

断熱に関する基準

KHKS 0802(2005)

パブリックコメント用

平成17年6月

高圧ガス保安協会

ま え が き

化学工業の設備における保温又は保冷の措置は、エネルギーの節減はもとより工程の成否にも深いかわりがあるばかりでなく、誤った措置は災害事故の原因ともなるものである。

断熱に関する基準は、昭和46年3月に制定され、その後、55年4月の第1回改訂以来24年を経過しており、その間に記載内容の保温材、保冷材等について引用したJISの改正、新材料の追加及びJIS A 9501 保温保冷工事施工標準の改正が行われており、見直し検討を行う必要性を生じたので、今般改正を行ったものである。

この基準は、断熱に関する基準 KHK S 0707-1980 の改訂版であり、従来の主旨に基づいて、保温材、保冷材等を使用して高圧ガス設備等の保温保冷施工を実施する場合における災害発生防止のための措置及び、これに付随する諸事項に重点を置き定めたものである。内容は、その後の技術の進歩に即応させるとともに災害防止上必要な事項を新たに追加することを大きな柱として具体的な対策措置を明確化するためできるだけその内容を図示した。

高圧ガス保安法上、断熱に関する規制は比較的少ないが、各事業所において自主的に適切な断熱の保安対策を講ずる場合の規範として、その技術状況に即して、自主的に活用されることを念願するものである。

なお、末尾に参考として、高圧ガス製造設備等の架構、支持架台に対する耐火被覆について、一般的な材料、性能等を付記した。

この基準の完成に当たり、作成に参画された委員各位に厚く感謝する次第である。

目 次

1. 総 則	1
1.1 目 的	1
1.2 適用範囲	1
1.3 用語の意味	1
2. 材 料	2
2.1 保 温 材	2
2.1.1 保温材一般	2
2.1.2 保温材の品質形状及びその特性	2
2.1.3 保温材の使用条件	2
2.1.4 保温材の選定及び安全性の配慮	3
2.2 保 冷 材	11
2.2.1 保冷材一般	11
2.2.2 保冷材の品質形状及びその特性	11
2.2.3 保冷材の使用条件	11
2.2.4 保冷材の選定及び安全性の配慮	12
2.3 外 装 材	18
2.3.1 外装材一般	18
2.3.2 外装材の品質形状及びその特性	18
2.3.3 外装材の使用条件	18
2.3.4 外装材の選定及び安全性の配慮	19
2.4 防 湿 材	23
2.4.1 防湿材の種類及びその特性	23
2.4.2 防湿材の使用上の注意	23
2.5 補 助 材 等	25
2.5.1 接着剤	25
2.5.2 補強材	25
2.5.3 継目材	25
3. 設計及び施工	27
3.1 設計及び施工一般	27
3.2 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事	27
3.2.1 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事の設計及び施工上の注意	27
3.2.2 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事施工要領	27
3.3 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事に対する安全性の配慮	28
3.3.1 外装施工に対する配慮	28
3.3.2 保温材等の熱膨張及び熱収縮に対する配慮	33
3.3.3 機器類の保温保冷施工に対する配慮	37

3.3.4	バルブ又はフランジの保温保冷施工に対する配慮	44
3.3.5	保守管理上の配慮	46
3.3.6	超低温機器類の保冷施工に対する配慮	46
3.3.7	保温保冷工事中及び施工後における保温材等の火災防止対策	47
3.3.8	静電気に対する配慮	49
4.	検 査	50
4.1	高圧ガス製造設備等の保温保冷工事検査要領	50
4.2	その他保温保冷工事の検査上の配慮	50
5.	保守管理	51
5.1	日常点検	51
5.2	定期点検	51
5.3	補 修	51
解	説	53
参 考	1	83
参 考	2	87

パブリックコメント用

断熱に関する基準見直し検討専門委員会構成表

	氏名	所属
(主査)	上原 陽一	横浜安全工学研究所
委員	太田 進	新日本石油化学株式会社 (石油化学工業協会)
	[前任: 室岡修治]	新日本石油化学株式会社 (石油化学工業協会)]
	峯 昌紀	新日本石油株式会社
	青山 芳夫	大陽日酸株式会社 (日本産業ガス協会)
	立見 堯夫	ニチアス株式会社 (日本保温保冷工業協会)
	好田 静男	日東紡株式会社 (日本保温保冷工業協会)
	古郡 芳幸	明星工業株式会社 (日本保温保冷工業協会)
	繁 富守	出光エンジニアリング株式会社

パブリックコメント用
(エンジニアリング振興協会)

(敬称略・順不同)

1. 総 則

1.1 目 的

この基準は、保温保冷用の断熱材の選定、設計、施工方法等の基準を示すことにより、不適切な措置が直接又は間接の原因となって誘発される災害を防止し、あわせて既存設備の改善に資することを目的とする。

1.2 適用範囲

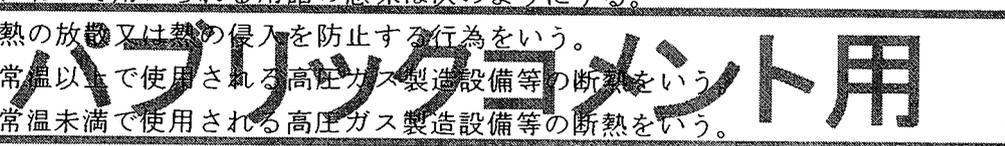
この基準は、高圧ガス製造設備、貯蔵設備等（以下「高圧ガス製造設備等」という。）に施す断熱のうち、その対象温度（装置内部又は内部流体の温度をいう。）が、1260℃以下、超低温までの範囲について行うものの設計及び施工について、災害防止上の必要事項について規定する。

ただし、居住設備用の暖冷房装置及び冷蔵庫並びに船舶及び鉄道車両関係の断熱等の設計及び施工は除く。

1.3 用語の意味

この基準において用いられる用語の意味は次のようにする。

- (1) 断熱：熱の放散又は熱の侵入を防止する行為をいう。
- (2) 保温：常温以上で使用される高圧ガス製造設備等の断熱をいう。
- (3) 保冷：常温未満で使用される高圧ガス製造設備等の断熱をいう。



2. 材 料

2.1 保 温 材

2.1.1 保温材一般

高圧ガス製造設備等に使用される保温材は、使用条件に応じて JIS に合格したもの又はこれと同等以上の化学的性質、物理的性質及び機械的性質を有するものとし、次にその主なものを示す。

(1) 繊維状保温材料

JIS A 9504-2004	人造鉱物繊維保温材	(無機質)
	ロックウール保温材	(")
	グラスウール保温材	(")
JIS R 3311-1991	セラミックファイバーブランケット	(")

(2) 気孔状保温材料

JIS A 9510-2001	無機多孔質保温材	(無機質)
	けい酸カルシウム保温材	(")
	はっ水性パーライト保温材	(")

JIS R 2611-2001	耐火断熱レンガ	(")
ASTM C552-2003	Standard Specification for Cellular Glass Thermal Insulation	(")

JIS R 2501-1981	耐火モルタル	(")
JIS A 9511-2003	発泡プラスチック保温材	(有機質)
	硬質ウレタンフォーム保温材	(")
	フェノールフォーム保温材	(")
	ビーズ法ポリスチレンフォーム保温材	(")
	押出法ポリスチレンフォーム保温材	(")
	ポリエチレンフォーム保温材	(")

(3) 積層状保温材料

—	金属保温材	(金属質)
---	-------	-------

2.1.2 保温材の品質形状及びその特性

2.1.1 に掲げる保温材の品質形状及びその特性の概要を、別表 2-1 に示す。

2.1.3 保温材の使用条件

保温工事施工に使用する保温材は、熱放散防止、高温部の披覆（火傷防止）等の目的で使用されており、使用状態における保温材に作用する諸影響を考慮に入れて保温施工を行う必要がある。保温材の使用に当たっては次に掲げる事項に従うこと。

(1) 熱伝導率が小さいものを使用すること。

使用状態における温度が 650℃ 以下の場合、保温材の熱伝導率は常温で 0.065W/

($m \cdot K$)以下であることが望ましい。ただし、保温材の熱伝導率は、使用温度又は、保温材の品質特性及び加工形状により変化する場合があるので、使用条件に適合したものを選定するよう十分な考慮をしなければならない。

2.1.1 に掲げる保温材の熱伝導率は、別表 2-1 に示す。

(2) 吸湿性の小さいものを使用すること。

保温施工に当たっては、保温材は十分に乾燥した材料を使用し、吸湿防止措置を行うこと。(解説 2.1 参照)

(3) 使用温度状態において長時間使用しても劣化せず、変形等が極めて少なく、耐久性に優れた材料を使用すること。(解説 2.2 参照)

(4) 被施工面に腐食を生じるおそれのない材料を使用すること。

(5) 高圧ガス製造設備等の内部流体の特性を考慮し、その内部流体が漏えいしても、反応を起こすおそれのない材料を使用すること。

(6) 必要な機械的強度を有する材料を使用すること。

(7) 可燃性ガスを取り扱う高圧ガス製造設備等の保温に当たっては、不燃性又は自己消火性の材料を使用すること。ただし、耐火被覆材又は不燃材等で外装を被覆する場合は、この限りでない。

(8) 作業性が良く、施工が容易な材料を使用すること。

2.1.4 保温材の選定及び安全性の配慮

2.1.4.1. 選定上の一般事項

2.1.1 に掲げる保温材の選定に当たっては、高圧ガス製造設備等の使用条件下における保温材の使用温度範囲、機械的強度等の物理的性質及び腐食性、燃焼性、反応性等の化学的性質を考慮に入れて選定しなければならない。

2.1.4.2 保温材の選定基準

2.1.3 に規定した保温材の使用条件を考慮に入れた 2.1.1 に掲げる保温材の選定基準は、別表 2-2 の例による。

2.1.4.3 保温材の選定における安全性の配慮

(1) 保温材に使用されるバインダーには、アルカリ性物質のものを使用しているものがあるので、アルミニウム容器の保温に当たっては、保温材に使用されているバインダーを十分に考慮に入れて有害な影響を及ぼすおそれのないような保温材を選定すること。

(2) 保温を施す高圧ガス製造設備等の内部流体の特性を考慮し、保温材にその内部流体が浸潤しても危険な状態を起こすおそれのない化学的抵抗性を有する材料を選定すること。

(3) 有機質材料を使用して保温施工を行う場合は、不燃材又は耐火性を有する材料を使用した外装を被覆する等の火災防止措置を講ずること。

(4) 保温材の中には、可燃性のものもあることから、空気の滞留するおそれのある場所等に施工する場合は、火災時の影響を考慮し、必要に応じて施工法を選択すること。

- (5) 環境物質等の外的要因によって被保温面が腐食され、危険な状態をひき起すおそれのないよう保温材と被保温面との適合性を十分に考慮して保温材の選定を行うこと。
(解説 2.3 参照)
- (6) 保温の外表面を透して侵入する外部の雰囲気又は外部からの滴下液体が保温材と反応して発火又は爆発を起こさないこと。(解説 2.4 参照)

パブリックコメント用

別表2-1 保温材の特性及びその品質形状(2/4)

製造材料規格 (JIS番号)	保温材の名称	種類	保温材の特性				その他	保温材の品質形状		
			密度 kg/m ³	熱伝導率 W/(m·K)					使用温度範囲 ℃	
				(平均温度)						
JIS R 3311 -1991 セラミック ファイバー ブランケット	セラミック ファイバー ブランケット	1号	85~115	300℃ 0.090	450℃ 0.128	600℃ 0.183	1,200以下	高純度のアルミナ及びシリカを主成分とする原料を溶融し、圧縮空気又は遠心力などで繊維化し、ブランケット状に成形したもので、有機質結合剤を含まないものである。		
		2号	115~150	0.084	0.117	0.167				
		3号	150~195	0.081	0.112	0.161				
	JIS A 9510 -2001 無機多孔質 保温材	けい酸 カルシウム 保温材	保温板1号-13	135以下	100℃ 0.054	200℃ 0.066	300℃ 0.079	400℃ 0.095	500℃ 0.114	補強材として繊維を混合したけい酸カルシウム水和物からなる成形物。
			保温筒1号-13	135以下	0.054	0.066	0.079	0.095	0.114	
			保温板1号-22	220以下	0.065	0.077	0.088	0.106	0.127	
			保温筒1号-22	220以下	0.065	0.077	0.088	0.106	0.127	
			保温板2号-17	170以下	0.058	0.070	0.088	0.113	0.146	
			保温筒2号-17	170以下	0.058	0.070	0.088	0.113	0.146	
			保温板2号-22	220以下	0.065	0.077	0.088	0.106	0.127	
			保温筒2号-22	220以下	0.065	0.077	0.088	0.106	0.127	
			保温板3号-25	250以下	(平均温度 70℃)	0.072以下				
保温筒3号-25			250以下		0.072以下					
JIS R 2611 -2001 耐火断熱 れんが	耐火断熱 れんが (JIS R 2611 -1979) (参考)	A種1種	500以下	(平均温度 600±10℃)	0.15以下				圧縮強さ (N/cm ²) 49以上 49以上 49以上 78.5以上 78.5以上 98.1以上 98.1以上 245.2以上 245.2以上 245.2以上 245.2以上 294.2以上 294.2以上 490.3以上 686.5以上 980.7以上	
		A種2種	500以下	0.16以下						
		A種3種	500以下	0.17以下						
		A種4種	550以下	0.19以下						
		A種5種	600以下	0.20以下						
		A種6種	700以下	0.23以下						
		A種7種	750以下	0.26以下						
		B種1種	700以下	0.20以下						
		B種2種	700以下	0.21以下						
		B種3種	750以下	0.23以下						
		B種4種	800以下	0.26以下						
		B種5種	800以下	0.27以下						
B種6種	900以下	0.31以下								
B種7種	1,000以下	0.36以下								
C種1種	1,100以下	0.38以下								
C種2種	1,200以下	0.44以下								
C種3種	1,250以下	0.52以下								
耐火断熱 れんが	耐火断熱 れんが	保温板4号-18	185以下	650以下	0.056以下				パーライト・バインダー・補強繊維・はつ水利からなる成形物。 耐火粘土を主原料とし、蛭石、コークス等の可燃性物質を配合し又は泥しよう中に物理的若しくは科学的な方法で無数の気孔を混入したまま成形したものも燃成した高アルミナ質、けい酸質等がある。 JIS R 2611は、2001年度の改正で特性値を細分表示する方法に切り替えられたが、参考として、従来規定されていた用途と結びついた品質規格の分類を改正後の方法で表示することにより、耐火断熱レンガの特性に対する理解を容易にするための補助とした。	
		保温筒4号-18	185以下	650以下	0.056以下					
		保温板3号-25	250以下	900以下	0.072以下					
		保温筒3号-25	250以下	900以下	0.072以下					

別表2-1 保温材の特性及びその品質形状 (3/4)

関連材料規格 (JIS番号)	保温材の名称	種類	保温材の特性			その他	保温材の品質形状				
			密度 kg/m ³	熱伝導率 W/(m·K) (15/20℃) (平均温度 24℃)	使用温度範囲 ℃						
ASTM C563 -2003 Standard for Cellular Glass Thermal Insulation	多泡ガラス 断熱材	Grade 1	98・138 109・156	0.045 以下 0.051 以下	427 以下 427 以下	ガラス微粉末にカーボンを混ぜ高温容器内で発泡生成して作られる独立気泡性の無機断熱材。					
		Grade 2									
		硬質ウレタン フォーム					1種1号	45 以上	0.024 以下	100 以下	ポリイソシアネート、ポリオール及び発泡剤を主剤として発泡成形したもの、若しくは発泡成形したブロックから切り出した、板状の保温材。
							1種2号	35 以上	0.024 以下	100 以下	
							1種3号	25 以上	0.025 以下	100 以下	
							2種1号	45 以上	0.023 以下	100 以下	
2種2号	35 以上	0.023 以下	100 以下	ポリイソシアネート、ポリオール及び発泡剤を主剤として、面材の間で発泡させ、自己接着によってサンドイッチ状に成形した面材付きの板状の保温材。							
2種3号	25 以上	0.024 以下	100 以下								
1号	45 以上	0.024 以下	100 以下								
JIS A 8511 -2003 発泡ウレタン 保温材	硬質ウレタン フォーム	2号	35 以上	0.024 以下	100 以下	ポリイソシアネート、ポリオール及び発泡剤を主剤として筒状に発泡成形したもの、若しくはブロック状の発泡成形体から切り出した筒状の保温材。					
		3号	25 以上	0.025 以下	100 以下						
		1種1号	45 以上	0.032 以下	130 以下						
		フェノール フォーム	1種2号	25 以上	0.030 以下	130 以下	レノール樹脂及び発泡剤、硬化剤を主剤として、面材の間で発泡させ、サンドイッチ状に成形した面材付き板状の保温材。				
			2種1号	50 以上	0.036 以下	130 以下					
			2種2号	40 以上	0.034 以下	130 以下					
	保温筒	1号	50 以上	0.036 以下	130 以下	ノボラック樹脂及び発泡剤、硬化剤を主剤として筒状に発泡成形したもの、若しくは板状の発泡成形体から切り出した筒状の保温材。					
		2号	40 以上	0.034 以下	130 以下						

パブリックコメント用

※ホルムアルデヒド放散による区分

区分	記号	内容
F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	放散速度が5以下
F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	放散速度が20以下
—	—	—

単位 μg/(m²・h)

別表 2-1 保温材の品質形状及びその特性 (4/4)

関連材料規格 (JIS番号)	保温材の名称	種類	保温材の特性			その他	保温材の品質形状
			密度 kg/m ³	熱伝導率 W/(m·K) (平均温度 20℃)	使用温度範囲 ℃		
JIS A 9511 -2003 発泡ポリスチレン フォーム 保温材	ビーズ法 ポリスチレン フォーム	種号	27 以上	0.034 以下	80 以下	ポリスチレン又はその共重合体の発泡性ビーズを型内発泡成形したもの、若しくは発泡成形したブロックから切り出した板状又は筒状の保温材。	
		1号	30 以上	0.036 以下	80 以下		
		2号	25 以上	0.037 以下	80 以下		
		3号	20 以上	0.040 以下	80 以下		
	4号	15 以上	0.043 以下	80 以下			
	保温筒	1号	35 以上	0.036 以下	70 以下		
		2号	30 以上	0.036 以下	70 以下		
		3号	25 以上	0.037 以下	70 以下		
	押出法 ポリスチレン フォーム	1種 a	—	0.040 以下	80 以下		ポリスチレン又はその共重合体に発泡剤、添加剤を溶解混合し、連続的に押出発泡成形したもの、若しくは押出発泡成形したブロックから切り出した板状又は筒状の保温材。
		1種 b	—	0.040 以下	80 以下		
		2種 a	—	0.034 以下	80 以下		
		2種 b	—	0.034 以下	80 以下		
		3種 a	—	0.028 以下	80 以下		
		3種 b	—	0.028 以下	80 以下		
	保温筒	1種	—	0.040 以下	70 以下		
		2種	—	0.034 以下	70 以下		
3種		—	0.028 以下	70 以下			
ポリエチレン フォーム	1種	—	0.043 以下	70 以下	ポリエチレン又はその共重合体に発泡剤、添加剤を混合して、筒状に発泡成形したもの、若しくは板状又はシート状に発泡させた後、筒状に加工した保温材。		
	2種	—	0.043 以下	120 以下			
—	金属保温材	—	—	1,100 以下	通常、ステンレス鋼の薄板を複数、ある間隔を置いて積層させ、単なる真空断熱に加え、輻射による伝熱を小さくするために用いられる。一般に、高温の真空断熱などの断熱に用いられる。		

パブリックコメント用

備考 1. 布、紙その他の有機性の物質を補強その他の目的に使用したものは、その材料の温度がその耐熱度以上にならないよう使用する。
2. 取付操作によって、その体積が減少しやすい材料は、変形後の厚さ、熱伝導率等を設計の基準としなければならぬ。

別表2-2 保温材の選定基準 (1/2)

判定基準		特に優れるもの○、劣るもの×									
保温材の特性による判定項目	判定項目	火気に対する安全性	熱伝導率 W/(m・K)	防湿性	耐熱性 (最高使用温度)	耐食性 (構造工面に対する非腐食性)	機械的強度	化学的抵抗性	施工補修の容易性		
保温材の名称											
ロックウール保温材	○	○	0.043~0.052 (平均温度 70℃)	×	○ (400℃~650℃) バインダーの種類による	○	×	○ 耐アルカリ性 強酸に弱い	○		
グラスウール保温材	○	○	0.042~0.052 (平均温度 70℃)	×	○ (250℃~400℃)	○	×	○ アルカリに弱い	○		
セラミックファイバーブランケット	◎	◎	0.081~0.090 (平均温度 300℃) 0.161~0.183 (平均温度 600℃)	×	◎ (1,260℃)	◎	×	○ 耐アルカリ性 強酸に弱い	○		
けい酸カルシウム保温材	◎	◎	0.054~0.065 (平均温度 100℃) 0.114~0.146 (平均温度 500℃)	×	◎ (650℃~1,000℃)	◎	◎	○ 耐酸性	○		
はっ水性パーライト保温材	◎	◎	0.056~0.072 (平均温度 70℃)	×	◎ (650℃~900℃)	◎	○	○ 耐酸性	○		
耐火断熱れんが	◎	◎	0.15~0.52 (平均温度 600℃ ±10℃)	×	◎ (900℃~1,500℃)	◎	◎	○ 衝撃性に劣る	○		
多泡ガラス断熱材	◎	◎	0.045~0.051 (平均温度 24℃)	◎	○ (427℃)	○	○	○ 耐酸性 アルカリに弱い	×		
硬質ウレタンフォーム保温材	×	×	0.023~0.025 (平均温度 20℃)	○	×	○ (100℃)	×	○ 耐酸、耐アルカリ性 であるが溶剤に弱い	○		
フェノールフォーム保温材	×	×	0.030~0.036 (平均温度 20℃)	○	×	○ (130℃)	×	×	○		
ビーズ法ポリスチレンフォーム保温材	×	×	0.034~0.043 (平均温度 20℃)	○	×	○ (70℃~80℃)	×	×	○		
押出法ポリスチレンフォーム保温材	×	×	0.028~0.040 (平均温度 20℃)	○	×	○ (70℃~80℃)	×	×	○		

別表 2-2 保温材の選定基準 (2/2)

判定基準		特に優れるもの◎、優れるもの○、劣るもの×							
保温材の特性による判定項目	火気に対する安全性	熱伝導率 W/(m・K)	防湿性	耐熱性 (最高使用温度)	耐食性 (被施工面 の耐食性)	機械的強度	化学的抵抗性	施工補修の容易性	
保温材の名称 ポリエチレンフォーム 保温材	× 自己消火性はある が可燃性である	0.043 (平均温度 20℃)	○	× (70℃~120℃)	○	×	○	○	
金属保温材	◎ 不燃性	—	◎	◎ (1,100℃)	○	◎	◎	× 現場加工性が劣る	

パブリックコメント用

備考
 1. 耐熱性の評価は、使用温度の最高の値(℃)が、500以上、150-500、150未満に分けて評価した。
 2. 機械的強度の評価は、曲げ強さ、圧縮強さ、衝撃強さの総合評価とした。
 3. 化学的抵抗性の評価は、耐酸性、耐アルカリ性、耐溶剤性の総合評価とした。
 4. 施工、補修の容易性の評価は、現場成形、ふきつけ、巻きつけ、こて塗り等の施工形態ごとに評価した。

2.2 保 冷 材

2.2.1 保冷材一般

高圧ガス製造設備等に使用される保冷材は、使用条件に応じて JIS に合格したもの、又はこれと同等以上の化学的性質、物理的性質及び機械的性質を有するものとし、次にその主なものを示す。

(1) 繊維状保冷材料

JIS A 9504-2004	人造鉱物繊維保温材	(無機質)
	ロックウール保温材	(")
	グラスウール保温材	(")

(2) 粉末状保冷材料

JIS A 5007-1977	パーライト	(無機質)
-----------------	-------	-------

(3) 気泡状保冷材料

ASTM C552-2003	Standard Specification for Cellular Glass Thermal Insulation	
----------------	--	--

JIS A 9511-2003	発泡プラスチック保温材	(有機質)
-----------------	-------------	-------

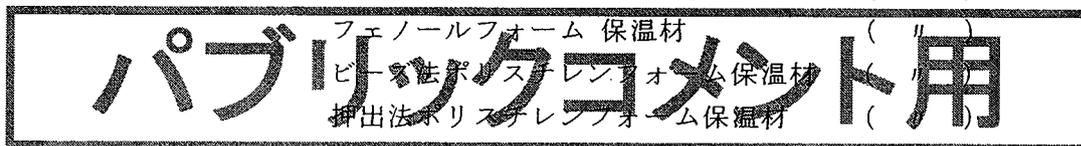
	硬質ウレタンフォーム保温材	(")
--	---------------	-------

	フェノールフォーム保温材	(")
--	--------------	-------

	真空法ポリスチレンフォーム保温材	(")
--	------------------	-------

	押出法ポリスチレンフォーム保温材	(")
--	------------------	-------

	ポリエチレンフォーム保温材	(")
--	---------------	-------



2.2.2 保冷材の品質形状及びその特性

2.2.1 に掲げる保冷材の品質形状及びその特性の概要を、別表 2-3 に示す。

2.2.3 保冷材の使用条件

保冷工事施工に使用する保冷材は、熱の侵入防止及び断熱措置等の目的で使用されているが、使用状態における保冷材に作用する諸影響を考慮に入れて保冷施工を行う必要があり、保冷材の使用に当たっては次に掲げる事項に従うこと。

(1) 熱伝導率が小さいものを使用すること。

使用温度 0℃以下の保冷材の熱伝導率は 0.047W/(m・K)以下であることが望ましい。

2.2.1 に掲げる保冷材の熱伝導率は、別表 2-3 に示す。

(2) 吸湿性の小さいものを使用すること。ただし、保冷材はそのほとんどが吸湿性を有するため使用に当たっては、防湿材を使用して防湿措置を講ずる必要がある。

(解説 2.5 参照)

(3) 安全使用温度が広い材料を使用すること。特に真空断熱法を併用する保冷材の使用に当たっては保冷材充てん後、温度を上げて排気を促進させる場合があり、その操作温度に耐える材料を使用すること。

(4) 使用状態における機械的強度が十分であり、形態が安定している材料を使用すること。

(5) 化学的抵抗性を有する材料であり、用途によっては耐酸性、耐アルカリ性、耐溶剤

- 性を有し、また、不燃性、自己消火性の材料を使用すること。
- (6) 作業性が良く施工が容易である材料を使用すること。

2.2.4 保冷材の選定及び安全性の配慮

2.2.4.1 選定上の一般事項

2.2.1 に掲げる保冷材の選定に当たっては、高圧ガス製造設備等の運転条件下における保冷材の使用温度範囲、機械的強度等の物理的性質及び腐食性、燃焼性、反応性等の化学的性質を考慮に入れて選定を行わなければならない。

2.2.4.2 保冷材の選定基準

2.2.3 に規定した保冷材の使用条件を考慮に入れた 2.2.1 に掲げる保冷材の選定基準は、別表 2-4 の例による。

2.2.4.3 保冷材の選定における安全性の配慮

(1) 火気に対する安全性の配慮（解説 2.6 参照）

(a) 有機質保冷材を選定して保冷施工を行う場合は、不燃性又は耐火性を有する材料で外装を被覆する等の火災防止措置を講ずること。

(b) 空気分離装置等液体酸素を取り扱う高圧ガス設備には、0.3%以上の鉱物油を添加したロックウールは使用しないこと。

(c) 酸素ガスを取り扱う高圧ガス設備の保冷施工に当たっては、樹脂処理を施したグラスファイバーフェルトや有機質が 0.5%以上含有したロックウール保温材は使用しないこと。

(d) 空気分離装置等液体酸素を取り扱う高圧ガス設備には、パーライトやシリカゲルにアルミニウムの微粉末を混合した保冷材は使用しないこと。

(2) 化学的抵抗性に対する安全性の配慮（解説 2.7 参照）

(a) 保冷する高圧ガス製造設備等の内部流体の特性を考慮し、保冷材にその内部流体が浸潤しても危険な状態を引き起こすおそれのない化学的抵抗性を有する材料を選定すること。

(b) 環境物質等の外的要因によって被保冷面が腐食され、危険な状態を引き起こすおそれのないよう保冷材と被保冷壁との適合性を十分に考慮して保冷材の選定を行うこと。

(3) 防湿性に対する安全性の配慮

(a) 硬質ウレタンフォームを選定して高圧ガス製造設備等の保冷施工を行う場合は、外部からの水分を防止するための措置を講じ、かつ、被施工面の金属表面は必要に応じて防食塗装を施す等の下地処理を講ずること。なお、下地処理については、解説 2.8 に示す。

(b) グラスウール保温材中の硫化物は、大気中の水分又は水蒸気と結合して金属表面を腐食する原因となるため、硫黄含有量 0.5%以下のものを使用すること。

(4) その他の配慮

(a) 保冷材の中には、可燃性のものもあることから、空気の滞留するおそれのある

場所等に施工する場合は、火災時の影響を考慮し、必要に応じて施工法を選択すること。

- (b) 粒状パーライトを選定して保冷施工を行う場合は、粉じんによる健康への影響を考慮して周囲への飛散防止のための措置を講ずること。また、二重殻式平底低温貯槽の保冷施工に粒状パーライトを使用する場合は、粒状パーライトが貯槽の側壁に及ぼす機械的強度を十分に考慮した施工を行う必要がある。二重殻式平底低温貯槽の保冷施工上の注意は、3.3.2 (1) (f) による。(解説 2.9 参照)

パブリックコメント用

別表2-3 保冷材の特性及びその品質形状 (1/3)

試験材料規格 (JIS番号)	保冷材の名称		保冷材の特性			ホルムアルデヒド 放射による区分※	保冷材の品質形状
	種類 (記号)	密度 kg/m ³	熱伝導率 W/(m・K) (平均温度70℃)	使用温度範囲 ℃	ホルムアルデヒド 放射による区分※		
JIS A 9504 -2004 人造動物繊維 保冷材	ウール 保温板	40~150	0.044 以下	600 以下	F☆☆☆☆等級	石灰、けい酸を主成分とする鉱物を溶解し、繊維化したもの。 ウール接着剤を用いて板状に成形したもので、必要に応じてガラスクロス、はり合せアルミニウムはくなどの外被材を張り付け、又は表面を被覆してもよい。1~3号は密度によって区分したもの。	
		1号	0.044 以下	400 以下	F☆☆☆☆等級		
		2号	0.043 以下		F☆☆☆☆等級		
	フェルト 保温帯	161~300	0.044 以下	400 以下	F☆☆等級	ウール接着剤を用いて弾力のあるフェルト状に成形したもので、必要に応じてガラスクロス、はり合せアルミニウムはくなどの外被材を張り付け、又は表面を被覆してもよい。 ウール接着剤を用いて弾力のあるフェルト状に成形したもので、必要に応じてガラスクロス、はり合せアルミニウムはくなどの外被材を張り付け、又は表面を被覆してもよい。 層状のウール接着剤は保温板を一定幅に切り取り、これをそろえて縦に並べ、紙、布などを片面に張って仕上げたもので、1,2号は密度によって区分したもの。	
		20~70	0.049 以下	400 以下	F☆☆☆☆等級		
		1号	0.052 以下		F☆☆☆☆等級		
	ブランケット 保温筒	101~160	0.049 以下	600 以下	F☆☆☆☆等級	繊維のウール又は保温板を金網、メタルラスなどの外被材で補強したもので、1,2号は密度によって区分したもの。	
		40~100	0.044 以下	600 以下	F☆☆☆☆等級		
	グラスウール	ウール 保温板	40~200	0.044 以下	400 以下	F☆☆☆☆等級	ウールに接着剤を用いて円筒状に成形したもので、必要に応じてアルミニウムはく、はり合せアルミニウムはくなどの外被材を張り付け、又は表面を被覆してもよい。 なお、長さ方向に沿って切れ目を入れ、1個又は4個を超えない部分に分割してもよい。 ガラスを溶解し、繊維化したもの。繊維の太さは大体 12µm 以下、平均 7µm 程度のもの。
			24 K	0.042 以下	350 以下	F☆☆☆☆等級	
			32 K	0.049 以下		F☆☆☆☆等級	
		波形保温板	28~36	0.046 以下	300 以下	F☆☆☆☆等級	ウールに接着剤を用いて板状に成形したもので、必要に応じてガラスクロス、はり合せアルミニウムはくなどの外被材を張り付け、又は表面を被覆してもよい。 24 K~36 Kは密度によって区分したもの。
37~44			0.044 以下				
45~52			0.043 以下				
58~70			0.042 以下				
73~87			0.042 以下				
88~105			0.042 以下				
保温帯		37~105	0.050 以下	300 以下	F☆☆☆☆等級	ウールに接着剤を用いて波形に折り曲げて、曲面に添うように成形し、紙、布などを片面に張って仕上げたもの。 保温板を一定幅に切り取り、これをそろえて縦に並べ、紙、布などを片面に張って仕上げたもの。a~cは密度によって区分したもの。	
		a	0.052 以下	300 以下			
		b					
ブランケット 保温筒	58~105	0.048 以下	350 以下	F☆☆☆☆等級	メタルラスなどの外被材で補強したもので、a及びbは密度によって区分したもの。		
	a						
	b						
保温筒	24~40	0.043 以下	300 以下	F☆☆☆☆等級	ウールに接着剤を用いて円筒状に成形したもので、必要に応じてアルミニウムはく、はり合せアルミニウムはくなどの外被材を張り付け、又は表面を被覆してもよい。なお、長さ方向に沿って切れ目を入れ、1個又は4個を超えない部分に区分したもの。		
	41~120					F☆☆☆☆等級	
	45~90	0.043 以下	300 以下	F☆☆等級			

区分	記号	内容	単位 µg/(m ³ ・h)
F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	ユリア樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂及びビレノルシノール樹脂のいずれも使用してはならない。	
F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	放射速度 5 以下	
F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	放射速度 2.0 以下	
F☆☆等級	F☆☆	放射速度 1.2 0 以下	

別表2-3 保冷材の特性及びその品質形状 (2/3)

航空材料規格 (JIS番号)	保冷材の 名称	種類	保冷材の特性			その他	保冷材の品質形状		
			密度 kg/m ³	熱伝導率 W/(m・K)	使用温度範囲 ℃				
JISA 5007 ・1977 パーライト	パーライト		単位容積質量の 標準値 20を超え 100以下 50 (保冷用) 60 (真空断熱用)	(平均温度 0±5℃) (平均温度 0℃) 0.038 以下 0.044 以下 (注) 真空中の場合(0℃) 約0.025 以下	1,000 以下	真珠岩、黒よう岩又はこれに準ずる岩石を砕き、焼成膨張した粉末物質であり、無毒、無臭、無塵であり、長時間保存しても変質しない。			
				(平均温度 24℃)			ガラス微粉末にカーボンを混ぜ高温真空内で発泡焼成して作られる独立気泡性の無機物断熱材。		
ASTM C552 ・2003 Standard Specification for Cellular Glass Thermal Insulation	多泡ガラス 断熱材	Grade 1 Grade 2	98・138 109・156	0.045 以下 0.051 以下	427 以下 427 以下	ガラス微粉末にカーボンを混ぜ高温真空内で発泡焼成して作られる独立気泡性の無機物断熱材。			
			硬質ウレタン フォーム	(平均温度 20℃)					
		1種1号		45 以上	0.024 以下		100 以下	ポリイソシアネート、ポリオール及び発泡剤を主剤として発泡成形したもの、若しくは発泡成形したブロックから切り出した、板状の保冷材。	
		1種2号		35 以上	0.024 以下		100 以下		
		1種3号		25 以上	0.025 以下		100 以下		
		2種1号	45 以上	0.023 以下	100 以下				
2種2号	35 以上	0.023 以下	100 以下	ポリイソシアネート、ポリオール及び発泡剤を主剤として、面材の間で発泡させ、自己接着によってサンドイッチ状に成形した面材付きの板状の保冷材。					
2種3号	25 以上	0.024 以下	100 以下						
JISA 9511 ・2003 発泡「ラック」 保冷材	保冷板 保冷筒	1号 2号 3号	45 以上 35 以上 25 以上	0.024 以下 0.024 以下 0.025 以下	100 以下 100 以下 100 以下	ポリイソシアネート、ポリオール及び発泡剤を主剤として、面材の間で発泡させ、サンドイッチ状に成形した面材付き板状の保冷材。			
		フェノール フォーム	1種1号 1種2号	45 以上 25 以上	0.032 以下 0.030 以下		130 以下 130 以下	レゾール樹脂及び発泡剤、硬化材を主剤として、面材の間で発泡させ、サンドイッチ状に成形した面材付き板状の保冷材。	
			2種1号 2種2号	50 以上 40 以上	0.036 以下 0.034 以下		130 以下 130 以下		
		ビス法 ポリスチレン フォーム	保冷板 保冷筒	1号 2号	50 以上 40 以上		0.036 以下 0.034 以下	130 以下 130 以下	ノボラック樹脂及び発泡剤、硬化材を主剤として型枠内で発泡させ、単板状に成形した成形スキン (表皮) 又は面材付き板状の保冷材。
				3号	25 以上		0.036 以下	130 以下	
				4号	15 以上		0.043 以下	80 以下	
1号 2号 3号	35 以上 30 以上 25 以上			0.036 以下 0.036 以下 0.040 以下	70 以下 70 以下 70 以下	ポリスチレン又はその共重合体の発泡性ビーズを型内発泡成形したもの、若しくは発泡成形したブロックから切り出した板状又は筒状の保冷材。			
2号 3号	30 以上 25 以上	0.036 以下 0.037 以下	70 以下 70 以下						

パブリックコメント用

別表2-3 保冷材の特性及びその品質形状 (3/3)

関連材料規格 (JIS番号)	保冷材の 名称	種類	保冷材の特性			その他	保冷材の品質形状
			密度 kg/m ³	熱伝導率 W/(m・K) (25℃時)	使用温度範囲 ℃		
JIS A 9511 -2003 発泡ポリイソシア ン樹脂 保冷材	押出法 ポリスチレン フォーム	1種 a	—	0.040 以下	80 以下	ポリスチレン又はその共重合体に発泡剤、添加剤を溶融混合し、連続的に押出発泡成形したもの、若しくは押出発泡成形したブロックから切り出した、板状又は筒状の保冷材。	
		1種 b	—	0.040 以下	80 以下		
		2種 a	—	0.034 以下	80 以下		
		2種 b	—	0.034 以下	80 以下		
		3種 a	—	0.028 以下	80 以下		
		3種 b	—	0.028 以下	80 以下		
	保 温 板	1種	—	0.040 以下	70 以下	ポリエチレン又はその共重合体に発泡剤、添加剤を混合して筒状に発泡成形したもの、若しくは板状又はシート状に発泡させた後、筒状に加工した保冷材。	
		2種	—	0.034 以下	70 以下		
		3種	—	0.028 以下	70 以下		
	保 温 筒	1種	—	0.043 以下	70 以下		通常、ポリエチレン又はポリイミドフィルムにアルミニウムを蒸着したもの（マイラー）が使用される。 形状としては、スベサー入りもの（マイラー一枚の間にスベサーと呼ばれる断熱フィルム（ポリエチレンネット、ガラス繊維の紙デクスターペーパー）をはさんだもの）とスベサーなしでその代わりにシツや突起を作って各層間での接触を少なくする工夫したものがある。 この金属保冷材を用いた断熱は、単なる真空断熱に加え、輻射による伝熱を小さくするため用いられる。一般に液化ヘリウム、液ヒ素などの超低温液化ガスの断熱に用いられる。
		2種	—	0.043 以下	70 以下		
		2種	—	0.043 以下	120 以下		
—	金属保冷材	—	—	70 以下	通常、ポリエチレン又はポリイミドフィルムにアルミニウムを蒸着したもの（マイラー）が使用される。 形状としては、スベサー入りもの（マイラー一枚の間にスベサーと呼ばれる断熱フィルム（ポリエチレンネット、ガラス繊維の紙デクスターペーパー）をはさんだもの）とスベサーなしでその代わりにシツや突起を作って各層間での接触を少なくする工夫したものがある。 この金属保冷材を用いた断熱は、単なる真空断熱に加え、輻射による伝熱を小さくするため用いられる。一般に液化ヘリウム、液ヒ素などの超低温液化ガスの断熱に用いられる。		

パブリックコメント用

備考 1. 布、紙その他の有機性の物質を補強その他の目的に使用したものは、その材料の温度がその耐熱度以上にならない場合に使用する。
2. 取付操作によって、その体積が減少しやすい材料は、変形後の厚さ、熱伝導率等を設計の基準としなければならぬ。

※ポリイミドフィルムシート放散

区分	記号	内容	単位
F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	放散速度が5以下	μg/(m ² ・h)
F☆☆☆☆等級	F☆☆☆☆	放散速度が20以下	
—	—	—	

別表 2-4 保冷材の選定基準

判定基準		時に満たれるもの◎、 満たれるもの○、 劣るもの×									
保冷材の特性に 対する判定項目	火気に対する 安全性	熱伝導率 W/(m・K) (平均温度 0℃)	防 湿 性	耐 熱 性	機 械 的 強 度	化 学 的 抵 抗 性	耐 食 性 (被 施 工 面 に 対 す る 非 腐 食 性)	施 工 補 修 の 容 易 性			
保冷材の名称											
パーライト	◎ 不燃性	0.044	×	◎	×	◎	○	× 現場成形が劣る			
グラスウール保温材	○ バインダーが可燃性	0.031~0.038	×	◎	×	○ アルカリに弱い	○	○			
ロックウール保温材	○ バインダーが可燃性	0.031~0.036	×	◎	×	○ 耐酸性、強酸に弱い	○	○			
多泡ガラス断熱材	◎ 不燃性	0.041	◎	◎	○ 衝撃に弱い	○	◎	×			
ビーズ法ポリスチレン フォーム保温材	× 可燃性ではあるが、 自己消火性あり	0.032~0.037	○	×	○	×	○	○			
押出法ポリスチレン フォーム保温材	× 可燃性ではあるが、 自己消火性あり	0.027~0.036	○	×	○	×	○	○			
フェノール フォーム保温材	× 可燃性ではあるが、 自己消火性あり	0.028~0.033	○	×	○	○	○	○			
硬質ウレタン フォーム保温材	× 可燃性ではあるが、 自己消火性あり	0.021	○	×	○	○	○	○			
ポリエチレンフォーム 保温材	× 可燃性ではあるが、 自己消火性あり	0.040	○	×	×	○ 耐酸性大	○	○			

パブリックコメント用

備考 1. 耐熱性は、使用温度範囲及び最低使用温度を考慮して評価した。
 2. 機械的強度は、曲げ強さ、圧縮強さ、衝撃強さの総合評価とした。
 3. 化学的抵抗性の評価は、耐酸性、耐アルカリ性、耐溶剤性についての総合評価とした。
 4. 施工、補修の容易性の評価は、現場成形、ふきつけ、巻きつけ、こて塗り等の施工形態ごとに評価した。

2.3 外 装 材

2.3.1 外装材一般

保温材及び保冷材の保護の目的に使用する外装材（真空保冷工法等、特殊な保冷工法を採用する場合に使用される外装材を除く。）は、使用条件に応じ、次に示す JIS に合格したもの又はこれと同等以上の化学的性質及び機械的性質を有するものとし、次にその主なものを示す。

(1) 耐候性外装材料

JIS G 3302-1998	溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯
JIS G 3312-1994	塗装溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯
JIS G 4305-1999	冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯
JIS H 4000-1999	アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条
-	アスファルト質水性マスチック
-	樹脂質（又はゴム質）水性マスチック

(2) 室内用外装材料

JIS G 3302-1998	溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯
JIS G 3312-1994	塗装溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯
JIS G 4305-1999	冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯
JIS H 4000-1999	アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条
JIS R 3414-1998	ガラスクロス
-	綿帆布
JIS Z 1901-1988	防食用ポリ塩化ビニール粘着テープ
-	ハードセメント

パブリックコメント用

2.3.2 外装材の品質形状及びその特性

2.3.1 に掲げる外装材の品質形状及びその特性の概要を、別表 2-5 に示す。

2.3.3 外装材の使用条件

保温保冷工事に使用する外装材は、使用状態における保温材、保冷材及び高圧ガス製造設備等に及ぼす諸影響を考慮に入れて外装施工を施す必要があり、外装材の使用に当たっては、次に掲げる事項に従うこと。

(1) 耐候性、耐久性に優れた材料を使用すること。

使用状態における環境変化等を考慮に入れ、耐風雨性、耐腐食性、耐摩耗性に優れた材料を使用すること。

(2) 耐酸性、耐アルカリ性、耐溶剤性を考慮し、化学的抵抗性を有する材料を使用すること。

(3) 施工場所や保温材等との組合せを十分に考慮し、使用状態に応じて必要な機械的強度を有する材料を使用すること。

(4) 太陽熱等の外部からの熱影響を受けることが予想される場合は、それらの状態を加味して耐熱性を有する材料を使用すること。

(5) 保温材等の適合性を考慮し、被施工面に対して耐腐食性を有する材料を使用するこ

と。(解説 2.10 参照)

(6) 臭気等人的有害性の少ない材料を使用すること。

特異な臭気等を発生し、人的被害を与えない材料であって、鉱物粉塵の発散の少ないものを使用することが望ましい。

(7) 施工時の作業が容易なもので、不燃性又は難燃性のものを使用することが望ましい。

2.3.4 外装材の選定及び安全性の配慮

2.3.4.1 選定上の一般事項

2.3.1 に掲げる外装材の選定に当たっては、高圧ガス製造設備等の設置場所、使用状態、保温材等との適合性を十分に考慮に入れて選定しなければならない。

2.3.4.2 外装材の選定基準及び安全性の配慮

2.3.3 に規定する外装材の使用条件を考慮に入れた外装材の選定基準及び安全性の配慮は、別表 2-6 の例による。

パブリックコメント用

別表 2-5 外装材の品質形状及びその特性

分類	名称	関連材料規格 (JIS)	特性	性能	標準寸法	品質形状	施工法	
耐候性	亜鉛引鉄板	G3302-1998	使用温度：約 600°C、FSI (注 1)：0 引張強さ：28kgf/mm ² 以上 (屋根用の参考値)	溶融亜鉛メッキを施した鋼板及び鋼帯である。用途、材質によって数種類あるが、このうち屋根用及び一般用が使用される。 厚さ 0.3 mm~0.5 mm	平板及びコイルに各種寸法がある。	溶融亜鉛メッキを施した鋼板及び鋼帯である。用途、材質によって数種類あるが、このうち屋根用及び一般用が使用される。 厚さ 0.3 mm~0.5 mm	板金加工	
	着色亜鉛引鉄板	G3312-1994	使用温度：約 200°C (但し表面塗装)、FSI：0 塩水噴霧試験：500 時間連続試験の結果、異常が認められなかつた。 曲げ試験：試験片の両端から、それぞれ 7 mm 以上離れたところの外側表面にはくりを生じてはならない。 鉛筆硬度試験：塗膜に引っかきずを生じないこと。 衝撃変形試験：はくりや割れを生じないこと。 甚目試験：試験部に異常を生じてはならない。	亜鉛引鉄板に耐食性のある着色塗料を両面又は、片面に均一に塗装、焼付けたものである。 耐食性、用途等により、数種類あるが、このうち 2 種 (SCG2 主として 2 コートのもの) で屋根用 (R) 及び一般用 (C) が使用される。 厚さ 0.3 mm~0.5 mm	同上	亜鉛引鉄板に耐食性のある着色塗料を両面又は、片面に均一に塗装、焼付けたものである。 耐食性、用途等により、数種類あるが、このうち 2 種 (SCG2 主として 2 コートのもの) で屋根用 (R) 及び一般用 (C) が使用される。 厚さ 0.3 mm~0.5 mm		
	ステンレス鋼板	G4305-1999	使用温度：約 800°C、FSI：0 引張強さ：53kgf/mm ² 以上 耐食性：10% しゃう酸エッチ試験、硫酸、硫酸銅腐食試験、65% 硝酸腐食試験、硫酸、硫酸銅腐食試験に適合しなければならぬ。	冷間圧延ステンレス鋼板であって、材質によって数種類に分類されるが、一般に SUS 304 が使用される。 厚さ 0.3 mm~0.5 mm	平板に各種の標準寸法がある。	冷間圧延ステンレス鋼板であって、材質によって数種類に分類されるが、一般に SUS 304 が使用される。 厚さ 0.3 mm~0.5 mm		
	アルミニウム板	H4000-1999	使用温度：約 600°C、FSI：0 引張強さ (kgf/mm ²) : A1050P A1100P A3003P 6.0-10 7.5-11 9.5-13 曲げ強さ (180°C) 内側半径密着 同左	圧延したアルミニウム及びアルミニウム合金板であり、材質によって数種類に分類されるが、一般に A1050P、A1100P また耐食用として A3003P、A5052P などが多く使用される。 厚さ 0.5 mm~0.8 mm	同上	圧延したアルミニウム及びアルミニウム合金板であり、材質によって数種類に分類されるが、一般に A1050P、A1100P また耐食用として A3003P、A5052P などが多く使用される。 厚さ 0.5 mm~0.8 mm		
	アスファルト質水性マステック	-	密度：1,200Kg/m ³ 、使用温度：-15~-80°C 不揮発分：約 50%、FSI：120 透湿度係数：3perm (注 2) 乾燥時間：8 時間 火気に対する安全性 (施工時：非引火性、乾燥時：可燃) 標準施工厚さ 5 mm~6 mm (乾燥後)	水とアスファルトを良く混ぜ合わせて乳化したソフアトペースト状のものであり、水が連続相となり、アスファルトが浸透相の型となっており、水分が蒸発したあとは、アスファルト分子が融合して連続した防水層を形成する。 このタイプのものは、水の蒸発による小さな気孔があるため透湿性は大きい。	石油種 (20kg 入)	水とアスファルトを良く混ぜ合わせて乳化したソフアトペースト状のものであり、水が連続相となり、アスファルトが浸透相の型となっており、水分が蒸発したあとは、アスファルト分子が融合して連続した防水層を形成する。 このタイプのものは、水の蒸発による小さな気孔があるため透湿性は大きい。	コテ塗り	
	樹脂質 (又はゴム質) 水性マステック	-	密度：1,400Kg/m ³ 、使用温度：-180~-80°C 不揮発分：約 50%、FSI：25 透湿度係数：1perm 乾燥時間：12 時間 火気に対する安全性 (施工時：非引火性、乾燥時：難燃性) 標準施工厚さ 3 mm (乾燥後)	水と樹脂又はゴムを良く混ぜ合わせて乳化したソフトペースト状のもので、その性状はアスファルト質水性マステックに類似するが、低温脆性、難燃性に優れるものが多い。アスファルト質水性マステックと同様に透湿性は大きい。 耐候性外装材の例による。	同上	水と樹脂又はゴムを良く混ぜ合わせて乳化したソフトペースト状のもので、その性状はアスファルト質水性マステックに類似するが、低温脆性、難燃性に優れるものが多い。アスファルト質水性マステックと同様に透湿性は大きい。 耐候性外装材の例による。	板金加工	
	亜鉛引鉄板	G3302-1998	G3302-1998 G3312-1994 G4305-1999 H4000-1999					
	着色亜鉛引鉄板	G3312-1994						
	ステンレス鋼板	G4305-1999						
	アルミニウム板	H4000-1999						

パブリックコメント用

別表 2-6 外装材の選定基準及び安全性の配慮

分類	外装材の名称	外装材の特性 （選定基準 に対する留意項目 及び用途）	火気に対する 安全性	化学的抵抗性	必要強度	耐熱性 （使用最高温度）	耐水性	耐蝕性	耐食性	保温材等との 適合性	施工・補修の 容易性	用途 （使用制限）	
													特に優れるもの◎、優れるもの×
耐候性及び室内用外装材	亜鉛引鉄板	◎ 不燃材料である。	◎ 不燃材料である。	◎ 耐アルカリ、耐溶剤性であるが、腐食により腐食すること。に留意すること。	◎	◎ (約 600℃)	◎ 水性を要す。	× 単体自身は防蝕性であるが、継目部から透過透水すること。により、ある程度上に当たっては、特に注意を要す。	× 屋外に使用する場合は耐食性は劣る。	◎	× 工具類及び特殊技能を必要とする。	◎ 保温・保冷とも使用可、屋外・屋内とも使用可	
	着色亜鉛引鉄板	◎	◎	◎ 表面の樹脂の被膜によりある程度の耐食性を有す。	◎	○ (表面被膜 200℃)	◎	×	○ 表面の樹脂被膜により、ある程度の耐食性を有する。	◎	×	◎	
	ステンレス鋼板	◎	◎	◎	◎	◎ (約 800℃)	◎	×	◎	◎	×	◎	◎
	アルミニウム板	◎	×	× 腐、アルカリにより腐食すること。に留意すること。	◎	◎ (約 500℃)	◎	×	× 屋外に使用する場合は耐食性は劣る。腐食に特に注意すること。	◎	×	◎	◎
耐候性外装材	アスファルト質水性マステック	× 施工中は非引火性であるが乾燥後は可燃性であること。に留意すること。	× 施工中は非引火性であるが乾燥後は可燃性であること。に留意すること。	◎ 耐酸、耐アルカリ性であるが、溶剤に溶ける。	◎ 乾燥後アスファルト質の硬化体を形成する。	× (約 80℃)	◎ 耐酸、耐水被膜形成する。	◎	◎ これら水廻り材料自体は耐食性であるが、施工時に保温材等が水を吸収することにより、保温材特性を低下させることとなる。また、繊維状保温材は圧力等により凹凸を生じやすい。	◎	◎ コテ塗り仕上げで補修等が容易である。	◎ 保温用 屋外用	
	樹脂質（又はゴム質）水性マステック	○ 施工中は非引火性であるが乾燥後は難燃材料となる。	○	○	○	× (約 80℃)	◎	○ 透蝕性 1 perm	◎	◎	◎	◎ 保温用 屋内使用	
室内用外装材	ハードセメント	◎ 不燃材料である。	◎	◎ 耐酸、耐アルカリ性を有するが、腐食には弱い。	◎	◎ (約 500℃)	◎	× 透蝕透水性を有する。	◎	◎	◎	◎ 保温用 屋内使用	
	ガラスクロス	◎ 不燃材料である。	◎	× 耐溶剤性であるが、腐食、アルカリには弱い。	◎	◎ (約 300℃)	◎	×	◎	◎	◎	◎ 保温・保冷とも使用可、ただし保冷の場合は防湿措置を講ずること。室内使用	
	紙	× 可燃性であるが、使用に当たっては木部材等を使用した火災防止措置を講ずること	×	× 耐溶剤性であるがアルカリには弱い。	× ハサミ等で切断可能であり、機械的強度を必要とする場合は、その対策を講ずること。	× (約 80℃)	◎	×	◎	◎	◎	◎	
	ビニール粘着テープ	×	×	× 腐、アルカリには比較的強いが、溶剤に溶ける。	×	× (約 60℃)	◎	× 単体は非透過透水性を有するが、継目より透過すること。に留意を要す。	◎	◎	◎	◎	

パブリックコメント用

備考
 1. 火気に対する安全性の評価は、不燃性、難燃性、可燃性について評価した。
 2. 化学的抵抗性の評価は、耐酸性、耐アルカリ性、耐溶剤性についての総合評価とした。
 3. 耐熱性の評価は、使用温度が 500℃以上、100℃～500℃、100℃未満に分けて評価した。
 4. 施工・補修の容易性の評価は、施工形態ごとの評価とした。

2.4 防 湿 材

2.4.1 防湿材の種類及びその特性

保冷工事に使用する防湿材の種類及びその特性の概要を、別表 2-7 に示す。

2.4.2 防湿材の使用上の注意

防湿材を使用する場合の一般的な注意事項を以下に示すと共に、防湿材の種類に応じた注意事項を 2.4.2.1 及び 2.4.2.2 に示す。

- (1) 引火性の防湿マスティック及び接着剤を使用する場合は、施工前、施工中及び施工後も火気に十分注意しなければならない。
- (2) 防湿材を施工する被施工面は、水分や湿気のない乾燥した表面でなければならない。

2.4.2.1. 防湿シート

- (1) 防湿材付の保冷材を使用する等、保冷工事の簡略化を図ることが望ましい。
- (2) 防湿材の現場施工は施工後の保冷材の継ぎ目に防湿シートをオーバーラップさせて施工するのみである。防湿シートのオーバーラップ部がしわにならぬように接着剤で圧着施工する。

2.4.2.2 防湿マスティック

- パブリックコメント用**
- (1) 防湿材は、約5mmの厚さに塗ることを原則とし、ガラスクロス、その他の補強材を防湿材の中心に入れて補強することが望ましい。
 - (2) 施工に当たっては、揮発性の溶剤蒸気を多量に吸い込むことのないように注意すること。特に、ピット内など空気の滞留しやすい場所では十分な換気を行って施工を実施すること。
 - (3) 防湿材を所定の厚さに塗る場合において、ピンホール等の発生が生じるおそれがあるので、1回で施工せず2回以上に分けて施工すること。(解説 2.12 参照)
 - (4) 防湿材の使用後は、ドラム罐のフタをその都度かたく締めておくこと。
 - (5) 防湿材は、温度状態によって粘度が高くなることがあるが、その場合は防湿材の入った容器等を暖かい場所に置く等の措置を講ずること。ただし、直接火気にあてないように注意しなければならない。
 - (6) 防湿材は、酸及びアルカリには比較的強いが、溶剤には弱いので耐溶剤対策を考慮して使用しなければならない。

別表 2-1-7 防湿剤の種類及びその特性

分類	名称	関連材料規格 (J I S)	特性	荷姿	品質形状	施工法
シート状 防湿材	アルミ箔ポリエステル 積層フィルム		0°C以下の低温域での保冷構造として、主にブロック状の発泡成形体から切出したポリウレタンフォーム保冷材の外表面に接着剤で貼り付け、（切出し成型品）またはポリウレタンフォーム保冷材発泡成形時に自己接着により接着させる。（モールド成型品） 透湿係数：0.00perm	ロール状	アルミ箔とポリエステルフィルムをオレフィン系接着剤で貼り合せたシート状防湿材。	接着材にて接着（切出し成型品） または自己接着（モールド成型品）
	アルミクラフト紙		常温から0°Cまでの保冷構造（防露）として、主にグラスウールまたはロックウール保冷材製造時に外表面に貼りあわせる。	ロール状	アルミ箔とクラフト紙を貼り合せたシート状防湿材	製造時に接着
	アルミガラスクロス			ロール状	アルミ箔をガラスクロスで補強したシート状防湿材	
マスチック 防湿材	アスファルト質 油性マスチック	—	密度：1,260kg/m ³ 使用温度範囲：-29°C～82°C 不揮発分：約69% FSI：14% 透湿係数：約0.02perm 指触乾燥時間：0.5-6時間 火気に対する安全性：施工時引火性 乾燥後可燃性 標準施工厚さ（乾燥後）：3.2mm	石油罐 (20kg入)	アスファルトを揮発性の溶剤で溶解し冷間施工に向く程度の濃度にしたものである。 溶剤の蒸発により緻密な防水皮膜を形成するので透湿性が非常に小さい。	コテ塗り
	樹脂 マスチック	—	密度：1,260kg/m ³ 使用温度範囲：-46°C～104°C 不揮発分：約42% FSI：10% 透湿係数：約0.05perm 指触乾燥時間：0.5-3時間 火気に対する安全性：（施工時）非引火性 乾燥後難燃性 標準施工厚さ（乾燥後）：0.8mm	石油罐 (20kg入)	樹脂を揮発性の溶剤で溶解し、冷間施工に向く程度の濃度にしたものである。アスファルト質油性マスチックにその性状は類似するが、低温脆性、難燃性に優れる。	コテ塗り

2.5 補助材等

2.5.1 接着剤

- (1) 保温材等の固定に使用される接着剤は、次の例による。
 - (a) 高温用接着剤（主として、けい酸ナトリウムを基材とする。）
 - (b) 水を基材とする接着剤（主として、樹脂質が主材となる。）
 - (c) 溶剤を基材とする接着剤（主としてゴムが主材となる。）
 - (d) 加熱溶融により使用する接着剤（アスファルト系）
 - (e) 2液反応により使用する接着剤（エポキシ樹脂又はウレタン系樹脂などが主材となる。）
- (2) 接着剤の選定上の注意
 - (a) 使用温度範囲を考慮し、運転温度内で十分使用に耐えるものを用いること。
 - (b) 保温材等との適合性を考慮して選定する必要があり、保温材が溶剤等により、溶解するおそれがある場合には使用してはならない。
 - (c) 使用温度に対する接着強度を考慮に入れ、保温材を固定する際に使用するボルトの締付け強度及び施工面の接着強度を確認した上で選定すること。
 - (d) 乾燥時間の早い材料を使用することが望ましい。

2.5.2 補強材

保温保冷工事に使用する補強材を次に示す。

JIS G 3547-1993 亜鉛めっき鉄線

（主に保温配管用に使用され、線径は1.2~1.6mm）

JIS G 4309-1999 ステンレス鋼線

（主に保冷配管用に使用され、線径は0.8~1.2mm）

JIS G 3302-1998 溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯

（主に保温機器用に使用され、寸法は巾13mm~19mm×厚さ0.4mm~0.5mm）

JIS G 4305-1999 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

（主に保冷機器用又は強度を必要とする場合に使用され、寸法巾13mm~19mm×厚さ0.3mm~0.5mm）

JIS G 3554-2002 亜鉛引亀甲金網

（主にハードセメント類の補強に使用され、線径0.5~0.8mm×網目10mm~25mm）

上記 JIS に規定した補強材の使用に当たっては、高圧ガス製造設備等の使用状態及び保温材等との適合性を考慮して選定を行うこと。また、これら補強材は、各 JIS の規定に合格したものでなければならない。

2.5.3 継目材

保温保冷工事に使用する保冷材の接合部に目地の防湿を目的として使用する継目材を、次に示す。

- (1) 非硬化性マスチック
 - (a) 油脂を基材としたもの

- (b) 樹脂又はゴムを基材としたもの
- (2) ウレタン系シール材

パブリックコメント用

3. 設計及び施工

3.1 設計及び施工一般

高圧ガス製造設備等の保温保冷工事の設計及び施工は、JIS A 9501-2001の規定によるほか、その設備の設置場所並びに使用状態を考慮に入れて、その設備の腐食防止、運転状態の急変防止、保温材等の損傷防止、火災防止、将来の保守管理等の措置を考慮した設計及び施工を行わなければならない。

前記 JIS A 9501-2001 に規定された保温保冷工事施工法を解説 3.1 に示す。

3.2 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事

3.2.1 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事の設計及び施工上の注意

高圧ガス製造設備等の保温保冷工事における設計及び施工上の注意は、次による。

- (1) 高圧ガス製造設備等の使用温度範囲、運転状態等を把握した上で、前記 JIS に規定した施工法の中から適切な施工方法を選定し、かつ、その設備と保温材等の適合性を十分に考慮した設計及び施工を行うこと。
- (2) 高圧ガス製造設備等の断熱措置に必要な厚みを有する保温材又は保冷材を使用すること。
- (3) 高圧ガス製造設備等の腐食防止、運転状態の変動防止等の対策を講じた設計及び施工を行うこと。
- (4) 高圧ガス製造設備等の使用状態における保温材等の熱膨張又は熱収縮を考慮し、その設備の保温材等の影響による損傷防止及び保温保冷効果の低下防止のための措置を講じた設計及び施工を行うこと。
- (5) 保温保冷工事中及び工事施工後における保温材等の損傷防止及び火災防止措置を講じた設計及び施工を行うこと。
- (6) 保温保冷工事施工後における高圧ガス製造設備等の定期検査又は補修等を十分に考慮し、その設備の保守管理上の配慮を講じた設計及び施工を行うこと。
- (7) 超低温体の保冷工事の設計及び施工は、空気の液化又は濃厚な酸素雰囲気を生じるおそれのない構造とすること。なお、JIS A 9501 保温保冷工事施工標準は一般的な施工法であることから、超低温機器類の保冷施工に当たっては、解説 3.2 に示す保冷断熱法の方式及び施工方法等の採用を検討するとともに、3.3.6 超低温機器類の保冷施工に対する配慮についても、十分に考慮すること。

3.2.2 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事施工要領

高圧ガス製造設備等の保温保冷工事施工要領は、次による。

- (1) 保温保冷工事の施工に当たっては、発注者の許可を得た上で施工場所の安全状態を確認した後、着手すること。
- (2) 保温材及び保冷材の保管は、雨水、湿気等による含水のおそれのない場所とし、また、保温材等を積み上げて保管する場合は、保温材等の自重を考慮して保温材等に損傷を与えないような高さに積むこと。

- (3) 被施工面の錆、油脂及びじんあい等の付着物の除去並びに溶接施工面等の清掃を行い、必要に応じて被施工面の防食措置を講じた上で保温保冷工事に着手すること。
- (4) 被施工面等の湿気は、十分に乾燥を行った上で工事に着手すること。また、作業中の天候に留意し十分な防水対策を講ずること。
- (5) 既設保温施工部の保温改修工事にあたっては既設保温材が石綿含有製品の場合、労働安全衛生法に従って施工せねばならない。既設保温材を解体し、それを廃棄するにあたっては産業廃棄物の法規に従って処理せねばならない。
- (6) 粉じんによる障害のおそれのある保温材（保冷材）を使用して工事を行う場合は、効な防塵対策又は規定の防塵マスクを着用すること。
- (7) 施工後においては、保温材（保冷材）は所定の場所に集積しておくこと、また、使用不可能な保温材等については、産業廃棄物としての適切な処分を行わなければならない。

3.3 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事に対する安全性の配慮

3.2.1 に掲げる高圧ガス製造設備等の保温保冷工事の設計及び施工上の注意を考慮した、保温保冷工事に対する安全性の配慮を次に示す。

3.3.1 外装施工に対する配慮

- (1) 外装施工を実施する場合は、保温材又は保冷材の内部に雨水等の浸入を防止する措置を講じた構造とし、かつ、保温材又は保冷材に有害な流体を定着させるおそれのない構造とすること。
- (2) 有機質保温材等を使用した保温保冷工事の外装施工は、不燃性又は耐火性を有する材料で防火対策を講じた構造とすること。
- (3) 可燃性ガス貯蔵設備等の外装施工は、防消火設備による放水等の衝撃に十分耐える構造とすること。
- (4) 塔槽類の外装施工は、外装材のボルト締め及び補強材による締付けを十分に行い、台風等による風荷重に十分に耐える構造とすること。
- (5) 外装施工の実施例を次に示す。
 - (a) 防水対策等の措置を講じた外装施工の実施にあたっては、継目の開口部は下向きとし、かつ、保温保冷施工面の熱膨張等による伸縮を考慮した構造とする必要がある。特に高温、大口径の機器の保温材や外装材の緊縛材として帯鋼を使用する場合は、熱膨張を考慮してエキスパンションスプリングを設置するなどの処置を講じること。次に、これらの対策を講じた施工例を示す。

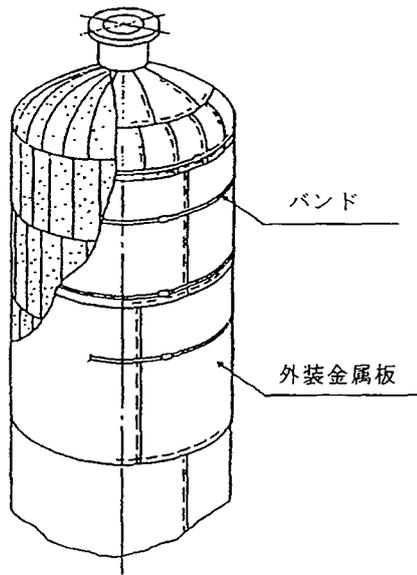


図 3-1 容器の外装

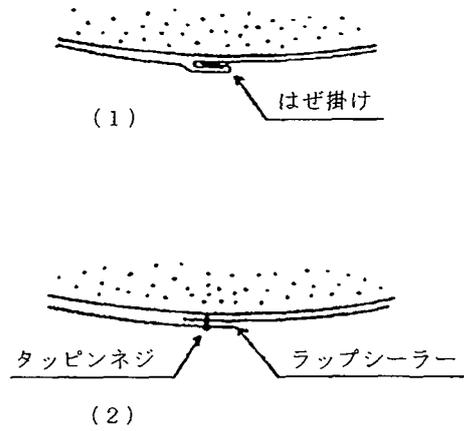


図 3-2 容器の外装長手継手

パブリックコメント用

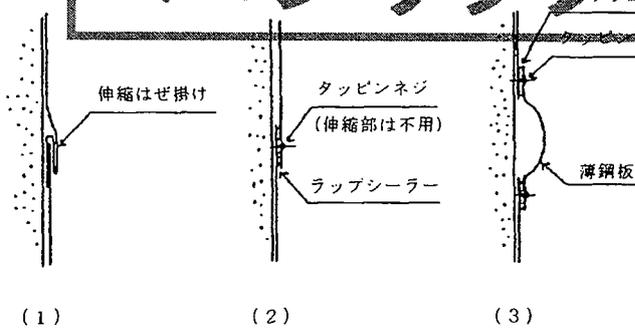


図 3-3 容器の外装周継手

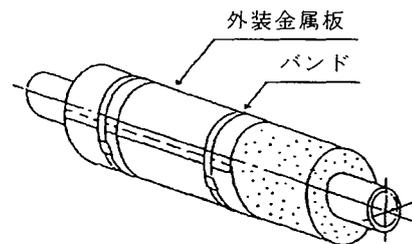


図 3-4 配管の外装

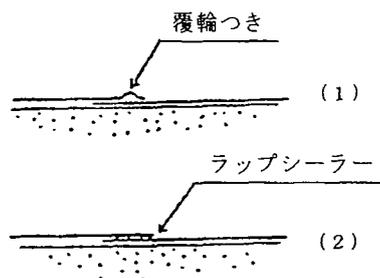


図 3-5 配管の外装周継手

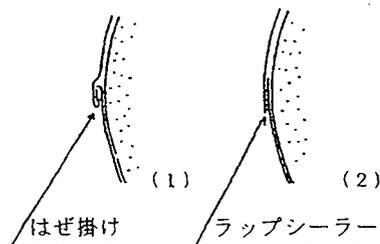


図 3-6 配管の外装長手継手

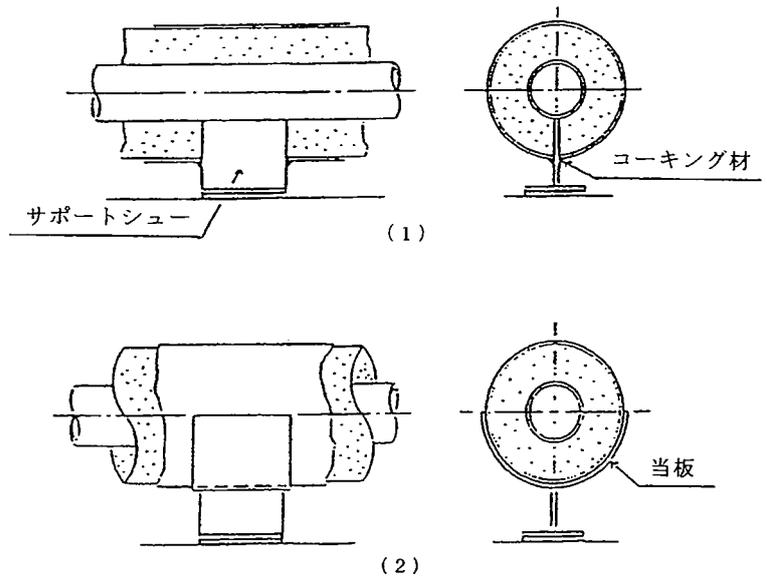
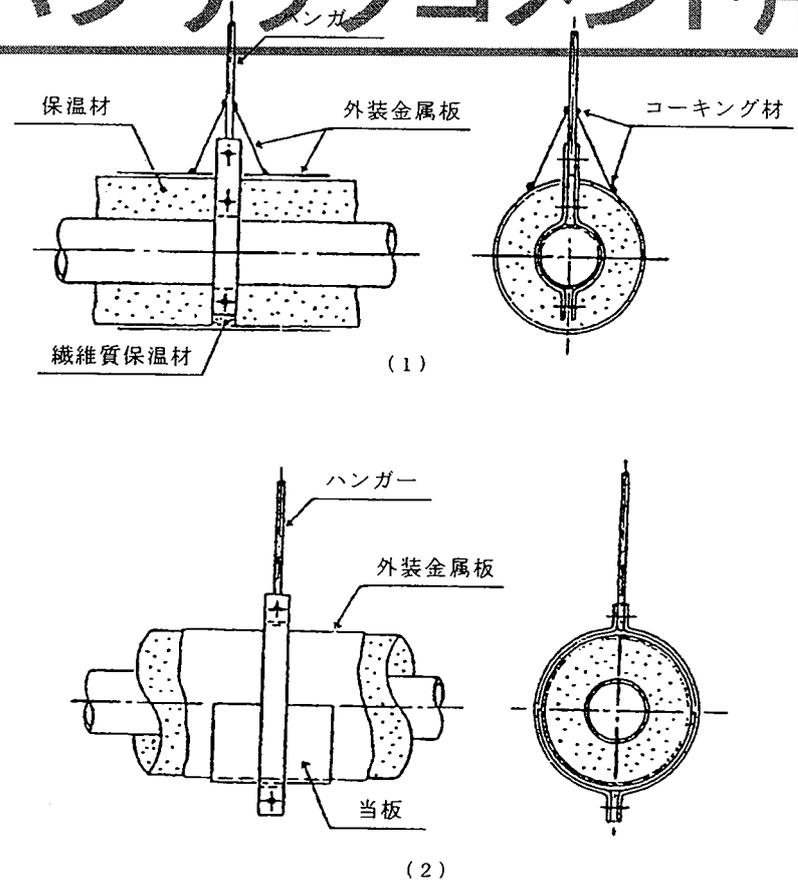


図 3-7 パイプサポート

パブリックコメント用



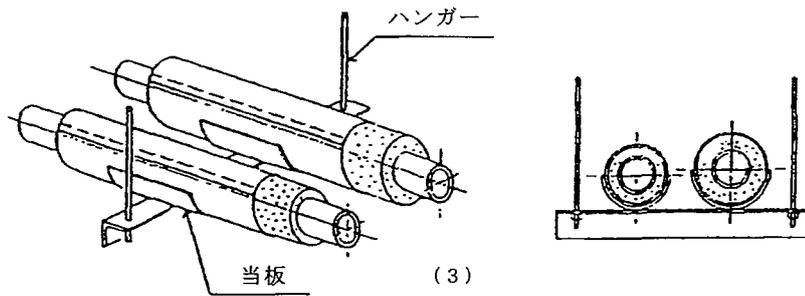


図 3 - 8 パイプハンガー

- 備考：1. 図 3 - 1, 3 - 2, 3 - 3, 3 - 4, 3 - 5, 3 - 6 は外装材に亜鉛引鉄板、着色亜鉛引鉄板、アルミニウム板、ステンレス鋼板等を使用し、耐浸透性に加工した場合の容器及び配管の構造を示す。
2. 図 3 - 7 - (1), 3 - 8 - (1) は、サポートシュー又はハンガーがパイプに直結する場合の外装施工例でこれら金具の突出し部は防水対策を十分に行う必要がある。

シュー、ハンガー等は、保温の外表面に取りつける構造の図 3 - 7 - (2), 3 - 8 - (2), 3 - 8 - (3) が好ましいが、この場合は、保温材の圧縮強さの大きいものを使用すること。

(b) 有機質保温材等を使用した場合における火災防止対策を講じた外装施工例を、次に示す。

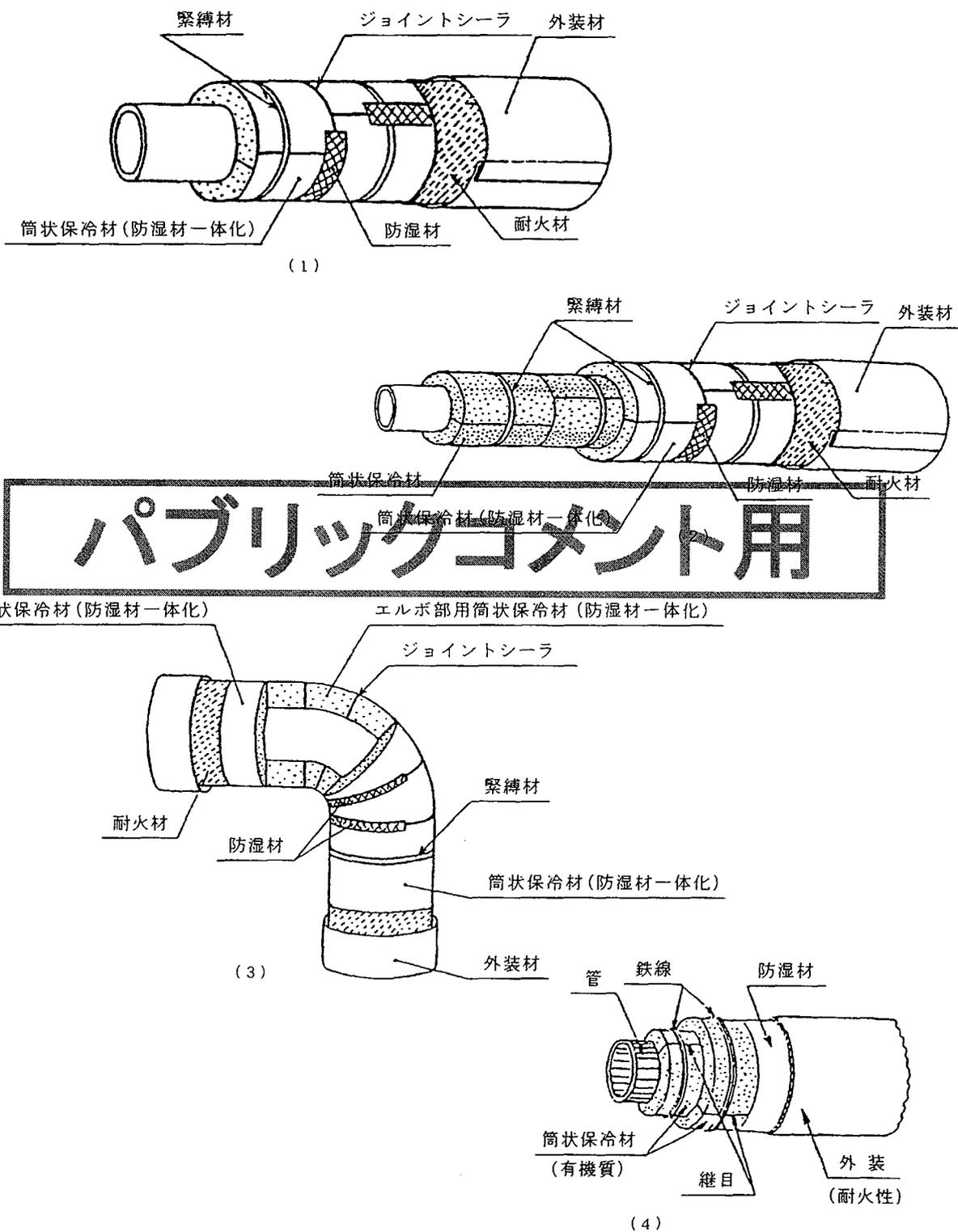


図3-9 硬質ウレタンフォーム等有機質保温材を使用した場合の外装施工例

3.3.2 保温材等の熱膨張及び熱収縮に対する配慮

- (1) 高圧ガス製造設備等の使用状態に応じて保温材が加熱されて膨張することが予想される場合又は保冷材が冷却され収縮することが予想される場合には、これらの影響を考慮し、保温材等の破損防止又は隙間発生防止措置を講じた設計及び施工を行うこと。その具体的な対策を、次に示す。
 - (a) 保温材（保冷材）の継目部は、弾性を有する保温材（保冷材）をできるだけ高密度に充てんする等の措置を講じ、かつ、保温材又は保冷材の継目部は、できる限り少なくする構造とすること。
 - (b) 硬質ウレタンフォーム等の注入発泡性を有する材料を使用して施工を実施する場合は、ガラスクロス等を注入発泡前に表面に接着させることにより、保冷材の割れ強度を増加させる等の措置を講ずること。
 - (c) 配管等の保温層間又は保冷層間の隙間の発生を防止するため、保温層又は保冷層は2層以上に施工し、目地部は同一にならないように位置させ、かつ、目地は継目材で埋めること。
 - (d) LNG等の超低温配管の施工に当たっては、保冷材は配管に直接接着させない構造とし、熱収縮の影響を考慮に入れて、保冷材と配管の接触部は互いに滑る構造とすること。
 - (e) 保冷材の外表面及び目地は気密性の高い防湿材を用いて、外気とのしや断を行うこと。
 - (f) 二重殻平底低温貯槽の側壁間に粒状パーライトを使用して保冷施工を実施する場合は、内殻の収縮及び膨張の影響により、粒状パーライトの細分化が促進され、沈降現象を生じるために貯槽の側壁に過剰な圧力を加えることが予想されるので、図3-12のように弾力性のある繊維質のグラスウール保温材を使用して保冷材の圧縮荷重を吸収させる措置を講じ、かつ、粒状パーライトの沈降を防止する措置を講ずること。
- (2) 保温保冷施工の実施に当たっては、保温材等の熱膨張又は熱収縮に対する確認実験を行った施工法又は過去に実績を持つ施工法を採用すること。
- (3) 外装施工に当たっては、外装材の継ぎ目の構造を決定し、十分なラップ量を取り保温材又は保冷材が直接露出しない構造とし、かつ、外装材と保温層間はスリップ式にする等の措置を講ずること。
- (4) 保温材等の熱膨張又は熱収縮を考慮した施行例を次に示す。

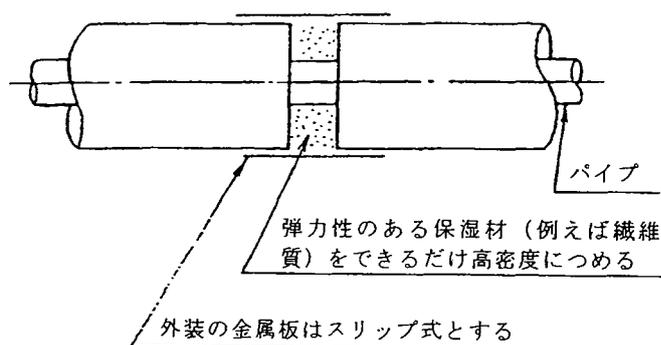


図3-10 熱膨張を考慮した保温施工例

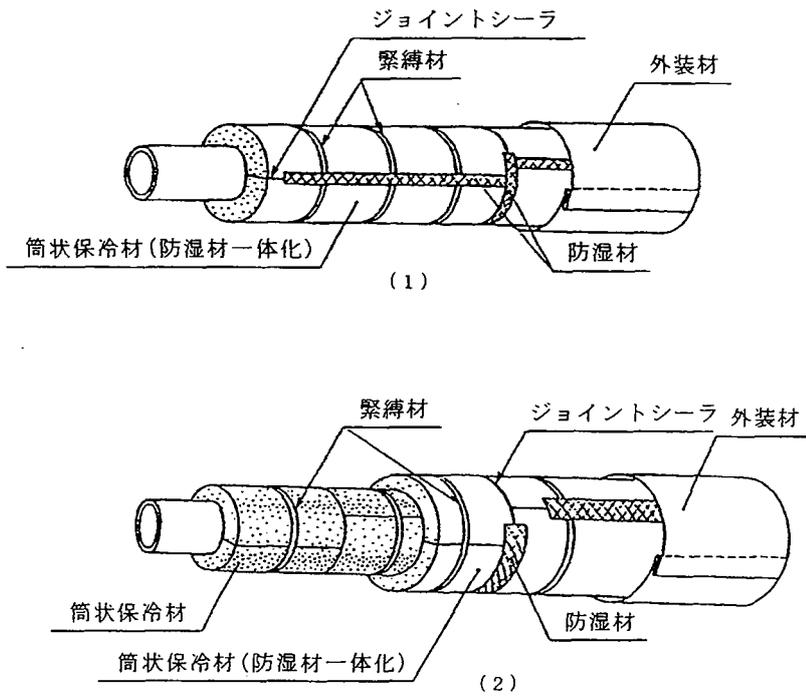


図 3-11 熱収縮を考慮した保温施工例

パブリックコメント用

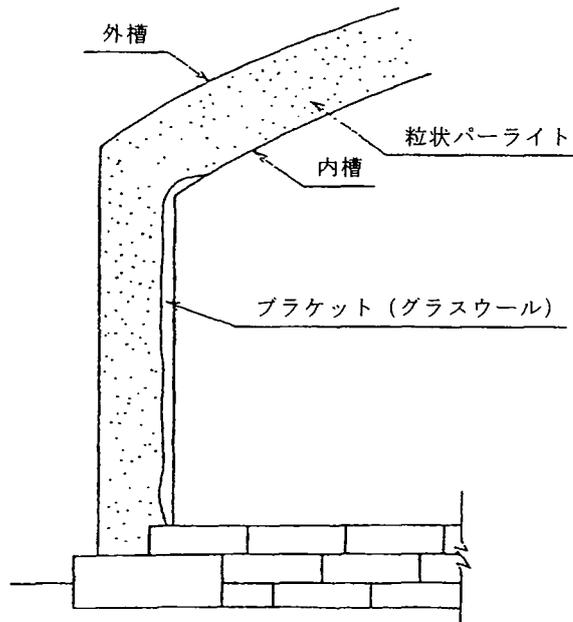
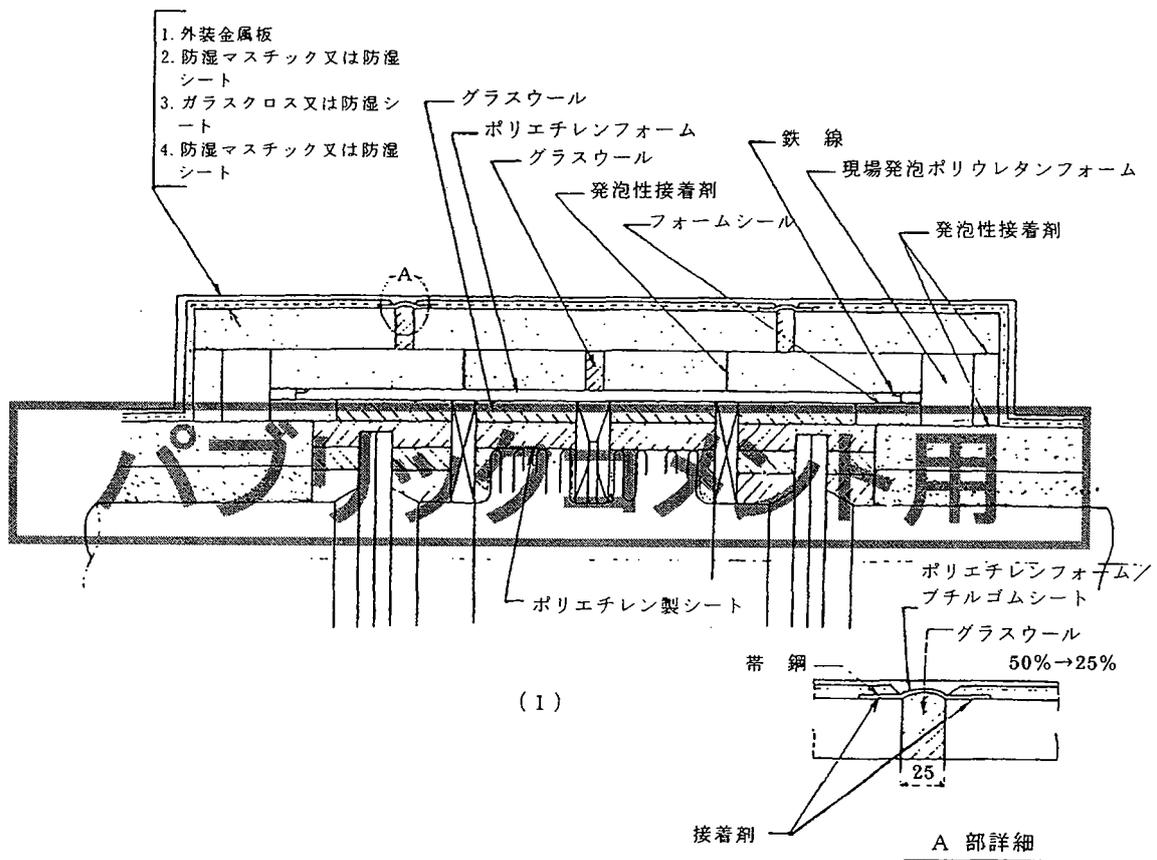
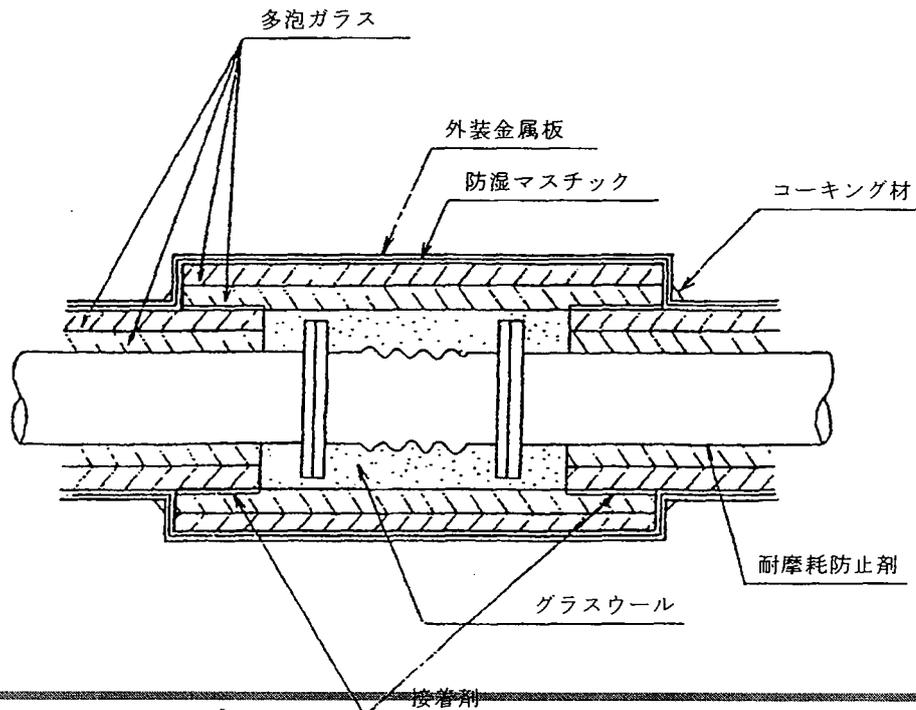


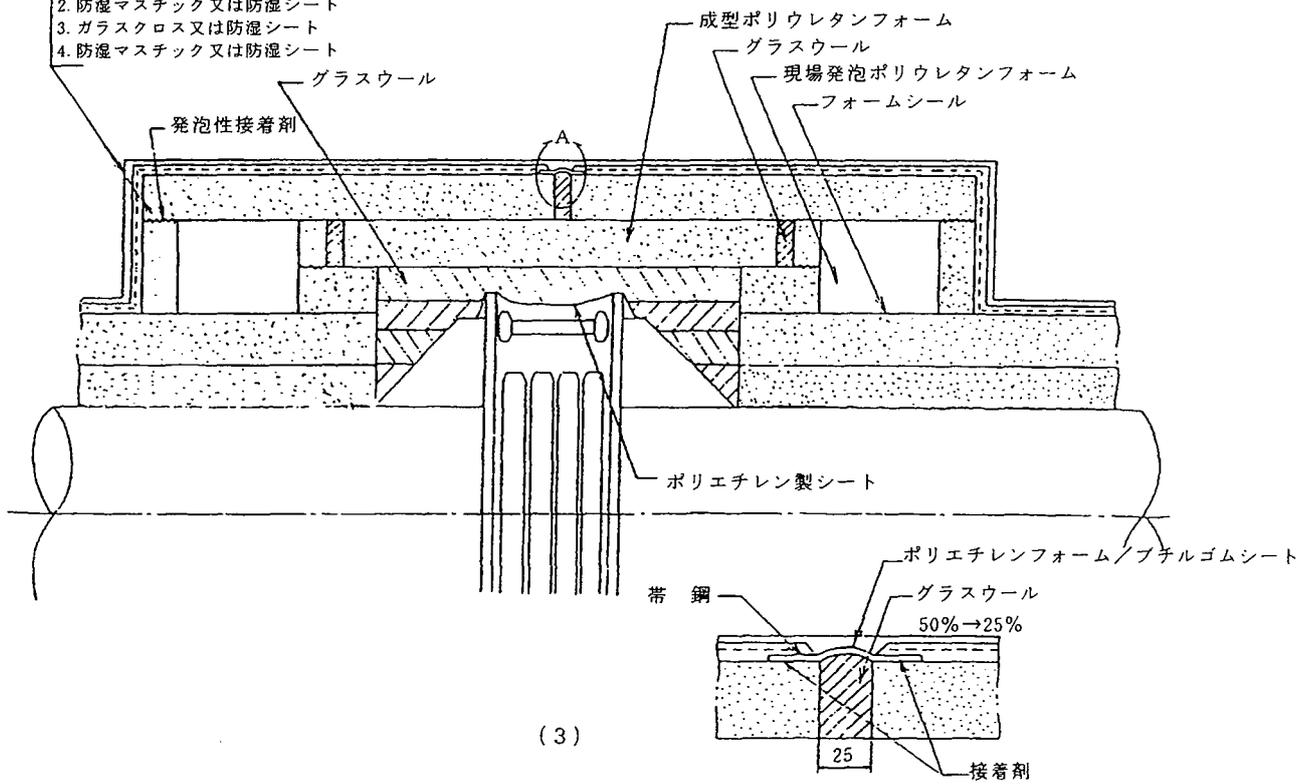
図 3-12 二重殻平底低温貯槽の保冷施工例





パブリックコメント用 (2)

1. 外装金属板
2. 防湿マスチック又は防湿シート
3. ガラスクロス又は防湿シート
4. 防湿マスチック又は防湿シート



(3)

A 部詳細

図 3-13 伸縮継手保冷施工例

3.3.3 機器類の保温保冷施工に対する配慮

- (1) 塔槽類及び配管（以下「機器類」という。）に付着する各種ノズル及び配管部の保温保冷施工に当たっては、雨仕舞等を設ける構造とし、雨水等の有害な流体の浸入を防止すること。また、保温保冷施工を実施する前に、これらノズル等とその周辺部は十分な防錆塗装を施すことが望ましい。
- (2) 散水設備を設ける機器類の保温保冷施工に当たっては、事前に水の停滞するおそれのある箇所をなくし、かつ、排水をよくする設計を行い、被施工面及び外装材表面は防錆塗装を施す等の措置を講ずること。
- (3) 外的衝撃を受けやすい場所（歩道附近）に設置する機器類の保温保冷施工に当たっては、けい酸カルシウム保温材のような強度を有する材料を使用するとともに保温材等を鋼板層でおおう等の措置を講ずること。
- (4) 補強材の使用に当たっては、保温保冷される機器類の使用温度範囲及び運転状態の確認を行い、これら補強材が腐食又は損傷する恐れのないものを選定して施工をすること。
- (5) 機器類に付着する計装配管の保温保冷に当たっては、十分な気密施工を行い、機器内部の温度、圧力等の測定数値に誤差を生じない構造とすること。
- (6) 機器類の安全性を考慮した保冷施工例を、次に示す。

パブリックコメント用

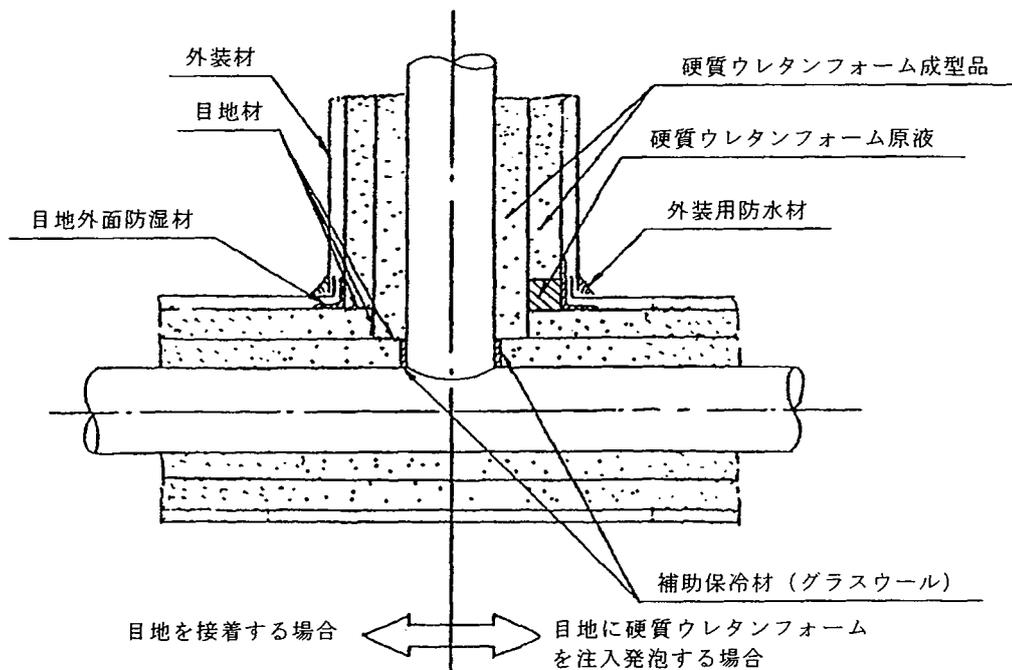
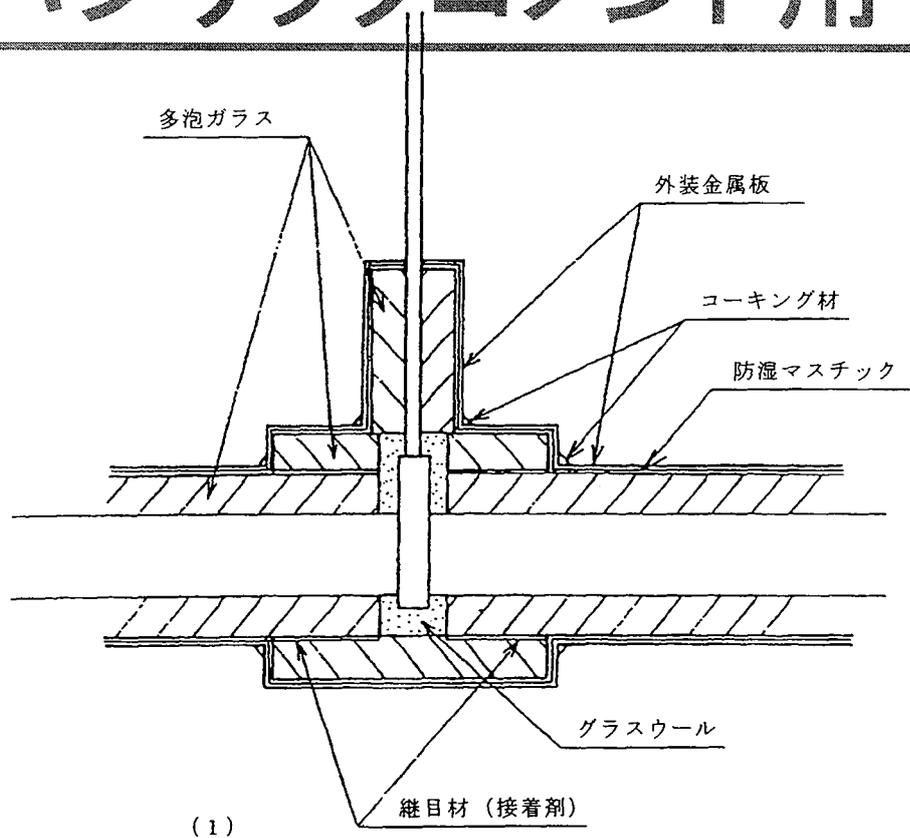


図3-14 窓・ドア 保冷施工例

パブリックコメント用



(1)

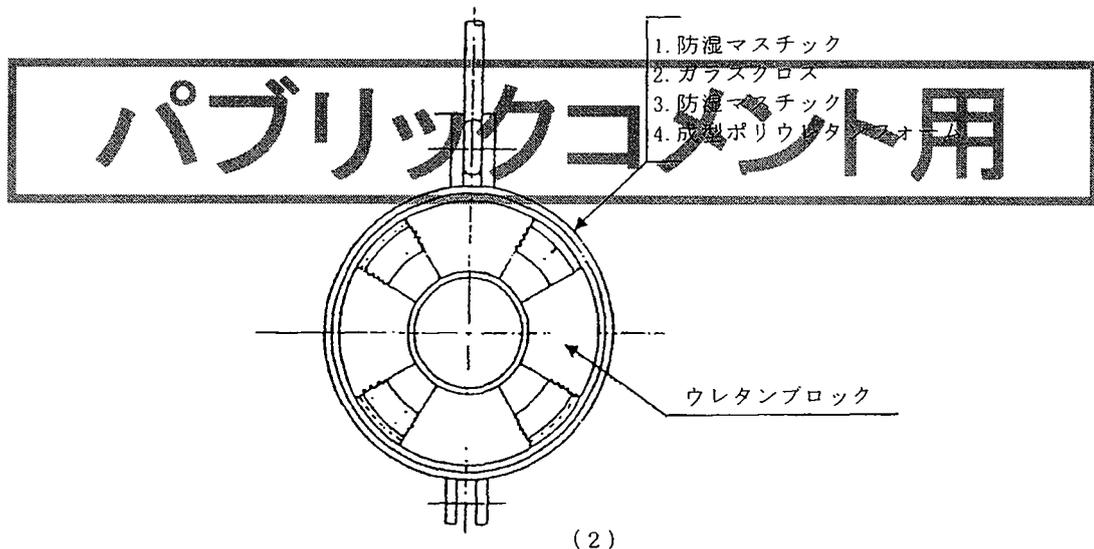
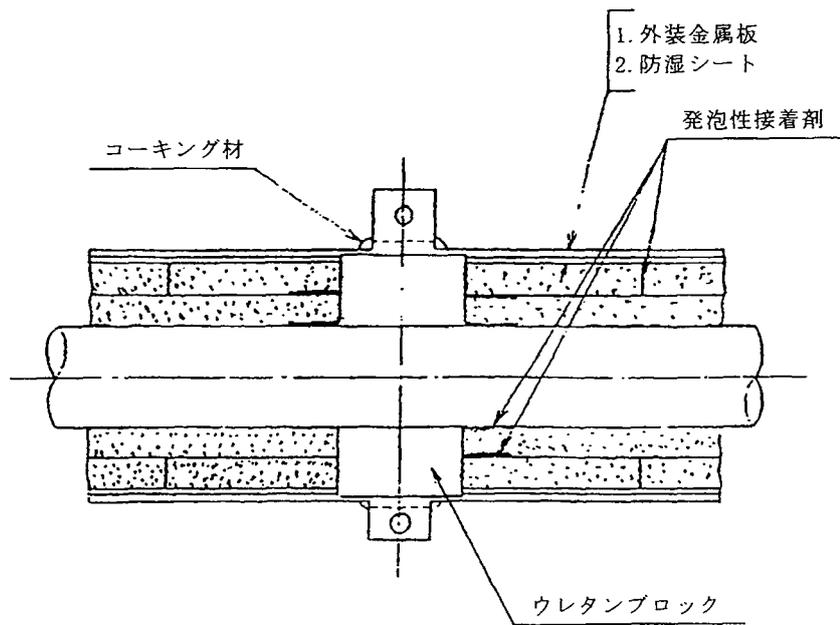
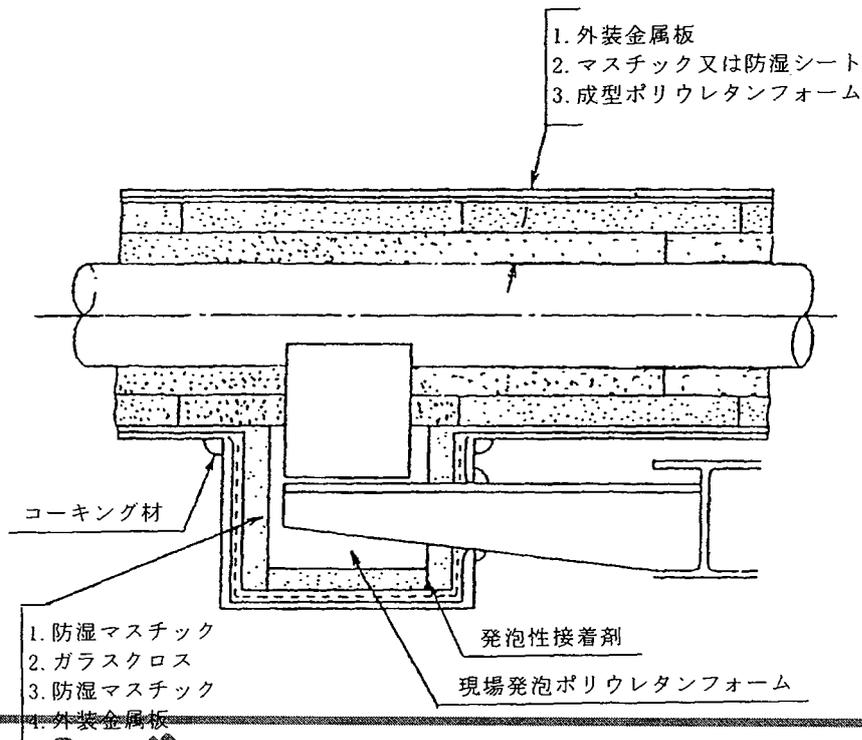
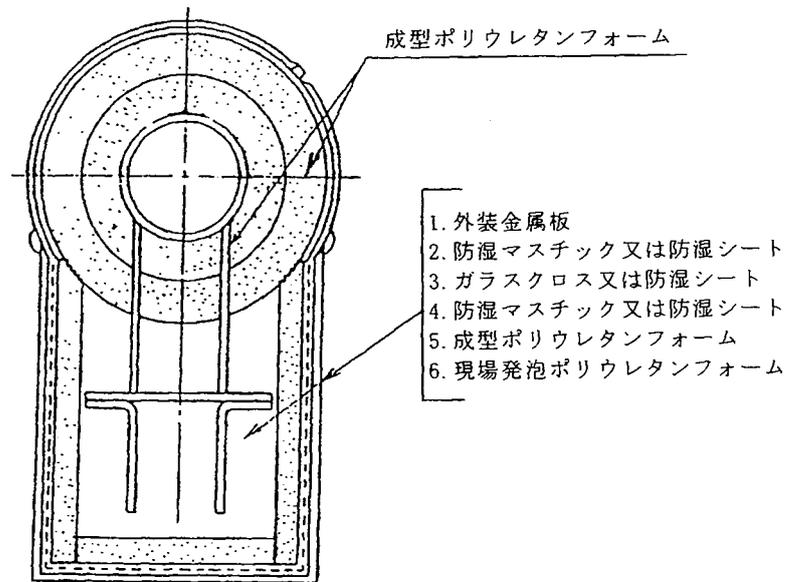


図 3-15 ハンガー部保冷施工例

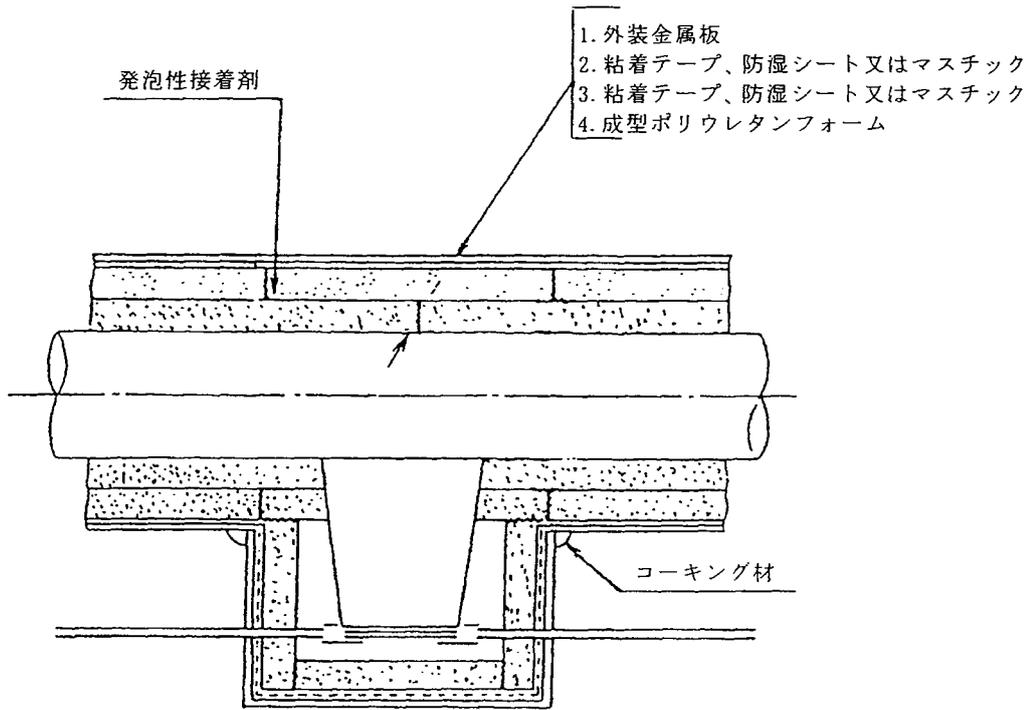
備考： 保冷施工の場合は、ハンガー上部のシール用マスチックが凍結等により隙間を生じるおそれがあるので、防湿カバー等を設けた構造とすること。



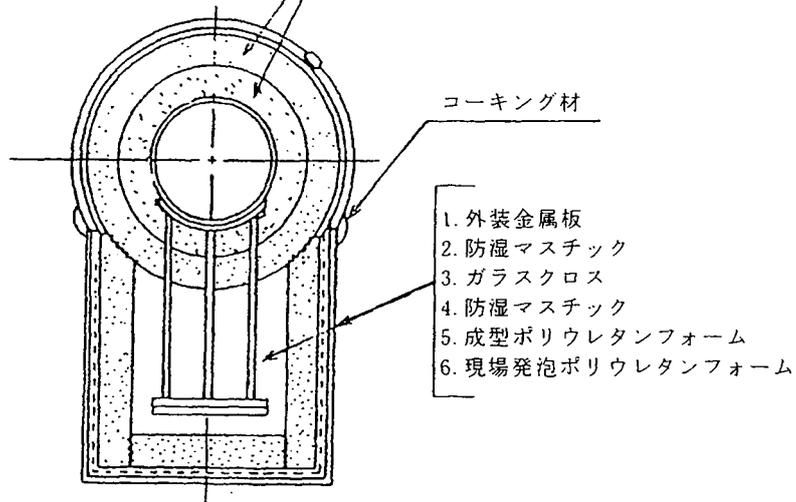
パブリックコメント用



(1)



パブリックコメント用



(2)

図3-16 アンカーポイント保冷施工例

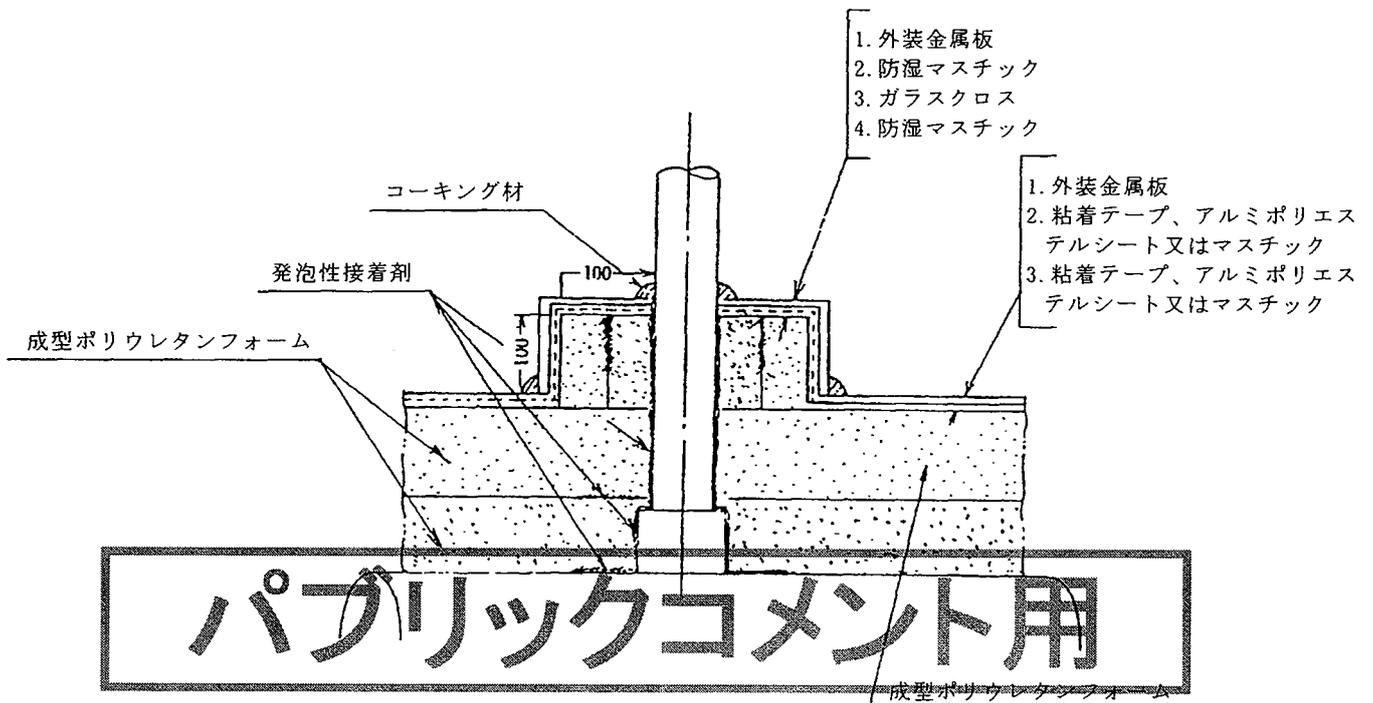
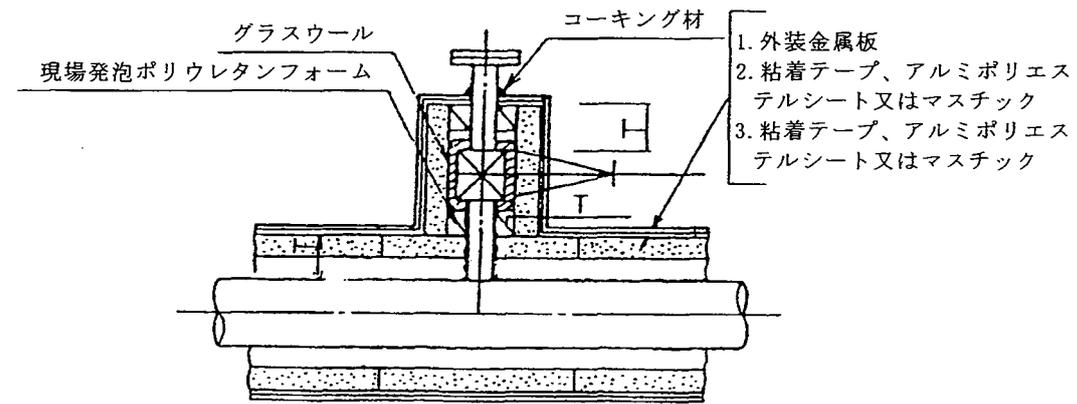
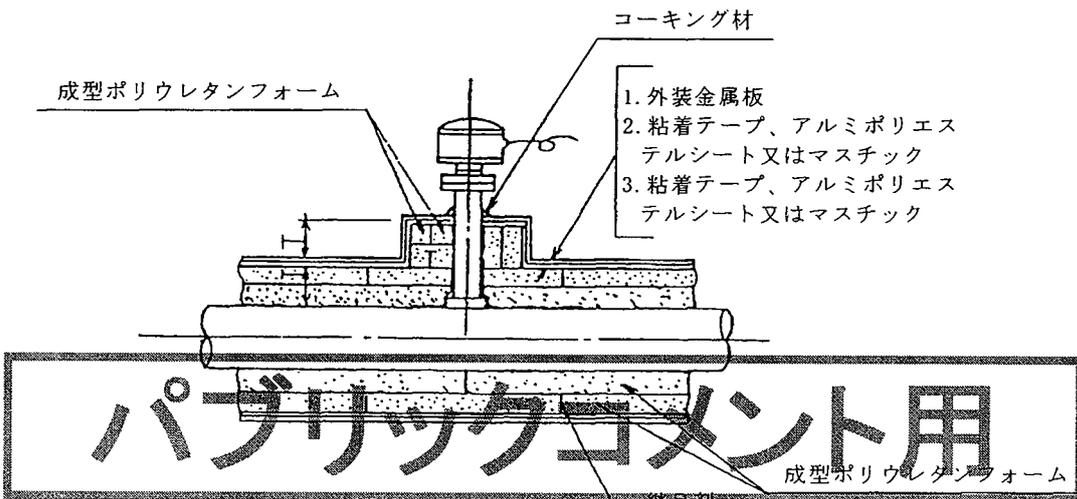


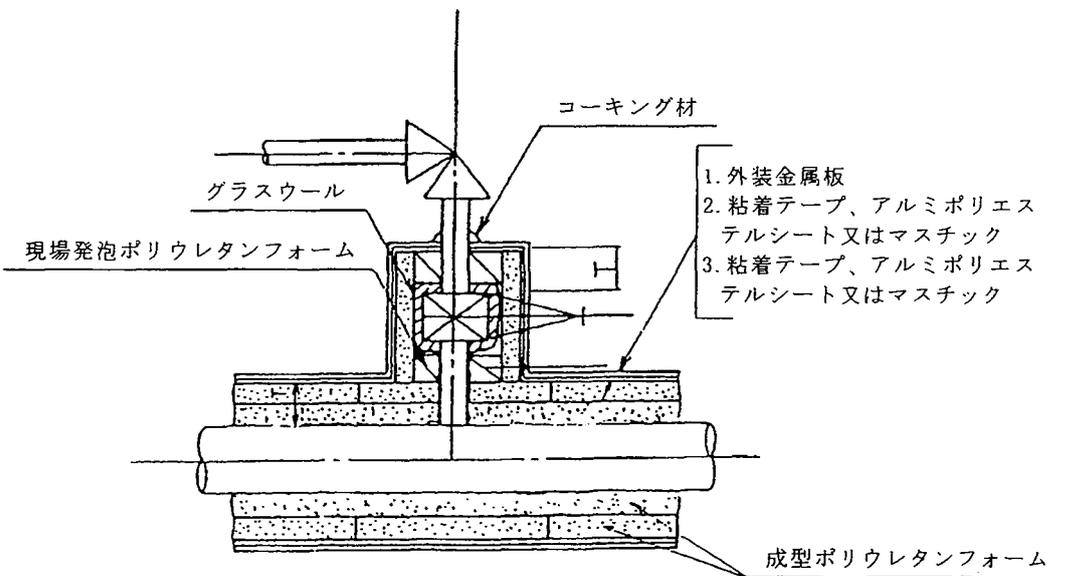
図 3-17 ノズル部保冷施工例



(1) ベント



(2) 温度計



(3) 安全弁

図 3-18 計装配管保冷施工例

3.3.4 バルブ又はフランジの保温保冷施工に対する配慮

- (1) バルブ等の保温保冷施工に当たっては、将来の保守検査等を考慮して取り外し可能なカバーを使用する等の措置を講ずること。また、保温施工に当たっては、必要に応じて、カバーに漏洩ガスの排出口又は受皿を設ける構造とすることが望ましい。
- (2) 高温流体を取り扱うようなバルブ等の保温施工に当たっては、露出箇所に生じる温度の急変によって異常な熱応力を発生するおそれのない構造とすること。
(解説 3.3 参照)
- (3) 蒸気配管及び抱合せ配管に取り付けるバルブ、フランジ等は、保温施工を実施すること。ただし、高温に使用する調節弁等で軸封部に放熱のためのフィンがある場合は、この部分の保温施工は実施してはならない。
- (4) バイパス弁を取り付けた構造の大口径バルブの保温保冷施工に当たっては、その位置を見失わないような措置を講ずること。
- (5) フランジ部の保温保冷施工に当たっては高圧ガスが漏洩しても保温層内に漏洩ガスが拡散するおそれのないように適当な位置に検知孔を設けることが望ましい。
- (6) バルブ又はフランジの保温保冷施工例を、次に示す。

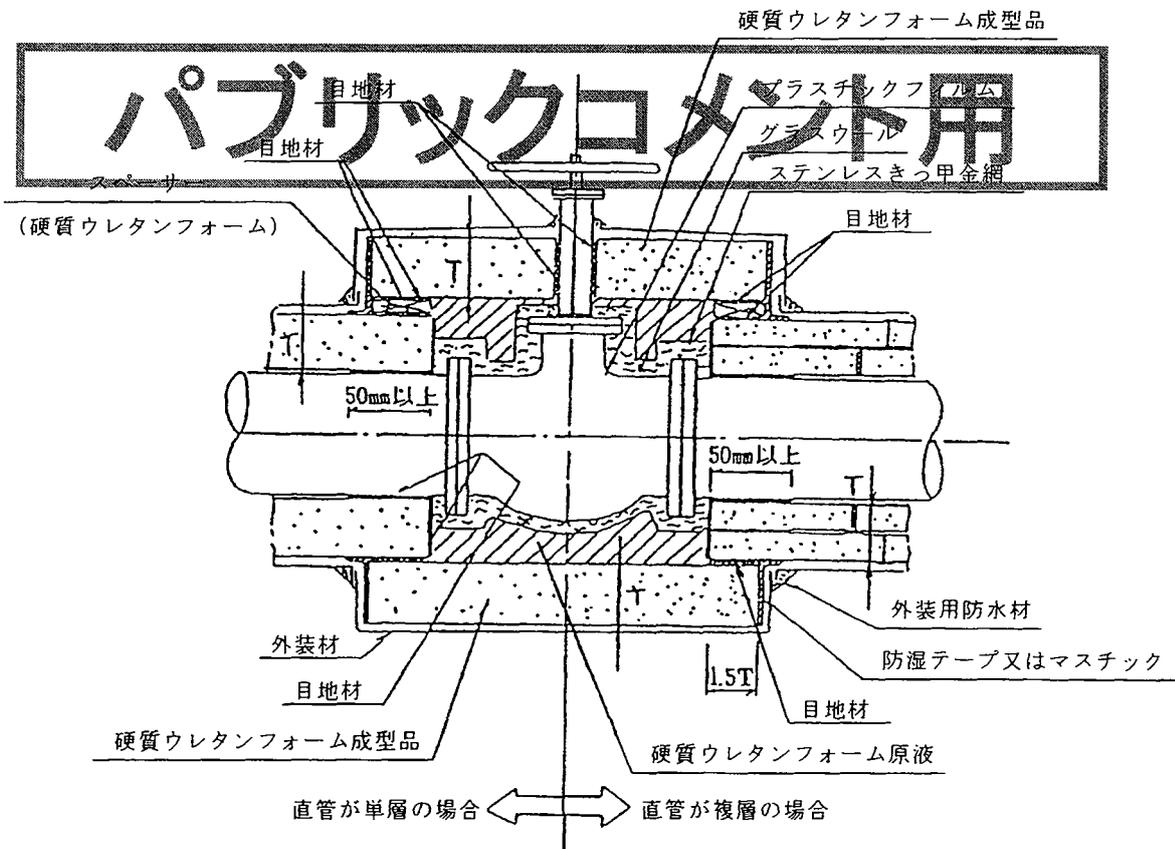


図 3-19 バルブの保冷施工例

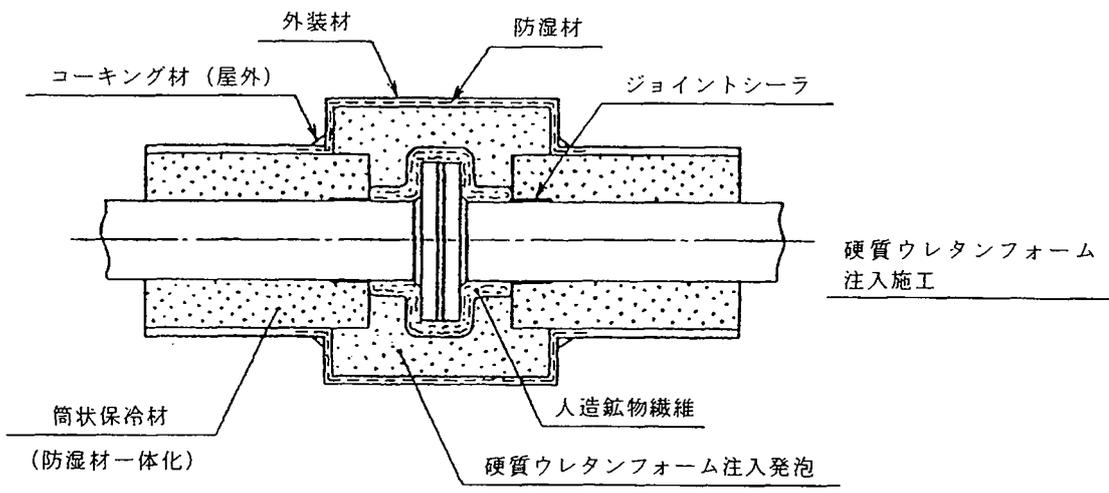
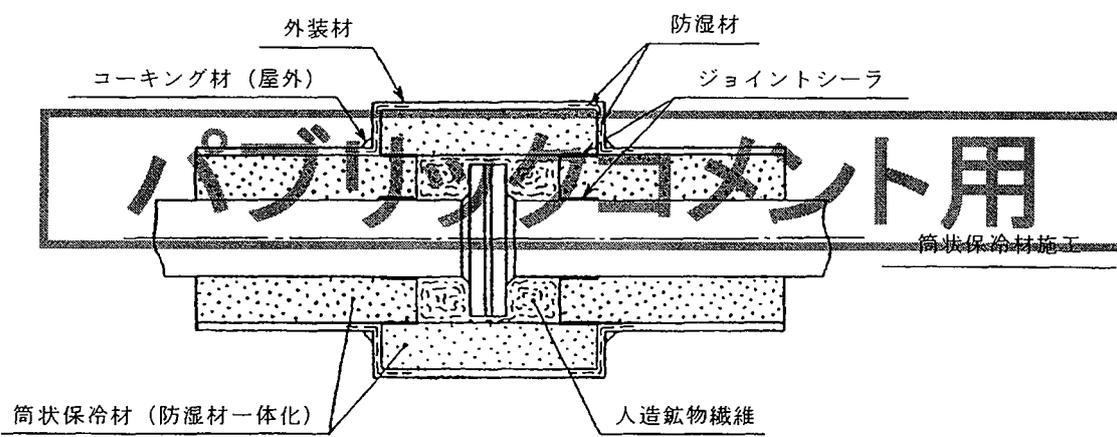
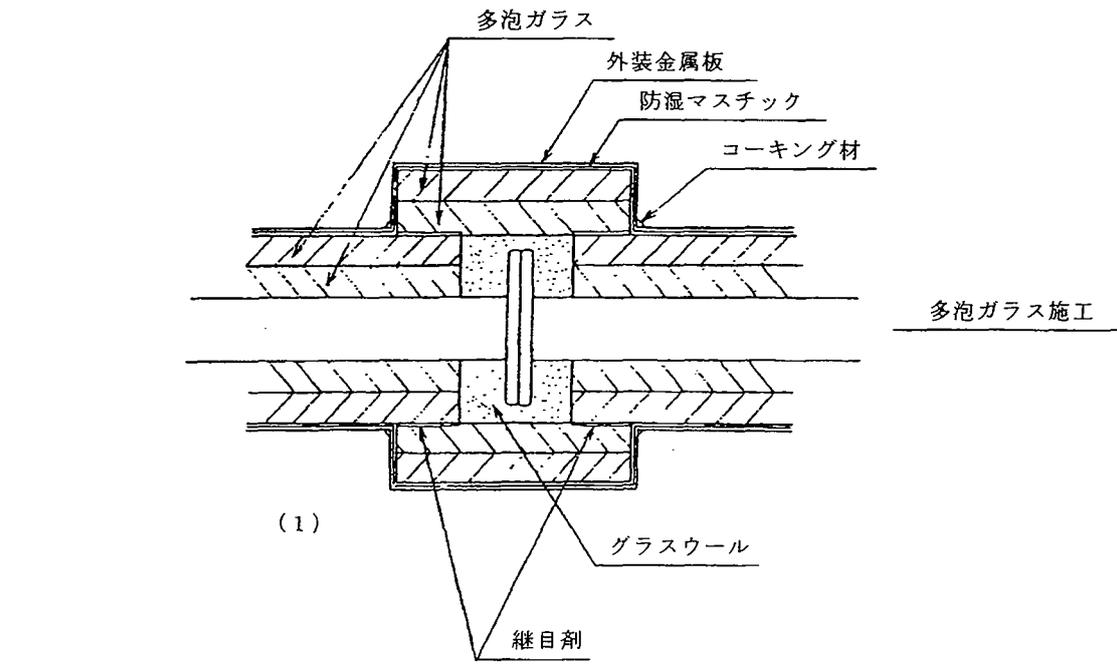


図 3-20 フランジの保冷施工例

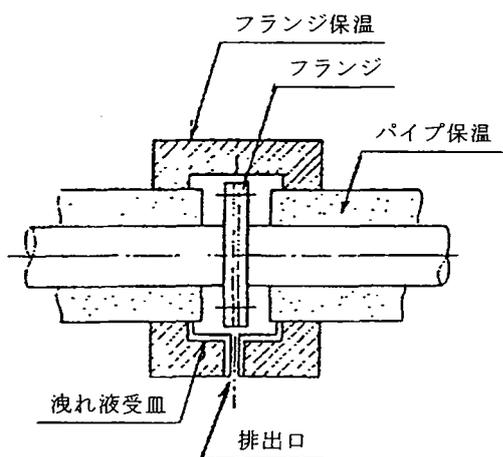


図 3-21 排出口及び漏洩液受皿を設けた
フランジの保温施工例

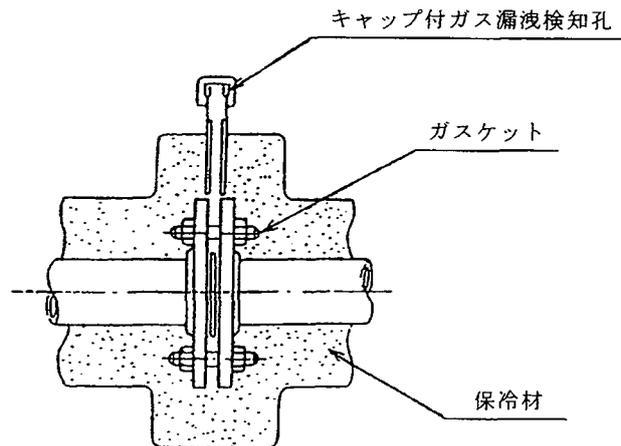


図 3-22 ガス漏洩検知孔を設けた
フランジの保冷施工例

3.3.5 保守管理上の配慮

保温保冷工事施工後における高圧ガス製造設備等の定期検査等の保守管理を考慮し、保温保冷施工面の適当な箇所に点検窓を設けることを推奨する。この場合、点検窓の取付けは足場の確保ができる位置とし、ビス等で取付けを行い、取外し可能な構造とすること。次にその施工例を示す。

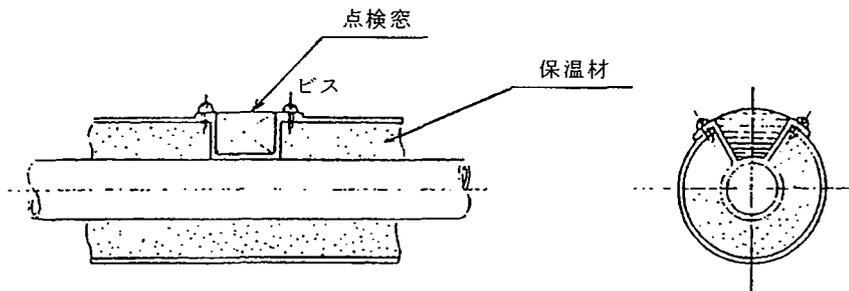


図 3-23 点検窓の取付け例（配管の場合）

3.3.6 超低温機器類の保冷施工に対する配慮

- (1) 超低温機器類の保冷施工に当たっては、3.2.1 (7) に掲げる真空断熱保冷法を用いること。ただし、この施工法を実施しにくい形状のものにあつては、図 3-11 に示すような構造とし、被施工面の寸法を十分に確認した上で、保冷材の寸法を正確に製作するとともに低温用継目材等を塗布して気密な構造とすること。

- (2) 超低温機器類の保冷施工に当たっては、保冷材の熱収縮による影響を考慮し、3.3.2に掲げるところに従い、設計を行うこと。
- (3) 保冷材の選定に当たっては、透湿係数が0に近く、酸素中又は空气中で不燃性又は難燃性を有する材料を選定すること。
- (4) 保冷施工に当たっては保冷する機器類に接触する空気が液化し、又は濃厚な酸素雰囲気を生じることのないように、実績のある施工法又は確認実験を行った施工法を採用すること。
- (5) 超低温機器類を収納したボックス式保冷槽等で空気が液化するような低温部を生じることが予想される場合は、真空式外槽とすることが望ましい。常圧式外槽とする場合には、窒素ガス等の吹込みを行って空気の液化を防止するとともに不燃性の保冷材を使用すること。

3.3.7 保温保冷工事中及び施工後における保温材等の火災防止対策

- (1) 保温保冷工事中における保温材等の火災防止対策は、次による。
 - (a) 保温保冷工事に当たっては、火気の取扱いに十分注意し、保温材、保冷材等はその都度所定の場所に集積し施工を実施すること。
 - (b) 溶接、溶断作業を行う場合は、保温材の上を薄鋼板や断熱ガラスクロス等の不燃性材料で覆い、作業を実施すること。また、他の1人が消火器をもって見守ることが必要である。(解説3.4参照)
 - (c) 補修工事等の時に取りはずした保温材等は、不用意に放置することなく、その都度所定の場所に集め保管すること。また、工事後はこれら取り外した保温材等は産業廃棄物として適切な処分を行うこと。
 - (d) 有機質保冷材等の切屑は、容易に着火するおそれがあるので、速やかに取りまとめて処分すること。
- (2) 工事施工における保温材等の火災防止対策を、次に示す。
 - (a) 火災の危険性のある場所に有機質保温材等を使用して保温保冷施工を行う場合は、3.3.1(2)に示した措置を講ずること。
 - (b) 有機質保温材等を使用して保温保冷施工を行う場合は、保温材等に火災が発生しても保温材全面に火災が拡大しないよう自己消火性の材料を使用するか、適切な箇所に不燃性材料を使用し、火災防止帯を設ける構造とすることが望ましい。次に、その施工例を示す。

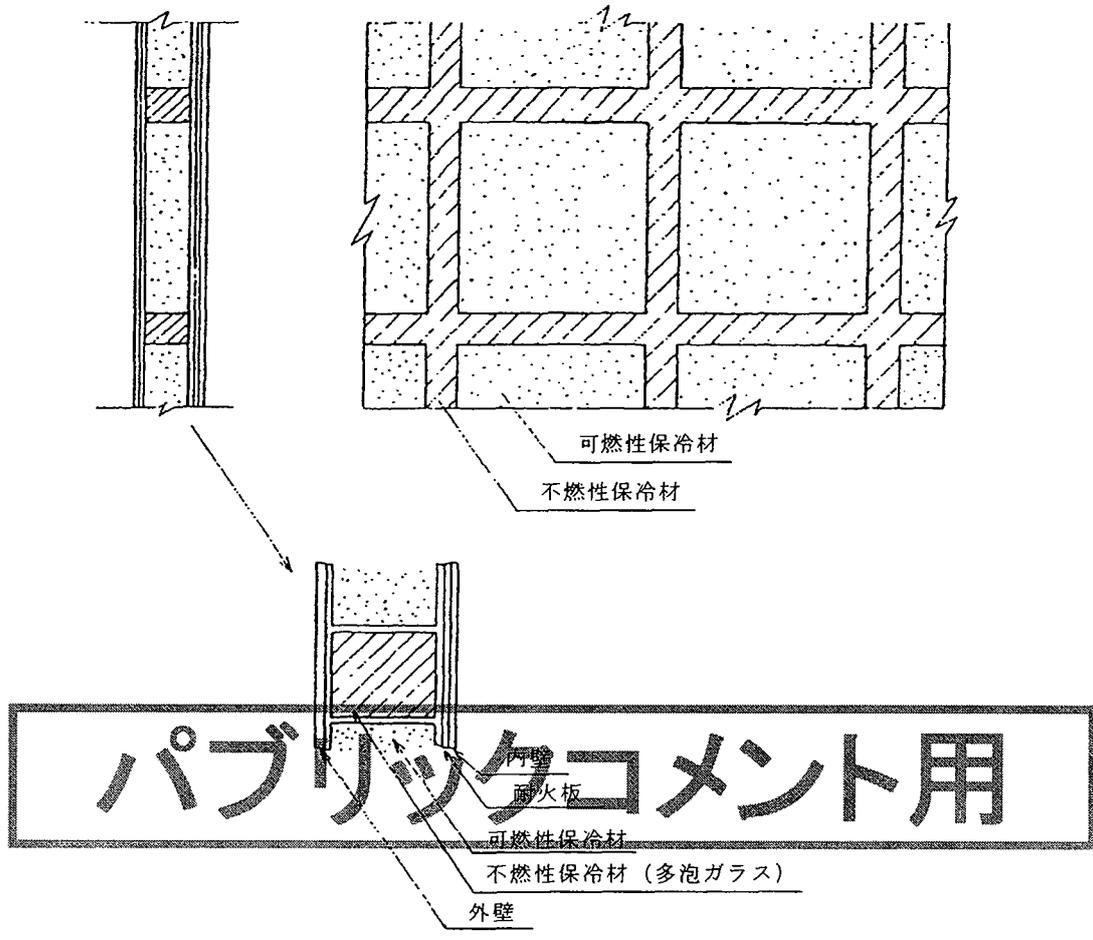


図 3 - 24 火災防止帯を設けた保冷施工例

3.3.8 静電気に対する配慮

断熱材は、その材質によって電気の固有抵抗に差があるが、多くの断熱材は電気に対し十分な絶縁体としてはたらく。一般にゴム、プラスチック、ガラスなどの電気の伝導度は相対湿度と密接な関係にあり、相対湿度が60～70%以上になると表面に薄い水分の吸着層が形成され、静電気の帯電を防止するのに十分な表面電導性を与えるようになる。しかし、保温用に用いられている断熱材は、被保温体からの熱伝導により常に雰囲気温度に比較して表面温度が高くなっている。そのため、周囲の相対湿度が高くとも、断熱材表面には水分の吸着層が形成されず、常に高い絶縁性を示している。

被保温体である配管などの内部を流れる流体が、石油、その他の電気の不良導体である場合、静電気が発生し、被保温体が断熱材で電氣的に絶縁されているときは、静電気を蓄積する。また被保温体が接地してあっても、保温用の外被あるいはバンドなどの金属が接地されていないと附近に静電気の発生源（スチーム、ガス、空気の噴出など）があれば容易に静電気を蓄積する。このようにして静電気を帯電した金属は、接地金属に対し放電するので、可燃性ガスまたは粉塵への着火源となる危険性がある。したがって、施工に際しては、被保温体や金属性外被は電氣的な接地をとるなどして、静電気の蓄積を防止する処置をとることが望ましい。

パブリックコメント用

4. 検 査

4.1 高圧ガス製造設備等の保温保冷工事検査要領

高圧ガス製造設備等の保温保冷工事は、少なくとも次に掲げる検査及び試験を行い、これら検査等に合格するものでなければならない。

- (1) 材料確認：保温保冷工事に着手する前に、その工事に使用する保温材等が2材料に掲げる諸事項に適合するかどうかの確認を行い、これに合格すること。
- (2) 保温材又は保冷材の施工厚さの確認：保温保冷工事に使用する保温材等の施工厚さは、JIS A 9501-2001 保温保冷工事施工標準を準用する。
- (3) 放散熱量の測定試験：保温材等の放散熱量の測定は、熱量計を使用して行い、JIS A 9501-2001に規定する値又は算式により求めた値の20%増以内であること。ただし、保冷施工の場合は除く。
- (4) 施工実施後の仕上げ状態の目視確認：保温保冷工事施工後の表面はなめらかであり、かつ、使用上支障のある腐食、亀裂、隙間等がないものを合格とする。

4.2 その他保温保冷工事の検査上の配慮

4.1に掲げるもののほか、次に掲げる事項について検査を行い、これに合格するかどうかの確認を行っておくこと。

- (1) マスチック類を使用した場合におけるマスチックの施工厚さの確認
- (2) 保温保冷施工を実施した部分と実施しない部分との区切部の防水状態の確認
- (3) 保温材等を通して、金物等が貫通している部分の防水状態。
- (4) 保温保冷施工を実施した高圧ガス製造設備等の使用状態における振動及び断熱効果の測定
- (5) 施工後における清掃処理及び残材処理の状態

5. 保 守 管 理

5.1 日常点検

- (1) 工場パトロール等の外観検査は、バルブやフランジ等の継手部分には特に注意を払い、外装材等の剥離、脱着状態の点検を行うこと。
- (2) 必要に応じて保冷箱、フランジ部等のガス検知孔からのガス漏洩の点検を行うこと。

5.2 定期点検

- (1) 保温保冷施工場所の定期検査に当たっては、保温材等の損傷、変色、脱落、膨張しろ、目地切れ等の点検を行うこと。
- (2) 必要に応じて機器類に取り付けた保温材等の一部を切欠きし、その設備の被施工面の腐食状態の点検を行うこと。
- (3) 台風等の強風を受けた時は、速やかに外観検査を行い、外装材等の剥離、脱着等の点検を行うこと。

5.3 補 修

- (1) 5.1 (1) 及び5.2 (1)、(3) の点検により損傷等が認められたときは、速やかに補修を行うこと。
- (2) 5.1 (2) 及び5.2 (2) の点検により異常が認められたときは、計画的に補修時期を設定し、補修を行うこと。
- (3) 補修工事に対する安全性の配慮を、次に示す。
 - (a) 部分補修に当たっては、補修後の処置方法を十分に考慮して保温材等を取りはずさなければならない。
 - (b) 保冷工事の補修は対象物が乾燥していることが必要であり、その設備の運転休止を行うことなく部分補修を実施する場合には、あらかじめ保冷材を用意しておき、施工部分を変性アルコール等でふき、すばやく保冷材を取りつける等の措置を講じて防湿及び防水対策を行うこと。
 - (c) 粉末充填材を使用した低温貯槽であって窒素ガス等でシールを行っているものは、その補修に際しては、十分な空気置換を行い酸欠防止のための措置を講ずること。

パブリックコメント用

解 説

パブリックコメント用

解 説

1 総 則

1.1 適用範囲

この自主基準は、高圧ガス製造設備、貯蔵設備、充てん設備などについて規定するものであって、居住区域及び船舶・鉄道車両関係の暖冷房装置についてはここではふれていない。

保温・保冷材の機能特性並びに施工に関しては、JIS A 9501, JIS A 9504, JIS A 9510 及び JIS A 9511 によって規定されているが、この基準ではこれらの規格に除外されていた災害防止上必要となる措置及びそれに付随する諸事項に重点を置いて述べている。

JIS A 9501 は、温度範囲を $-180\sim 1,000^{\circ}\text{C}$ に限定しているが、この基準では災害発生の条件に鑑み、超低温約 -270°C から $1,260^{\circ}\text{C}$ までに拡大し、また同規格に挙げられていない数種の保温材等を含めることとした。

保温用断熱材及び保冷用断熱材は、以下保温材及び保冷材と略称し、共通する場合を保温材等とする。

2 材 料

パブリックコメント用

保温保冷工事に使用する各種材料の使用制限は、この基準では JIS で定められている材料を用いることを建前とし、JIS で規定された材料を中心に記述したが、現在では新時代のニーズに応じて、これら JIS に規定される各種材料の諸特性を十分に満足する化学製品材料が数多く開発されてきている。

この化学製品材料は、JIS 規格品と比較して化学的性質及び機械的性質等が同等以上のものも多くあり、これら材料の使用を妨げないためにもこの基準では保温保冷工事に使用する各種材料の使用制限は、推奨規定とした。

2.1 保温材の防水対策の重要性

保温材は、この基準の別表 2-2 に示すようにそのほとんどが吸水性を有するものであり、外装施工に当っては本基準 3.3.1(5)(a)に示すような対策を講ずる必要がある。

保温材の熱伝導率は、水分を吸収することにより、完全乾燥時熱伝導率 $0.035\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 程度のものが 1%の吸水をして 25%位増加し、 $0.058\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ のものが 15%位増加する。場合によっては、数%の吸収により熱伝導率は 2 倍に増加することもある。

耐吸水性は、繊維状、粒状のものほど悪くなる傾向があるので注意を要す。

2.2 保温材の劣化及び変質

- (1) ロックウール、耐火モルタル等は酸に弱く、又、綿や耐火断熱れんがなどは強熱減量や再加熱収縮の現象がある。なお、グラスウールのように長期使用によって風化現象を生じるものもあるので定期検査時には保温材の劣化及び変質等の調査をしてお

くことが肝要である。

- (2) セラミックファイバーは繊維化の際の急激な冷却作用によって過冷却されて非晶質（ガラス質）となっているが、過熱されることにより結晶化し、結晶化の進行とともに繊維の柔軟性は失われていく。

このように、施工後、時間の経過とともに製品（ブランケット）としては柔軟性のない状態になっていくが、すでに、炉壁に施工された状態ではファイバーは相互に融着し、固定化されて使用されていくことになる。しかし、高温に連続してさらされていると、低温での使用時よりも繊維の柔軟性を失うスピードが速くなると考えられるため、定期検査等の機会をとらえて繊維の柔軟性について確認し、その消失による影響を考慮して修繕計画を立てる必要がある。

（1260℃グレードのファイバーではクリストバライトの析出は 1100℃では 3000 時間、1200℃では 300 時間でおこるとのデータがあるが、製品としてこの時間が寿命であるということではない。＊）

なお、長期間連続使用する場合には 1100℃以下とするべきとの考え方があるが、耐火材として使用した際の使用温度を考える場合、長期間（又は短期間）をどのように考えるかについての定説がないことから、JIS R 3311-1991 に規定されている常用最高使用温度（1260℃）を使用温度範囲の上限とした。

※ セラミックファイバと断熱施工（省エネルギー技術実践シリーズ）（昭和 60 年 2 月）（財）省エネルギーセンター発行

2.3 保温材等の影響によるオーステナイト系ステンレス鋼の応力腐食割れ

塩素イオンを含む保温材は、使用中に外被を通じて浸潤した雨水との作用によって全面的孔食又は応力腐食割れなどの形でオーステナイト系ステンレス鋼に影響を及ぼすとされている。

応力腐食割れの原因については、多数の理論が提出されているが、ASTM-C-795-92 にこれら応力腐食割れの原因を作らないとされる塩化物の許容範囲として、保温材の可溶性けい酸塩分と可溶性塩化物との許容範囲等が示されているので参照されたい。

また、大気中に塩化物が含まれる場合には保温材中に含まれる塩素イオンに関係なく応力腐食割れの原因を作ることがあるので、外装施工に当っては、外気とのしゃ断を十分に行う必要がある。

なお、硬質ウレタンフォームと金属腐食との関係については、硬質ポリウレタンフォーム施工及び防食法の指針（昭和 53 年 12 月）、日本ウレタン工業会防食小委員会編及び同解説を参照されたい。

2.4 潤滑油等が保温材に及ぼす影響

高温配管等の保温材の上に潤滑油や他の可燃性液体をもらしたり、こぼしたりした結果、火災の発生することは広く化学工業や関連産業で経験している。このような火災は主として、けい酸カルシウム保温材のような多孔質物保温材でおこる。

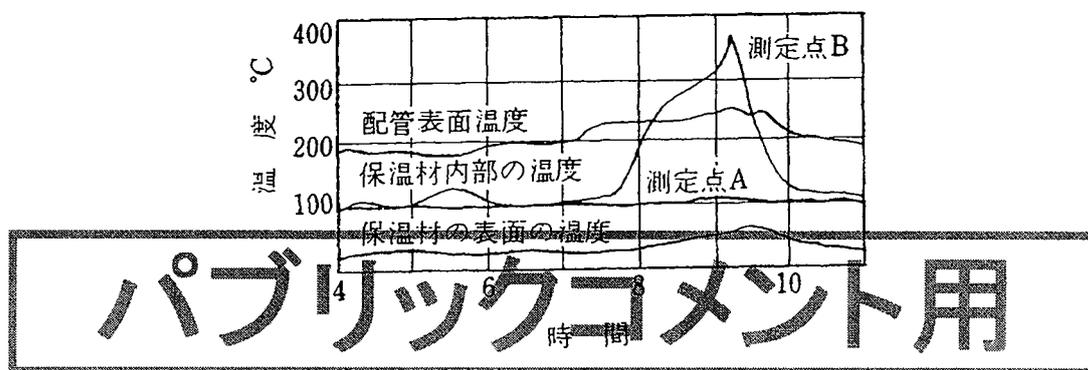
火災を生ずる保温材温度は、発火物が鉱物油の場合 200℃～300℃、高級アルコールなどの可燃性液体で 100℃～150℃である。いずれも大気中の発火温度測定値よりかな

り低い温度で火災が発生することと、可燃物が保温材にしみこんでから数時間を経過して発火するという2つの特徴がある。

この発火の機構は次のように考えられている。油などがまず保温材にしみこむと、その多孔質のために非常に表面積の大きい状態で保温材中に存在するようになる。そして保温材の含有している空気（保温材容量の80~90%を占める）により酸化反応を開始する。酸化反応により発生した反応熱は保温材の熱伝導率が小さいために蓄積されて局部的に油の温度を上昇させる。油の温度が上昇すると、さらに酸化が促進され遂には油の発火温度に達して発火するに至る。このことは実験によっても明らかにされている。

解図 2-1 は 200℃の配管に被覆したけい酸カルシウム断熱材に潤滑油を附着させたときの、パイプ表面、保温材内部および保温材外部の温度測定結果を示している。

保温材内部の温度は一部分で油を加えてから約 8 時間後に温度上昇を開始し、9 時間後には 400℃附近まで上昇して局部的な温度上昇のあることを示している。



解図 2-1 潤滑油の付着した保温材の温度変化

{ P.C.Bowes, B.Langford "Spontaneous Ignition of Oil-soaked Lagging" より }

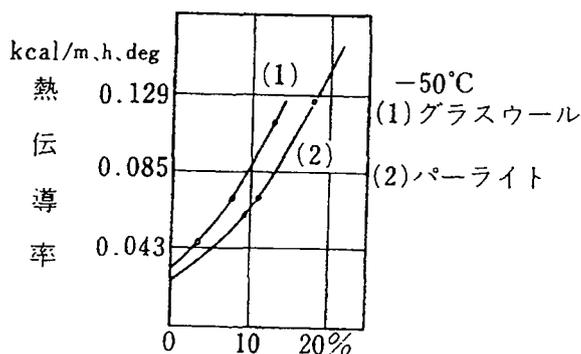
1963 年米国機械学会 Petroleum Mechanical Engineering Conference で保温材に炭化水素がしみ込んだ場合の発火現象を 2 件の実験により確かめた内容が発表されている。この発表では、次の結論が出ている。

- (1) 油がしみ込んだ保温材の自然発火は、保温材の種類よりも炭化水素の種類、空気との接触度、熱のこもり具合等により影響さる。実験には、パラフィン・ワックス、シリンドー油（潤滑油）及びアスファルトが使用されたが、パラフィン・ワックスが最も発火しやすく、シリンドー油（潤滑油）は発火し難く、アスファルトは更に発火し難かった。
- (2) 保温材を透水性の低いセメントで覆った場合には、発火しやすくなる。

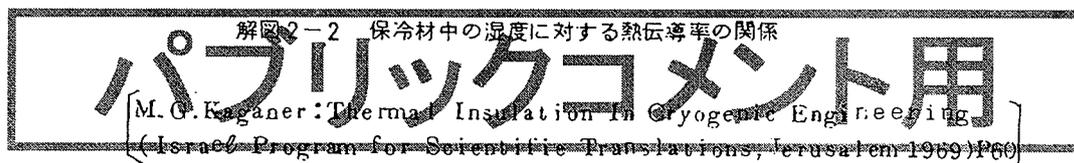
2.5 保冷材の防湿措置の重要性

吸湿性の小さいことは、保温材・保冷材ともに重要な条件である。特に保冷層内は湿潤又は結氷状態になりやすく、又、保冷材は吸湿することにより熱伝導率の増加をきたすものであるから、保冷施工に当たっては外装施工に十分に注意するとともに本基準別表 2-7 に示すような防湿材を使用して防湿対策を講ずる必要がある。

解図 2-2 に保冷材中の湿度に対する熱伝導率の増加例を示す。また防水・防湿措置を考慮した外装施工並びに防湿材の取扱い上及び施工上の注意は本基準 2.4.2 及び 3.3.1 に示す。



解図 2-2 保冷材中の湿度に対する熱伝導率の関係



2.6 保冷材の火気に対する安全性の配慮

- (1) ロックウールは鉱物繊維質が主体で不燃性であるが、この繊維の細粉化を防ぎ、充てん時の生理的障害の除去と保冷層定着の目的で鉱物油が添加されてある。ロックウール中に 1.5% (重量%以下同じ) 以上を含有する場合、酸素の接触により燃焼、ときには爆発の危険性も含むゆえ空気分離装置もしくは酸素と接触する恐れある場所に使用するロックウール中に 0.3%以上の鉱物油を添加してはならない。
- (2) 樹脂処理を施したグラスファイバーフェルト、ロックウール保温材等において、有機質の含有量 0.5%以上のものは酸素の接触により燃焼もしくは爆発を起こす危険性があるので、保冷材に使用してはならない。
- (3) 粉末充てん真空保冷法の効果をあげるためにパーライトやシリカエアロゲルにアルミニウムの微粉体を混合した保冷材において着火源があればアルミニウム 10%以上のものは酸素雰囲気中で、20%以上のものは液化酸素に浸潤した時に燃焼を始め、25%以上になると爆発をおこす危険性がある。この種の保冷材を液化酸素容器に使用してはならない。

解表 2-1 にパーライトとアルミニウム粉末の混合爆発実験例を示す。

解表 2-1 パーライト+Al 粉末混合物発火試験

混 合 物 (重量%)	燃 焼	備 考
10%アルミニウム(b)90%パーライト(a)	否	電気入力を増加させることにより ヒーターワイヤ焼損
15% " 85% "	"	"
20% " 80% "	"	"
25% " 75% "	若 干	"
30% " 70% "	完全燃焼	
35% " 65% "	"	
40% " 60% "	"	

(a) パーライトは30メッシュ以下

(b) Baker U.S.P アルミニウム粉末

{ R.W.Arnett et al : WADC Technical Report 59-62 118, Aug
(1961) }

2.7 保冷材の化学的抵抗性に対する安全性の配慮

耐酸性、耐アルカリ性又は耐溶剤性を考慮した各種保冷材の選定基準を本基準別表 2-4 に示したが、各種薬剤が保冷材に及ぼす影響について解表 2-2 にその一例を示す。

パブリックコメント用

解表 2-2 保冷材に対する各種薬剤の影響

保 温 薬 剤	硬質ウレタン フ ォ ー ム		フ ォ ー ム ポ リ ス テ ィ ン		ポ リ エ テ ィ ン フ ォ ー ム		エ ポ キ シ フ ォ ー ム		フェノール フ ォ ー ム	
	25℃	50℃	25℃	50℃	25℃	50℃	25℃	50℃	25℃	50℃
	モーターオイル	E	E	G	F	G	F	-	-	-
普通ガソリン	G	-	N	N	N	N	-	-	-	-
松根油、テレピン油	E	-	N	N	N	N	-	-	-	-
灯 油	G	G	P	N	N	N	G	-	-	-
リンスオイル	G	G	G	G	E	G	-	-	-	-
ベンジン	E	-	N	N	N	N	G	-	-	-
トルエン	E	-	N	N	P	N	F	-	-	-
メチレンクロライド	F	-	N	N	E	-	-	-	-	-
エチルアルコール	G	G	F	N	G	N	G	-	F	-
メチルアルコール	G	G	F	P	E	E	-	-	F	-
四塩化炭素	E	E	N	N	N	N	-	-	-	-
メチルエチルケトン	P	-	N	N	G	F	E	-	F	-
アセトン	P	-	N	N	G	G	E・P	-	-	-
過塩化エチレン	E	E	N	N	-	-	-	-	-	-
水	E	G	E	G	E	E	G	G	G	G
塩水 (飽和)	G	G	G	F	E	E	-	-	-	-
硫酸 (濃縮)	N	N	N	N	E	E	F	-	N	-
" (10%)	G	G	E	G	E	E	-	-	G	-
硝酸 (濃縮)	N	N	P	N	G	N	-	-	N	-
塩酸 (")	N	N	F	F	E	E	-	-	G	-
" (10%)	G	G	E	E	E	E	-	-	E	-
水酸化アンモニウム (10%)	G	G	E	F	E	G	-	-	F	-
苛性ソーダ (濃縮)	E	E	G	G	-	-	-	-	N	-
" (10%)	E	G	G	G	E	E	F	-	P	-

- E : 優 フォームはテスト中いろいろな方法によっても侵されない。
- G : 良 ほんの僅か、曇り、失色などがおこる。(耐用年数 数ヶ月~数年)
- F : 可 フォーム上に幾分かの影響がある。軽いエッチング、いくらかの失色及び容器寸法、重量変化の可能性がある。(耐用年数 数週間~数ヶ月)
- P : 不良 フォームの変形あり。(耐用年数 数日)
- N : 不可 数時間内に軟化し数日間に使用不可。

米国文献 MATERIALS IN DESIGN ENGINEERING N236

1966年5月による。

2.8 硬質ウレタンフォームを使用して保温保冷施工を行う場合の防食下地処理

硬質ウレタンフォームを使用して保温保冷施工を行う場合は、JIS A 9501-2001 又は日本ウレタン工業会防食小委員会編「硬質ポリウレタンフォーム施工及び防食法の指針」及び同解説編を参照されたい。

なお、前記指針に示される防食下地処理の要点を次に示す。

[防食下地処理法]

- (1) 溶接部及び発錆部を表面状態が SIS-ST3 となるように仕上処理する。
- (2) ショッププライマーとして、無機系又は有機系ジンクリッチプライマーを 15 μ 以上塗布した鋼板で製作した場合は、エポキシ樹脂塗料又はポリウレタン樹脂塗料を 1 回 80 μ 以上で 2 回以上塗布する。
- (3) 炭素鋼板で製作したもの又は既設鋼構造物の場合は、タールエポキシ樹脂塗料又はタールウレタン樹脂塗料を塗布して塗装厚さは 1 回 80 μ 以上で 3 回以上塗布する。

以上の措置を講じた後、硬質ウレタンフォーム保温材を施工して更に保護コーティングを施すが、特に防水・防湿に注意して施工すること。

2.9 保温材下の外面腐食について

昭和 50 年代より機器の保温下の外面腐食が、問題視され始めた。保温下の外面腐食は、機器の運転温度が常温から 150℃までの間で発生しやすいと言われている。外面腐食を防ぐ方法としては、次の 3 点が考えられている。

- (1) 水の侵入を可能な限り防ぐ保温外装材の設計と施工
- (2) 機器外面への防食塗装の適用
- (3) 腐食物質の少ない保温材の選択

特に (1) 及び (2) について、様々な対策がされてきた。

また、保温材上からの外面腐食を探知する検査方法も開発されつつある。

米国の NACE (National Association of Corrosion Engineers) では、次の指針を発行している。

NACE Standard RP0198, Standard Recommended Practice The Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials — A System Approach

NACE Standard RP0198 - 2004 では、次について保温下の外面腐食対策指針が記述されている。

- (i) 機器に直接取付ける雨避け及び保温外装材の取付け方法
- (ii) 運転温度領域毎の防食塗装
- (iii) 保温材及びシール材
- (iv) 外面腐食の検査方法

次に当指針に記載されている外面腐食要因の概要を紹介する。詳細は上記の項目と合わせて指針本文を参照されたい。

- (a) 1950年代までは、保温下の外面腐食について文献等で報じられることはほとんどなかった。1980代以降、石油精製工場、ガス・プラント及び化学プラントにお

ける保温下の外面腐食について文献やシンポジウムでの発表が見られるようになった。

(b) 腐食のメカニズム

腐食のメカニズムには下記の3点がある。

(i) 水

保温下に存在する水として保温材外部からの侵入と保温材下での凝縮がある。

(ii) 汚染物質

腐食を起こさせるものとして、冷却塔からの漂流物、酸性雨、大気汚染物等の保温材外部からの汚染物質と保温材に含まれる腐食性物質がある。

(iii) 温度

保温が施されない機器では、約 80℃を超える領域では、炭素鋼の腐食速度は減少し始める。しかし、保温下のような閉ざされた箇所では、腐食速度が温度上昇に伴い大きくなる。機器の検査の結果から、-4℃から 150℃の間で運転される炭素鋼の機器では保温下の外面腐食からの大きなリスクが存在する。常時 -4℃未満で運転される機器には腐食は起きない。また、150℃を超える温度で運転される機器では、機器表面が乾燥するだけ十分温められているため腐食量は減少する。ただし、150℃を超える温度で運転される機器でも

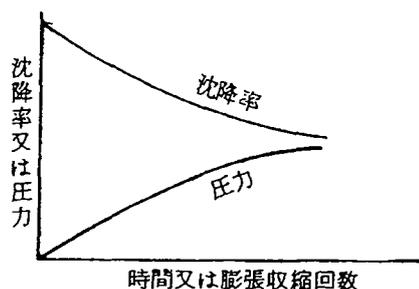
運転温度の変動や運転停止により、-4℃から 150℃の温度領域になるものは、外面腐食の可能性を有する

パブリックコメント用

2.10 二重殻式平底低温貯槽内の粒状パーライトの影響について

粒状パーライトは、通常運転時、液の出し入れに伴う液面の液化により又は内槽が冷却加温を繰り返され、膨張収縮が繰り返されると粒子は解図 2-3 のごとく膨張収縮回数に応じて沈下し、内槽と外槽間に圧力を発生するに至る。内外側壁がこの圧力に耐えなければ座屈することになるので、沈降現象を防止させる対策を講ずることは重要なことである。

粒状パーライトは、内槽がクールダウンによる収縮及び液の出入れによる膨張収縮が繰り返されると若干沈下を生じる。内槽の収縮膨張は弾力性のあるブランケットを取りつけることによって、ブランケットで吸収させ、内槽への外圧を緩和することが可能となる。従って貯槽の大きさ、貯槽の収縮量の大きさによってブランケットの厚さを決定することが必要である。



解図 2-3 沈下と圧力上昇の関係

貯槽の保冷層のメンテナンスについては、貯槽のクールダウン後の適当な時期にパーライトの充てん状況を調査し、必要に応じて、パーライトの追加充てんを考慮するものとする。

2.11 外装材と保温材等の適合性

外装材と保温材等の適合性は、本基準別表 2-6 に示すところであるが、次に示すような組合せによる保温保冷施工は避けなければならない。

- (1) 外装材と保温材が反応を起こす恐れのある組合せ：例えば、アルミニウム板は、保温材中の可溶性アルカリにより侵されることがあり、ポリスチレンフォーム保温材は石油系溶剤を使用した接着剤又は外装材にはおかせられやすい。
- (2) 外装材金属板を腐食する恐れがある組合せ：例えば、可溶性塩化物を含んだ保温材は、オーステナイト系ステンレス鋼に対して全面的孔食等の原因となることがある。

2.12 有機質の燃焼性試験方法等の基準

有機質の燃焼性を評価する基準としては、火災抵抗性、可燃性、不燃性、火災遅延性、自己消火性など、それぞれ特別な試験方法を規定しているが、現在、試験方法及び判定基準として採用されている主なものを、次に示す。

- (1) ポリスチレンフォーム保温材に適用：JIS A 9511-2003 発泡プラスチック保温材（燃焼性の測定方法A）
- (2) 硬質ウレタンフォーム保温材に適用：消防庁危険物規則課長通達 消防危第 57 号（昭和 51 年 9 月 25 日）屋外貯蔵タンクの保温材としてのウレタンフォームの難燃性の判定基準
- (3) フェノールフォーム保温材に適用：JIS A 9511-2003 発泡プラスチック保温材（燃焼性の測定方法C）
- (4) ASTM-D 1692-59 T “用語試験方法 ” ただし、現在廃止となっているが、判定基準は D 1692-59 T が使用されている。

以下、FSI 判定の試験基準として前記 (2) に掲げる事項を示す。

消防庁危険物規制課長通達 消防危第 57 号（昭和 51 年 9 月 25 日）屋外貯蔵タンクの保温材としてのウレタンフォームの難燃性の判定基準

難燃性を有するウレタンフォームは、1 に定める試験体について 2 に定める試験装置など及び 3 に定める試験方法により燃焼試験を行い、試験体であるウレタンフォームの燃焼時間が 120 秒以内で、かつ、燃焼の長さが 60 mm 以下であるものとする。

1. 試験体

- (1) 試験体の大きさは、縦 50 mm、横 150 mm、厚さ 13 mm（実際に使用するウレタンフォームの厚さが 13 mm 未満である場合は、当該実際に使用するウレタンフォームの厚さ）とする。
- (2) 試験体の数は、1 つのウレタンフォーム材について 5 個とする。

2. 試験装置など

試験装置は、ブンゼンバーナー（魚尾灯付き）、試験体定置用わく（以下「定置用わく」という。）及び定置用わくを固定するアスベスト台（以下「定置用わく台」という。）から構成するものとする。（第1図参照）

- (1) 定置用わくは、縦 75 mm、横 250 mm とし、(4) の魚尾灯の頂部から 13 mm 離すことができる高さのものとする。
- (2) 定置用わく台は、その上面をアルミニウムホイルで覆ったものとする。
- (3) 定置用わくの上には、直径 0.8 mm、目幅 6.5 mm 程度の金網（縦 75 mm、横 21.5 mm）とし、縦の端を 15 mm 直角に曲げたものを第1図のように置き、試験体を載せる台（以下「金網台」という。）とする。
- (4) ブンゼンバーナーには、幅 48 mm の魚尾灯を構える。
- (5) 試験装置は、ドラフト内に備える。

3. 試験方法

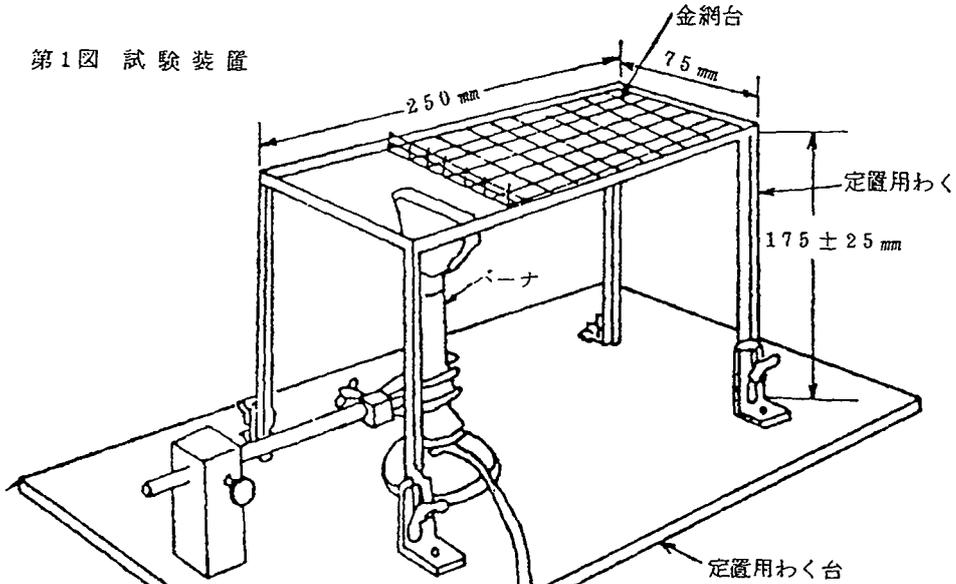
- (1) 試験体を第2図のように金網台の上に乗せる。
- (2) ブンゼンバーナーの燃料をプロパンガスとし、その炎を内炎 6.5 mm 程度、外炎 38 mm 程度として、第3図に示すように試験体に炎をあてる。
- (3) 試験体に(2)により 60 秒間炎をあてた後、ブンゼンバーナーは、試験体から遠ざける。この場合、ブンゼンバーナーは試験体から少なくとも 150 mm 以上離す。
- (4) (2) により試験体に炎をあててから試験体の火が消えるまでの時間（秒）と試験体の燃えた部分のうち燃焼長さが最も長い部分の長さ（mm）とを測定する。

- (5) 定置用わく台のアルミニウムホイル及び金網台は一回の試験を行うごとに新しいものに切り替える。また、魚尾灯の頂部も十分に清掃する。

4. 判定

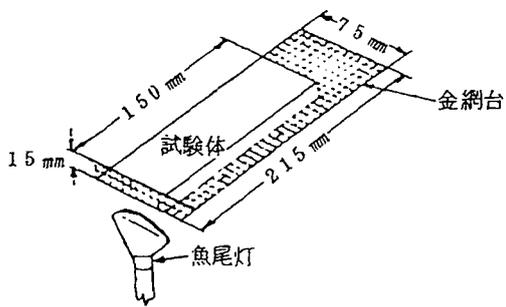
難燃性に有するウレタンフォームは、5 個の試験体について上記の試験を行い、そのいずれもが燃焼時間 120 秒以内で、かつ、燃焼長さが 60 mm 以下のものとする。

第1図 試験装置

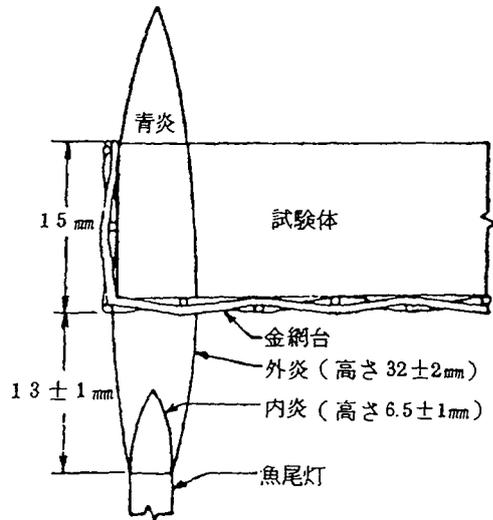


パブリックコメント用

第2図 試験体の置き方



第3図 炎の当て方

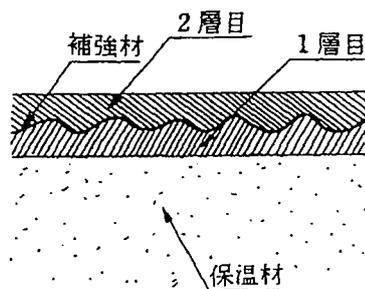


2.13 防湿材施工上の注意

防湿マスチックは、濡れた状態で5～6mmに塗るのが通常であり、その程度の厚さであると濡れた膜は天候状態が特に悪くない限り比較的早く乾く。膜が厚すぎると内部が乾燥せぬ内に表面だけが早く固まる恐れがあり、このため内部が乾くにつれて表皮にシワや割れを生じる原因となることがある。

従って、防湿マスチックの施工に当たっては、1回の施工厚さを約5mm以下に塗ることを原則とし、最少2層に分けて塗り、1層目のマスチックを塗布後、直ちに補強を貼りその上に2層目を塗ることが望ましい。

解図2-5に防湿マスチック施工例を示す。



解図 2-5 防湿マスチック施工例

3 設計及び施工

パブリックコメント用
この基準の中で示した高圧ガス製造設備等の保温保冷工事に対する設計及び施工は、JIS A 9501-2001に規定されているものはそれを取り入れることとした。しかし、前記JISは標準的工法を示すものであり、構造物の形状別施工法という形態では、あまり具体的にはふれていない。

そこで、この基準では、3.3に示すように高圧ガス製造設備等の保温保冷工事をできる限り施工形態又は機器類の構造形態別に取り上げ、これら保温保冷工事における災害防止上必要な措置並びに付随する諸事項について具体的な対策及び措置を示すこととした。また、できる限り図を挿入することにより、その施工方法を明確化するとともに設計時から保守管理に至るまでの保温保冷工事に対する安全性の配慮を保温保冷施工を実施する設備及びその保温材等各種材料に着目して列記した。

3.1 JIS A 9501-2001に規定される保温保冷工事施工法

JIS A 9501-2001に規定される保温保冷工事施工法は、次に示す。

「JIS A 9501-2001 保温保冷工事施工標準」抜すい。

6.3 保温工事の一般的施工要領

6.3.1 一般事項 一般事項は、次による。

- a) 被保温面は、ごみ・水・氷などの付着のないことを確認する。
- b) 保温材の保管、運搬及び施工中において、雨水などにぬれないように注意する。

c) 保温材止め及びサポートは、保温施工前に取り付けておく。

6.3.2 施工 施工は、次による。

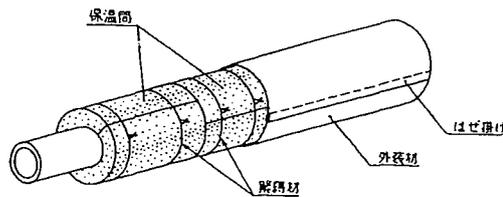
a) 配管の保温

1) 配管及び継手類の保温 筒状の保温材を用いて配管及び継手類の保温を施工する場合は、次による。

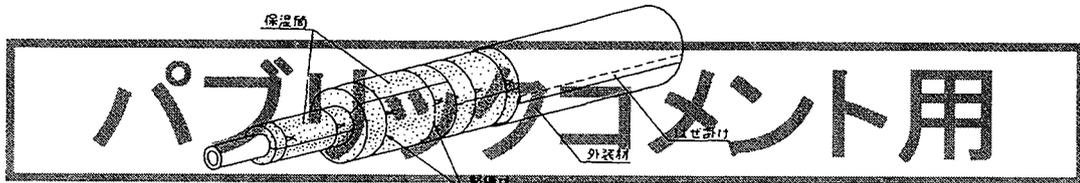
1.1) 配管に保温筒を密着させ、緊縛材で緊縛する。緊縛は、保温筒1本につき2か所以上とする(例1. 参照)。

1.2) 保温筒は、原則として厚さが75mm以下の場合には単層、75mmを超える場合は複層で取り付ける(例1. 及び例2. 参照)。

1.3) 複層の場合は、保温筒の1層目と2層目及びその上の層の円周方向並びに長さ方向の継ぎ目は、同一箇所にならないよう施工する(例2. 参照)。



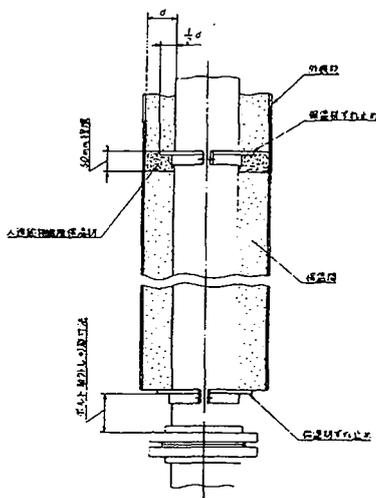
例1. 直管配管の保温(単層)



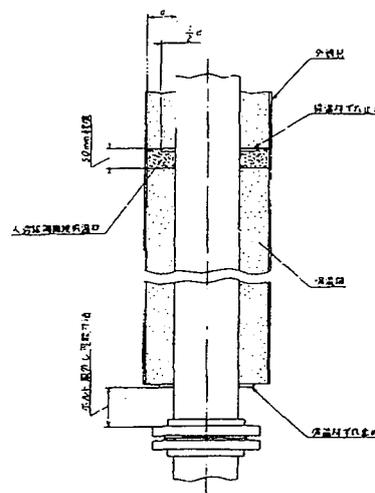
例2. 直管配管の保温(複層)

1.4) 垂直配管には、保温筒がずり落ちないように、適所に保温材ずれ止めを取り付ける。その下に伸縮部を設け、人造鉱物繊維保温材を圧縮して詰め込む[例3. a] 及びb] 参照]。

備考 保温材ずれ止めとは、配管と同質材料で製作された保温筒支持物をいう。



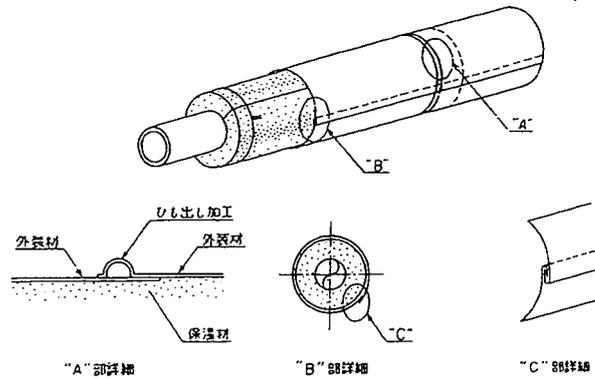
例3. a) 保温材ずれ止めが溶接できない場合の垂直配管の伸縮部の保温



例3. b) 保温材ずれ止めが溶接できる場合の垂直配管の伸縮部の保温

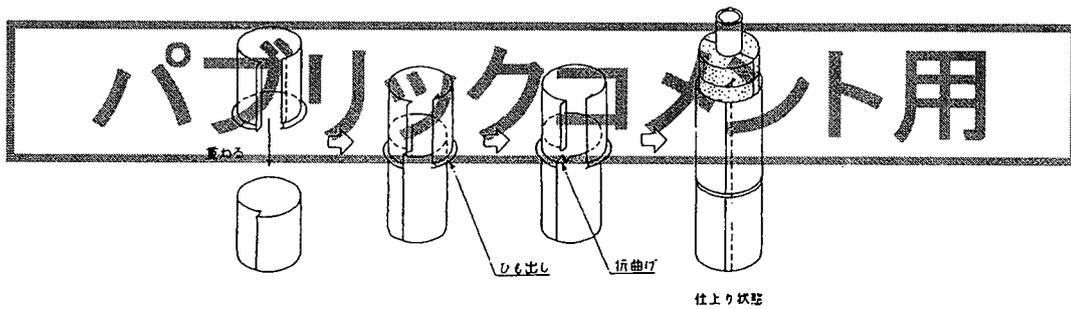
1.5) 金属外装材の継ぎ目は、長さ方向は“はぜ掛け”、タッピンねじ止め又はボタンパンチはぜとする。
 円周方向の重ね部は、ひも出し加工し重ね合わせとする(例4. 参照)。

備考 ひも出しとは、金属外装材の補強のために円周の重ね部に加工することをいう。

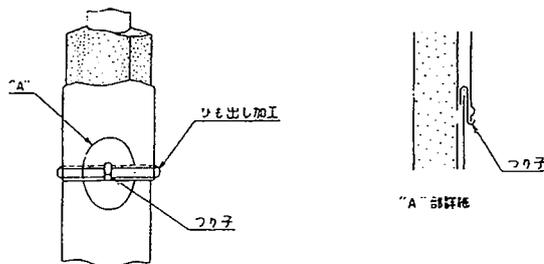


例4. 水平配管の外装

1.6) 垂直配管の場合は、円周方向の重ね部はすべて下向きとし、長さ方向に原則として 25~50mm 重ね合わせ、“ひも出し”加工するか、ひも出し加工して、つり子で引っ掛け、雨水が浸入しないように施工する(例5. 及び例6. 参照)。

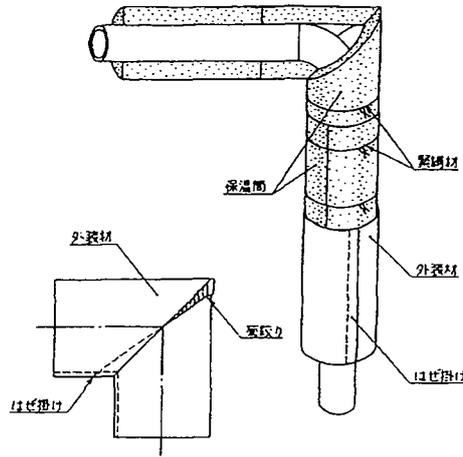


例5. 垂直配管の外装



例6. 垂直配管の外装

1.7) 比較的小口径のエルボ部はいわゆる“ひじ継ぎ”加工する(例7. 参照)。

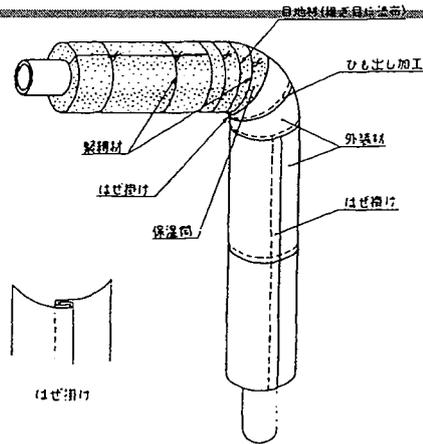


例7. エルボの保温(ひじ継ぎ加工)

1.8) エルボ部に保温材を取り付けるには、成形品のあるものは成形品を使用し、成形品のないものは保温筒をえび状に切断してすき間なく密着させ、鉄線で緊縛する(例8. 参照)。

1.9) エルボ部の外装は、円周方向にひも出し加工の“えび継ぎ”で加工し、長さ方向ははぜ掛けとする(例8. 参照)。

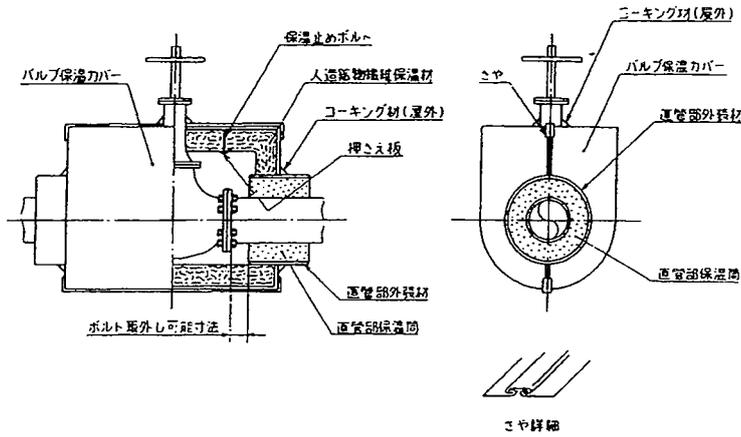
パブリックコメント用



例8. エルボの保温(えび継ぎ加工)

2) バルブの保温 バルブの保温を施工する場合は、次による。

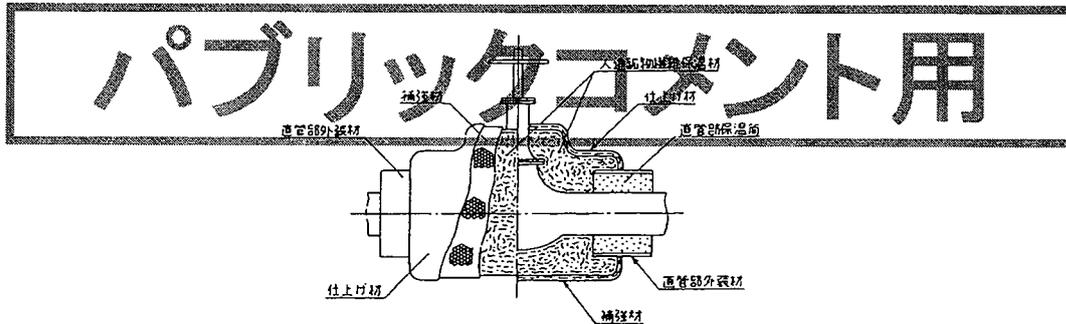
2.1) 取外し可能な形に加工した分割保温カバーを製作し、取り付ける (例9. 参照)。



例9. バルブの保温 (着脱式)

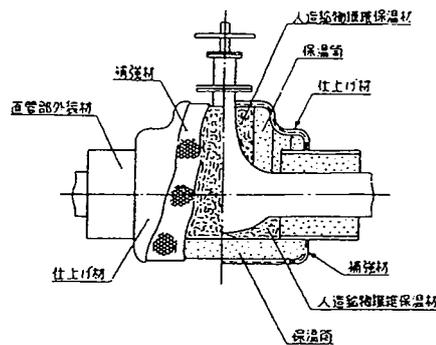
2.2) バルブの上に、直接、人造鉱物繊維保温材を取り付け、鉄線、きつ甲金網などの補強材で緊縛する。

水練り保温材などをこて塗りし、仕上げる [例10. a] 参照]。



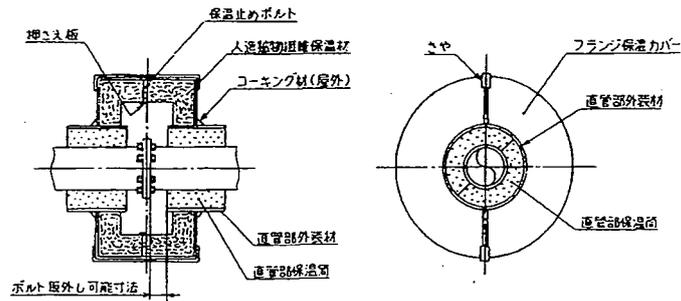
例10. a) バルブの保温 (着脱式)

2.3) 保温筒をバルブに合わせて切断、取り付け、空隙に人造鉱物繊維保温材を充填し、鉄線、きつ甲金網などの補強材で緊縛する。水練り保温材などをこて塗りし、仕上げる [例10. b] 参照]。



例10. b) バルブの保温 (切断加工)

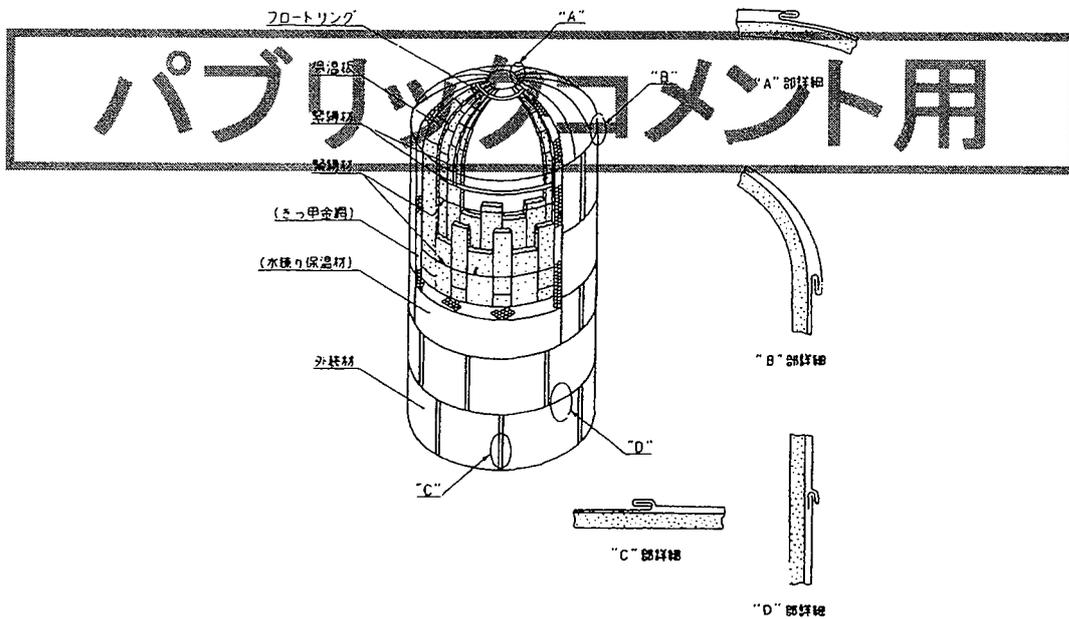
3) フランジの保温 フランジの保温を施工する場合は、取外し可能な形に加工した分割保温カバーを製作し、取り付ける (例 1 1. 参照)。



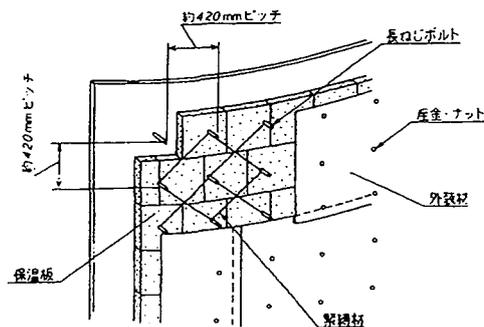
例 11. フランジの保温

b) 機器類の保温 機器類の保温を施工する場合は、次による。

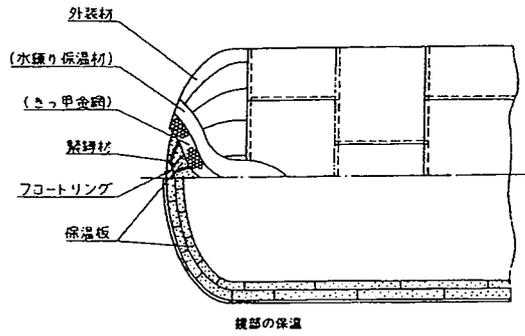
1) 被保温面に保温板を密着させ、鉄線又は鋼帯で確実に緊縛する。頂部及び鏡部は、保温板を曲面に合わせて切断し取り付け、フロートリングを設け放射状に鉄線又は鋼帯で緊縛する。保温板を取り付け後、きつ甲金網で補強し、水練り保温材などをこて塗りしてもよい。最後に外装材で仕上げる [例 1 2. の a), b) 及び例 1 3. 参照]。



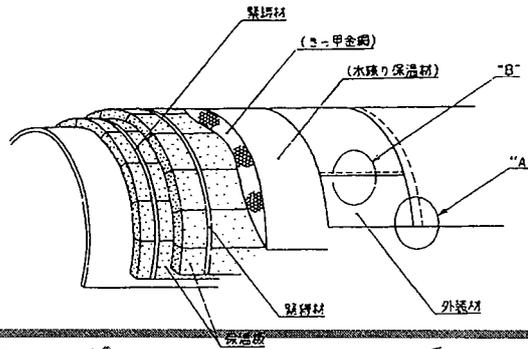
例 12. a) たて型機器の保温



例 12. b) たて型機器の保温 (ボルト使用の場合)



機体の保温



パブリックコメント用

"A"部詳細

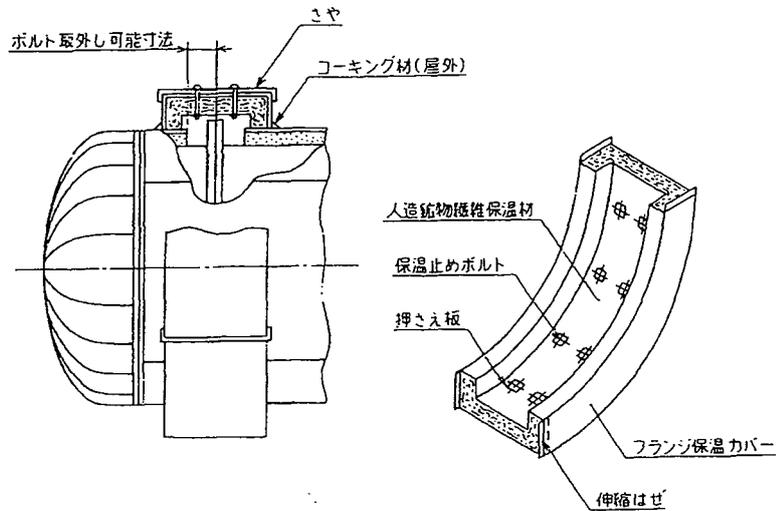
"B"部詳細

胴体部の保温

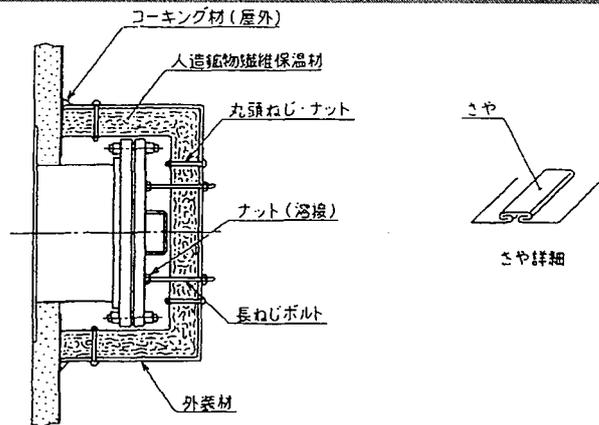
例 13. よこ型機器の保温

2) 被保温面に直接植込みしたボルトで、保温板及び外装材を取り付ける [例 12. b] 参照]。

3) マンホール及びフランジの部分は、取外し可能な形に加工した分割保温カバーを製作し、取付ける [例 14. 及び例 15. 参照]。



例 14. 機器フランジの保温 パブリックコメント用

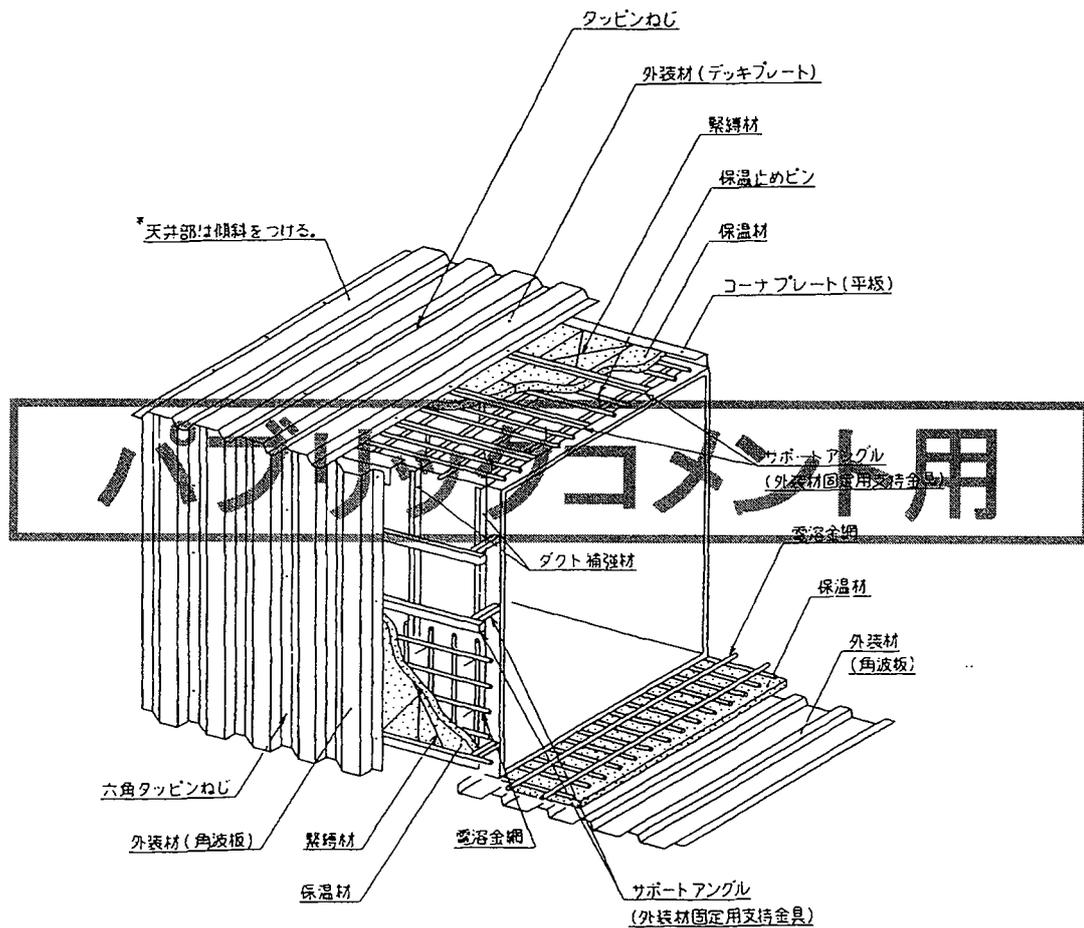


例 15. 機器マンホールの保温

c) 煙風道の保温 煙風道の保温を施工する場合は、次による。

- 1) 煙風道本体に保温材を取り付けるためのピン及び支持金具を溶接する。
- 2) 被保温面に保温材を取り付け、鉄線などで緊縛する。煙風道本体と保温材との間に、空気層を設けてもよい。
- 3) 屋外に設置する煙風道の天井部は、傾斜をつける（例16. 参照）。

参考 天井部の外装材はデッキプレート、側面及び下面の外装材は角波板にすることが多い。



例 16. 煙風道の保温

7.3 保冷工事の一般的施工要領

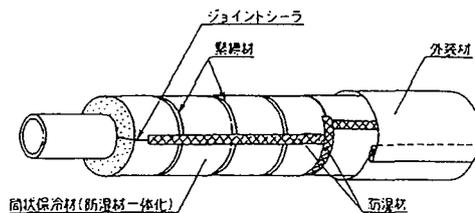
7.3.1 一般事項 一般事項は、次による。

- a) 被保冷面は、ごみ・水・氷などの付着のないことを確認する。
- b) 保冷材の保管、運搬及び施工中において、雨水などの水ぬれのないよう注意する。
- c) 保冷材止め用金具類、サポートなどは、保冷施工前に取り付けておく。

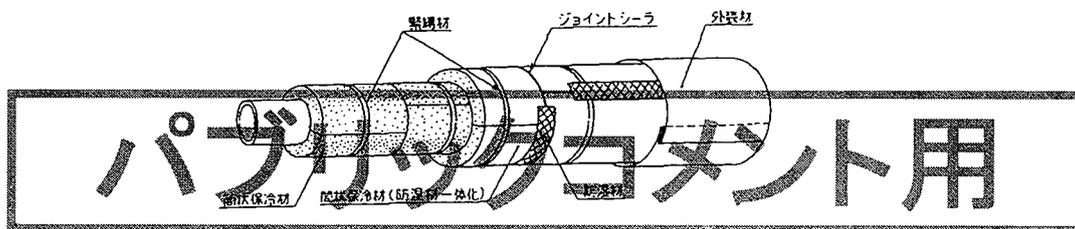
7.3.2 成形した保冷材を使用する場合の施工 成形した保冷材を使用する場合の施工は、次による。

a) 配管の保冷

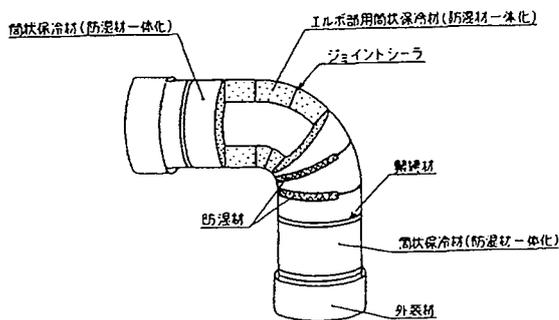
- 1) 配管及び継手類の保冷 配管及び継手類の保冷は、筒状の保冷材を用いて配管及び継手類の保冷を施工する場合は、次による【例17. a), b) 及びc】参照。



例 17. a) 筒状保冷材を用いる場合の配管の保冷 (単層)



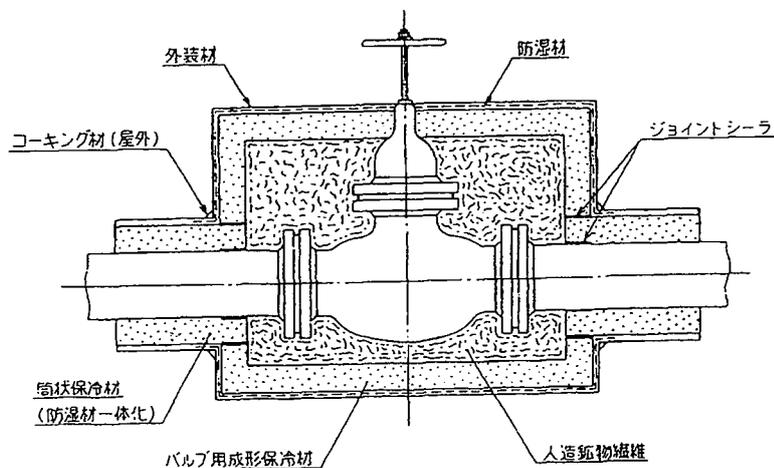
例 17. b) 筒状保冷材を用いる場合の配管の保冷 (複層)



例 17. c) 筒状保冷材を用いる場合の配管の保冷 (エルボ部)

- 1.1) 配管に筒状の保冷材を取り付け、鋼帯、鋼線又は粘着テープで緊縛する。ただし、保冷材に支障をきたさない接着剤を使用して、密着させてもよい。
- 1.2) 筒状の保冷材のすべての継ぎ目部には、ジョイントシーラをよく塗布し、空けきのできないようにする。
- 1.3) 低温側1層目の保冷材は、一般的に、約-50℃以下の低温になると収縮量が大きくなるので、この収縮を吸収する方法又は収縮負荷によるすき間を発生させない方法を講じる。

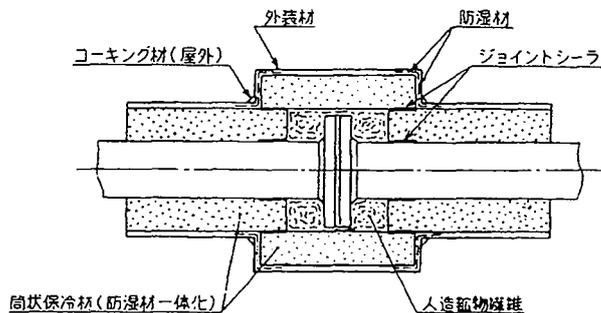
- 1.4) 管の収縮より収縮の小さい保冷材を使用する場合は、保冷材の破壊を防ぐために適切な間隔にクッション性のある保冷材を挿入するものとする。
- 1.5) 保冷材の外表面には、防湿材を施工し、必要に応じて外装を施す。
- 2) バルブの保冷 板状又は筒状の保冷材を用いてバルブ類の保冷を施工する場合は、例18. に示す要領によって施工する。



例18. バルブ用成形保冷材を用いる場合のバルブの保冷

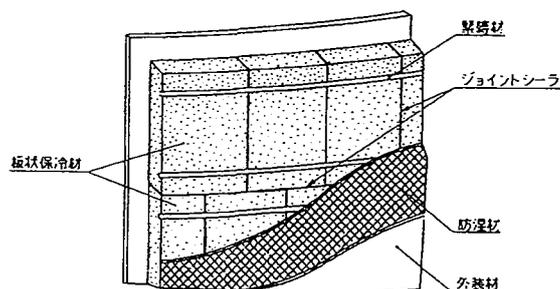
パブリックコメント用

- 3) フランジの保冷 板状又は筒状の保冷材を用いてフランジの保冷を施工する場合は、例19. に示す要領によって施工する。

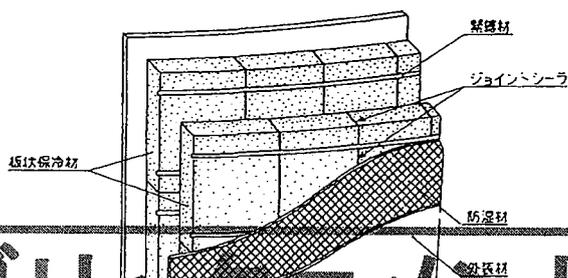


例19. 筒状保冷材を用いる場合フランジ部の保冷

- b) 機器、塔槽類の保冷 板状保冷材を用いて機器、塔槽類の保冷を施工する場合は、次による【例20. a) 及びb) 参照】。



例 20. a) 板状保冷材を用いる場合の機器、塔槽類の保冷（単層）



パブリックコメント用

例 20. b) 板状保冷材を用いる場合の機器、塔槽類の保冷（複層）

- 1) 保冷材の継ぎ目は、使用する保冷材に適したジョイントシーラですき間のできないように密着させ、鋼帯又は鋼線で緊縛する。
- 2) 保冷材の厚さが75mmを超える場合には、2層以上に分けて施工する。
- 3) 1層目と2層目の保冷材の縦横の継ぎ目は、同一箇所にならないように施工する。
- 4) 保冷材外表面には、使用する保冷材に適した防湿材を被覆し、必要に応じ次の外装を施す。
 屋外に設置する場合の外装は、薄金属板を用い、はぜ掛けにするか、50mm以上の重ね合わせにし、リベット止め又はバンド掛けで緊縛する。
 なお、リベット止めの場合は、下層の防湿材を傷つけないよう注意する。
 屋内に設置する場合の外装は、屋外設置の場合と同様に薄金属板を用いる。ただし、場合によっては、薄金属板を使用しないで防湿材だけで仕上げてよい。

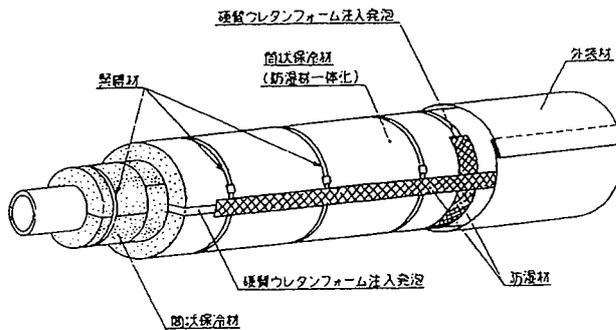
7.3.3 硬質ウレタンフォームの注入発泡による保冷施工

a) 一般的な注意事項

- 1) 注入発泡は、現場での品質管理に高度の技術が必要なため、使用箇所を限定する。
- 2) 使用する材料は、JIS A 9511 の硬質ウレタンフォームに適合したものを使用する。
- 3) 施工の前に、定められた発泡条件で、小型模型に注入発泡又は吹付け発泡を行い、これを試験試料として品質の確認を行う。

b) 硬質ウレタンフォームの注入発泡による保冷施工

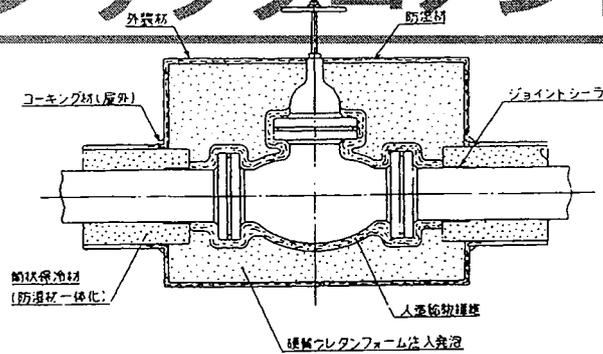
- 1) 継ぎ目部の施工は、例 21. による。



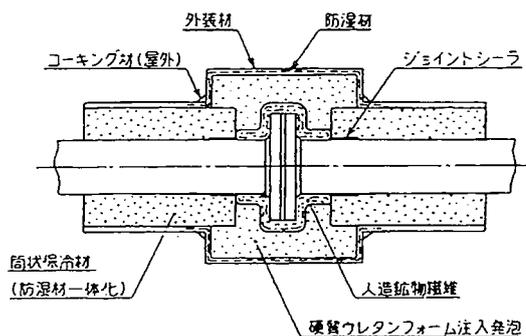
例 21. 硬質ウレタンフォーム注入発泡による継ぎ目部の保冷

2) パブリックコメント用

2) バルブ及びパイプ部の施工は、例 22. 及び例 23. による。



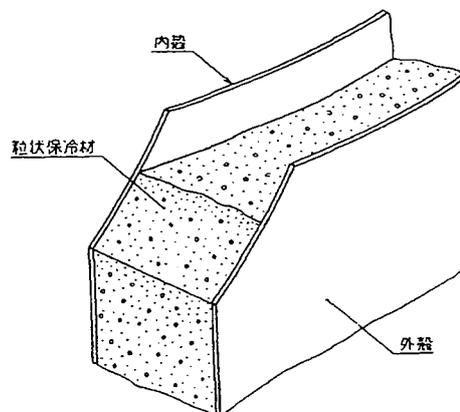
例 22. 硬質ウレタンフォーム注入発泡による継ぎ目部の保冷



例 23. 硬質ウレタンフォーム注入発泡によるフランジの保冷

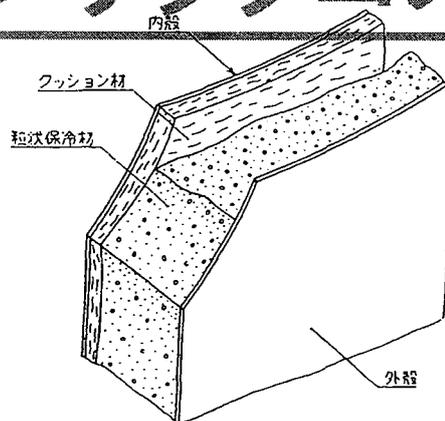
7.3.4 粒状の保冷材を使用する場合の施工 粒状保冷材の充てんによって二重殻の塔槽類の保冷を施工する場合の施工は、次による。

a) 保冷面と外殻のすき間に粒状の保冷材を充てんする。この場合、運転中の振動、その他に起因する粒状の保冷材の沈下を少なくするために、パイプレータなどを用いて十分に充てんする〔例24. a〕及びb〕参照〕。



例 24. a) 粒状保冷材を用いる場合槽類の保冷

パブリックコメント用



例 24. b) 粒状保冷材を用いる場合槽類の保冷（クッション材との組合せ）

b) 温度変化によって、すき間が大きくなる場合は、人造鉱物繊維などの適切なクッション材を併用して例 24. b) に示すように施工する。

3.2 保冷断熱法の種類及び施工形態

低温を得るためには、理論値よりもはるかに多くのエネルギーを要し、またわずかな熱の侵入によって、その保持を困難にするゆえ、保冷は保温にくらべて技術的に高度のものでなければならない。

たとえば液化ヘリウムを1L蒸発させるためにはわずか1Wの入熱で十分であるが、1Wの熱損失に対抗する1Wの冷凍力を得るためには熱力学的に最低約73Wを要し、実際の現状では約1KWの動力が必要である。このような高価な冷凍の出費に対しては外部からの熱侵入を極度に抑え、かつ、保冷層内に大気もしくは雰囲気が入ることによって起る災害を防ぐために次の保冷方式を推奨する。

(1) 保冷材充てん保冷法

パーライト、シリカエアロゲル、酸化マグネシウム、ロックウール、グラスウール等を貯槽類（内槽）と外槽との間に充てんによる最も単純な方法である。

保冷層内は常圧であるために主に大型装置、貯槽および配管で、液化窒素の沸点（ -196°C ）以上の低温液化ガスに対して用いられる。

(2) 粉末真空保冷法

温冷両壁間を真空に保ちパーライト、シリカエアロゲルなどの低熱伝導率の粒径をそろえた粉末で詰める。

空隙内ガスの平均自由行程は比較的低真空（圧力 1×10^{-2} mm Hg）において空隙の平均径より十分大きいためガスによる伝導がほとんどなくなり、また粉体が壁間の放射伝熱をおさえている。さらに積極的に粒子間の輻射を遮るために金属粉末を混入する方法もある。

液化窒素の沸点以下の低温における液化ガスの貯槽類、製造装置および液化メタンの沸点以下の低温における液化ガスの小容量貯槽および移動容器に主として用いられる。

(3) 有機質発泡保冷法

（代表例）ポリウレタンは取扱いの容易、価格の安い点およびフォーム自身の支持材兼用となる点から、液化窒素の沸点以上の低温液化ガスの貯槽、容器および配管保冷に広範囲に用いられる。

(4) 高真空保冷法

きわめて高真空（圧力 1×10^{-6} mm Hg）が要求され、しかも対向する壁面を磨く必要がある。この場合の伝熱は主として輻射によっておこなわれる。

大型装置並びに貯槽は殆んど用いられないが、一般の魔法瓶として小容量の液化ガス容器に広く用いられる。

(5) 積層真空保冷法

温壁と冷壁の間の高真空（圧力 1×10^{-4} mm Hg 以下）の空間に低熱伝導率材料の薄いスペーサーで隔てられた数十枚の輻射シールドを重ね、輻射伝導熱を著しく小さくする方法である。

輻射に対する断熱効果は真空保冷方式の中で最もすぐれている。液化窒素の沸点以下の液化ガスの貯槽および容器のほか小型装置にも用いられる。

3.3 保温の不均一による配管等の損傷

反応筒のフランジ又は配管のフランジ部に例えば、解図 3-1、解図 3-2 のように保温材に不連続部がある場合は、図示のように胴壁又は配管とつば部若しくはフランジ部に温度差を生じ、熱膨張するがこの熱膨張がフランジ又はつばで抑制されると熱応力が発生する。これが繰り返されると熱疲労を生じ、熱膨張による永久変形が累積（熱応力ラッチェット）され遂には破断する。したがって、保温材によって温度差が生じないようにすべきであるが、やむを得ない場合は、熱応力を計算し、全応力を許容値内に納めねばならない。たとえば、KHKS 0801(2004) 高圧ガスの配管に関する基準では、熱による許容変位応力範囲を次のごとく制限している。

「KHKS 0801(2004) 高圧ガスの配管に関する基準」抜すい。

4. 6 長期荷重及び変位ひずみによる計算応力の許容限界

(4) 熱による許容変位応力範囲 (S_d)

熱による許容変位応力範囲 (S_d) は、次の式 (4.1a) によって求める。なお、配管の解析された変位応力範囲 S_e (7.4.4参照) は許容変位応力範囲 (S_d) を超えてはならない。

$$S_d = f (1.25S_c + 0.25S_h) \cdots \cdots (4.1a)$$

なお、 S_h が S_c の大きい場合は、それらの差を式 (4.1a) 中の 0.25S の項に加えることができる。そのときの許容変位応力範囲は次の式 (4.1b) による

$$S_d = f [1.25 (S_c + S_h) - S_c] \cdots \cdots (4.1b)$$

ここに、

S_d : 許容変位応力範囲 (N/mm^2)

S_c : 解析を行う変位サイクル期間中に予想される最低金属温度における材料の基本許容引張応力
(⁴) (N/mm^2)

S_h : 解析を行う変位サイクル期間中に予想される最高金属温度における材料の基本許容引張応力
(⁴) (N/mm^2)

f : 応力範囲減少係数 (⁵) で、表 4.1 による。

$$f = 6.0 [N]^{-0.2} \leq 1.0 \cdots \cdots (4.1c) \quad (6)$$

ここに N = 配管系が正味運転されると予想される寿命中の等価全変位サイクル数。 (⁷)

注 (⁴) 材料の基本許容引張応力とは、4.1.2の規定によるもので、溶接管にあっては長継手効率を含まない許容引張応力のことである。鋳造品には対応する鋳造品質係数を乗じた値を用いる。

(⁵) 本質的に腐食されない配管に適用する。腐食はサイクルを行う寿命を急減させる。このため回数が多い、大きい応力サイクルが予想される場合には、耐食性材料を考慮することが望ましい。

(⁶) 式 (4.1c) は、 2×10^6 サイクルを超えて適用してはならない。

(⁷) 予想される寿命とは、配管系が正味運転される合計年数のことである。高温で運転される材料

の疲労寿命は、低下する恐れがあることに注意する。解析を行う応力範囲が、熱膨張又は他の条件によって変わる場合、 S_E は解析を行う最大の変位応力範囲として定義される。そのような場合のN値は、次の式(4.1d)によって計算することができる。

$$N = N_E + \sum [r_i^m N_i], \quad i = 1, 2, \dots, n \dots (4.1d)$$

ここに、

N_E = 最大変位応力範囲 S_E を計算したときのサイクル数。

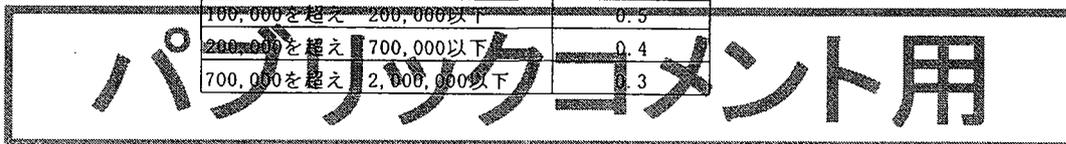
r_i = S_i / S_E

S_i = S_E より小さい解析された任意の変位応力範囲。

N_i = 変位応力範囲 S_i と関連するサイクル数。

表 4.1 応力範囲減少係数 (f)

サイクル数 (N)	係数 (f)
7,000以下	1.0
7,000を超え 14,000以下	0.9
14,000を超え22,000以下	0.8
22,000を超え 45,000以下	0.7
45,000を超え 100,000以下	0.6
100,000を超え 200,000以下	0.5
200,000を超え 700,000以下	0.4
700,000を超え 2,000,000以下	0.3



3.4 溶接の火花による火災

高圧ガス製造設備等の保温保冷工事における火災事故の原因を調べると、そのほとんどが工事中における溶接、ガス切断の火花が可燃性保温材等の上に落ちて発火した例であり、特に保冷工事における事故が多い。

そして、室内事故の場合はしばしば大事故に至っている。このような事故例からも、危険流体を取り扱うような高圧ガス製造設備等は、できる限り不燃性、難燃性の材料を選択して保温保冷工事を行うことを推奨する。やむを得ず、可燃性保温材を使用して保温保冷工事を行う場合の注意事項を次に示す。

- (1) プラスチック質保温材の切屑は、容易に着火するので素早く取りまとめ処分する。
もし処分できないなら不燃性の容器に收容して蓋をしっかりと締めておかなければならない。
- (2) 取りはずされた保温材が不用意に放置され、火災の原因となることが多いので、取りはずされた小片は非常に着火しやすいことを念頭におく必要がある。
- (3) 発泡プラスチック自体に適当な薬品を加えて難燃化することができるが太陽の直射、極度の高温にさらされると効力を失うものがあることに注意しなければならない。
- (4) 火災の危険性のある場所で使用する外装材は、不燃性又は難燃性のものを使用しなければならない。

なお、プラスチック保温材に関する取扱上の注意事項は、イギリス防火協会報告書 No. 80 を参照されたい。

3.5 高温フランジの気象に対する配慮

可燃性のガス（特に水素等の軽質なガス）が流れる高温のフランジ及びバルブでは、保温施工を行わずに、雨水及び強風によるボルトの締付けバランスの乱れに起因する漏洩を防ぐためのウェザープロテクションが取付けられる場合がある。これは、次の理由によりフランジ部が漏洩する可能性があることによる。

高温で運転されるフランジでは、常温状態でボルトを締付けた後、温度上昇によるボルトとフランジの弾性係数の変化、ガスケットの応力緩和等によりボルトの締付力が低下する。

そのため昇温途中又は通常運転温度においてボルトの再締付け（ホットボルティング）を行うが、フランジへの保温被覆はホットボルティング後に行われるため、フランジとボルトの温度差は保温によりボルト締付け時より接近し、ボルトが緩んでしまう。高温のフランジでは特にこの緩みの現象が大きくなり、フランジの漏洩に繋がることもある。

なお、ウェザープロテクションを取付ける場合は、次の点についての注意が必要であると同時に、保温被覆を施さない箇所における温度の急変によって、異常な熱応力を発生するおそれのない構造とすること。

- (1) 保温材は取付けない。
- (2) 雨及び強風を防ぐ構造とする。

ただし、ホットボルティング時のボルトの温度を維持するため、ウェザープロテクション内の通気性を確保した構造とする。

4 検 査

保温保冷工事に関する検査は、それ自体が保温保冷工事の良し悪しを判定するものでもなく、また、仕上げ状態の保証をするものでもないが、この基準では保温保冷工事を施工する設備が高圧ガスという危険流体を取扱うことを考慮して、特に工事着手前に確認しておかなければならない一般的事項を示した。保温保冷工事に使用する材料が要求される仕様を満足するかどうかを確認しておくことは重要なことであり、往々にして工事完了後又は使用中にトラブルになることがあるので、この点に関しては十分な考慮をしておくべきである。

5 保守管理

高圧ガスを取扱う事業者は、予じめ高圧ガス保安法に基づいて保安・保全関係の規定類を作成し、これに従うことが規定されている。

この基準では、保温保冷工事における保守管理上必要な保安点検及び保全工事に関する一般的な事項について示した。

参 考 1

パブリックコメント用

高圧ガス製造施設等支持架台の耐火被覆

高圧ガス製造施設及び販売施設並びに貯蔵所に係る貯槽（以下、「高圧ガス製造施設等」という。）には、火災発生時の2次的災害を防止するための温度上昇防止措置又は防火設備としての散水設備等の設置が義務付けられているが、その一部代替措置として耐火被覆の施工によることができる旨、高圧ガス保安法関係の各省令及び同例示基準に定めるところにより認められている。

ここでは、高圧ガス製造設備等の支持架台（塔、立形容器等のスカートを含む。ただし、鉄筋コンクリート造等の耐火性能を有する支持架台は除く。）の耐火被覆における一般的な材料性能について述べるものとする。

高圧ガス製造設備等の支持架台に使用する耐火被覆材は、当該設備の設置場所及び使用条件並びに地震荷重等を考慮して、当該設備の支持架台としての強度上有害な影響を与えない適切な材料を選択する必要がある。

表1に一般的に用いられている耐火被覆材の種類及びその性能を示す。

表1. 耐火被覆材の種類と性能

分類	名称	密度 (kg/m ³)	熱伝導率 (W/m·K)	2時間耐火 施工厚さ (mm)
コンクリート系	普通コンクリート	2,000	1.2~1.5	50
	軽量骨材コンクリート	1,200	0.12	50
	気泡コンクリート	800	0.12	50
モルタル系	セメントモルタル	1,800	1.2~1.5	60
	軽量骨材モルタル	700	0.12	50
成型板型	けい酸カルシウム板	400	0.06	40
	A L C 板	600	0.15	50

表1に掲げる耐火被覆材の性能は、建築基準法施行令第107条第1号の規定に基づく耐火構造の指定の方法により、耐火性能2時間耐火として国土交通大臣から指定されたものの1例を示したものである。

このような耐火被覆材を使用して高圧ガス製造設備等の支持架台の耐火被覆を施行する場合は、その材料の種類及び性能に応じて、火災発生時に十分な耐火性能を発揮できるような構造及び厚さに施工する必要がある。なお、これらの耐火被覆材を使用して高圧ガス製造設備等支持架台等に耐火被覆を施す場合の一般的注意事項を以下に示す。

(1) 高圧ガス製造設備等支持架台は、使用状態において雨水、湿気等による含水が予想され

るので、工事着手前に被施工面について十分な防食処理とともに、雨水等の浸入を防止する措置を講ずること。

(2) 成型板系材料を使用して施工を行う場合は、成型板の接合部の目地には適切なシール処理を行うこと。

(3) 支持架台の最下端は適当な水抜きを設けるか、最下端から 10～20cm の高さまでは、水切りを良くするために耐火被覆材を取り付けない等の処置を講ずること。

(4) 施工後は、定期的に被施工面の腐食状態及び耐火被覆材のクラック等のチェックを行い、必要に応じて耐火被覆材の一部を切欠し、被施工面の腐食状態の点検を行うこと。

パブリックコメント用

パブリックコメント用

参 考 2

パブリックコメント用

保温・保冷に関する過去の事故例

保温・保冷施工を施した高圧ガス製造設備を中心に、保温・保冷に関する過去の発災事例を表-1及び表-2に示す。なお、表-1は、初版発行に先駆けて関係事業所に対するアンケート調査を実施した際のデータを当時のまま掲載したものであり、表-2は、1980年から2003年までの間に発生した高圧ガス保安法関係事故のデータ*より、事故発生要因が保温・保冷施工に関わりの深い事例を抽出したものである。

* 事故事例 CD-ROM (高圧ガス保安協会・発行) 収録データより抽出・抜粋

パブリックコメント用

表-1 アンケートおよび各種の資料から得た事故例
(各事業所から提出されたアンケートの原文をそのまま記載した。)

番号	保温材 (被覆材)	保温の目的物 (装置、配管等)	保温材の正常維持温度		保温材にしみ込んだ物質 可燃物、助燃物	事故の概要、原因	発火時点		発火の経過			しみ込んでから発火 するまでの経過時間 (その他)
			(低)	(高)			運転中	工事中	放静	引火	自然発火	
1	炭火コルク アスファルト 接着	塩素液化器の保冷	○		塩素 (液化)	液化器出口配管の腐蝕による小孔から漏出した塩素とアスファルトとの反応	○				○	30分程度
2	フェルト					溶接火花より着火事故となる		○		○		
3	絹		○		液化空気の発生	保冷管内の腐蝕による酸化、高濃度酸液となる。着火源がなければ2次爆発		○				24時間
4	牛毛		○			(細線の割はフオレンスにも)		○				2時間
5	牛毛フェルト		○			溶接火花による着火		○				
6	〃		○			ガスバーナー		○				
7	獣毛	貯槽	○		アセトアルデヒド	吸入配管の腐食による漏れ保冷材から自然発火		○				
8	ポリウレタン		○			電気溶接の火花		○				
9	〃		○			溶接火花		○				
10	保温材コーチング用 CIマスタック		○		コーチングの有機溶剤	保温材防漏用マスタックを塗布、有機溶剤蒸気発生、溶接火花による着火		○				
11	スチロフォーム		○			溶接火花による						
12	発泡フェノール樹脂 (アスファルト樹脂 フィング)	ガス冷却器			濃硝酸	冷却器上部フランジの腐蝕、保温カバー内に濃硝酸生成、保温材後部アスファルト樹脂フィングが発火		○				
13	ポリウレタン		○		液化空気の発生	保冷管内の空気が酸化により、衝撃で発火						
14	一般					油その他有機液が保温材に侵入することにより自然発火		○				
15	岩綿一号保温筒	配管			頭取原油 (C重油級)	フランジに付いた油が加熱後出口配管の保温材にしみ込んだ油により発火		○				約10時間
16	ガラス繊維のカバー (ブリキ板) 上で発 火	ダクト			C重油	重油カバーのカバーが溶融後、シルブの不完全な締めによる油がダクトの保温材上に滴下し発火		○				約1時間
17	岩綿	蒸留塔			タール油	タール蒸留塔の蒸留塔に付いた時蒸気による塔開孔部より熱油が漏出、発煙		○				2~3時 (推定)
18	岩綿	蒸留塔			タール油	解凍時塔の高圧開孔部より漏油、保温材に浸透し発火		○				2時間 (推定)
19	岩綿	ジャケットがま			潤滑油	ジャケットの保温材保護板(ブリキ板)と本体との間に潤滑油がしみ込み、かつ細かいゴミ類が付着、発火		○				1年位
20	岩綿保温材				油脂	解凍時パイプに粉塵又は油脂類が付着(推定)し発火、保温材に着火		○				-
21	岩綿	ポンプ			真空ポンプ 潤滑油	ポンプ油が保温材にしみ込んだ油		○				数時間

番号	保温材 (被覆材)	保温の目的物 (装置、配管等)	保温材の正常維持 程度 (低) (常) (高)	保温材にしみ込んだ物質 可燃物、助燃物	事故の概要、原因	発火時点		発火の経過			しみ込んでから発火 するまでの経過時間 (その他)
						運転中	工事中	放電	引火	自然発火	
22	グラスウール	ジャケット	○	高級アルコール (セチルアルコール)	蒸気ジャケット付 1,000 仕込開放式溶解釜にセチルアルコール (mp 50°C) を入れ溶解中外周の保温より発火	○				○	?
23	グラスウール アルミ箔 (亜鉛引外装)	保冷	○	アルデヒド 漏入	アルデヒド貯槽の移動配管元弁ゾラントよりアルデヒドが洩れ、保温材にしみこみ自然発火	○				○	?
24	岩綿	配管	○	ぬか油脂肪酸 侵入	配管フランジより洩れたぬか油脂肪酸が岩綿にしみこみ発火	○				○	?
25	岩綿	処理槽	○	粗無水フタル酸 漏入	粗無水フタル酸の処理槽検尺付近の保温材にしみこみ発火	○				○	?
26	岩綿	配管	○	テレフタル酸 侵入	330°C のメササム配管の保温材にしみ込んだテレフタル酸が発火	○				○	1ヶ月以上と推定
27	岩綿		○		岩綿に静電気が突然ガスに引火	○					完成後4年経過した時
28	泡ガラス 亜鉛引鉄板	球形貯槽	○ (-20°C)	水分	球体外面の局部腐食水分による腐食	○					
29	ガラス繊維		○		冷接火花が飛散、焦げる	○					
30	岩綿		○		冷接火花により保温材発火	○					同様な発火が他に8件あり
31	ガラス繊維 成型保温筒		○	外側に巻いた防水ターポリン紙	保温材の間にほさまれたターポリン紙 (スチームバップの裏におく) が蓄熱のため発火、ガラス繊維に発火	○					3時間位
32	多くの断熱材に 共同的に			クロルフェネドルスチレン、ダウサン熱伝導油又は有機液体が断熱材に侵入すると自然発火の危険があることを一般的に確認したもの		○					
33	岩綿 アスベスト		○	パラフィン、油、アスファルト		○					2時間 (実数中)
34	スラグウールラツギ ング、カルンウムシ リケート、アスベ スト、レジソポンデ ット、岩綿			鉱物油 コールター 揮発油		○					1.5時間 9時間 8~20時間
35	石綿 グラスファイバー	配管	○	可燃物	反応槽の側部に設置された高圧スチーム管コントローバルブカバー (保温カバー) が発火	○					可燃物が付着した保温カバーを取付けたと思われる
36	-	配管			断熱材の側面に設置された高圧スチーム管コントローバルブカバー (保温カバー) が発火	○					
37	石綿			機械油	油圧シリンダの漏油が保温材に侵入、発火	○					
38	外衣石綿クロス、 内部アモサイト繊維 (布団状)	蒸気 クービン	○	クービン油 (D T E オイルライト 902)	1. 定検時、クービン解放時に取り外した保温材に油がしみこみ取付運転後発火 2. 運転中カムローラー用油カップからの漏れ油が保温材にしみこみ発火	○					約3時間
39	石綿フトン	配管	○	潤滑油の侵入	真空乾燥用真空ポンプの潤滑油タンクから漏れ、下部にある真空乾燥機用蒸気配管 (9kg/cm ²) の保温材に浸透し発火	○					?

番号	保温材 (被覆材)	保温の目的物 (装置・配管等)	保温材の正常維持温度 (低) (高)	保温材にしみ込んだ物質 可燃物、助燃物	事故の概要、原因	発火時点			発火の経過			しみ込んでから発火するまでの経過時間 (その他)	
						運転中	工事中	放電	引火	自然発火			
40	石綿アスベスト												
41	石綿保温材 (50mm)	ダクト		エチレングリコールの侵入 紙粉 (外から侵入)	エチレングリコール蒸気が保温材にしみ込む 砂紙粉を運転中、熱気ダクト(160°C~180°C)の すき間に入りこんだ粉が砂紙材の紙切れの際温 度上昇(190°C~200°C)により発火							2~3日	
42	けいそう土	ジャケットがま		アミノ油、グリセリン、セヤン油、大豆油、 酸、マレイン酸等	合成樹脂の製造反応中(ダウサマ液で加熱約 800°C) 反応釜上部の保温材から発煙、着火								
43	けいそう土	反応がま		林香鯨油 (推定)	反応 釜内蔵の開放式攪拌装置のけいそう土 保温材(推定)が含浸処理中に発煙								
44	けいそう土保温材一 号			潤滑油 漏入	タービン重油の油切り板の不良により、漏れ出した潤 滑油が保温材に浸透し発火								
45	けいそう土保温材二 号	加熱炉		原油 漏入	加熱炉出口原油ライン取付のウエル(温度計)より 原油が漏れ、保温材にしみこみ自然発火							20時間	
46	けいそう土保温材三 号	熱交換器		減圧蒸留 残ざい油、漏入	油が熱交換器の保温材にしみこみ自然発火								
47	カルシウムシリケート	配管		タービン油	スチーム配管断熱材上の油の自然発火により分解 反応し引火								
48	けいそう土(粉)			可燃ガス (低温)	解凍時発火								
49	シリカライト	熱交換器		原油が又はトッパバーボトム 漏入	チューブシート継付ボルトのゆるみによる漏れ、保 温材にしみこみ解凍時発火							4~5日間 (推定)	
50	スーパライト			ASTM No. オイル 漏入	ラインのスーパーライト保温層に潤滑油が浸透内 部より加熱され発火							約30分	
51	シリカライト	配管		抜頭残油	トラスファースライインの抜頭残油が漏れ、保温材にし みこみ発火							30分~1時間	
52	バーライト	蒸留器		テタル酸 ジメチルエステル(DMT)	蒸留釜の上部保温材にしみこんだDTMが燃焼							推定1ヶ月以上	
53	バーライト			攪拌器用 潤滑油	バーライトにしみ込んだ油が発火							数時間	
54	バーライト	反応器		シール油及びギヤオイル 漏入	反応器の攪拌機フランジより潤滑油保温材にしみこ み発火								
55	バーライト	貯槽屋根		無水フタル酸	貯槽根にこぼれた無水フタル酸が発火								
56	シリカライト	配管		潤滑油	工場の潤滑油管より漏洩した油が保温材にしみこ んでいたと推定、自然発火							1ヶ月以上と推定	
57	シリカライト	配管		S.K油 #260	配管の亀裂によりS.K油がもれ保温材にしみこみ 発火								
58	シリカライト	反応器		キシロール	反応器保温材(内部温度 200°C)に溶剤がしみこみ 保温材が発火								

番号	保温材 (被覆材)	保温の目的物 (装置・配管等)	保温材の正常維持温度 (低) (常) (高)	保温材にしみ込んだ物質 可燃物、助燃物	事故の概要、原因	発火時点		発火の経過		しみ込んでから発火するまでの経過時間(その他)
						運転中	工事中	放電 電気	引火	
59	シリカライト	反応器		エチレングリコール	反応器本体にフランジより漏れたエチレングリコールが保温材に浸透し発火	○				?
60	シリカライト	反応器		ヘキサメチレンアンジテート	漏れたヘキサメチレンアンジテートの保温材に浸透して発火	○				?
61	内側：シリカライト 外側：スチールライト	タービン		軸受潤滑油	タービン駆動ポンプのタービンケーシング下部の保温材へ油が浸透発火	○				?
62	シリカライト	反応器	○	潤滑油	潤滑機から漏れた潤滑油が反応器上部に流れ、保温材と反応器間で発火	○				?
63	シリカライト	合線 筒水塔	○	カプロラクタム	合線上部のラックタム系配管解凍により漏れたラックタムが保温材に浸透しダウサム加熱により燃焼	○				?
64	シリカライト	反応器	○	潤滑油	反応器内かくはん機用減速機から漏れた潤滑油が反応器上部の保温材に浸透し発火	○				?
65	シリカライト	反応器	○	ヘキサメチレンジ アミン	オートクレーブに仕込む際、漏れたヘキサメチレンジアミンが仕込み口付近の保温材に浸透し、ジャケツト加熱により発火	○				?
66	(成型保温材) シリカボート	蒸発器	○	(モノエタールアミン 50~60%) + (有機塩類)	MEA液がパイプ接手より漏洩しMEA凝縮回収装置の保温材が自然発火	○				?
67	?	配管温度計取出 ノズル	○	水分	保温材へ浸透した水分で外部腐食が起りピンホールが発生しノズル接続部よりアンモニアガスが漏洩	○				
68	?	貯槽	○	フタル酸	水フタル酸製品タンク付近で溶接作業中に、溶接火花が保温カバーのすき間からタンク保温材に入りタンク保温材にしみ込んだフタル酸が燃えた	○				
69	珪酸カルシウム 保温板	イオウ回収装置	○	イオウ	作業者が、イオウの発火温度を考慮しないで中圧蒸気を使用して加熱した。そのとき、フレーカー受皿の保温材に付着していたイオウが燃えて火災となった		○			
70	ポリウレタン	貯槽	○	天然ガス	天然ガス中の高沸点不純物であるベンゼン等がポリウレタン断熱材に吸着されていたために修理作業中にこれに着火して火災が発生した		○			
71	コルク板	冷蔵倉庫	○	—	冷蔵倉庫の改造工事中、壁面コンクリートを折り鉄筋を露出させ避難用階段を取り付けていたところ、研究が深すぎたため、階段の熱により断熱コルクに引火し、消火困難な倉庫火災となった		○			
72	硬質フォーム ラバー	冷蔵倉庫	○	—	冷蔵倉庫の壁を貫通しているデフロスト用温水等が氷結したため、ガスバーナーにより溶かしていたところ、ガスバーナーの火災が保温材に引火し火災となった		○			

表一-2 高圧ガス製造事業所における保温・保冷に関する事故例

No.	事故名称	年月日	人的被害	物質名	現象	設備区分	事故原因	着火源	事故概要
1	液体塩素配管からのガス漏えい	1985/9/18	—	塩素	漏洩等	酸化エチレン製造装置、配管	劣化(腐食) 点検不良	無	酸化エチレン製造設備の配管に不良箇所が見つかり、事故の初日溶接補修を行った後、気密試験を行い異常の無いことを確認した。事故当日、液体塩素の受入れを開始し約3分後に塩素送液配管からガスが漏洩しているのを見出し、直ちに送液を中止するとともに空気呼吸器を着用し漏れ部の応急措置と除害、中和作業を行った。配管に保冷材が施してあり、雨水の浸入により腐食が進行し4mm×1mmの穴があき塩素ガスが漏洩したものの。
2	水系製造装置の配管腐食によるガス漏洩・火災	2002/6/9	軽傷1名	水系	火災	配管	劣化(腐食) 点検不良	自然発火	水系製造装置の定期修理が完了し、プラントをスタートアップする段階で、一酸化炭素を二酸化炭素に変成するコンバーターを昇温させるために、水系を主成分とする流体をコンバーターに送っていたところ、この配管が腐食していたため、配管が開口し内部の水系ガスが漏洩し火災が発生した。この配管が通常は使用せず、スタートアップ時にコンバーターを昇温するためのものである。また、この配管は保温材が施されているが、発火前分は歩廊下のサポーター材と配管保温材が干渉しており、保温材の上部が切欠いた状況となっていたため、この切欠部から雨水が保温材内に浸入し、配管外周が腐食して開口したものである。
3	モノマー回収配管の腐食による三フッ化塩化エチレン噴出・火災	2002/8/22	—	三フッ化塩化エチレン	火災	配管、回収タンク、三フッ化塩化エチレン製造装置	劣化(腐食) 点検不良	精製ガス	フッ素樹脂製造工場で重合槽での重合操作が終了したので、未反応の三フッ化塩化エチレンモノマーをコンプレッサーで吸引しモノマー回収タンクへの回収作業を行っていた。作業終了後、しばらくしてタンク内の圧力が異常に上昇し、タンクの上蓋安全弁よりガスが噴出し、着火し大量の黒煙が出ていたのを従業員が発見した。直ちに放水を開始すると共に関係機関に通報した。また広報車で地味住民へ窓を閉めるよう呼びかけ、近隣の小、中学校児童約700人が避難した。調査の結果、コンプレッサー手前の回収ライン配管の水平部に若干の傾斜があり、保温材の継ぎ目より潮風処理の雨水が浸入し、末端のエルボ部が腐食によって閉口した。コンプレッサーの運転時に閉口部から空気が浸入し、回収タンク内でモノマーと酸素が反応して過酸化水素が生成したものの。この生成熱や発熱反応によりタンクの圧力が上昇したと思われる。
4	メチルアミン製造設備でのアンモニア等漏洩	2003/1/23	—	アンモニア、メチルアミン	漏洩等	配管	劣化(腐食)	無	メチルアミン製造設備のアンモニア・メチルアミン等を含む流体配管の断熱材の外装が踏まれて凹み破損したため、そこから雨水が浸入し、配管の外周温度による蒸発と外気温による凝縮を繰り返すことで、局部的な外面腐食によるピンホールが発生し、アンモニア、メチルアミン等のガスが漏洩した。
5	サンプリング配管の腐食によるアンモニア漏洩	2003/6/17	—	混合ガス(水系、窒素、アンモニア)	漏洩等	配管	劣化(腐食)	無	化学工場で定期修理を終えてスタートアップ作業を開始し、合成塔の循環運転に入ったが、合成工程付近で異常音が発生したため、直ちに装置の運転を停止し、脱圧作業を開始した。またアンモニア臭があったため、従業員を合成工程から避難させた。原因は保温材で被覆されたサンプリング配管が外部腐食により穿孔し、圧力に耐えきれずに開口してアンモニアを含む混合ガスが漏洩したものの。
6	外面腐食による配管からの塩素ガス漏洩	2003/9/7	—	塩素	漏洩等	配管	劣化(腐食)	無	液体塩素ローリー出荷場のガス検知器が作動したため現地に急行すると、塩素出荷ラインのガス抜き配管より、塩素が漏れているのを見出した。当該箇所は断熱材の劣化損傷による雨水の浸入と結露による湿潤状態により、断熱材の下で外面腐食が進行したと考えられる。また、当該配管は本年5月末に抜き取りで外面腐食についての点検を実施し、来年の定検時に配管更新を行う予定であったが、予想を上回る局部腐食があったため配管に穴が開き、液体塩素が漏洩したとみられる。この事故により事業所は当該配管の全長を更新し、さらに類似配管を含めた配管の腐食状況の確認、実施頻度、要領などの管理基準の見直し、ガス検知機の増設による早期検知の対策を行った。
7	高温ガス化炉におけるガス噴出	2003/8/12	—	水系、一酸化炭素、炭酸ガス、窒素	漏洩等	高温ガス化炉(ガス化設備)	劣化(腐食) 点検不良	無	廃プラスチック設備(プラスチックを炉内でガス化して水系などを回収)において、高圧ガス化炉(平成14年10月稼働)の上部から炎が上がっているのを見出した。直ちに装置の運転を停止したところ、炎は2~3分後に自然消滅した。しかし、炉内の一酸化炭素などがあるため、その後メタン・ベンジを製錬し、一酸化炭素などが検出されなくなったので、内部の残渣を除去し窒素パーージを行い、炉内冷却を断続して炉内温度を下げた。これは平成15年7月の停電による運転停止時に高圧ガス化炉内点検のため上部マンホールを開けたときに、マンホールふたに取り付けてあった耐火材の下部が約100mm欠損したが使用可能と判断し補修せずに8月7日に運転を再開したため、運転後、耐火材の脱落が始まり、内部の断熱材が高圧ガスとスラグにより溶融消失して、マンホール部がむき出しになって1400~1500℃の高温により溶融・小径の穴が開き、大径の穴に成長して内部の炎・ガスが噴出したものの。

断熱に関する基準

KHKS 0802 (2005)

平成17年8月31日 初 版

定価 1,200円 (税込み) 送料実費

編集
発行 高圧ガス保安協会

〒105-8447 東京都港区虎ノ門4丁目3番9号
(住友新虎ノ門ビル)

電話 教育事業部 (03)3436-6102

相談窓口 (03)3436-1141

ホームページ <http://www.khk.or.jp/>

印刷 日本印刷株式会社

パブリックコメント用

©無断転載を禁ず

本書の内容に関するお問合わせは下記にお願いいたします。

KHK 機器検査事業部 03-3436-6104

〔高圧ガス保安協会支部〕

- | | | |
|-------|-----------|---|
| 北海道支部 | 〒060-0005 | 札幌市中央区北5条西5-2-12 (住友生命札幌ビル)
TEL 011-272-5220 FAX 011-272-5221 |
| 東北支部 | 〒980-0011 | 仙台市青葉区上杉3-3-21 (上杉NSビル)
TEL 022-268-7501 FAX 022-211-0154 |
| 中部支部 | 〒460-0008 | 名古屋市中区栄2-10-19 (名古屋商工会議所ビル)
TEL 052-221-8730 FAX 052-204-1308 |
| 近畿支部 | 〒530-0054 | 大阪市北区南森町1-4-19 (サウスホレストビル)
TEL 06-6312-4051 FAX 06-6312-1437 |
| 中国支部 | 〒730-0051 | 広島市中区大手町2-8-4 (パークサイドビル)
TEL 082-243-8016 FAX 082-243-8034 |
| 四国支部 | 〒760-0050 | 高松市亀井町4-1-2 (セントラルビル別館)
TEL 087-861-9341 FAX 087-831-0167 |
| 九州支部 | 〒812-0011 | 福岡市博多区博多駅前2-9-28 (福岡商工会議所ビル)
TEL 092-411-8308 FAX 092-473-1372 |