"빌딩용 멀티에어컨의 설치조건에 따른 신뢰성기술"

(Reliability of Multi Airconditioner for commercial Building)

1. 머리말

지금까지 사무실 및 상가 등의 사업용 빌딩에 사용하던 대부분의 공조방식은 Chiller 혹은 흡수식냉동기와 같은 대형 냉동장치와 보일러를 설치하고 FCU(Fan Coil Unit) 등을 이용하여 냉난방을 하는 중앙공조방식이었다.

중앙공조방식의 설비는 설치장소가 많이 필요하고 설비의 용량이 커서 중대형 건물에 많이 설치되어 왔지만, 쾌적한 실내공간에 대한 요구가 증가하고 공조요구의 다양화가 증가하면서 중대형 빌딩에서도 빌딩전체를 다수의 공간으로 나누어 각 공간의 특성에 맞는 공조를 하는 개별공조방식의 요구가 증가하고 있는 추세이다.

중앙공조방식에 사용되는 Chiller는 용량조절 가변폭이 작아 개별 공조를 위한 최소 부하 조건에서는 운전효율이 낮아지는 단점이 있으며, 이러한 개별 공조의 요구를 반영하면서 모든 운전범위에서 높은 운전효율을 얻기 위해서는 멀티에어컨의 설치가 필요하다.

멀티에어컨은 하나의 실외기에 다수의 분리된 실내기가 연결되어 각기 다른 공간에서 그 공간의 특성에 맞는 공조를 할 수 있도록 한 공조장치로서, 별도의 기계실 및 FCU와 AHU 없이도 실내기와 냉매배관만을 이용하여 각 실내공간의 공조를 하는 방식이다. 최근 유럽 및 아시아를 중심으로 중대형 빌딩에서의 멀티에어컨 사용량이 증가하고 있으며, 국내에서도 일부 고급아파트, 주상복합건물이나 중대형 업무용 빌딩 등에 멀티에어컨의 설치가 증가하며 향후 더욱 증가할 것으로 예상된다.

중대형 빌딩의 공조설비는 소음, 진동 및 운영상의 이유로 대체로 옥상 또는 별도의 기계실에 설치되는 반면에 공조공간은 이로부터 수십미터 떨어진 사무실인 경우가 일반적이다. 중앙공조방식의 경우 이러한 거리차에서 에너지를 수송하는 방법으로 공기 또는 물을 이용하고 있으며, 많은 공간이 공조설비 및 운송공간을 위해서 필요하게 된다. 멀티에어컨의 경우 냉매의 잠열을 이용하므로 작은 운송용량만이 필요하게 되며 이러한 점으로 인하여 설치공간 및 운송공간을 절약할 수 있게 된다. 그러나 멀티에어컨의 경우에도 실외기와 실내기간의 거리차가 발생하는 것을 피할 수는 없으며, 일반적으로 100평 정도의 공간을 10마력급의 멀티에어컨으로 공조하는 경우에 실외기와 실내기간의 사이에는 20~30m의 높이차와 50~100m 정도의 연결배관 길이가 필요하다.

빌딩용 멀티에어컨은 배관길이가 증가하는 경우에도 능력감소를 최소화하는 것이 필요하지만, 보다 중요한 것은 설치조건에서도 안정적으로 운전될 수 있는 신뢰성의 확보이다. 본 글에서는 빌딩용 멀티에어컨의 다양한 설치조건에서 고려해야 하는 신뢰성 항목과 제품의 신뢰성 확보를 위한 연구개발 방향에 대해 언급하고자 한다.

2. 설치환경

100평 정도의 공조공간을 위해 설치되는 10HP급 멀티에어컨은 다양한 설치조건을 만족시키기 위해서 실외기와 실내기간의 연결배관 길이가 길어지며, 실외기와 실내기간 또는 실내기와 실내기간에 높이 차이를 가지고 설치되어야 하는 경우가 발생하게 된다. 따라서 제품의 최대 설치사양이 빌딩용 멀티 에어컨을 선택하는 주요 요인중에 한가지로 작용하게 된다. Table 1에는 자사의 빌딩멀티 제품의 최대 설치사양을 표시하였다.

Table 1 최대 설치사양

구 분		사 양
배관 길이 제한	최장 배관 길이	100m
	첫 분지관후 최대 길이	30m
수직 높이 제한	실외기(상)/실내기(하)	50m
	실외기(하)/실내기(상)	40m
	실내기/실내기	15m

2.1 장배관 설치시 신뢰성 항목

에어컨의 압축기는 구동부의 마모를 방지하기 위해 오일에 의한 윤활이 필요하다. 압축과정에서 윤활에 사용되는 오일의 일부는 냉매가스와 함께 압축기 외부로 빠져 나가게 되며, 압축기를 빠져나간 오일은 대부분 다시 냉매의 흐름을 타고 다시 압축기 흡입쪽을 통해서 돌아온다. 토출된 오일이 다시 압축기로 돌아오기 까지는 냉매가 순환하는데 필요한 시간이 소요되며, 배관길이가 길어지면 이 시간도 증가하게 되므로 압축기 내부에서 오일이 감소하여 압축기 내부에 윤활 불량인 상태가 발생할 수도 있다. 따라서 배관길이가 길어지는 경우에는 기구적으로 토출되는 오일의 양을 감소시키는 방법과 알고리즘적인 방법으로 배관내의 오일을 실외기로 회수하기 위한 방법이 동시에 적용되어야 한다.

토출되는 오일의 양을 감소시키는 일반적인 기구적 방법은 오일분리기를 사용하는 방법으로서, 오일분리기는 압축기의 토출배관에 설치하며, 압축기에서 토출된 오일을 냉매와 분리하여 오일이 실외기를 빠져나가기 전에 직접 회수하여 압축기 내부로 오일을 돌려준다. 오일분리기의 성능에 관해서는 많은 연구가 이루어지고 있지 않고 온도조건, 압축기 사양, 압축기 형태 및 주파수 등에 따라 토출되는 오일의 양과 분리되는 오일의 양이 달라지기 때문에 다양한 조건에서 오일분리에 대한 검증을 위해서는 가시화를 통한 오일분리의 확인이 반드시 필요하다. 그림1은 Demistor를 사용하는 오일분리기에서 기동초기에 오일이 분리되어 압축기로 되돌아가는 것을 가시화한 것이다. 냉매의 유동방향은 하부에서 상부로 진행되며 하부의 오일회수모세관을 통하여 압축기로 되돌려지게 된다.

이렇게 압축기의 토출배관측에 오일분리기를 설치하여도 일부의 오일은 실외기 외부로 빠져나가게 되며, 연결된 실내기 중에 정지된 실내기가 발생할 경우 저압측의 가스측 연결배관을 통해 배관 및 정지된 실내기 쪽에 오일이 계속 누적될 수 있으며, 연결된 실내기의 다수가 증가할수록 이러한 오일누적현상이 발생할 가능성은 많아진다.

이러한 오일누적이 발생할 경우 압축기 내부의 오일은 부족한 현상이 발생할 수 있으며, 이런 현상을 방지하기 위해 오일회수를 위한 운전이 별도로 필요하다. 그림2는 압축기의 하부에 장착된 가시화

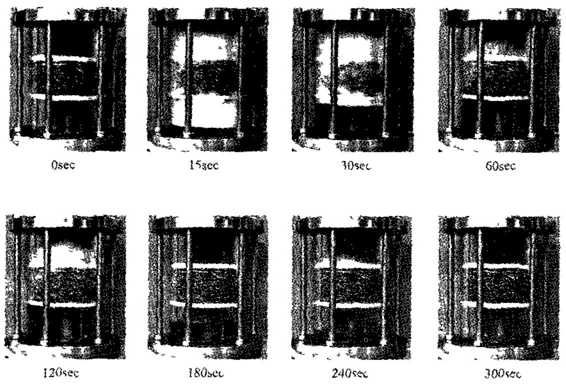
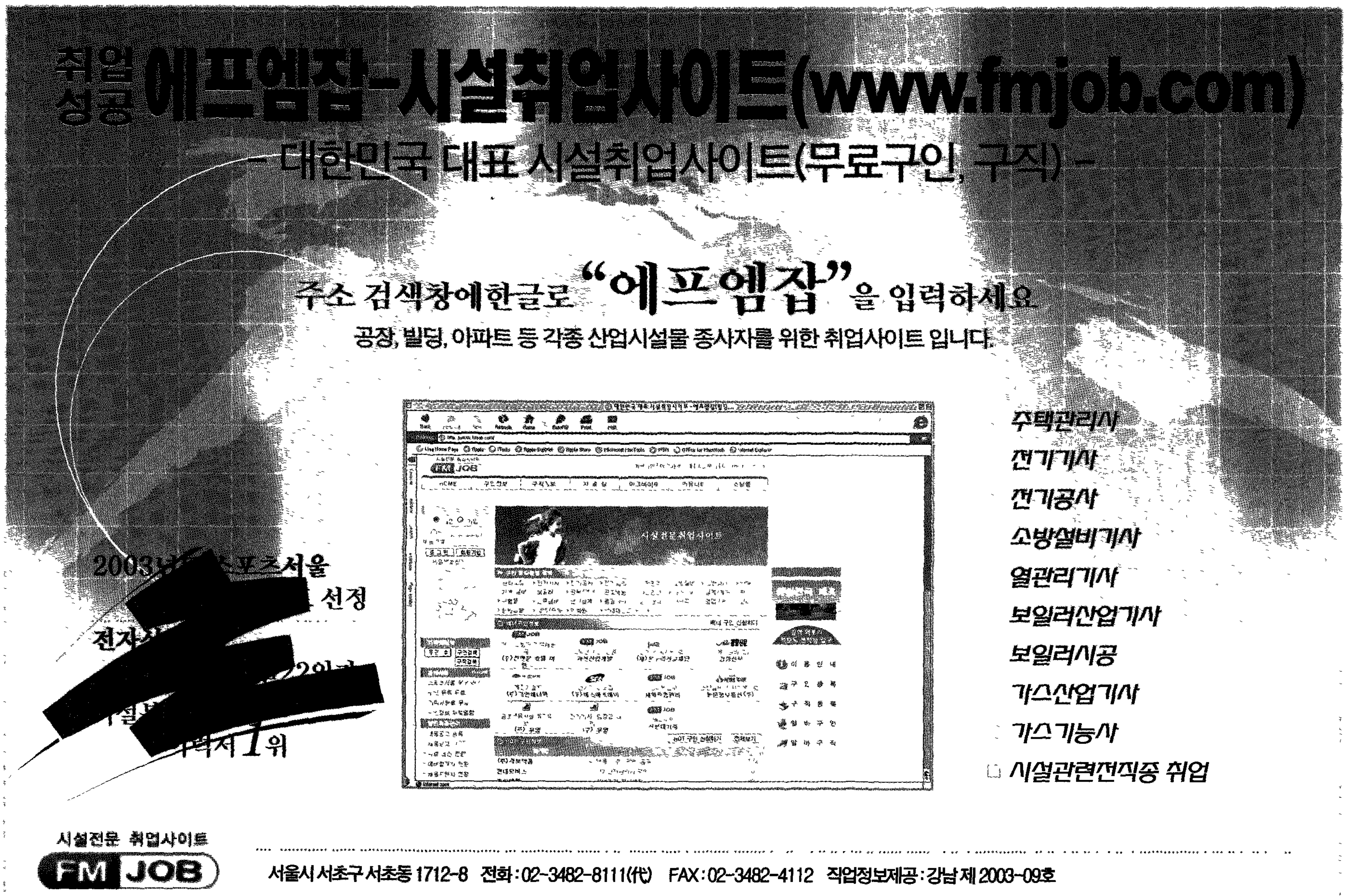


그림 1 압축기 기동시 시간별 오일분리기내 오일 거동 현상



창을 통해 압축기 내부의 유면을 측정한 사진으로서 오일회수 운전을 실시한 이후에 정지된 실내기 및 일부배관에 남아있는 오일을 회수하여 압축기 내부의 오일유면이 회복된 것을 보여준다

자사의 빌딩멀티 제품은 토출배관측의 오일분리기 설치와 오일회수 운전로직을 적용하여 연결배관의 길이가 길어지는 설치조건에서도 신뢰성을 확보할 수 있도록 설계되어 Table 1에 명시된 배관길이 조건에서도 안정적으로 운전될 수 있다

그림 2 오일회수 운전 전후 오일유면 회복 상태

2.2 고저차 설치시 신뢰성 항목

상업용 건물에 설치되는 멀티에어컨의 경우 실외기와 실내기가 고저차를 가지고 설치될 수 있으며, Table 2에 이러한 설치조건시 발생할 수 있는 문제점을 나타내었다

Table 2 고저차 설치시 신뢰성 조건

	실외기 상부/실내기 하부 설치	실외기 하부/실내기 상부 설치
오일 회수	BAD	GOOD
액압축	GOOD	BAD
오일 희석	GOOD	BAD

실외기를 상부에 설치하는 조건에서는 액압축 및 오일희석의 문제가 발생할 경우는 감소하지만 배관내의 오일이 설치배관의 높이차를 극복하고 실외기로 회수되어야 하므로 압축기에서 토출된 오일이 회수되기 어려운 설치 조건이며, 반대로 실외기가 하부에 설치되는 조건에서는 저외기온 방치시 연결배관 등에 쌓여있는 액상의 냉매가 모두 실외기로 이동하게 되어 기동시 액압축이 발생하거나 압축기 내부의 오일이 냉매로 인하여 희석될 수 있어 2가지 조건이 서로 상반되는 신뢰성의 문제점을 가질 수 있다

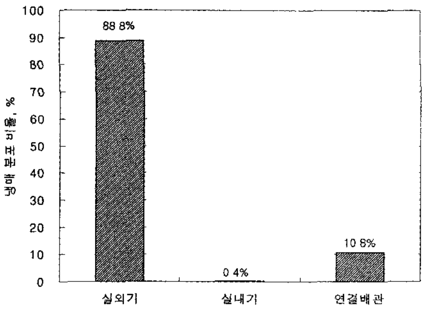


그림 3 저외기온 방치시 냉매 분포

그림 3은 10마력의 실외기에 6대의 실내기가 전체 배관 길이 140M로 설치된 조건에서 실외기가 -20℃의 조건에 방치된 경우의 시스템내의 냉매분포 비율을 Simulation 한 결과이다 혹한의 기후에 방치된 상태에서 대부분의 냉매는 실외기에 분포하게 되며, 실외기가 하부에 설치된 조건에서는 연결배관의 냉매까지 하부의 실외기에 분포할 수 있어 봉입된 대부분의 냉매가 실외기에 쌓이게 된다

혹한 기후에 방치된 실외기의 기동시 액상의 냉매가 압축기로 직접 유입되는 것을 방지하기 위해 압축기의 흡입배관측에 accumulator를 설치하여 압축기 내부로 액상의 냉매가 유입되는 것을 방지시켜주도록 설계되어야 한다 설치된 accumulator의 크기가 부족하여 액상의 냉매가 압축기에 많이 유입될 수록 압축기 내부의 오일은 냉매와 혼합되어 농도가 희석되며 농도가 희석된 오일은 윤활성능이 떨어져서 압축기 윤활불량을 일으킨다 따라서 압축기의 오일이 희석되는 정도를 평가하여 accumulator의 최적설계 및 액상냉매의 유입방지를 위해 운전알고리즘의 설계가 필요하다

그림 4는 실외기와 실내기가 고저차를 가지고 설치되어 있는 경우에 실외기를 저온방치 시킨 후 난방모드에서 운전하면서 정지 및 운전조건에서 압축기 내부의 오일이 냉매에 의해 희석된 정도를 측정한 결과이다 압축기내의 오일은 압축기의 하부에 오일 추출포트를 부착하여 각 조건별로 오일을 샘플링하여 오일의 농도를 측정하였다 압축기가 기동된 후 7분 경과한 조건에서의 오일농도가 68%로서 가장 낮고, 이외의 조건에서는 모두 80%이상의 오일농도를 확보하여 압축기의 윤활을 하기에는 충분한 오일농도를 가지고 있는 것을 확인하였다

고저차 설치시의 압축기내의 오일농도 및 오일회수 등을 확인하기 위해서는 다양한 온도조건을 구현하면서 고저차 설치조건에서의 Test를 할 수 있는 실험설비가 필요하다 자사에서는 다양한 설치조건에서도 신뢰성을 확보하며 운전될 수 있는 빌딩용 멀티에어컨을 개발하기 위해 고저차 실험설비를 건축하여 제품개발에 이용하고 있다

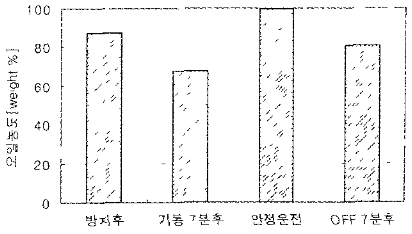


그림 4 압축기 내부의 오일농도

3. 고저차 실험설비

빌딩용 멀티에어컨은 Chiller 등의 중앙공조장치를 대신할 공조설비로서 신뢰성이 무엇보다 중요하다 빌딩용 멀티에어컨에서 가장 가혹한 조건에 노출되는 것은 압축기이며 가장 움직임이 많은 기계장치이기도 하다 따라서 압축기의 신뢰성 확보가 빌딩용 멀티에어컨의 신뢰성 확보의 관건이다 이러한 신뢰성 평가에 있어서 일반적인 제품의 압축기를 평가하는 것과 달리 빌딩용 멀티에어컨은 앞장에서 언급한 바와 같이 고저차를 가지고 설치된다는 것과 설치배관 길이가 30m이상의 조건이라는 점을 고려해야 한다는 것이다 따라서 실제의 설치 조건에서 신뢰성 실험을 시행할 수 있는 고저차 시험설비가 필요하다 그림 5는 LG전자가 보유하고 있는 고저차 및 장배관 시험동의 외관사진이다

이 설비는 5층으로 구성된 복합 시험동으로서 복수의 실내기를 동시에 능력 측정할 수 있는 멀티 Calorimeter를 구비하고 있을 뿐만 아니라, 1층과 5층의 항온항습Calorimeter가 연동시켜 시험을 할 수 있어 50m의 고저차를 갖도록 실내외기를 설치한 후 다양한 온도조건에서의 능력변화를 측정하고 신뢰성 항목을 평가할 수 있는 세계최고 수준의 시험설비라고 할 수 있다

실외기와 복수의 실내기가 연결되어 운전되는 빌딩용 멀티 에어컨의 고저차 및 장배관 조건에서의 신뢰성 평가는 반드시 필요하며, 이러한 신뢰성 평가를 통해서 검증한 항목을 가지고 빌딩용 멀티에어컨이 설계되고 제작되어야 공조설비로서 신뢰성 및 수명을 인정 받을 수 있을 것이다

4. 맺음말

중앙공조 방식을 대체할 빌딩용 멀티에어컨은 가정용 에어컨과 달리 다양한 설치조건에서 설치되어 운전되는 제품으로 연결되는 실내기의 대수가 증가하고 실외기 설치공간과 공조공간의 차이로 연결배관은 길어지게 마련이며, 설치편리성을 확보하기 위하여 대부분의 경우에 실외기와 실내기는 고저차를 가지고 설치하게 된다 이러한 설치조건을 감안하면 빌딩용 멀티에어컨은 성능의 확보 이전에 다음과 같은 조건에서의 충분한 신뢰성의 검증 및 평가가 필요시 되는 제품이다

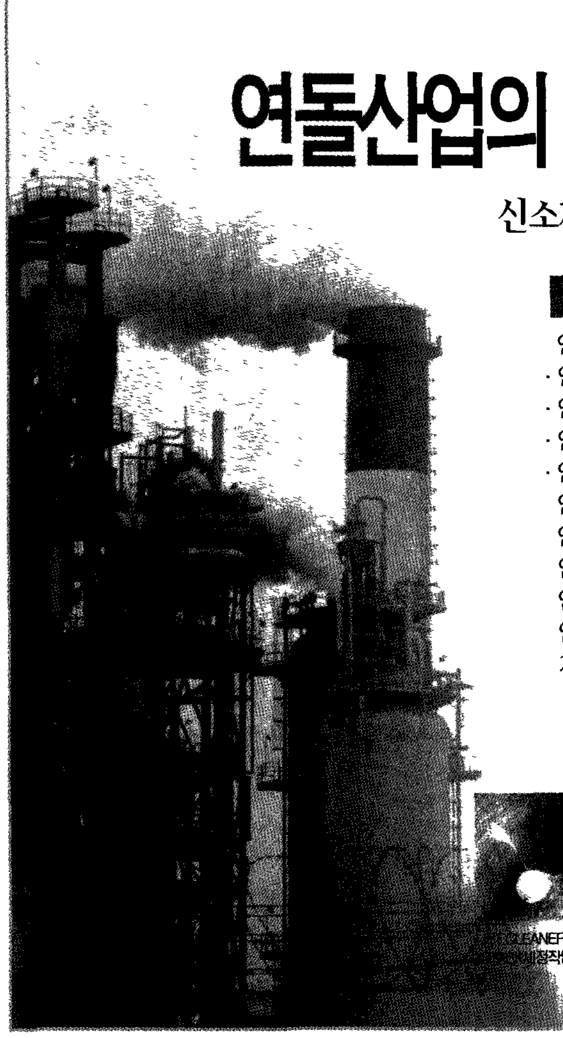
1) 장배관 설치 오일회수의 확인
2) 고저차 설치 액압축 및 오일농도의 확인

앞에서 언급한 신뢰성 검증항목은 제품개발 단계에서 다양한 설치조건 및 운전조건을 모사하여 평가를 하여야 하며, 적절한 평가방법의 개발과 함께 이러한 평가방법을 기준으로 시험을 수행할 수 있는 시험장비가 필요하다고 생각된다

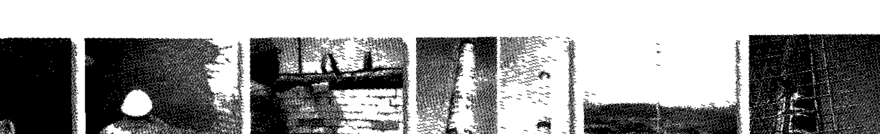
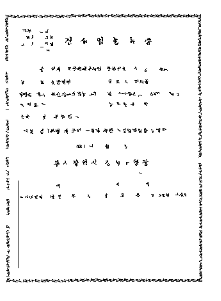
광고문의 T.2679-6343

www.sp-stack.co.kr
新豊開發
부산광역시 사하구 괴정2동 10-3
TEL.051-294-8055~6 FAX.(051)294-8057
H.P. 011-877-5389

연돌산업의 신개발 특수공법으로 차별화 선언!
신소재, 신공법으로 신풍이 환경문화를 지켜나갈 것 입니다.



사업품목
연돌 안전도 점검 및 내부정밀 사진촬영 결과서
· 연돌내부 특수 세척 공사
· 연돌내외부 FRP식 코팅 보강 공사
· 연돌내부 내화벽돌 축조 및 부분 축조 공사
· 연돌외부 균영 부위(S.T) 반도식 보강공사
연돌외부 안전용 등받이 고사다리 신설 및 교체공사
연돌외부 최상부 캡씌움 및 피뢰침 신설공사
연돌외부 (철골뚝)부식 및 누수부위 보강 입힘공사
연돌외부 특수 도장공사(대형집진기 스프레이식 도장공사)
연돌 철거 공사
기타 대형 APT 연돌 내외부 청 및 보강공사

연돌내부 JET CLEANING 목적
연소GAS중에 함유된 FLY ASH와 SOOT가 장시간 사용으로 내부에 부착되어 BOILER의 부하변동시 비산되어 공해를 유발하고 연돌의 내부에 부식을 일으켜 연소상태를 불안정하게 하므로 JET CLEANING으로 부착물을 제거하여 연소효과와 대기오염을 개선시키고 연돌의 수명을 연장과 동시에 경비절감에 그 목적이 있다.
※연돌 청소시 검분진 100% 세척

저희 신풍개발은 귀사의 연돌에 정확한 정밀진단과 합리적인 견적가로 최선을 다하겠습니다.