

金属の浸漬試験結果

(サワー化の影響)

試験目的と条件

- 目的

- 燃料を長期間保管した場合の燃料のサワー化の影響を見るため、アルコール濃度50%の条件で浸漬試験を行った。

- 試験条件

- 試験片: アルミニウム (A1050, A6061, ADC12), 鋼, 銅, ニッケル, 亜鉛, 錫
- 浸漬温度 × 浸漬時間: 100 × 480時間
- 浸漬液: ナフサとイソプロパノールの均等混合液 (ナフサ50% + イソプロパノール50%)
 - 過酸化物としてクメンヒドロパーオキサイドを用い、過酸化物価 160mg/kg に調整した。これは、一般的にガソリンが最もサワー化した条件に相当する。
- 試験形態: 単体, すきま, 異種金属接触
- 水分濃度:
 - アルコール混合液: 150ppm
 - ナフサ100%: 28ppm
- 浸漬時の試験片組み合わせ (同一浸漬容器に複数試験片を組み合わせさせて浸漬)
 - 組合せA : A1050 × A1050, A1050 × Fe, A6061, ADC12
 - 組合せB : A1050 × Cu, A1050 × Ni, A1050 × Zn, A1050 × Sn
 - 組合せC : A1050, Sn, Sn × Sn, Fe × Sn
 - 組合せD : Fe, Cu, Fe × Fe, Cu × Cu
 - 組合せE : Ni, Zn, Ni × Ni, Zn × Zn
 - 組合せF : Fe × Cu, Fe × Ni, Fe × Zn

試験片材料の名称については、資料末尾の記号・略号表を参照。

金属浸漬試験のサワー化の影響試験で得られた結果

- 燃料を長期間保管した場合の燃料のサワー化の影響を見るため、アルコール濃度50%の条件で浸漬試験を行った。
- 主に、試験片の完全な溶解や質量減少の有無の観点から結果を整理した。

• アルミニウムについて

- ナフサに過酸化物を混合して燃料をサワー化した条件では、完全な溶解や質量の減少は生じなかった。
- ナフサとイソプロパノールの均等混合液に過酸化物を混合した条件で金属の浸漬試験を行った結果、全ての試験条件においてアルミニウム(アルミニウム合金を含む)が完全に溶解するか質量減少することが認められ、燃料がサワー化した条件でもアルミニウムに対する腐食性が確認された。
- ナフサとイソプロパノールの均等混合液ではサワー化した条件でも、しない条件でも、アルミニウムに対する腐食性が確認されており、サワー化によるアルコールのアルミニウム腐食性に対する顕著な差は見られなかった。

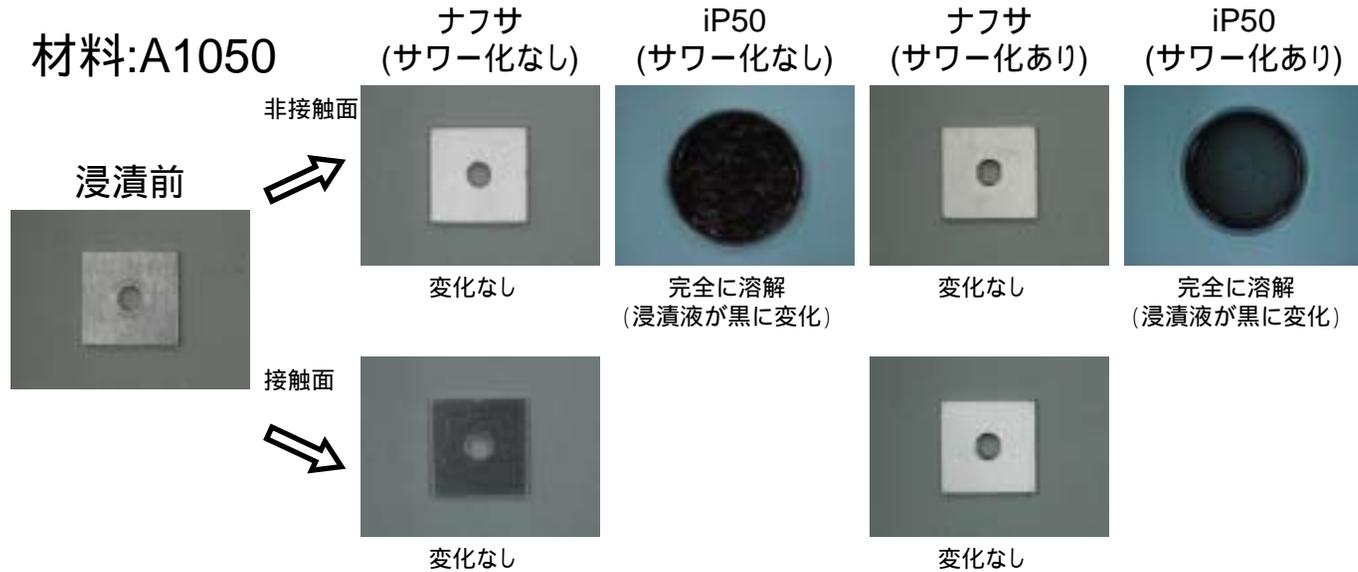
• アルミニウム以外の金属について

- アルミニウム以外の金属については、完全に溶解したり質量減少が生じたものはなかった。
- 完全な溶解や質量減少がみとめられなかった金属種類の試験片において、表面の色や金属光沢が浸漬前後で変化した例があったが、この点に関しては、サワー化による顕著な差はみとめられなかった。

サワー化の影響試験結果(浸漬前後の外観写真の一例)-1

試験条件: 異種金属接触腐食試験, 水分150ppm, 浸漬温度100, 浸漬時間最大480時間

材料:A1050



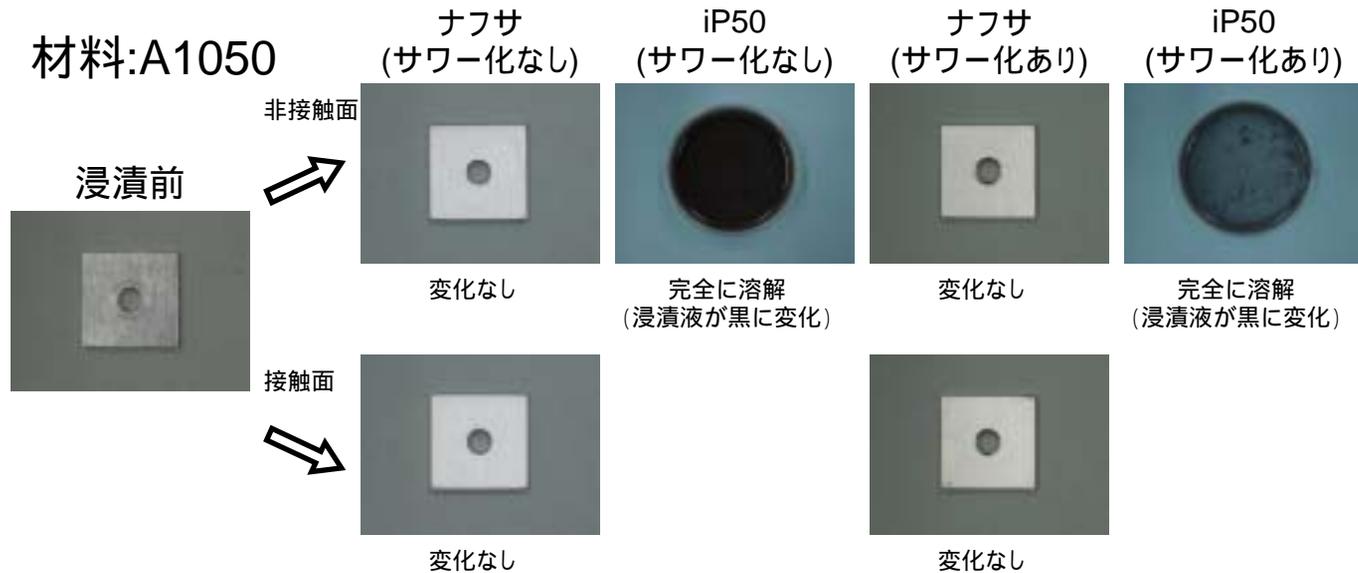
材料:Fe



サワー化の影響試験結果 (浸漬前後の外観写真の一例)-2

試験条件: 異種金属接触腐食試験, 水分150ppm, 浸漬温度100, 浸漬時間最大480時間

材料:A1050



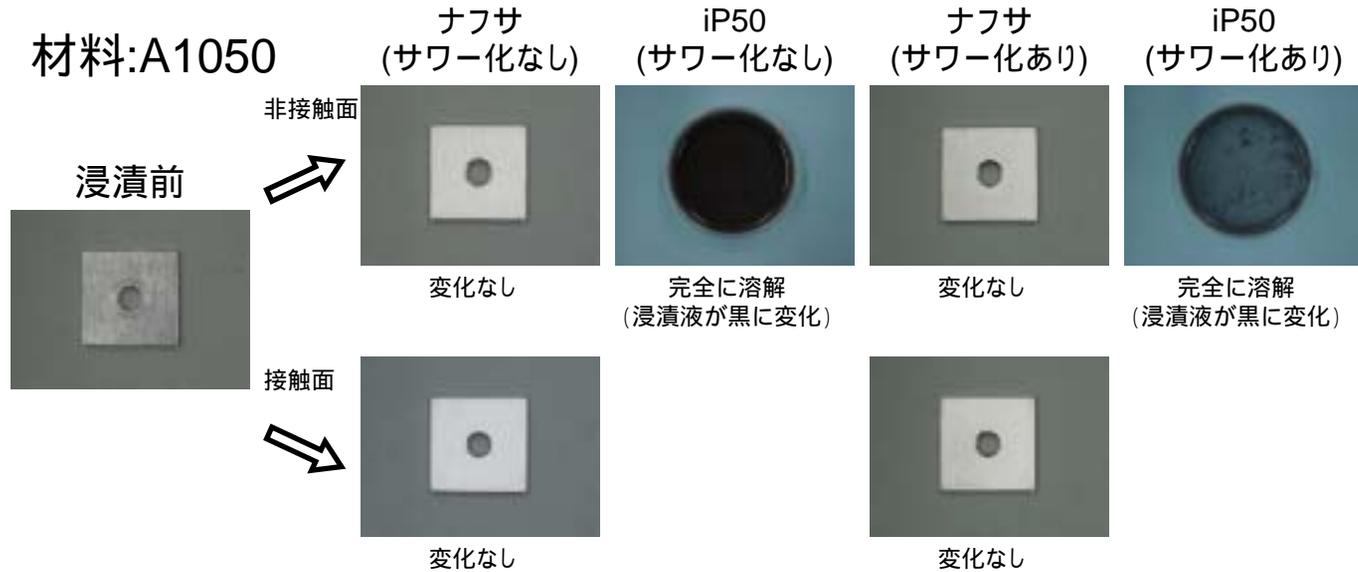
材料:Cu



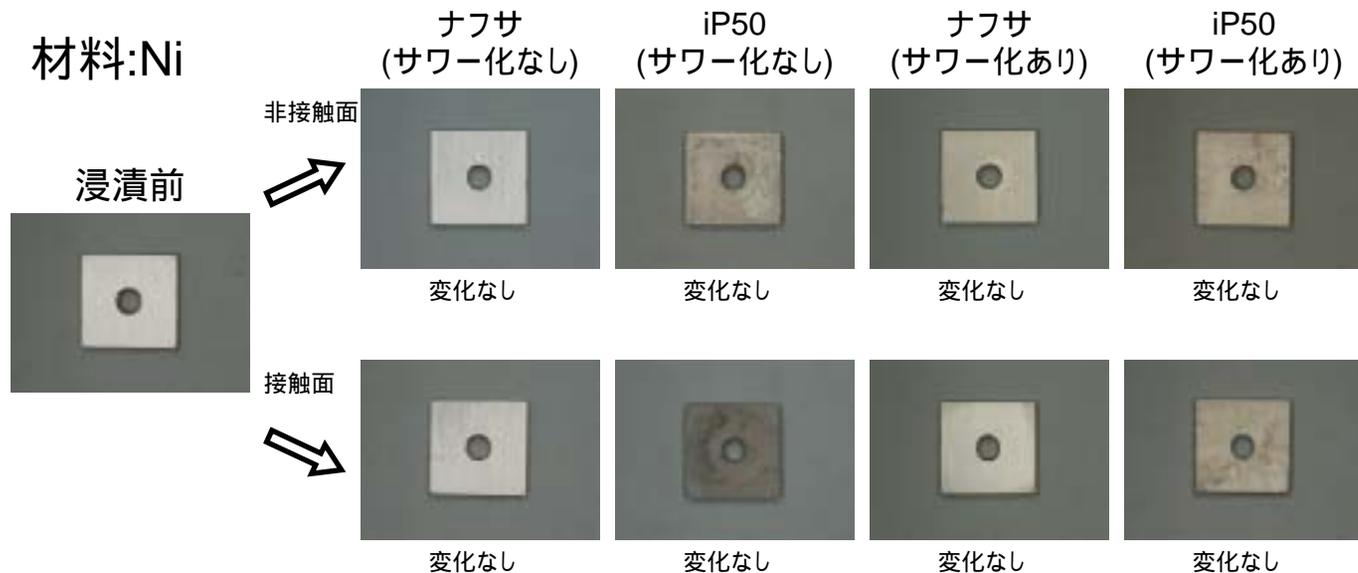
サワー化の影響試験結果 (浸漬前後の外観写真の一例) -3

試験条件: 異種金属接触腐食試験, 水分150ppm, 浸漬温度100, 浸漬時間最大480時間

材料:A1050



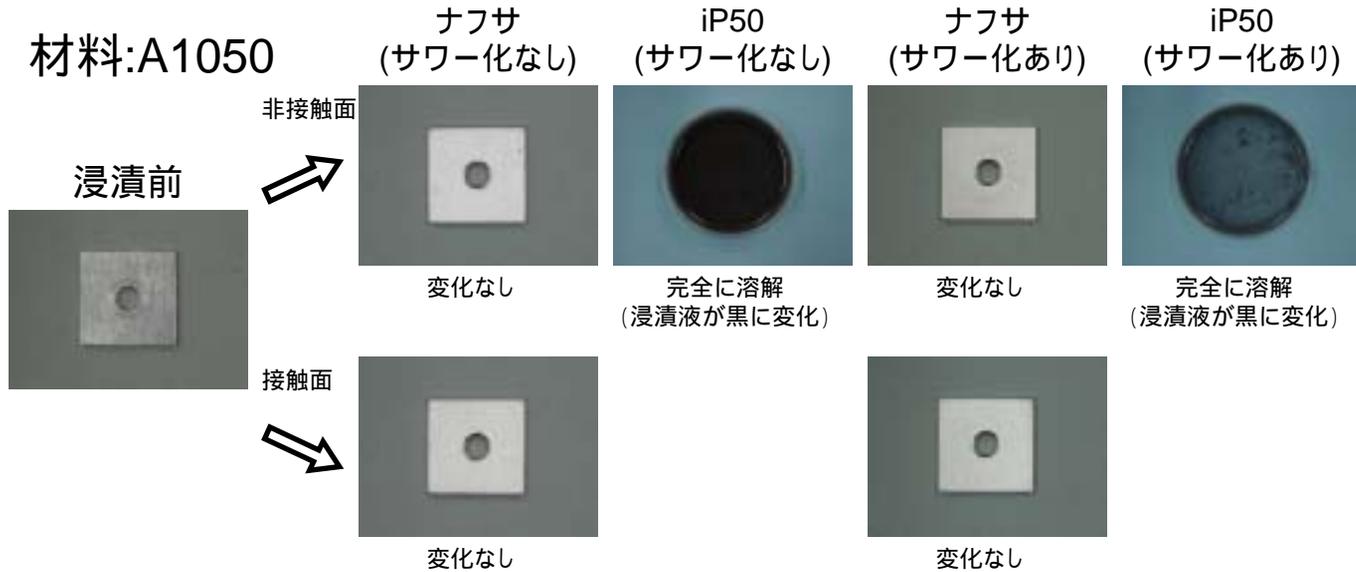
材料:Ni



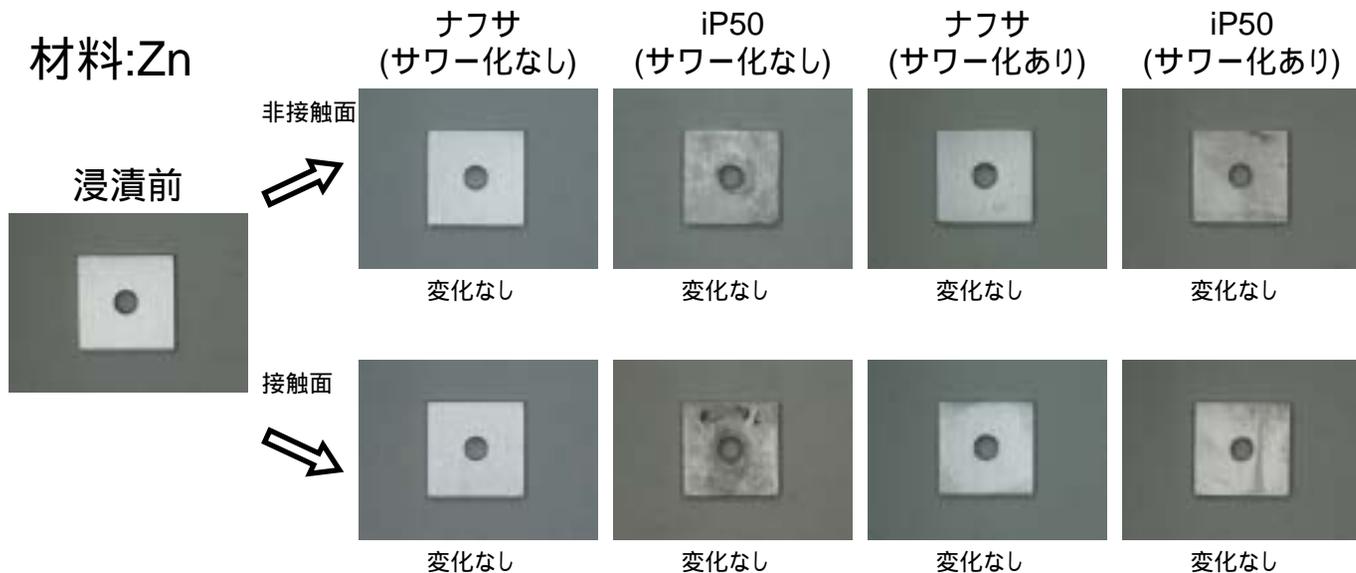
サワー化の影響試験結果(浸漬前後の外観写真の一例)-4

試験条件: 異種金属接触腐食試験, 水分150ppm, 浸漬温度100, 浸漬時間最大480時間

材料:A1050



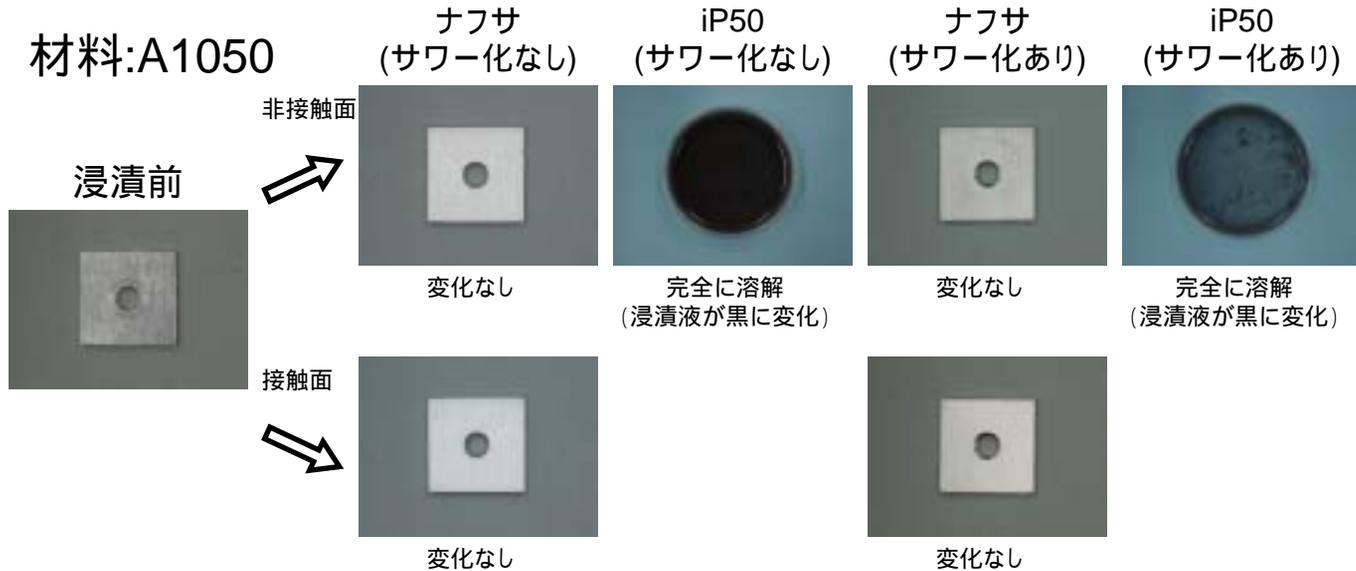
材料:Zn



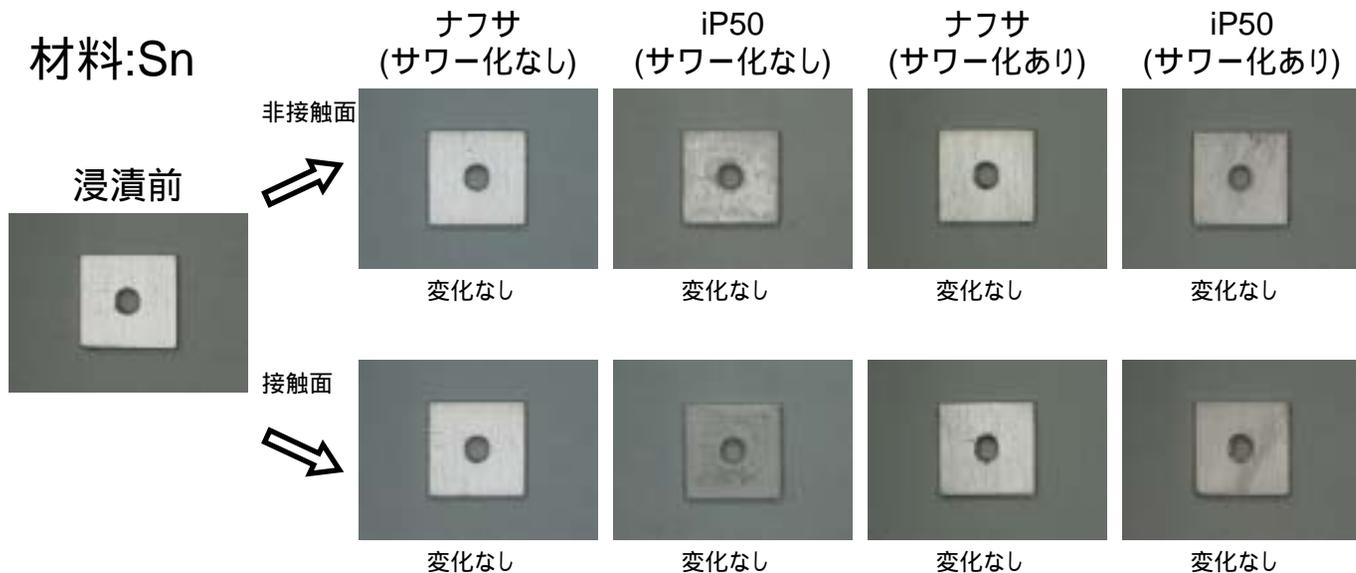
サワー化の影響試験結果(浸漬前後の外観写真の一例)-5

試験条件: 異種金属接触腐食試験, 水分150ppm, 浸漬温度100, 浸漬時間最大480時間

材料:A1050



材料:Sn



金属浸漬試験結果

- サワー化の影響試験 -

浸漬試験結果

試験	材料	ナフサ100%		iP50	
		サワー化なし	サワー化あり	サワー化なし	サワー化あり
単体	A1050			× ×	×
	A6061			× ×	× ×
	ADC12			×	× ×
	鋼				
	銅				
	ニッケル				
	亜鉛				
	錫				
すきま	A1050 / A1050			× ×	× ×
	鋼 / 鋼				
	銅 / 銅				
	ニッケル / ニッケル				
	亜鉛 / 亜鉛				
	錫 / 錫				
異種金属	A1050 / 鋼	/	/	× × /	× × /
	A1050 / 銅	/	/	× × /	× × /
	A1050 / ニッケル	/	/	× × /	× × /
	A1050 / 亜鉛	/	/	× × /	× × /
	A1050 / 錫	/	/	× × /	× × /
	鋼 / 鋼	/	/	/	/
	鋼 / ニッケル	/	/	/	/
	鋼 / 亜鉛	/	/	/	/
	鋼 / 錫	/	/	/	/

× × : 完全に溶解
 × : 質量減少
 : 質量減少は無いが、変色や光沢無などの変化あり
 : 変化無し

質量減少率

試験	材料	ナフサ100%		iP50	
		サワー化なし	サワー化あり	サワー化なし	サワー化あり
単体	A1050			× ×	9.4
	A6061			× ×	× ×
	ADC12			38.9	× ×
	鋼				
	銅				
	ニッケル				
	亜鉛				
	錫				
すきま	A1050 / A1050			× ×	× ×
	鋼 / 鋼				
	銅 / 銅				
	ニッケル / ニッケル				
	亜鉛 / 亜鉛				
	錫 / 錫				
異種金属	A1050 / 鋼			× × /	× × /
	A1050 / 銅			× × /	× × /
	A1050 / ニッケル			× × /	× × /
	A1050 / 亜鉛			× × /	× × /
	A1050 / 錫			× × /	× × /
	鋼 / 鋼				
	鋼 / ニッケル				
	鋼 / 亜鉛				
	鋼 / 錫				

× × : 完全に溶解
 数値 : 質量減少率 (%) (0.3%以上減少率、完全に溶解したもの以外)

浸漬温度: 100

浸漬時間: 480時間 (最大)

水分: 150ppm

略号

iP50 : イP° 0P° ノール50% + ナフサ50%

アルミニウム材料

A1050 : 純アルミニウム

A6061 : 熱処理型アルミニウム合金

展伸材

ADC12 : 鋳造用アルミニウム合金

浸漬液の組成については、資料末尾の記号・略号表を参照。

質量減少の判断基準: 試験片重量の0.3%以上の質量減少が浸漬前後の重量測定で認められること

最も比重の軽いアルミニウム試験片の場合に、約 2.6mgの質量変化に相当する。測定に使用した電子天秤(メトラートレドAB204-S)の仕様(直線性±0.2mg)に対して十分確実に質量変化を判断できるレベルとして0.3%の質量減少を判断基準とした。

質量減少率は、完全な溶解と質量減少が観察されたもの以外は、表を見やすくするため、空欄のままにしている。

金属の浸漬試験(サワー化)結果まとめ

- ナフサに過酸化物を混合して燃料をサワー化した条件では、完全な溶解や質量の減少は生じなかった。
- ナフサとイソプロパノールの均等混合液(イソプロパノール50% + ナフサ50%)に過酸化物を混合した条件で金属の浸漬試験を行った結果、全ての試験条件においてアルミニウム(アルミニウム合金を含む)が完全に溶解するか質量減少することが認められ、燃料がサワー化した条件でもアルミニウムに対する腐食性が確認された。
- ナフサとイソプロパノールの均等混合液では、サワー化した条件でも、しない条件でも、アルミニウムに対する腐食性が確認されており、サワー化によるアルコールのアルミニウム腐食性に対する顕著な差は見られなかった。
- 以上のように、ナフサのみではサワー化の条件でもアルミニウムの腐食は起きていないこと、アルコール燃料に関してはサワー化による腐食への顕著な差がみとめられなかったことから、アルコール燃料によるアルミニウム(およびアルミニウム合金)の腐食は、アルコール成分とアルミニウムの組み合わせによって発生する本質的な化学反応に起因する現象であって、アルコール燃料が長期間保管されて燃料のサワー化が進行した場合においても燃料がサワー化しない場合においても同様に発生する現象と考えられる。

金属浸漬試験結果

- アルコール50% -

試験	材料	ナフサ 100%	アルコール50%, 水分150ppm					アルコール50%, 水分500ppm					アルコール50%, 水分2000ppm					アルコール50%, 水分1%					
			E50	nP50	i P50	nB50	i B50	E50	nP50	i P50	nB50	i B50	E50	nP50	i P50	nB50	i B50	E50	nP50	i P50	nB50	i B50	
単体	A1050		××	××	××	××	×	××	××	××	××	××	××	××	×	××	×						
	A6061		××	××	××	×	×	××	××	××	×	×		××		×							
	ADC12		×	×	×	×	×	×	××	××	××	×		××	×	××							
	鋼																						
	銅																						
	ニッケル																						
	亜鉛																						
錫																							
すきま	A1050 / A1050		××	××	××	××	××	××	××	××	××	××		××		××							
	鋼 / 鋼																						
	銅 / 銅																						
	ニッケル / ニッケル																						
	亜鉛 / 亜鉛																						
錫 / 錫																							
異種金属	A1050 / 鋼	/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	/	××/	/	××/	/						
	A1050 / 銅	/	××/	××/	××/	××/	/	××/	××/	××/	××/	/	××/	××/	××/	××/	××/	/					
	A1050 / ニッケル	/	××/	××/	××/	××/	/	××/	××/	××/	××/	/	××/	××/	××/	××/	××/	/					
	A1050 / 亜鉛	/	××/×	××/×	××/	××/	/	××/×	××/×	××/	××/	/	××/×	××/×	××/	××/	××/	/					
	A1050 / 錫	/	××/	××/	××/	××/	/	××/	××/	××/	××/	/	××/	××/	××/	××/	××/	/					
	鋼 / 鋼	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	鋼 / ニッケル	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	鋼 / 亜鉛	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	鋼 / 錫	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
酸化皮膜	A1050		××	××		××		××	××														

浸漬温度: 100

浸漬時間: 480時間 (最大)

略号

E50: エタノール50% + ナフサ50%
 nP50: ノルマルプロパノール50% + ナフサ50%
 iP50: イソプロパノール50% + ナフサ50%
 nB50: ノルマルブタノール50% + ナフサ50%
 iB50: イソブタノール50% + ナフサ50%

アルミニウム材料

A1050: 純アルミニウム
 A6061: 熱処理型アルミニウム合金展伸材
 ADC12: 鋳造用アルミニウム合金

××: 完全に溶解 ×: 質量減少 : 質量減少は無いが変色や光沢無などの変化あり
 : 変化無し

質量減少の判断基準: 試験片重量の0.3%以上の質量減少が浸漬前後の重量測定でみとめられること

最も比重の軽いアルミニウム試験片の場合に, 約 2.6mgの質量変化に相当する. 測定に使用した電子天秤(メトラートレドAB204-S)の仕様(直線性 ± 0.2mg)に対して十分確実に質量変化を判断できるレベルとして0.3%の質量減少を判断基準とした.

金属浸漬試験結果(質量減少率)

- アルコール50% -

試験	材料	ナフサ 100%	アルコール50%, 水分150ppm					アルコール50%, 水分500ppm					アルコール50%, 水分2000ppm					アルコール50%, 水分1%				
			E50	nP50	iP50	nB50	iB50	E50	nP50	iP50	nB50	iB50	E50	nP50	iP50	nB50	iB50	E50	nP50	iP50	nB50	iB50
単体	A1050		××	××	××	××	0.4	××	××	××	××	××	××	××		××	0.4					
	A6061		××	××	××	76.2	39.7	××	××	××	80.7	47.6		××		85.1						
	ADC12		64	72.2	38.9	60.4	65.7	22.6	××	××	××	59.2		××	0.5	××						
	鋼																					
	銅																					
	ニッケル																					
	亜鉛																					
	錫																					
すきま	A1050 / A1050		××	××	××	××	××	××	××	××	××	××		××		××						
	鋼 / 鋼																					
	銅 / 銅																					
	ニッケル / ニッケル																					
	亜鉛 / 亜鉛																					
	錫 / 錫																					
異種金属	A1050 / 鋼		×× /	×× /	×× /	×× /	×× /	×× /	×× /	×× /	×× /	×× /		×× /		×× /						
	A1050 / 銅		×× /	×× /	×× /	×× /		×× /	×× /	×× /	×× /		×× /	×× /	×× /	×× /						
	A1050 / ニッケル		×× /	×× /	×× /	×× /		×× /	×× /	×× /	×× /		×× /	×× /	×× /	×× /						
	A1050 / 亜鉛		×× /	×× /	×× /	×× /		×× /	×× /	×× /	×× /		×× /	×× /	×× /	×× /						
	A1050 / 錫		×× /	×× /	×× /	×× /		×× /	×× /	×× /	×× /		×× /	×× /	×× /	×× /						
	鋼 / 鋼																					
	鋼 / ニッケル																					
	鋼 / 亜鉛																					
鋼 / 錫																						
酸化皮膜	A1050		××	××		××		××	××													

浸漬温度: 100

浸漬時間: 480時間(最大)

略号

E50: エタノール50% + ナフサ50%
 nP50: ノルマルプロパノール50% + ナフサ50%
 iP50: イソプロパノール50% + ナフサ50%
 nB50: ノルマルブタノール50% + ナフサ50%
 iB50: イソブタノール50% + ナフサ50%

アルミニウム材料

A1050: 純アルミニウム
 A6061: 熱処理型アルミニウム合金展伸材
 ADC12: 鋳造用アルミニウム合金

××: 完全に溶解 数値: 質量減少率(%) (0.3%以上減少率, 完全に溶解したもの以外)

(注) 完全な溶解と質量減少が観察されたもの以外は, 表を見やすくするため, 空欄のままにしています。

金属浸漬試験結果

- アルコール100% , 35% , 2種混合 , 3種混合 -

試験	材料	アルコール100%					アルコール35%					アルコール2種混合					アルコール3種混合						
		E100	nP100	i P100	nB100	i B100	E35	nP35	i P35	nB35	i B35	E25 nP25	E25 nB50	nP25 i P25	i P25 i B25	nB25 i B25	E17 nP17 i P17	E17 nP17 nB17	E17 nB17 i B17	nP17 i P17 i B17	i P17 nB17 i B17		
単体	A1050	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	A6061	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	ADC12	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	鋼																						
	銅																						
	ニッケル																						
	亜鉛																						
すきま	鋼																						
	鋼×鋼																						
	鋼×銅																						
	ニッケル×ニッケル																						
	亜鉛×亜鉛																						
	鋼×鋼																						
異種金属	A1050×A1050	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	鋼×鋼																						
	鋼×銅																						
	ニッケル×ニッケル																						
	亜鉛×亜鉛																						
	鋼×鋼																						
	鋼×銅	×/	××/	××/	××/	××/	×/	××/	×/	×/	×/	××/	××/	××/	/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	
	鋼×銅	×/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	×/	×/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	
	鋼×ニッケル	×/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	×/	×/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	
鋼×亜鉛	×/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/		
鋼×鋼	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
鋼×ニッケル																							
鋼×亜鉛	/					/										/							
鋼×錫			/	/							/										/		

浸漬温度:100

浸漬時間:480時間(最大)

水分:150ppm

略号

E : エタノール

nP : ノルマルプロパノール

iP : イソプロパノール

nB : ノルマルブタノール

iB : イソブタノール

アルミニウム材料

A1050 : 純アルミニウム

A6061 : 熱処理型アルミニウム合金
展伸材

ADC12 : 鋳造用アルミニウム合金

浸漬液の組成については、資料
末尾の記号・略号表を参照。

×× : 完全に溶解
: 変化無し

× : 質量減少

: 質量減少は無いが変色や光沢無などの変化あり

質量減少の判断基準: 試験片重量の0.3%以上の質量減少が浸漬前後の重量測定でみとめられること

最も比重の軽いアルミニウム試験片の場合に、約 2.6mgの質量変化に相当する。測定に使用した電子天秤(メトラートレド AB204-S)の仕様(直線性 ± 0.2mg)に対して十分確実に質量変化を判断できるレベルとして0.3%の質量減少を判断基準とした。

金属浸漬試験結果(質量減少率)

- アルコール100% , 35% , 2種混合 , 3種混合 -

試験	材料	アルコール100%					アルコール35%					アルコール2種混合					アルコール3種混合					
		E100	nP100	i P100	nB100	i B100	E35	nP35	i P35	nB35	i B35	E25 nP25	E25 nB50	nP25 i P25	i P25 i B25	nB25 i B25	E17 nP17 i P17	E17 nP17 nB17	E17 nB17 i B17	nP17 i P17 i B17	i P17 nB17 i B17	
単体	A1050	××	××	××	××	××	××	××	4.6	0.3	××	××	××	××	××	××	××	××	××	××	××	××
	A6061	85.6	××	××	××	××	××	52.4	7.7	25.3	0.9	××	××	××		75.7	××	××	××	××	87.8	
	ADC12	××	××	××	××	××	21.9	41.0	63.6	56.1	××	××	××	××		76.4	××	××	××	55.5	××	
	銅																					
	銅																					
	ニッケル																					
	亜鉛																					
	錫																					
すきま	A1050×A1050	44.5/41.8	××	××	××	××	××	××	××	94.9/87.0	××	××	××	××		××	××	××	××	××	××	
	銅×銅																					
	銅×銅																					
	ニッケル×ニッケル																					
	亜鉛×亜鉛																					
	錫×錫																					
異種金属	A1050×銅	41.2/	××/	××/	××/	××/	68.9/	××/	87.5/	70.3/	46.1/	××/	××/	××/		××/	××/	××/	××/	××/	××/	
	A1050×銅	64.0/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	46.5/	37.2/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	
	A1050×ニッケル	61.7/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	79.1/	85.0/	72.5/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	
	A1050×亜鉛	81.9/29.4	××/11.5	××/3.7	××/2.6	××/	××/0.8	××/	××/	××/	××/	××/1.8	××/1.6	××/	××/	××/8.3	××/3.2	××/1.1	××/	××/	××/	
	A1050×錫	61.8/	××/	××/	××/0.4	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	××/	
	銅×銅																					
	銅×ニッケル																					
	銅×亜鉛																					

×× : 完全に溶解 : 変化無し

浸漬温度:100

浸漬時間:480時間(最大)

水分:150ppm

略号

- E : エタノール
- nP : ノルマルプロパノール
- iP : イソプロパノール
- nB : ノルマルブタノール
- iB : イソブタノール

アルミニウム材料

- A1050 : 純アルミニウム
- A6061 : 熱処理型アルミニウム合金
展伸材
- ADC12 : 鋳造用アルミニウム合金

浸漬液の組成については、資料
末尾の記号・略号表を参照。

(注) 完全な溶解と質量減少が観察されたもの以外は、表を見やすくするため、空欄のままにしています。

記号, 略号表(1)

1. 浸漬試験に使用した金属材料の記号

記号	材料種類	自動車の燃料供給系統部品としての使用例
A1050	純アルミニウム	デリバリパイプ, レギュレータ等に使用されるアルミニウム合金の代表成分
A6061	熱処理型アルミニウム合金展伸材	デリバリパイプ
ADC12	鋳造用アルミニウム合金	レギュレータ
Fe	鉄(本試験ではSPCC鋼材を使用)	レギュレータ, デリバリパイプ, フューエルフィルターチューブ
Cu	銅	燃料ポンプ, フィードパイプ(メッキ被膜材), リターンパイプ(メッキ被膜材)
Ni	ニッケル	レギュレータ(メッキ被膜材), フューエルフィルターチューブ(メッキ被膜材)
Zn	亜鉛	燃料ポンプ(メッキ被膜材), 燃料タンク(メッキ被膜材)
Sn	錫	燃料ポンプ(メッキ被膜材), 燃料タンク(メッキ被膜材)

記号, 略号表(2)

2. 本資料における浸漬液の略号

E100	エタノール100%
nP100	ノルマルプロパノール100%
iP100	イソプロパノール100%
nB100	ノルマルブタノール100%
iB100	イソブタノール100%
E35	エタノール35% + ナフサ65%
nP35	ノルマルプロパノール35% + ナフサ65%
iP35	イソプロパノール35% + ナフサ65%
nB35	ノルマルブタノール35% + ナフサ65%
iB35	イソブタノール35% + ナフサ65%
E25 nP25	エタノール25% + ノルマルプロパノール25% + ナフサ50%
E25 nB50	エタノール25% + ノルマルブタノール50% + ナフサ25%
nP25 iP25	ノルマルプロパノール25% + イソプロパノール25% + ナフサ50%
iP25 iB25	イソプロパノール25% + イソブタノール25% + ナフサ50%
nB25 iB25	ノルマルブタノール25% + イソブタノール25% + ナフサ50%
E50	エタノール50% + ナフサ50%
nP50	ノルマルプロパノール50% + ナフサ50%
iP50	イソプロパノール50% + ナフサ50%
nB50	ノルマルブタノール50% + ナフサ50%
iB50	イソブタノール50% + ナフサ50%
E17 nP17 iP17	エタノール17% + ノルマルプロパノール17% + イソプロパノール17% + ナフサ50%
E17 nP17 nB17	エタノール17% + ノルマルプロパノール17% + ノルマルブタノール17% + ナフサ50%
E17 nB17 iB17	エタノール17% + ノルマルブタノール17% + イソブタノール17% + ナフサ50%
nP17 iP17 iB17	ノルマルプロパノール17% + イソプロパノール17% + イソブタノール17% + ナフサ50%
iP17 nB17 iB17	イソプロパノール17% + ノルマルブタノール17% + イソブタノール17% + ナフサ50%