

단조품의 파손 분석 사례
(Quench Crack/Burning 비교 분석)

(주)센트랄

강신우, 배명환

단조품 파손 분석 사례 발표
 - Quench crack / Burning 비교 분석

주식회사 센트랄

배명한, 강신우*

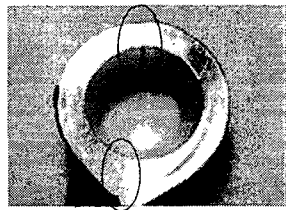
[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



파손 형태

소재 : SCM435

파손 제품



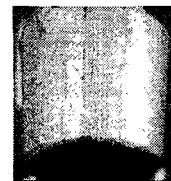
재현품



단조 직후 수냉



단조 → 수냉 → Q.T



절단면 Crack품

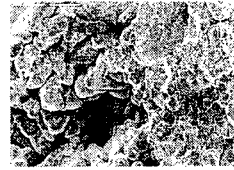
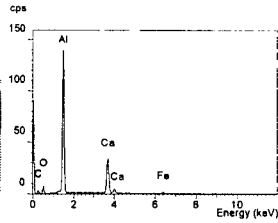
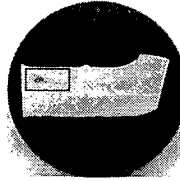
[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



파손 유발 인자

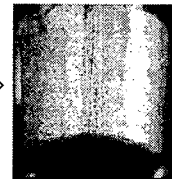
제강

- 비금속 개재물
- 주조 결함



압연/절단

- 압연 End부 잔존
- 절단면 Crack



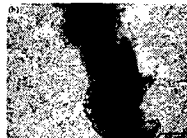
[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



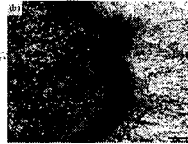
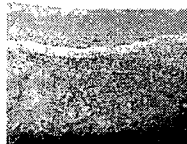
파손 유발 인자

단조

- Burning (연소)
- 급랭 (수냉)
- 금형 구조적 문제
- 살말림



Burning 의한 균열 :
균열 주위 탈탄층 확인됨.



급랭(수냉)에 의한 균열 :
균열 주위 탈탄 발견되지 않음.

열처리

- 급냉 (Quench Crack)



Q/T

(최종 제품)
균열부 열처리 경우:
균열 주위 탈탄층 발견됨

※ 최종 Q/T 제품의 균열 원인
Quench Crack or Burning?

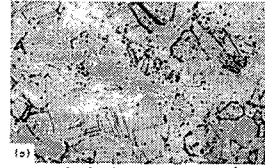
[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



열처리와 관련된 파손 인자

Over heating (과열)

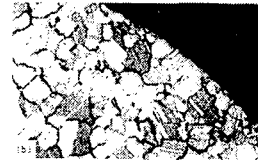
- 과열 손상 주요 인자 - 합금 화학성분, 온도와 유지 시간
- 고탄소강과 중탄소강에서 중요
- 조대한 결정립 & 결정립내 산화물 분산 관찰, 입계 파면 양상
- 결정립 조대화로 강도와 연성 저하



Cu forging heated to 1023 °C

Burning (연소)

- Burning 이라는 용어는 금속이 극심하게 과열되어 산화 가스의 입계 침투 또는 초기 용융에 의해 영구적인 비가역 손상을 입은 상태
- 금속산화물이 입계 주위로 이동하여 연속적 network 형성
- 결정 입계의 초기 용융과 조대 결정립 형성



Cu forging heated to 1066 °C

Quench crack (소입 균열)

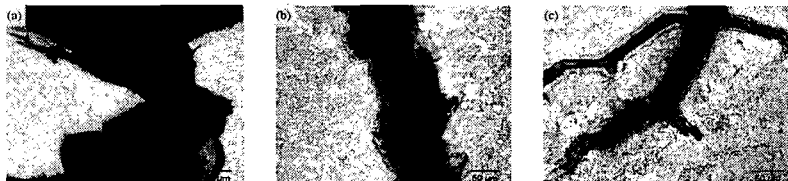
- $\gamma \rightarrow M$ 변태시 체적증가에 따른 발생 응력에 의한 균열
- 미세조직적으로 균열은 직선형으로
- 표면에서 발생 내부로 전파
- 소입 균열 자체는 탈탈층이 없다.

[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)

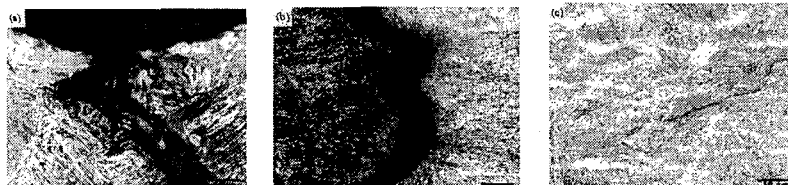


OM 관찰

파손품



금냉재현



금냉재현
→ 퀴칭

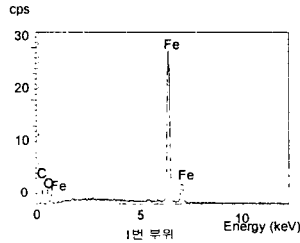


[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)

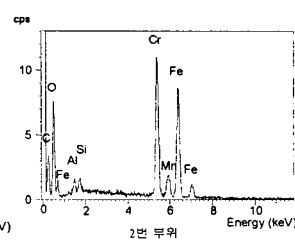


SEM & EDS 관찰

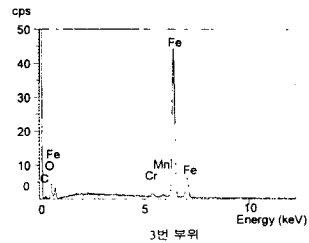
파손품



Element	wt%
Cr	0.21
Mn	0.23
Fe	99.56



Element	wt%
Al	2.79
Si	2.24
Cr	42.59
Mn	1.91
Fe	50.46



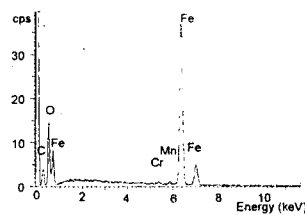
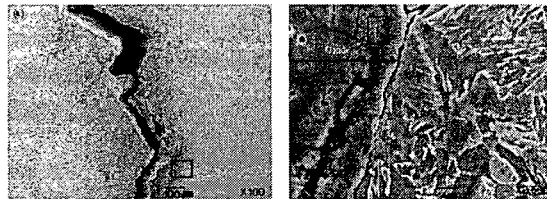
Element	wt%
Cr	1.14
Mn	0.69
Mo	0.46
Fe	97.71

[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



SEM & EDS 관찰

금형재현
→ 켈칭



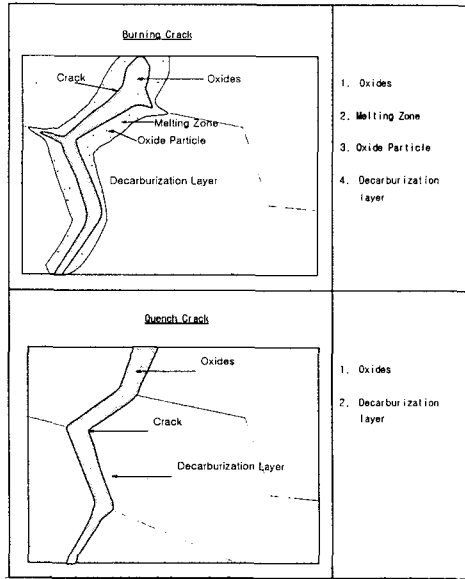
Element	wt%
Cr	0.59
Mn	1.36
Fe	98.05

Burning은 용융에 의한 Oxide particle이 발견되나,
Quench crack + 열처리품은 발견되지 않음.

[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



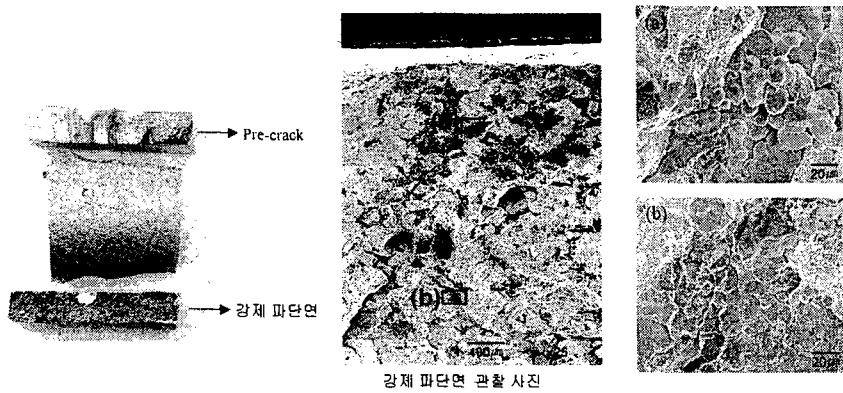
모식도



[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



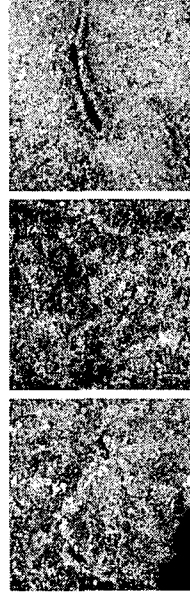
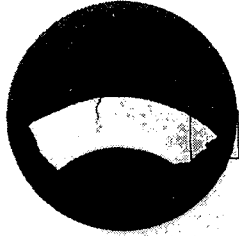
Burning의 관찰 예



[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



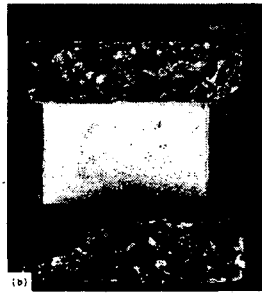
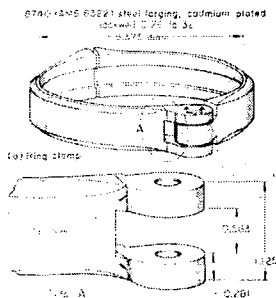
Burning의 관찰 예



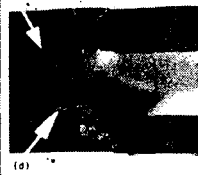
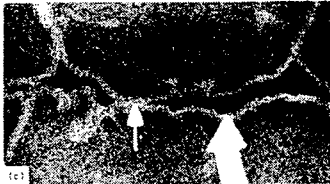
[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



참고 문헌



AMS6322 = AISI 8740 Steel, NiCrMo steel
C:0.38-0.43 Mn 0.88, Cr:0.5 Mo:0.25 Ni:0.55



(a) View of assembled clamp, and detail showing locations of fractures. (b) Fracture surface at about 20x, showing brittle, intergranular nature of fracture. (c) Section through fracture surface of 5% nitral strip; 100x showing incipient melting (large arrow) and decarburization at grain boundaries (small arrow). (d) Area adjoining the fractures after being stripped of cadmium plate (5% nitral strip), showing coarse grains (between arrows).

Fig. 28. Arranged ring clamp, of cadmium-plated 8740 (AMS 6322) steel, that failed because of burning during forging (Example 18)

[Http://www.ctr.co.kr](http://www.ctr.co.kr)



결론

1. Quench Crack과 Burning의 미세조직에서의 판별은 OM에서는 초기 입계 용융 및 입계 탈탄층 유무로, SEM&EDS 분석에서는 Melting Zone 및 Oxide particle (Al, Si, Cr-oxide)의 존재 유무로 판단 가능하다.
2. Burning된 강은 결정립계가 일부 녹은 강으로 매우 취화하여 가볍게 두들겨도 부서지고 만다. 또한 열처리로도 회복될수 없는 죽은 강이므로 단조시 가열온도에 충분한 주의를 기울여야만 한다.