

資料 6

専門家会議事務局からの資料

地下ピット内における水と空気の水銀濃度の関係について

地下ピット内の水、観測井の地下水、海水について定量下限値を下げた方法による水銀の分析を行った結果、地下ピットの水から 0.0014~0.058 µg/L の水銀が検出された。これらの値は地下水環境基準の値 (0.0005mg/L = 0.5 µg/L、水道水質基準も同じ値) の 1/357 ~ 1/8.6 と低い濃度であり、水質としては全く問題のないレベルにある。

このような水銀濃度の水が地下ピット内に存在することにより地下ピット内の空気中の水銀濃度がどこまで上昇する可能性があるかについて、地下ピット内が換気の全くない密閉空間であると仮定し、気液平衡状態における空気中濃度を算定した。

気液平衡状態における水銀の水中濃度と空気中濃度の関係は次式で表される。

$$C_w = \frac{C_a}{H} \times \frac{1}{1000}$$

C_w : 水中濃度 (mg/L)

C_a : 空気中濃度 (mg/m³)

H : ヘンリー定数 (-) (水銀の 20-25 °C における $H = 4.74 \times 10^{-1}$)

1 : 水銀のヘンリー定数の値は、RBCA Tool Kit の中でデータベースとして整備されている値 (テキサス州の Texas Risk Reduction Program RG-366 TRRP-19 が出典元) を使用

表 1 に、11 月 3 日に採取された地下ピット内の水、観測井の地下水、海水における総水銀濃度と気液平衡状態において算定される空気中水銀濃度を示す。

地下ピット内で測定された 9 月 29 ~ 30 日の空気中水銀濃度は、ほとんどの地点において気液平衡状態の空気中水銀濃度として算定される値よりも 2 桁低い値となっている。このことから、地下ピット内で測定されている空気中の水銀濃度は地下ピット内の水に含まれる水銀が空気中に気化した場合には起こりうる状況であると判断される。

表 水中水銀濃度と気液平衡状態における空气中水銀濃度算定結果

		11月3日 水中水銀濃度 ($\mu\text{g/L}$)	気液平衡状態 空气中水銀濃度 算定値 ($\mu\text{g/m}^3$)	9月29~30日 地下ピット内 空气中水銀濃度 測定値 ($\mu\text{g/m}^3$)	
5 街区	海水	0.0012	0.57	-	
	地下水	0.035	17	-	
	青果棟	5-1	0.033	16	0.22
		5-2	0.0014	0.66	0.28
5-3		0.058	28	0.28	
6 街区	海水	<0.0002	<0.095	-	
	地下水	0.0069	3.3	-	
	水産仲卸 売場棟	6-1	0.0089	4.2	0.025
		6-2	0.010	4.7	0.024
		6-3	0.0096	4.6	0.017
加工パッケージ棟	0.011	5.2	0.008		
7 街区	海水	0.0008	0.38	-	
	地下水	0.096	46	-	
	水産卸 売場棟	7-1	0.020	9.5	0.044
		7-2	0.018	8.5	0.045
7-3		0.012	5.7	0.029	

水銀の有害大気汚染物質に係る指針値： $0.04 \mu\text{g/m}^3$ 以下

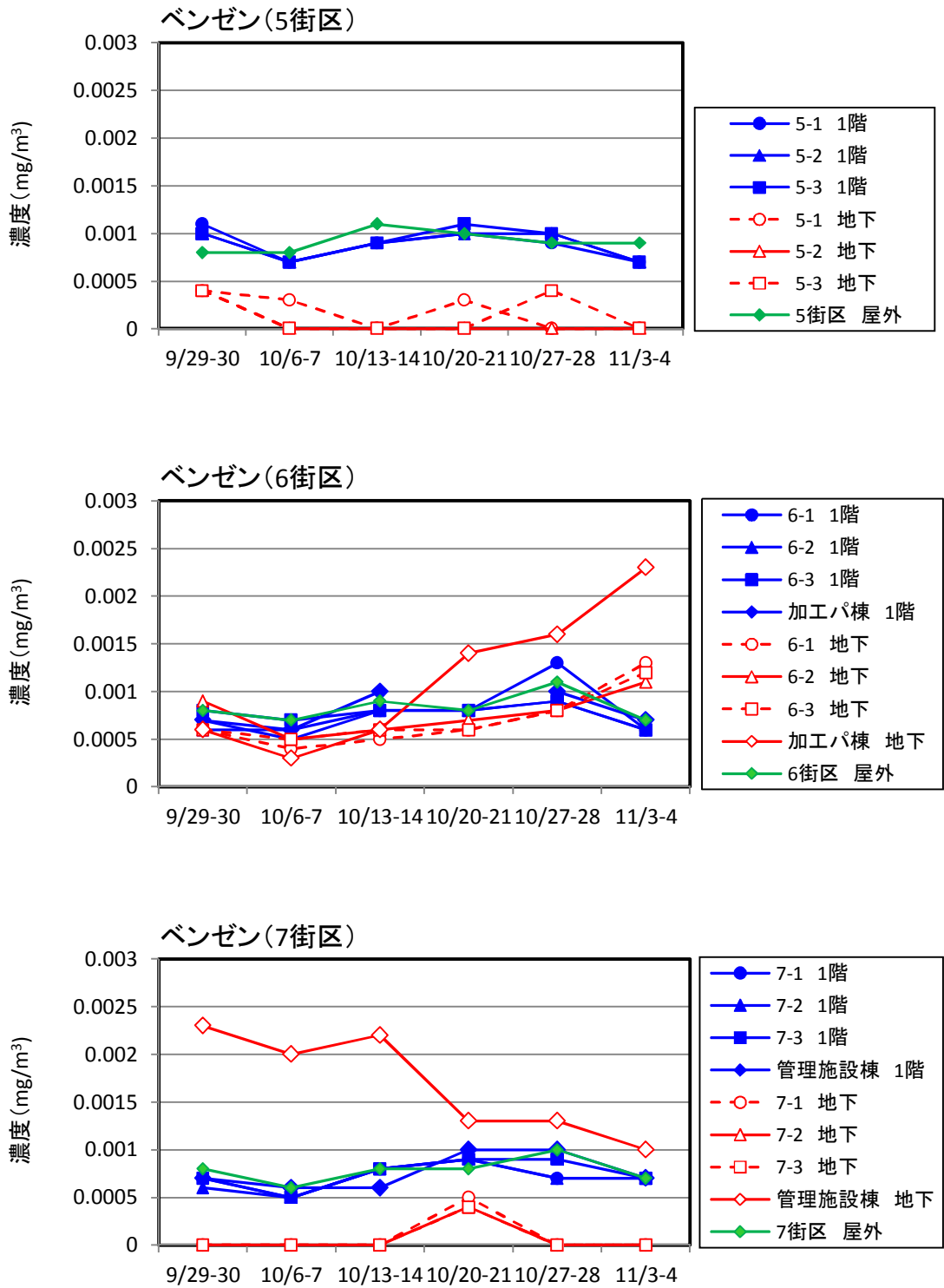


図1 建物1階及び地下ピットにおける空気濃度の変化(ベンゼン)

0.003

(大気環境基準: 0.03mg/m³以下)

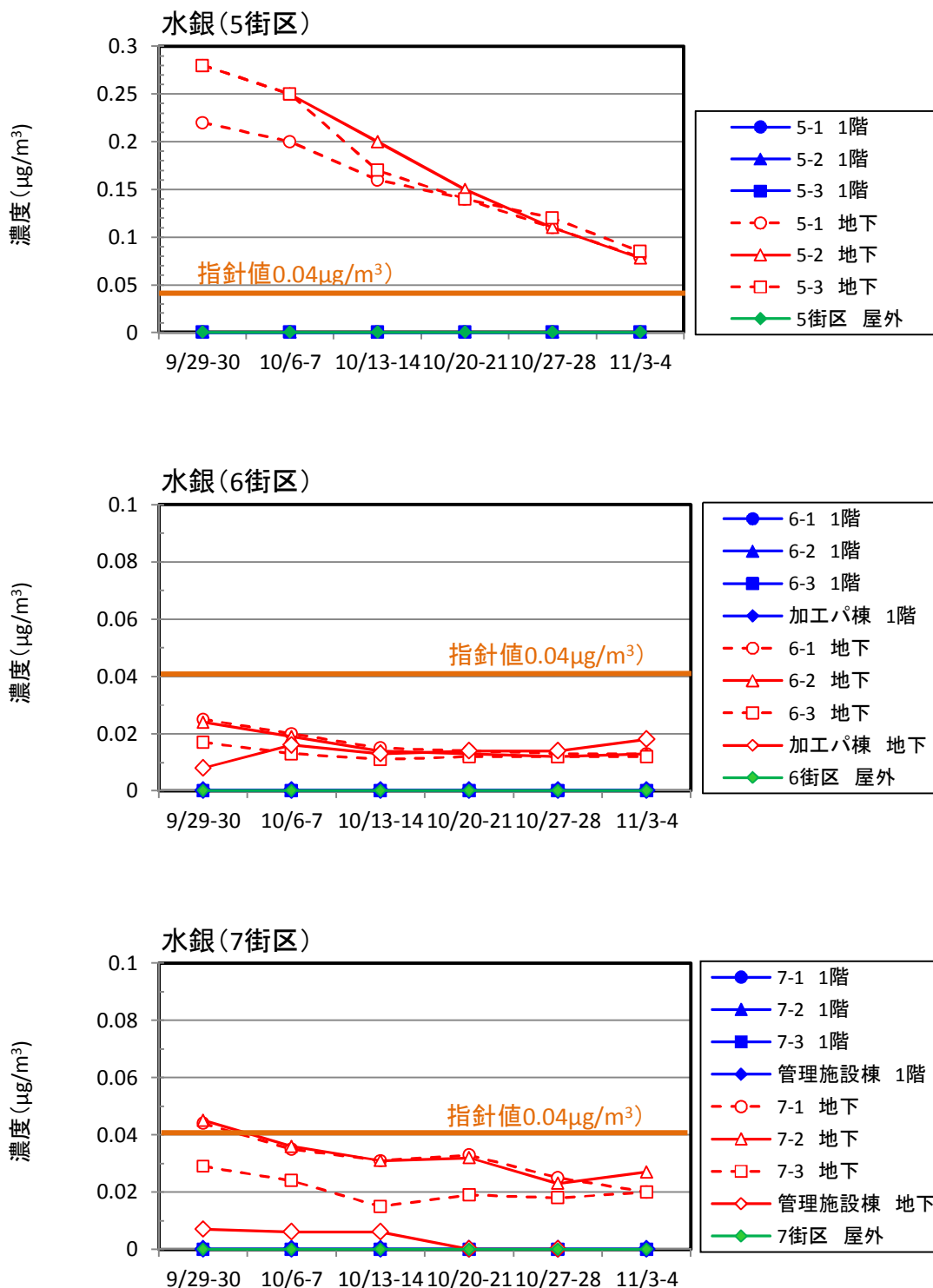


図2 建物1階及び地下ピットにおける空気濃度の変化(水銀)
 (有害大気汚染物質に係る指針値: 0.04 µg/m³以下)

地下ピット内の水からの六価クロムの検出について

1. コンクリートからの六価クロムの溶出について

供用されているコンクリート構造物からの六価クロムの溶出実態について、建設年代の異なる構造物からコアを採取し、溶出試験（環境省告示第46号）を実施した結果が表1に示すとおり報告されている¹⁾。

いずれも土壌環境基準以下の濃度であるが、供用年数による溶出濃度の違いは特に認められない。

表1 供用構造物より採取されたコンクリートから溶出する六価クロム濃度
(土木学会(2003)¹⁾を一部抜粋)

構造物	供用年数 (年)	中性化深さ (mm)	六価クロム濃度 (mg/L)		
			表面から 0~1cm	表面から 1~2cm	内部
1	1	1.6	0.036	-	0.022
		-	0.036		
2	約30	9.6	0.032	0.027	0.027
3	25	-	0.020	-	0.022
4	約30	-	0.027	0.013	-
		-	0.027		
5	約30	-	0.045	-	0.032
		-	0.032		
6	約30	-	0.029	-	0.019
		-	0.032		

2. コンクリートのブリージング水に含まれる六価クロムについて

土木及び建築工事の実施工においてランダムに採取されたコンクリートのブリージング水（ブリーディング）水について、表2に示す六価クロム濃度が報告されている¹⁾。

0.2mg/L、1.0mg/Lを示すものも各1件体あったが、^{86.7}~~86.9~~%の検体が土壌環境基準（0.05mg/L）以下の濃度であり、比較的六価クロムが溶出しやすい条件であるにも関わらずその溶出量が少ないことが報告されている¹⁾。

また、普通ポルトランドセメント3試料、高炉セメントB種3試料についてコンクリートのブリージング水の六価クロム濃度を室内試験により調べた結果として、表3が示されている¹⁾。この室内試験では、2.1~9.7mg/Lと地下水環境基準（0.05mg/L以下）を超過する六価クロム濃度が検出されている。

表2 ブリージング水に含まれる六価クロム濃度測定例¹⁾

六価クロム濃度(mg/L)	0	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	合計
検体数(検体)	6	7	0	1	0	1	0	15
割合(%)	40.0	46.7	0	6.7	0	6.7	0	100

分析方法：ジフェニルカルバジド法によるパックテスト

表3 プリージング量・pHとプリージング水の六価クロム濃度

(土木学会(2003)¹⁾を一部修正)

項目	普通ポルトランドセメント			高炉セメントB種		
	OPC-1	OPC-2	OPC-3	BB-1	BB-2	BB-3
プリージング量	0.18	0.26	0.18	0.11	0.18	0.15
プリージング率(%)	3.81	5.33	3.87	2.36	3.63	3.05
pH	12.8	12.9	13.0	12.7	12.7	12.7
六価クロム濃度(mg/L)	2.8	4.6	8.8	9.7	3.6	2.1

1: 試料採取方法: JISA 1123 (コンクリートのプリーディング試験方法) に準拠し採取

2: 六価クロム分析の前処理方法: 試料をよく混合し、0.45 μm のメンブレンフィルターで過したる液を冷暗所に保存

3: 六価クロムの分析方法: ジフェニルカルバジド法

プリージング水中の六価クロム濃度については、他の研究²⁾でも 10mg/L を超過する濃度になることが報告されている。

コンクリートを練り混ぜた後の液相及び凝結過程のプリージング水中には六価クロムが存在するが、硬化するとコンクリート中に固定されると考えられている¹⁾。

3. コンクリート再生砕石からの六価クロムの溶出について

コンクリート再生砕石(RC40)からの六価クロムの溶出について、7試験の溶出試験(環境省告示第46号)を実施した結果、1試料が0.02mg/Lと地下水環境基準に適合したが、6試料が0.06~0.14mg/Lと地下水環境基準を超過する濃度であったことが報告されている³⁾。また、コンクリート再生砕石を再利用するまでの期間の炭酸化や再水和等の条件の違いにより六価クロムの溶出量の変化が異なることや、炭酸化が進行したコンクリート再生砕石を純水に長時間浸漬したときの六価クロム溶出量は、浸漬時間が長くなるにつれ増加することも報告されている³⁾。

【参考文献】

- 1) 土木学会コンクリート委員会微量成分溶出に関する調査研究小委員会編(2003): コンクリートからの微量成分溶出に関する現状と課題
- 2) 宇賀神尊信(2001): 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, 39(4), 14-19.
- 3) 黒田泰弘・川口正人(2011): コンクリート再生材からの六価クロムの溶出挙動と環境安全性の評価. 清水建設研究報告, 88, 97-105

コンクリートからのアンモニアガスの発生について

1. アンモニアガス発生メカニズム

コンクリート中のセメントに含まれるイオン性窒化物（窒化アルミニウム（AlN）、窒化ケイ素（Si₃N₄））が高アルカリ環境下において水と接触することによりアンモニアガスが発生する^{1,2)}。

2. コンクリート中の窒化物

コンクリート中の窒化物はセメントや骨材に含まれている。

セメントについて、市販の普通ポルトランドセメント4銘柄及びクリンカーの合計5試料に含まれる窒素含有量が60ppm～130ppmのレベルであり、窒化ケイ素であったことが報告されている³⁾。また、セメントの種類では、高炉セメントからのアンモニア放散量が著しく高く、高炉スラグに含まれる窒素化合物が影響していると言われている²⁾。

天然骨材に使用される砂石、海砂、山砂等の表面には微量に窒素酸化物を含む有機物が固着しており、アンモニア放散量は川砂が最も多く、次いで海砂、山砂の順であることが示されている²⁾。

3. コンクリート以外のアンモニア濃度の上昇要因

一般的に、アンモニア濃度が上昇する要因として、コンクリート以外に断熱材等からの発生が挙げられており、断熱材として現場発泡ウレタン吹付工事に伴うアンモニア濃度の上昇も報告されている⁴⁾。

【参考文献】

- 1) 小林一輔（2000）：コンクリートにおけるアンモニア発生問題とその対策．コンクリート工学，38(11)，22-28．
- 2) 呂 俊民（2010）：コンクリートからのアルカリ対策．佐野千絵・呂 俊民・吉田直人。三浦定俊「博物館資料保存論 - 文化財と空気汚染」，みみずく舎，52-61．
- 3) 小林一輔・安 伸二（1998）：コンクリートにおけるアンモニアの発生機構．コンクリート工学年次論文報告集，20(2)，793-798．
- 4) 山東圭司・高垣充規（2012）：博物館の収蔵・展示室における室内空気汚染対策について．平成24年度近畿地方整備局研究発表会論文集．