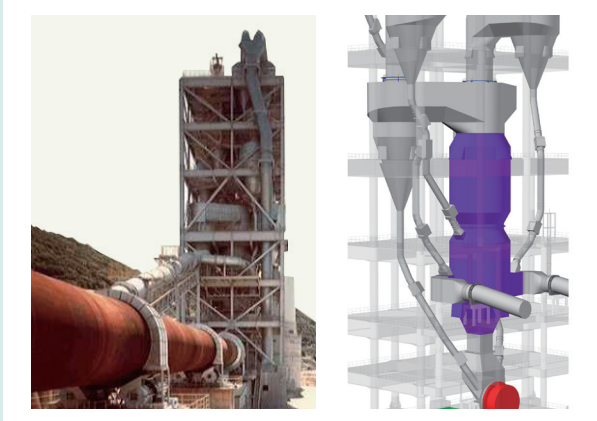


# KSV (低NO<sub>x</sub>型仮焼炉)

## — 厳しい環境規制のグローバル化に対応 —

Kawasaki Spouted Bed and Vortex Chamber (DeNO<sub>x</sub> Pre-Calcliner)  
— Addressing Global Trend of Strict Environmental Regulations



近年、世界各国で産業プラントのNO<sub>x</sub>排出量規制の導入や規制値の強化が進んでおり、セメント焼成炉においても例外ではない。日本ではNO<sub>x</sub>排出量が250ppm (O<sub>2</sub> 10%換算) 以下に規制されており、その対策として、特にロータリーキルン排ガス中NO<sub>x</sub>を低減させることが有効である。当社では、燃焼状態と燃料の混合状態を最適化することで、NO<sub>x</sub>の還元を促進することが可能な「KSV (低NO<sub>x</sub>型仮焼炉)」を開発し、その優れた脱硝性能により、排ガス中NO<sub>x</sub>濃度を約70%低減させた。

### まえがき

日本では高度経済成長を背景として、環境汚染問題に直面し、1975年にセメント焼成炉のNO<sub>x</sub>排出量規制が250ppm (O<sub>2</sub> 10%換算) 以下に設定された。これを受けて、セメント焼成炉におけるNO<sub>x</sub>排出量の低減対策が進められてきた。

### 1 背景

当社は1976年に、セメント焼成炉であるロータリーキルンから排出されるNO<sub>x</sub>の脱硝を目的とした「KSV (低NO<sub>x</sub>型仮焼炉)」を開発し、実機でその優れた脱硝性能を確認している。

その後、KSVの脱硝効果をさらに向上するため、種々の改良を加えて、2000年代以降中国を中心にKSVを用いたサスペンションプレヒータを52基受注し、NO<sub>x</sub>排出低減に貢献している。

### 2 脱硝のメカニズム

NO<sub>x</sub>は800~1,000℃の温度領域で、燃焼過程で発生する活性の高いHC (炭化水素ガス) などにより還元・無害化される。また、セメント原料が触媒となり、燃料未燃分に含まれるCO、Hなどの還元性ガスによっても分解される。

従って、ロータリーキルン排ガス中のNO<sub>x</sub>を効果的に脱硝するためには、セメント原料が存在し、KSVに吹き

込んだ燃料が過剰な状態で燃焼すると同時に、ロータリーキルン排ガスと十分に混合することが第一の要点である。

このとき、HCなどの還元性ガスが多いほど (燃焼場での空気比が小さいほど) 脱硝効率が向上するが、未燃分が燃焼する際にNO<sub>x</sub>が再生成されるので、最適の空気比に設定することと、KSV炉内で極力少ない空気により未燃分を完全燃焼させること、すなわち、脱硝後の未燃分と余剰空気との混合を良好にすることが第二の要点である。

### 3 KSVの構造・機能・特長

#### (1) 構造・機能

KSVの構造を図1に示す。

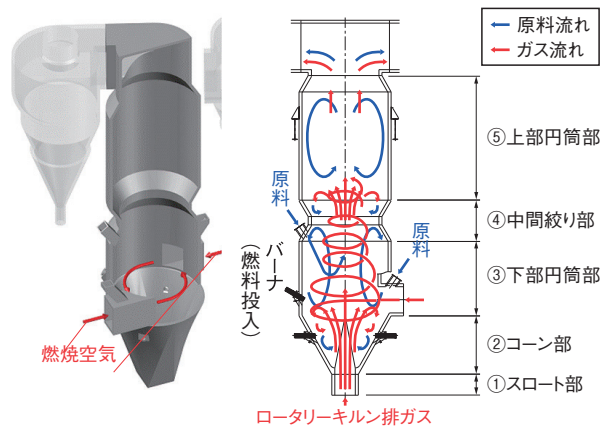


図1 KSVの構造  
Fig.1 Structure of KSV

KSVの各部位は、以下の機能を有する。

① スロート部

ロータリーキルン排ガスを整流させ、KSVの主燃焼室であるコーン部に直接導入する。

② コーン部

導入されたロータリーキルン排ガスは噴流となり、投入された一部の原料と共に噴流層を形成する。

その低酸素濃度の噴流層に一部の燃料を吹き込み、燃料過剰の状態での燃焼することにより、発生する還元性ガスを効率よく攪拌・混合する。

③ 下部円筒部

水平方向に導入する燃焼空気が旋回流を形成し、コーン部における還元性ガスの攪拌・混合を促進するとともにロータリーキルン排ガスと効率よく混合し、燃料未燃分を燃焼させる。

また、残りの燃料を吹き込み、上記の混合効果により燃焼が均一化されながら、原料と効率よく熱交換する。

④ 中間絞り部

中間部に絞りを設け、下部円筒部内の燃焼・混合性を良好にし、炉内ガスの吹き抜けを減少させることで原料滞留時間を増加させる。

残りの原料を中間絞り部直下に投入することで炉内ガスの吹き抜けを防止するとともに、中間絞り上部に補助噴流層が形成され、原料滞留時間をさらに増加させる。

⑤ 上部円筒部

中間絞りからの炉内ガス流れと旋回流が完全に混合する部位で、極力少ない空気により脱硝後の未燃分を完全燃焼させる場であり、十分な内容積を確保する。

(2) 特 長

(i) 低 燃 費

噴流層と旋回流の相乗効果により、燃料の燃焼効率よく、原料と熱ガスとの熱交換効率もよいため、燃料消費を抑えられる。

(ii) 安定運転

燃料を分散燃焼とすることで、炉内温度分布が均一化される。また、炉内壁は旋回流により原料で覆われるため、ホットスポットが発生せず、コーティング（固着）がほとんどつかない安定運転ができる。

(iii) 低NO<sub>x</sub>排出

還元雰囲気内において、燃料過剰の状態での燃焼することで、HCなどの還元性ガスの発生を促進させ、ロータリーキルン排ガスとの攪拌・混合により排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度を低減させる。

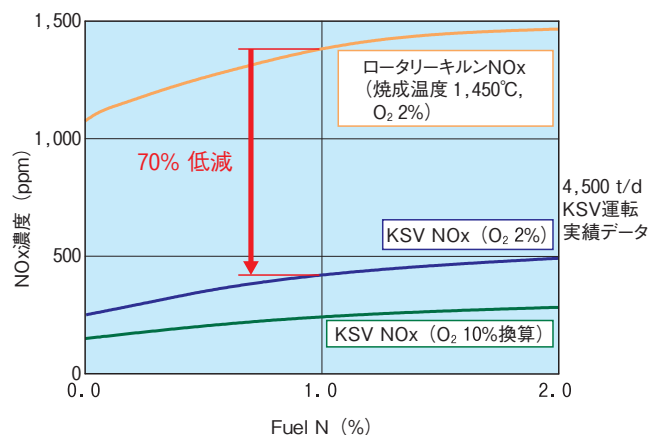


図2 KSVの脱硝効果  
Fig.2 Denitration effect of KSV

4 KSVによる大幅な脱硝効果

ロータリーキルンで発生するNO<sub>x</sub>はFuel N（燃料中のN分）の割合に影響し、その大半は、高温で窒素と酸素が反応するThermal NO<sub>x</sub>である。ロータリーキルンでは通常、焼成温度を1,450℃程度に維持するため、ロータリーキルン排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度は図2に示すように1,000～1,500ppmと高い値になる。

一方、サスペンションプレヒータの仮焼炉では燃焼ガス温度が900℃程度と低いいためThermal NO<sub>x</sub>の発生は少なく、脱硝効果がない場合でも、ロータリーキルン排ガス中のNO<sub>x</sub>は希釈され、NO<sub>x</sub>濃度は40～50%に低減される。さらに、KSVの場合は燃料の一部を低酸素濃度のロータリーキルン排ガス中で燃焼させ、積極的に還元性ガスを発生させるため、ロータリーキルン排ガス中のNO<sub>x</sub>を40～45%脱硝することができる。

このように、KSVによる総合効果としてはロータリーキルン排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度に対して、KSV排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度は約70%低減（O<sub>2</sub> 2%）でき、図中の緑線で示すように排出量規制250ppm（O<sub>2</sub> 10%換算）を達成した。

あ と が き

今後も世界各国でNO<sub>x</sub>排出量規制の導入や規制値の強化が進むと予想されるため、KSV脱硝性能の優位性を活かして、さらなる海外展開をしていく所存である。

〔文責 プラント・環境カンパニー 産機プラント総括部 産業プラント部 吉永 昭宏／松岡 拓也〕

〔問い合わせ先〕 プラント・環境カンパニー  
産機プラント総括部 産業プラント部  
Tel. (078) 682-5216, Fax. (078) 682-5539