

<液体クロマトグラフ-質量分析計操作条件>

機 種 : HP1100Series MSD [HEWLETT-PACKARD Company]

カ ラ ム : Zorbax Eclipse XDB-C18 5 μ m, ϕ 2.1 mm \times 15 cm [HEWLETT-PACKARD Company]

カラム温度 : 40 $^{\circ}$ C

移 動 相 : 0.01 %酢酸及びアセトニトリルの混液 (6:4)

流 量 : 0.2 ml/min

イオン化法 : ESI, 負イオンモード

フラグメンタ : 80 V

ネブライザ : 窒素 35 psi

乾燥ガス : 窒素 10 l/min, 350 $^{\circ}$ C

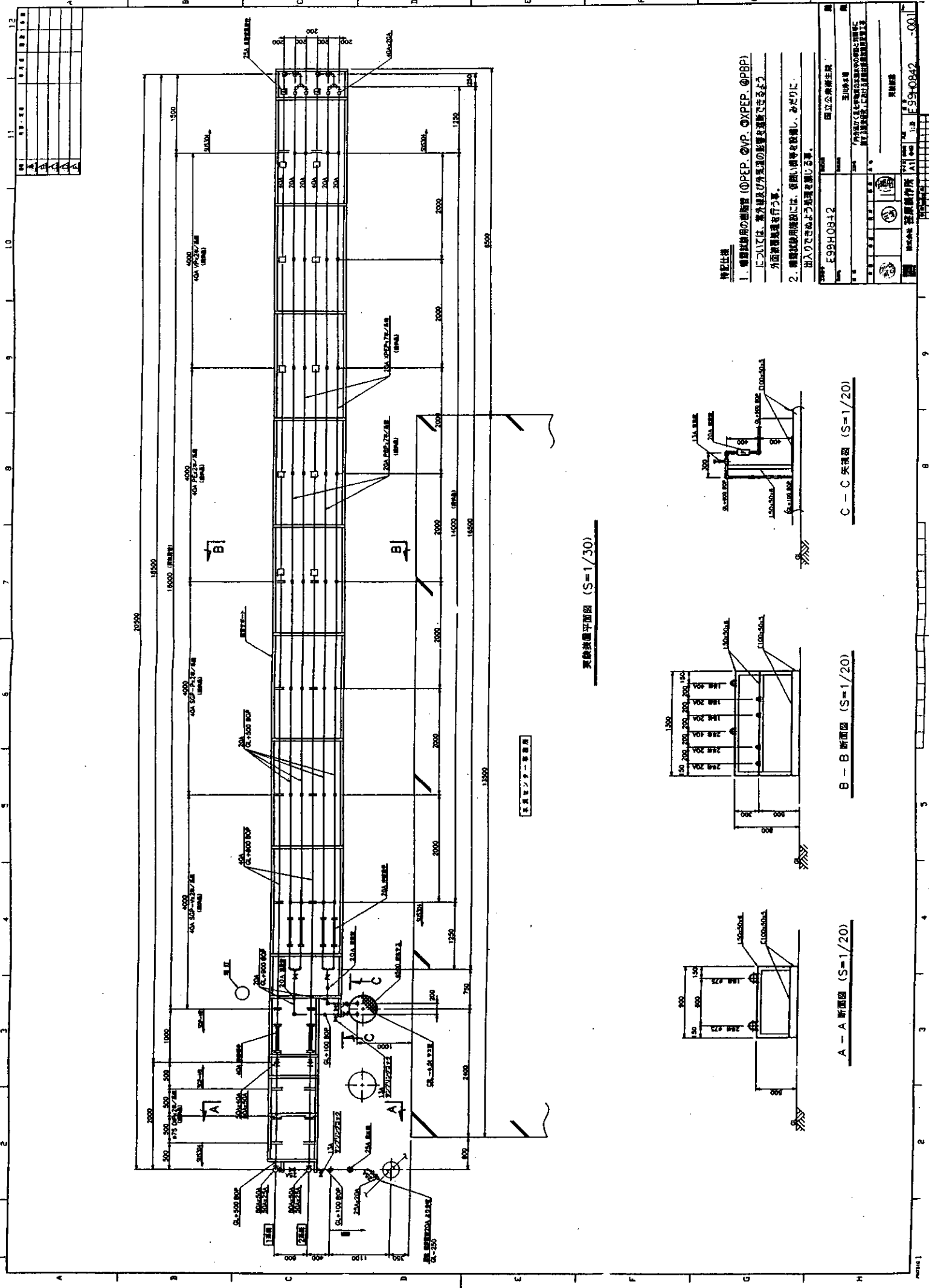
V-cap : 4250 V

設定質量数 : m/z 227 (ビスフェノールA), 241 (ビスフェノールA-d16)

内分泌かく乱化学物質の水道水中の挙動と対策等に関する調査研究

【資料－2】

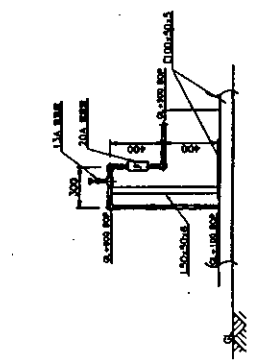
実験装置及び供試管資料



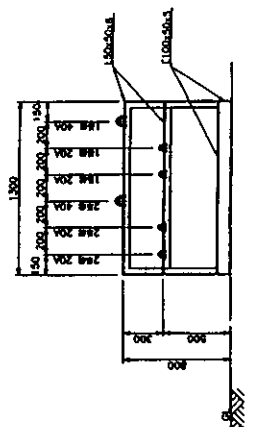
特記仕様
 1. 構造部材の規格 (OPER. ①VP, ②XPER, ③BPI)
 については、常時及び外乱流の影響を減らすよう
 外面設置を要する。
 2. 構造部材の規格には、保固期間等を記載し、おだりに
 出入りできないよう処理を要する。

図番	F99H0812
図名	国立公衆衛生院
設計者	王山崎孝雄
監理者	
作成者	
承認者	
図尺	1:30
図名	F99H0812
図番	-001

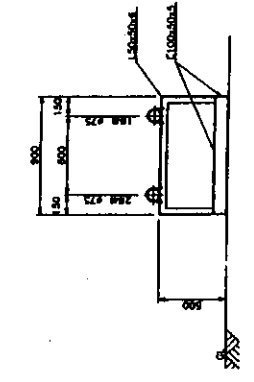
実勢断面平面図 (S=1/30)



C - C 矢張図 (S=1/20)

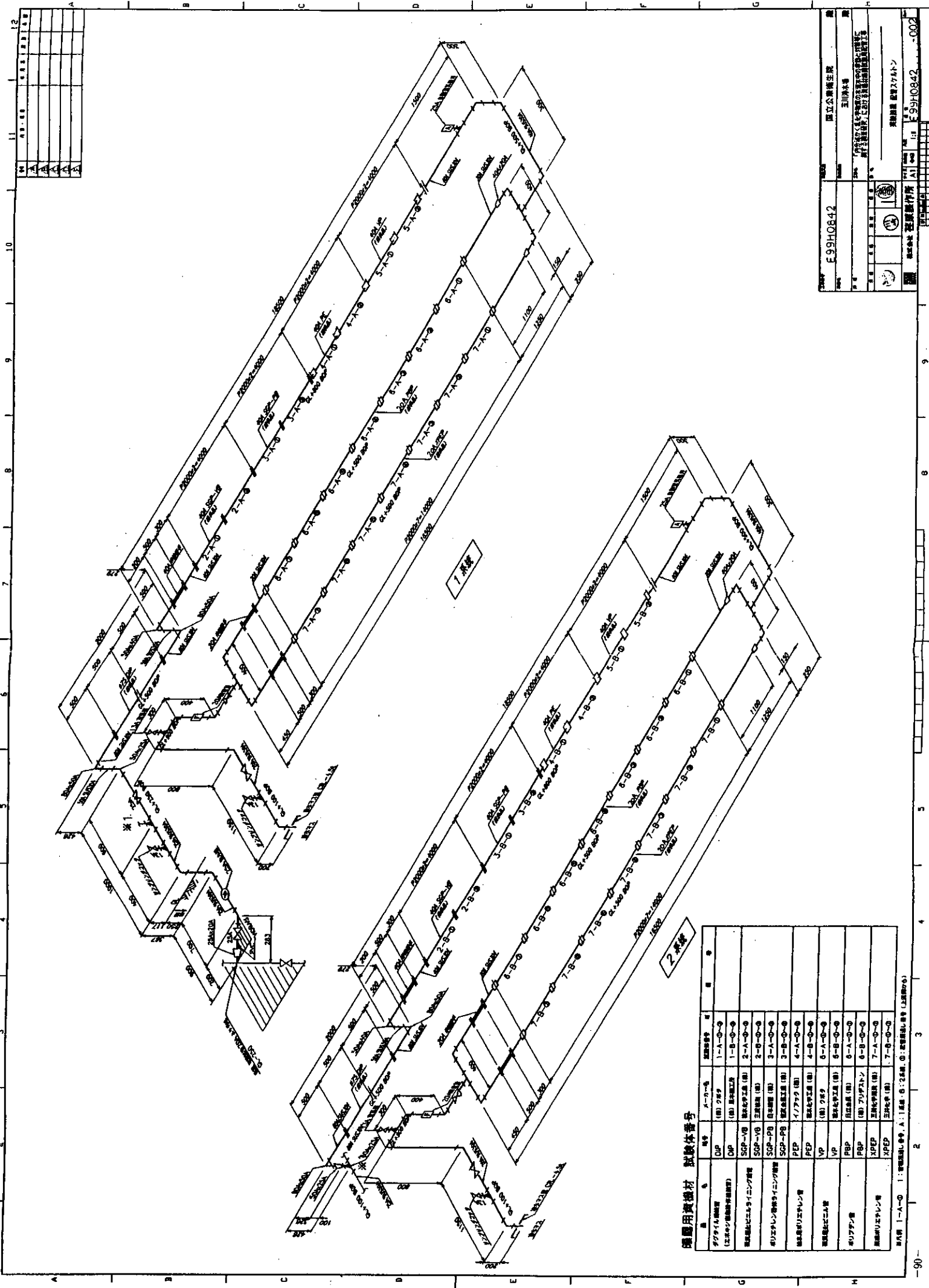


B - B 断面図 (S=1/20)



A - A 断面図 (S=1/20)

本図は設計図書に準拠



睡房用資機材 試験体番号

品名	規格	メーカー名	試験体番号	備	注
クワイクイ化繊維	DUP	(株) クワイクイ	1-A-0-0		
(北米ケンシ繊維製織物)	OMP	(株) 岡本繊維工業	1-B-0-0		
繊維製セルロースライニング繊維	SGP-VB	繊維化学工業 (株)	2-A-0-0		
	SGP-VB	三菱重工業 (株)	2-B-0-0		
ポリエチレン繊維ライニング繊維	SGP-PB	日本繊維 (株)	3-A-0-0		
	SGP-PB	三菱重工業 (株)	3-B-0-0		
綿製ポリエチレン	PEP	イノアック (株)	4-A-0-0		
綿製セルロース	VP	(株) クワイクイ	4-B-0-0		
繊維製セルロース	VP	繊維化学工業 (株)	5-A-0-0		
ポリアラミド	PPB	住友化学 (株)	6-A-0-0		
	PPB	(株) フリフロン	6-B-0-0		
繊維製ポリエチレン	XPEP	三菱化学工業 (株)	7-A-0-0		
	XPEP	三菱化学工業 (株)	7-B-0-0		

資料番 1-A-0 1: 繊維製セルロース A: 1床用 B: 2床用 C: 繊維製セルロース (JIS規格)

図番: E99H0842
 図名: 国立公衆衛生院
 主川 清水
 設計: 建築設計事務所
 建築士: 佐藤 隆夫
 縮尺: 1/100
 日付: E99H0842
 頁数: 1/002

平成11年度 玉川浄水場水道資機材曝露試験施設
通水履歴

年度	日時	時間	停・通水	メーター指針(m3)	1日平均通水量(m3)	記事	通水累計日数	通水累計時間		
平成11年度	2月	10日	16:00(通水)	通水	6	通水開始				
		11日		通水		5.08		1日目	24	
		12日		通水		5.08		2日目	48	
		13日		通水		5.08		3日目	72	
		14日		通水		5.08		4日目	96	
		15日		通水		5.08		5日目	120	
		16日		通水		5.08		6日目	144	
		17日		通水		5.08		7日目	168	
		18日		通水		5.08		8日目	192	
		19日		通水		5.08		9日目	216	
		20日		通水		5.08		10日目	240	
		21日		通水		5.08		11日目	264	
		22日		通水		5.08		12日目	288	
		23日		通水		5.08		13日目	312	
		24日		通水		5.08		14日目	336	
		25日		通水		5.08		15日目	360	
		26日		通水		5.08		16日目	384	
		27日		通水		5.08		17日目	408	
		28日		通水		(97.5)	5.14		18日目	432
		29日		通水			不明		19日目	456
		1日		通水			不明		20日目	480
		2日	22:00(停水)	停水			不明	漏水	21日目+6:00	510
		3日		停水				漏水		510
		4日		停水				漏水		510
		5日		停水				漏水		510
		6日	15:00(通水)	通水		111.5		漏水修理		510
		7日		通水			1.91		22日目+6:00	534
		8日		通水			1.91		23日目+6:00	558
		9日		通水			1.91		24日目+6:00	582
	10日		通水			1.91		25日目+6:00	606	
	11日		通水			1.91		26日目+6:00	630	
	12日		通水			1.91		27日目+6:00	654	
	13日	10:00(停水)	停水		124.5	1.54	1ヶ月目溶出試験	28日目+1:00	673	
	14日		停水				1ヶ月目溶出試験		673	
	15日		停水				1ヶ月目溶出試験		673	
	16日		停水				1ヶ月目溶出試験		673	
	17日	16:00(通水)	通水		125.5	1.92			674	
	18日		通水			1.92			698	
	19日		通水			1.92			722	
	20日		通水			1.92			746	
	21日		通水			1.92			770	
	22日		通水			1.92			794	
23日		通水			1.92			818		
24日		通水			1.92			842		
25日		通水			1.92			866		
26日		通水			1.92			890		
27日		通水			1.92			914		
28日		通水			1.92			938		
29日		通水			1.92			962		
30日		通水		(150.5)		フローの補修		986		
31日		通水						1010		

() 中間検針

表 実験対象資機材の規格

種類	原管規格	関連規格	
エポキシ樹脂 粉体塗装管	GIS G 5526 ダクタイル鋳鉄管	JIS G 5528 ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装 JWWA G 112 水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装	
	GIS G 5527 ダクタイル鋳鉄異形管	JIS G 5528 ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装 JWWA G 112 水道用ダクタイル鋳鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装	
	①硬質塩化ビニル ライニング鋼管	JIS G 3443 水輸送用塗覆装鋼管	JWWA K 116 水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管 JWWA K 132 水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管
		JIS G 3451 水輸送用塗覆装管の異形管	JWWA K 116 水道用硬質塩化ビニルライニング鋼管 JWWA K 132 水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管
硬質塩化 ビニル管	JIS K 6742 水道用硬質塩化ビニル管		
	JIS K 6743 水道用硬質塩化ビニル管継手		
給水用 ポリエチレン管	JIS K 6762 水道用ポリエチレン管	JWWA K 144 水道配水用ポリエチレン管	
	JIS K 6763 水道用ポリエチレン管継手	JWWA K 145 水道配水用ポリエチレン管継手	
架橋 ポリエチレン管	JIS K 6787 水道用架橋ポリエチレン管		
	JIS K 6788 水道用架橋ポリエチレン管継手		
ポリブデン管	JIS K 6792 水道用ポリブデン管		
	JIS K 6793 水道用ポリブデン管継手		

表 資機材の形状寸法，接水面積比，接水方法

番号	資機材名	数量	形状寸法	接水面積比 [cm ² /L]	接水方法
1	エポキシ樹脂粉体塗装管	4 管	φ75×500	533	充填
2	硬質塩化ビニルライニング鋼管	4 管	φ40×2000	1000	充填
3	ポリエチレン粉体ライニング鋼管	4 管	φ40×2000	1000	充填
4	給水用ポリエチレン管	4 管	φ40×2000	1000	充填
5	硬質塩化ビニル管	4 管	φ40×2000	1000	充填
6	ポリブデン管	14 管	φ20×2000	2000	充填
7	架橋ポリエチレン管	14 管	φ20×2000	2000	充填

表 その他の資機材(自己所有材)

種類		使用口径	原管規格	関連規格	主な材質 (水に接する部分)	メーカー	備考
管類	ステンレス鋼管	13A, 15A, 20A, 25A, 40A, 50A, 80A	JIS G 3459 配管用 ステンレス鋼管		SUS304, SUS316TP-A		
	硬質塩化ビニル ライニング鋼管	20A	JIS G 3443 水輸送用 塗覆装鋼管	JWWA K 116 水道用硬質塩 化ビニルライ ニング鋼管	SS400		
	伸縮継手	20A, 40A			テフロンホース (PTFE)	東葛工業 (株)	
量水器	量水器	25A			型式承認 L7232 号 11	(株) 金門製作所	
	流量計 (フローター)	20A			出口管: SUS304 テーパ管: 硬質ガラス ワット: SUS304	日本フロー セル (株)	
弁類	ボール弁 (ねじ込み式)	13A, 25A			弁箱: SCS13A 弁棒: SUS304 又は SUS316 ボール: SUS304	(株) キッツ	
	内ねじ式 仕切弁	50A			弁箱: SCS13A 弁棒: SUS304 弁体: SCS13A	(株) キッツ	
	自動空気抜弁	15A			本体: CAC406 ワット: SUS304 その他: SUS304	(株) キッツ	
	空気抜き	13A					
水栓	サンプリング コック	13A					
その他	Oリング	40A			EPDM (エチレン・プロピレンゴム)		
	フランジ用 ガスケット	25A, 40A, 80A			EPDM (エチレン・プロピレンゴム)		

表 溶出試験対象資材

飲料番号	資材の種類	資材の概要と用途	溶出試験対象部位	対象部位に主として使用されている樹脂名	備考		
					溶出試験対象部位の概要と用途等	使用実績の動向等	使用樹脂の成分の概略
	ダクタイル鋼鉄管	ダクタイル鋼鉄管（使用されている口径φ75～φ2600）は、ダクタイル鋼鉄を母材とした管であり、水道用管路材料として多く用いられている。水道用管路総延長約52万kmのうち、約50%がこのダクタイル鋼鉄管である。ダクタイル鋼鉄管には、防食を目的とした塗装が施されており、主なものにはモルタルライニング、液状エポキシ樹脂塗料、エポキシ樹脂塗料である。	エポキシ樹脂塗料	エポキシ樹脂	モルタルライニングの代替用塗料として、中小口径の直管、異形管に用いられている防食塗料である。使用実績は、水道で使用されているダクタイル鋼鉄管延長の5～10%である。	平成9年～約27500km（主に、配水管用）	主原料はエポキシ樹脂とビスフェノールAを反応させたエポキシ樹脂で、その他顔料としてカーボンブラック、酸化チタン等が用いられている。
	鋼管	鋼管（使用されている口径φ15以上）は、鋼を母材とした管であり、導水管、送水管、配水管、給水管の材料として使用されている。導送配水管総延長約52万kmのうち、約4%が鋼管である。	硬質塩化ビニルライニング	塩化ビニル樹脂	亜鉛メッキに替わり開裂、実用化されたもので、給水管及び配管内面に硬質塩化ビニル管を接着して製作される。	平成9年～約49000km（主に、給水管用）	主原料は塩化ビニル樹脂（99%以上）で、その他安定剤、充填剤、滑剤等が用いられている。
	硬質塩化ビニル管	塩化ビニル樹脂を母材とした管で、昭和31年頃から給水管及び配水管を中心に使用されている。口径は、φ13～φ300である。	管の母材	塩化ビニル樹脂	亜鉛メッキに替わり開裂、実用化されたもので、給水管及び配管内面にポリエチレンを加熱接着して製作される。	平成9年～約140000km（主に、給水管用）	主原料は塩化ビニル樹脂で、その他若干の安定剤、滑剤、顔料等が用いられている。
	ポリエチレン管	ポリエチレンを母材とした管で、昭和28年頃から給水管を中心に使用されてきたが、近年配水管への使用も増加している。口径は、φ13～φ150である。	管の母材	ポリエチレン樹脂	亜鉛メッキに替わり開裂、実用化されたもので、給水管及び配管内面にポリエチレンを加熱接着して製作される。	平成9年～約27000km（主に、給水管用）	主原料はポリエチレンで、その他若干の酸化防止剤、顔料等が用いられている。
	架橋ポリエチレン管	ポリエチレン分子を結合させた超高分子量の架橋ポリエチレン樹脂（架橋ポリエチレン樹脂）を母材とした管で、昭和50年頃から給水管の配管材料として用いられてきた。口径は、φ5～φ50である。	管の母材	架橋ポリエチレン	架橋ポリエチレン	平成9年～約27000km（主に、給水管用）	主原料は架橋ポリエチレンで、その他架橋剤（ニトロトリメトキシシラン）等が用いられている。
	ポリブテン管	エチレン系炭化水素に属するブテン-1モノマーを重合させたポリブテンが母材の管で、昭和54年頃から給水管の配管を中心に使用されてきた。口径は、φ7～φ100である。	管の母材	ポリブテン-1	ポリブテン-1	平成9年～約13000km（主に、給水管用）	ポリブテンを主体とし、若干の添加剤、有機顔料を含む。

分担研究報告書 4

水道用塗料中の化学物質に関する研究

分担研究者 安藤正典

厚生科学研究費補助金
平成11年度報告書
(分担研究) 水道用塗料中の化学物質に関する研究
国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部 安藤正典

はじめに

内分泌かく乱化学物質が疑われる化学物質の環境での存在については多くの報告がなされている。その結果、環境での存在が無視し得ない状況であることが明らかにされるに伴い次世代に影響を与える可能性に対しても大きな危惧がなされている。この事実は、水道においても同様な危惧がなされたことから、水道用資機材についてその溶出に関する研究がなされたところである。しかしながら、今年の検討の結果、内分泌かく乱化学物質が多く利用されている水道用資機材、特に水道用塗料からの溶出量は極めて微量であることを報告した。今年度は、内分泌かく乱化学物質が水道用塗料に多く利用されているにもかかわらず、溶出量が少ないことの原因を探るための基礎的情報として組成や配合割合について検討した。水道用塗料は日本水道協会でも多くのものが安全性の面から規格化され、そこに使用するモノマーを限定し、規定している。そこで本報告では、水道用塗料として規定している塗料の組成とモノマーについて述べる。

1. 日本水道協会における水道用塗料の衛生性設定の経緯

わが国における水道管あるいは貯水池等の内面塗装は、古くから行われていた。しかし、水道の普及に伴い、水道管の赤水対策、破損防止、あるいは老朽化等、土木工学ばかりでなく水質の面から内面の塗装について検討すべきとの要望が強くだされるようになり、塗装剤の材質あるいは塗装方法の統一化の必要性が認識されてきた。このため、日本水道協会では管の内面塗装剤あるいは塗装方法の規格としてタールエポキシ樹脂塗料の規格(JWWA K115-1974)を昭和49年に制定し、管類、弁類、水槽及び鋼管継手部の内面塗装の物理的、化学的な塗膜の品質の統一化を行った。

しかしながら、昭和58年(1983年)にアメリカEPAのNTP(National Toxicology Program)は、タールエポキシ樹脂塗料中に硬化剤として使用される4,4'-メチレンジアニリン(MDA)に発癌性を有することを見出し、MDAの使用に問題をなげかけた。これを契機として、昭和60年(7月9日付け、朝日、読売新聞)(1985年)には、北海道消費者連盟が札幌市水道局に対して公開質問状を提出し、工事の中止を求めた。また、これとは別に、昭和60年(11月14日付け、毎日新聞夕刊)には、給水栓末端の水道水中から多環芳香族炭化水素の一種であるジベンゾフランの塩素化物が検出されたことが報じられた。

このような状況から、厚生省では建築物維持管理資機材の衛生安全性確保手法の策定に関する研究を開始した。一方、日本水道協会では急速各種の委員会を設置し、硬化剤であるMDAの分析方法の開発を行い、水道管更生用エポキシ樹脂塗料の溶出方法の確立を行った。さらに、タールエポキシ樹脂塗料中のタール及び多環芳香族炭化水素の概要と毒性の文献学的調査、管更生用エポキシ樹脂塗料塗装方法の手引の作成等、タールエポキシ樹

脂塗料問題に対する一連の対策を効じてきた。これらの対策の一環として、日本水道協会では昭和 63 年には衛生常設調査委員会の中に水道用塗料等衛生調査専門委員会を設置し、エポキシ樹脂塗料の衛生に関する規格について検討し、平成元年 12 月に設置された工務常設調査委員会の中の水道用エポキシ樹脂塗料塗装方法規格制定専門委員会に報告する資料の作成を行ってきた。

また、平成元年 3 月には MDA が化審法(化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律)において指定化学物質に指定された。

なお、EPA では有害物質規制法 TSCA (Toxic Substance control Act) の中の物質に指定した。

表-1 エポキシ樹脂等に関する経緯

1974. 5.14	日本水道協会 水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法 JWWA K 115 を制定
1983. 4.20	EPA, NTP の実験結果より MDA の発癌性を発表
1983. 4.30	EPA, TSCA (Toxic Substance Control Act) の物質に指定
1985. 7. 9	厚生省企画課, 管更生工事に使用するエポキシ樹脂硬化剤の検討
1985. 7.29	北海道消費者連盟, エポキシ樹脂水道管更生工事中の中止を求める
1985.11.14	日本水道協会, タールエポキシ樹脂塗料の MDA 分析方法を検討
1988. 3. 1	給水栓末端の水道水から塩素化ジベンゾフラン検出
1988.12. 9	日本水道協会, 衛生常設調査委員会, 水道用塗料等衛生調査専門委員会設置
1989. 8. 3	日本水道協会, 工務常設調査委員会, 水道用エポキシ樹脂塗料塗装方法規格制定専門委員会設置
	日本水道協会, 水道用液状エポキシ樹脂塗料塗装方法 JWWA K 135 を制定
	日本水道協会, タールエポキシ樹脂塗料の水に接する面への使用を禁止

2. 日本における水道用塗料の規格

1.1 種類

水道用の塗料としては、アクリル樹脂及び塩化ビニル樹脂（ダクタイル鋳鉄管及び鋼管のモルタルライニング管）、アスファルト及びコールタールエナメル（鋼管）、エポキシ樹脂（粉体塗装—ダクタイル鋳鉄管、鋳鉄製管継手、鋼管、仕切弁）、エポキシ樹

脂（鋼管）、タールエポキシ樹脂（ダクティル鑄鉄管、鋼管、異形管、バルブ）、黒ワニス（バルブ）、ポリエチレン樹脂（粉体塗装-鋼管）があり、関連する規格としては次のようなものがあった。

1) 日本工業規格

- ① ダクティル鑄鉄管モルタルライニング JIS A 5314-1984
- ② 水輸送塗覆装鋼管 JIS G 3443-1987
- ③ 水輸送塗覆装鋼管の異形管 JIS G 3451-1987
- ④ 水道用鋼管アスファルト塗覆装方法 JIS G 3491-1977
- ⑤ 水道用鋼管コールタールエナメル塗覆装方法 JIS G 3492-1977
- ⑥ ダクティル鑄鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装 JIS G 5528-1984

2) 日本水道協会規格

- ① 水道用鋼管モルタルライニング JWVA A 109-1979
- ② 水道用ダクティル鑄鉄管内面エポキシ樹脂粉体塗装 JWVA G 112-1980
- ③ 水道用塗覆装鋼管 JWVA G 117-1989
- ④ 水道用塗覆装鋼管の異形管 JWVA G 118-1989
- ⑤ 水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法 JWVA K 115-1974
- ⑥ 水道用樹脂コーティング管継手 JWVA K 117-1974
- ⑦ 水道用黒ワニス JWVA K 125-1979
- ⑧ 水道用ポリエチレン粉体ライニング鋼管 JWVA K 132-1986
- ⑨ 水道用液状エポキシ樹脂塗料塗装方法 JWVA K 135-1989

3) 日本水道鋼管協会規格

- ① 水道用鋼管モルタルライニング WSP 001-1973
- ② 水道用鋼管エポキシ樹脂塗料塗装方法 WSP 040-1988

4) 水道バルブ工業会規格

- ① 水道用仕切弁内面エポキシ樹脂粉体塗装方法 JWVA 101-1981

1.2 規格の衛生性評価

日本水道協会における水道用タールエポキシ樹脂塗料塗装方法規格（JWVA K 115-1974）の衛生に関する規格を抜粋すると、「1.適用範囲として、水道に使用する管類、弁類及び水槽の内面、鋼管の工事現場における継手部（呼び径 80A 以上）。2.塗料として、完全乾燥後、衛生上無害であり、水質に悪影響を与えないもので、2.1 組成として、エポキシ樹脂、石油系ビチューメン、硬化剤及び顔料を主原料とする反応形のもので、硬化エポキシ樹脂として 30 %以上を含む。2.2 塗料の品質は表 1 に示すようである。」すなわち、品質が、容器の中での状態、混合性、作業性、乾燥時間、塗膜の外観、曲げ試験、低温・高温繰り返し試験、付着性試験、塩水噴霧試験及び表-2 の溶出試験となっていた。

表-2 溶出試験項目

試 験 項 目	規 格 値
濁 色 度 度	0.5 度以下 1 度以下

過マンガン酸カリウム消費量	2ppm 以下
残留塩素の減量	0.7ppm 以下
フェノール類	0.005ppm 以下
ア ミ ン	検出しないこと。
シ ア ン	検出しないこと。
臭気及び味	異常でないこと。

1.3 溶出試験項目

品質の中の溶出試験項目は、表-3に示すように、官能的試験として濁度及び色度、有機物の溶出項目として過マンガン酸カリウム消費量、被酸化性物質の指標としての残留塩素の減量、樹脂成分としてのフェノール類、アミン、シアン、並びに溶剤試験として臭気及び味等があげられていた。

2) 溶出試験

「水道用鋼管エポキシ樹脂内外面塗料塗装方法」規格の中で、溶出試験に当たる項目として、水抽出物の重量及び味、臭気を規定している。規定値としては、水抽出物の重量は $0.00078\text{mg} / \text{mm}^2$ 以下、味はないこと、臭気は臭気強度(TON) 3以下であることとなっている。

3. 規格化された水道用塗料

現在、日本水道協会で規格化されている水道用塗料は、液状エポキシ樹脂塗料、水道送・配水管更生用無溶剤形二液性エポキシ樹脂塗料、コンクリート水道内面エポキシ塗料等であり、現在、無溶剤形エポキシ樹脂塗料及び現場溶接部用無溶剤形エポキシ塗料等が検討されている。その特徴は表3, 4に示すように種々の水道送・配水システムに利用しやすいような塗料が開発されている。

4. 各塗料の組成と配合割合

各塗料におけるモノマーの組成の概要は表5に示した。また、配合割合及び毒性情報は、無溶剤が他エポキシ樹脂塗料は表6, 7に、内面エポキシ樹脂塗料は表8, 9に、水道用コンクリート槽ライニング原材料として不飽和ポリエステル樹脂及びビニルエステル樹脂塗料は表10に示した。これからも分かるようにモノマーの混合割合は、一元的に水道水中の存在量から推定できるものではないことは明らかである。ただし、これら多くの内分泌かく乱化学物質が使用されているにもかかわらず、昨年度の溶出試験で極めて微量であったことから、これらのエポキシ樹脂塗料はモノマーを残留させない混合割合であったことを裏付けるものである。

表3 各種水道用エポキシ樹脂塗料の比較表

塗料名	開発背景	用途	目的	適用物と塗装方法	塗料の性状	塗料の組成	JWWA規格の相違点	
水道用液状エポキシ樹脂塗料 (JWWA K 135)	新聞に「水道水よりベンゾフラン検出」の記事が出た。このことから、タールを含まない塗料が開発、規格化された。	水道用液状エポキシ樹脂塗料	タールエポキシ樹脂塗料と同等以上の防食性、作業性を有し、タールを含まないエポキシ樹脂塗料(溶剤形)。	鋼管内面の工場及び現場塗装。工場はエアレススプレー塗装又はハケ塗り。	低温型 	溶剤形塗料であり、固形のエポキシ樹脂と溶剤を用いている。(標準型はアミン系硬化剤、低温型はイソシアネート系硬化剤を用いている。)	タールを含まないエポキシ樹脂塗料の開発が多様であった。このため、まず溶剤塗料を開発した。	
水道用無溶剤エポキシ樹脂塗料	水道用液状エポキシ樹脂塗料は、有機溶剤により水道水中に臭気が残る事例があった。また、労働衛生面も問題有り。	水道用無溶剤エポキシ樹脂塗料	水道用液状エポキシ樹脂塗料と同等以上の防食性を有し、かつ比較的作业性の良い無溶剤エポキシ樹脂塗料の開発。	鋼管内面の工場塗装及び鋼製配水池内面等の現場塗装。(大口径)	45°C 	無溶剤塗料であり、液状エポキシ樹脂を用いている。硬化剤、反応性希釈剤、非反応性希釈剤の組成はJWWA K143に近い。	他の無溶剤エポキシ樹脂塗料に比べて、比較的粘度高く、エアレススプレー塗装が可能である。	
現場溶接部用無溶剤エポキシ樹脂塗料	現場溶接部用無溶剤塗料は、現在も一部採用されているが、今回工場の同一性を考慮して新たに開発した。	現場溶接部用無溶剤エポキシ樹脂塗料	同定	鋼管の現場溶接部の内面に、ハケ、コテ、ヘラ、ローラー等を用いて手塗り塗装する。	20°C ~ 25°C 	水道用無溶剤エポキシ樹脂塗料と同組成とし、現地作業性を考慮して配合を決定している。	工場と同一の組成であるが、現場手塗り作業を考慮して、作業性を改善している。	
水道送・配水管更生用無溶剤二液エポキシ樹脂塗料 (JWWA K 138)	近年、水道管の免剥による赤水を防止するため、管内のさび落とし、凍結後、二液エポキシ樹脂塗料を塗装する重要工事が行われるようになり、断水時間が短く、連続断水が部分的であることから、この工法は全国的に普及するようになった。	水道送・配水管更生用無溶剤二液エポキシ樹脂塗料	本規格は、水道用の鋼鉄管の送・配水管の内面更生用に塗装する無溶剤二液エポキシ樹脂塗料について規定した。	旧管鋼鉄管(無ライニング)の内面を下の地処理(さび落とし)した後、ハネ掛け式の塗料により塗装する。	25°C 	無溶剤二液エポキシ樹脂塗料であるが、組成はあまり細かくは規定されていない。(特に、反応性希釈剤については規定されていない。)	実績の多い、旧管更生用エポキシ樹脂塗料であり、塗装方式と硬化乾燥時間の短さに特徴がある。	
水道用コンクリート水櫃内面珪砂樹脂塗料 塗装方法 (JWWA K 143)	エポキシ樹脂塗料をコンクリート水櫃に塗装する場合、塗膜については衛生的に臭気が発生せず必要な物性を備えていること、また施工に当たっては珪砂塗面であるコンクリートの表面含水率の適性を管理と平滑度の確保がそれぞれ重要である。本規格は、これらの事を踏まえて新設のコンクリート水櫃の塗料及び塗装方法について規定した。	水道用コンクリート水櫃内面珪砂樹脂塗料	この規格は、水道に使用する新設のコンクリート水櫃の内面に塗装する無溶剤エポキシ樹脂塗料及びその塗装方法について規定した。	コンクリート水櫃の内面を乾燥下地処理後、塗装する。塗装作業は、はけ、へら、こて、ローラーなどによって行う。	30°C ~ 20°C 	20°Cで7日間(5°Cでは2~4週間)(大容量のため、接液面積が小さい。)	無溶剤エポキシ樹脂塗料であり、組成が細かく規定されている。(硬化剤、反応性希釈剤等、今回の水道用無溶剤エポキシ樹脂塗料と一部異なるものがある。)	コンクリート水櫃内面に、主にはけ、へら、こてを用いて塗装する高粘度のエポキシ樹脂塗料である。

表4 各種水道用エポキシ樹脂塗料の比較表

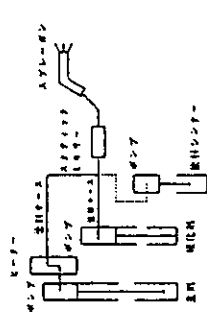
塗料名	液状エポキシ	水道用無溶剤形	現場溶接部用	管更生用	コンクリート水槽
厚さ	0.3mm	0.3mm	0.3mm	0.5~1mm	0.5mm
対象物	新設の鋼管	新設の鋼管	新設の鋼管(現場溶接部)	旧鉄管	新設のコンクリート面
塗装場所	塗装工場	塗装工場	敷設現場	地中の配管現場	コンクリート水槽設置現場
塗装方法	エアレススプレー塗装 (ハケ塗り)	エアレススプレー塗装 (ハケ塗り)	ハケ、コテ、ヘラ、ローラー	ハネ掛け式塗装機	はけ、へら、こて、ローラー、
可使用時間	20°C 2~4時間	二液内部混合形 エアレススプレー塗装 	20°C 30分	20°C 3分	20°C 30分
硬化時間	20°C 12~24時間	20°C 30分、 50°C 5~10分	20°C 8~12時間	20°C 2時間	20°C 16時間
通水までの乾燥期間	30日以上	21日以上	15日以上	2時間以上	7日以上
基本的な性能	大面積を高能率、薄膜塗装 鋼面に密着(15kgf/cm ² 以上) 鋼管の曲げ(38mm) 衝撃に追随	大面積を高能率、薄膜塗装 鋼面に密着(30kgf/cm ² 以上) 鋼管の曲げ(38mm) 衝撃に追随	小面積の静止物に対し、 タレないよう薄膜塗装 鋼面に密着(30kgf/cm ² 以上) 工場塗装とも密着 鋼管の曲げ(38mm) 衝撃に追随	静止物に対し、 タレないよう厚膜塗装 凹凸の多い鉄面に塗装 曲げ(5mm)	大面積を高能率、 静止物に対し、 タレないよう薄膜塗装 コンクリート面に密着 (15kgf/cm ² 以上) 曲げ規定なし

表5 各種水道用エポキシ樹脂塗料の比較表(組成)

組成	成	無溶剤形エポキシ樹脂塗料	現場溶接部用 無溶剤形エポキシ樹脂塗料	管更生用 無溶剤形エポキシ樹脂塗料	コンクリート水槽内面用 無溶剤形エポキシ樹脂塗料
主樹 硬化 樹脂	剤	○	○	○	○
	樹脂	○	○	○	○
	硬化	○	○	○	○
	樹脂	○	○	○	○
	樹脂	○	○	○	○
主反 希	剤	○	○	○	○
	性	○	○	○	○
	剤	○	○	○	○
	性	○	○	○	○
	剤	○	○	○	○
主硬 非 希	剤	○	○	○	○
	性	○	○	○	○
	性	○	○	○	○
	性	○	○	○	○
	性	○	○	○	○
主硬 添	剤	○	○	○	○
	劑	○	○	○	○
	劑	○	○	○	○
	劑	○	○	○	○
	劑	○	○	○	○
主硬 顔	劑	○	○	○	○
	劑	○	○	○	○
	料	○	○	○	○
	料	○	○	○	○
	料	○	○	○	○

表6 無溶剤型エポキシ樹脂塗料

塗料の組成と構成モノマー

分類	塗料			中			間			原			料				
	塗料	材	組	塗料	中	間	塗料	中	間	塗料	中	間		塗料	中	間	塗料
樹脂成分	反応性樹脂	ビスフェノールA形	ビスフェノールA形	0~4.0	ビスフェノールA	0~2.7	フェノール	0~2.1	ビスフェノールA	0~2.7	フェノール	0~2.1	ビスフェノールA	0~2.7	フェノール	0~2.1	
		エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	0~5.0	エポキシ樹脂	0~2.2	エポキシ樹脂	0~2.2	エポキシ樹脂	0~2.2	エポキシ樹脂	0~2.2	エポキシ樹脂	0~2.2	エポキシ樹脂	0~2.2	エポキシ樹脂
		ビスフェノールF形	ビスフェノールF形	0~5.0	ビスフェノールF	0~3.2	ビスフェノールF	0~2.8	ビスフェノールF	0~3.2	ビスフェノールF	0~2.8	ビスフェノールF	0~3.2	ビスフェノールF	0~2.8	ビスフェノールF
		エポキシ樹脂	エポキシ樹脂	5~3.0	エポキシ樹脂	1.4~	エポキシ樹脂	0~3.0	エポキシ樹脂	1.4~	エポキシ樹脂	0~3.0	エポキシ樹脂	1.4~	エポキシ樹脂	0~3.0	エポキシ樹脂
		メタキシレンジアミン変性物	メタキシレンジアミン	5~3.0	メタキシレンジアミン	8.5	メタキシレン	1~6.4	メタキシレン	8.5	メタキシレン	1~6.4	メタキシレン	8.5	メタキシレン	1~6.4	メタキシレン
		イソホロジンジアミン変性物	イソホロジンジアミン	0~1.0	イソホロジンジアミン	3.6~	イソホロジン	2.0~12.0	イソホロジン	3.6~	イソホロジン	2.0~12.0	イソホロジン	3.6~	イソホロジン	2.0~12.0	イソホロジン
		トリエチレンテトラミン変性物	トリエチレンテトラミン	0~1.0	トリエチレンテトラミン	21.5	トリエチレン	1.6~9.5	トリエチレン	21.5	トリエチレン	1.6~9.5	トリエチレン	21.5	トリエチレン	1.6~9.5	トリエチレン
		ポリチオール変性物	ポリチオール	0~1.0	ポリチオール	0~4.3	ポリチオール	0~3.3	ポリチオール	0~4.3	ポリチオール	0~3.3	ポリチオール	0~4.3	ポリチオール	0~3.3	ポリチオール
		アルキルグリシジルエーテル (C ₁₂ ~C ₁₅)	アルキルグリシジルエーテル	0~1.0	アルキルグリシジルエーテル	0~5.7	アルキルグリシジル	0~3.8	アルキルグリシジル	0~5.7	アルキルグリシジル	0~3.8	アルキルグリシジル	0~5.7	アルキルグリシジル	0~3.8	アルキルグリシジル
		ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル	ネオペンチルグリコール	0~2.0	ネオペンチルグリコール	0~7.7	ネオペンチルグリコール	0~1.7	ネオペンチルグリコール	0~7.7	ネオペンチルグリコール	0~1.7	ネオペンチルグリコール	0~7.7	ネオペンチルグリコール	0~1.7	ネオペンチルグリコール
着色顔料	非反応性希釈剤	フェニルキリルエタン	フェニルキリルエタン	0~5	フェニルキリルエタン	0~2.5	フェニルキリルエタン	0~2.5	フェニルキリルエタン	0~2.5	フェニルキリルエタン	0~2.5	フェニルキリルエタン	0~2.5	フェニルキリルエタン	0~2.5	フェニルキリルエタン
		トルエン樹脂	トルエン	0~1.5	トルエン	0~1.2	トルエン	0~1.2	トルエン	0~1.2	トルエン	0~1.2	トルエン	0~1.2	トルエン	0~1.2	トルエン
		キシレン樹脂	キシレン	0~1.0	キシレン	0~8.4	キシレン	0~8.4	キシレン	0~8.4	キシレン	0~8.4	キシレン	0~8.4	キシレン	0~8.4	キシレン
		ベンジアンアルコール	ベンジアンアルコール	0~1.0	ベンジアンアルコール	0~2.3	ベンジアンアルコール	0~2.3	ベンジアンアルコール	0~2.3	ベンジアンアルコール	0~2.3	ベンジアンアルコール	0~2.3	ベンジアンアルコール	0~2.3	ベンジアンアルコール
		二酸化チタン	二酸化チタン	2~1.0	二酸化チタン	2~1.0	二酸化チタン	2~1.0	二酸化チタン	2~1.0	二酸化チタン	2~1.0	二酸化チタン	2~1.0	二酸化チタン	2~1.0	二酸化チタン
		カーボンブラック	カーボンブラック	0.1~2	カーボンブラック	0.1~2	カーボンブラック	0.1~2	カーボンブラック	0.1~2	カーボンブラック	0.1~2	カーボンブラック	0.1~2	カーボンブラック	0.1~2	カーボンブラック
		タルク	タルク	10~50	タルク	10~50	タルク	10~50	タルク	10~50	タルク	10~50	タルク	10~50	タルク	10~50	タルク
		硫酸バリウム	硫酸バリウム	0~2.0	硫酸バリウム	0~2.0	硫酸バリウム	0~2.0	硫酸バリウム	0~2.0	硫酸バリウム	0~2.0	硫酸バリウム	0~2.0	硫酸バリウム	0~2.0	硫酸バリウム
		炭酸カルシウム	炭酸カルシウム	0~1.0	炭酸カルシウム	0~1.0	炭酸カルシウム	0~1.0	炭酸カルシウム	0~1.0	炭酸カルシウム	0~1.0	炭酸カルシウム	0~1.0	炭酸カルシウム	0~1.0	炭酸カルシウム
		マイカ	マイカ	0~1.0	マイカ	0~1.0	マイカ	0~1.0	マイカ	0~1.0	マイカ	0~1.0	マイカ	0~1.0	マイカ	0~1.0	マイカ
体質顔料	添加剤	シリカ	シリカ	0~2	シリカ	0~2	シリカ	0~2	シリカ	0~2	シリカ	0~2	シリカ	0~2	シリカ	0~2	シリカ
		シリコンオイル	シリコンオイル	0~1	シリコンオイル	0~1	シリコンオイル	0~1	シリコンオイル	0~1	シリコンオイル	0~1	シリコンオイル	0~1	シリコンオイル	0~1	シリコンオイル
		アマンドワックス	アマンドワックス	0~5	アマンドワックス	0~5	アマンドワックス	0~5	アマンドワックス	0~5	アマンドワックス	0~5	アマンドワックス	0~5	アマンドワックス	0~5	アマンドワックス
		エポキシ系ランカッピング剤	エポキシ系ランカッピング剤	0~3	エポキシ系ランカッピング剤	0~3	エポキシ系ランカッピング剤	0~3	エポキシ系ランカッピング剤	0~3	エポキシ系ランカッピング剤	0~3	エポキシ系ランカッピング剤	0~3	エポキシ系ランカッピング剤	0~3	エポキシ系ランカッピング剤

表7 無溶剤型エポキシ樹脂塗料
構成モノマー毒性調査結果一覽表

No.	構成モノマー		構成比 (CA%)	CAS No.	RTECS No.	変異原性	生殖毒性	発がん性	経路-生物		中毒量	毒性データ	資料
	名称	分子式/分子量											
1.	フェノール Phenol	C ₆ H ₅ OH 94.12	0~21	108-95-2	SJ3325000	-	-	-	ori-rat ori-mus ori-mam	LD ₅₀ 317mg/kg LD ₅₀ 270mg/kg LD ₅₀ 500mg/kg	PSEBAA 32, 592, 1935 GISAAA 38(8), 6, 1973 GTPZAB 32(10), 25, 1988		
2.	アセトン Acetone	(CH ₃) ₂ CO 58.09	0~6	67-64-1	AL3150000	-	-	-	ori-rat ori-mus ori-rbt	LD ₅₀ 5800mg/kg LD ₅₀ 3 gm/kg LD ₅₀ 5340mg/kg	JTEHD6 15, 608, 1985 PCJOAU 14, 162, 1980 FAONAU 48A, 86, 1970		
3.	エポキシプロピル Propane, 1-chloro-2, 3-epoxy	C ₃ H ₅ OCl 92.53	0~30	106-89-8	TX4900000	+	+	+	ori-rat ori-mus ori-rbt	LD ₅₀ 90mg/kg LD ₅₀ 195mg/kg LD ₅₀ 345mg/kg	JHITAB 30, 63, 1948 GISAAA 33(1), 46, 1968 GISAAA 33(1), 46, 1968		
4.	ホルムアルデヒド Formaldehyde	HCHO 30.03	0~28	50-00-0	LP8925000	+	+	+	ori-rat ori-mus ori-rbt	LD ₅₀ 100mg/kg LD ₅₀ 42mg/kg LD ₅₀ 260mg/kg	FCTOD7 26, 447, 1988 NTIS AD-A125-539 JHITAB 23, 259, 1941		
5.	メタキシレン m-Xylene	C ₈ H ₁₀ (CH ₃) ₂ 106.18	0~8.4	108-38-3	ZE2275000	-	-	-	ori-rat lpr-mus skn-rbt	LD ₅₀ 5gm/kg LD ₅₀ 2003ul/kg LD ₅₀ 14100ul/kg	YAKUD5 22, 883, 1980 ARTODN 58, 106, 1985 AIHAAP 23, 95, 1962		
6.	アンモニア Ammonia	NH ₃ 17.04	0~2.1	7664-41-7	B00875000	-	-	-	ihl-hmn unr-man ihl-rat	LCLo 5000ppm/SIM LDLo 132mg/kg LD ₅₀ 2000ppm/4H	TABIA2 3, 231, 1933 85DCAI 2, 73, 1970 34ZIAG 607, 1969		
7.	イソホロン 2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl	C ₈ H ₁₄ O 138.23	0~3.3	78-59-1	GW7700000	-	-	-	ori-rat ori-mus skn-rbt	LD ₅₀ 1870mg/kg LD ₅₀ 2690mg/kg LD ₅₀ 1500ul/kg	UCDS 11/15/1971 TXAPA9 17, 498, 1970 UCDS 11/15/1971		
8.	シアニ化水素 Hydrocyanic-acid	HCN 27.03	0~0.6	74-90-8	MW6825000	+	-	+	ivn-rat ori-rat ori-mus ori-rbt	LD ₅₀ 810ug/kg LD ₅₀ 3700ug/kg LDLo 4mg/kg	NTIS AD-A028-501 APFRAD 19, 740, 1961 HBAMAK 4, 1340, 1935		
9.	エチレンジクロライド Ethene, 1,2-dichloro	C ₂ H ₂ Cl ₂ 98.96	0~2.5	107-06-2	KI0525000	+	-	+	ori-rat ori-mus ori-rbt	LD ₅₀ 670mg/kg LD ₅₀ 413mg/kg LD ₅₀ 860mg/kg	FMCHAZ C130, 1991 EVHPAZ 43, 41, 1982 GUCHAZ 6, 264, 1973		
10.	メルカプト酢酸 Acetic acid, mercapto	HSCH ₂ COOH 92.12	0~9	68-11-1	AI5950000	-	-	-	ori-rat ori-mus ori-rbt	LD ₅₀ 114mg/kg LD ₅₀ 242mg/kg LD ₅₀ 119mg/kg	ZHYGAM 20, 576, 1974 ZHYGAM 20, 575, 1974 ZHYGAM 20, 575, 1974		
11.	トリメチロールプロパン 1,3-Propanediol, 2-ethyl- 2-(hydromethyl)	CH ₃ CH ₂ C(CH ₂ OH) ₂ 134.20	0~3	77-99-6	TY6470000	-	-	-	ori-rat ori-mus	LD ₅₀ 14100mg/kg LD ₅₀ 13700mg/kg	HYSAAV 32(5), 288, 1967 HYSAAV 32(5), 288, 1967		
12.	ドデシルアルコール Dodecyl-alcohol	(C ₁₂ ~C13) 186.38	0~6.5	112-53-8	JR5775000	-	-	-	ori-rat skn-rbt	LD ₅₀ 12800mg/kg LD ₅₀ 5600mg/kg	FCTXAV 11, 95, 1973 NPIRI 1, 114, 1974		
13.	ネオペンチルグリコール 1,3-Propanediol, 2,2-dimethyl	(CH ₂) ₂ C(CH ₂ OH) ₂ 104.17	0~17	126-30-7	TY5775000	-	-	-	ori-rat ihl-rat	LDLo 3200mg/kg LCLo 3900ppm/6H	KODAK 21, MAY, 1971 KODAK 21, MAY, 1971		
14.	キシレン Xylene	C ₈ H ₁₀ (CH ₃) ₂ 106.18	0~2.5	1330-20-7	ZE2100000	-	-	-	ori-rat ori-mam ori-mus	LD ₅₀ 4300mg/kg LD ₅₀ 4300mg/kg LDLo 6gcm/kg	AMIHAB 14, 387, 1956 GTPZAB 32(10), 25, 1988 NTPTR NTP-TR-327, 1986		
15.	スチレン Styrene	C ₆ H ₅ CH=CH ₂ 104.16	0~2.5	100-42-5	ML3675000	-	-	+	ori-rat ori-mus ori-mam	LD ₅₀ 2850mg/kg LD ₅₀ 316mg/kg LD ₅₀ > 1500mg/kg	SRICAC 36(1-4), 10, 1989 NCILB NCI-E-C-72-3252-1973 GISAAA 39(4), 86, 1974		
16.	トルエン Toluene	C ₆ H ₅ CH ₃ 92.15	0~12	108-88-3	XS5250000	-	-	-	ori-rat ori-mam skn-rbt	LD ₅₀ 636mg/kg LD ₅₀ 4gm/kg LD ₅₀ 14100ul/kg	NRTXDN 2, 567, 1981 GTPZAB 32(10), 25, 1988 AIHAAP 30, 470, 1969		
17.	ベンジアルコール Benzyl-alcohol	C ₆ H ₅ CH ₂ OH 108.15	0~10	100-51-6	DN3150000	-	-	-	ori-rat ori-mus ori-rbt	LD ₅₀ 1230mg/kg LD ₅₀ 1360mg/kg LD ₅₀ 1040mg/kg	FCTXAV 2, 327, 1964 GISAAA 50(7), 81, 1965 JPETAB 84, 358, 1945		

表7 無溶剤型エポキシ樹脂塗料(続き)
構成モノマー毒性調査結果一覧表

No.	構成モノマー		構成比 (CA%)	CAS No.	RTECS No.	変異原性	生殖毒性	発がん性	経路-生物		毒性データ	資料
	名称	分子式/分子量							経路	生物		
着色顔料												
18.	二酸化チタン Titanium-oxide.	TiO ₂ 79.90	2~10	13463-67-7	XR22275000	-	-	-				
19.	カーボンブラック Carbon-Black	C	0.1~2	1333-86-4	FF5800000	+	-	+				
体質顔料												
20.	タルク Talc(Powder) containing no asbestos fibers	3MgO. 4SiO ₂ . H ₂ O	10~50	14807-96-6	WW2710000	-	-	-				
21.	硫酸バリウム Barium-sulfate.	96.33 BaSO ₄	0~20	7727-43-7	CR0600000	-	-	-				
22.	炭酸カルシウム Carbonic acid, calcium salt(1:1)	CaCO ₃ 100.09	0~10	471-34-1	FF9335000	-	-	-	ori-rat	LD ₅₀ 6450mg/kg	28ZPAK 267, 1972	
23.	マイカ(セリサイト)	K ₂ O. 3Al ₂ O ₃ . 6SiO ₂ . 2H ₂ O	0~10	12001-26-2		-	-	-				
24.	シリカ Silica colloidal.	SiO ₂	0~2	7631-86-9	VV7310000	-	-	-				
添加剤												
25.	シリコンオイル Siloxanes and Silicones,Di-Me Silicone L-45		0~1	63148-62-9	VU6200000 VW1511000				ori-rat ori-rat	LD ₅₀ >24gm/kg LD ₅₀ >50ml/kg	NTIS LMF-69 UCDS 1/14/1972	
26.	アマイドワックス		0~5	553-49-01								
27.	エポキシ系シランカップリング剤 Silane,3-(2,3-epoxypropoxy) propyltrimethoxy.	CH ₂ -CH CH ₂ OC ₂ H ₅ H ₂ Si(OCH ₂) ₃ 236, 38	0~3	2530-83-8	VV4025000				ori-rat skn-rbt	LD ₅₀ 22500uL/kg LD ₅₀ 3970uL/kg	UCDS 2/11/1964 AIHAAP 30, 470, 1969	

備考 1) 変異原性、生殖毒性、および発がん性はMSDS情報に基づく。
陽性データあり: + 陽性データなし: -
2) 毒性データはRTECS(1997. 7まで)を参照した。

表8 内面エポキシ樹脂粉体塗料

塗料の組成と構成モノマー

組成	分類	構成比 (wt%) MIN~MAX	中間原料	構成比 (CA%) MIN~MAX	構成モノマー	構成比 (CA%) MIN~MAX
樹脂成分	エポキシ樹脂	4.5 ~ 6.5	ビスフェノールA	0 ~ 4.5	フェノール	0 ~ 4.0
			ビスフェノールF		アセトン	
	変性芳香族 アミンアダクト類	0 ~ 5	エピクロヒドリン	1.5 ~ 2.5	フェノール	0 ~ 4.0
			ジアミノジフェニル メタン	0 ~ 0.9	ホルムアルデヒド	0 ~ 1.5
			エポキシ樹脂	0 ~ 4.2	ホルムアルデヒド	0 ~ 0.2
			フェニルイミダゾリン	0 ~ 5	フェノール	0 ~ 2.6
	イミダゾール類	0 ~ 5	フェニルイミダゾリン	0 ~ 5	アセトン	0 ~ 0.8
			ヒドラジン	0 ~ 1.2	エピクロヒドリン	0 ~ 1.6
	酸無水物	0 ~ 1.5	アジピン酸	0 ~ 3	ベンゾニトリル	0 ~ 3
			セバチン酸	0 ~ 4	ヒドラジン	0 ~ 1.2
トリメリット酸			0 ~ 1.3	アジピン酸	0 ~ 3	
エチレンジグリコール			0 ~ 2	セバチン酸	0 ~ 4	
着色顔料	酸化チタン カーボン	5 ~ 3.0	TiO ₂	5 ~ 3.0	酸化チタン	5 ~ 3.0
		0.1 ~ 0.5	C	0.1 ~ 0.5	カーボン	0.1 ~ 0.5
体質顔料	硫酸バリウム シリカ粉 炭酸カルシウム	0 ~ 4.0	BaSO ₄	0 ~ 4.0	硫酸バリウム	0 ~ 4.0
			SiO ₂		シリカ粉	
			CaCO ₃		炭酸カルシウム	
添加剤	アクリル酸オリゴマー類	0.2 ~ 2.0	2エチルヘキシル アクリル酸エステル	0.2 ~ 2.0	アクリル酸 2エチルヘキシル	0.1 ~ 0.8
			アルコール	0.1 ~ 1.2	アルコール	0.1 ~ 1.2