

## 廃安定器の部位別汚染実態調査について

### 1. これまでの調査等による知見・情報

廃安定器に関する汚染の実態等について、これまでに得られている主な知見・情報は次のとおり。

- 安定器の長期間の使用による劣化などにより、充填材等がPCBによって汚染されるおそれがあること。また、処理技術保有企業に対して平成14年8月にヒアリングを行ったところ、安定器の内部部材にはコンデンサからのPCBの漏洩により汚染されているものがあるが、汚染の有無を外見から識別することは困難であり、漏洩の生じている安定器の割合、その場合の汚染濃度等については十分なデータが得られていないという結果であったこと。（「PCB使用安定器の処理について」（平成14年9月技術部会））
- 平成14年から15年にかけて環境事業団（JESCOの前身）が現地調査を実施したところ、廃安定器に使用されたコンデンサ内の絶縁油のPCB濃度は100%であり、同族体分布からKC300、KC400及びKC500であったこと、廃安定器の表面拭き取りでは17検体中4検体でPCBが検出され、充填材等にもコンデンサ油と同様の同族体分布を示すPCBが含有されていたことが確認されたこと。
- 平成19年にJESCOが保管状況の現地調査を実施したところ、廃安定器を切断してコンデンサを含む部分のみ保管している場合には漏洩が発生することがあることが判明したこと。
- 平成20年から21年にかけてJESCOが廃安定器（切断された廃安定器（コンデンサ側）等を含む）を対象にした汚染状況の現地調査を実施し、廃安定器の本体ケース表面等の拭き取りやその充填材採取を行ったところ、拭き取り試験法による基準（ $0.1\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ ）以下の検体も、部材採取試験法による基準（アスファルト充填材は $0.5\text{mg}/\text{kg}$ 、樹脂充填材は $0.01\text{mg}/\text{kg}$ ）以下の検体も存在せず全て汚染していたこと（拭き取り試料計137検体、充填材部材試料計49検体）、が確認されたこと。
- 廃安定器の充填材については、安定器製造初期の頃は、アスファルトが使用されていたが、アスファルトは可燃性であることや臭気が強いため、ポリエステル等の樹脂が多く使われるようになり、ポリエステル等の樹脂には、熱伝導を高めるため、珪砂を混ぜていること。（「PCB使用安定器の処理について」（平成14年9月技術部会））

## 2. 今回の調査の目的

上記のとおり、PCBを使用した安定器は、PCBが封入されたコンデンサ部分以外の部位にもPCBによる汚染の可能性があることがこれまでの調査等で判明している。

このため、廃安定器を分解又は解体すること等により、汚染した部位が表面に現れている状態でPCB処理施設に搬入された場合、施設内の作業環境に与える影響が懸念される。また、廃安定器の分解又は解体により、取り出したコンデンサのみをPCB処理施設に搬入した場合、残渣によるPCB汚染も同時に懸念される。

そこで、今後の必要な対応・措置を検討するために、今回、廃安定器の形状別、部位別の観点からPCBによる汚染の実態を把握することとし、以下の調査を実施した。

## 3. 調査の方法

調査は平成24年1月から3月の期間で実施した。6県計17保管事業場に存する廃安定器及び廃安定器から分離済みの廃コンデンサの計197個を調査対象に、その形状別・部位別に試料を採取して、廃安定器等に付着又は含浸しているPCB、充填材の無機質成分（珪砂等）等を確認して、その汚染や組成を把握する。

試料は、廃安定器等の表面拭き取り又は廃安定器内充填材の部材採取による。その方法は別添のとおり。

## 4. 調査の結果

### (1) 廃安定器等に付着又は含浸しているPCB調査結果

廃安定器等の表面拭き取り又は廃安定器内充填材の部材採取により、廃安定器等に付着又は含浸しているPCBを調査した（※）。

※：高感度の高分解能GC-MS（高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計）で分析。なお、公定法では、拭き取り試験法及び樹脂充填材の部材採取試験法はGC-ECD（電子捕獲型検出器付ガスクロマトグラフ）による分析である。

表面拭き取り調査を214検体について実施した。

拭き取り試験法による基準（ $0.1 \mu\text{g}/100\text{cm}^2$ ）以下の検体は20検体あり、その濃度範囲は $0.1 \mu\text{g}/100\text{cm}^2$ 未満～ $180000 \mu\text{g}/100\text{cm}^2$ 。

廃安定器の種類・形状の違いによる廃安定器本体ケース表面に付着しているPCB濃度の比較を表-1に示す。外付け型廃安定器の本体ケース表面については、PCB濃度が高い事例もあり、特に高かった3事例のうち2事例は、それぞれ外付けされたコンデンサ部分が腐食、膨張をしている事例であった。

廃安定器からのコンデンサの分離方法の違いによる分離したコンデンサ（側面）に付着しているPCB濃度の比較を表-2に示す。付着PCB濃度が数万オーダー以上の事例は、コンデ

ンサの膨張・変形・腐食又は上面のにじみがある事例であった。

【表－１】廃安定器の種類・形状の違いによる  
廃安定器本体ケース表面に付着しているPCB濃度の比較

濃度範囲 (単位： $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ )	0.1 未満 (ND)	0.1 以上 1 未満	1 以上 10 未満	10 以上 100 未満	100 以上 1,000 未満	1,000 以上 5,000 未満	5,000 以上 10,000 未満	10,000 以上	検体数 合計
外付け型廃安定器の本体ケース表面	8	20	8	8	2	1	0	0	47
完全充填型の充填材固定型廃安定器の本体ケース表面	2	1	7	0	0	0	0	0	10
一部充填型の充填材固定型廃安定器の本体ケース表面	8	1	5	0	0	0	0	0	14
切断後廃安定器のコンデンサ側の本体ケース表面	0	0	0	2	8	0	0	0	10

【表－２】廃安定器からのコンデンサの分離方法の違いによる  
分離したコンデンサ（側面）に付着しているPCB濃度の比較

濃度範囲 (単位： $\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ )	0.1 未満 (ND)	0.1 以上 1 未満	1 以上 10 未満	10 以上 100 未満	100 以上 1,000 未満	1,000 以上 5,000 未満	5,000 以上 10,000 未満	10,000 以上	検体数 合計
外付け型廃安定器のコンデンサ表面（側面）	1	4	10	20	5	3	0	3	46
充填材中から剥いて取り出したと思われるコンデンサの表面（側面）	0	0	0	5	12	7	1	2	27
充填材中から剥いて取り出したものか、金属バンドを外して取り出したものか、不明のコンデンサ表面（側面）	1	2	0	14	5	7	0	0	29

※：高感度の高分解能GC-MSを使用した分析であるため試料絶対量が微量となっていることから、「試料絶対量/ブランク絶対量」が5以下”であり、かつ、” 定量下限が基準値 ( $0.1\mu\text{g}/100\text{cm}^2$ ) を満たしていない” 1検体については、表中から除外した。

充填材採取調査をアスファルト充填材 105 検体、樹脂充填材 24 検体についてそれぞれ実施した。

アスファルト充填材については、部材採取試験法による基準（0.5mg/kg）以下の検体は 6 検体であり、その濃度範囲は 0.5mg/kg 未満～81000mg/kg。樹脂充填材については、部材採取試験法による基準（0.01mg/kg）以下の検体は 4 検体であり、その濃度範囲は 0.01mg/kg 未満～5900mg/kg。

充填材の種類の違いによる充填材に含浸している PCB 濃度の比較を表-3 に示す。通常の廃安定器のアスファルト充填材において特に高かった 3 事例及び通常の廃安定器の樹脂充填材において特に高かった 1 事例は、それぞれコンデンサ直近から採取した部材であった。また、充填材中から剥いて取り出したコンデンサに付着した充填材及び切断後廃安定器のコンデンサ側の充填材（アスファルト）については、含浸 PCB 濃度がいずれも数パーセントオーダーであった。

【表-3】 充填材の種類の違いによる  
充填材に含浸している PCB 濃度の比較

【アスファルト充填材】

濃度範囲 (単位：mg/kg)	0.5 未満	0.5 以上	1 以上	10 以上	100 以上	1,000 以上	5,000 以上	10,000 以上	検体数 合計
	(ND)	1 未満	10 未満	100 未満	1,000 未満	5,000 未満	10,000 未満		
通常の廃安定器の 充填材	6	8	32	29	11	6	1	1	94
充填材中から剥いて取り出したコンデンサに付着した充填材及び切断後廃安定器のコンデンサ側の充填材	0	0	0	0	0	0	0	11	11

【樹脂充填材】

濃度範囲 (単位：mg/kg)	0.01 未満	0.01 以上	0.1 以上	0.5 以上	1 以上	10 以上	100 以上	1,000 以上	5,000 以上	10,000 以上	検体数 合計
	(ND)	0.1 未満	0.5 未満	1 未満	10 未満	100 未満	1,000 未満	5,000 未満	10,000 未満		
通常の廃安定器の 充填材の部材	4	3	6	1	2	7	0	0	1	0	24

## (2) 充填材の無機質成分（珪砂等）調査結果

廃安定器内充填材の部材採取により、その充填材中に含まれる無機質成分を調査した(※)。

※：無機質成分はE PMA (電子線プローブマイクロアナライザー)及びF T - I R (フーリエ変換型赤外分光装置)により、有機質成分はG C - M S (ガスクロマトグラフ質量分析計)で分析。

廃安定器に使用された充填材にはいずれも無機成分が含まれていた。アスファルト充填材の無機成分比率は強熱減量残渣で9.9%~61.8%であり、樹脂充填材はさらに無機成分比率が高かった。無機成分の種類は、アスファルト充填材の場合はタルクが、樹脂充填材の場合は珪砂が無機成分であることが多かった。

安定器充填材の無機質含有割合を表-4に示す。

【表-4】安定器充填材の無機質含有割合

安定器メーカー	充填材種類	検体数	強熱減量残渣 (%)			トルエン不溶分 (%)			主な成分 (アスファルト及び樹脂を除く)
			最小値	最大値	中央値	最小値	最大値	中央値	
A	アスファルト	11	22.9	53.6	48.0	22.9	52.8	49.6	・タルク+DOP ・タルク+DOP, DBP
B	アスファルト	14	9.9	61.8	16.0	10.6	66.2	25.5	・タルク+DOP ・珪砂+DOP
D	アスファルト	7	29.4	35.9	32.5	30.1	36.1	31.2	・タルク ・タルク+DOP
E	アスファルト	7	33.8	46.8	36.8	36.1	71.3	49.7	・タルク
F	アスファルト	4	20.4	33.8	25.5	24.0	52.0	30.1	・タルク ・タルク+DOP
G	アスファルト	7	22.3	24.2	23.0	23.2	30.2	24.0	・タルク+DOP
H	アスファルト	4	20.9	39.0	22.2	19.0	40.4	21.4	・タルク ・タルク+DOP
合計		54	9.9	61.8	29.5	10.6	71.3	30.6	

A	樹脂	1	—	76.3	—	—	92.6	—	・炭酸カルシウム+珪砂
C	樹脂	3	50.1	62.5	58.2	78.8	96.3	81.2	・珪砂+DBP
G	樹脂	4	77.4	78.5	77.9	96.8	97.1	96.9	・炭酸カルシウム+珪砂 ・炭酸カルシウム+珪砂+DOP
H	樹脂	2	61.7	79.6	70.7	97.5	97.7	97.6	・珪砂+DOP ・珪砂+DOP, DBP
合計		10	50.1	79.6	76.9	78.8	97.7	96.8	

(注記) タルク：滑石とも呼ばれる鉱物。化学組成は含水珪酸マグネシウム ( $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )。

珪砂：石英を成分とする砂。石英は二酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_2$ ) が結晶してできた鉱物。

DOP：フタル酸ジオクチル。油、有機溶媒に溶解し、可塑剤として広く使用。

DBP：フタル酸ジブチル。油、有機溶剤に溶解し、可塑剤として広く使用。

以上

## 廃安定器からの試料採取の方法について

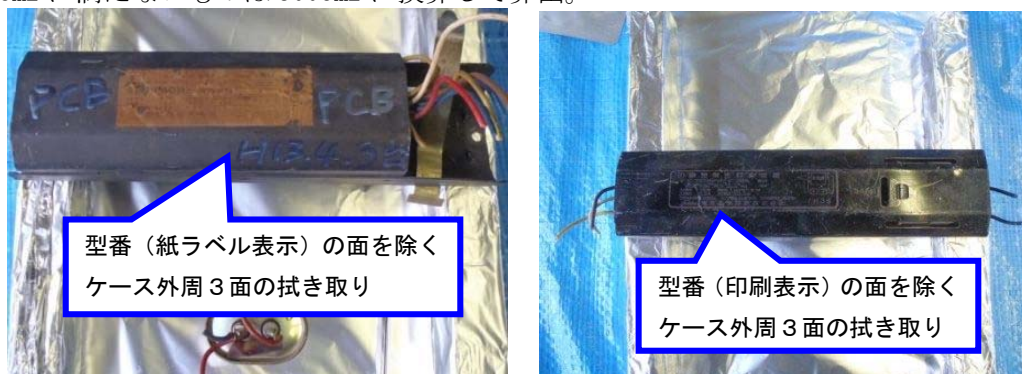
### 1. 廃安定器等の表面拭き取り

#### (1) 廃安定器の場合

##### 1) 本体ケース表面の拭き取り

廃安定器の本体ケース表面の拭き取り。紙ラベルによる型番表示もあることから、型番のある面を除くケース外周3面のふき取りを基本とする。

なお、拭き取り面積は 167～574cm<sup>2</sup> であり、拭き取り試験法における拭き取り面積 500cm<sup>2</sup> に満たないものは 500cm<sup>2</sup> に換算して算出。



##### 2) コンデンサ表面の拭き取り（コンデンサが外付けされ露出している廃安定器の場合）

コンデンサが外付けされ露出している廃安定器の場合には、廃安定器から金属バンドを外してコンデンサを取り出した上で拭き取り。上面及び底面を除く側面（外周）の拭き取りを基本とする。

また、上面に油跡、液体等が確認された場合は、上面の拭き取りも極力実施。

なお、拭き取り面積は 63～90cm<sup>2</sup> であり、拭き取り試験法における拭き取り面積 500cm<sup>2</sup> に満たないため 500cm<sup>2</sup> に換算して算出。上面の拭き取りで面積が極端に小さい場合は、絶対量を算出。



## (2) 廃安定器から取り出された状態で保管されているコンデンサの場合

廃安定器の充填材中から剥いて、又は金属バンドを外して取り出したコンデンサの拭き取り。上面及び底面を除く側面の拭き取りを基本とする。

また、上面に油跡、液体等が確認された場合は、上面の拭き取りも極力実施。

なお、拭き取り面積は 16~160cm<sup>2</sup> であり、拭き取り試験法における拭き取り面積 500cm<sup>2</sup> に満たないため 500cm<sup>2</sup> に換算して算出。上面の拭き取りで面積が極端に小さい場合は、絶対量を算出。



上面及び底面を除く側面（外周）の拭き取り



上面に油跡等が確認された場合は極力上面の拭き取り

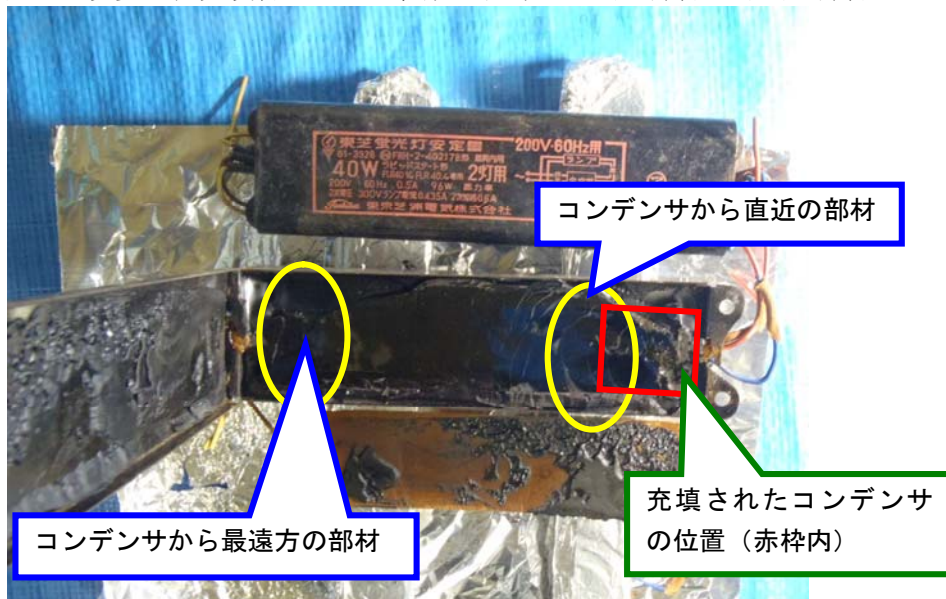
## 2. 廃安定器充填材からの部材採取

### (1) 廃安定器の場合

廃安定器の本体ケースを解体して、露出した充填材から採取。

採取にあたっては、部位を特定せずに採取した場合の他、次の部位を特定して採取。

- 同一の廃安定器充填材において、コンデンサから直近の部材と最遠方の部材
- 同一の廃安定器充填材において、敷き紙等の内側の部材と外側の部材



コンデンサから直近の部材

コンデンサから最遠方の部材

充填されたコンデンサの位置（赤枠内）





(2) 切断後の廃安定器でコンデンサを含む側のものの場合

廃安定器の切断面から部材を採取。



(3) 廃安定器から剥いて取り出されたコンデンサの場合

コンデンサに付着しているアスファルト充填材を採取。

