

고강도강 용접예열 예측온도 비교분석

Comparison analysis of preheat temperature for high strength steel welding

김건형*, 고진현*, 서준석*, 김재학*, 김희진**

* 한국기술교육대 신소재공학과

** 생산기술연구원

1. 서 론

교량부재에 사용하는 부재는 비조질강인 SM 400, SM490, SM490Y, SM520과 조질강인 SM570으로 분류하는데, 여기서 SM570강재는 다른 SM 강재와는 달리 담금질 및 뜨임의 열처리에 의해 강재의 강도 및 인성 등을 향상시킨 강재이다. 최근 SM570강의 용접성을 향상시키기 위하여 TMCP강으로 대체하고자 하는 경향이 있다. 이러한 고강도 강재는 일반적인 비조질 강재의 SM재와는 달리 용접열에 더욱 민감한 성질을 가지고 있다. 따라서 설계기준에서는 조질 고강도 강재를 사용하는 경우 조질 고강도 강재의 성질을 유지시키기 위해서 시방규정을 더욱 엄격하게 규정하고 있다. 그러나 시방기준에서는 SM570(TMCP) 강재에 대해서는 시방규정이 확립되어 있지 않아서 SM570(TMCP) 강재의 활용화에 제약이 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 향후 강교량의 합리화 및 장대화에 있어서 그 사용이 불가피한 고강도 강재인 SM570(Q&T)와 SM570(TMCP)를 대상으로 확산성 수소량에 따른 용접예열 예측온도를 5가지 방법으로 산출하여 향후 건설되는 강교량에서 고강도 강재를 적용하기 위한 기초자료로서 활용하고자 예열온도를 확인해 보았다.

2. 예측 예열온도 산출

예열은 주된 목적은 냉각속도를 낮추어 용접금속 및 열영향부의 용접균열 방지에 큰 목적이 있다. 고강도 강재인 SM570(Q&T)와 SM570(TMCP) 강재의 화학성분을 분석하여 아래의 입열 조건으로 최소 예열온도를 산출하였다.

(입열조건)

- 1) 강재두께 50t
- 2) 확산성 수소량 ml/100g당 20/12.5/7.5/4/2
- 3) 입열량 Q = 2kJ/mm

2.1 BS 5135 Method

$$CE(IIW)=C + Mn/6 + (Cu+Ni)/15 + (Cr+Mo+V)$$

Diffusible hydrogen content ml/100g of deposited metal		'Hydrogen scale'
Over	Up to and including	
15	-	A
10	15	B
5	10	C
-	5	D

2.2 AWS D1.1 Method

$$SI=12Pcm + \log_{10}(Hd)$$

$$P_{cm} = C + Mn/20 + Cu/20 + Ni/60 + Cr/20 + Mo/5 + V/10 + 5B$$

2.3 CET Method

$$T_o(°C) = 700CET + 160 \tanh(d/35) + 62Hd^{0.35} - (32-53CET)Q - 330$$

where,

To : necessary preheat temperature(°C)

CET : carbon equivalent(%)

Hd : Weld Metal hydrogen content (ml/100g)

Q : Heat input(kJ/mm)

$$CET = C + Mn/10 + Cu/20 + Ni/40 + Cr/20 + Mo/10$$

2.4 CEN Method

$$C_{en} = C + f(c)(Si/24 + Mn/6 + Cu/15 + Ni/20 + (Cr+Mo+Nb+V)/5)$$

$$f(c) = 0.75 + 0.25 \tanh(20(c-0.12))$$

Coefficient of C_{en}, f(c)

c(%)	f(c)	c(%)	f(c)
0.02	0.51	0.13	0.80
0.03	0.51	0.14	0.85
0.04	0.52	0.15	0.88
0.05	0.53	0.16	0.92
0.06	0.54	0.17	0.94
0.07	0.56	0.18	0.96
0.08	0.58	0.19	0.97
0.09	0.62	0.20	0.98
0.10	0.66	0.21	0.99
0.11	0.70	0.22	0.99
0.12	0.75	>=0.23	1.00

2.5 도로교 표준시방서(2005년)

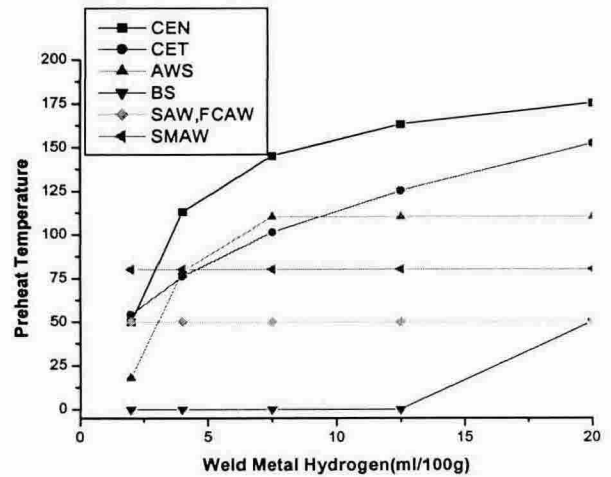
$$C_{eq} = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14 + (Cu/13) (\%)$$

단, ()항은 Cu ≥ 0.5일때에 더하는 것으로 한다.

3. 예측 예열온도

3.1 예측 예열온도 비교

상기에 서술한 5가지 예열온도 산출식 으로 SM570(Q&T)강재와 SM570(TMCP)강재의 예측 예열온도를 산출하였다.



(Predicted preheat temperature against weld metal hydrogen(SM570(Q&T))

4. 결 론

고강도 강재의 예열 예측온도를 산출한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 적용기준에 따라 예열온도를 산출한 결과 예열온도의 차가 크게 나타났다.
- 2) CET 및 AWS규격에서 7.5ml/100g 확산성 수소량 조건에서 SM570(Q&T)는 100°C 이상의 예열이 요구되었으나 SM570(TMCP)는 무예열 용접가능성을 보여주었다.
- 3) 도로교 강교 시방서상의 SM570(TMCP) 예열온도는 검토해야 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. BS 5135 "Process of Arc Welding of Carbon and Carbon - Manganese Steel", British Standards Institution(1984)
2. AWS Annex XI "Guideline on alternative methods for determining preheat"(1996)
3. N. Yurioka, T. Kasuya : Welding in the world, 35 (1995), 327
4. N. Yurioka, M. Okumura, and H. J. cotton : Metal Construction, 19 (1987), 217R
5. 도로교 표준시방서(2005)