

環境安全品質試験における銅スラグ細骨材使用コンクリートの利用模擬試料に関する検討

正会員 ○堀 秀一*1 正会員 森内 隆裕*2
 同 児玉 寛*1 同 安田 慎吾*3
 同 前田 朗*4 同 山崎 順二*5

銅スラグ細骨材 環境安全品質 鉛含有量
 利用模擬試料 受渡判定値 混合率

1. はじめに

2016年に改正された JIS A 5011-3 コンクリート用スラグ骨材 第3部:銅スラグ骨材において、銅スラグ細骨材(以下 CUS)の環境安全品質基準が設定された。これに伴い、同規格の附属書 C(銅スラグ細骨材の環境安全受渡検査判定値の設定方法)が規定されたことにより、利用模擬試料によるコンクリート中の含有量測定値が環境安全受渡検査判定値の設定に適用されるようになった。

そこで本報は、受渡判定値の設定に供する利用模擬試料の配合の違いがコンクリート中の鉛(Pb)およびヒ素(As)の含有量に及ぼす影響を示すとともに、その結果に基づいた CUS を使用したコンクリートの調合に応じた受渡判定値の設定方法に関する私案を提示することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 実験の要因と水準

利用模擬試料は、水セメント比、セメント種類、単位水量および CUS 単位量を要因とし、表 1 に示す水準において、表 2 に示す組合せで計 13 種類の利用模擬試料を作製し、鉛およびヒ素の含有量を測定した。利用模擬試料の作製に用いた CUS は全て同じロットの製品である。

2.2 試験方法

試験方法は、JIS A 5011-3 附属書 B(銅スラグ細骨材の環境安全品質試験方法)により供試体の成形後、分析用試料の調整を行い、JIS K 0058-2(スラグ類の化学含有量物質試験方法-第2部:含有量試験方法)に準じて含有量の測定を行った。Pb および As の含有量は、粗砕分級した 2mm 以下の試料 6g に 1mol/L の塩酸を 200ml 加え、振とう幅 4~5cm・200 回/分で 2 時間振とうした直後に 0.45 μm メンブレンフィルターを用いて吸引濾過したろ液を分析用の検液とし、Pb は ICP 発光分光分析法によって、As は原子吸光法によって測定した。

3. 実験結果

3.1 利用模擬試料における Pb および As の測定結果

利用模擬試料の各種調合における CUS 混合率に対する Pb および As の含有量測定結果の一覧を表 3 に示す。表中に示す「CUS」は、利用模擬試料を作製した際のコンクリートの調合における単位 CUS 量を表し、「CUS 混合率」は、全細骨材に対する CUS の質量もしくは絶対容積の比を百分率で表した数値である。

3.2 単位 CUS 量と含有量の関係

図 1 に、単位 CUS 量と利用模擬試料中の Pb 含有量および As 含有量の関係は、Pb および As とともに、W/C50%および W/C65%の試料において単位 CUS 量との間に高い正の相関が確認できた。

表 1 実験の要因と水準

要因	水準
水セメント比 (%)	65・50・35
セメントの種類	N・BB
単位水量 (kg/m ³)	165・180
単位 CUS 量 (kg/m ³)	0・100・300・500・600

表 2 利用模擬試料の種類および調合概要

W/C (%)	W (kg/m ³)	CUS 単位量(kg/m ³)					セメント種類	設定 SL(cm)
		0	100	300	500	600		
65	180		○	○	○		N	18
50	180	○	○	○	○	○	N	18
50	180			○			BB	18
50	165			○			N	8
35	180		○	○	○		N	18

表 3 利用模擬試料の CUS 混合率と Pb・As 含有量一覧

W/C (%)	セメント種類	W (kg/m ³)	CUS (kg/m ³)	CUS 混合率 (%)		含有量(mg/kg)			
				質量	容積	Pb	As		
65	N	180	100	11	8	70	127		
65			300	30	24	127	102		
65			500	48	41	185	144		
50			0	0	0	35	23		
50			100	12	9	57	37		
50			300	33	27	115	88		
50			500	52	45	154	122		
50			600	61	54	208	167		
50			BB		100	34	27	143	107
50			N	165	300	34	28	130	101
35	100	14			11	54	43		
35	300	40			33	98	87		
35	500	62			55	42	31		

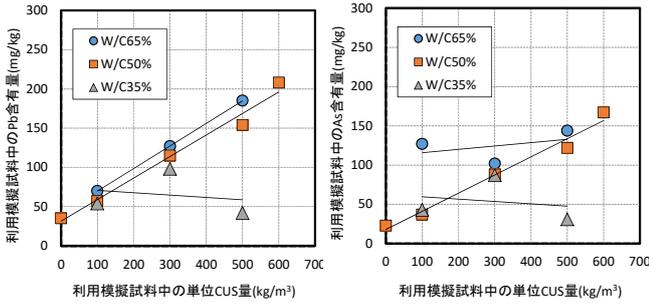


図1 利用模擬試料の単位 CUS 量と Pb および As 含有量

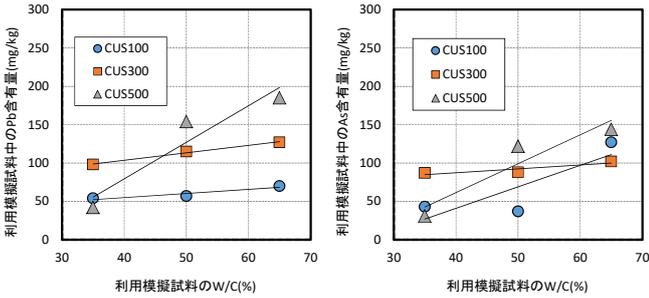


図2 利用模擬試料の W/C と Pb および As 含有量

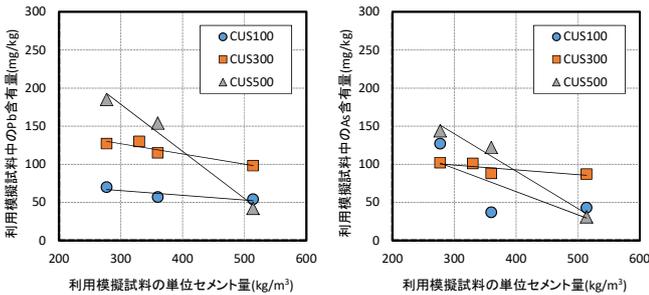


図3 利用模擬試料の単位セメント量と Pb および As 含有量

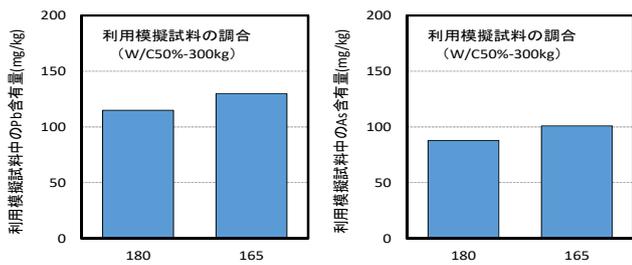


図4 利用模擬試料の単位水量と Pb および As 含有量

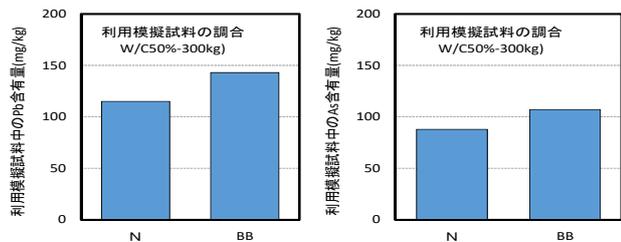


図5 利用模擬試料のセメント種類と Pb および As 含有量

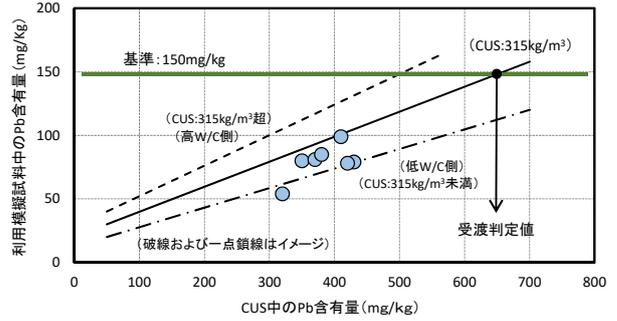


図6 Pb 含有量に対する CUS 受渡判定値のイメージ

3.2 水セメント比と含有量の関係

利用模擬試料の水セメント比(W/C)と Pb および As 含有量の関係を図2に示す。凡例の数値は単位 CUS 量を示す。W/C が大きくなるほど同じ単位 CUS 量においても含有量が大きくなる傾向が伺え、さらに単位 CUS 量が 500kg/m³ の場合にその傾向が顕著となった。

3.3 単位セメント量と含有量の関係

図3に、利用模擬試料の単位セメント量と Pb および As 含有量の関係を示す。単位セメント量が少ない貧配合とほど Pb および As の含有量が増大する傾向にあった。

3.4 単位水量およびセメント種類と含有量の関係

図4に利用模擬試料の単位水量の違いによる影響を、図5にセメント種類の影響を示す。単位水量が少ない方が、かつ N よりも BB の方が、Pb および As とともに含有量が大きくなった。

4. CUS の受渡判定値の考え方

図6に、ロットの異なる7種の CUS 中の Pb 含有量と、それらを用いて作製した W/C55%、単位 CUS 量 315kg/m³ の利用模擬試料中の Pb 含有量との関係を示した。さらに図中には、利用模擬試料の単位 CUS 量もしくは W/C の違いを考慮した受渡判定値設定のためのイメージ(破線および一点鎖線)を追記した。更なるデータ蓄積が必要であるが、単位 CUS 量や W/C などに応じて Pb 含有量の変動するため、CUS 使用コンクリートの調合に応じた CUS の受渡判定値の設定が可能になると考えられる。

5. まとめ

CUS 使用コンクリート中の Pb および As の含有量は、単位 CUS 量が多いほど、単位セメント量が少なく単位水量が小さいほど、また水セメント比が大きいほど、さらに N よりも BB の方が、Pb および As 含有量の測定値が大きくなることが分かった。今後、本報に示した受渡判定値に関する合理的な考え方が、CUS の更なる有効利用や利用促進の一助となることを期待したい。

【謝辞】本報の実験結果は、大阪兵庫生コンクリート工業組合「銅スラグ細骨材の活用に関する調査研究 WG」によるものである。WG 関係各位にはここに記して敬意を表します。

*1 新関西菱光(株)
 *2 加美コンクリート(株)
 *3 (株)関西宇部
 *4 大阪兵庫生コンクリート工業組合
 *5 (株)浅沼組 技術研究所

*1 Sinkansairyoko Corporation
 *2 Kami Concrete Corporation
 *3 Kansai Ube Corporation
 *4 Osaka-Hyogo Ready Mixed Concrete Industrial Association
 *5 Technical Research Institute of Asanuma Corporation