

그림 3. 경연(개인)부문 참가업체별 치수변화량에 대한 획득점수 분포

점수 분포를 보면 그림 2에서 볼 수 있듯이 1개 업체에서만 15점을 획득하였고 나머지 14업체는 모두 4점 이하의 낮은 점수를 획득하였다. 그리고 개인부문에서도 그림 3에서 알 수 있듯이 1개 업체만 16.25점을 획득하였고, 나머지 업체들은 8점 이하의 비교적 낮은 점수를 얻었다.

이러한 결과를 통하여 참가업체의 평균 획득점수가 낮게 나온 이유를 추측해 보면, 참가업체들의 열처리 기술 수준이 낙후된 것에 있다기보다는 심사기준의 설정이 다소 잘못된 것에 기인하는 것으로 사료된다. 그러므로 다음 대회에서는 본 항목의 심사기준을 조정할 필요가 있다고 본다.

2.2.2 경도 및 경도 산포도(25점)

(1) 심사기준

경도값은 표 2에 나타난 바와 같이 목표치를 HRC 58로 설정하였고,  $58 \pm 1$ 의 범위에 있을 때 만점인 15점을 부여하였다.

그리고 경도 산포도는 시험편당 10회의 경도 측정후 최고값과 최소값을 제외한 8개의 경도값의 산포도가 0.5 이내일 때 만점인 10점을 부여하였고 2.0을 초과하면 0점으로 하였다.

표 2 경도값에 대한 심사기준

경도 (HRC)	57~59	59.1~60.0	60.1~61.0	61.1~62.0	56 미만
배 점	15	12	9	6	0

표 3 경도 산포도에 대한 심사기준

산포도	0.5	1.0	1.5	2.0	2.0 초과
배 점	10	8	6	4	0

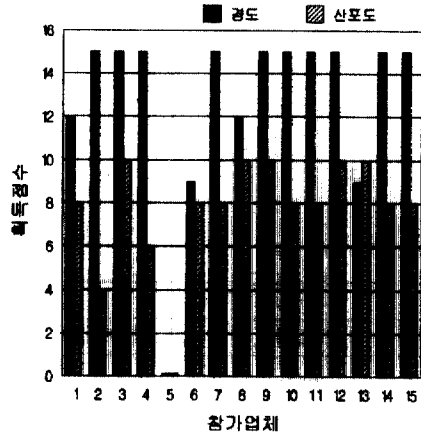


그림 4. 경진(업체)부문 참가업체별 경도 및 경도산포도에 대한 획득점수 분포

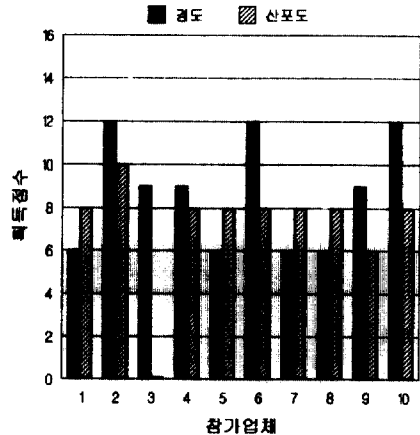


그림 5. 경연(개인)부문 참가업체별 경도 및 경도산포도에 대한 획득점수 분포

(2) 결과 분석

경도 및 경도산포도에 대한 참가업체별 점수분포를 그림 4와 그림 5에 나타냈다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 경도값에 대한 심사결과는 전반적으로 업체부문이 개인부문보다 더 우수한 것으로 나타났다. 이것은 업체 부문은 참가업체 자체공장에서 열처리한 것이기 때문에 목표 경도값에 대한 처리조건을 비교적 쉽게 알 수 있으나, 개인 부문은 천안공업대학에서 4시간 내에 이루어졌고 또 설비도 생소한 것이었기 때문에 목표 경도값을

맞추기가 어려웠을 것으로 사료된다. 앞의 치수변화량에 대한 결과에서도 이와 동일한 경향을 나타내 것을 알 수 있다.

2.2.3 균 열(10점)

(1) 심사기준

표 4에 나타난 바와 같이 균열발생이 없으면 만점인 10점을 배정하였고, 균열이 발생되면 다른 항목의 점수에 관계없이 완전히 심사에서 제외시키도록 하였다.

표 4 균열발생에 대한 심사기준

균열유무	없음	있음
배 점	10	심사제외

(2) 결과분석

열처리후 균열발생 유무에 대하여 검사한 결과 업체부문과 개인 부문의 모든 참가업체에서 균열이 발생한 경우는 없었다.

2.2.4 잔류오스테나이트,  $\gamma_r$  (15점)

(1) 심사기준

잔류 오스테나이트량에 대한 심사기준은 표 4에 나타난 바와 같이 5% 이하일 경우에 만점인 15점을 배정하였고, 20%를 초과하면 점수를 부여하지 않았다.

표 4 잔류오스테나이트량에 대한 심사기준

$\gamma_r$ 량	5% 이하	10% 이하	15% 이하	20% 이하	20% 초과
배 점	15	12	9	6	0

(2) 결과 분석

업체부문에서는 1개 업체가 12점을 획득한 것을 제외하고는 모든 업체(14업체)가 만점인 15점을 얻은 반면에, 개인부문에서는 2개 업체에서 0점을 얻었고 또다른 2개 업체에서 6점을 얻었다. 이 역시 시간적인 제한과 설비의 생소함에 기인한 것이라 사료된다.

2.2.5 충격시험(20점)

(1) 심사기준

충격값( $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$ )  $\times 10$  (충격값이  $2\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$  이상 일 경우 20점)

(2) 결과 분석

업체부문의 참가업체와 개인부문의 참가업체 모두 4점

이하의 점수를 얻었다. 이것은 만점인 20점에 크게 못 미치는 점수로서, 충격시험편의 V노치에 의한 노치효과가 크게 작용하여 재료 자체의 특성을 나타내지 못하게 한 것으로 사료된다.

2.6 표면상태(10점): 스케일 유무에 따라 5점 및 10 점

업체부문에서는 참가업체 15개 업체중 3개 업체에서만 표면 산화스케일이 형성된 반면에 개인부문에서는 참가업체 10개 업체중 5개 업체에서 산화스케일이 형성되었다. 이것은 업체 자체공장에서는 진공로나 기타 분위기를 이용한 열처리가 이루어지는데 반하여 천안공업대학에서는 전기로를 이용하였기 때문에 차이가 난 것으로 사료된다.

3. 열처리공정 분석

업체부문에 참가한 15개 업체의 열처리공정은 제출하지 않았으므로, 본 란에 서술된 내용은 개인부문에 참가한 10개 업체의 열처리공정 데이터만으로 종합하여 정리해 본 것이다.

3.1 켄칭

3.1.1 예열(Preheating)

모든 참가업체가 2단 예열을 실시하였는데, 10개 참가업체 중 8개 업체에서 1차예열은  $650^\circ\text{C}$ , 2차 예열은  $850^\circ\text{C}$ 를 채택하고 있었다.

3.1.2 오스테나이트화 온도(켄칭온도)

오스테나이트화 온도는  $1030^\circ\text{C}$ 를 6업체,  $1020^\circ\text{C}$  및  $1025^\circ\text{C}$ 를 각각 2업체가 채택하고 있었는데, 이 온도범위는 통상적인 STD11강의 오스테나이트화 온도범위에 속하는 것이다.

3.1.3 냉각

냉각방법은 모두 공랭을 채택하였고, 일부 업체에서는 선풍기로 강제공랭시키기도 하였다.

3.2 서브제로 처리

서브제로처리는 2업체에서 실시하였는데, 한 업체에서는  $-100^\circ\text{C}$ 에서 실시한 것으로 열처리 공정을 표시한 반면에 다른 한 업체는 처리온도에 대한 표시가 없었다.

표 6 참가업체별 템퍼링 처리과정

Single Tempering	Double Tempering
· 520°C × 70분	500°C × 90분, 470°C × 90분
· 230°C × 120분	510°C × 70분, 510°C × 60분
· 525°C × 60분	520°C × 60분, 480°C × 60분
· 510°C × 60분	
· 520°C × 40분(2개 업체)	
· 500°C × 60분	

3.3 템퍼링

참가업체별 템퍼링 처리공정을 표 6에 정리하여 나타냈다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 single 템퍼링을 실시한 업체가 7업체, double 템퍼링을 실시한 업체가 3업체였다. 그리고 1업체를 제외한 9업체가 1차 템퍼링은 500°C 이상의 고온템퍼링을 실시하였고, 이중 3업체가 1차 템퍼링 온도보다 동일 온도 또는 30~40°C 낮은 온도에서 2차 템퍼링을 실시하였다.

이상과 같이 제8회 열처리기술경기대회의 개인부문에 참가한 업체들이 채택한 열처리공정을 종합해 보면 그림 6에 나타낸 바와 같다.

4. 요 약

그동안 열처리기술 경기대회는 열처리공업 협동조합의 주관으로 치루어졌었는데, 올해에는 처음으로 한국열처리공학회에서 주관하여 치루게 되었다. 경기종목과 경기요령은 기존의 방법을 거의 그대로 사용하였고, 평가항목과 심사기준도 일부 변경하기는 하였지만 대부분 그

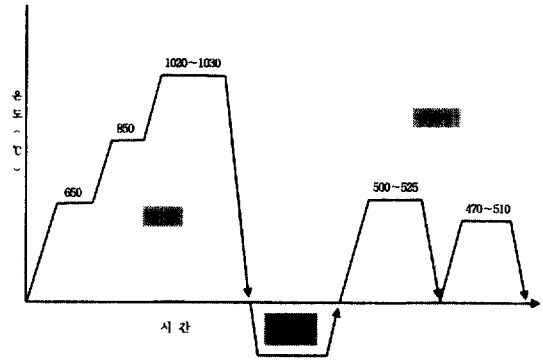


그림 6 열처리기술경기대회 참가업체 열처리 공정(개인부문)

대로 적용하였다. 경기종목 선정과 분석결과에 대하여 일부 논란이 있었지만 현실적으로 주어진 여건하에서 국내 열처리업체의 기술수준을 평가할 종목선정에 제한적일 수 밖에 없었으나, 앞으로 새로운 종목의 발굴도 필요하리라 사료된다.

또한 평가항목의 심사기준도 좀더 면밀히 검토하여 업체의 기술수준이 드러나도록 심사기준의 설정이 요구된다.

비록 완전하게 치루어진 경기대회라고 평가할 수는 없지만 그래도 객관적이고도 공평한 분석으로 평가가 이루어지도록 노력하였고, 차후로는 더욱 섬세하고 객관적인 평가항목으로 공정한 평가가 이루어지도록 배전의 노력을 기울여야 할 것으로 사료된다.

끝으로 이러한 열처리기술 경기대회를 통하여 국내 열처리업체의 기술수준이 조금이나마 제고되는 기회가 되길 바라며, 열처리업체의 적극적인 참여를 바라마지 않는다.