

技術資料

鑄造用 CERAMIC FILTER의 利用

김 성 섭\* 이 정 석\*\* 이 용 원\*\*\*

1. 서 론

鑄造에 종사하는 사람들이 가장 많이 부딪치는 주조 결함중의 하나는 비금속재개물, 슬랙의 잔존물, 내화재입자 및 주물사입자등에 의한 재개물혼입 ( inclusion ) 불량이다.

이는 건전한 주조품의 생산을 방해하여 표면결함, 가공성저하, 불량율증가등 바람직하지 못한 요인을 유발시킨다. 이에 대한 종래의 대책으로는 탕구방안을 조정 하든지 또는 스트레이너 장치가 쓰이기도 했다.

그러나 이러한 노력에도 불구하고 개재물에 의한 불량은 계속 일어나고 있다. 더욱이 슬랙을 여과하기 위해 복잡해진 탕구방안으로 인하여 상당한 수율감소와 아울러 수반되는 취급 및 재용해의 경비가 추가로 소요된다. 만일 탕구방안이 고유의 목적인 용탕의 수송에만 사용되고 어떠한 형태의 filter가 효과적으로 개재물을 제거할 수 있다면 바람직스러운 결과를 얻게 될 것이다.

최근 FOSECO에서 Sedex라 칭하는 특수 ceramic filter를 개발, 현장적용 결과 우수한 효과가 있는 것으로 알려져 실용화되고 있어 국내 주물업계에 소개하므로 품질 및 원가면에서 보탬이 되고자 한다.

2. Ceramic Filter의 특성

Ceramic filter는 80~82%의 氣孔率을 갖는 3次元構造의 Si-C系鑄鐵用 회색 filter로서 그림1에 나타낸 바와 같이 氣孔들이 서로 연결되어서 熔湯중에 잔존하는 2 $\mu$ m의 작은 粒子까지도 완벽하게 제거할 수 있다. 따라서 ceramic filter의 여과기구는 ① 큰 介在物과 dross는 ceramic filter의 입구에서 제거되며 ② 微細한 介在物과 슬랙은 ceramic filter의 内部氣孔에서 포집되며 ③ ceramic filter

를 통과한 熔湯에서 더 이상의 와류나 再酸化가 생기지 않게끔 조용한 흐름을 유도하는 것. 등으로 되어 있다.

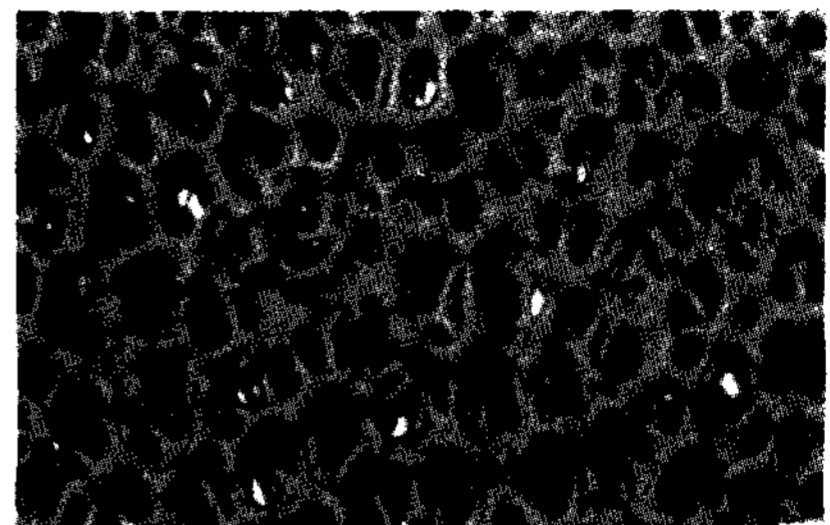


그림 1. Ceramic filter의 형상

따라서 ceramic filter의 입구에서 여과된 dross 및 주물사입자를 그림 2에 나타내며 내부에서 포집된 미세한 介在物을 그림 3에 나타낸다. 또한 ceramic filter에 의한 介在物의 제거 상태를 그림 4에 표시한다.

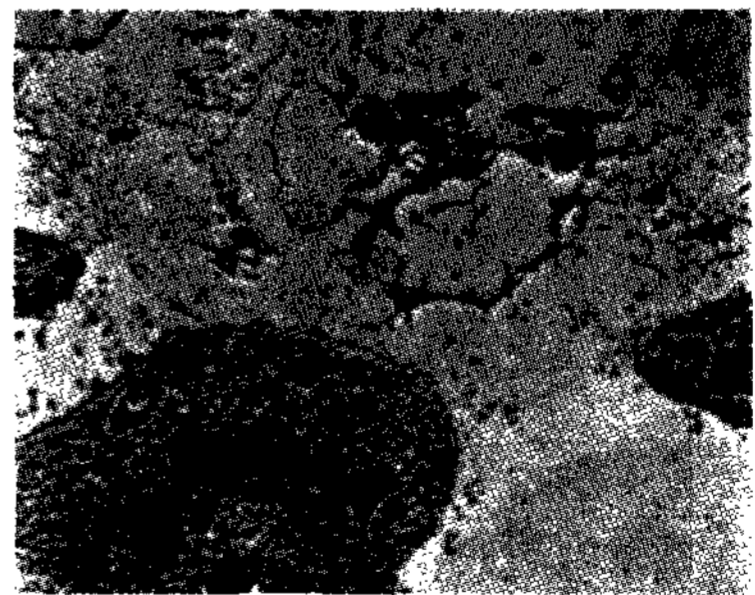


그림 2. Ceramic filter 입구에서 여과된 dross 및 주물사입자 (x25)

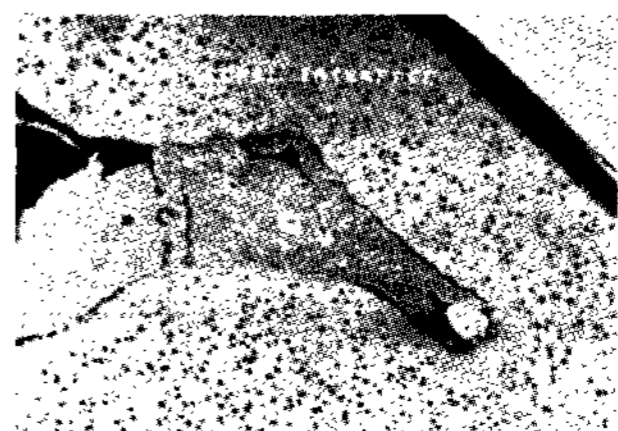


그림 3. Ceramic filter 내부에서 포집된 미세한 개재물 (x28)

\* 기아산업(주)이사  
\*\* 한국호세코(주)차장  
\*\*\* " 이사

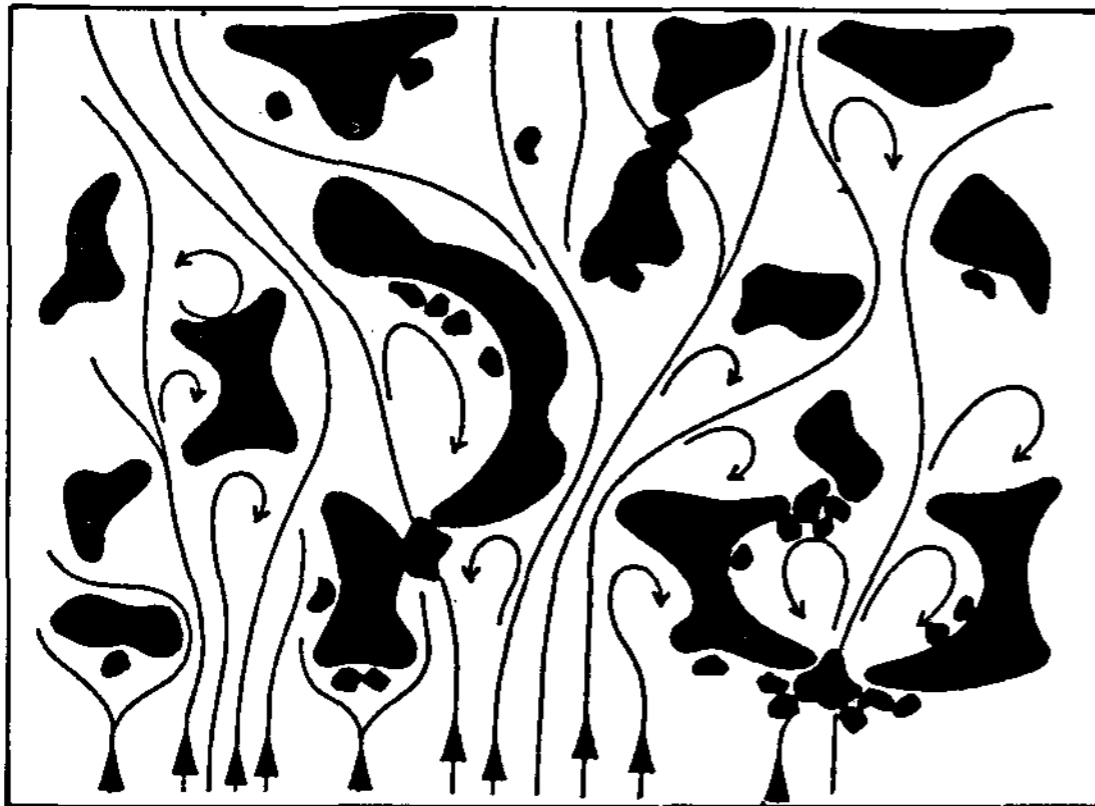


그림 4. Ceramic filter에 의한 개재물의 제거 형상

이들 ceramic filter에 가능한 최대주입 溫度는 1,500 C이며, 표면적/부피는 2,000m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>로서 抗折

荷重은 0.8kg/cm<sup>2</sup>이상으로 되어 있다.

### 3. Ceramic Filter의 효과

Ceramic filter의 사용으로 인한 효과를 열거 하면 다음과 같다.

#### 1) 탕도단축에 의한 수율향상

球狀黑鉛鑄鐵品인 crankshaft에 대하여 단중 21kg에 대하여 ceramic filter의 적용 전후의 용탕의 수율을 표1에 표시한다.

표1에 나타낸바와같이 filter 사용전 보다 filter의 사용후는 20%의 수율을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

또한 표2는 각종 製品에 대하여 ceramic filter 사용 전후의 수율을 비교하였다.

표1. Ceramic filter 사용전후의 수율비교

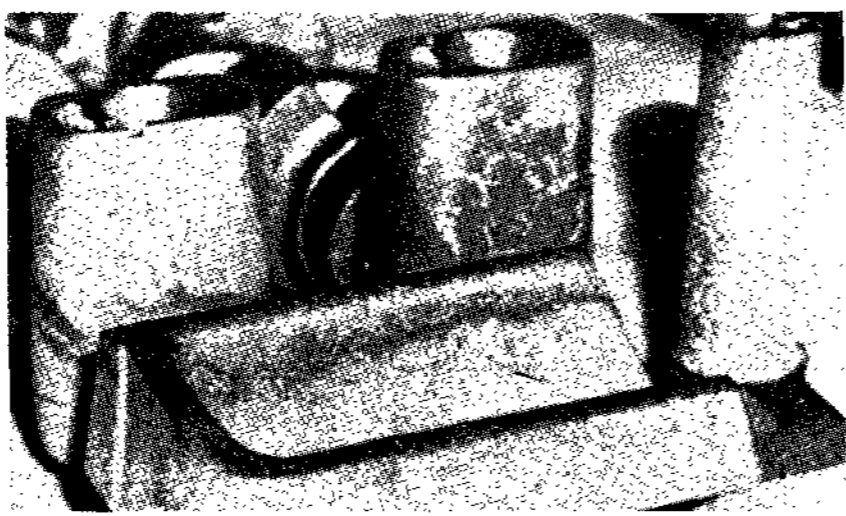
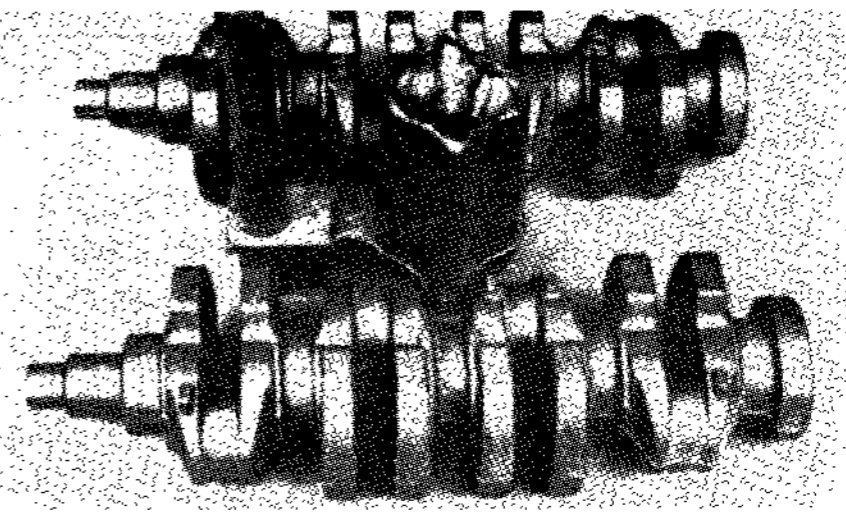
	사 용 전	사 용 후
제 품 명	Crankshafter	Crankshafter
주 조 방 안		
제 품 단 중 (kg)	21	21
주형상자당제품수	2	2
탕구 및 압탕중량(kg)	18	4.5
수 율 (%)	$\frac{2 \times 21 \text{ kg}}{2 \times 21 \text{ kg} + 18 \text{ kg}} \times 100 = 70$	$\frac{2 \times 21 \text{ kg}}{2 \times 21 \text{ kg} + 4.5 \text{ kg}} \times 100 = 90\%$

표2. Ceramic filter의 사용에 의한 수율 향상의 예

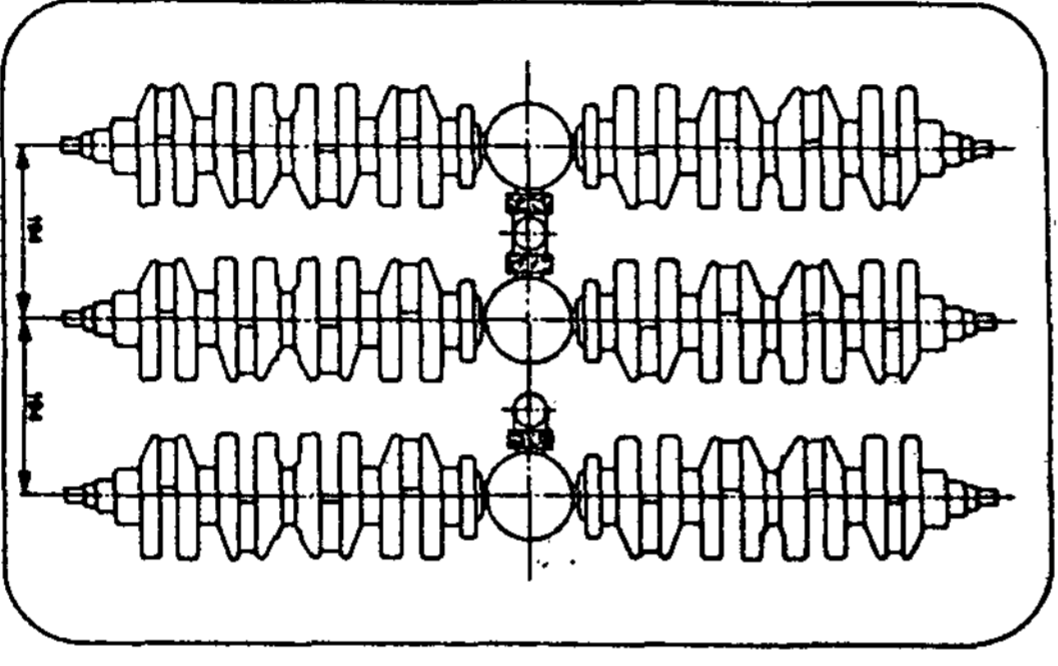
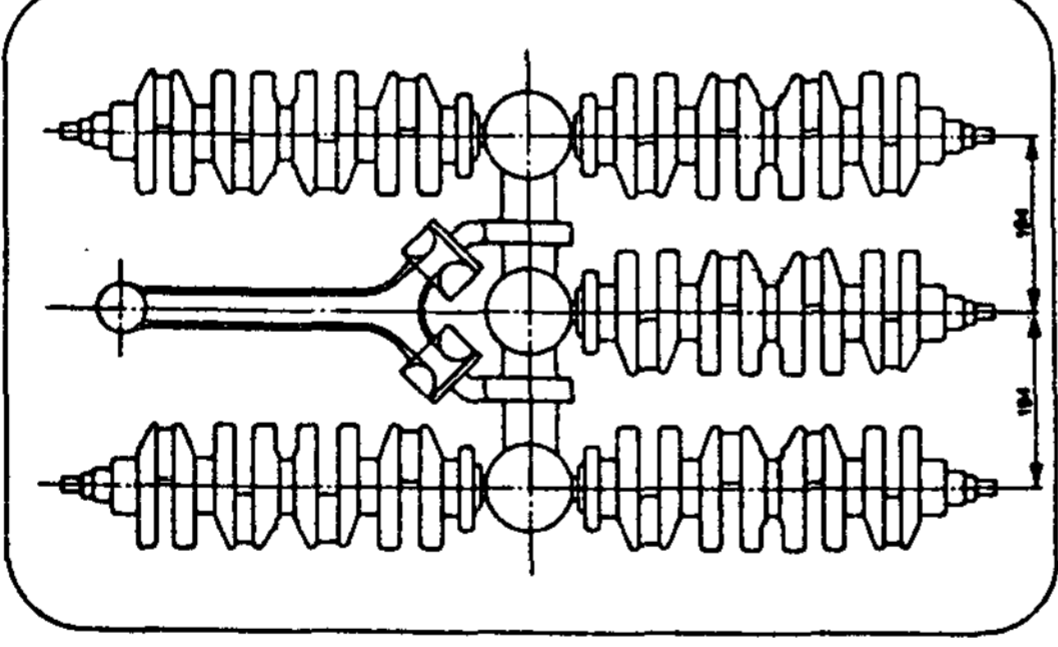
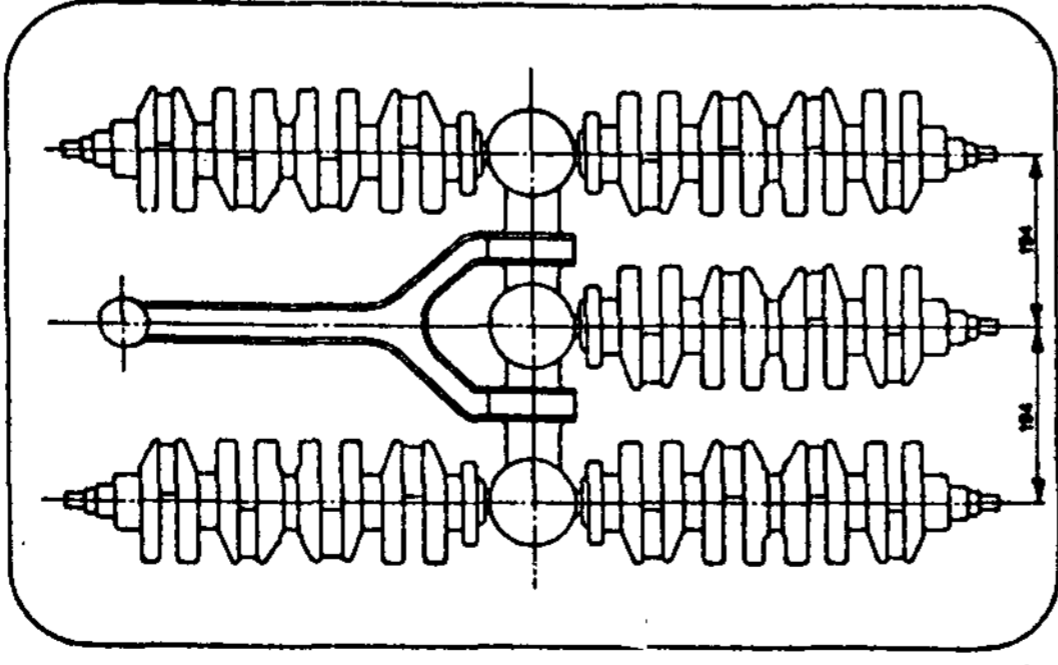
주 조 품	단 중(kg)	filter 사용전		filter 사 용 후		
		압탕/탕구중량(kg)	수 율(%)	사용 filter	압탕/탕구중량(kg)	수 율(%)
Rear axle housing	11.5	18.1	38.9	50×50	6.7	63.2
Axle cover	11×2	10.8	67	50×50	8.9	71
Fly wheel	12.7×5	23.5	73	50×50×2	15.5	80
Differential housing	25×6	98	60	50×100×2	85	64

2) 생산성 증대

Ceramic filter 사용으로 인하여 동일 주형상자 ( flask ) 에서 주조할 수 있는 주조품의 수를 증대 시킬 수 있음을 crankshafter 을 예로서 표 3 에 나타낸다.

종래의 주조방안에 대하여 ceramic filter 를 2개 사용하는 경우와 3개 사용하는 경우를 비교하였다. Ceramic filter 를 3개 사용하는 경우는 주조품의 수를 증대시킬 뿐만 아니라 회수율의 증가도 나타내고 있다.

표 3. Ceramic filter 사용에 의한 주조품증대 예

구 분	주 조 방 안	비 고
종래의 주조방안		Crankshaft 중량 : 19.5 kg 주입중량 : 133 kg 수율 : $\frac{5 \times 19.5}{133} \times 100 = 73 \%$
Ceramic filter 2개 사용 ( 50 × 75 )		상 동
Ceramic filter 3개 사용 ( 50 × 50 )		Crankshafter 중량 : 19.5 kg 주입중량 : 147.5 kg 수율 : $\frac{6 \times 19.5}{147.5} \times 100 = 79.3 \%$

3) 介在物 不良 감소

특히 球狀黑鉛의 경우 Enstatite ( $MgSiO_3$ ), Forsterite ( $Mg_2SiO_4$ ) 등에 의한 불량억제 효과가 현저하다.

4) 탕도방안의 단순화

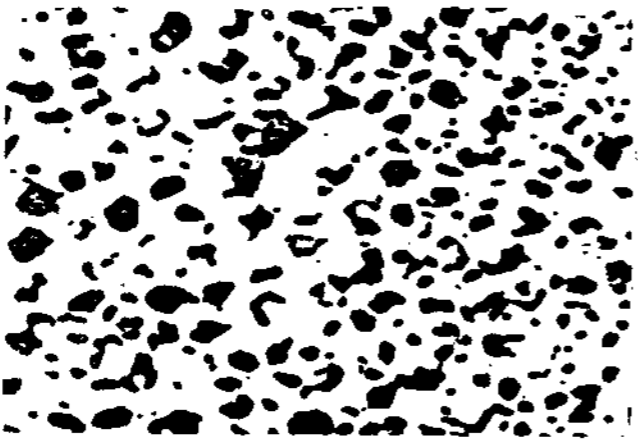
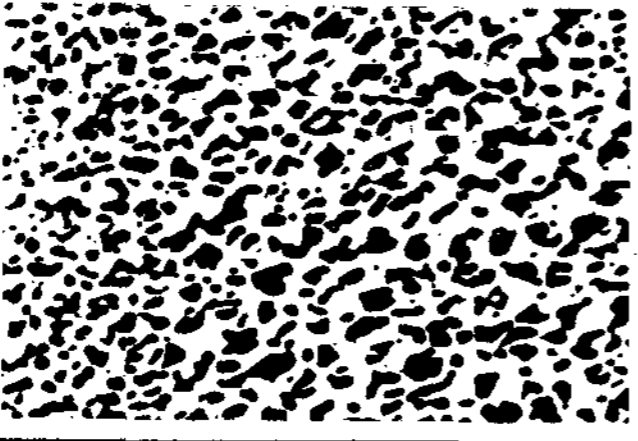
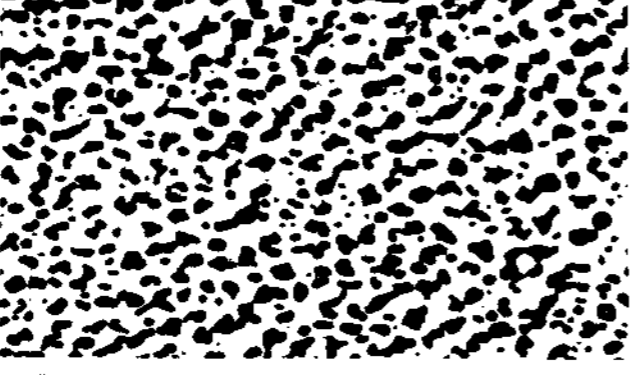
종래의 탕도방안 개념에서는 탕도가 단순한 熔湯의 통로일 뿐만 아니라 dross 및 슬래의 혼입을 배제해

야 한다는 이중의 역할을 해야 하므로 그의 설계에 상당한 時間과 노력이 소비되곤 했다. 그러나 ceramic filter의 채택으로 탕도는 단순한 熔湯수송의 임무만을 갖게 되었다.

5) 기 타

최소의 가공여유, 기계적 성질향상, 조업안정의 2차적 효과를 기대한다.

표4. Ceramic filter의 종류

종 류	형 상	적 용 재 질	크 기
10 PPI		灰鑄鐵 球狀黑鉛鑄鐵	50 × 50 × 22T 및 75 × 75 × 22T가 標 準이나 이 밖에도 다양 한 형태 및 규격이 있 다.
20 PPI		灰鑄鐵 可鍛鑄鐵	
30 PPI		可鍛鑄鐵	

비고 : PPI = Pores per Inch<sup>3</sup>

표5. Ceramic filter의 여과능력 (10 ppl, 22mm<sup>t</sup>)

size (mm)	최대처리능력 (kg/sedex)		유 속 (kg/sec)		최대 허용 탕도면적(mm <sup>2</sup> )
	球狀黑鉛鑄鐵	灰鑄鐵	球狀黑鉛鑄鐵	灰鑄鐵	
30 × 50	30	60	3	4	420
50 × 50	50	100	4	6	700
50 × 75	75	150	6	9	1,050
50 × 100	100	200	8	12	1,400
75 × 75	110	220	9	14	1,570

#### 4. Ceramic filter의 종류 및 적용방법

Ceramic filter의 종류는 filter의 氣孔에 의하여 10 PPI (pores per inch<sup>3</sup>), 20 PPI 및 30 PPI로 분류한다. 이를 표 4에 나타낸다. 또한 종류별 사용하는 材質은 PPI에 따라 구분하고 있다. 한편 10 PPI에 대하여 22mm 두께를 기준으로 여과능력을 나타내면 표 5와 같다. 이들 자료는 절대치가 아니며 용탕의 청정도, 合金의 정도, 주조품의 형상에 따라 여과능력은 달라진다.

또한 시간에 따른 유속의 변동을 그림 5에 표시한다.

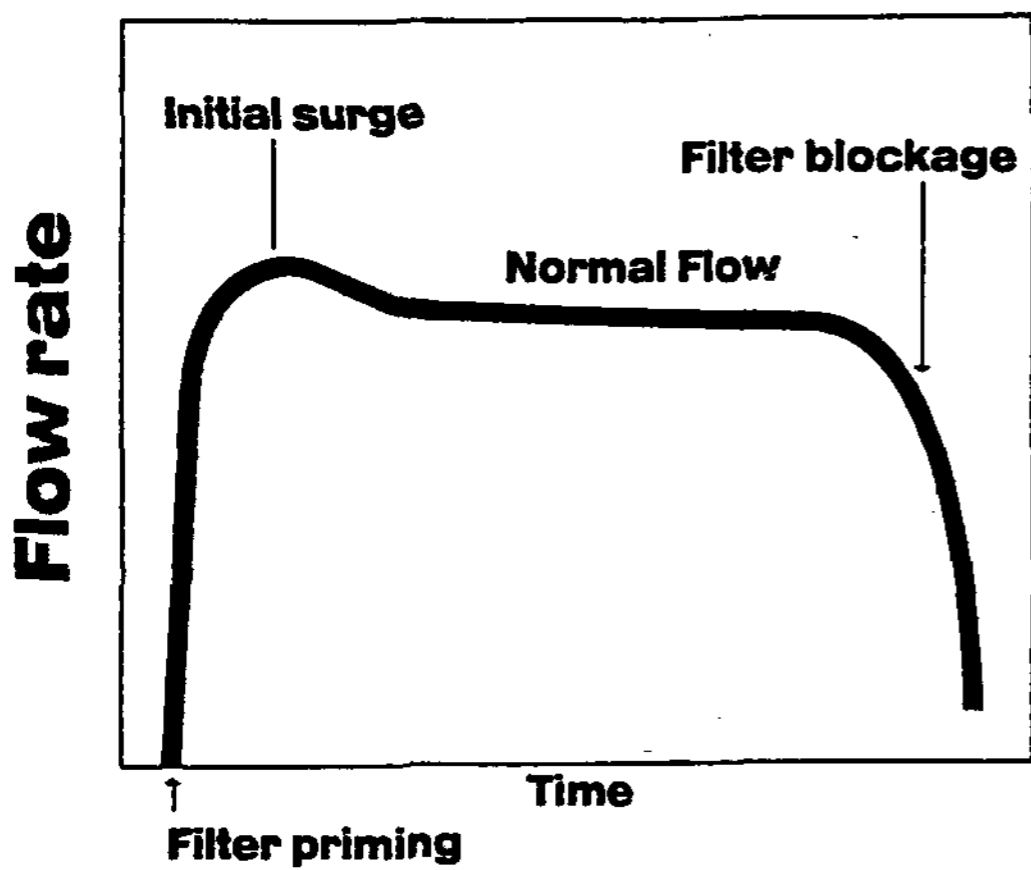


그림 5. 시간에 따른 유속의 변동

한편 球狀黑鉛鑄鐵의 경우 잔유 Mg의 량과 최대처리량의 관계를 표 6에 표시한다.

표 6. 잔류Mg와 최대처리량의 관계

잔류Mg (%)	50×50에 의한 최대처리량 (kg)
0.009	134
0.038	56
0.069	33

Ceramic filter의 적용에 있어서는 여과할 熔湯量을 계산하여 적당한 크기를 선정하여야 한다. 가능한 주조품에 근접하여 설치해야 하며 filter의 출구면적이 탕도면적보다는 커야 하나 filter를 지탱하기에 적당한 면적을 유지해야 한다. 예를들면 다음과 같다.

탕구면적을 S, filter의 입구면적을 FE, filter의 출구면적을 FO, 그리고 탕도면적을 R로 볼 때

ceramic filter의 적용시의 기본적 고려사항은 유속의 무리가 없게끔 S : FE : FO : R의 비율이 1 : 3 : 1.75 : 1로 조절되어야 한다는 점이다.

50×50-10 PPI의 filter인 경우를 보면 filter 면적 50×50=2,500 mm<sup>2</sup>중에서 최대한 filtering에 사용될 수 있는 면적(FE)을 44×47=2,068 mm<sup>2</sup>로 하여 나머지 6 mm 및 3 mm는 core print의 역할을 하게 한다.

따라서 FO는  $2,068 \times \frac{1.75}{3} = 1,206 \text{ mm}^2$ 이며 출구면의 한변의 길이는  $\sqrt{1,206} = 35 \text{ mm}$ 가 된다. S는 2,068 × 3 = 6,204 mm<sup>2</sup>이며 R 또한 6,204 mm<sup>2</sup>으로 된다.

즉, 50×50의 ceramic filter를 사용할 때 가장 이상적인 탕구방안은 다음과 같다.

S=6,204 mm<sup>2</sup>, FE의 사용변 44×47 mm, FO의 사용변 각 35 mm, R=6,204 mm<sup>2</sup>.

그러나 모든 鑄造品의 탕구방안 설계에 의외같이 복잡한 계산식을 응용하기는 비능률적이므로 Dummy라고 불리는 특수설치 模型으로 편리하고도 신속하게 적용시키고 있다. 이를 그림 6에 나타낸다.

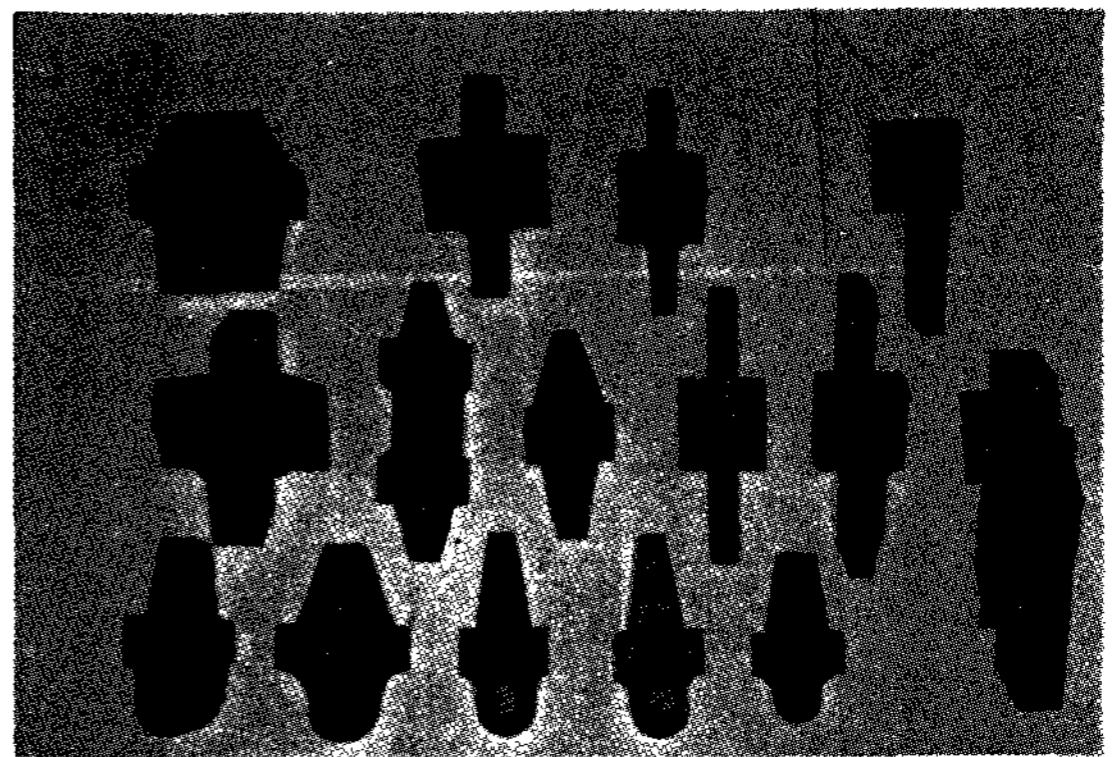


그림 6. Dummy의 형상

#### 5. 결 언

현재 이미 선진국에서는 ceramic filter를 manifold, fly wheel, differential housing, Crankshaft, hub 등의 자동차 부품과 高價의 合金주물 및 지극히 회수율이 낮은 가단주철의 pipe-fitting등에 적용하여 상당한 경제적 잇점을 입증시킨바 있다.

날로 고품질의 제품과 저원가가 요구되는 현 시점에서 ceramic filter의 응용은 필수적으로 검토되어야 할 것으로 사료된다.