

チオコールLP／エポキシ樹脂 コンパウンドの用途と代表的物性

目次

1. はじめに	3
2. 硬化反応	3
3. 配合方法	4
4. 用途と配合例	7
4-1. 接着剤	7
4-2. 保護コーティング	13
4-3. ポッティング、キャストイング	16
4-4. ボディーソルダー	17

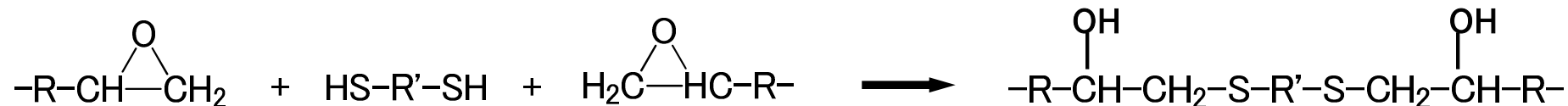
1. はじめに

チオコールLPは、末端に反応性のあるチオール基を持つ液状ポリサルファイドポリマーであり、常温または加熱硬化型シーラントのベースポリマーとして広範囲に使用されている。

さらに、チオコールLPはエポキシ樹脂と相溶性があり、互いに反応することから、エポキシ樹脂の脆さを改善するための可とう性付与剤として広く使用されている。エポキシ樹脂にチオコールLPを併用することによって、低温硬化が可能となり、耐衝撃強さ(機械的衝撃および冷熱サイクル衝撃に対する強度)および被着体への接着性が向上するとともに、気体および蒸気の透過率が低下する。さらに、広範囲の有機溶剤、燃料油、化学薬品に対し優れた抵抗性を示すようになる。

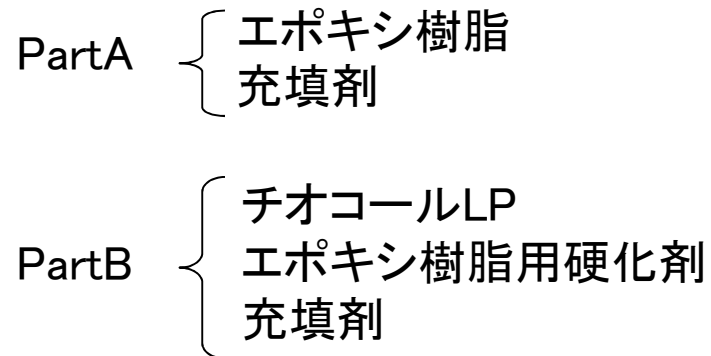
2. 硬化反応

チオコールLPのチオール基とエポキシ樹脂のエポキシ基は次のように反応し、ブロック状の共重合体を形成する。この反応は、室温でも非常にゆっくり進行するが、通常はエポキシ樹脂用硬化剤を併用する。



3. 配合方法

貯蔵安定性を良好にし、取り扱いを容易にするため、一般的には次のような2液型に配合される。



エポキシ樹脂としては、市販されている多くの液状または固体エポキシ樹脂が使用に適する。

チオコールLPとしては、粘度の低いLP-3(粘度:約1Pa・s、平均分子量1000)が一般に使用されるが、加熱硬化配合にはLP-2(粘度:約45Pa・s、平均分子量4000)なども使用される。

硬化剤としては、アミン、または酸無水物が使用に適する。硬化剤が、チオコールLPに十分に相溶しない場合には、適当な添加剤を用いてチオコールLPと硬化剤を相溶させることもできる。

充填剤としては、酸化チタン、カーボンブラック、炭酸カルシウム、シリカ等、各種の材料が使用される。充填剤は、一般には次のような目的で使用される。

- (1) 硬化に伴う収縮の減少
- (2) 熱膨張係数の低下
- (3) 耐衝撃強度の向上
- (4) 反応発熱温度の低下
- (5) 流動特性の調整
- (6) 絶縁性の向上または導電性の付与
- (7) 耐磨耗性の向上
- (8) 配合物のコスト低減

いずれの配合物も、作業性、硬化速度、硬化物の物性等を考慮し、適切な材料および使用量を選定しなければならない。

チオコールLP-3／エポキシ樹脂比が1／1の組成物(充填剤なし)に、各種硬化剤を使用した場合の硬化速度、可使時間、硬化後物性を表1に示す。

常温で1～2時間の硬化が要求される場合には、トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール等が好ましく、変性ポリアミン系では種類によって常温硬化時間は数時間～数日となる。酸無水物系およびイミダゾール系硬化剤は加熱硬化が必要である。

表1 各種硬化剤による可使時間、硬化時間、物性への影響

硬化剤	配合比(重量部) LP-3/エポキシ樹脂 ^{b)} /硬化剤	常温硬化(20°C)					加熱硬化(70°C)			
		可使時間 (分)	硬化時間 (時間)	引張強度 ^{b)} (kg/cm ²)	伸度 ^{b)} (%)	硬度 ^{b)} (Shore D)	硬化時間 (時間)	引張強度 ^{c)} (kg/cm ²)	伸度 ^{c)} (%)	硬度 ^{c)} (Shore D)
トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール	100/100/10	33	1	111	60	67	0.1	—	—	—
変性ポリアミン	100/100/50	130	2～3日	10	68	17	—	—	—	—
酸無水物	100/100/50	—	—	—	—	—	3	19	1380	18
イミダゾール系硬化剤	100/100/7	—	—	—	—	—	1	13	460	17

^{a)} エポキシ当量:175～210、25°C粘度:150～180ポイズ

^{b)} 20°C×7日後のダンベル物性

^{c)} 各硬化時間後のダンベル物性

配合剤等の詳細はお問い合わせ下さい。

4. 用途と配合例

チオコールLP／エポキシ樹脂配合物は、接着剤、保護コーティング、電気用ポッティング等、多方面に使用され、長期の使用実績を持っている。

4-1. 接着剤

チオコールLPをエポキシ樹脂に添加することに伴う引張および衝撃強度の増加、耐薬品性、柔軟性の向上等の特性が接着剤として利用されている。

チオコールLP／エポキシ樹脂接着剤(充填剤なし)の引張せん断強度および曲げ強度を図1に示す。

この例では、室温における引張せん断強度の最適値はLP-3が20~25%にあり、曲げ強度の最適値は35%前後にある。ただし、この値は、配合、硬化方法等によって変化する。

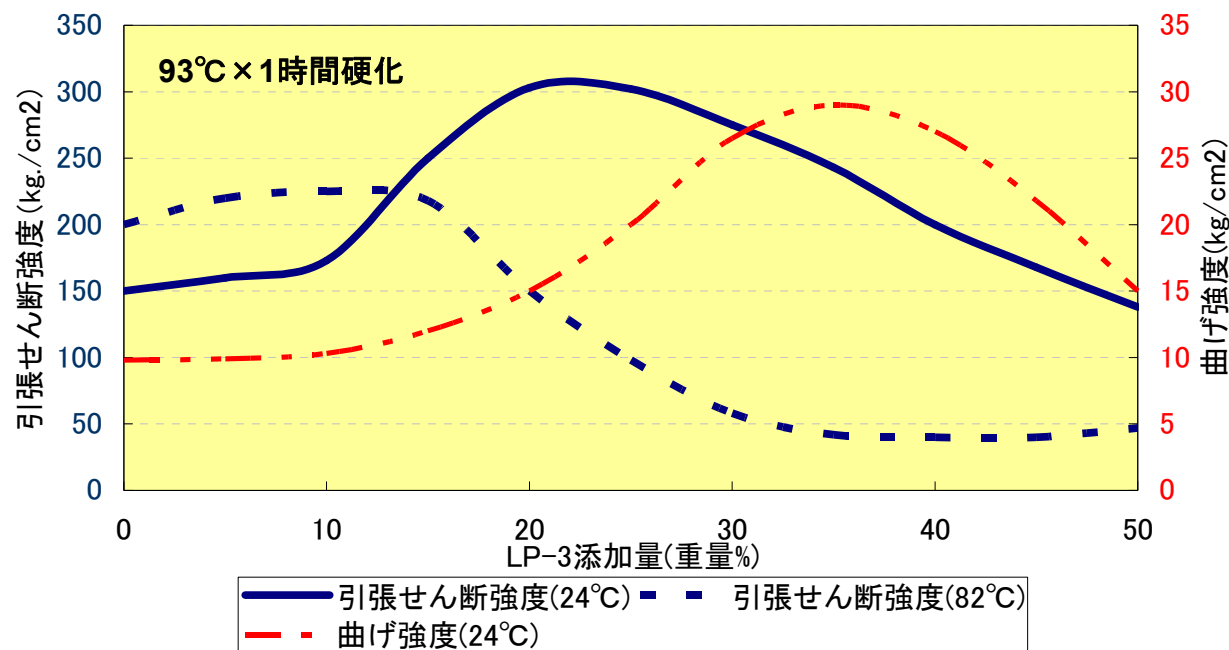


図1 エポキシ樹脂接着剤の物性に対するLP-3添加の影響

配合 エポキシ樹脂・・・エポキシ当量：175～210、25°C粘度：150～180ポイズ
硬化剤・・・トリス(ジメチルアミノメチル)フェノールをエポキシ樹脂100部に対し10部
測定方法 MIL-A-8831(被着体はアルミ)

表2に、代表的な接着剤配合の特性例を示す。

表2 接着剤配合の特性例

配合	1	2	3	4
用途	一般用	柔軟性、 高耐衝撃性用	炭素と陽極酸化 アルミの接着用	高耐衝撃性、 柔軟性、 高接着力性用
	アルミ、スチール、スズ、 木、ガラス、セラミック、 プラスチックの接着剤 およびパイプ用 シーラント	スチール、アルミ、 木、ガラス、セラミック の接着剤		
性状	ペースト	易流動性	粘稠	流動性
使用法	ブラシ、ヘラ、 ローラーコート	ブラシ、浸漬	ブラシ、ヘラ	ブラシ
ポットライフ(室温)	30分	30分	—	2.5時間
適正強度に達する時間	5～7日(27℃) 15分(100℃) 固化は 室温で4～5時間	5～7日(27℃)	1.5～2.5時間 (70～80℃)	8日(27℃) 1時間(90℃)

配合剤、配合比等の詳細はお問い合わせ下さい。

図2に、表2の配合No.4、およびエポキシ単独硬化物(LPおよび充填剤なし)について、引張せん断強度への温度の影響を示す。

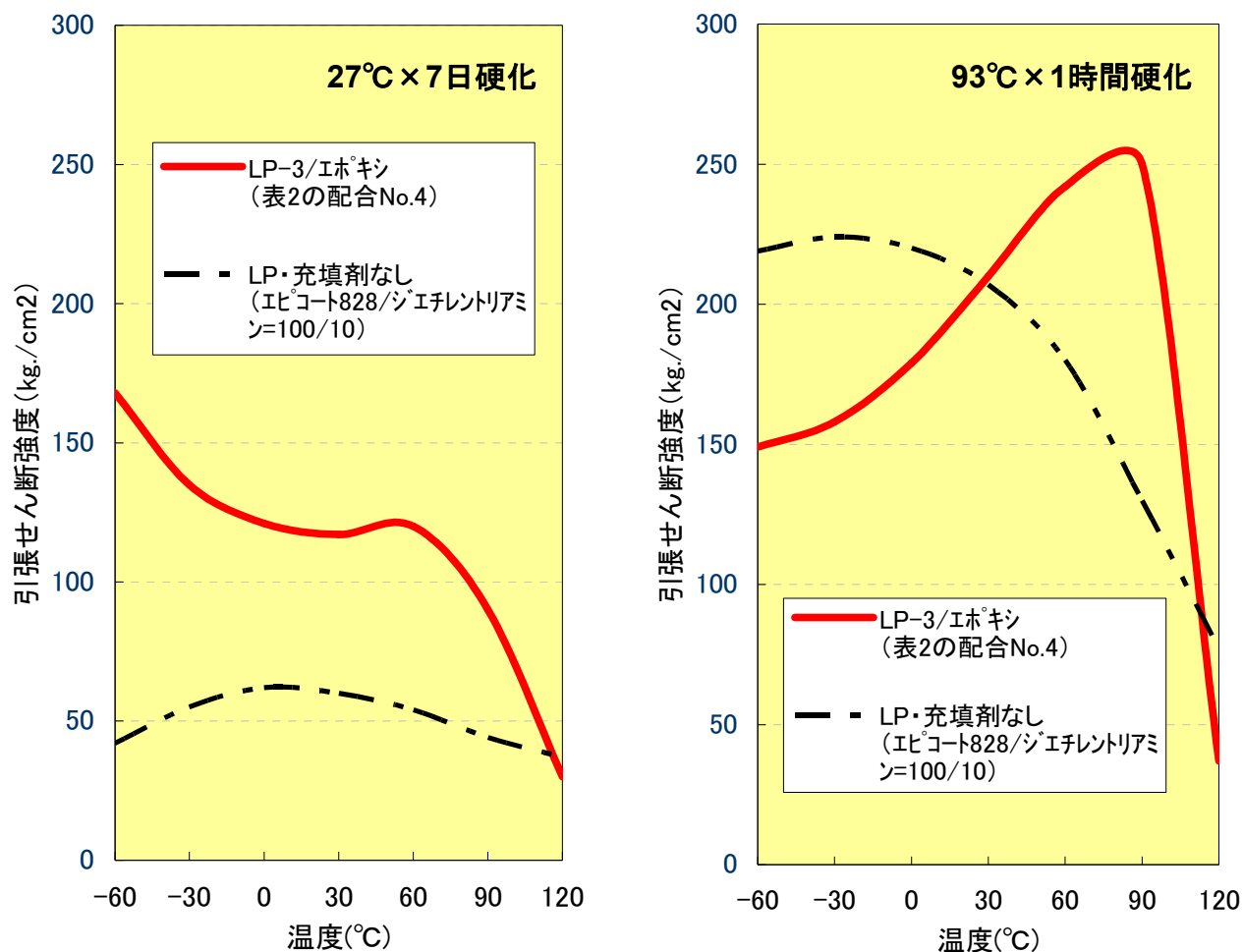


図2 引張せん断強度に与える温度の影響

測定方法 MIL-A-8831(被着体はアルミ)

チオコールLPは、エポキシ樹脂の湿潤面に対する接着性を著しく向上させる。

表3に示すように、LP-3を添加することで、未添加の場合に比べて、湿潤コンクリートに対し優れた接着力を保持する。新-旧および旧-旧コンクリートの打ち継ぎ、コンクリートとタイルの接着等、コンクリート関連部位に多くの実績を上げている。

表3 湿潤面硬化エポキシ樹脂の接着力

配合No.	1	2	3
チオコールLP-3	50部	50部	0部 (未添加)
硬化剤	ポリアミン系	トリス(ジメチル アミノメチル)フェノール	ポリアミド系
引張り接着力(kg/cm ²)	9.4	18.8	4.4

試験方法:濡れたコンクリート(4×4×4cm)に各接着剤を塗布して、
常温7日水中で硬化後、引張り試験を実施

配合剤、配合比等の詳細はお問い合わせ下さい。

コンクリート用接着剤の配合例を表4に示す。

配合No. 1、2は硬化速度の早い接着剤であり、配合No. 3、4は容量混合比を1／1とし、
 可使用時間が長めになるようにした配合である。

表4 コンクリート用接着剤配合例

配合No.	1	2	3	4
特長	硬化速度が速く、 早急な補修工事 等に適合。	配合No.1より、 可使用時間、硬化時 間ともやや長い。 硬化物性はNo.1と ほぼ同じ。	可使用時間を長くした 配合。溶剤使用。	同左。LPのエポキシ 樹脂に対する配合 比が高く、高耐衝撃 性が要求される分 野に適する。
27°Cにおける硬化特性(単位:時間)				
可使用時間 ^{a)}	0.2	0.3	1.4	1.4
セットタイム ^{b)} (0.25mm)	0.8	1	3.5	3.5
硬化時間 ^{c)} (0.25mm)	7	8~24	8~24	8~24

^{a)} 可使用時間・・・刷毛塗りが可能なまでの時間

^{b)} セットタイム・・・フレッシュなコンクリートが接着しなくなるまでの時間、この時間以内にフレッシュコンクリートを打つことが必要

^{c)} 硬化時間・・・通常の使用に耐えられるように十分硬化するまでの時間

配合剤、配合比等の詳細はお問い合わせ下さい。

表4の配合No. 1およびNo. 3のコンクリートへの接着力を表5に示す。両配合とも、コンクリートに対し、十分な接着力を示している。

表5 チオコールLP/エポキシ樹脂コンクリート用接着剤の性能

試験項目	配合No.1		配合No.3	
引張強度 ^{a)} 27°C	(kg/cm ²)	破壊状況	(kg/cm ²)	破壊状況
旧-旧コンクリート				
3日後	26	凝集破壊	29	凝集破壊
7日後	24	凝集破壊	25	凝集破壊
28日後	28	凝集破壊	29	凝集破壊
高湿状態接着3日後	25	凝集破壊	28	凝集破壊
水中浸漬7日後	24	凝集破壊	26	凝集破壊
新-旧コンクリート				
3日後	27	凝集破壊	27	凝集破壊
7日後	29	凝集破壊	32	凝集破壊
28日後	33	凝集破壊	36	凝集破壊
曲げ強度 ^{b)} 27°C	(kg/cm ²)	破壊状況	(kg/cm ²)	破壊状況
旧-旧コンクリート				
3日後	21	凝集破壊	22	凝集破壊
7日後	23	凝集破壊	25	凝集破壊
28日後	29	凝集破壊	30	凝集破壊
新-旧コンクリート				
3日後	25	凝集破壊	24	凝集破壊
7日後	25	凝集破壊	27	凝集破壊
28日後	27	凝集破壊	28	凝集破壊
圧縮せん断強度 ^{c)} 27°C	(kg/cm ²)	破壊状況	(kg/cm ²)	破壊状況
3日後	186	凝集破壊	262	凝集破壊
7日後	295	凝集破壊	306	凝集破壊
28日後	299	凝集破壊	295	凝集破壊
28日後-10°Cで測定	303	凝集破壊	307	凝集破壊
28日後100°Cで測定	17	凝集破壊	15	凝集破壊
凍結融解サイクル試験 ^{d)}	影響なし		影響なし	

試験方法： 接着剤の厚みは10ミル(254ミクロン)

(a)引張強度

テストピース: 5×5×10cm (接着面は5×5cm)

高湿状態: テストピース接着直後27°C100%RH×3日間

水中浸漬: テストピース接着直後27°C水中×7日間

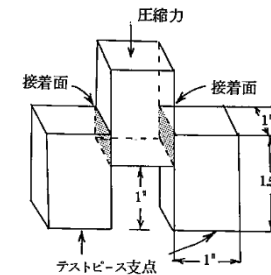
新-旧コンクリート: テストピースに接着剤を塗布後、型枠に入れ、その後に新しく調合したコンクリートを流し込む

(b)曲げ強度

テストピース: 2個の5×5×10cmのコンクリートテストピースを接着して(接着面は5×5cm)、5×5×20cmとして、曲げ強度を測定

(c)圧縮せん断強度

下図のテストピースを作製して、上下方向に圧縮力を加え、圧縮せん断強度を測定(全接着面積は1平方インチ)



(d)凍結融解サイクル試験

コンクリートテストピースに接着剤を塗布し、27°C水中×6時間、-10°C×24時間、66°C×24時間を1サイクルとして5回繰り返し、接着剤への影響を肉眼で観察

4-2. 保護コーティング

チオコールLP／エポキシ樹脂配合物は各種の保護コーティングとして使用される。

配合物は接着性、柔軟性、耐溶剤性、各種蒸気の遮断性に優れたコーティング材として使用され、各種建造物におけるコンクリート、木材、鉄鋼等の表面を保護する。表6に各種の配合例を示す。

表6 コーティング用配合例

配合No.	1	2	3	4	5	6	7
用途・特長	一般用透明コーティング	アルミ色コーティング	電気用厚塗りコーティング	透明電気用密封コーティング	ヘラ塗り用コーティング	軽重量用すべり防止コーティング	すべり防止コーティング(安価)
	木、金属、コンクリート、プラスチックなど	金属、木など	ガラス、アルミ、鉄、セラミック		コンクリート、鉄、木	コンクリート、鉄、アルミ	
	耐薬品性、耐候性、耐衝撃性、耐摩耗性に優れるので、壁、家具、床など一般用。	水蒸気および各種ガスからの防食コーティング。アルミ色で隠蔽力が大。	高湿に耐え、電気特性良好。コンデンサー用等に適する。	室温および高温で硬化可能。電気部品用に適する。	ハンサグ性で、コンクリート、金属などの垂直面に使用し、耐薬品性、防食性を発揮。	各種建築物のすべり防止用。耐摩耗性、耐衝撃性に優れる。	耐薬品性に優れる。
比重	1.01	0.99	1.43	1.17	1.47	-	-
不揮発分(重量%)	55	56	100	100	100	100	100
不揮発分(容量%)	46	40	100	100	100	100	100
25°Cにおける硬化特性(単位:時間)							
可使時間	4(スプレー)	3(スプレー)	8(浸漬)	15~20(浸漬)	0.5(ヘラ)	0.5~0.75(ヘラ)	0.5~0.75(ヘラ)
乾燥時間(手触乾燥)	1.5	1	-	5~6	5~6	12	12
乾燥時間(取扱可能)	2~3	2	-	8	8	24~48	24~48
適正強度に達する硬化時間	7	7	120°Cで30分	7 または 50°Cで16~24時間	7	7	7

配合剤、配合比等の詳細はお問い合わせ下さい。

エポキシ樹脂は屋外で使用すると、紫外線等の影響を受けて、チョーキング、ヘアクラックの発生および密着性の低下などを一般に起こしやすいが、チオコールLPを配合すると、このような欠点を改善することができる。これは、チオコールLPの持つ優れた耐候性に起因するものであり、屋外建造物のコーティングにとって非常に有用な特性である。

例えば、エポキシ樹脂単独配合物およびLP-3／エポキシ樹脂(配合比1／1)配合物を、4-メチルイミダゾールを用いてそれぞれ硬化して(エポキシ樹脂100部に対して7部、硬化は70°C×2時間)、サンシャインウエザーメーターにおいて400時間の紫外線照射(水スプレーあり)を行うと、チョーキングの発生状況には下記のような差がみられ、チオコールLP配合の効果が明確に認められる。

配合硬化物	チョーキング発生状況
エポキシ樹脂単独	著しい
チオコールLP／エポキシ樹脂	非常に少ない

表7に、チオコールLPの持つ蒸気の遮断性を利用したバリアコーティングの配合例を示す。このようなコーティングは、ポリエチレン等のポリオレフィン系プラスチックの活性化処理表面にスプレーまたは浸漬コートされ、硬化皮膜はガソリン等の炭化水素系蒸気の透過性を著しく低下させる。

表7 チオコールLP／エポキシ樹脂バリアコーティング

PartA
エポキシ樹脂
充填剤
溶剤
PartB
チオコールLP-3
充填剤
トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール
溶剤

使用法： AおよびBを混合し、ヘラまたは浸漬によってコーティングする

配合剤、配合比等の詳細はお問い合わせ下さい。

応用例に、プラスチック製燃料タンクのコーティングがあり、ポリエチレンガソリンタンクに1～1.5ミル(25～40ミクロン)厚のコーティングを行うことにより、ガソリンの透過蒸発損失量は約1/3になるとの結果が得られている。

4-3. ポッティング、キャストイング

チオコールLP／エポキシ樹脂は、耐衝撃性（熱および機械的衝撃）、水蒸気の遮断性に優れると共に、硬化中の収縮が少なく、電気特性が良好であることから、電気部品を始め、各種部品のポッティング材、キャストイング材として使用される。

チオコールLP-3をエポキシ樹脂に混合した場合の水蒸気透過性を図3に示す。チオコールLP-3含量の増加と共に水蒸気透過率は、大幅に低下する。この性能を利用して、精密部品への水蒸気の侵入に伴うトラブルを著しく減少させることができる。

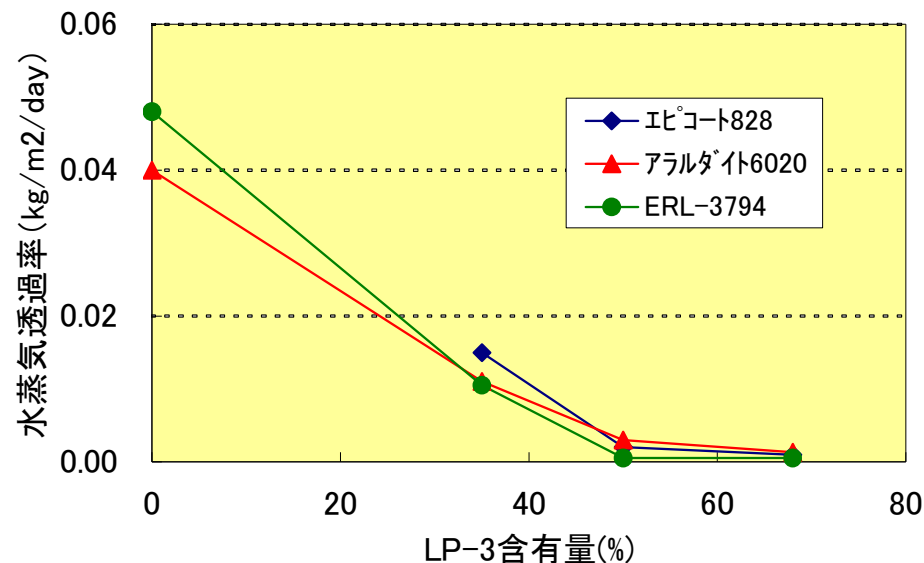


図3 エポキシ樹脂の透過性に対するLP-3の影響

硬化剤: トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール

硬化条件: 常温×7日間

テスト方法: ASTM E-96-53T

東レ・ファインケミカル株式会社

4-4. ボディーソルダー

チオコールLP／エポキシ樹脂の用途の一つとして、自動車用のボディーソルダーがある。この用途は、チオコールLP／エポキシ樹脂の優れた接着性、耐振動疲労性、柔軟性等を利用したものである。鉛系ハンダに代替できるものとして認められており、作業環境面からも有利である。

配合例と物性を表8に示す。作業性の面から、高温でのノンサグ性と速硬化性が要求される。

表8 チオコールLP／エポキシ樹脂ボディーソルダー

配合	
PartA	
エポキシ樹脂	
充填剤	
PartB	
チオコールLP-3	
充填剤	
トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール	
物性	
可使時間	30分
硬化時間	10分(120℃)
ノンサグ性(120℃、3×0.5×0.5インチ)	サグなし
曲げ性能(0.25厚)	90度曲げでクラックなし
冷熱サイクル(175℃加熱後、水急冷サイクル5回)	クラックおよび被着体(鉄鋼)からの剥離なし
耐衝撃性(-29℃)	衝撃によるクラックなし

使用法： AおよびBを混合し、ガン等を用いて金属目地に圧入し、ヘラで仕上げる

配合剤、配合比等の詳細はお問い合わせ下さい。

※本技術資料は、そこに記載の情報の適用によって得られる結果並びに安全性・適合性について保証するものではありません。お客様はその使用目的に応じて安全性・適合性について確認して下さい。