

# 廃イオン交換樹脂を活用した 多孔質レンガ研究会

荒木窯業株式会社  
福岡県工業技術センター  
福岡県保健環境研究所  
株式会社地域システム研究所  
九州電力株式会社(オブザーバー)

2007. 07. 24

# 荒木窯業株式会社におけるレンガ製造

■創業 大正9年

■資本金 4,200万円

■主要製品

普通レンガ・舗装用レンガ  
建築用レンガ・レンガタイル  
環境保全型レンガ  
(透水性、リサイクル)

■製造能力

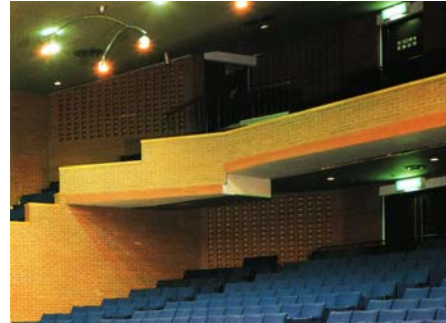
年間最大20,000トン





# レンガ開発の必要性

■ 多様な条件を伴うニーズが増加してきている

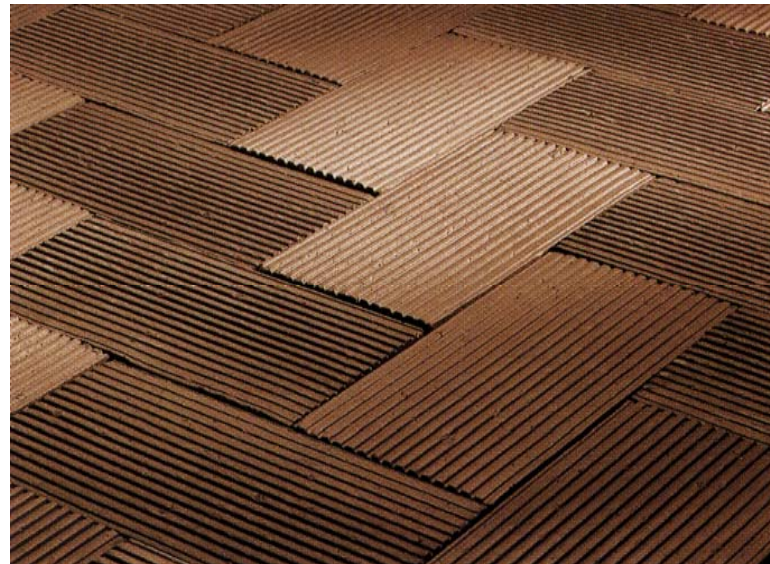


荒木窯業・新提案舗装材

**FREE WALKER**

**FUKUOKA DESIGN AWARD 2004**

マテリアル部門 奨励賞



# レンガ開発の方向性

**【デザインによる機能付加】**

+

**レンガとしての基本性能**

**素材や構造による機能付加**

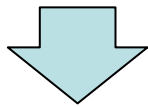
# 大目標

レンガの内部構造デザインを自由に  
制御し、高い機能性を付与する。

# 本研究前までの成果

## 優れた保水性・揚水性をもつレンガ

顕著な毛管現象を示す連続孔を多数内在させた特殊なレンガの製造に成功。



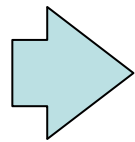
特許申請・公開済み  
特開2007-063104  
「多孔質セラミックス部材  
およびその製造方法」



普通レンガ 新規開発レンガ

## 中目標

レンガ内部により多くの空間を導入し、  
新奇の特性をもつレンガを開発する。



焼失性フィラーとして樹脂系廃材に着目



# 対象廃棄物の現状

**イオン交換樹脂**・・・高純度の水を必要とする施設では必要不可欠



陽イオン交換樹脂



陰イオン交換樹脂

- 火力発電所や原子力発電所の水処理
- 半導体工業で使用される超純水設備
- 石油化学や工場のボイラーに使用される大型純水装置
- プラスチック原料を合成する化学プロセスの触媒

定期的な再生処理を施し、繰り返し利用

母体であるポリマーの劣化、イオン交換能力の低下・・・使用不能

**廃棄物として焼却処理**

年間排出量・・・50トン～60トン(九州電力(株))



# 本研究の目的

廃イオン交換樹脂 = 焼失可能・形状や成分が安定した材料

↓  
気孔形成材として適用  
↓

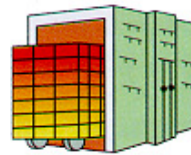
本研究の目的

**廃イオン交換樹脂を利用した多孔質レンガの製造**

【レンガ製造工程】



混合・成型



乾燥・焼成



レンガ製品

焼成中に廃イオン交換樹脂が焼失

→ レンガ内部に樹脂の形状を維持した球状の気孔を任意に導入できる



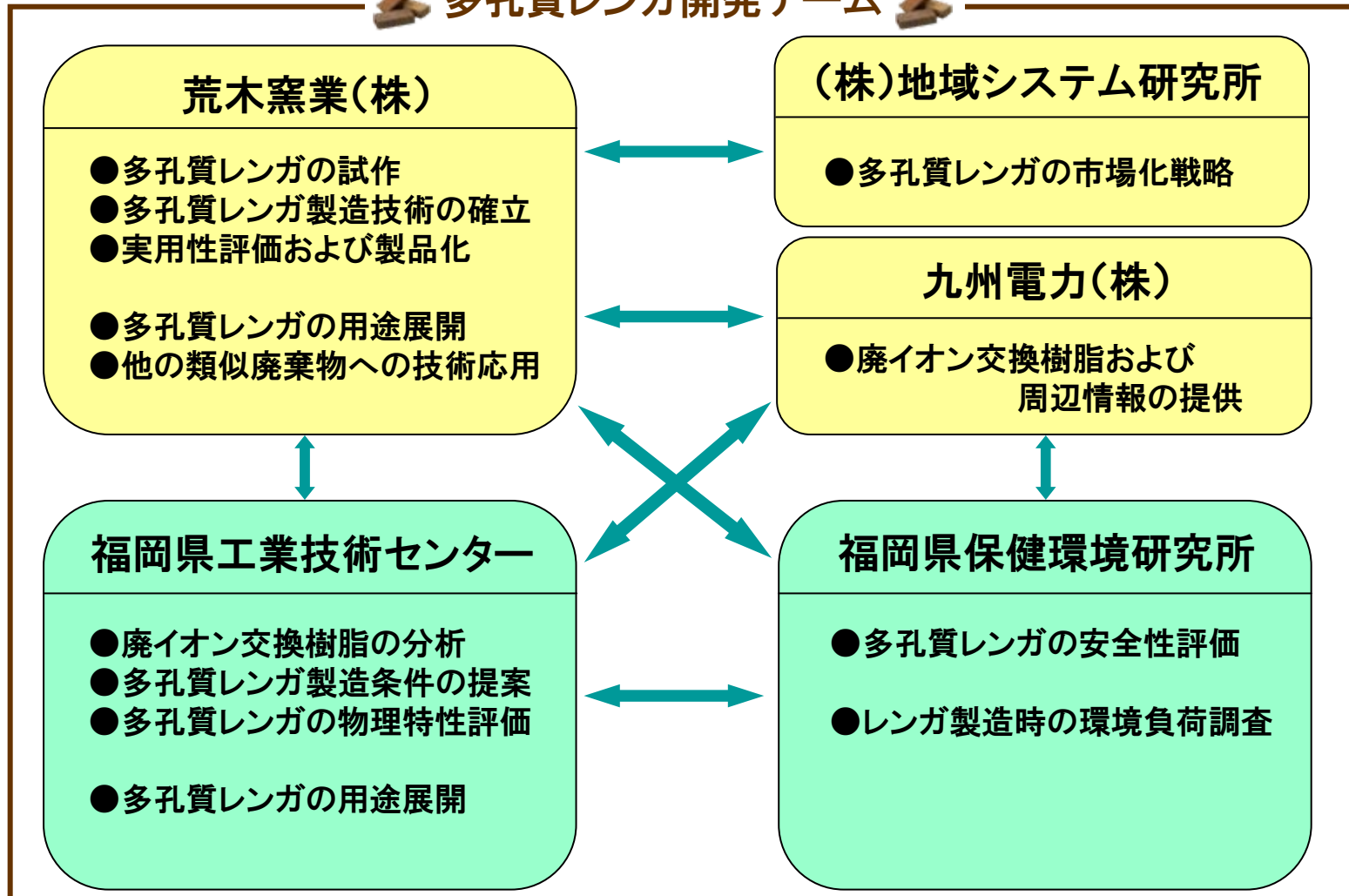
添加量 多



少

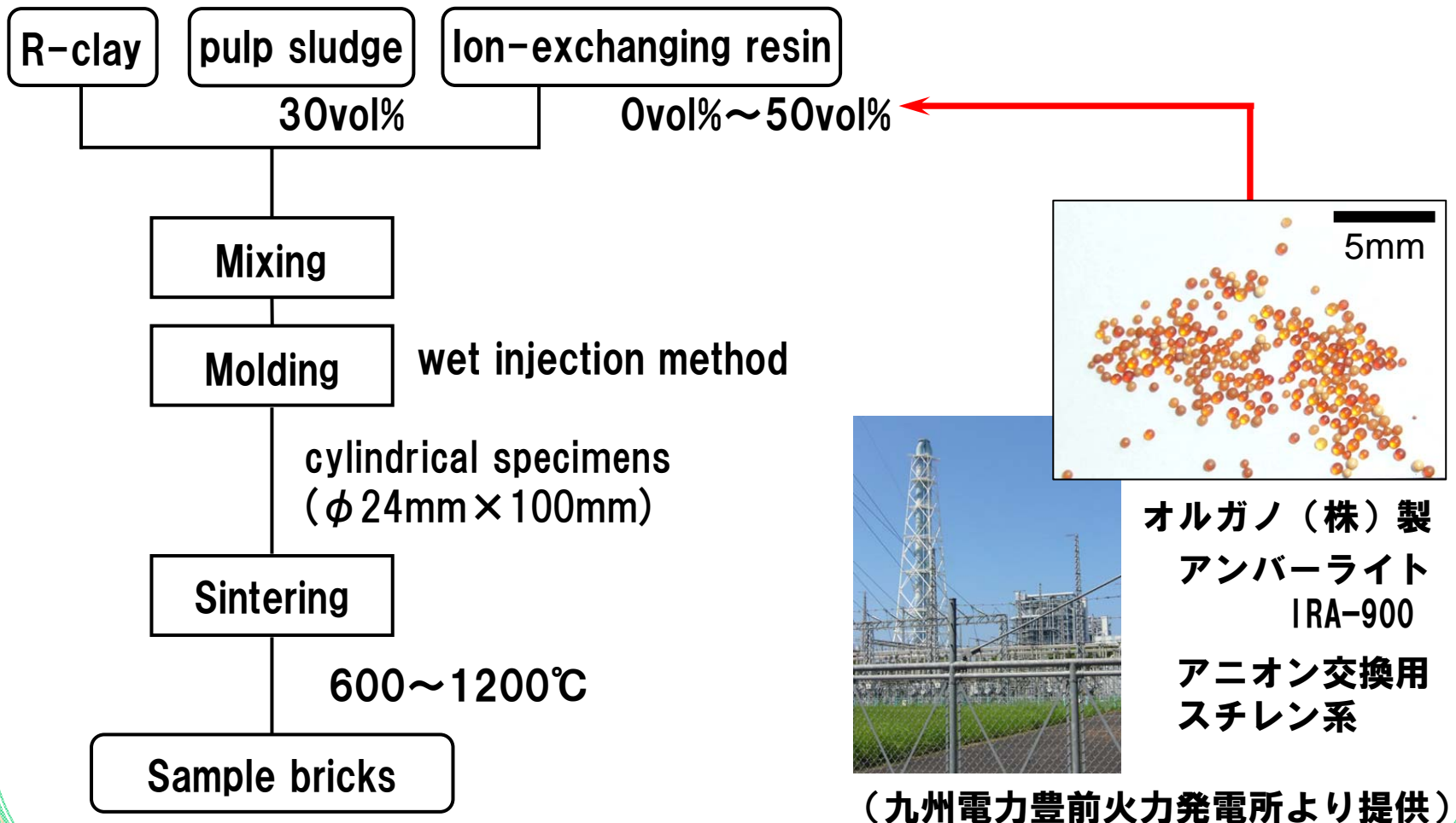
# チーム構成と分担

## 多孔質レンガ開発チーム



# 研究結果 1

## 【実験方法】





## 研究結果 2

## 【試料断面組織】

🔪 焼成温度1000°C

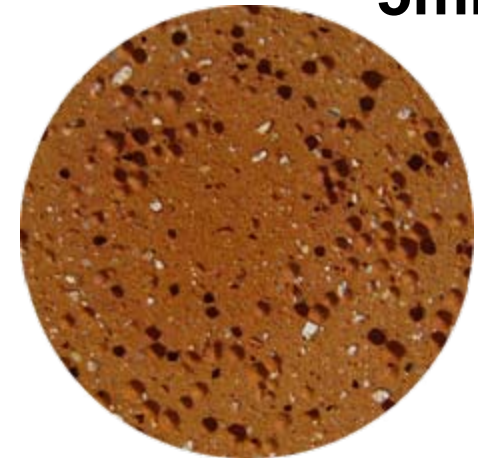
5mm



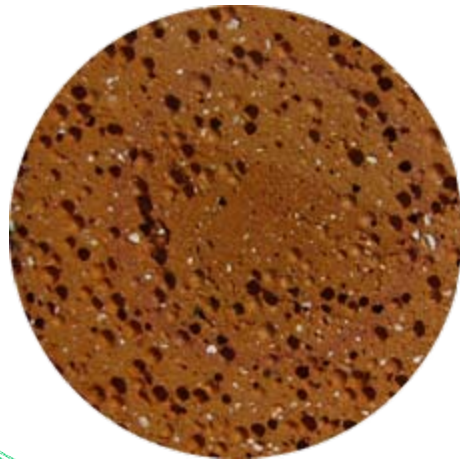
0%



10%



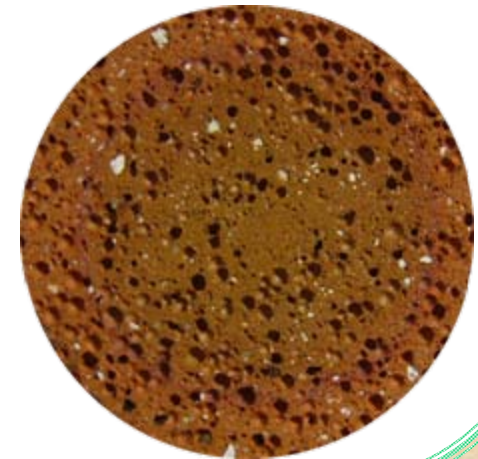
20%



30%



40%

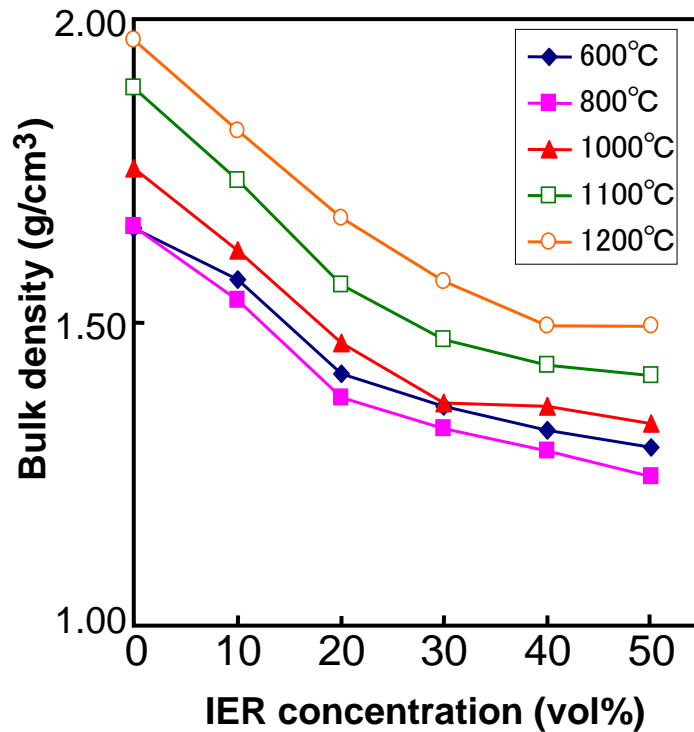


50%

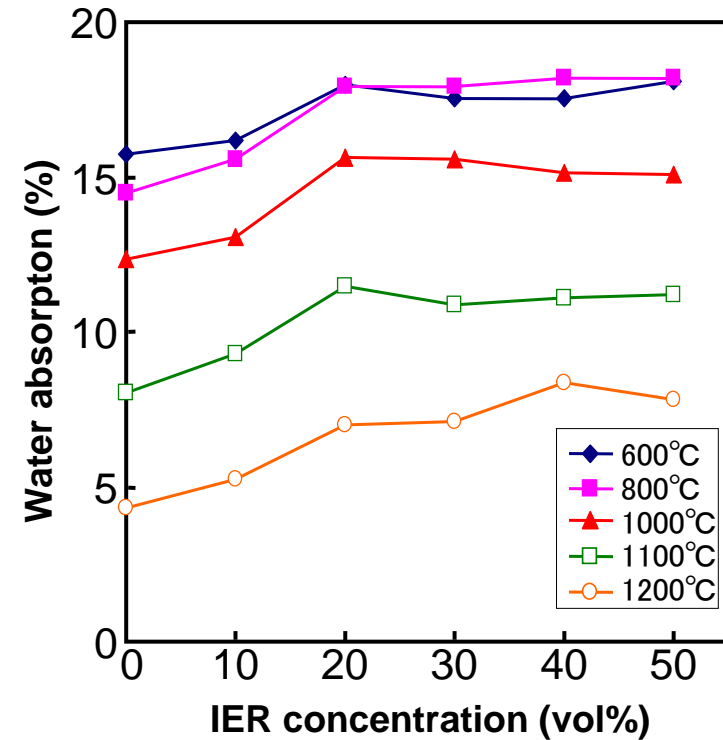


# 研究結果 3 【基本物性】

## [ 嵩密度 ]



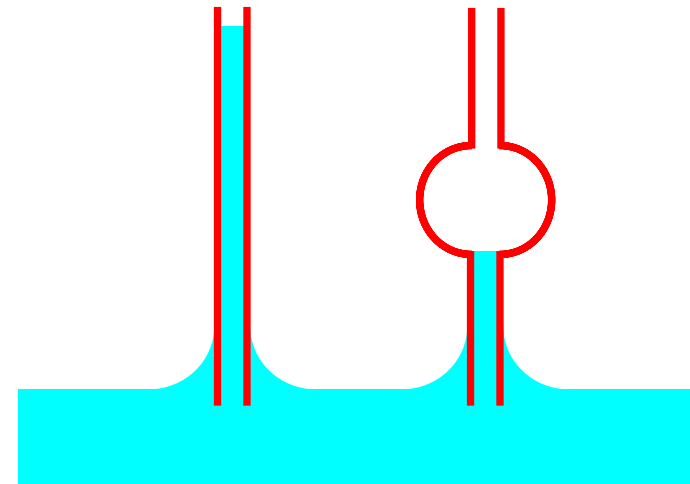
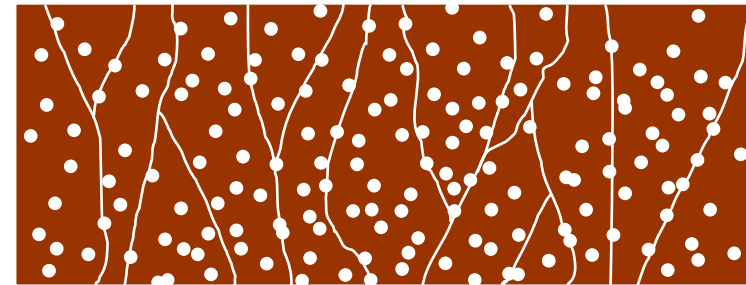
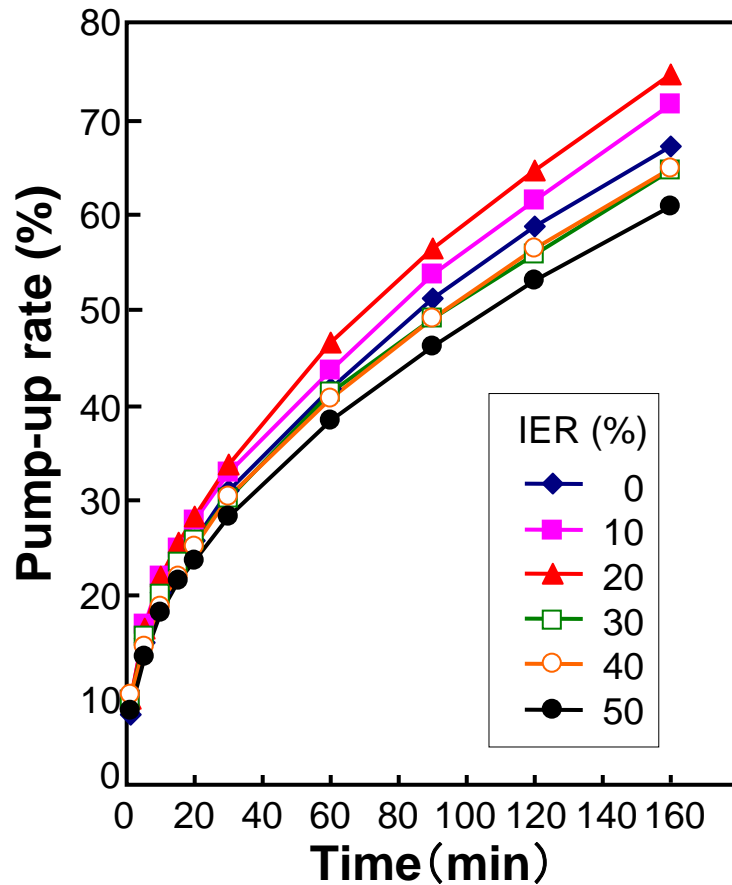
## [ 吸水率 ]



➡ IER添加量の増加とともに構造内の空孔量が増えていくが、吸水量を増加させる効果は20%添加で飽和する。

## 研究結果 4

## 【揚水率】



IERの添加によってレンガ構造内に空孔ができるが、多量に配合すると連続孔を寸断し、毛管現象による導水を抑制する傾向がある。

# 研究結果 5 【飽和係数】

## 飽和係数

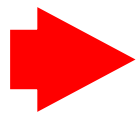
- レンガ類の耐寒性を示す係数。

$$\frac{24\text{hrs水中に浸けて吸水した水の重量}}{5\text{hrs煮沸して吸収した水の重量}}$$

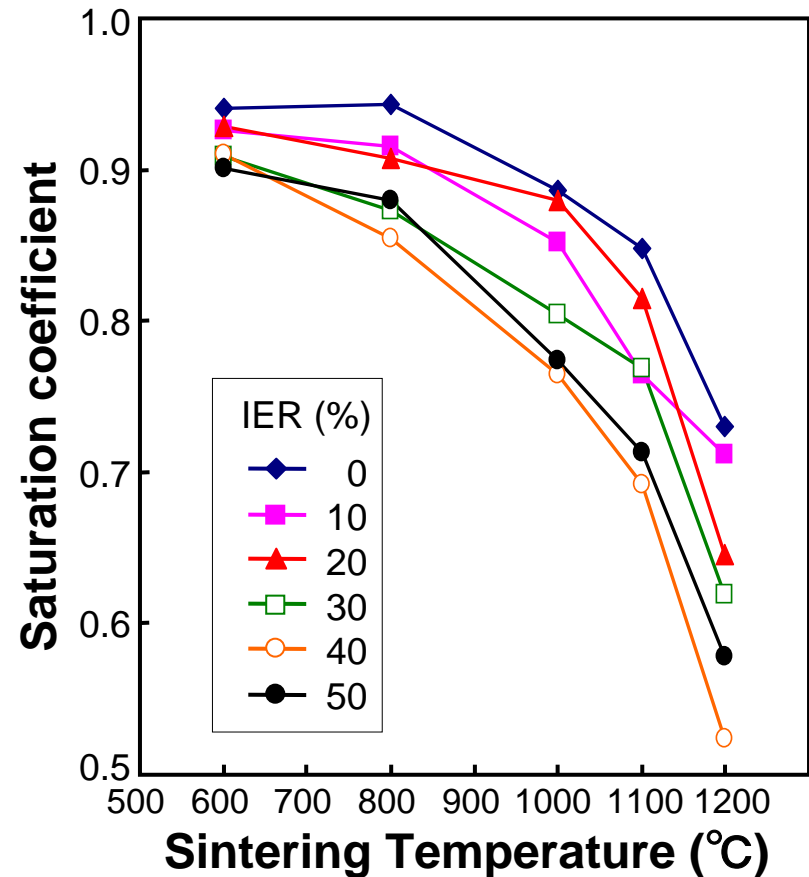
- 一般に0.80～0.85以上のレンガは、凍害を起こす可能性があると言われる。



レンガ構造内で水の膨張を許容できる能力の目安



IER添加量の増加とともに自然な吸水現象に寄与しない空間量が増す。(Standard sizeで0.55～0.65であった)



## 研究結果 6 【耐寒性】

### 凍結融解試験（JIS A5208に準拠）

- ・吸水させた試料に-20℃と室温の温度差を与えるサイクル試験。

試験体	破損するまでの試験回数（回）
廃イオン交換樹脂 添加レンガ(赤系)	15回以上
廃イオン交換樹脂添加 レンガ(ベージュ系)	15回以上
保水性レンガ(他社製品A)	1
保水性レンガ(他社製品B)	1
輸入レンガ(他社製品C)	1

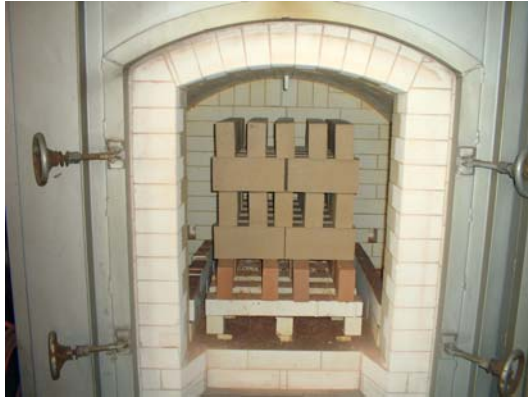
 市販されている保水性レンガに比べ、著しく高い耐寒性を有するレンガ設計が可能となった。 → **研究会メンバーにて特許出願済み。**



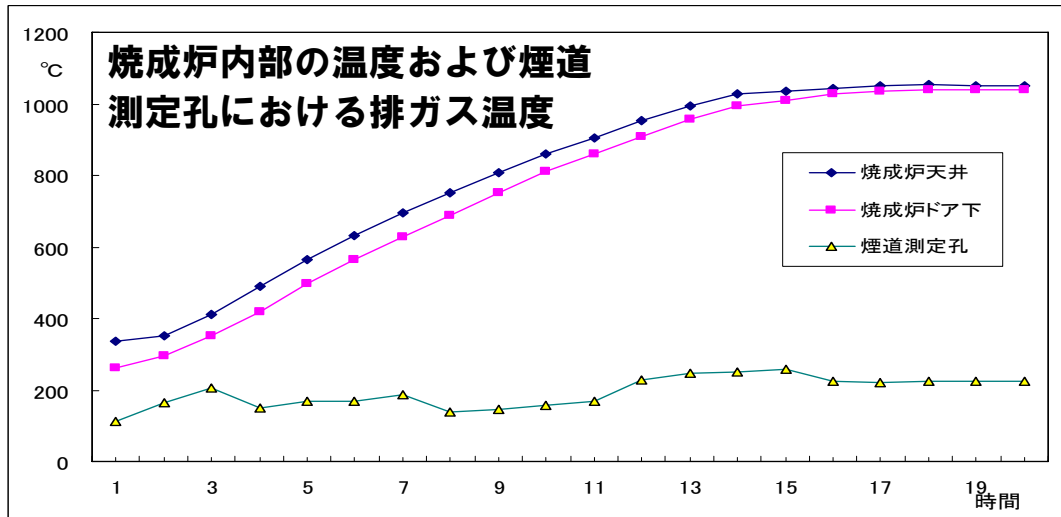
# 研究結果 7

## 【製造時の安全性】

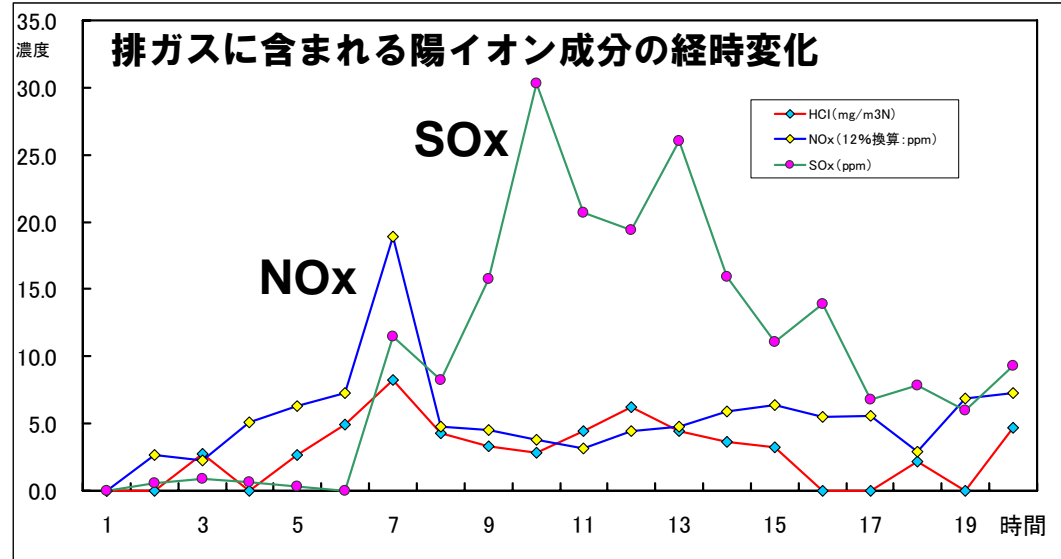
### 排ガス測定結果



焼成炉内部の状況（焼成開始直前）



炉内寸法	600mmW × 820mmL × 850mmH
最高温度	1400°C
温度制御	プログラムコントローラー
雰囲気制御	酸素濃度プログラム (酸化、還元、中性)
使用燃料	LPガス (最高消費量： 1.05kg/h × 6ヶ所)
煙突	φ200mm × 5400mm、傘付き



〈試算〉トンネル窯で1600個/時

SOx: 規制値の約70%

NOx: 規制値の約36%

## 研究結果 8

## 【製品の安全性】

## 溶出試験

環境庁告示  
第46号に準拠

pH	JIS K0102 12.1 ガラス電極法		10.3	10.9	—
電気伝導率	JIS K0102	μS/cm	1030	300	—
カドミウム	JIS K0102 55.3 ICP発光分光分析法	mg/L	<0.01	<0.01	0.01
鉛	JIS K0102 54.3 ICP発光分光分析法	mg/L	<0.01	<0.01	0.01
全クロム	JIS K0102 54.4 ICP発光分光分析法	mg/L	<0.01	0.06	—
六価クロム	JIS K0102 65.2.1 ジフェニルカルバジド吸光度法	mg/L	<0.01	0.039	0.05
ヒ素	JIS K0102 61.2 水素化物発生原子吸光法	mg/L	0.002	<b>0.041</b>	0.01
水銀	昭和46年環境庁告示第59号 還元気化原子吸光法	mg/L	<0.0005	<0.0005	0.0005
セレン	JIS K0102 67.2 水素化物発生原子吸光法	mg/L	0.001	<0.001	0.01
フッ素	イオンクロマトグラフ法	mg/L	<b>1.4</b>	<0.1	0.8
ホウ素	ICP発光分析法	mg/L	0.78	0.89	1
鉄	JIS K0102 57.4 ICP発光分光分析法	mg/L	<0.01	<0.01	—
マンガン	JIS K0102 56.4 ICP発光分光分析法	mg/L	<0.01	<0.01	—
銅	JIS K0102 52.4 ICP発光分光分析法	mg/L	<0.01	<0.01	—
亜鉛	JIS K0102 53.3 ICP発光分光分析法	mg/L	<0.01	<0.01	—
ナトリウムイオン	イオンクロマトグラフ法	mg/L	57	8.8	—
カリウムイオン	イオンクロマトグラフ法	mg/L	21	0.8	—
マグネシウムイオン	イオンクロマトグラフ法	mg/L	1.2	0.3	—
カルシウムイオン	イオンクロマトグラフ法	mg/L	140	56	—
塩化物イオン	イオンクロマトグラフ法	mg/L	1.2	0.1	—
硫酸イオン	イオンクロマトグラフ法	mg/L	410	79	—

# 研究結果 9

## 【製品化の検討】

### ■ 当面の課題克服

#### [課題]

- ①内部および表面に空孔量が多いため、耐摩耗性や圧縮強度が低い。
- ②配合樹脂量に比例したヒ素の溶出が確認される。



#### [対応策]

必要以上に高い保水量を目的せず、実用性を重視して廃イオン交換樹脂の添加範囲を5%以下で再検討

廃イオン交換樹脂3%

保水量 0.17~0.18g/cm<sup>3</sup> (規格値:0.15g/cm<sup>3</sup>)

圧縮強度 41~56 N/mm<sup>2</sup> (規格値:32N/cm<sup>2</sup>)



試作品を作り、実際の歩道に施工試験を行なった。

# 研究結果 10

## 【試験施工】

### ■ 試験施工現場



今後、有楽町駅前再開発事業に採用される見込みで、これを突破口として更に改善を続けて行きたい。



# まとめ

窯業建材としてのレンガにヒートアイランド対応機能である保水性・揚水性の付与を目指し、内部構造制御に関する検討を行った結果、以下のような結論を得た。

- 🔪 球状の空孔形成材を用いると、連続孔を分断するため揚水性が低下するものの、バッファとなる空隙を形成することができる。
- 🔪 空孔形成材を活用することで、焼結体であるレンガにも保水性や揚水性を付与することができ、元来のデザイン性と合わせ、利用範囲が広がるものと期待される。
- 🔪 耐寒性の大きな建材設計方法として特許化した。
- 🔪 今後、荒木窯業（株）において生産ラインを確立し、製品物性の安定化を図る。