

高耐火性マイクロポア断熱キャストブル (SLW-17シリーズ)

はじめに、

近年世界的規模で、エネルギー消費量の増加に伴う地球温暖化がクローズアップされ、CO₂排出削減を初めとし、省エネルギーへのニーズが高まっています。

しかし、断熱特性に優れるセラミックファイバーを中心とする無機質ファイバーは、1997年12月に施行されたEU法に於いて、環境及び人体に対する影響が懸念される発癌性物質カテゴリー2に分類され、確率的に発癌性のあるものとされています。(アスベストはカテゴリー1に分類)

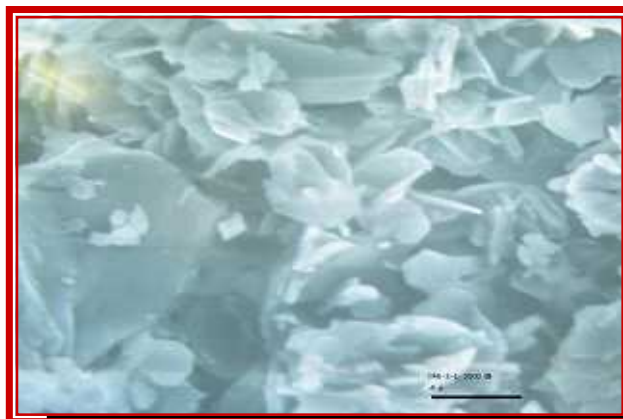
こうした環境下で、脱ファイバー系断熱耐火物として、微細多孔質(マイクロポア)骨材を用いた耐火断熱キャストブルを開発致しました。このマイクロポア骨材の、平均気孔径が3~4 μ mという微細孔の効果により、セラミックファイバー系断熱耐火物と、同等の耐火性及び断熱性を有する製品を開発致しました。

微細多孔質(マイクロポア)骨材の特徴

- 高耐火性断熱骨材として使用されるには、次の条件が必要とされます。
 - ・ 低比重:高気孔率
 - ・ 微細気孔
 - ・ 高耐火性
- 従来用いられてきた粘土質軽量骨材、中空アルミナ、バーミキュライト、パーライト等は、条件の何れかを満たすことが出来ませんでした。高耐火性、低比重の中空アルミナの場合は、形成される気孔が大きいいため、高温になるに従い熱伝導率が多次曲線的に上昇し、低熱伝導性が高温で維持出来ません。
- 一般論として、低温では気孔は低熱伝導性に寄与し、気孔率の増加とともに熱伝導率は低下しますが、高温では気孔を通じての対流伝熱、放射伝熱の影響で熱伝導率が上昇し、気孔径が大きいほどその影響が大きくなります。
- 微細多孔質(マイクロポア)骨材は、上記の3条件を満たしたものです。
 - 高耐火性・低比重:主組成である $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ は、約1850 の融点を持ちます。

化学成分	Al_2O_3 CaO	93% 7%
鉱物組成	$\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ Calcium hexaluminate	
高比重	0.7g/cm ³	

- 高純度の $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ 組成で、特殊な生産方法により発達した微細な六方晶系の結晶を、モザイク状に発達させる事によって微細な気孔を生成させており、優れた高温領域における断熱特性を持ちます。



骨材のSEM写真

3~5 μmの結晶の発達と、それによって形成された気孔が、観察されます。

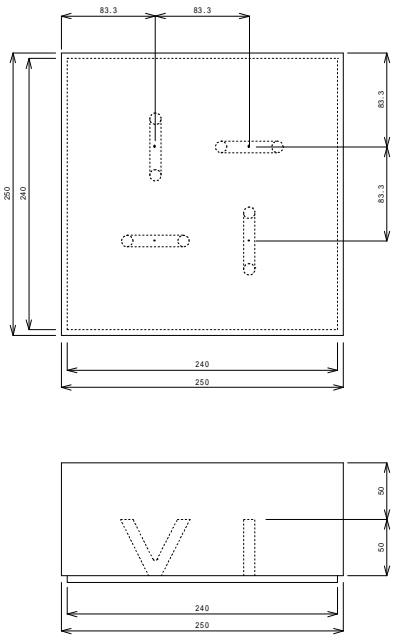
耐火断熱キャストブル

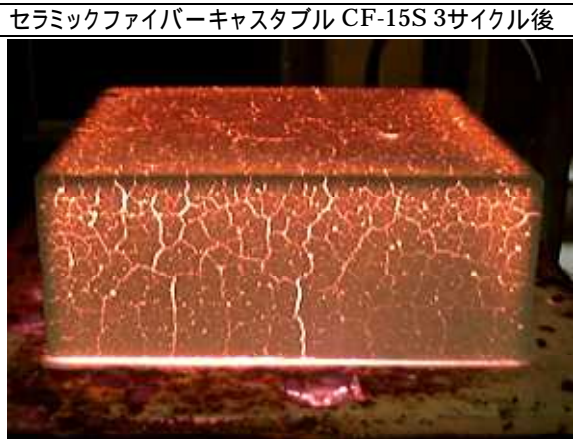
- 良好な特性を持つ微細孔質(マイクロポア)骨材を使用し、耐火断熱軽量キャストブルを開発致しました。
 - 比較的高い強度を有します。
 - スケール等に、侵食され難い特徴があります。
 - 無機質ファイバーは、一切含みません。

品名		SLW-17TW	SLW-17LS	SLW-17VW	SLW-17G-TW
施工方法		流し込み			吹付
化学成分(%)	Al ₂ O ₃	81	85	85	81
	CaO	16	13	13	16
添加水量(%)		45	53	44	48
施工使用量(t/m ³)		1.30	1.20	1.30	1.20
嵩比重 (t/m ³)	110	1.50	1.35	1.40	1.50
	1000	1.30	1.20	1.25	1.25
線変化率 (%)	110	- 0.03	- 0.03	- 0.03	- 0.06
	1000	- 0.31	- 0.09	- 0.18	- 0.09
	1300	- 1.21	+ 0.03	- 0.09	- 0.38
	1500	- 4.56	- 0.22	+ 0.50	- 3.07
曲げ強さ (MPa)	110	2.8	1.0	2.1	3.7
	1000	1.7	0.7	1.6	2.4
	1300	3.2	1.8	2.8	3.2
	1500	3.5	2.9	3.7	1.8
圧縮強さ (MPa)	110	8.1	4.5	5.8	8.6
	1000	6.6	3.6	5.7	7.6
	1300	11.7	5.8	8.2	12.3
	1500	14.4	7.4	10.4	12.5
熱伝導率 (W/mk)	1000	0.45	0.35	0.45	0.42

耐スポーリング性能

- 250×250×100mmのブロックサイズにて、熱スポーリング試験を行いました。
 - セラミックファイバー含有キャストブルに比較し、亀裂の発生が少なく良好な耐スポーリング性能を有しています。

試験条件	加熱サイクル: 1500 ×30min (電気炉中) 空冷 10min	
 <p data-bbox="379 1547 608 1581">供試体寸法 (mm)</p>	マイクロボアキャストブル SLW-17TW 3サイクル後	
	セラミックファイバーキャストブル CF-15S 3サイクル後	



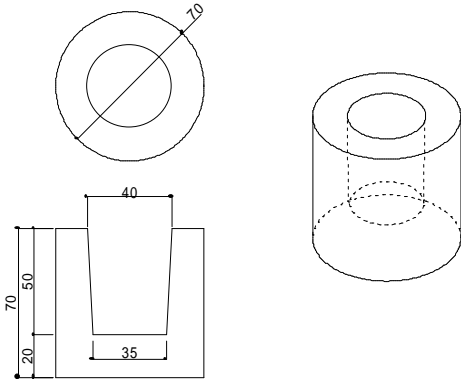


耐食性能

- スケール、スプラッシュによるアタックを想定し、耐スラグ性能を評価します。
 - Fe_2O_3 を18%含む下記スラグを使用しました。
 - セラミックファイバー含有キャストブルに比べ、耐食性、耐浸透性に優れています。

試験スラグ化学成分 (mass%)

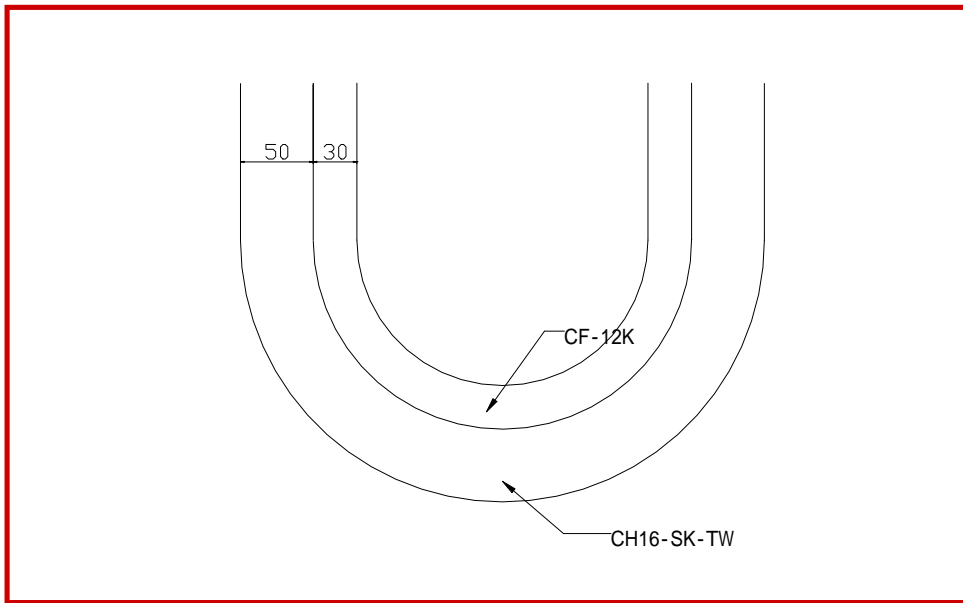
MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	C/S		
3.2	38.8	10.5	18.9	4.1	5.5	17.7	1.8		

試験条件	
スラグ量:	30 g
試験温度:	1500
試験時間:	3 hours

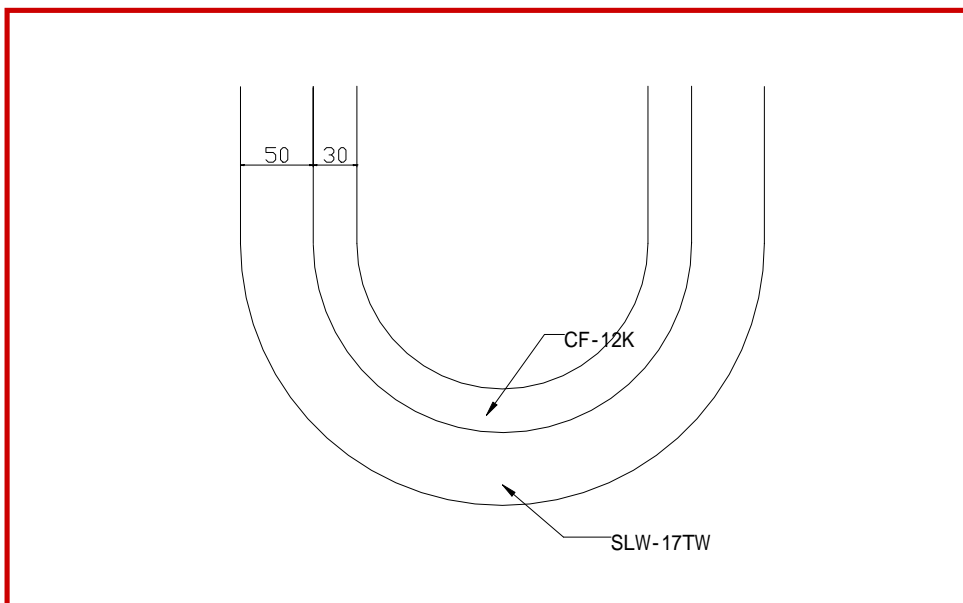
供試体寸法 (mm)	マイクロポアキャストブル SLW-17TW
	
供試体寸法 (mm)	セラミックファイバーキャストブル CF15S
	

放散熱量 計算例 -1

- 施工例：加熱炉スキッドパイプ
 - 計算条件：炉内温度 1300 、冷却水流速 0.1m/s、冷却管直径 100mm



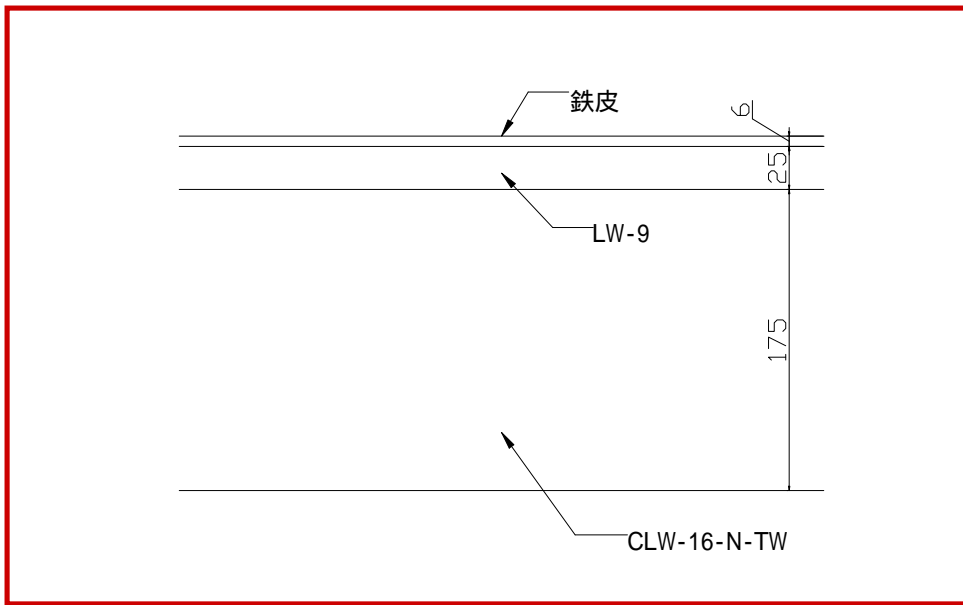
放散熱量：
709.0 kcal/m²h



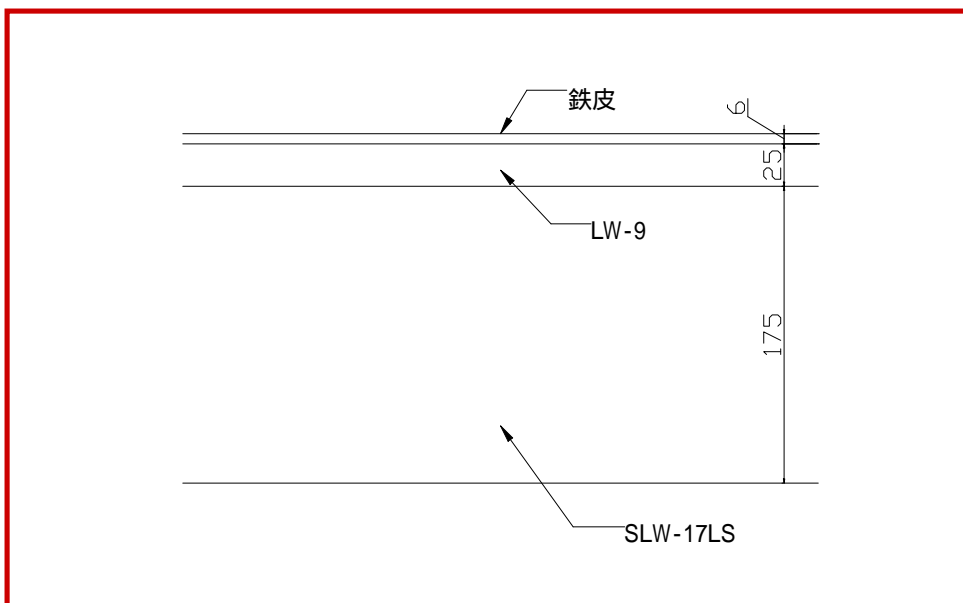
放散熱量：
674.3 kcal/m²h

放散熱量 計算例 -2

- 施工例：取鍋保温蓋
 - 計算条件：炉内温度 1600 、 風速 0m/s



放散熱量：
3459.2 kcal/m²h



放散熱量：
2467.0 kcal/m²h

おわりに

- 微細多孔質骨材を用いた耐火断熱キャストブルは、良好な耐火性と耐スポール性を示します。
- 更に、セラミックファイバー質断熱キャストブルに近い断熱特性を有し、省エネルギー対策に寄与します。
 - － セラミックファイバー質を一切含まない為、作業を含めた環境の改善に効果的です。
 - － 高温操業の雰囲気炉をはじめ、粉塵磨耗を受ける環境での断熱対策として適します。
 - － 現場での流し込み施工、吹付け施工、及びプレキャストブロックとしての適用が可能です。

主な使用実績一覧

A社	A製鉄所	加熱炉スキッド、サポート	SLW-17TW
		加熱炉側壁	SLW-17LS
	B製鉄所	加熱炉スキッド、サポート	SLW-17TW
		溶鋼鍋カバー	SLW-17TW
B社	A製鉄所	加熱炉スキッド、サポート	SLW-17TW
		加熱炉側壁	SLW-17LS
C社	A製鉄所	加熱炉スキッド、サポート	SLW-17TW
		溶鋼鍋処理フードカバー	SLW-17G-TW
D社	A製鉄所	溶鉄鍋カバー	SLW-17LS
		溶鋼鍋予熱カバー	SLW-17VW
		加熱炉スキッド、サポート	SLW-17TW
		均熱炉煙道	SLW-17G-TW
E社	A製鉄所	溶鋼鍋カバー	SLW-17TW
		溶鋼鍋予熱カバー	SLW-17TW
F社	A製鉄所	溶鋼鍋カバー	SLW-17TW
G社	A製鉄所	PCI設備 パーナータイル	SLW-17LS
H社	A製鉄所	溶鋼鍋カバー	SLW-17TW