

석탄밀 B/F 분산판 및 입구덕트 개조로 B/F 효율 향상

최근철* · 우태건 · 이용남 · 백종섭
(동양메이저 삼척공장)

1. 석탄밀 공정 소개

당사에서 운전중인 석탄밀의 주요 설비로는 석탄밀, 석탄 공급용 Extractor, B/F, 미분탄 이송용 Poldens System으로 구성되어 있으며, 킬른공정의 P/H로부터 유입되는 Hot Gas는 석탄밀과 B/F를 거쳐 Stack으로 배출되고 있다.

석탄밀은 Polysius사의 Vertical Roller Mill로서 분말도 8% 내지 10% 상태에서 시간당 32톤 이상을 생산하며, 미분탄의 수분은 1.5% 내지 2% 상태에서 관리한다.

B/F IDF 용량은 시간당 110,000A m^2 이며, 실제 97,000A m^2 이상의 풍량을 처리한다.

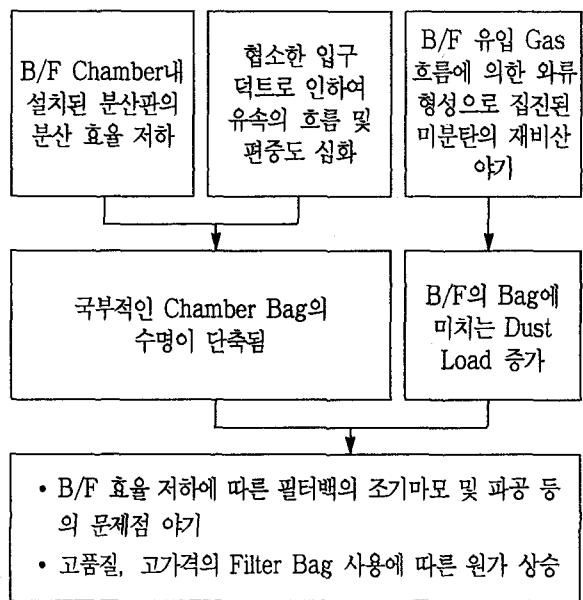
또한 B/F 필터백에 미치는 실제 Dust Load는 계산적으로 327g/A m^2 이다.

2. 개조 배경

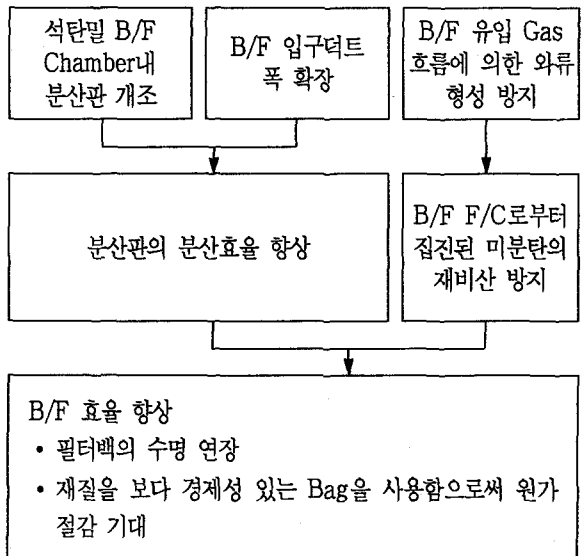
석탄밀 B/F 분산판 및 입구덕트 개조 배경은 다음과 같다.

〈표 1〉 석탄밀 현황

구분	운전 현황 (Capacity)	비고 (현상태)
Mill Type	Roller Mill	Polysius
Product	40 T/H	32 T/H
Fineness	12 %	8~10 %
Moisture	2 %	1.5~2 %
Hot Gas Source	Preheater	#4, 5K (2기)
B/F 용량 (A m^2 /h)	110,000	97,968
B/F Dust Load	364g/A m^2	327g/A m^2



3. 개조 목적



4. 석탄밀 B/F 구조 및 문제점

1) #1,2 석탄밀 B/F 구조

#1,2 석탄밀의 B/F 입구덕트는 7~11실에 걸쳐 백필터에 연결되어 있으며 너비는 3,000mm이다. 내부 분산판의 구조는 세개의 다공성 철판(A)이 입구덕트 정면에 나란히 놓여 있는 형태이며, 이득의 윗면은 샷갓 모양의 철판(B)과 측면은 편평한 철판(C)로 쌓여 있는 형태이다.

2) #1,2 석탄밀 B/F 문제점

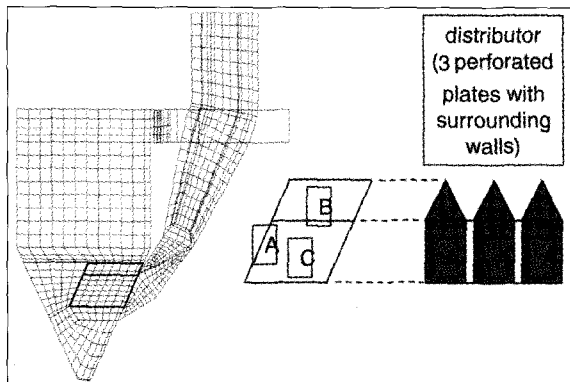
#1,2 석탄밀의 B/F 내부 유동장을 전산 모사한 결과는 다음과 같다.

즉, <그림 2>에서와 같이 입구덕트를 통하여 유입된 흐름은 분산판으로 향하지 않고 입구덕트 반대편 벽체에 부딪친 후 상하로 분산하고 있으

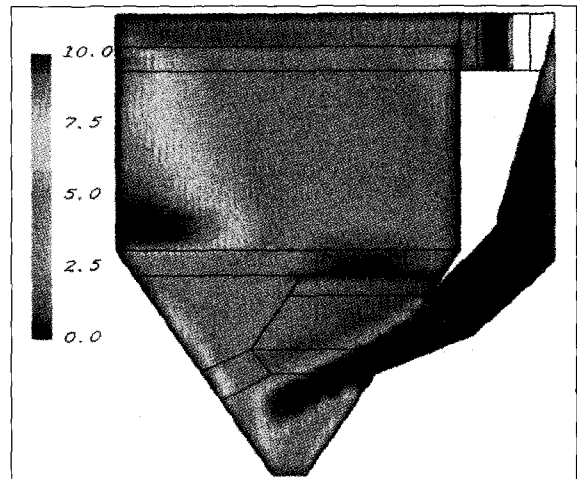
며, 이를 벡터로 나타내면 <그림 3>과 같다. 즉, 상승하는 흐름은 분산판 후면에서 와류를 형성하면서 백챔버로 상승하며, 아래로 내려가는 흐름은 B/F 하부 F/C 도달하며, 입구덕트측으로 와류를 형성하면서 상승하는 흐름 형태를 유지한다. 또한, F/C에서 이송중인 집진된 미분탄을 재비산시킬 뿐만 아니라 재비산된 미분탄은 상승 와류 흐름에 동반되어 백챔버까지 도달한다.

불합리한 분산판 구조로 인하여 B/F Chamber내 유속 분포의 불균일을 야기하며, 입구덕트 반대편 및 15실측에 국부적으로 빠른 유속 유동장을 형성하고 있다.

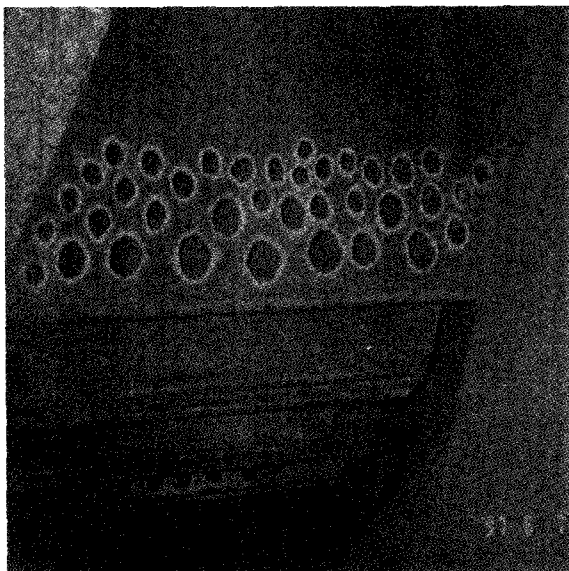
이로 인한 B/F Chamber내 국부적으로 빠른 유속 및 재비산된 미분탄의 Dust Load 증가로 인한 백필터의 조기마모 및 파공 등의 원인이 될



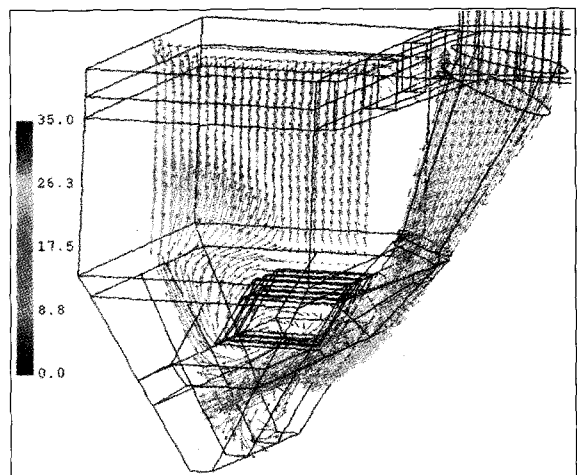
<그림 1> 1호 석탄밀 백필터의 mesh와 분산판 구조



<그림 2> #1 석탄밀 유속분포



<사진 1> #1,2 석탄밀 분산판 구조



<그림 3> 1호의 입구 단면에서의 속도벡터

것으로 보이며 실제로 B/F 점검시 8실 및 14, 15실측에서의 Bag을 편중 교환하고 있다.

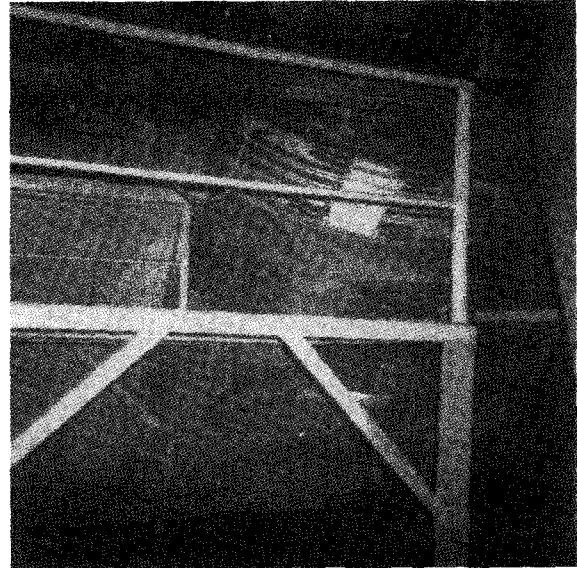
3) #3 석탄밀 B/F 구조

#3 석탄밀의 B/F 입구덕트는 백챔버 9실에 걸쳐 백필터에 연결되어 있으며 너비는 780mm이다. 내부 분산판의 입구덕트와 너비는 동일하며, 3개의 격판 Plate와 3개의 격판 Plate 사이에 4개의 Plate가 있는 구조로 되어 있다.

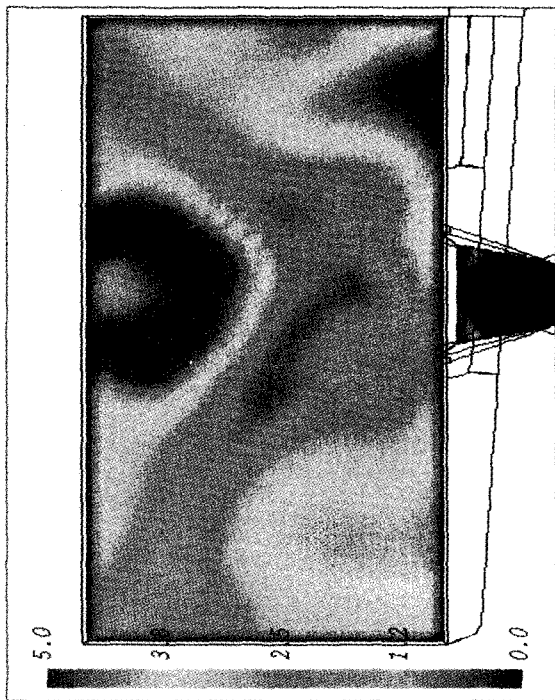
4) #3 석탄밀 B/F 문제점

#3 석탄밀의 B/F 내부 유동장을 전산 모사한 결과는 다음과 같다.

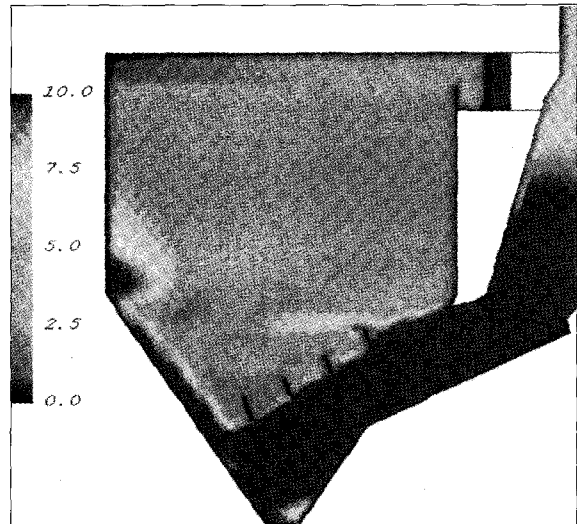
즉, <그림 6>에서와 같이 입구덕트를 통하여 유



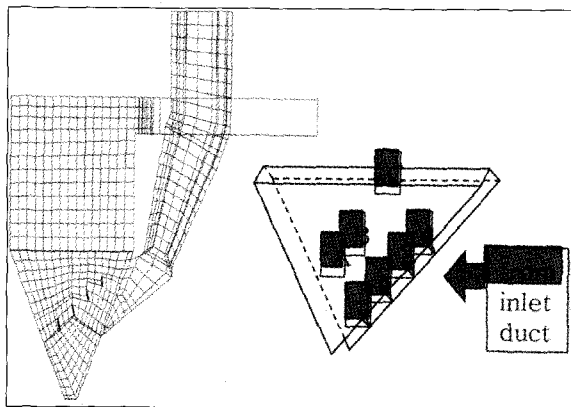
<사진 2> #3 석탄밀 입구덕트 구조



<그림 4> #1 석탄밀 유속분포

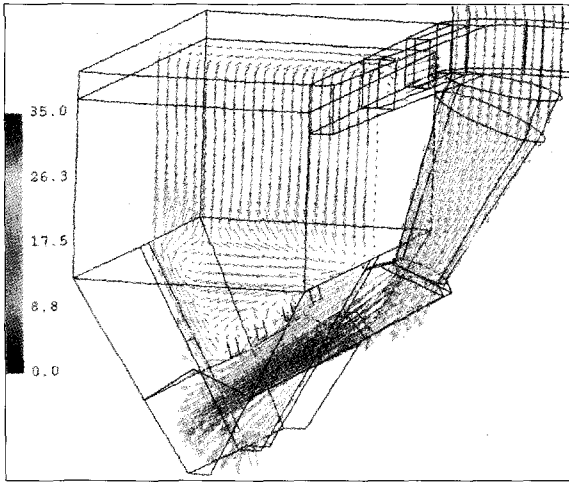


<그림 6> #3 석탄밀 유속분포



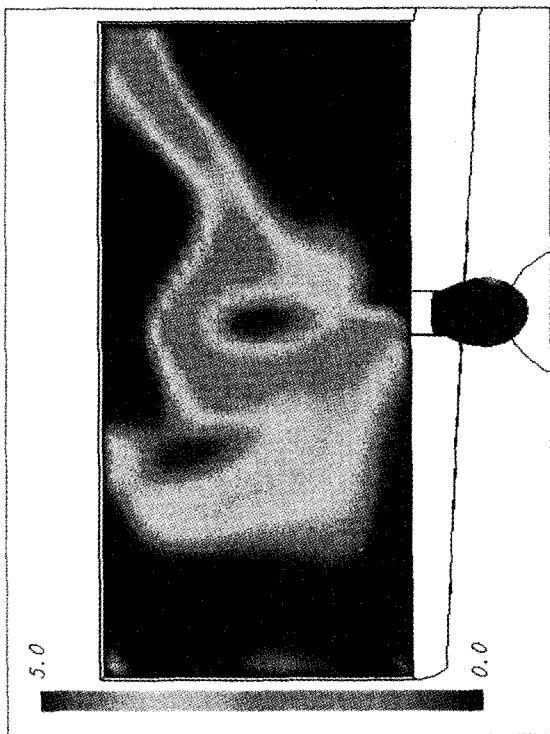
<그림 5> 3호 석탄밀 백필터의 mesh와 분산판 구조

입된 흐름은 분산판으로 향하지 않고 분산판의 하단에만 닿고 입구덕트 반대편 벽체에 부딪친 후 상하로 분산하고 있으며, 이를 벡터로 나타내면 <그림 7>과 같다. 즉, 상승하는 흐름은 분산판 후면에서 와류를 형성하면서 백챔버로 상승하며, 아래로 내려가는 흐름은 B/F 하부 F/C 도달한다. 따라서 F/C에서 이송중인 집진된 미분탄을 재비산시킬 것으로 보이나 상승기류가 없어 백챔버까지 도달하는 재비산된 미분탄의 양은 그리 많지 않을 것으로 보인다. 또한, #1, 2호와는 달리 입구덕트 근처에서 유속이 빠르게 보이는 이유는 3호 석탄밀 백필터의 입구덕트가 3배 이상 좁기 때문이다.



<그림 7> 3호의 입구단면에서의 속도벡터

불합리한 분산판 구조로 인하여 B/F Chamber내 유속분포의 불균일을 야기하며, 협소한 입구덕트로 인하여 유속의 흐름 및 편중도가 심한 것으로 나타났다. 이로 인하여 입구덕트 반대편 및 15실측에 국부적으로 빠른 유속 유동장을 형성하고 있다. 이로 인한 B/F Chamber내 국부적으로 빠른 유속 및 재비산된 미분탄의 Dust



<그림 8> #3 석탄밀 유속분포

Load 증가로 인한 필터백의 조기마모 및 파공 등의 원인이 되는 것으로 보인다.

5. 석탄밀 B/F 개선안

1) 개조방향

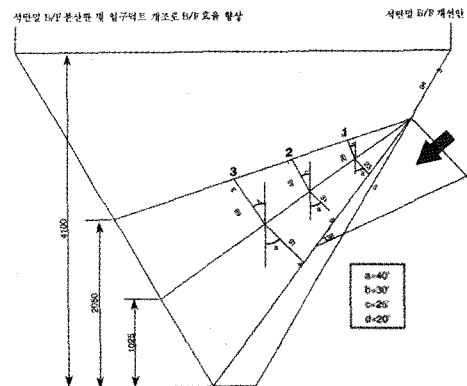
- 기존구조를 최대한 유지하면서 구조를 변경하기로 함
- 입구덕트의 구조는 폭이 넓을수록 유속의 흐름에 유리하므로 1,2호 석탄밀 백필터의 입구덕트 구조 채택
- 분산판의 구조는 3호 석탄밀 백필터의 분산판을 근간으로 최적 분산 효과를 달성할 수 있는 구조로 설계

2) 입구덕트

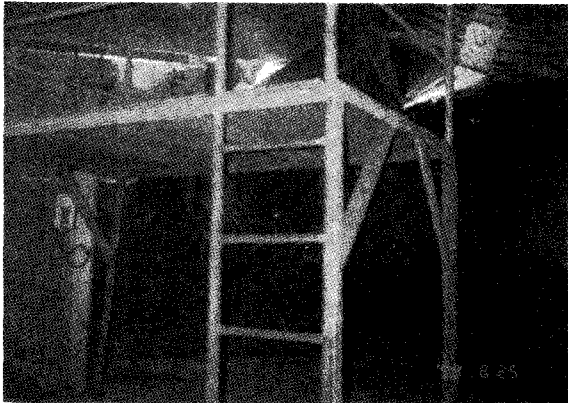
- #1,2 석탄밀 B/F : 현행 그대로(폭 3,000mm)
- #3 석탄밀 B/F : 입구덕트 폭 확장 (780 → 3,000mm)

3) 분산판

- 전산모사 결과 #3 석탄밀 B/F 분산판의 분산 효과가 효율적으로 판단되어 이를 근간으로 개조코자 함
- 상부 샷갓 분산판 4개 설치하고 양측판 제거
- 덕트입구 분산판은 3개의 다공성 및 격판 구조로 설치
 - 격판 분산판 : 1번 가이드 전체, 2번 가이드 하단
 - 다공성 분산판 : 2번 가이드 상단, 3번 가이드 전체 (Porosity : 0.3)
- 격판 및 다공성 분산판에 Hot Gas의 충격 마모에 대한 방지책으로 6mm 철판으로 보강 설치



<그림 9> 석탄밀 B/F 개조도면



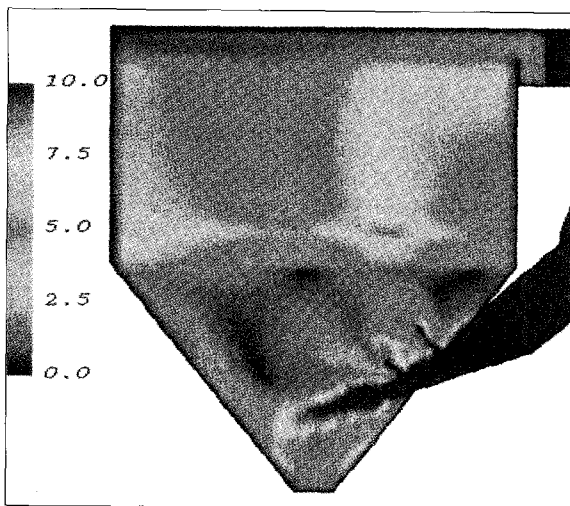
〈사진 3〉 #3 석탄밀 분산판 입구덕트 개조안

- 격판 및 다공성 분산판 지지대는 분탄의 퇴적방지를 위해 linch 환봉으로 설치

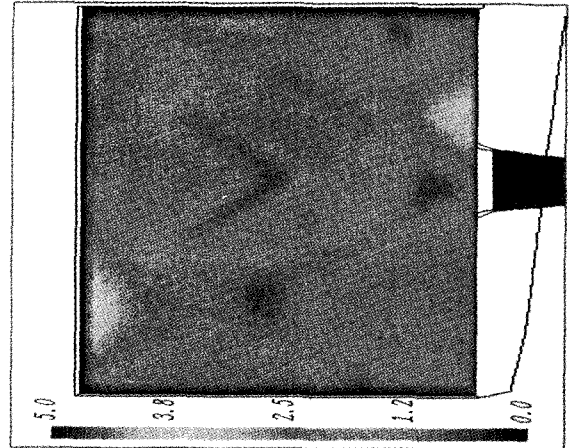
6. 석탄밀 B/F 개선효과

#1, 2, 3 석탄밀의 B/F 내부분산판 및 입구덕트를 개조하여 유동장을 전산 모사한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

〈그림 10〉에서와 같이 입구덕트를 통하여 유입된 흐름은 B/F Chamber내 설치된 분산판에 유입 Gas 흐름이 직접적으로 닿음으로써 분산판의 분산 효율을 극대화할 수 있을 것으로 보이며, B/F 유입 Gas 흐름에 있어서 아래로 내려가는 흐름에 의해 집진된 미분탄을 재비산시킬 것으로 보이나 상승 와류형성 방지로 인해 집진된 미분탄이 백챔버



〈그림 10〉 개선후 석탄밀 유속분포



〈그림 11〉 개선후 석탄밀 유속분포

까지 도달하지는 않았다.

또한, 〈그림 11〉에서와 같이 분산판의 분산효율 상승에 따른 B/F Chamber내 균일한 온도 및 유속분포를 확보할 수 있을 것으로 보인다. 특히 #3호 석탄밀 백필터의 경우 입구덕트 폭의 확장으로 인하여 유속의 흐름 및 편중도가 급격히 감소한 것으로 보인다.

따라서 석탄밀 백필터의 효율 향상으로 인한 필터백의 조기마모 및 파공 방지를 할 수 있을 것으로 기대된다.

7. 효과 분석

1) 공정 측면

- 석탄밀 B/F Chamber내 분산판의 분산효율 극대화
- B/F내 집진된 미분탄의 재비산 방지
- 석탄밀 B/F Chamber내 균일한 유속 및 온도 분포 확보
- #3 석탄밀 B/F의 경우 입구덕트의 확장으로 유속의 흐름 및 편중도 감소

2) 원가 절감

- Bag 조기마모 및 파공방지로 인한 수명연장으로 수선비 절감
- 재질을 보다 경제성 있는 Filter Bag으로의 교체 가능
- #석탄밀의 경우 B/F 압손감소 및 B/F IDF 전류 감소로 동력비 절감
(압손 : 205→160mmAq, IDF전류 : 48→15A)