回の検討は，環告法での値の予測ではなく，0.05mg/L の溶出を判定することを主眼としていることから，今後さらにこの付近でのデータを増やしていく必要があると思われる。

6. おわりに

今回，六価クロムの簡易分析について検討した。本法は，現場でスクリーニングとしての利用を想定している。したがって，環告法の基準値である 0.05mg/L を判定できればいいという考え方で作成している。この分析で溶出のおそれがあると判定された場合には，環告法を実施し正確な値を求めるのがよいと思われる。

今後，さらにデータを増やすなどして，早期に分析法を完成させたいと思う。

参考文献

1) 土木研究所他：簡易分析技術を用いた重金属類を含む土砂を判定する手法の開発に関する共同研究報告書，土木研究所共同研究報告書、第 375 号，平成 19 年 3 月