



## 실험 결과 및 고찰

시험재의 모재 특성은 Table 1에서 나타낸 바와 같이 Ti, N의 함량이 나 Ti/N비에 따른 재질상의 차이는 크지 않다. 그러나 용접열cycle재현HAZ의 경우에는 모재와 상이하여 Ti 및 N과 Ti/N비의 변화에 따라 충격인성 값이 큰 차이를 보인다.

Fig.1~6은 Ti 및 N의 함량과 Ti/N비에 따른 시험강재의 충격인성 변화를 나타낸 것으로서 Fig.1,3,5는 모재의 충격인성 변화를 나타낸 것이며, Fig.2,4,6은  $\Delta t_{8/5}=400\text{sec}$ 로 하여 대입열용접을 재현한 경우의 충격인성 변화를 나타낸 것이다. Fig.1,2는 N함량이 44ppm, 46ppm으로 비슷하고 Ti함량이 0.019%와 0.012%로 시험재 중 가장 큰 차이를 보이고 있는 두 강재의 충격인성을 비교한 것으로, 모재의 경우에는 차이가 뚜렷하지 않는데 반해서 재현 HAZ에서는 Ti함량이 낮은 경우에 충격인성 값이 크게 나타나고 있다. 한편 Ti함량이 0.018%, 0.017%로 비슷하고 N함량이 각각 30ppm, 55ppm인 강재의 충격인성을 나타낸 Fig.3,4에서도 모재의 경우에는 충격인성이 전온도 구간에서 유사하게 나타나고 있으나, 재현HAZ의 충격인성은 현저한 차이를 보이고 있다. 즉 N함량이 많을 경우에 높은 충격 값을 나타내고 있다. Fig.5,6은 Ti/N비가 5.67로 가장 큰 강재와 2.26으로 가장 작은 강재의 충격 시험 결과를 나타낸 것으로서, 전술한 결과와 마찬가지로 재현HAZ의 충격인성에서만 현저한 차이를 보이고 있으며, Ti/N비가 클 때 보다는 작을 때에 충격치가 높은 값을 나타내고 있다.

위의 결과를 종합해보면, Ti/N비가 크거나 Ti함량이 많은 경우 보다는 Ti/N비가 작거나 N함량이 많은 경우에 높은 충격인성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그 이유는 Ti/N비가 크거나 Ti함량이 많은 경우는 그 반대의 경우보다 고용Ti가 증가하여 강재의 소입성이 향상되므로, 용접 열cycle후 낮은 냉각속도에서도 취성이 큰 입계 ferrite와 상부 bainite의 혼합조직이 생성되기 때문이라고 생각된다. 한편 투과전자현미경 관찰결과, TiN은 용접입열량이 증가함에 따라 그 크기가 급격히 커짐이 확인되어 입열량 180kJ/cm정도의 대입열 용접에서는 충격인성에 아무런 영향을 미치지 못할 것으로 판단된다.

일반적인 현상과 달리 N함량이 많은 경우에 높은 HAZ 충격인성을 나타내는 이유는, TiN을 형성한 후 잔류 N은 강중에 0.035%정도 함유되어 있는 Al과 반응하여 질화물을 형성할 수 있기 때문에 고용되는 N이 적어지기 때문이라고 볼 수 있다.

Ti가 첨가된 50kg/mm<sup>2</sup>급 TMCP강의 생산관리 범위 내에서는 N함량이 많을수록 대입열 용접열영향부에서의 충격인성이 높게 나타났으며, 통상적으로 제강시에 얻어지는 N의 함량에서는 Ti의 첨가량이 0.015%보다 작은 경우가 HAZ의 인성 개선에 효율적이라고 할 수 있다.

## 결론

1. 시험대상 범위내에서 Ti/N비는 작을수록 높은 HAZ충격인성을 나타내었으며, Ti/N비의 적정 범위는 2.2 ~ 2.6 이다.
2. 대입열 용접부 HAZ의 인성은 TiN보다는 Ti와 N의 unbalance에 의한 고용원소에 의해서 더 큰 영향을 받는다.

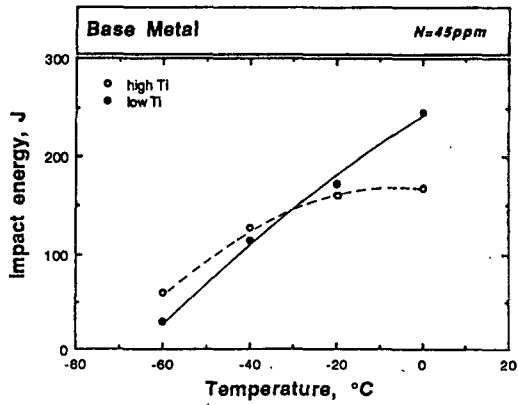


Fig.1 Charpy impact energies of base metal of the steel A and C

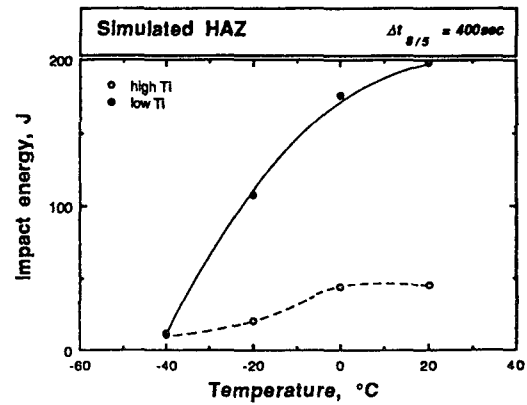


Fig.2 Charpy impact energies of simulated HAZ of the steel A and C

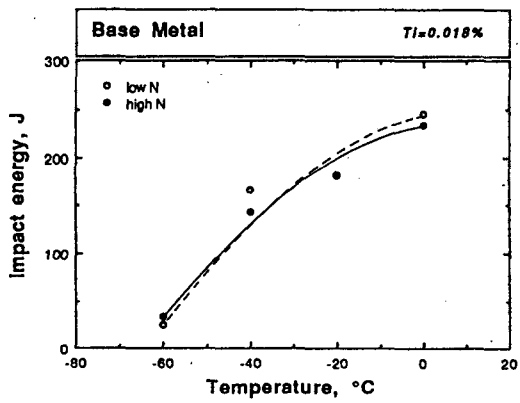


Fig.3 Charpy impact energies of base metal of the steel B and E

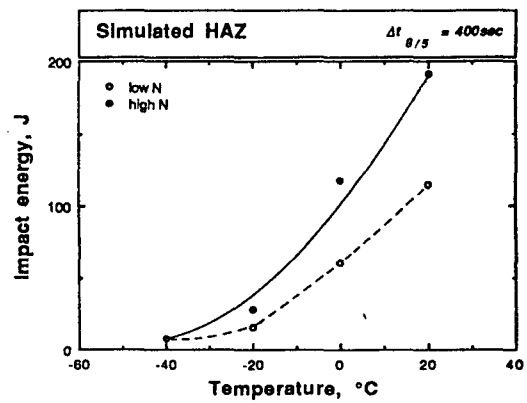


Fig.4 Charpy impact energies of simulated HAZ of the steel B and E

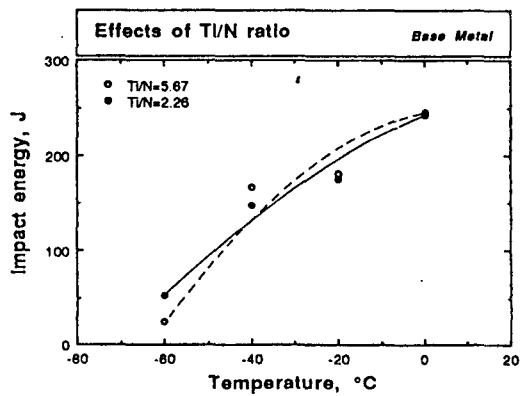


Fig.5 Charpy impact energies of base metal of the steel B and D

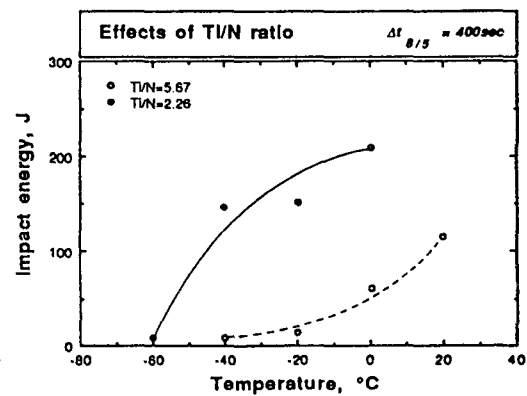


Fig.6 Charpy impact energies of simulated HAZ of the steel B and D